ความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการและปรับปรุงอาคารสำนักงานแนวตั้งให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 : กรณีศึกษาอาคารซันทาวเวอร์ส

นายณัฐวิชช์ ชูเกียรติ์ธนากิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FEASIBILITY FOR MANAGEMENT AND RENOVATION OF HIGH-RISE OFFICE BUILDING TO GREEN BUILDING ACCORDING TO LEED O+M V.4.1 : A CASE STUDY OF SUNTOWERS

Mr. Natthawich Shugiatthanagij

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการและปรับปรุงอาคารสำนักงานแนวตั้งให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 : กรณีศึกษาอาคารซันทาวเวอร์ส
โดย	นายณัฐวิชช์ ชูเกียรติ์ธนากิจ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐวิชช์ ชูเกียรติ์ธนากิจ : ความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการและปรับปรุงอาคารสำนักงานแนวตั้งให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 : กรณีศึกษาอาคารซันทาวเวอร์ส. (FEASIBILITY FOR MANAGEMENT AND RENOVATION OF HIGH-RISE OFFICE BUILDING TO GREEN BUILDING ACCORDING TO LEED O+M V.4.1 : A CASE STUDY OF SUNTOWERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร

การพัฒนาอาคารสำนักงานเดิมให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 จะต้องมีการศึกษาลักษณะทางกายภาพของอาคารสำนักงานโดยรวมก่อน เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล หาจุดบกพร่อง ซึ่งอาจจะต้องมีการปรับปรุงก่อนเข้าสู่กระบวนการประเมินจริง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารสำนักงานเก่าตามมาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M V.4.1 และศึกษามาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M V.4.1 เพื่อนำมาปรับใช้กับอาคารสำนักงานเก่า ผลการศึกษาพบว่า อาคารสำนักงานที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ.2540 ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาจำนวน 21 อาคาร มีลักษณะเด่นโดยรวมคือ เป็นอาคารที่สูงเกิน 100 เมตรขึ้นไป มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 80,000 - 100,000 ตารางเมตร จำนวนชั้นอย่างน้อย 20 ชั้น ภายในตัวอาคารจะมีร้านค้าหรือร้านอาหาร เปลือกอาคารมักเลือกใช้กระจกสะท้อนแสง ผนังอาคารส่วนทึบกรุหินแกรนิต หรือปิดผิวด้วยอลูมิเนียมคอมโพสิต ระบบปรับอากาศเลือกใช้ระบบ Water Cooled Package ด้วยลักษณะร่วมที่เด่นชัดดังกล่าวจึงได้เลือกอาคารซันทาวเวอร์สมาเป็นอาคารกรณีศึกษา ผลการประเมินก่อนการปรับปรุงอาคารได้คะแนนรวมทั้งสิ้น 74/100 คะแนน ซึ่งจะได้รับการรับรองในระดับ GOLD แสดงให้เห็นว่าถึงแม้อาคารจะไม่มีการปรับปรุง แต่ถ้าหากอาคารมีการบริหารจัดการที่ดีพอ ดูแลเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอก็สามารถได้รับการรับรองเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ในระดับ GOLD ได้ ดังนั้น การปรับปรุงเพื่อให้ได้การรับรองในระดับ PLATINUM จึงมีความเป็นไปได้เป็นทางเลือกที่น่าจะทำ หลังการปรับปรุงในระดับ PLATINUM อาคารซันทาวเวอร์สได้คะแนนทั้งสิ้น 81/100 คะแนน ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงทั้งสิ้น 12,309,824.00 บาท คิดเป็น 100.11 บาท/ตร.ม. การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (เปลี่ยนหลอดไฟ, ปรับปรุงหอทำความเย็น) สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้จริง แต่จะไม่ได้คะแนน LEED เพิ่ม เนื่องจากส่วนที่ปรับปรุงเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานที่น้อยมากเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ดังนั้น การปรับปรุงอาคารเพื่อทำคะแนนในหัวข้อคะแนน จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจมากกว่าการทำคะแนนในข้อประสิทธิภาพ

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6073558625 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Existing Building, Green Building, Renovation, Management

Natthawich Shugiatthanagij : FEASIBILITY FOR MANAGEMENT AND RENOVATION OF HIGH-RISE OFFICE BUILDING TO GREEN BUILDING ACCORDING TO LEED O+M V.4.1 : A CASE STUDY OF SUNTOWERS. Advisor: Assoc. Prof. ATCH SRESHTHAPUTRA, Ph.D.

The existing office buildings can be developed and renovated into a green building in accordance with the LEED O + M V.4.1 standard by investigating the overall physical characteristics of the buildings in order to collect and analyze data for determining defects that may need to be improved before actual evaluation process. Based on the significance of the study, the purposes of this research were to conduct the feasibility study of renovating the old office building according to the LEED O + M V.4.1 green building standard, and to study LEED O + M V.4.1 standard and its applications to old office buildings. The findings of this study indicated that 21 office buildings established before1997 were selected by the researcher. The outstanding characteristics of these buildings are their height of over 100 meters, having usable area of 80,000 - 100,000 square meters with at least 20 floors. There are shops or restaurants inside the building. The façade often is made of reflective glass. The walls of the building are solid granite or covered with aluminum composite. Water Cooled Package system is used as air-conditioning system. Based on these distinct and common characteristics, Suntowers is selected as the case study building. The evaluative results revealed that before the renovation, a total score was 74/100 points, implying the certification of the GOLD level. In order words, although the building has not been renovated, the building with well-management and consistent maintenance can receive the LEED O + M V.4.1 level at the Gold level. Therefore, it is possible to achieve the PLATINUM level certification. After renovation to achieve the PLATINUM level, Suntowers received a total score of 81/100 points. The total renovation cost was 12,309,824.00 THB. (100.11 THB/sq.m.) The improvements can practically increase energy efficiency. However, from the improvements, the LEED score could not be increased because improved parts and devices consume very few energy. Therefore, the improvements of the building by increasing scores should be prioritized over scores on efficiency items.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Architecture Student's Signature .....
Academic Year: 2019 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีไม่ได้หากไม่ได้รับความกรุณาจากท่าน รศ.ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่มีความเมตตากรุณา มอบความรู้ให้คำปรึกษาในการทำวิยานิพนธ์แก่ข้าพเจ้าที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ ที่ผลักดันและเคี่ยวเข็ญข้าพเจ้าเกี่ยวกับเรื่องกระบวนการวิจัย ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกมาเป็นรูปเป็นร่างได้ ขอบพระคุณ รศ.พรรณชลัท สุริโยธิน เกี่ยวกับความรู้เรื่องไฟฟ้าแสงสว่าง ยังได้นำความรู้เหล่านี้นำไปปรับใช้กับการทำงานเสมอมา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชนิกานต์ ยิ้มประยูร ที่ได้เคี่ยวเข็ญข้าพเจ้าให้ได้ทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพ ยังได้นำแนวคิดเหล่านั้นไปปรับใช้ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงาน ประสบการณ์เหล่านี้ล้วนไม่อาจประเมินค่าได้

ขอบคุณเพื่อนพี่ๆ idea 10 ทุกคน ที่ช่วยติดตามการเรียน การทำงาน ได้มิตรภาพที่ดีมาก ทริปเวียนนามจะอยู่ในความทรงจำเสมอครับ

ขอบพระคุณบริษัท สิงห์ เอสเตท จำกัด(มหาชน) และบริษัท เอบิวด์ แมนเนจเมนท์ จำกัด ที่ได้ให้ความกรุณา ให้โอกาสข้าพเจ้าในการศึกษาต่อ

ขอบคุณพี่กิฟท์ สำหรับแบบสอบครับ

ขอบคุณพี่เอ พี่หมวด พี่ก้อง พี่มานิตย์ พี่หนึ่ง พี่หม่อน พี่เฟิร์น

ขอบคุณพี่ช่อ ที่ไปรับส่งข้าพเจ้า คอยย้ำเตือนข้าพเจ้าถึงความคืบหน้างาน และเชิญชวนให้ไปตรวจด้วยกัน

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่อาจไม่ได้เอ่ยนามในนี้ ต้องขออภัย

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

ณัฐวิชช์ ชูเกียรติ์ธนากิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 4

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา 4

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 8

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 10

2.1 LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance 10

2.2 การยอมรับเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว 16

2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับอาคารเขียว 18

2.4 การประเมินและปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว 20

2.5 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารเขียว 27

2.6 การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ 28

2.7 สรุปการปริทรรศน์วรรณกรรม 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย 33
3.2 การวิเคราะห์อาคารสำนักงานเก่า 49
3.2.1 การพิจารณาคัดเลือกอาคารตัวอย่าง 53
3.2.2 อาคารตัวอย่างที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงมากที่สุด จำนวน 8 อาคารที่เหลือ .. 54
3.2.3 สรุปลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกันของทั้ง 8 อาคารที่เหลือ 54
3.2.4 เหตุผลการเลือกอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา 55
3.3 ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพอาคาร Arc Skoru 55
3.4 แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย 58
บทที่ 4 ผลการวิจัย 63
4.1 การวิเคราะห์คะแนนก่อนการปรับปรุง 63
4.2 ผลการวิจัยอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 64
4.2.1 LT1 ประสิทธิภาพการคมนาคม – Transportation Performance (ข้อประสิทธิภาพ 14 คะแนน) 64
4.2.2 SS1 Rainwater Management - การจัดการน้ำฝน (1 คะแนน) 66
4.2.3 SS2 Heat Island Reduction - การลดสภาวะเกาะความร้อน (1 คะแนน) 68
4.2.4 SS3 Light Pollution Reduction - การลดมลภาวะทางแสง (1 คะแนน) 73
4.2.5 SS4 Site Management - การจัดการที่ตั้งโครงการ (1 คะแนน) 74
4.2.6 WE1 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ – Water Performance (ข้อประสิทธิภาพ 15 คะแนน) 77
4.2.7 EA1 การจัดการพลังงาน – Energy Best Management Practice (ข้อบังคับ) 78
4.2.8 EA2 Fundamental Refrigerant Management - การจัดการสารทำความเย็นเบื้องต้น (ข้อบังคับ) 83
4.2.9 EA3 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน – Energy Performane (ข้อประสิทธิภาพ 33 คะแนน) 84
4.2.10 EA4 การเชื่อมโยงกับระบบสายส่งไฟฟ้า – Grid Harmonization (1 คะแนน) 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.11 EA5 การจัดการสารทำความเย็นขั้นสูง – Enhanced Refrigerant Management (1 คะแนน) 86
4.2.12 MR1 นโยบายการจัดซื้อ – Purchasing Policy (ข้อบังคับ) 88
4.2.13 MR2 นโยบายการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร – Facility Maintenance and Renovation Policy (ข้อบังคับ) 89
4.2.14 MR3 ประสิทธิภาพการจัดการขยะ - Waste Management (ข้อประสิทธิภาพ 8 คะแนน) 91
4.2.15 MR4 การจัดซื้อ - Purchasing (1 คะแนน) 93
4.2.16 EQ1 คุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ – Minimum Indoor Air Quality (ข้อบังคับ) 94
4.2.17 EQ2 การควบคุมสภาพแวดล้อมไอเสียจากยาสูบ – Environmental Tobacco Smoke Control (ข้อบังคับ) 96
4.2.18 EQ3 Green Cleaning Policy - นโยบายการทำความสะอาดสีเขียว (ข้อบังคับ) 97
4.2.19 EQ4 ประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร – Indoor Environmental Quality Performance (ข้อประสิทธิภาพ 20 คะแนน) 98
4.2.20 EQ5 การทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning (1 คะแนน) 103
4.2.21 EQ6 Integrated Pest Management - การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน (1 คะแนน) 104
4.2.22 IN 1 Innovation - นวัตกรรม (1 คะแนน) 106
4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนภายหลังการปรับปรุง 107
บทที่ 5 การปรับปรุงอาคาร 109
5.1 การปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 109
5.1.1 แผนการปรับปรุงอาคารซันทาวเวอร์ส 7 ปี 110
5.1.2 การปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 111
5.1.4 การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ 117
5.2 ผลการปรับปรุงอาคาร 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงอาคาร 121
5.3.1 แนวโน้มและโอกาสในการพัฒนาปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 121
5.3.2 ความสัมพันธ์ของกายภาพอาคารต่อการประเมินด้านประสิทธิภาพ 123
5.3.3 การปรับปรุงเชิงนโยบายการบริหารจัดการอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 124
5.3.4 ข้อจำกัดในการพัฒนาและปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 125
5.3.5 ข้อควรระวังและพิจารณา 127
5.3.6 แนวทางการบริหารจัดการอาคารที่ดีก่อนการประเมินประสิทธิภาพ 128
5.4. สรุปโอกาสและข้อจำกัดในการปรับปรุงพัฒนาอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 128
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 130
6.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล 130
6.1.1 สรุปผลการประเมินศักยภาพอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 130
6.1.2 การปรับปรุงระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 134
6.1.3 การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ 135
6.2 แนวโน้มและโอกาสในการพัฒนาปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 136
6.3 การปรับปรุงเชิงนโยบายการบริหารจัดการอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 136
6.4 สรุปโอกาสและข้อจำกัดในการปรับปรุงพัฒนาอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 136
ภาคผนวก 137
ภาคผนวก ก ตารางการใช้พลังงานอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2013 - 2018 138
ภาคผนวก ข ตารางการใช้น้ำอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2015 – 2018 140
ภาคผนวก ค ตารางปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2558 – 2561 142
ภาคผนวก ง ตารางการปฏิบัติการอาคารซันทาวเวอร์ส 146
ภาคผนวก จ การสำรวจอาคารสำนักงานทีสร้างขึ้นก่อนปี พ.ศ. 2540 149
ภาคผนวก ฉ รูปภาพ 154
บรรณานุกรม 165

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน 168

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 ประเภทเกณฑ์การประเมินของ LEED 12
ภาพที่ 2.2 การเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายระหว่างอาคารเขียวกับอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียว 18
ภาพที่ 2.3 ผลการประหยัดภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร 23
ภาพที่ 2.4 ระยะเวลาการคืนทุนภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร 23
ภาพที่ 2.5 ผลการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 24
ภาพที่ 2.6 ผลการใช้พลังงานภายหลังการปรับปรุง 24
ภาพที่ 2.7 สรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายการปรับปรุง 25
ภาพที่ 2.8 สรุปการเปลี่ยนอุปกรณ์และประมาณราคางานปรับปรุงเพื่อลดการใช้น้ำ 26
ภาพที่ 2.9 สรุปการเปลี่ยนอุปกรณ์และประมาณราคางานปรับปรุงเพื่อลดการใช้น้ำ 2 ทางเลือก 26

ภาพที่ 3.1 แสดงปริมาณ Co_2 ต่อประเภทยานพาหนะและระยะการเดินทาง 35
ภาพที่ 3.2 อาคารชาญอิสสระ 2 54
ภาพที่ 3.3 อาคารอาร์เอสทาวเวอร์ 54
ภาพที่ 3.4 อาคารชินวัตร 2 54
ภาพที่ 3.5 อาคารซันทาวเวอร์ส 54
ภาพที่ 3.6 อาคารเลค รัชดา ออฟฟิศคอมเพลกซ์ 54
ภาพที่ 3.7 อาคารพหลโยธินเพลส 54
ภาพที่ 3.8 อาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์ 54
ภาพที่ 3.9 อาคารซิโน-ไทย ทาวเวอร์ 54
ภาพที่ 3.10 เทมเพลตสำหรับอัพโหลดข้อมูลอาคาร 56
ภาพที่ 3.11 แบบสอบถามข้อมูลการเดินทางมายังอาคารกรณีศึกษา 59
ภาพที่ 3.12 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร 60
ภาพที่ 3.13 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.1 พื้นที่ทางเดินและพื้นที่ที่ไม่ใช่ส่วนหลังคาอาคารชั้น G..... 68
ภาพที่ 4.2 พื้นที่ส่วนหลังคาอาคารชั้น 11 (Transfer Floor.)..... 69
ภาพที่ 4.3 พื้นที่ส่วนชั้นหลังคาอาคาร A..... 69
ภาพที่ 4.4 พื้นที่ส่วนชั้นหลังคาอาคาร B..... 70
ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ 15 จุด (รัศมีรดน้ำต้นไม้ 5 เมตร)..... 75
ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบมาตรฐานด้านการจัดการพลังงาน ASHRAE ในแต่ละ Level..... 81
ภาพที่ 4.7 ดัชนีของสารทำความเย็นในการทำลายชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดโลกร้อนตลอดวงจรชีวิต..... 83
ภาพที่ 4.8 ดัชนีของสารทำความเย็นในการทำลายชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดโลกร้อนตลอดวงจรชีวิต..... 87
ภาพที่ 4.9 มาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.. 95
ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งพื้นที่สูบบุหรี่อาคารซันทาวเวอร์ส..... 96
ภาพที่ 4.11 พื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ปัจจุบันของอาคารซันทาวเวอร์ส..... 97
ภาพที่ 4.12 การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562..... 102
ภาพที่ 4.13 อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร..... 102
ภาพที่ 4.14 แบบแปลนบริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส..... 103
ภาพที่ 4.15 บริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส มีพรมดักฝุ่นในบริเวณ..... 104
ภาพที่ 4.16 บริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส มีอุปกรณ์ Air Curtain ในบริเวณ.. 104

ภาพที่ 5.1 แผนการปรับปรุงอาคารซันทาวเวอร์ส 7 ปี..... 110
ภาพที่ 5.2 หลอดไฟ Phillips LEDtube 1,200mm 16W 740 T8 AP I G..... 111
ภาพที่ 5.3 แบบแปลนงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างอาคารซันทาวเวอร์ส A..... 113
ภาพที่ 5.4 แบบแปลนงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างอาคารซันทาวเวอร์ส B..... 114
ภาพที่ 5.5 ภาพหอทำความเย็นอาคารซันทาวเวอร์ส..... 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 5.6 รูปตัดหอทำความเย็น 118
ภาพที่ 5.7 แผนดำเนินการและค่าใช้จ่ายงานปรับปรุงหอทำความเย็นอาคารซันทาวเวอร์ส 119

ภาพที่ 7.1 การสำรวจอาคารอาร์เอสทาวเวอร์ 150
ภาพที่ 7.2 การสำรวจห้องน้ำอาคารชาญอิสสระ 2 150
ภาพที่ 7.3 การสำรวจอาคารทีเอสที ทาวเวอร์ 151
ภาพที่ 7.4 การสำรวจภายในอาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์ 151
ภาพที่ 7.5 การสำรวจฝ้าระแนงอาคารสิริภิญโญ 151
ภาพที่ 7.6 การสำรวจอาคารไอทีเอฟทาวเวอร์ 152
ภาพที่ 7.7 การสำรวจภายในอาคารเสริมมิตร ทาวเวอร์ 152
ภาพที่ 7.8 การสำรวจอาคารรัจนาการ 152
ภาพที่ 7.9 การสำรวจอาคารโอลิมเปีย ทาวเวอร์ 153
ภาพที่ 7.10 การสำรวจอาคารเลค รัชดา ออฟฟิศคอมเพล็กซ์ 153
ภาพที่ 7.11 ปริมาณ Co_2 ที่เกิดจากการใช้พลังงานตลอดทั้งปีอาคารซันทาวเวอร์ส ปี 2015 - 2018 155
ภาพที่ 7.12 ป้ายติดประกาศภายในลิฟต์บริการเกี่ยวกับข้อปฏิบัติของผู้รับเหมางานก่อสร้าง 155
ภาพที่ 7.13 การแยกถังขยะภายในพื้นที่สำนักงานอาคารซันทาวเวอร์ส 156
ภาพที่ 7.14 ตารางการเก็บขยะในแต่ละชั้นทางอาคาร A 156
ภาพที่ 7.15 การลงโทษการสูบบุหรี่ในอาคารซันทาวเวอร์ส 157
ภาพที่ 7.16 พื้นที่สูบบุหรี่ใหม่ผู้วิจัยแนะนำ 157
ภาพที่ 7.17 ตารางตรวจสอบการทำความสะอาดภายในห้องน้ำอาคารซันทาวเวอร์ส 158
ภาพที่ 7.18 มาตรฐานความสะอาดห้องน้ำอาคารซันทาวเวอร์ส 159
ภาพที่ 7.19 การทำความสะอาดบันไดเลื่อนอาคารซันทาวเวอร์ส 160
ภาพที่ 7.20 การทำความสะอาดกระจกภายนอกอาคาร 160
ภาพที่ 7.21 การทำความสะอาดห้องน้ำชั้น 39 อาคาร B 160

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 7.22 ห้องพักขยะอาคารซันทาวเวอร์ส 161
ภาพที่ 7.23 การตรวจวัดค่าความเงาของผิวกระเบื้อง 161
ภาพที่ 7.24 การตรวจวัดค่าTVOCs และ CO_2 162
ภาพที่ 7.25 แผนการกำจัดแมลงประจำปี 2562 อาคารซันทาวเวอร์ส 162
ภาพที่ 7.26 ตำแหน่งที่ตั้งและการคมนาคมอาคารซันทาวเวอร์ส 163
ภาพที่ 7.27 พื้นที่ตามผังบริเวณอาคารซันทาวเวอร์ส 163
ภาพที่ 7.28 ผลคะแนน EnergyStar Score ของอาคารซันทาวเวอร์ส 164

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ภาพรวมเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 (ที่มา : USGBC LEED v4.1OPERATIONS AND MAINTENANCE Getting started guide for beta participants) 15

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลของเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 43

ตารางที่ 3.2 อาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2540 50

ตารางที่ 3.3 อาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2540 ที่มีกายภาพใกล้เคียงกันจำนวน 8 อาคาร . 51

ตารางที่ 3.4 เทมเพลตสำหรับอัพโหลดข้อมูลการใช้อาคาร 57

ตารางที่ 4.1 LEED O+M V.4.1 Scorecard แสดงผลคะแนนก่อนการปรับปรุง 63

ตารางที่ 4.2 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน 67

ตารางที่ 4.3 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสภาวะเกาะความร้อน 72

ตารางที่ 4.4 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงเพื่อลดมลภาวะทางแสง 73

ตารางที่ 4.5 การแยกปริมาณวัสดุงานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ 76

ตารางที่ 4.6 การจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะ 92

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวัดปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร 9 จุด (ที่มา : จากการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562) 100

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร9 จุด (ที่มา : จากการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562) 101

ตารางที่ 4.9 LEED O+M V.4.1 Scorecard แสดงผลคะแนนภายหลังการปรับปรุง 107

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ของยานพาหนะแต่ละชนิด 65
แผนภูมิที่ 4.2 สัดส่วนการใช้ยานพหานะในการเดินทางมายังอาคารซันทาวเวอร์ส..... 65
แผนภูมิที่ 4.3 ข้อมูลการใช้น้ำย้อนหลัง 3 ปี อาคารซันทาวเวอร์ส (พ.ศ. 2559 – 2561) 78
แผนภูมิที่ 4.4 ข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ.2559 – 2561) อาคารซันทาวเวอร์ส 84
แผนภูมิที่ 4.5 แนวโน้มปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สต่อเนื่อง 4 ปี (พ.ศ. 2558 - 2561) 92
แผนภูมิที่ 4.6 สัดส่วนปริมาณขยะที่ถูกนำไปทิ้งและนำกลับมาใช้ใหม่อาคารซันทาวเวอร์ส 93
แผนภูมิที่ 4.7 ความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง 99
แผนภูมิที่ 4.8 ระดับความรู้สึกทางบวกต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง... 99
แผนภูมิที่ 4.9 ระดับความรู้สึกทางลบต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง... 100

แผนภูมิที่ 5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์ส 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีอาคารสำนักงานประเภทอาคารสูงเพิ่มขึ้นมากตามการขยายตัวของเศรษฐกิจและการลงทุน ผู้พัฒนาโครงการจะมีจุดขายของอาคารที่แตกต่างกันออกไปหลายรูปแบบ เรื่องที่ตั้งโครงการที่มีศักยภาพใกล้กับรถไฟฟ้าย่านใจกลางธุรกิจ (Central Business District) การเป็นอาคารสูงผสมผสาน (High-Rise Mix-Use Building) ที่ประกอบด้วยร้านค้า พื้นที่ทำงานเอนกประสงค์ (Co-Working Space) ส่วนพักอาศัย และอื่นๆ โดยเน้นเป็นโครงการด้านสิ่งอำนวยความสะดวก การประชาสัมพันธ์สร้างจุดเด่นเป็นสิ่งที่ทำมาโดยตลอด จนกลายเป็นสิ่งที่ซ้ำเดิม หลายอาคารจึงเริ่มหาวิธีการนำเสนอในสิ่งที่แตกต่างออกไป โดยเป็นไปในลักษณะที่สร้างความยั่งยืนให้กับอาคาร จึงเป็นที่มาของ LEED หรือ Leadership in Energy and Environmental Design เป็นมาตรฐานอาคารเขียวโดย U.S. Green Building Council จากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นมาตรฐานอาคารเขียวที่ได้รับความนิยมและได้รับการยอมรับในระดับสากล อาคารที่ได้รับการรับรอง LEED นั้นนอกจากจะสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับอาคารในแง่ของความเป็นอาคารเขียวแล้วยังช่วยในเรื่องของประสิทธิภาพด้านพลังงานของตัวอาคาร ทำให้ผู้ใช้อาคารมีสุขภาวะที่ดี รวมไปถึงการสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดีทั้งภายในและภายนอกอาคาร จากการศึกษาพบว่าตลาดอาคารเขียวในไทยขยายตัวมากกว่า 3 เท่า ภายในระยะเวลา 5 ปี (2555-2560) (CBRE Research, 2018) บริษัทผู้พัฒนาโครงการหลายบริษัทมีอาคารเก่าอยู่ในครอบครองมาก่อนแล้ว มีแผนการที่จะพัฒนาอาคารเก่าเหล่านี้ให้เป็นอาคารเขียวที่ได้รับการรับรอง แต่อาจไม่สามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนกายภาพตัวอาคารได้มากนัก ดังนั้นการสร้างจุดเด่นให้กับอาคารจึงเป็นไปในลักษณะที่สร้างความยั่งยืนให้กับอาคารและไม่ต้องปิดอาคารเพื่อปรับปรุงแต่อย่างใด จึงเป็นที่มาของเกณฑ์ LEED Operation & Maintenance V.4.1 ซึ่งเป็นเกณฑ์อาคารเขียวที่เน้นด้านการบริหารจัดการอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว โดยผ่านการปรับปรุงกายภาพอาคารเพียงเล็กน้อย แต่เน้นไปที่การบริหารจัดการอาคาร เป็น

รูปแบบการจัดการอาคารที่ใหม่ และยังไม่มีการวิจัยที่ศึกษาอย่างจริงจังสำหรับอาคารเดิมในประเทศไทย

ถ้าหากอาคารเดิมที่ไม่เคยได้รับการรับรอง LEED อาคารใหม่มาก่อน ต้องมีการพัฒนาการบริหารจัดการเพื่อให้ได้การรับรอง LEED EBOM อาจมีหลายจุดที่อาคารต้องปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ของอาคารก่อน แล้วจึงจะสามารถทำการบริหารจัดการตามแนวทางของ LEED EBOM ต่อไปได้ (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2561) พบว่าแนวโน้มของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวในประเทศไทยมีสูงขึ้น สอดคล้องกับกระแสโลกที่ต้องการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้าง ถึงแม้การลงทุนอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปจากงานระบบประกอบอาคารที่เพิ่มขึ้น แต่ผลตอบแทนทางการเงินจากการประหยัดค่าไฟฟ้าและค่าน้ำจะช่วยชดเชยและคืนทุนในส่วนนี้ได้ในที่สุด ภาพลักษณ์ที่ดีขึ้นของความเป็นอาคารเขียวก็มีส่วนเพิ่มความสามารถทางการตลาดของอาคาร โดยเฉพาะกับองค์กรธุรกิจต่างชาติที่ต้องการเช่าพื้นที่สำนักงานสาขาในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการเริ่มสนใจพัฒนาโครงการอาคารเขียวมากขึ้น (พรรณวดี มงคลเจริญ, 2556)

ในการคัดเลือกอาคารที่จะนำมาเป็นอาคารกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้คัดเลือกอาคารโดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบลักษณะร่วมของอาคารในยุคสมัยเดียวกัน (สวิชญา ดาวประกายมงคล, 2552) เป็นไปตามหลักเกณฑ์พิจารณา เช่น 1.) อาคารสำนักงานให้เช่าที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 2.) อาคารสำนักงานที่เป็นอาคารสูง จากการวิเคราะห์และพิจารณาดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าอาคารซันทาวเวอร์มีลักษณะทางกายภาพร่วมที่ครบถ้วนเด่นชัด ประกอบกับเป็นอาคารที่เจ้าของอาคารให้ความสำคัญกับมาตรฐาน LEED ตามที่ได้ปรากฏอยู่ในหลายโครงการและผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ อาคารซันทาวเวอร์จึงได้เป็นตัวแทนของอาคารสำนักงานเก่าที่นำมาศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อาคารซันทาวเวอร์ส เป็นอาคารสำนักงาน 2 อาคารบน 1 แพลทฟอร์ม อายุ 23 ปี จำนวนชั้นรวมทั้งสิ้น 40 ชั้น มีชั้นใต้ดิน 1 ชั้น ตั้งอยู่ที่เขตจตุจักร บริเวณห้าแยกลาดพร้าว ห่างจากสถานีรถไฟฟ้า BTS และ MRT 800เมตร อาคารเริ่มเปิดใช้งานอย่างเป็นทางการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ตัวสถาปัตยกรรมยังคงความโดดเด่นในบริเวณเดียวกัน อาคารได้รับความนิยมจากผู้เช่าอย่างต่อเนื่องด้วยยอดพื้นที่เช่ามากกว่า 95% ด้วยตัวอาคารที่ได้ผ่านการใช้งานมานาน งานสถาปัตยกรรมจึงเป็นภาพของอาคารสำนักงานเก่า งานระบบประกอบอาคารไม่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ส่งผลให้อาคารมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูง จากการคาดการณ์จากข้อมูลผู้เช่าในปี พ.ศ. 2562 ไตรมาสที่ 1 คาดว่าจะมีผู้เช่าลดลงเหลือ 90.26% จากการไม่ต่อสัญญาเช่า ผู้บริหารอาคารจึงจำเป็นต้องมีการดูแลรักษา

อุปกรณ์งานระบบประกอบอาคารอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ฝ่ายบริหารอาคารจึงได้ริเริ่มนโยบายพัฒนาอาคารให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลาโดยเป็นไปในแนวทางที่ยั่งยืน ด้วยการนำมาตรฐาน LEED EBOM มาปรับใช้กับอาคารซันทาวเวอร์ส โดยเมื่อปีพ.ศ. 2553 อาคารซันทาวเวอร์สได้จัดตั้งคณะทำงานเพื่อดำเนินการศึกษาวิจัยโครงการ “ซันทาวเวอร์สก้าวสู่มาตรฐาน LEED” ได้มีการวางแผนงาน ศึกษาขั้นตอน รวบรวมเอกสารข้อมูล ประเมินค่าใช้จ่ายในเบื้องต้น ได้ดำเนินงานไปจนถึงระยะเวลาหนึ่งและได้ถูกหยุดไปเนื่องจากติดปัญหาด้านงบประมาณและเกรงว่าลงทุนแล้วผลตอบแทนจะไม่คุ้มค่า ต่อมาในช่วงปี พ.ศ. 2561 หลังจากที่อาคารได้มีการเปลี่ยนผ่านเจ้าของอาคาร จาก บริษัท รสา พร็อพเพอร์ตี้ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน) เป็น บริษัท สิงห์ เอสเตท จำกัด (มหาชน) ก็ได้มีแนวคิดที่จะนำการปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED กลับมาสานต่ออีกครั้งหนึ่งภายในระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี แต่สิ่งที่เป็นอุปสรรคสำคัญที่สุดของโครงการคืองบประมาณการลงทุน และผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับว่าคุ้มค่าหรือไม่

แนวคิดของ LEED O+M V4.1 เป็นการผสมผสานระหว่างการอนุรักษ์พลังงานกับอาคารเขียว โดยมีความสอดคล้องกับแผนงานนโยบายการพัฒนาประเทศให้อาคารลดการใช้พลังงาน ลดค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคและการดำเนินการ ส่งผลให้อาคารมีภาพลักษณ์ที่ดี มูลค่าสินทรัพย์ของอาคารสูงขึ้น สามารถเรียกเก็บค่าเช่าได้ในปริมาณที่มากขึ้น ด้านสุขอนามัยของผู้ใช้อาคารดียิ่งขึ้น เนื่องมาจากการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร การศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้พัฒนาโครงการ เจ้าของอาคาร นักการตลาดด้านอสังหาริมทรัพย์ และที่ปรึกษาด้านอาคารเขียว ในการนำวิธีการวิจัยและการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่อการพัฒนาอาคารสำนักงานที่อยู่ในครอบครองให้เป็นอาคารเขียวตามเกณฑ์ LEED O+M V4.1 เพื่อสามารถรู้ได้ถึงต้นทุน ศักยภาพของอาคาร จุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหา อุปสรรคในการยื่นขอปรับปรุงอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 และสามารถประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารสำนักงานเดิมที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ. 2540 ตามมาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M V.4.1

1.2.2 เพื่อศึกษามาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M V.4.1 และนำมาปรับใช้กับอาคารสำนักงานเดิมที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ. 2540

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเจ้าของอาคารซันทาวเวอร์ บริษัท สิงห์ เอสเตท จำกัด(มหาชน) และผู้บริหารอาคาร บริษัท แมกซ์ ฟิวเจอร์ จำกัด (ในเครือบริษัท สิงห์ เอสเตท จำกัด(มหาชน)) เป็นการใช้แนวทางในการศึกษาแบบการสำรวจวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลจากทางเจ้าของอาคารโดยการศึกษาข้อมูลและเอกสารจากทางบริษัทเจ้าของอาคาร การวิจัยดำเนินการในลักษณะ Documentary Research

ในการวิจัยดำเนินการศึกษาได้ดำเนินการศึกษากายภาพอาคารสำนักงานเก่าที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ.2540 เพื่อเลือกอาคารกรณีศึกษา และศึกษาปัญหา อุปสรรค ความเป็นไปได้ของการจัดทำมาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M ของอาคารสำนักงานแนวตั้ง เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ในการดำเนินการพัฒนาอาคารที่มีอยู่มาแต่เดิมให้เป็นอาคารเขียว เฉพาะส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน LEED O+M V.4.1ของอาคารกรณีศึกษา ดังนี้ 1.) ที่ตั้งโครงการและการคมนาคมขนส่ง 2.) พื้นที่โครงการเพื่อความยั่งยืน 3.) การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ 4.) พลังงานและสภาพแวดล้อม 5.) วัสดุและทรัพยากร 6.) คุณภาพอากาศภายในอาคาร ดำเนินการศึกษาโดยเน้นไปที่ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพในอาคารให้เป็นอาคารเขียวในแต่ละระดับการรับรองโดยสอดคล้องกับแนวทางของ LEED O+M V.4.1 ศึกษาด้านค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารรวมไปถึงเสนอแนะแนวทางโอกาสและข้อจำกัดการปรับปรุงอาคารที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ. 2540

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 รวบรวมข้อมูล ลงพื้นที่สำรวจอาคารสำนักงานเก่าในกรุงเทพมหานคร

1.4.2 พิจารณา คัดเลือกและจัดกลุ่มอาคารสำนักงานภายใต้หลักเกณฑ์ที่ต้องเป็นอาคารสำนักงานเก่า (เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ. 2540) และเป็นอาคารสูง

1.4.3 คัดเลือกอาคารกรณีศึกษาจำนวน 1 อาคารเพื่อเป็นอาคารตัวอย่างในการศึกษารวบรวมข้อมูลเสนอแนะแนวทางการดำเนินงานและปรับปรุงอาคาร

1.4.4 รวบรวมข้อมูลพื้นฐานข้อมูลการใช้พลังงานปัจจุบันและย้อนหลัง นโยบายอาคารกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

1.4.5 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.4.6 ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานและรวบรวมข้อมูลตามเกณฑ์ LEED O+M V4.1

1.4.6.1 LT1 Transportation Performance – จัดทำแบบสอบถามวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ พร้อมคำนวณค่า CO_2e (อ้างอิงจากระยะการเดินทางต่อเที่ยว และวิธีการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง)

1.4.6.2 SS1 Rainwater Management - สัมภาษณ์ผู้จัดการและที่ปรึกษางานระบบอาคารเกี่ยวกับแผนงานการดำเนินการการจัดการกับน้ำฝนพร้อมรวบรวมข้อมูลเอกสารการตรวจสอบและรายงานประจำปีจากฝ่ายบริหารอาคาร

1.4.6.3 SS2 Heat Island Reduction – สำรวจพื้นที่จริงตรวจสอบวัดระยะพื้นที่อาคารจากแบบ As-Built คำนวณพื้นที่ที่ก่อให้เกิดสภาวะเกาะความร้อนตามสมการที่กำหนดให้ และสัมภาษณ์ผู้จัดการอาคารถึงแผนงานนโยบายในการพัฒนาพื้นที่เพื่อลดสภาวะเกาะความร้อน

1.4.6.4 SS3 Light Pollution Reduction - สำรวจและตรวจสเปคหลอดไฟภายนอกอาคารเพื่อตรวจว่ามีการใช้หลอดไฟเปลือยที่มีความสว่างเกิน 2,500 ลูเมน แบบไม่มีโคมครอบกันแสงจ้าหรือไม่

1.4.6.5 SS4 Site Management - สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากผู้จัดการอาคารเกี่ยวกับแผนการจัดการดูแลพื้นที่ การรักษาคุณภาพดิน การดูแลต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในโครงการตารางเวลารดน้ำ และระบบรดน้ำต้นไม้

1.4.6.6 WE1 Water Performance - รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำตลอดทั้งปีจากฝ่ายบริหารอาคาร รวบรวมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จากแบบ As-Built และรวบรวมจำนวนผู้ใช้อาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ (CRM) และช่วงเวลาที่ใช้งานจากฝ่ายบริหารอาคาร

1.4.6.7 EA1 Energy Best Management Practice - รวบรวมข้อมูลลำดับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ของอาคาร ช่วงเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์งานระบบอาคาร ไฟฟ้าส่องสว่าง เครื่องปรับอากาศ แผนงานการบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์งานระบบอาคารตามมาตรฐาน ASHRAE preliminary energy use analysis และ ASHRAE Level 1 walk-through assessment 1 จากฝ่ายบริหารอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4.6.8 EA2 Fundamental Refrigerant Management - รวบรวมข้อมูลชนิดสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศของอาคารจากที่ปรึกษางานระบบอาคารโดยวิธีการสัมภาษณ์ ให้นำเสนอแผนงานการลดใช้สาร CFC

1.4.6.9 EA3 Energy Performane - รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลังตลอดระยะเวลา 1 ปี 12 เดือน รวบรวมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จากแบบ As-Built รวบรวมจำนวนผู้ใช้อาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ (CRM)

1.4.6.10 EA4 Grid Harmonization - รวบรวมแผนลดความต้องการพลังงานช่วง peak demand ให้ได้อย่างน้อย 10% รวบรวมหลักฐานยืนยันถึงการเลื่อนการใช้พลังงานจากช่วง On-peak สู่ Off-Peak กระทบกับแผน O&M ในช่วงเวลาปกติด้านใดบ้าง พร้อมอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการระบบ Load Shifting ของอาคาร การสัมภาษณ์และขอเอกสารยืนยันจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร

1.4.6.11 EA5 Enhanced Refrigerant Management - คำนวณการจัดการสารทำความเย็นตามสมการที่ระบุใน รวบรวมข้อมูลรายละเอียดของสารทำความเย็นจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร รวบรวมข้อมูลผลการทดสอบรั่วซึมของสารทำความเย็นจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร

1.4.6.12 MR1 Purchasing Policy - รวบรวมนโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ 5 ชนิดที่ถูกจัดซื้อมากที่สุดในอาคารจากฝ่ายจัดซื้อของอาคาร ตามเกณฑ์กระบวนการจัดซื้อของ Environmentally Preferable Purchasing (EPP)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4.6.13 MR2 Facility Maintenance and Renovation Policy - ตรวจสอบเอกสาร TOR, Tenant Handbook หรือ Fitout Guide เกี่ยวกับการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง การจัดการขยะและข้อกำหนดระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคารตามมาตรฐาน SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association) IAQ Guidelines for Occupied Buildings Under Construction, 2nd Edition 2007, ANSI/SMACNA 008-2008 (Chapter 3). รวบรวมข้อมูลโดยการประสานงานกับฝ่ายพื้นที่เช่าและลูกค้าสัมพันธ์

1.4.6.14 MR3 Waste Management - รวบรวมและตรวจสอบนโยบายการจัดการขยะแผนการจัดการรายวัน การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ การจัดการเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของสารพิษ พร้อมข้อมูลจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดจากฝ่ายบริหารอาคาร

1.4.6.15 MR4 Purchasing - ตรวจสอบเอกสารการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่ได้ทำการจัดซื้อนั้นว่ามีสถาบันใดรับรองเรื่องลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ และจัดซื้อมาจากแหล่งผลิตใด การตรวจสอบจะเลือกสุ่มตัวอย่างจำนวน 30% ของทั้งอาคาร

1.4.6.16 EQ1 Minimum Indoor Air Quality - คำนวณอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality หรือ CEN STANDARD EN 15251-2007 และ EN 13779-2007 ตรวจสอบแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบระบายอากาศ และอธิบายสรุปวิธีการตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศผ่านช่องระบายอากาศออก (Exhaust) พร้อมทั้งระบุสเปกของอุปกรณ์งานระบบที่อาคารใช้งานประสานข้อมูลจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร

1.4.6.17 EQ2 Environmental Tobacco Smoke Control - ตรวจสอบแบบ As-built อาคาร พื้นที่สูบบุหรี่ต้องอยู่ห่างจากทางเข้าออกอาคารและช่องเปิดอาคารทุกทาง อย่างน้อย 7.5 เมตร จะต้องแสดงผังบริเวณแสดงแนวเขตที่ดิน และที่ตั้งโครงการพร้อมระบุพื้นที่สูบบุหรี่ตามที่จัดสรรไว้ภายนอกอาคาร ตรวจสอบนโยบายและกฎระเบียบอาคารการสูบบุหรี่ภายในอาคารให้มีโทษปรับ โดยจะต้องยืนยันนโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคาร และอธิบายการประชาสัมพันธ์นโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคารต่อผู้ใช้อาคาร

1.4.6.18 EQ3 Green Cleaning Policy - ตรวจสอบเอกสารแสดงการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาด รวบรวมแผนการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ ตรวจสอบนโยบายส่งเสริมสุขอนามัย การขนย้ายกักเก็บสารพิษที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงแผนการจัดการหากมีสารพิษรั่วไหล แผนการจัดการอบรมพนักงานทำความสะอาดที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี การจัดการขยะเคมี กำหนดแผนการลดการใช้สารพิษ สารเคมีสำหรับใช้ในการทำความสะอาดอื่นๆ หรือจัดจ้างบริษัทรับจ้างทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านการบริการทำความสะอาดตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ Green Seal’s Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42), International Sanitary Supply Association (ISSA), Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB) หรือการรับรองจากสถาบันท้องถิ่นที่มีมาตรฐาน (นอกประเทศสหรัฐอเมริกา)

1.4.6.19 EQ4 Indoor Environmental Quality Performance – ทำแบบสอบถามวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ ผ่านการติดต่อจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ ตรวจวัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อวัดปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร รายงานผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร อธิบายได้ถึงวิธีการทดสอบ ตรวจวัด เวลาและสถานที่ที่ทำการตรวจวัด และเทียบเคียงกับมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2013

1.4.6.20 EQ5 Green Cleaning – ตรวจสอบ ทางเข้าออกภายนอกอาคารต้องมีพื้นที่ดักฝุ่นเป็นระยะทางยาวอย่างน้อย 3 เมตร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปกรก

1.4.6.21 EQ6 Integrated Pest Management - ติดตามฝ่ายบริหารอาคารในการรวบรวมแผนงานการบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน แสดงเอกสารการจ้างบริษัทผู้เชี่ยวด้านการจัดการแมลงและสัตว์รบกวนที่ได้ IPM Certified เข้ามาเป็นที่ปรึกษาและดำเนินการ

1.4.7 ลงทะเบียนอาคารในระบบ Arc Skoru เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอาคารโดยรวม

1.4.8 ประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นตามเกณฑ์ LEED ในแต่ละระดับการรับรอง วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลแยกตามหมวกแบ่งตามเกณฑ์การประเมินตามข้อบังคับและข้อคะแนนกับอาคารกรณีศึกษา (สามารถดำเนินการได้, อาจดำเนินการได้แต่ต้องพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติม, ไม่สามารถดำเนินการได้)

1.4.9 สรุปผล วิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค ผลกระทบ ความเป็นไปได้ วิเคราะห์ประเมินอาคารตามเกณฑ์ LEED และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุง

1.4.10 สรุปผลอภิปรายและข้อเสนอแนะ การนำแนวคิดวิธีแก้ปัญหาตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ไปใช้กับอาคารอื่น พร้อมเสนอแผนการพัฒนาและปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบถึงปัญหา อุปสรรค ความเป็นไปได้ของมาตรฐาน LEED O+M V4.1 ในการปรับปรุงและบริหารอาคารให้เป็นอาคารเขียว

1.5.2 ทำให้ทราบถึงแนวทางการบริหารจัดการอาคารสำนักงานเดิมให้เป็นอาคารเขียว

1.5.3 สามารถทราบข้อมูลต้นทุน ศักยภาพของอาคาร จุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหา อุปสรรคในการปรับปรุงอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 โดยสามารถนำไปใช้เป็นกรณีศึกษาให้กับอาคารสำนักงานอาคารสูงที่มีอายุการใช้งานใกล้เคียงกันได้ (สร้างก่อนปี พ.ศ. 2540)

1.5.4 ทำให้ทราบแนวทางการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการดำเนินการปรับปรุงอาคารได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาโอกาส ข้อจำกัด ความเป็นไปได้ในการพัฒนาอาคารสำนักงานเดิมที่เป็นอาคารสูงให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 โดยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในแต่ละเครดิตของหมวดต่างๆ จึงมีเอกสารงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในหลากหลายประเด็นดังนี้

2.1 LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance

2.2 การยอมรับเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว

2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับอาคารเขียว

2.4 การประเมินและปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว

2.5 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว

2.6 การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ

2.1 LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance

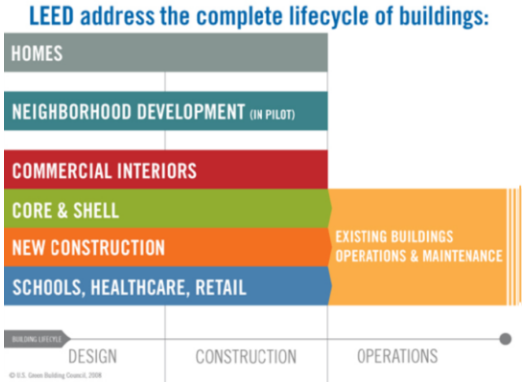
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(USGBC, 2018) เกณฑ์การประเมินของ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) พัฒนาขึ้นโดย United State Green Building Council หรือ USGBC โดยเกิดจากการรวมตัวกันของผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างและออกแบบอาคาร เพื่อพัฒนาให้เกิดอาคารเขียวขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.1993 ปัจจุบันมีสมาชิกมากกว่า 15,000 ราย มีทั้งหน่วยงานของรัฐ เอกชน ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา โดยมีพันธกิจหลักในการเปลี่ยนแปลงวิธีการออกแบบ ก่อสร้างและใช้อาคาร ให้มีความใส่ใจรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมมากยิ่งขึ้น

เกณฑ์นี้ได้ใช้ประเมินอาคารต่างๆ ทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกมานานกว่า 10 ปี มีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยได้จัดทำเกณฑ์เพื่อให้ใช้ประเมินอาคารหลายประเภท ผู้ใช้จึงต้องเลือกประเภทของเกณฑ์ให้ถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น เช่น

- LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) ใช้สาหรับประเมินอาคารที่สร้างใหม่ หรืออาคารที่ปรับปรุงใหญ่ (New Construction / Major Renovation) โดยออกแบบสาหรับอาคารสานักงานเป็นหลักแต่สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่นๆ ได้ด้วย เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงงาน เป็นต้น
- LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) สาหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วแต่ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียว โดยอาคารที่ผ่านการรับรองประเภท BD+C แล้วสามารถสมัครขอการรับรองประเภทนี้ต่อได้ด้วย
- LEED for Homes สาหรับบ้านพักอาศัย
- LEED for School สาหรับโรงเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมปลาย
- LEED for Health Care สาหรับสถานพยาบาลต่างๆ
- LEED for Core and Shell (LEED CS) สาหรับอาคารที่ผู้ประกอบการสร้างแต่เปลือกอาคารคือ กรอบผนังภายนอกและหลังคา และส่วนที่เป็นแกนบริการของอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่คือ ลิฟต์ บันได และช่องท่อต่างๆ แล้วทาการตลาดเพื่อขายหรือให้เช่าพื้นที่ภายในโดยผู้เช่าจะเป็นผู้ที่มาตกแต่งกั้นพื้นที่ภายในเอง
- LEED for Interior Design & Construction เป็นแนวทางการตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่าอาคารและผู้ออกแบบ
- LEED for Neighborhood Development เป็นแนวทางการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน การเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะ และการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับพื้นที่พาณิชยกรรมซึ่งเมื่อพิจารณาถึงประเภทของ LEED ตามระยะเวลาในการออกแบบก่อสร้างติดตั้งและใช้งานอาคารแล้ว สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.1 ประเภทเกณฑ์การประเมินของ LEED
(ที่มา : เว็บไซต์ http://www.czgbc.org/certification/leed)

หลักในการพิจารณาเพื่อประเมินระดับการรับรองของ LEED O+M V.4.1

1. ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation: LT) : การเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเดินทางของผู้ใช้อาคาร ที่ตั้งโครงการที่ใกล้กับการขนส่งสาธารณะหรือนโยบายที่ส่งเสริมการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล เพื่อลดคาร์บอนฟุตปรินท์

2. การใช้ประโยชน์จากสถานที่ตั้งอย่างยั่งยืน (Sustainable Sites: SS) : การสร้างผลกระทบต่อที่ตั้งอาคารต่ำ ช่วยลดการใช้รถส่วนตัว เพิ่มพื้นที่เปิดโล่งสีเขียว ลดการเกิดน้ำท่วม ลดปรากฏการณ์เมืองร้อนและลดการก่อมลภาวะทางแสง

3. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency: WE) : การลดความต้องการใช้น้ำประปาในอาคาร ลดความต้องการน้ำประปาในการชำระล้างโถสุขภัณฑ์และโถปัสสาวะ ลดการใช้น้ำโดยรวมภายในอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere: EA) : การช่วยลดการใช้พลังงานของอาคาร สนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน การตรวจสอบการใช้พลังงานของอาคารที่เป็นระบบ สารทำความเย็นที่ส่งผลกระทบต่ำ การซื้อพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ผ่านการรับรองว่าผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

5. วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources: MR) : นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างของอาคารสอดคล้องกับมาตรฐานอาคารเขียว การจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพการเลือกใช้วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง คือ มีการเตรียมพื้นที่คัดแยกขยะเพื่อ การรีไซเคิล การนำอาคารหรือองค์ประกอบของอาคารมาใช้ใหม่ การลดขยะจากการก่อสร้าง การใช้วัสดุ

รีไซเคิล การใช้วัสดุพื้นถิ่น การใช้วัสดุปลูกทดแทนได้เร็ว และการใช้ไม้ที่ผ่านการรับรองว่ามาจากป่าทดแทนที่มีการรับรอง

6. คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality: EQ) : การควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารเพื่อสภาวะอยู่สบายและสุขภาพที่ดีของผู้ใช้อาคาร โดยพิจารณาในเรื่องการระบายอากาศ การดำเนินการจัดการกับมลภาวะทางอากาศ ที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งในระหว่างการก่อสร้างและระหว่างการใช้งานอาคาร การเลือกใช้วัสดุที่มีสารระเหยที่เป็นพิษต่ำ การส่งเสริมสภาวะอยู่สบายที่ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมได้เอง การใช้แสงธรรมชาติและการออกแบบอาคารให้มองเห็นทิวทัศน์ภายนอก รวมถึงการป้องกันเชื้อราที่อาจจะเกิดขึ้นภายในอาคารด้วย

7. นวัตกรรม (Innovation : IN) : เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการออกแบบอาคารด้วยรูปแบบใหม่ และการมีวิธีการหรือหลักเกณฑ์ใหม่ มาใช้ในการทำอาคารที่ยั่งยืน (Sustainable Building) ทำได้โดยการนำวิธีการหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีกำหนดในมาตรฐานมาใช้รวมถึงการดำเนินการได้ดีกว่าที่เกณฑ์กำหนดรวมทั้งการมี LEED AP อยู่ในคณะทำงานด้วย

การผ่านการรับรอง

การประเมินตามเนื้อหาทั้ง 7 หมวดนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

เกณฑ์บังคับ (Prerequisite) เป็นเกณฑ์ที่ต้องทำให้ผ่านมิฉะนั้นอาคารจะไม่ได้รับการพิจารณา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์ที่มีคะแนน (Credits) เป็นเกณฑ์ที่ทำคะแนนในแต่ละหมวด อาจจะผ่านหรือไม่ผ่านก็ได้ แต่คะแนนโดยรวมต้องผ่านเพื่อให้ได้ระดับการรับรองที่ต้องการ

ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น LEED O+M ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันได้พัฒนามาจนถึงเวอร์ชัน 4.1 ถูกนำมาประกาศใช้เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ทั้งที่เวอร์ชัน 4 ฉบับแก้ไขล่าสุดเพิ่งถูกนำมาประกาศใช้เมื่อเดือนมกราคมของปีเดียวกัน

Leadership in Energy & Environmental Design : Existing Building Operation & Maintenance (LEED EBOM) เป็นเกณฑ์การจัดการทรัพยากรอาคาร (Green Facilities Mananagement) ซึ่งจัดทำโดยสภาอาคารเขียวแห่งประเทศ

สหรัฐอเมริกา US Green Building Council (USGBC) เกณฑ์นี้จะแตกต่างจากเกณฑ์การออกแบบก่อสร้างอาคารใหม่ (LEED for New Construction & Major Renovation) เพราะเน้นต้องการการจัดการและปรับปรุงการบริหารอาคาร โดยอาคารจะต้องมีการเพิ่มนโยบายการดำเนินงานด้านอาคารเขียวและประกาศใช้อย่างทั่วถึง อันจะมีผลต่อแนวทางกาปฏิบัติงานเดิมทั้งหมด พร้อมทั้งต้องมีการจัดเตรียมเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบดูแลและเก็บข้อมูล

นอกจากเกณฑ์ที่ได้คะแนนที่จะเป็นตัวกำหนดระดับการรับรองแล้ว อีกส่วนที่สำคัญมากกว่านั้นก็คือเกณฑ์ข้อบังคับต้องผ่าน (Prerequisites) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติ หากไม่ผ่านเกณฑ์ข้อบังคับในแต่ละหมวด จะไม่สามารถเข้ารับการประเมิน เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 นี้ได้ เกณฑ์ข้อบังคับต้องผ่าน จะมี 13 ข้อดังนี้

1. LT1 Transportation Performance
2. WE1 Water Performance
3. EA1 Energy Best Management Practice
4. EA2 Fundamental Refrigerant Management
5. EA3 Energy Performance
6. MR1 Purchasing Policy
7. MR2 Facility Maintenance and Renovation Policy
8. MR3 Waste Performance
9. EQ1 Minimum Indoor Air Quality
10. EQ2 Environmental Tobacco Smoke Control
11. EQ3 Green Cleaning Policy
12. EQ4 Indoor Environmental Quality Performance

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การแบ่งหมวดและระดับการให้คะแนน

การให้คะแนนของเกณฑ์ LEED O+M v.4.1 จะมีคะแนนเต็มทั้งหมด 100 คะแนน จากทั้งหมด 7 หมวด และมีค่าระดับคะแนน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

1. ระดับ Certified ต้องได้คะแนน 40-49 คะแนน
2. ระดับ Silver ต้องได้คะแนน 50-59 คะแนน
3. ระดับ Gold ต้องได้คะแนน 60-79 คะแนน

4. ระดับ Platinum ต้องได้คะแนน 80 คะแนนขึ้นไป

ตารางที่ 2.1 ภาพรวมเกณฑ์ LEED O+M V.4.1
(ที่มา : USGBC LEED v4.1OPERATIONS AND MAINTENANCE Getting started guide for beta participants)

LOCATION AND TRANSPORTATION	**14**	**MATERIALS AND RESOURCES**		**9**
PQ Transportation Performance	14	PQ	Purchasing Policy	Required
SUSTAINABLE SITE	**4**	PQ	Facility Maintenance and Renovation Policy	Required
CR Rainwater Management	1	PQ	Waste Management	8
CR Heat Island Reduction	1	CR	Purchasing	1
CR Light Pollution Reduction	1	**INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY**		**22**
CR Site Management	1	PQ	Minimum Indoor Air Quality	Required
WATER EFFICIENCY	**15**	PQ	Environmental Tobacco Smoke Control	Required
PQ Water Performance	15	PQ	Green Cleaning Policy	Required
ENERGY AND ATMOSPHERE	**35**	PQ	Indoor Environmental Quality Performance	20
PQ Energy Best Management Practice		CR	Green Cleaning	1
PQ Fundamental Refrigerant Management	Required	CR	Integrated Pest Management	1
PQ Energy Performane	33	**INNOVATION**		**1**
CR Grid Harmonization	1	CR	Innovation	1
CR Enhanced Refrigerant Management	1		**TOTAL**	**100 Possible Points**

ขั้นตอนการดำเนินงาน

LEED O+M v.4.1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินการดำเนินงานอาคารเขียว ซึ่งจะเป็นการวัดประสิทธิภาพอาคารในช่วงที่มีการปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Implementation) หรือที่เรียกว่า Performance Period โดยโครงการจะต้องมีการจัดทำนโยบายและแผนการดำเนินงานอาคารเขียวขึ้นก่อนที่จะเริ่ม Performance Period และทำการบันทึกข้อมูลการดำเนินงานที่มีความสอดคล้องกับแผนดังกล่าวในช่วง performance period เพื่อใช้ในการยื่นประเมินระดับการรับรองอาคารที่โครงการจะได้รับ ทั้งนี้ โครงการจะมีขั้นตอนการดำเนินงาน LEED O+M V.4.1 ดังนี้

ก่อนช่วงประเมินศักยภาพอาคาร

1. จัดหาที่ปรึกษาที่มีความรู้ด้าน LEED O+M ให้เป็น LEED Consultant
2. เก็บรวบรวมข้อมูลอาคาร และให้คำปรึกษาการจัดการอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การประเมินในขั้นตอนแรก ตรวจสอบข้อบังคับ (Minimum Requirement)

4. การประเมินในขั้นตอนที่สอง ตรวจสอบข้อคะแนน (Scoring & Decision Making)

5. ร่างนโยบายและกำหนดแผนการดำเนินงานเพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติงานในช่วง Performance Period

ระหว่างช่วงประเมินศักยภาพอาคาร

1. ปฏิบัติงานตามนโยบายและแผนการดำเนินงานอาคารเขียว (Implementation)

2. บันทึกการปฏิบัติงานและผลการปฏิบัติงาน

3. ลงทะเบียนโครงการ LEED O+M โดยผ่านระบบออนไลน์ของ USGBC

หลังช่วงประเมินศักยภาพอาคาร

1. เก็บรวบรวมข้อมูลลง LEED Electronic Format

2. ส่งข้อมูลออนไลน์ เพื่อรอการตรวจประเมิน (25วัน)

3. แก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูล เพื่อรอการตรวจประเมินอีกครั้ง

4. ผลการตรวจประเมินครั้งที่ 2 ออกมาถือว่าเป็นที่สิ้นสุด

5. โครงการสามารถยื่นอุทธรณ์การได้คะแนน (Appeal) ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

ถ้าหากอาคารเดิมที่ไม่เคยได้รับการรับรอง LEED NC มาก่อน ต้องมีการพัฒนาการบริหารจัดการเพื่อให้ได้การรับรอง LEED EBOM อาจมีหลายจุดที่อาคารต้องปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ของอาคารก่อน แล้วจึงจะสามารถทำการบริหารจัดการตามแนวทางของ LEED EBOM ต่อไปได้ (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 การยอมรับเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว

ในการจัดดำเนินการเพื่อยื่นขอรับรองมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับโครงการแต่ละโครงการย่อมมีทั้งผู้ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องการยอมรับมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับใช้

(พรรณวดี มงคลเจริญ, 2556) ได้ทำการศึกษาและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแนวโน้มของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวในประเทศไทยมีสูงขึ้น สอดคล้องกับกระแสโลกที่

ต้องการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้าง ถึงแม้การลงทุนอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไป จากงานระบบประกอบอาคารที่เพิ่มขึ้น แต่ผลตอบแทนทางการเงินจากการประหยัดค่าไฟฟ้าและค่าน้ำจะช่วยชดเชยและคืนทุนในส่วนนี้ได้ในที่สุด ภาพลักษณ์ที่ดีขึ้นของความเป็นอาคารเขียวก็มีส่วนเพิ่มความสามารถทางการตลาดของอาคาร โดยเฉพาะกับองค์กรธุรกิจต่างชาติที่ต้องการเช่าพื้นที่สำนักงานสาขาในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการเริ่มสนใจพัฒนาโครงการอาคารเขียวมากขึ้น

(จิราพัชร เลิศศักดิ์วิมาน, 2560) ศึกษาแนวทางการเลือกปฏิบัติตามหัวข้อเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่สอดคล้องกับผลประโยชน์ที่ได้รับโดยสอบถามจากความคิดเห็นบุคลากรภาครัฐและศึกษางบประมาณที่เพิ่มขึ้นจากการปฏิบัติตามเกณฑ์ในหมวดพลังงานและค่าการใช้พลังงานที่ลดลง การศึกษาเริ่มจากการรวบรวมความคิดเห็นของบุคลากรในหน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารเพื่อประเมินเป็นคะแนนผลประโยชน์ต่อคะแนนค่าใช้จ่ายหรือค่า Benefit Cost Ratioจากนั้นเรียงลำดับความสำคัญของหัวข้อที่มีค่า Benefit Cost Ratio จากสูงไปต่ำเพื่อจัดเรียงกลุ่มหัวข้อออกเป็นระดับ CERTIFY SILVER GOLD และ PLATINUM ตามลำดับ

(อรรจน์ เศรษฐบุตร & สุริยน ปิติธรรมสมบัติ, 2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาปรับปรุงเกณฑ์ Ecovillage หลังจากเมื่อปีพ.ศ. 2555 ได้เคยศึกษาและจัดทำไปแล้วเกิดปัญหา ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริงกับโครงการการเคหะแห่งชาติ โดยได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเกณฑ์ Ecovillage เดิม รวมทั้งการจัดทำแบบสอบถามเจ้าหน้าที่ของการเคหะแห่งชาติเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อผลประโยชน์ ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ และค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นจากการใช้เกณฑ์แต่ละข้อ ทั้งนี้ ผลจากกระบวนการดังกล่าวทำให้สามารถนำมาใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำที่โครงการควรมี ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบ ก่อสร้าง และบริหารจัดการโครงการที่พักอาศัยของการเคหะแห่งชาติดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถใช้ได้จริงกับทุกโครงการของการเคหะแห่งชาติ โดยยังคงไว้ซึ่งผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน คณะผู้วิจัยได้เลือกแบบบ้านมาตรฐานของการเคหะแห่งชาติมาทำการจำลองโมเดลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นประกอบกับข้อคิดเห็นต่างๆ จากคณะทำงานของการเคหะแห่งชาติ และการอภิปรายร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาเกณฑ์ในขั้นสมบูรณ์โดยการพัฒนาเกณฑ์ใหม่นี้ได้คำนึงถึง 4 ประการ ได้แก่ 1. ไม่สร้างภาระด้านเวลา หรือเอกสารให้แก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบของการเคหะ 2. หลีกเลี่ยงการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนเกินกว่าที่ผู้ออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาคารทั่วไปจะทำได้ 3. เน้นการใช้ระบบการประเมินตนเองแทนการใช้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกมาตรวจประเมิน และ 4. ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางในการจำลองประสิทธิภาพ เกณฑ์ใหม่นี้ต้องเป็นลักษณะแบบเช็คลิสต์สิ่งที่ต้องดำเนินการเป็นข้อๆ และเป็นรูปแบบที่ผู้ออกแบบสามารถทำการประเมินแบบได้ด้วยตัวเอง ผลการทดสอบเกณฑ์ใหม่นี้พบว่าสามารถช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ 18-38% โดยมีค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นไม่เกิน 9% มีระยะเวลาคืนทุน 1-8 ปี

2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับอาคารเขียว

(กมลทิพย์ เพียรพิกุล, 2556) ศึกษางานวิจัยด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับอาคารเขียวเกี่ยวกับต้นทุนส่วนเพิ่มของอาคารสำนักงานเขียวกับอาคารสำนักงานทั่วไป การตั้งราคาค่าเช่าอาคารสำนักงานเขียวและผลการประหยัดพลังงานภายในอาคารเขียวเปรียบเทียบกับอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.2

	อาคารเขียว	อาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียว	ต้นทุนส่วนเพิ่ม	ผลประโยชน์ส่วนเพิ่ม
ต้นทุนค่าก่อสร้าง	40,000 บาท/ตรม.	34,000 บาท/ตรม.	17.6%	
รายได้จากค่าเช่า	1,000 บาท/ตรม.	700 บาท/ตรม.		42.9%
ค่าพลังงานไฟฟ้า	91 kWHr/m2/yr	225 kWHr/m2/yr		59.0%
ค่าไฟฟ้า	32,760,000 บาทต่อปี	54,000,000 บาทต่อปี		59.0%
IRR	25%	7%		
Payback period	5 ปี	7 ปี		

Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.2 การเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายระหว่างอาคารเขียวกับอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียว

จากตารางภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบราคาต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวกับอาคารเขียวจากฐานข้อมูลราคากลางของสมาคมประเมินทรัพย์สินแห่งประเทศไทยที่กำหนดราคาค่าก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่โดยทั่วไปที่ 34,000 บาทต่อตารางเมตร เทียบกับการสอบถามผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและก่อสร้างอาคารสำนักงานเขียวจะมีต้นทุนค่าก่อสร้างประมาณ 38,000 – 40,000 บาทต่อตารางเมตร จึงทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 17 และผลประโยชน์ค่าเช่าอาคารสำนักงานเขียวเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 40 สามารถประหยัดต้นทุนด้านพลังงานได้ถึงร้อยละ 59 ใช้ระยะเวลาคืนทุนทั้งสิ้นภายใน 5 ปี

(ปวเรศ ถาวรประเสริฐ, 2558) ศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ศึกษาความแตกต่างด้านพลังงาน ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน และนำเสนอแนวทางการลงทุนอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคารโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (simulation) ด้วยโปรแกรม Building Energy Code Software (BEC) และ Energy Plus Version 8.0 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษาซึ่งแบ่งเป็นอาคารอ้างอิง และอาคารทางเลือก 1-4 โดยยึดตัวแปรจากเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และจากการสำรวจอาคารสำนักงานในประเทศไทยจำนวน 211 อาคารแล้วใช้เทคนิคทางสถิติทำการทดสอบค่าผิดปกติ (Outlier) ด้วยวิธีการ Interquartile Range (IQR) หลังจากนั้นนำมาทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยอ้างอิงการเพิ่มขึ้นของมูลค่าทางการตลาดจากเอกสารโดยใช้เครื่องมือชี้วัดทางการเงินคือ NPV, IRR, ROI, และ Payback Period เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าและอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ประเมินผลและจัดทำข้อเสนอเพื่อเสนอแนวทางในการลงทุนพบว่าหากต้องการพิจารณาเลือกเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารเพื่อการลดใช้พลังงาน สามารถสรุปเป็นแนวทางตามลำดับได้ดังนี้

(1) ระบบแสงสว่างควรพิจารณาเป็นอันดับแรกเนื่องจากมีความคุ้มค่าใช้หลอด LED พิจารณาเลือกหลอดรุ่นที่มีค่า Lumen/Watt มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) ระบบเปลือกอาคาร กระจกพิจารณาจากค่า SHGC ในอันดับแรก ถัดไปคือค่า U-value ควรเลือกกระจกที่มีค่าเหล่านี้น้อยที่สุดในการพิจารณาและฉนวนพิจารณาจากค่า K ที่น้อยที่สุด

การลงทุนในอาคารเขียว สามารถเพิ่มอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนได้ในทุกกรณีโดยเพิ่ม IRR ที่ร้อยละ 0.09-1.79 ROI ที่ร้อยละ 0.12-3.61 และมีงวดเวลาคืนทุนเร็วขึ้นที่ 0.15-2.92 ปีเนื่องผลจากการศึกษาพบว่าการลงทุนในอาคารเขียวของอาคารทั้ง 4 ทางเลือกมีความคุ้มค่าในทุกกรณีจึงต้องพิจารณาจากผลตอบแทนซึ่งผลสรุปได้ว่าอาคารทางเลือกที่ 4 มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนดีที่สุดในอาคารทางเลือกของทุกกรณี ส่วนอาคารทางเลือกที่ 1 มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนน้อยที่สุดในอาคารทางเลือกของทุกกรณี

จิราพัชร เลิศศักดิ์วิมาน (2560) ศึกษาโดยเริ่มจากการรวบรวมความคิดเห็นของบุคลากรในหน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารเพื่อประเมินเป็นคะแนนผลประโยชน์ต่อคะแนนค่าใช้จ่ายหรือค่า Benefit Cost Ratio จากนั้นเรียงลำดับความสำคัญของหัวข้อที่มีค่า Benefit Cost Ratio จากสูงไปต่ำเพื่อจัดเรียงกลุ่มหัวข้อออกเป็นระดับCERTIFY SILVER GOLD และ PLATINUM ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลแบบสอบถามกับงานวิจัยสถานภาพการออกแบบก่อสร้างและการจัดการอาคารเขียวของราชการไทย พบว่า หัวข้อที่มีค่า Benefit Cost Ratio สูง สอดคล้องกับหัวข้อที่อาคารราชการของไทยจำนวนมากกว่า 50% ได้ปฏิบัติตามแล้ว จากนั้นจึงจำลองค่าการใช้พลังงานจากการเรียงลำดับหัวข้อและจัดกลุ่มหัวข้อตามระดับ พบว่าอาคารขนาดเล็กมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจากอาคารอ้างอิงมากที่สุดโดยลดลงถึง 42% อาคารขนาดกลางและอาคารขนาดใหญ่ประเภทแนวราบมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจากอาคารอ้างอิงใกล้เคียงกันและอาคารขนาดใหญ่ประเภทอาคารสูงมีค่าการใช้พลังงานลดลงจากอาคารอ้างอิงน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ในทางเศรษฐศาสตร์โดยการประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการปฏิบัติตามหัวข้อเกณฑ์ในระดับต่างๆ พบว่า อาคารราชการทุกขนาดในระดับ CERTIFY SILVER และ GOLD มีระยะเวลาคืนทุน1-5 ปี และระดับ PLATINUM มีระยะเวลาคืนทุน 12.50-14 ปี ยกเว้นอาคารสูงพื้นที่มากกว่า 10,000 ตารางเมตร มีระยะเวลาคืนทุน 10 ปี จากการศึกษาพบว่าเมื่อจัดเรียงหัวข้อตามค่า B/C Ratio จึงทำให้ได้แนวทางการปรับปรุงเกณฑ์จากความคิดเห็นบุคลากรภาครัฐและทำให้ภาครัฐปฏิบัติตามง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาด้านงบประมาณในหมวดพลังงานและค่าการใช้พลังงานที่ลดลงเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกระดับอาคารเขียวตามงบประมาณที่หน่วยงานได้รับ งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อด้านงบประมาณในหมวดอื่นๆ เช่น หมวดการใช้น้ำ หรือการศึกษาหัวข้อเกณฑ์ในระดับ PLATINUM ซึ่งอาจพิจารณาเป็นคะแนนเพิ่มเติมหรือปรับปรุงรายละเอียดเกณฑ์เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดและส่งผลให้เกิดการดำเนินการก่อสร้างอาคารเขียวภาครัฐอย่างแพร่หลายมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 การประเมินและปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว

ในการดำเนินการวิจัย ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะของอาคาร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพด้านพลังงานและพิจารณาความเหมาะสมในการปรับปรุงอาคาร การปรับปรุงอาคารเพื่อ

เพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ทั้งเรื่องพลังงาน น้ำ อากาศ การบริการจัดการ สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน ตามที่ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมดังต่อไปนี้

การศึกษาการจัดการการใช้ไฟฟ้าใน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต โดยใช้ดัชนีที่กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน เป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบ หลังจากที่เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานระหว่างเดือนมีนาคมถึง ตุลาคม ปีพ.ศ. 2551 พบว่ามีการจัดการพลังงานเพื่อลดพลังงาน 4 วิธี (1) เปลี่ยนจากหลอดไฟ T8/36 วัตต์ ไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ T5/28 วัตต์ (2) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (3) ลดการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 1 ชั่วโมงต่อวัน (4) ลดการทำงานของระบบปรับอากาศ 1 ชั่วโมงต่อวัน โดยการใช้วิธีการทั้งหมดเพื่อการจัดการพลังงานจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกก่อนหน้าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 31,765,772.91 บาทต่อปีหรือประมาณร้อยละ 15.56 ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ไม่เกิน 40 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/ปี พลังงานไฟฟ้าลดลง 8,541,828.17 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี เงินลงทุนทั้งสิ้น 54,194,781.60 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) โดยรวม 58% (เทอดไทย นาครักษ์, 2554)

(อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2009) ได้ศึกษาการประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตและเสนอแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคารให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยดำเนินการโดยการสำรวจข้อมูลจากอาคารจริง ทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของอาคารในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน จากผลการวิจัยพบว่า อาคารที่ทำการศึกษามีสมรรถนะด้านการประหยัดพลังงานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก 1) อาคารส่วนหนึ่งเป็นอาคารเก่าที่สร้างก่อนที่จะมีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงยังไม่มีกรอบความคิดในการออกแบบให้เป็นแนวทาง 2) การที่ไม่ได้มีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของอาคารไว้อย่างชัดเจน ทำให้อาคารใหม่ถูกออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องสมรรถนะด้านพลังงาน 3) วิธีการปรับสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนจากการใช้ระบบธรรมชาติมาใช้ระบบปรับอากาศ ในขณะที่องค์ประกอบอาคารไม่ได้มีการปรับปรุงให้สอดคล้องกัน 4) ขาดคณะทำงานที่มีความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานเข้าไปมีส่วนร่วมในช่วงกระบวนการออกแบบและพัฒนา 5) ในเชิงของการบริหารจัดการ พฤติกรรมที่ละเลยของผู้ใช้อาคารส่งผลโดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงาน ทั้งนี้การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นสิ่งที่ควร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดำเนินการปรับปรุงโดยเร่งด่วนทั้งโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังและหลังคา การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เกิดความร่มรื่น และการบริหารจัดการการใช้ระบบปรับอากาศ

(ณัฐพล เขตกระโทก, 2556) ศึกษาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของ อาคารบรรณสาร 2 ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปัจจุบันอาคารดังกล่าวใช้งานโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องการจัดการพลังงานที่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงการใช้สอยที่ประหยัดพลังงาน ส่งผลให้มีการใช้พลังงานของอาคารเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพพอ งานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลและประเมินผลอาคารบรรณสาร 2 โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและความคุ้มค่าที่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (กรณีอาคารเดิม) ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายใต้รายละเอียดการประเมิน 7 หมวด ได้แก่ การบริหารจัดการให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม การใช้น้ำพลังงานสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร และนวัตกรรมผลที่ได้จะช่วยให้ทราบข้อมูลการบริหารจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมในสภาพปัจจุบันของอาคารบรรณสาร 2 อันจะนำไปสู่ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จากการประเมินสภาพอาคารปัจจุบัน พบว่าอาคารบรรณสาร 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีคะแนนอยู่ที่ 50.1 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่ผ่านการรับรอง โดยยังมีเกณฑ์ที่ต้องผ่านอยู่ 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ในลำดับที่ 5.1.1และ 5.5.1 ซึ่งหากหน่วยงานต้องการให้อาคารผ่านเกณฑ์อาคารเขียว จะต้องการคะแนนเพิ่มอย่างน้อย 10.1 คะแนน พร้อมทั้งปรับปรุงให้ผ่านในเกณฑ์ที่ต้องผ่าน ทั้งนี้จากการพิจารณาคะแนนและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงที่จะเกิดขึ้น พบว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงสาหรับอาคารบรรณสาร 2 จากการเรียงลำดับความสำคัญโดยพิจารณาจากหัวข้อที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แนวทางการพิจารณาปรับปรุงอาคารเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ประเมิน จะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 41,800 บาท แนวทางการพิจารณาปรับปรุงอาคารเพื่อให้ระดับดี (เหรียญทองแดง) จะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 97,000 บาท

(ประภัสสร วงศ์ยืน & วิทยา ยงเจริญ, 2558) ศึกษาการประเมินและปรับปรุงอาคารสานักงานกรณีศึกษาให้เป็นไปได้ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสาหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) การประเมินได้ดำเนินการโดยใช้แบบ

ตรวจสอบรายการ เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล นำมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิควิเคราะห์เนื้อหา จากการประเมินเบื้องต้นพบว่าอาคารกรณีศึกษายังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) จึงเสนอแนวทางในการปรับปรุงอาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสาหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) ผลการประเมินหลังจากปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย พบว่าอาคารสำนักงานกรณีศึกษาสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) ในระดับได้รับการรับรอง และสามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารลดลงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารก่อนปรับปรุงได้เท่ากับ 17,131 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ซึ่งสามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้เท่ากับ 67,520 บาทต่อปีและมีระยะเวลาคุ้มทุน เท่ากับ 7.4 ปี ดังภาพที่ 2.3 และ 2.4

แนวทางเลือก	ผลประหยัดอาคารกรณีศึกษา (บาท/ปี)
เพิ่มผนังทึบ ใส่ฉนวนกันความร้อนผนังและหลังคา	67,520

ภาพที่ 2.3 ผลการประหยัดภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร

แนวทางเลือก	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
เพิ่มผนังทึบและใส่ฉนวนกันความร้อนหลังคา	7.42

ภาพที่ 2.4 ระยะเวลาการคืนทุนภายหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร

(มัลลิกา ปู่เพ็ชร & เจนจิรา ขุนทอง, 2559) ได้ศึกษาวิจัยและประเมินปรับปรุงอาคารเรียนสูง 5 ชั้น พื้นที่อาคารรวมทั้งหมด 6,339.28 ตารางเมตร พื้นที่ปรับอากาศ 3,296.99 ตารางเมตร คิดเป็น 52.01% ของพื้นที่อาคารรวมทั้งหมด กรอบอาคารมีอัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (WWR) ในโซนปรับอากาศเท่ากับ 0.256 หน้าต่างส่วนใหญ่เป็นกระจกสีชาความหนาเท่ากับ 6 และ 12 มิลลิเมตร ผนังภายนอกก่ออิฐฉาบปูนทาสีขาว หลังคาเป็นทรงปั้นหยามุงกระเบื้องบุฉนวนใยแก้ว จำลองอาคารโดยการใช้โปรแกรม BEC (Building Energy Code) พบว่ามีการใช้พลังงานรวม

587,041.07 kWh/y สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 63.63 W/m^2 เกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด อันมีปัจจัยหลักมาจากระบบปรับอากาศและอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ดังภาพที่ 2.5 ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงต้องเลือกใช้วัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U-Value) ให้ปรับปรุงผนังอิฐมอญฉาบปูนในบริเวณพื้นที่ส่วนปรับอากาศ เป็นผนังอิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 700 kg/m^3) จากการปรับปรุงวัสดุดังกล่าว ทำให้อาคารเรียนมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ในส่วนที่มีการปรับอากาศ ลดลงประมาณ 24% และผลของการใช้พลังงานรวมลดลง 37,116.35 kWh/y ดังภาพที่ 2.6

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ (W/m^2)	เกณฑ์มาตรฐาน (W/m^2)	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	63.63	50	Failed
RTTV (A/C Zones)	4.24	15	Passed
Lighting System	8.03	14	Passed
Air Conditioning System : Split Type (COP)	3.22	3.22	Passed
Building Energy Consumption (kWh/Year)	587,041.07	655,500.76	Passed

ภาพที่ 2.5 ผลการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ (W/m^2)	เกณฑ์มาตรฐาน (W/m^2)	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	48.56	50	Passed
RTTV (A/C Zones)	4.24	15	Passed
Lighting System	8.03	14	Passed
Air Conditioning System : Split Type (COP)	3.22	3.22	Passed
Building Energy Consumption (kWh/Year)	549,924.72	655,500.76	Passed

ภาพที่ 2.6 ผลการใช้พลังงานภายหลังการปรับปรุง

รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งหมด
			ราคา(บาท)	รวม(บาท)	ราคา(บาท)	รวม(บาท)	(บาท)
รื้อถอนผนังก่ออิฐมอญ	1,521	ตร.ม	0	0	40	60,840	60,840
ก่อผนังคอนกรีตมวลเบา	1,521	ตร.ม.	356.1	541,628	78	118,638	660,266
						รวม	721,106
						คิดเป็นสัดส่วนของราคาค่าก่อสร้าง	2.02%

ภาพที่ 2.7 สรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายการปรับปรุง

(เกริกชัย ทิวาวรรัตน์ & วรรณวิทย์ แต้มทอง, 2555) ได้แนะนำแนวทางการออกแบบเพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างประหยัดในอาคารตามเกณฑ์ LEED Existing Buildings: Operations & Maintenance 2009 เป็นแนวทางการศึกษา โดยใช้อาคารเรียนสูง 7 ชั้นจำนวน 1 อาคารเป็นกรณีศึกษาเพื่อนำเสนอแนวทางออกแบบเพื่อการปรับปรุงเพื่อให้เกิดการประหยัดน้ำ ตามแนวทางของ LEED ซึ่งประกอบด้วยการเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ และการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดมาใช้ใหม่ในงานรดน้ำต้นไม้ ตลอดจนนำเสนอราคาค่าก่อสร้างปรับปรุงเพื่อการประหยัดการใช้น้ำในอาคาร เพื่อเป็นแนวทางให้วิศวกรได้ดำเนินการออกแบบงานระบบสุขาภิบาลในอาคารเพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ในการปรับปรุงอาคารผู้วิจัยได้เลือกทำการปรับปรุงข้อ WE Credit 1 โดยติดตั้งมาตรวัดน้ำเพิ่มเติมเพื่อแยกปริมาณการใช้น้ำภายในอาคารและการใช้น้ำเพื่อนำมารดน้ำ ต้นไม้ภายนอกอาคาร ซึ่งได้ 2 คะแนน มีค่าใช้จ่าย 43,540 บาท WE Credit 2 ทำการเปลี่ยนก๊อกน้ำเป็นแบบกดของ CT มีอัตราการไหล 0.4 ลิตรต่อครั้ง (LPC) ซึ่งได้ 5 คะแนน มีค่าใช้จ่าย 105,300บาท และ WE Credit 3 ทำการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพียงอย่างเดียว ซึ่งได้ 5 คะแนน มีค่าใช้จ่าย 280,000 บาท โดยการปรับปรุงทั้งหมดจะสามารถประหยัดน้ำประปาภายในอาคารได้ 961 ลบ.ม./ปี และประหยัดน้ำสำหรับการรดน้ำต้นไม้ 120 ลบ.ม./ปี รวมเป็น 1,081ลบ.ม./ปี ดังภาพที่ 2.8 ซึ่งจะได้คะแนนทั้งหมด 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 14 คะแนน และมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงงานสุขาภิบาลเท่ากับ 428,840 บาท ประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนปรับปรุงระบบน้ำของอาคาร คือประหยัดค่าน้ำประปาลง 30,732 บาท/ปีโดยคิดอัตราค่าน้ำ นอกจากนี้ยังทำให้ช่วยลดการใช้ทรัพยากรน้ำและลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าจากการสูบน้ำประปาขึ้นไปเก็บบนถังเก็บน้ำที่ชั้น 7 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนจากการออกแบบปรับปรุงระบบสุขาภิบาลของอาคารที่ระยะเวลา 20 ปี และคิดอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ 8% ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบัน โดยมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ–

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

127,109 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนแบบคิดอัตราดอกเบี้ย เท่ากับ 0.70 และอัตราผลตอบแทนภายในจากโครงการ เท่ากับ 3.7% ดังแสดงในตารางที่9 ซึ่งพบว่า ไม่คุ้มทุนหากต้องไปกู้เงินมาดำเนินการปรับปรุง แต่หากใช้เงินฝากธนาคารซึ่งมีอัตราดอกเบี้ยในปัจจุบันที่ 2.5% พบว่ามีความคุ้มค่า

แนวทางที่	อุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยน	ยี่ห้อ	รุ่น	อัตราการไหล	ราคาอุปกรณ์ (บาท)	ค่าติดตั้ง (บาท)	จำนวน (ชุด)	รวมราคา (บาท)
1	ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า	AS	A-2400-N	7.0 LPM	2,500	150	54	143,100
2	ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า	KL	ทูบี K-8959X-9-CP	4.2 LPM	4,350	150	54	243,000
3	ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า	CT	CT161	0.4 LPC	1,800	150	54	105,300

ภาพที่ 2.8 สรุปการเปลี่ยนอุปกรณ์และประมาณราคางานปรับปรุงเพื่อลดการใช้น้ำ

ทางเลือก	รายละเอียด	คะแนน	ราคา (บาท)
ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย	- ปั๊ม Submersible (1 ตัว) - ถังเก็บน้ำตั้งพื้น ขนาด 20,000 ลิตร (1 ใบ) - อุปกรณ์ในการติดตั้ง ท่อ PVC ในการส่งน้ำพร้อมฐานรากสำหรับวางถัง - ค่าแรงในการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด	5	280,000
ติดตั้งระบบกักเก็บน้ำฝน	- รางน้ำฝน - ค่าแรงในการ ติดตั้ง	1	100,000

ภาพที่ 2.9 สรุปการเปลี่ยนอุปกรณ์และประมาณราคางานปรับปรุงเพื่อลดการใช้น้ำ 2 ทางเลือก

2.5 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารเขียว

(พรรณวดี มงคลเจริญ, 2556) ได้กล่าวไว้ในงานศึกษาว่าข้อจำกัดที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่คือ ผู้ประกอบการเชื่อว่าการลงทุนอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปมากทั้งที่จากการรวบรวมข้อมูลทั้งในและต่างประเทศพบว่าค่าก่อสร้างอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปประมาณร้อยละ 5-10 แต่ในระยะยาวจะคืนทุนจากการประหยัดพลังงานและน้ำได้สูงกว่า และถึงแม้ผู้ประกอบการยังไม่มั่นใจเรื่องผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับเพราะต้องลงทุนสูงกว่าอาคารทั่วไป แต่จากการที่กระแสอาคารเขียวในต่างประเทศมีมากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ตลาดอาคารเขียวในประเทศไทยก็มีโอกาสเติบโตตามได้เช่นกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารที่เริ่มให้ความสนใจการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะองค์กรธุรกิจต่างชาติที่ให้ความสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของพนักงานของตนในการเลือกที่ตั้งสำนักงาน การปรับปรุงอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งานให้เป็นอาคารเขียวมีข้อจำกัดตรงที่ผู้ประกอบการยังไม่เห็นความจำเป็นและไม่มั่นใจผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับ รวมถึงข้อจำกัดทางกายภาพของอาคารเองที่จะมีส่วนทำให้การปรับปรุงเป็นเรื่องยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่บางองค์กรธุรกิจเต็มใจลงทุนเนื่องจากเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรและสามารถเป็นกรณีศึกษาให้องค์กรอื่นที่สนใจปฏิบัติตามได้เป็นอย่างดี

(กชกร อาจน้อย 2557) ทำการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาอาคารเขียวในประเทศไทยโดยศึกษาเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดการพัฒนาอาคารเขียว ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาอาคารเขียวในประเทศไทยโดยเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษา 3 กรณีศึกษา พร้อมทั้งสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ ทั้งสถาปนิก วิศวกรโยธา วิศวกรงานระบบ ผู้บริหารโครงการ จำนวน 10 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า โครงการอาคารเขียวในประเทศไทยส่วนใหญ่ เกิดขึ้นจากความต้องการของเจ้าของโครงการเอง เนื่องจากเจ้าของโครงการมีความประสงค์ที่จะสร้างเสริมภาพลักษณ์ และความน่าเชื่อถือของบริษัท และยังช่วยยกระดับความเป็นอยู่ของผู้อยู่อาศัย ด้วยปัจจัยนี้เองทำให้มีผลโดยตรงกับต้นทุนของโครงการ อุปสรรคของการพัฒนาอาคารเขียว เกิดจากค่าใช้จ่ายที่สูง การขาดความรู้ความเข้าใจในมาตรฐานของอาคารเขียว รวมถึงโครงการยังไม่ได้รับการตอบสนองจากผู้บริโภคมากนัก

(Carroll, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรคในการจัดทำ LEED EBOM เกิดขึ้นโดยสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ศึกษากรณีการยื่นขอรับรองมาตรฐานอาคารเขียว LEED EBOM ของ

อาคารผสมผสาน (Mixed Use) มีการตั้งคำถามถึงกรอบความคิดของ LEED EBOM ปัญหาอุปสรรคในการพัฒนา LEED EBOM วิธีการที่ดีที่สุดในการปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียวให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด ในโครงการจะต้องลงทุนเพิ่มในแต่ละส่วนจะเกิดความคุ้มค่าหรือไม่ จึงต้องมีการวิเคราะห์เรื่องการเงินด้วยวิธีการ Net Present Value เพื่อพิสูจน์ความเหมาะสมในการลงทุน สำหรับในส่วนที่เกี่ยวกับนโยบายอาคาร ที่ต้องเกิดจากการประสานงานรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์โดยวิธีการสัมภาษณ์บุคคลในองค์กรที่เกี่ยวข้องตามประเด็นต่างๆ ของ LEED EBOM เพื่อให้ได้มาซึ่ง Gap Analysis รวมทั้งลงทะเบียนอาคารใน Energy star portfolio เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานให้ได้มาซึ่งเกณฑ์คะแนน Energy Star score พร้อมใช้คะแนนในส่วนนี้มาเป็นข้อมูลเพื่อยื่น LEED EBOM ในแต่ละหมวด วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอาคารโดยการพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ Net Present Value (NPV)

2.6 การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ

(EPA, 2010) การประเมินผลด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านพลังงานกับอาคารอื่นที่มีลักษณะทางกายภาพและตั้งในภูมิประเทศใกล้เคียงกัน เพื่อช่วยให้การบริหารจัดการด้านพลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจระบบการประเมินผลคะแนนจึงมีการให้คะแนนประสิทธิภาพตั้งแต่ 1 – 100 คะแนน โดยที่ค่าคะแนน 50 - 75 คะแนนชี้วัดว่าประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารเป็นไปตามค่าคะแนนเฉลี่ยของอาคารส่วนใหญ่ ในขณะที่ถ้าอาคารได้ค่าคะแนนประสิทธิภาพตั้งแต่ 75 คะแนนขึ้นไป จะชี้วัดว่าอาคารมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีไปจนถึงระดับดีที่สุดที่ 100 คะแนน อาคารแต่ละอาคารสามารถที่จะประเมินผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วยตัวเองได้ หลังจากบันทึกผลการใช้พลังงานในระบบ Energy Star ระบบจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารกับอาคารอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในแต่ละภูมิภาค ภายหลังจากทราบผลคะแนนประสิทธิภาพ เจ้าของอาคารและผู้บริหารอาคารสามารถนำผลคะแนนประสิทธิภาพนี้นำไปวิเคราะห์ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ดียิ่งขึ้น

เพื่อให้การประเมินผลคะแนนเป็นไปอย่างถูกต้อง ในการประเมินระบบ Energy Star Portfolio จึงได้แบ่งประเภทการใช้งานอาคาร ดังนี้

- สถาบันการเงิน
- โรงแรม
- ร้านค้า
- ศาลยุติธรรม
- ศาสนสถาน
- ซุปเปอร์มาร์เกต
- ศูนย์วิจัย
- โรงเรียน
- โรงเก็บของ
- หอพัก
- ศูนย์วิจัยทางการแพทย์
- โรงบำบัดน้ำเสีย
- โรงพยาบาล
- อาคารสำนักงาน

การตรวจวัดผลคะแนนประสิทธิภาพพลังงานนี้ผลคะแนนจะขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานของอาคารแต่ละอาคาร ซึ่งแต่ละอาคารจะมีลักษณะการใช้งานเฉพาะที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านพลังงานแตกต่างกันออกไป ความเที่ยงตรงของผลการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและปัจจัยที่หลากหลาย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ข้อมูลของอาคารกรณีศึกษาในระบบ ที่มีประเภทการใช้งานเดียวกัน ระบบจะนำมาใช้เปรียบเทียบเป็นฐานข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน
- ข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารตลอด 1 ปี รวบรวมเพื่อตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับแนวโน้มการใช้พลังงานของอาคาร
- ข้อมูลทางสถิติของอาคาร สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศของอาคารในพื้นที่ ชั่วโมงการใช้งานอาคารต่อวัน ชั่วโมงการใช้งานอาคารต่อสัปดาห์ จำนวนผู้ใช้อาคาร ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร และอื่นๆ

ตัวแปรต่างๆในแต่ละองค์ประกอบล้วนเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการประเมินคะแนนประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ทั้งนี้ การบริหารจัดการพลังงานของอาคารที่ดีเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญในการเพิ่มคะแนนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

(วริศรา ทัศนสุวรรณ, 2561) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารเรียนระดับอุดมศึกษา และจัดทำแบบจำลองการใช้พลังงานประเภท Inverse modeling ด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานในอาคารเรียนของสถาบันอุดมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการวิจัยประกอบด้วยการสำรวจอาคารและการเก็บรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร โดยพิจารณาจากข้อมูลที่สามารถเก็บรวบรวมได้ในช่วงปีพ.ศ. 2559 – พ.ศ. 2560 และศึกษาจากกรณีศึกษาอาคารเรียนปฏิบัติการของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์สมการจำลอง ได้แก่ ข้อมูลกายภาพอาคาร การใช้พลังงานของระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้งานและระยะเวลาการใช้งานอาคาร และสภาพอากาศ ผลการศึกษา พบว่า มี 9 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย ขนาดพื้นที่เรียนบรรยาย ขนาดพื้นที่สตูดิโอ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่เฉลี่ย (LPD) ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่เฉลี่ย (EPD) จำนวนนักเรียนต่อวัน ชั่วโมงทำการของสำนักงานต่อเดือน ชั่วโมงเรียนบรรยายต่อเดือน และชั่วโมงสตูดิโอต่อเดือน สมการจำลองการใช้พลังงานที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.89 ซึ่งสามารถอธิบายปริมาณการใช้พลังงานรายเดือนของอาคารได้ร้อยละ 89 จากการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของสมการพบว่าสมการจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 3,696.95 kWh ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (CV-RMSE) เท่ากับร้อยละ 4.93 และค่าคลาดเคลื่อนจากความเอนเอียงเฉลี่ย (MBE) เท่ากับ 18.27 kWh ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้พลังงานจริง จึงสามารถนำสมการจำลองไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการด้านพลังงานในอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ได้

การคาดการณ์ประสิทธิภาพของอาคาร ระบบ Arc Skoru ได้ใช้วิธีคาดการณ์ผ่านการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวหรือมากกว่า เพื่อกำหนดตัวแปรในการสร้างสมการทำนายที่เหมาะสม ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (predictor) เป็นตัวแปรที่ใช้ทำนาย ซึ่งอาจมีเพียง 1 ตัวแปรหรือ มากกว่า และตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรต้น มีข้อจำกัดในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิเคราะห์ความ สัมพันธ์ คือ ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในสมการ (1) (วริศรา ทัศนสุวรรณ, 2560)

โดย $Y = a_1x_1 + a_2x_2 + \ldots\ldots + a_nx_n + b$ (1)

เมื่อ Y คือ ตัวแปรตาม

X_n คือ ตัวแปรต้น

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยหรือค่าประมาณการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X_n เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วย

b คือ จุดตัดบนแกน Y

2.7 สรุปการปริทรรศน์วรรณกรรม

จากการปริทรรศน์วรรณกรรมพบว่าในการพัฒนาอาคารเก่าให้เป็นอาคารเขียวต้องให้เจ้าของอาคารยอมรับในเรื่องเกณฑ์อาคารเขียวที่จะนำมาใช้ให้ได้ก่อน โดยจัดทำแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้อาคารมุ่งเน้นนำเสนอในเรื่องของผลประโยชน์ที่อาคารและผู้ใช้อาคารจะได้รับ ทั้งเรื่องของค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคที่ลดลง คุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารดีขึ้น ภาพลักษณ์ของอาคารที่ดีขึ้น เสริมความสามารถในการแข่งขันด้านธุรกิจอาคารสำนักงานที่อาคารจะโดดเด่นกว่าอาคารสำนักงานในยุคสมัยเดียวกัน ถึงแม้ต้นทุนค่าก่อสร้างของอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปถึงกว่า 20% แต่จากผลตอบแทนต่างๆที่อาคารจะได้รับจะทำให้คืนได้ภายในระยะเวลา 5 ปี

ในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานหากต้องการพิจารณาเลือกเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารควรเลือกพิจารณา (1) เปลี่ยนหลอดไฟเป็น LED (2) ปรับปรุงเปลือกอาคารควรเลือกกระจกจากค่า SHGC และค่า U-value ที่น้อยที่สุดในการพิจารณา ฉนวนให้พิจารณาจากค่า K ที่น้อยที่สุด การปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟจะได้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ถึง 58% และการปรับปรุงกรอบอาคารโดยวิธีเพิ่มผนังทึบใส่ฉนวนกันความร้อนหลังคา จากผลการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตามมาตรการนี้จะใช้ระยะเวลาคืนทุน 7.42 ปี

การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณ จะทำให้ผู้บริหารอาคารทราบถึงที่มาของการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคาร ทั้งยังช่วยให้แก้ไขปัญหาที่ตัวแปรได้ถูกจุดเมื่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีแนวโน้มไปในทิศทางที่ไม่ดี การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดทำแบบจำลองทำนายการใช้พลังงาน เช่น Energy Star

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Portfolio Manager (ใช้ประเมินประสิทธิภาพพลังงานเกณฑ์ LEED EBOM จนถึง Version 4) (EnergyStar, 2018) ปัจจุบัน วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุคูณนี้ได้พัฒนามาใช้กับแบบจำลองทำนายประสิทธิภาพอาคาร Arc Skoru ที่ไม่ได้จำลองเพียงประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารเท่านั้น แต่ใน LEED O+M V.4.1 นี้ได้พัฒนาไปถึง ประสิทธิภาพการใช้น้ำ การจัดการขยะ คุณภาพอากาศภายในอาคาร การคมนาคม รวมไปถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน

ปัญหาอุปสรรคในการอาคารเก่าเป็นอาคารเขียวมีข้อจำกัดคือเจ้าของอาคารยังไม่เห็นความจำเป็นและไม่มั่นใจผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับ ในบางกรณีการปรับปรุงอาคารเก่าให้เป็นอาคารเขียวก็เกิดขึ้นจากความต้องการของเจ้าของโครงการเอง เนื่องจากเจ้าของโครงการมีความประสงค์ที่จะสร้างเสริมภาพลักษณ์ และความน่าเชื่อถือของบริษัท และยังช่วยยกระดับความเป็นอยู่ของผู้อยู่อาศัยและข้อจำกัดทางกายภาพของอาคารเองที่จะมีส่วนทำให้การปรับปรุงเป็นเรื่องยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งอาคารอาจต้องมีการปรับปรุงครั้งใหญ่ก่อนจะดำเนินการในส่วนอื่นๆต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูล ลงพื้นที่สำรวจอาคารสำนักงานเก่าในกรุงเทพมหานคร

2. พิจารณา คัดเลือกและจัดกลุ่มอาคารสำนักงานจำนวนอย่างน้อย 20 อาคาร ภายใต้หลักเกณฑ์

1.) อาคารสำนักงานให้เช่าที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540

2.) อาคารสำนักงานที่เป็นอาคารสูง

3. คัดเลือกอาคารกรณีศึกษาจำนวน 1 อาคารเพื่อเป็นอาคารตัวอย่างในการศึกษารวบรวมข้อมูลเสนอแนะแนวทางการดำเนินงานและปรับปรุงอาคาร

4. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานข้อมูลการใช้พลังงานปัจจุบันและย้อนหลัง นโยบายอาคารกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง ในรายละเอียด ดังนี้

4.1 ข้อมูลพื้นฐานอาคารทั้งหมด

4.2 ปริมาณการใช้พลังงานต่อเดือนตลอดทั้งปี (น้ำ,ไฟ)

4.3 นโยบายอาคารในการจัดการด้านพลังงาน / การดำเนินการ Operation & Maintenance ทั้งตัวอาคารและอุปกรณ์งานระบบอาคาร

4.4 นโยบายการจัดการขยะ

4.5 ข้อมูลงานระบบประกอบอาคาร โดยเฉพาะงานระบบปรับอากาศ

4.6 ข้อมูลการถ่ายเทอากาศในพื้นที่สำนักงาน

4.7 แบบแปลนอาคาร รูปด้าน รูปตัด

4.8 ข้อมูลทางด้านการเงินของอาคารซันทาวเวอร์สที่เกี่ยวข้อง

4.9 ข้อมูลจากกรณีศึกษาอาคารตัวอย่างที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

4.10 ข้อมูลอัตราจำนวนผู้เช่าพื้นที่ในอาคาร

5. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance

5.2 การยอมรับเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว

5.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับอาคารเขียว

5.4 การประเมินและปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว

5.5 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว

6. ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานและความต้องการ LEED O+M V4.1

6.1 หมวดที่ตั้งและการขนส่ง LT – Location and Transportation (14 คะแนน)

6.1.1 ประสิทธิภาพการคมนาคม – Transportation Performance (14คะแนน) วิเคราะห์ศักยภาพของตำแหน่งที่ตั้งโครงการปัจจุบัน และจัดทำแบบสอบถามสำรวจวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด ผ่านระบบออนไลน์ของ Arc Skoru เลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานที่เป็นผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์ส ผ่านการติดต่อจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ในการเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้อาคารในแต่ละชั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ Cluster Sampling ในกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์สประจำ จำนวน 325 คน รวบรวมสถิติผู้มาติดต่ออาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ (CRM) คำนวณค่า CO_2e ตามสมการ (อ้างอิงจากระยะการเดินทางต่อเที่ยว และวิธีการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Mode	CO2e pounds/mile	Source
Walk, bike, telecommute	0	NA
Motorcycle	0.26	DEFRA/DECC 2014: emissionfactors.com
Heavy rail	0.33	American Bus Association Foundation. Updated Comparison of Energy use & CO2 Emissions From Different Transportation Modes, 2008.
2-3 Carpool	0.39	EPA: http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html
Light rail	0.44	American Bus Association Foundation. Updated Comparison of Energy Use & CO2 Emissions from Different Transportation Modes, 2008.
Alternative Fuel Vehicles	0.44	U.S. DOE National average for a 2014 Nissan Leaf: fueleconomy.gov
Bus	0.68	American Bus Association Foundation. Updated Comparison of Energy Use & CO2 Emissions from Different Transportation Modes, 2008.
Car (solo)	0.93	EPA: http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html

ภาพที่ 3.1 แสดงปริมาณ Co_2 ต่อประเภทยานพาหนะและระยะการเดินทาง

(ที่มา : USGBC LEED v4.1OPERATIONS AND MAINTENANCE Getting started guide for beta participants)

คำนวณตามสมการ CO_2e for route (lbs.) = (CO2e lbs./mile) * distance traveled in miles

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 หมวดที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน SS – Sustainable Sites (4 คะแนน)

6.2.1 การจัดการน้ำฝน – Rainwater Management (1 คะแนน) ผู้วิจัยสำรวจและสัมภาษณ์ ที่ปรึกษางานระบบอาคารและผู้จัดการอาคาร เกี่ยวกับแนวทางการจัดการกับน้ำฝน การนำไปใช้ประโยชน์ต่อในรูปแบบอื่น การเก็บรวบรวม การป้องกันน้ำซึม และเอกสารตรวจสอบและรายงานประจำปี

6.2.2 การลดสภาวะเกาะความร้อน – Heat Island Reduction (1 คะแนน) ผู้วิจัยอ้างอิงดังสมการที่ 1 คำนวณพื้นที่ โดยอ้างอิงพื้นที่จากการสำรวจและวัดพื้นที่จริง รวมถึงรวบรวมเอกสารข้อมูลแผนงานนโยบายในการบำรุงดูแลรักษาพัฒนาพื้นที่โครงการ

พื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่หลังคา/0.50 + พื้นที่หลังคาสะท้อนความร้อนสูง/0.75 + พื้นที่เพาะปลูกบนหลังคา/0.50 ≥ พื้นที่ทางเดินบนพื้นที่ดิน + พื้นที่รวมของหลังคา

_____*(1)*

6.2.3 การลดมลภาวะทางแสง – Light Pollution Reduction (1คะแนน) แสงสว่างภายนอกโครงการต้องไม่ใช้หลอดไฟเปลือยที่มีความสว่างเกิน 2,500 ลูเมน แบบไม่มีโคมครอบกันแสงจ้า

6.2.4 การจัดการที่ตั้งโครงการ – Site Management (1 คะแนน) ผู้วิจัยรวบรวมแผนการจัดการดูแลที่ดิน การรักษาคุณภาพดิน การดูแลต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในโครงการ การจัดการการรดน้ำต้นไม้ ดังนี้

1.เฝ้าระวังและกำจัดการรุกรานของศัตรูพืช

2.การดูแลรักษาและฟื้นฟูพืชที่ปกคลุมดินและสภาพหน้าดินให้อยู่ในสภาพดีอยู่อย่างสม่ำเสมอ

3.ลดมลพิษทางเสียงและทางอากาศอันเกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิง (ยานพหานะต่างๆ)

4.พืชพรรณที่ถูกตัดและนำมาทิ้งต้องถูกนำกลับมาใช้ใหม่เป็นปุ๋ยหมักทั้งหมด 100%

5.ลดการใช้ปุ๋ยเคมีหากจะใช้ต้องมีการทดสอบคุณภาพดินก่อน ลดการใช้ยาฆ่าพืช ยาฆ่าแมลง และสารกำจัดเชื้อรา ให้ใช้ได้เมื่อตอนเกิดเหตุจริงเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.ให้มีการเตรียมสำหรับการจัดการเรื่องแมลง

7.ให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์บนหน้าดินและพื้นที่ปลูกพืชพรรณ

8.ให้มีระบบการรดน้ำแบบระบบควบคุมออโตเมติก เช่น ระบบปิดการทำงานเมื่อมีฝนตก เซนเซอร์ควบคุมความชื้น และเซนเซอร์สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

9.เฝ้าระวังเรื่องระบบการรดน้ำต้นไม้อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อตรวจสอบดูแลรักษา การรั่ว การแตกหักของท่อส่งน้ำ และควบคุมถึงระยะเวลาปริมาณการใช้น้ำด้วยเช่นกัน

10.การจัดเก็บอุปกรณ์ให้จัดเก็บในพื้นที่มิดชิดป้องกันการปนเปื้อนจากพื้นที่และสภาพอากาศโดนรอบ

6.3หมวดประสิทธิภาพน้ำ WE – Water Efficiency (15 คะแนน)

6.3.1 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ – Water Performance (15 คะแนน) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลอัตราการใช้น้ำตลอดทั้งปี พร้อมแสดงอัตราการบริโภคน้ำเป็นรายเดือนและรายวัน พร้อมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จำนวนผู้ใช้อาคาร และช่วงเวลาที่ใช้งาน จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru จะได้มาซึ่งคะแนนประสิทธิภาพน้ำ อาคารควรได้คะแนนไม่น้อยกว่า 8 คะแนนจากทั้งหมด 15 คะแนน

6.4 หมวดพลังงานและบรรยากาศ EA – Energy and Atmosphere (35 คะแนน)

6.4.1 การจัดการพลังงาน – Energy Best Management Practice (ข้อบังคับ) อาคารต้องมีการตรวจสอบการใช้พลังงานตามมาตรฐาน ASHRAE preliminary energy use analysis และ ASHRAE Level 1 walk-through assessment ตามแนวทาง ASHRAE Procedure for Commercial Building Energy Audit หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า

6.4.2 การจัดการสารทำความเย็นเบื้องต้น – Fundamental Refrigerant Management (ข้อบังคับ) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจัดทำรายงานที่มีการแสดงชนิดสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศของอาคาร โดยห้ามมีการใช้สาร CFC (Chlorofluorocarbon) ในการทำความเย็น ซึ่งหากมีจะให้ใช้ได้เพียงในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก หรือมิฉะนั้นจะต้องนำเสนอแผนงานการลดใช้สาร CFC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.4.3 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน – Energy Performance (33 คะแนน) ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลังตลอดระยะเวลา 1 ปี 12 เดือน พร้อมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จำนวนผู้ใช้อาคาร จำนวนชั่วโมงที่มีการใช้พลังงาน อุณหภูมิสภาพอากาศ จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru เพื่อคิดคำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงาน อาคารควรได้คะแนนไม่น้อยกว่า 17 คะแนนจากทั้งหมด 33 คะแนน

6.4.4 การเชื่อมโยงกับระบบสายส่งไฟฟ้า – Grid Harmonization (1 คะแนน) อาคารต้องมีแนวทางลดความต้องการพลังงานช่วง peak demand ให้ได้อย่างน้อย 10% รวบรวมหลักฐานยืนยันถึงการเลื่อนการใช้พลังงานจากช่วง On-peak สู่ Off-

Peak ให้ทางอาคารติดตั้งระบบ Demand Response-Program ที่แสดงผลแบบ real time แทรกกระบวนการ Demand Response Processes ในแผนงานบริหารทรัพยากรของอาคารด้วยพร้อมทั้งดำเนินการตามแผนงานใหม่โดยการทดสอบวิเคราะห์ผลเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี

6.4.5 เพิ่มสมรรถนะการจัดการสารทำความเย็นในอาคาร – Enhanced Refrigerant Management (1 คะแนน) ต้องไม่ใช้สารทำความเย็น หรืออาคารต้องเลือกใช้สารทำความเย็นที่มีค่า Ozone Depletion และ Global Warming Potential ต่ำ รวมถึงจะต้องมีอัตราการใช้สารทำความเย็นน้อย ผู้วิจัยจะต้องให้คำนวณผลกระทบของสารทำความเย็นต่อชั้นบรรยากาศตามสมการที่กำหนดให้

LCGWP + LCODP x 105 ≤ 13

; LCODP = [ODPr x (Lr x Life +Mr) x Rc]/Life (LCODP: Lifecycle Ozone Depletion Potential (kg CFC 11/(kW/year))

; LCGWP = [GWPr x (Lr x Life +Mr) x Rc]/Life (LCGWP: Lifecycle Direct Global Warming

Potential (kg CO_2/kW-year))

6.5 วัสดุและทรัพยากร MR – Materials and Resources (12 คะแนน)

6.5.1 นโยบายการจัดซื้อ – Purchasing Policy (ข้อบังคับ) รวบรวมนโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ 5 ชนิดที่ถูกจัดซื้อมากที่สุดในอาคาร การจัดซื้อกระดาษ ที่ใส่หมึกปรินเตอร์ ถังขยะ แบทเตอรี่ โต๊ะสำหรับทำงาน อาหารและเครื่องดื่ม และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ดวงโคมไฟส่องสว่าง เครื่องเสียง เครื่องใช้สำนักงาน โดนนโยบายการจัดซื้อนั้นให้เป็นไปตามกระบวนการจัดซื้อของ Environmentally Preferable Purchasing (EPP)

6.5.2 นโยบายการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร – Facility Maintenance and Renovation Policy (ข้อบังคับ) อาคารจะต้องมีการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ตกแต่ง หรืออุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการขยะระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร จะต้องมีการแยกขยะ จัดสรรพื้นที่พักขยะอย่างเป็นสัดส่วน และมีกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Recycle) การก่อสร้างยังต้องคำนึงถึงเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง การจัดการขยะและข้อกำหนดระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคารต้องดำเนินการตามมาตรฐาน SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association) IAQ Guidelines for Occupied Buildings Under Construction, 2nd Edition 2007, ANSI/SMACNA 008-2008 (Chapter 3). ต้องมีการป้องกันห้องเก็บอุปกรณ์ก่อสร้างไม่ให้สัมผัสกับความชื้นอากาศ ต้องก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนมีผู้เข้ามาใช้งานเท่านั้น และต้องดูดอากาศออกเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จหรือทดสอบสารเจือปนในอากาศหลังการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้รับทราบข้อมูลจากการสัมภาษณ์กับทางฝ่ายบริหารอาคาร และคู่มือ Fit Out Guide ของอาคารซันทาวเวอร์สจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์

6.5.3 ประสิทธิภาพการจัดการขยะ - Waste Management (8 คะแนน) ตรวจสอบ วิเคราะห์ และบริหารจัดการขยะจากการใช้งานประจำที่เกิดขึ้นในอาคาร ให้ทางอาคารมีนโยบายการจัดการขยะ แยะคัดกรองขยะ มีที่เก็บขยะอย่างเป็นสัดส่วน น่าส่งแผนการจัดการรายวัน มีการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิล มีการจัดการเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของสารพิษสำหรับถ่านไฟฉายและหลอดไฟที่มีสารปรอท ข้อมูลต้องสามารถชั่ง ตวง วัดได้ (กิโลกรัมหรือตัน) พร้อมข้อมูลจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมด รวบรวมข้อมูลปริมาณการจัดเก็บขยะตลอด 1 ปี 12 เดือน จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru จะได้มาซึ่งคะแนนประสิทธิภาพขยะ อาคารควรได้คะแนนไม่น้อยกว่า 4 คะแนนจากทั้งหมด 8 คะแนน

6.5.4 การจัดซื้อ - Purchasing (1 คะแนน) ติดตามข้อมูลการจัดซื้ออย่างน้อย 50% ของที่จัดซื้อทั้งหมดในอาคารในระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน กำหนดให้มีการรับรอง EPEAT rating ระดับ Silver หรือสูงกว่ากำหนดให้มี Energy star rating รับรองประสัทธิภาพพลังงานหรือหากเป็นหลอดไฟต้องไม่มีปรอท หากมีต้องน้อยกว่า 25 picograms ต่อ lm/h

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร EQ – Indoor Environmental Quality (24 คะแนน)

6.6.1 คุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ – Minimum Indoor Air Quality (ข้อบังคับ) เพื่อให้อาคารมีปริมาณอากาศบริสุทธิ์เพียงพอ ป้องกันผลกระทบจากคุณภาพอากาศภายใน และมีคุณภาพอากาศภายในผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality หรือ CEN STANDARD EN 15251-2007 และ EN 13779-2007 หรืออย่างน้อยต้องมากกว่า 5 CFM ต่อคน (2.5 ลิตร ต่อวินาที) สำหรับในอาคารสำนักงาน ผู้วิจัยจะต้องคิดคำนวณคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำดังสมการที่ 2

Minimum outdoor air rate in L/s =

0.3 L/s*m^2 x gross building area (in m^2) + people outdoor air rate from Table 1 (L/s per person) x building occupancy

_____***(2)***

ผู้วิจัยต้องจัดทำรายงานเพื่อยืนยันแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบระบายอากาศภายในอาคาร ตามข้อบังคับ การจัดการพลังงานที่ดีที่สุด ในหมวดพลังงานและบรรยากาศ และอธิบายสรุปวิธีการหรือสาธิตการตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศผ่านช่องระบายอากาศออก (Exhaust)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.6.2 การควบคุมสภาพแวดล้อมไอเสียจากยาสูบ – Environmental Tobacco Smoke Control (ข้อบังคับ) เพื่อให้อาคารงดการสูบบุหรี่ภายในอาคาร และมีการบริหารจัดการเรื่องการจัดสรรพื้นที่สูบบุหรี่ภายนอกอาคาร กำหนดให้พื้นที่สูบบุหรี่อยู่ห่างจากทางเข้าออกอาคารทุกทาง หน้าต่างช่องเปิดอาคาร อย่างน้อย 7.5 เมตร ให้มีโทษปรับถึงแม้ในระยะดังกล่าวจะอยู่นอกแนวเขตที่ดินโครงการ โดยจะต้องส่งเอกสารยืนยันถึงนโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคาร ผังบริเวณแสดงแนวเขตที่ดิน และที่ตั้งโครงการพร้อมระบุพื้นที่สูบบุหรี่ตามที่จัดสรรไว้ภายนอกอาคาร และอธิบายถึงวิธีการประชาสัมพันธ์นโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคารต่อผู้ใช้อาคาร

6.6.3 นโยบายการทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning Policy (ข้อบังคับ) LEED กำหนดให้อาคารต้องมีการทำความสะอาดโดยบริษัทรับจ้างทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านการบริการทำความสะอาดตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. Green Seal's Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42)
2. International Sanitary Supply Association (ISSA)
3. Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB)
4. หรือการรับรองจากสถาบันท้องถิ่นที่มีมาตรฐาน (นอกประเทศสหรัฐอเมริกา)

6.6.4 ประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร – Indoor Environmental Quality Performance (ข้อบังคับ 20 คะแนน) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของคุณภาพอากาศภายในอาคารจากกลุ่มผู้ใช้อาคารจริง ผู้วิจัยต้องจัดทำแบบสำรวจความพึงพอใจของคุณภาพอากาศจากจำนวนผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด ผ่านระบบออนไลน์ของ Arc Skoru เลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานที่เป็นผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์ส ผ่านการติดต่อจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ในการเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้อาคารในแต่ละชั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ Cluster Sampling ในกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์สประจำ จำนวน 325 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การตรวจวัดประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อวัดปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร ในการรวบรวมประเมินส่วนแรกจะต้องเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน 3 ส่วนที่แตกต่างกันออกไปด้วยกัน ประกอบด้วย ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร 50% ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 25% ปริมาณสารระเหยในอากาศ 25%

การประเมินในส่วนที่สอง ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร ให้มีช่วงคะแนน 1-100 เฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารจากผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดดังสมการ

Occupant satisfaction score = (Average occupant satisfaction level x 10) - variance in occupant satisfaction level

การประเมินในส่วนที่สาม ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (Co2) ให้ยึดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ 1000 ppm. และค่าเฉลี่ยเปอร์เซนไทล์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 95 ดังแผนภูมิ ในการตรวจวัดCo2 จะต้องมีการระบุสถานที่ที่ทำการตรวจวัด เวลาและวันที่ทำการตรวจวัด และปริมาณ Co2 ที่วัดได้จะต้องมีการยืนยันข้อมูลให้แน่ชัด

การประเมินในส่วนที่สี่ ปริมาณรวมของสารระเหย (TVOC) ให้ยึดตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่ 500 μg/m^3. ให้มีช่วงคะแนน 1-100 เฉลี่ยระดับปริมาณรวมของสารระเหยของอาคารจากผลจากการตรวจวัดทั้งหมด ในการตรวจวัด TVOC จะต้องมีการระบุสถานที่ที่ทำการตรวจวัด เวลาและวันที่เริ่มต้นและสิ้นสุดทำการตรวจวัด และปริมาณ TVOC ที่วัดได้จะต้องมีการยืนยันข้อมูลให้แน่ชัด

นอกจากนั้น อาคารจะต้องส่งรายงานผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร อธิบายได้ถึงวิธีการทดสอบ ตรวจวัด เวลาและสถานที่ที่ทำการตรวจวัด ในทำการเน้นสีในแบบแปลนแสดงให้ถึงตำแหน่งในอาคารที่ทำการตรวจวัด

6.6.5 การทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning (1 คะแนน) ทางเข้าออกภายนอกอาคารต้องมีพื้นที่ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเป็นระยะทางยาวอย่างน้อย 3 เมตร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร

6.6.6 การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน – Integrated Pest Management (1 คะแนน) จ้างบริษัทผู้เชี่ยวด้านการจัดการแมลงและสัตว์รบกวนที่ได้รับรองความสามารถด้าน IPM เข้ามาเป็นปรึกษาและดำเนินการ เช่น GreenShield, EcoWise และ GreenPro

6.7 นวัตกรรมเพื่อการบริหารจัดการโครงการ IN - Innovation (1 คะแนน) ทางโครงการต้องมีคณะทำงานที่เป็น LEED-AP (ผู้ที่ผ่านการอบรมและทดสอบความรู้โดย LEED) มาให้การรับรองอาคารด้วย พร้อมนำเสนอนวัตกรรมใหม่เพื่อการบริหารจัดการอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลของเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
LT1	ประสิทธิภาพการคมนาคม – Transportation Performance (14 คะแนน)	- วิเคราะห์ที่ตั้งโครงการจากระบบ Google Map - จัดทำแบบสอบถามสำรวจวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด ผ่านระบบออนไลน์ของ Arc Skoru - คำนวณค่า CO2e ตามสมการ (อ้างอิงจากระยะการเดินทางต่อเที่ยว และวิธีการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง)	Km CO2e pounds/mile
SS1	การจัดการน้ำฝน – Rainwater Management (1 คะแนน)	- สัมภาษณ์ผู้จัดการอาคารและที่ปรึกษางานระบบอาคารเกี่ยวกับแผนงานและการดำเนินการการจัดการกับน้ำฝน - รวบรวมข้อมูลเอกสารการตรวจสอบและรายงานประจำปีจากฝ่ายบริหารอาคาร	document
SS2	การลดสภาวะเกาะความร้อน – Heat Island Reduction (1 คะแนน)	- ตรวจสอบวัดระยะพื้นที่อาคารจากแบบAs-Built และสำรวจพื้นที่จริง - คำนวณพื้นที่สะสมความร้อน พื้นที่สีเขียว และพื้นที่สะท้อนความร้อนตามสมการที่ LEED กำหนดให้เพื่อพิสูจน์ว่าผ่านหรือไม่ผ่าน	Sq.m
SS3	การลดมลภาวะทางแสง – Light Pollution Reduction (1 คะแนน)	- สำรวจแสงสว่างภายนอกอาคาร ต้องไม่ใช้หลอดไฟเปลือยที่มีความสว่างเกิน 2,500 ลูเมนแบบไม่มีโคมครอบกันแสงจ้า	Lumen document
SS4	การจัดการที่ตั้ง	- สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากผู้จัดการอาคารเกี่ยวกับ	Document

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
	โครงการ – Site Management (1 คะแนน)	แผนการจัดการดูแลพื้นที่ การรักษาคุณภาพดิน การดูแลต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในโครงการตารางเวลารดน้ำ และระบบรดน้ำต้นไม้	
WE1	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ – Water Performance (15 คะแนน)	- รวบรวมข้อมูลอัตราการใช้น้ำตลอดทั้งปี พร้อมแสดงอัตราการบริโภคน้ำเป็นรายเดือนและรายวัน พร้อมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จำนวนผู้ใช้อาคาร และช่วงเวลาที่ใช้งาน จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru	Sq.m m^3
EA1	การจัดการพลังงาน – Energy Best Management Practice (ข้อบังคับ)	- รวบรวมข้อมูลลำดับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ของอาคาร ช่วงเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์งานระบบอาคาร ไฟฟ้าส่องสว่าง เครื่องปรับอากาศ แผนงานการบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์งานระบบอาคาร จากฝ่ายบริหารอาคาร ตรวจสอบว่าเป็นไปตามมมาตรฐาน ASHRAE preliminary energy use analysis และ ASHRAE Level 1 walk-through assessment หรือไม่	document
EA2	การจัดการสารทำความเย็น – Fundamental Refrigerant Management (ข้อบังคับ)	รวบรวมข้อมูลชนิดสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศของอาคารจากที่ปรึกษางานระบบอาคารโดยวิธีการสัมภาษณ์ให้นำเสนอแผนงานการลดใช้สาร CFC	document
EA3	ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน – Energy	- รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลังตลอดระยะเวลา 1 ปี 12 เดือน พร้อมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จำนวนผู้ใช้อาคาร จำนวนชั่วโมงที่มีการใช้พลังงาน อุณหภูมิ	kWh/year kBtu/year

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
	Performane (33 คะแนน)	สภาพอากาศ จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru	Sq.m mTCO2e
EA4	การเชื่อมโยงกับระบบสายส่งไฟฟ้า – Grid Harmonization (1 คะแนน)	- สัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับแผนลดความต้องการพลังงานช่วง peak demand ให้ได้อย่างน้อย 10% - รวบรวมหลักฐานยืนยันถึงการเลื่อนการใช้พลังงานจากช่วง On-peak สู่ Off-Peak กระทบกับแผน O&M หรือFacilities ในช่วงเวลาปกติด้านใดบ้าง พร้อมตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวระบบ Cut Peak และ DR Program ของอาคาร - รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์และขอเอกสารยืนยันจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร	kWh/year document
EA5	เพิ่มสมรรถนะการจัดการสารทำความเย็น – Enhanced Refrigerant Management (1 คะแนน)	- คำนวณการจัดการสารทำความเย็นตามสมการที่ระบุในเกณฑ์ โดยรวบรวมข้อมูลตามตัวแปรที่ระบุไว้จากที่ปรึกษางานระบบอาคาร - รวบรวมข้อมูลรายละเอียดของสารทำความเย็นจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร	kW kg kWh/year
MR1	นโยบายการจัดซื้อ – Purchasing Policy (ข้อบังคับ)	- รวบรวมนโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ 5 ชนิดที่ถูกจัดซื้อมากที่สุดในอาคารจากฝ่ายจัดซื้อของอาคาร - ตรวจสอบนโยบายจัดซื้อของอาคารว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของ EPP หรือไม่ รวบรวมข้อมูลจากฝ่ายจัดซื้อของอาคาร	document

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
MR2	นโยบายการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร – Facility Maintenance and Renovation Policy (ข้อบังคับ)	- ตรวจสอบเอกสาร Fit Out Guide เกี่ยวกับการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง การจัดการขยะและข้อกำหนดระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร รวบรวมข้อมูลโดยการประสานงานกับฝ่ายพื้นที่เช่าและลูกค้าสัมพันธ์ โดยนโยบายต้องเป็นไปตามมาตรฐาน SMACNA	document
MR3	ประสิทธิภาพการจัดการขยะ - Waste Management (8 คะแนน)	- รวบรวมและตรวจสอบนโยบายการจัดการขยะแผนการจัดการรายวัน การนำขยะกลับมาใช้ใหม่ การจัดการเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของสารพิษ พร้อมข้อมูลจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดจากฝ่ายบริหารอาคาร รวบรวมข้อมูลปริมาณการจัดเก็บขยะตลอด 1 ปี 12 เดือน จากนั้นจึงนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Arc Skoru	Kg document
MR4	การจัดซื้อ - Purchasing (1 คะแนน)	- ติดตามข้อมูลการจัดซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างน้อย 50% ของที่จัดซื้อทั้งหมดในอาคารในระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน พร้อมตรวจสอบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร EPEAT rating ระดับ Silver หรือสูงกว่ากำหนดให้มี Energy star rating รับรองประสิทธิภาพพลังงาน	document
EQ1	คุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ – Minimum Indoor Air Quality (ข้อบังคับ)	- คำนวณคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำดังสมการ โดยสุ่มตรวจสอบจากการวัดค่าจริงจำนวน 1 ชั้น - ตรวจสอบแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบระบายอากาศภายใน - ประสานขอข้อมูลจากที่ปรึกษางานระบบอาคาร	l CFM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
EQ2	การควบคุมสภาพแวดล้อมไอเสียจากยาสูบ – Environmental Tobacco Smoke Control (ข้อบังคับ)	- ตรวจสอบระยะจากแบบ As-built อาคาร พื้นที่สูบบุหรี่ตามเกณฑ์ต้องอยู่ห่างจากทางเข้าออกอาคารและหน้าต่างช่องเปิดอาคารทุกทาง อย่างน้อย 7.5 เมตร ถึงแม้ในระยะดังกล่าวจะอยู่นอกแนวเขตที่ดินโครงการ - จะต้องแสดงผังบริเวณแสดงแนวเขตที่ดิน และที่ตั้งโครงการพร้อมระบุพื้นที่สูบบุหรี่ตามที่จัดสรรไว้ภายนอกอาคาร - ตรวจสอบนโยบายและกฎระเบียบอาคารการสูบบุหรี่ภายในอาคารให้มีโทษปรับ โดยจะต้องส่งเอกสารยืนยันถึงนโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคาร และอธิบายถึงวิธีการประชาสัมพันธ์นโยบายงดสูบบุหรี่ภายในอาคารต่อผู้ใช้อาคาร	m document
EQ3	นโยบายการทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning Policy (ข้อบังคับ)	- ตรวจสอบเอกสารแสดงการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาด - รวบรวมแผนการทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพ - ตรวจสอบนโยบายส่งเสริมสุขอนามัย การขนย้ายกักเก็บสารพิษที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงแผนการจัดการหากมีสารพิษรั่วไหล แผนการจัดการอบรมพนักงานทำความสะอาดที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี การจัดการขยะเคมี กำหนดแผนการลดการใช้สารพิษ สารเคมีสำหรับใช้ในการทำความสะอาดอื่นๆ	document
EQ4	ประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร – Indoor Environmental	- สำรวจความพึงพอใจของคุณภาพอากาศจากจำนวนผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด ผ่านระบบออนไลน์ของ Arc Skoru - ตรวจวัดประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อวัด	L/s CFM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
	Quality Performance (20 คะแนน)	ปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร - รายงานผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร อธิบายได้ถึงวิธีการทดสอบ ตรวจวัด เวลาและสถานที่ที่ทำการตรวจวัด ในทำการเน้นสีในแบบแปลนแสดงให้ถึงตำแหน่งในอาคารที่ทำการตรวจวัด - เทียบเคียงกับมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2013	
EQ5	การทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning (1 คะแนน)	- ตรวจสอบบริษัททำความสะอาดที่อาคารซันทาวเวอร์สใช้ในปัจจุบัน ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานตามที่ LEED กำหนด เช่น Green Seal's Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42), International Sanitary Supply Association (ISSA), Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB) หรือการรับรองจากสถาบันท้องถิ่นที่มีมาตรฐาน สามารถตรวจสอบได้	document
EQ6	การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน – Integrated Pest Management (1 คะแนน)	- ตรวจสอบบริษัทกำจัดแมลงและสัตว์รบกวนที่อาคารซันทาวเวอร์สใช้บริการอยู่ในปัจจุบัน ว่าได้ IPM Certified เช่น GreenPro, Green Shield, Ecowise เข้ามาเป็นปรึกษาและดำเนินการกำจัดแมลงในอาคารหรือไม่	document
IN1	นวัตกรรมเพื่อการบริหารจัดการโครงการ IN -	- โครงการต้องมีคณะทำงานที่เป็น LEED-AP (ผู้ที่ผ่านการอบรมและทดสอบความรู้โดย LEED) มาให้การรับรองอาคาร	document

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	เกณฑ์	วิธีเก็บข้อมูล	หน่วย
	Innovation (1 คะแนน)	ด้วย	

7. ลงทะเบียนอาคารในระบบ Arc Skoru และประเมินประสิทธิภาพของอาคารโดยรวม

8. ประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นตามเกณฑ์ LEED ในแต่ละระดับการรับรองวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลแยกตามหมวกแบ่งตามเกณฑ์การประเมินตามข้อบังคับและข้อคะแนนกับอาคารกรณีศึกษา (สามารถดำเนินการได้, อาจดำเนินการได้แต่ต้องพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติม, ไม่สามารถดำเนินการได้)

9. สรุปผล วิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค ผลกระทบ ความเป็นไปได้ วิเคราะห์ประเมินอาคารตามเกณฑ์ LEED และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุง

10. สรุปผลอภิปรายและข้อเสนอแนะ การนำแนวคิดวิธีแก้ปัญหาตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ไปใช้กับอาคารอื่น พร้อมเสนอแผนการพัฒนาและปรับปรุง

3.2 การวิเคราะห์อาคารสำนักงานเก่า

การพัฒนาอาคารสำนักงานเดิมให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 จะต้องมีการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของอาคารสำนักงานโดยรวมก่อน (สวิชญา ดาวประกายมงคล, 2552) เพื่อศึกษาลักษณะร่วมของอาคาร พิจารณาลักษณะร่วมที่ครบและเด่นชัดที่สุดนำมาเป็นอาคารกรณีศึกษาจำนวน 1 อาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.2 อาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2540

NO.	ชื่ออาคาร	ลักษณะเฉพาะของอาคาร							
		เปิดใช้ (พ.ศ.)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ระยะพื้น-ฝ้า (ม.)	จำนวนชั้น	ความสูง (ม.)	เปลือกอาคาร	ระบบปรับอากาศ	ร้านค้า
1	อาคารชาญอิสระ 2	2535	110,000.00	2.60	36	140	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
2	อาคารอาร์เอส ทาวเวอร์	2536	126,165.30	2.60	41	165	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต+อลูมิเนียมคอมโพสิท	Water-Cooled-Package	มี
3	อาคารชินวัตร ทาวเวอร์ 2	2537	100,000.00	2.50	21	110	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	มี
4	อาคารเลครัชดา ออฟฟิศ คอมเพล็กซ์	2536	110,000.00	2.40	38	148	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
5	อาคารวานิช	2537	90,000.00	2.60	42	160	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
6	อาคารทีเอสที ทาวเวอร์	2527	40,000.00	2.50	24	116	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง+อลูมิเนียมคอมโพสิท	Water-Cooled-Package	มี
7	อาคารซันทาวเวอร์ส	2538	122,965.00	2.60	41	150	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
8	อาคารเสริมมิตร ทาวเวอร์	2536	102,000.00	2.60	32	125	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง+อลูมิเนียมคอมโพสิท	Water-Cooled-Water-Chiller+Split	มี
9	อาคารลุมพินี ทาวเวอร์	2535	115,000.00	2.60	37	130	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	ไม่มี
10	อาคารพหลโยธิน เพลส	2536	110,000.00	2.60	42	140	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
11	อาคารไอทีเอฟ ทาวเวอร์	2536	80,000.00	2.50	32	123	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	ไม่มี
12	อาคารสีลม คอมเพล็กซ์	2535	131,826.00	2.60	31	120	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
13	อาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์	2536	90,000.00	2.50	35	140	กระจก Reflective ผนังกรุกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	มี
14	อาคารโอลิมเปียไทย	2536	50,000.00	2.60	23	109	กระจก Reflective + อลูมิเนียมคอมโพสิท	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
15	อาคารคิวเฮาส์ อโศก	2536	56,000.00	2.60	23	112	กระจก Reflective ผนังกระเบื้องโมเสก+อลูมิเนียมคอมโพสิท	Split Type	ไม่มี
16	อาคารชำนาญเพ็ญชาติ	2537	75,000.00	2.60	30	130	กระจก Reflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง	Split Type	มี
17	อาคารเคพีเอ็น ทาวเวอร์	2539	60,000.00	2.70	27	118	กระจก Reflective ผนังทาสี	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
18	อาคารชิโน-ไทย ทาวเวอร์	2529	80,000.00	2.50	30	105	กระจก Reflective ผนังทาสี	Water-Cooled-Package	มี
19	อาคารอับดุลราฮีม	2539	100,000.00	2.80	34	187	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต หลังคาโครงเหล็ก	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
20	อาคารสินสาธร ทาวเวอร์	2536	120,000.00	2.50	43	195	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Water-Chiller	มี
21	อาคารรสาทาวเวอร์	2537	135,254.38	2.60	29	115	กระจก Reflective ผนังกรุหินแกรนิต	**Tower 1** - Water-Cooled-Package **Tower 2** - Water-Cooled-Water-Chiller	มี

(ที่มา : bangkokofficefinder.com, officebangkok.com, irentoffice.com, cbre.com, skyscraperpage.com, officehello.com, baanfinder.com (ออนไลน์ : เข้าถึงเมื่อ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2562)

(ที่มา : จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของอาคารที่เกี่ยวข้อง)

(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 3.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาและสำรวจอาคารสำนักงานเก่า เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา LEED O+M. V.4.1 ตามข้อกำหนดที่ใช้ในการพิจารณาดังนี้

1.) อาคารสำนักงานให้เช่าที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540

2.) อาคารสำนักงานที่เป็นอาคารสูง

ที่มาของข้อกำหนดในการคัดเลือกอาคารกรณีศึกษา เนื่องจากช่วงก่อนก่อนปีพ.ศ.2540 เป็นปีที่ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เติบโตสูง มีการก่อสร้างอาคารสำนักงานในตลาดมาก นิยมก่อสร้างเป็นอาคารสูงเพื่อให้การใช้ประโยชน์ที่ดินคุ้มค่ามากที่สุด ก่อนจะเกิดวิกฤติเศรษฐกิจ ทำให้การก่อสร้างอาคารสำนักงานเริ่มชะลอตัว (มติชนสุดสัปดาห์ ฉบับวันที่ 24 - 30 สิงหาคม 2561) จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2562) อุปกรณ์ต่างๆเริ่มเสื่อมสภาพการใช้งานทำให้มูลค่าการดูแลรักษาเริ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจจะต้องเกิดการปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2561)

จึงได้อาคารสำนักงานเดิมทั้งสิ้นจำนวน 21 อาคาร จะเห็นได้ว่าอาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 จะเลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Package ความสูงของอาคารโดยรวมมากกว่า 100 เมตร และมีร้านค้าหรือร้านอาคารอยู่ภายในตัวอาคาร ดังนั้น จากการพิจารณา เพื่อให้อาคารสำนักงานเดิมที่ใช้ในการศึกษาเป็นตัวแทนของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคสมัยเดียวกัน จึงได้เปรียบเทียบอาคารที่คัดเลือกมาจากจำนวน 21 อาคาร ผู้วิจัยได้คัดเลือกเหลือ 8 อาคาร ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 อาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2540 ที่มีกายภาพใกล้เคียงกันจำนวน 8 อาคาร

NO.	ชื่ออาคาร	ลักษณะเฉพาะของอาคาร							
		เปิดใช้ (พ.ศ.)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ระยะพื้น-ฝ้า (ม.)	จำนวนชั้น	ความสูง (ม.)	เปลือกอาคาร	ระบบปรับอากาศ	ร้านค้า
1	อาคารชาญอิสระ 2	2535	110,000.00	2.60	36	140	กระจกReflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
2	อาคารอาร์เอส ทาวเวอร์	2536	126,165.30	2.60	41	165	กระจกReflective ผนังกรุหินแกรนิต+อลูมิเนียมคอมโพสิท	Water-Cooled-Package	มี
3	อาคารชินวัตร ทาวเวอร์ 2	2537	100,000.00	2.50	21	110	กระจกReflective ผนังปิดผิวกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	มี
4	อาคารเลครัชดา ออฟฟิศ คอมเพล็กซ์	2536	110,000.00	2.40	38	148	กระจกReflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
5	อาคารซันทาวเวอร์ส	2538	122,965.00	2.60	41	150	กระจกReflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
6	อาคารพหลโยธิน เพลส	2536	110,000.00	2.60	42	140	กระจกReflective ผนังกรุหินแกรนิต	Water-Cooled-Package	มี
7	อาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์	2536	90,000.00	2.50	35	140	กระจกReflective ผนังกรุกระเบื้อง	Water-Cooled-Package	มี
8	อาคารซิโน-ไทย ทาวเวอร์	2529	80,000.00	2.50	30	105	กระจก Reflective ผนังทาสี	Water-Cooled-Package	มี

จากตารางที่ 3.3 อาคารที่ถูกคัดเลือกออกจากตารางที่ 3.2 มี 13 อาคารดังต่อไปนี้

1.) อาคารวานิช ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกันหากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

2.) อาคารทีเอสที ทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจากพื้นที่รวมอาคารน้อยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารอื่น (40,000 ตารางเมตร) หากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

3.) อาคารเสริมมิตร ทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจากอาคารได้ใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller และ Split Type เข้ามาประกอบด้วย ซึ่งอาจทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงานคลาดเคลื่อนได้

4.) อาคารลุมพินีทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจากภายในตัวอาคารไม่มีร้านค้าและร้านอาหารจะส่งผลให้เปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

5.) อาคารไอทีเอฟทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจากภายในตัวอาคารไม่มีร้านค้าและร้านอาหารจะส่งผลให้เปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

6.) อาคารสีลมคอมเพลกซ์ ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกันอีกทั้งพื้นที่อาคารส่วนหนึ่งถูกใช้งานเป็นห้างสรรพสินค้า ซึ่งหากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

7.) อาคารโอลิมเปียไทย ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกัน ทั้งยังพื้นที่รวมอาคารน้อย (50,000 ตารางเมตร) หากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

8.) อาคารคิวเฮาส์อโศก ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Split Type ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกัน ทั้งยังพื้นที่รวมอาคารน้อยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารอื่น (56,000 ตารางเมตร) หากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

9.) อาคารชำนาญเพ็ญชาติ ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Split Type ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกันหากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

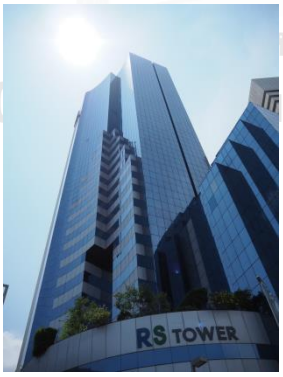
10.) อาคารเคพีเอ็น ทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้ใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกัน ทั้งยังพื้นที่รวมอาคารน้อยมากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารอื่น (60,000 ตารางเมตร) หากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

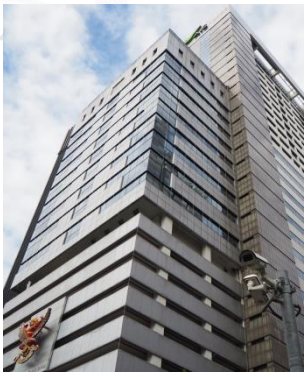
11.) อาคารอับดุลราฮีม เพลส ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้ใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกัน หากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

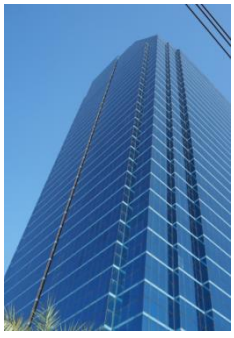
12.) อาคารสินสาทร ทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจาก อาคารได้เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Water-Chiller ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ในยุคเดียวกันอีกทั้งพื้นที่อาคารส่วนหนึ่งถูกใช้งานเป็นห้างสรรพสินค้า ซึ่งหากนำมาวิเคราะห์เป็นอาคารตัวอย่างจะส่งผลให้การเปรียบเทียบด้านประสิทธิภาพกับอาคารอื่นมีความคลาดเคลื่อน

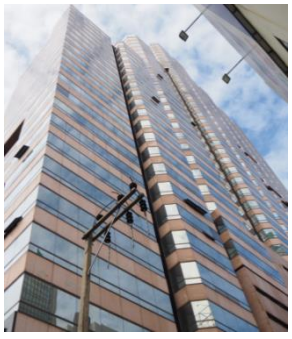
13.) อาคารรสา ทาวเวอร์ ถูกคัดออกเนื่องจากอาคารเคยได้รับการรับรอง LEED EBOM V.3 ในระดับ Gold และอาคารเคยผ่านการปรับปรุงครั้งใหญ่ก่อนได้รับการรับรองมาแล้ว

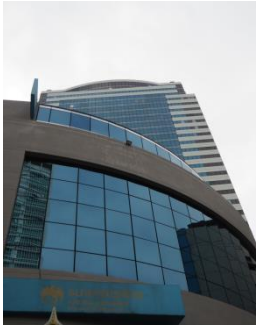
3.2.1 การพิจารณาคัดเลือกอาคารตัวอย่าง











ภาพที่ 3.2 อาคารชาญอิสสระ 2

ภาพที่ 3.3 อาคารอาร์เอสทาวเวอร์

ภาพที่ 3.4 อาคารชินวัตร 2

ภาพที่ 3.5 อาคารซันทาวเวอร์ส

ภาพที่ 3.6 อาคารเลค รัชดา ออฟฟิศคอมเพลกซ์

ภาพที่ 3.7 อาคารพหลโยธินเพลส

ภาพที่ 3.8 อาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์

ภาพที่ 3.9 อาคารซิโน-ไทย ทาวเวอร์

ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย (เรียงจากซ้าย – ขวา)

3.2.2 อาคารตัวอย่างที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงมากที่สุด จำนวน 8 อาคารที่เหลือ

1.) อาคารชาญอิสสระ 2

2.) อาคารอาร์เอส ทาวเวอร์

3.) อาคารชินวัตร ทาวเวอร์ 2

4.) อาคารซันทาวเวอร์ส

5.) อาคารเลค รัชดา ออฟฟิศ คอมเพลกซ์

6.) อาคารพหลโยธิน เพลส

7.) อาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์

8.) อาคารซิโน-ไทย ทาวเวอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.3 สรุปลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกันของทั้ง 8 อาคารที่เหลือ

อาคารสำนักงานที่เปิดใช้งานก่อนปี พ.ศ.2540 ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาจำนวน 8 อาคาร มีลักษณะเด่นร่วมกันคือ เป็นอาคารที่สูงเกิน 100 เมตรขึ้นไป พื้นที่ใช้สอยตั้งแต่ 80,000 ถึง 100,000 ตารางเมตรขึ้นไป จำนวนชั้นอย่างน้อย 20 ชั้น ภายในตัวอาคารจะมีร้านค้าหรือร้านอาหาร เปลือกอาคารเลือกใช้กระจกสะท้อนแสง ผนังอาคารส่วนทึบกรุหินแกรนิต หรือปิดผิวด้วยอลูมิเนียมคอมโพสิต ระบบปรับอากาศเลือกใช้ระบบ Water Cooled Package

3.2.4 เหตุผลการเลือกอาคารตัวอย่างกรณีศึกษา

อาคารซันทาวเวอร์สจึงเป็นตัวแทนของอาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 ในครั้งนี้ เนื่องจาก

1.) เป็นอาคารที่เคยเป็นเจ้าของร่วมกันกับอาคารรสาทาวเวอร์สซึ่งเคยได้รับการรับรอง LEED EBOM จึงสามารถเข้าถึงข้อมูลของทั้งสองอาคารได้

2.) เจ้าของอาคารปัจจุบันคือบริษัท สิงห์ เอสเตท จำกัด(มหาชน) ซึ่งเป็นผู้นำด้านธุรกิจอาคารสำนักงาน มีอาคารสำนักงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ไม่ว่าจะเป็นอาคารสิงห์คอมเพลกซ์ หรือ อาคาร S Oasis (ในปีพ.ศ.2562 อยู่ระหว่างการก่อสร้าง)

3.) เป็นอาคารที่มีข้อมูลรองรับการศึกษาเรื่อง LEED EBOM เนื่องจากได้เคยมีการศึกษามาก่อนแล้ว

4.) เป็นอาคารที่เจ้าของอาคารสามารถอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัยได้

5.) ลักษณะกายภาพโดยรวมมีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของอาคารทั้งหมด เนื่องจากมีพื้นที่อาคารรวมมากพอ (122,965 ตารางเมตร) ความสูงอาคารถึง 150 เมตร ระดับพื้นถึงฝ้า 2.60 เมตร ในระดับเดียวอาคารส่วนใหญ่ (2.50-2.60 เมตร) ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Package วัสดุเปลือกอาคารภายนอกกระจก Reflective พร้อมกรุหินแกรนิต ซึ่งเป็นแบบเดียวกันกับที่อาคารส่วนใหญ่เลือกใช้ รวมถึงมีทั้งร้านค้าร้านอาคารอยู่ภายในตัวอาคาร

3.3 ระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพอาคาร Arc Skoru

Arc Skoru เป็นระบบวิเคราะห์ประสิทธิภาพอาคารเขียว สำหรับอาคารเดิม โดยจัดทำเป็นผลคะแนนการประเมินประสิทธิภาพ ทั้งประสิทธิภาพด้านพลังงาน การใช้น้ำ การจัดการขยะ คุณภาพอากาศภายในอาคาร การคมนาคมเข้าถึงอาคาร ระบบมีรูปแบบการนำเสนอที่ทันสมัย ง่ายต่อการทำความเข้าใจ Arc Skoru ถูกพัฒนาโดยบริษัท Arc Skoru.Inc ร่วมกับ Green Business Certification.Inc และ U.S. Green Building Council (ที่มา : Arc Skoru.com (ออนไลน์))

Arc

Arc excel upload template

Step 1.
Enable macros
Note: This calculator is for use with Excel for Mac 2011 and Excel 2007 or later.

Step 2.
Unit of measurement — SI units
Note: This selection must match the unit of measurement chosen during project registration.

Step 3.
Complete the information below and the Occupancy tab
Note: Read-only fields are based on calculations on the Occupancy tab

Year Built	1995

	Effective at (mm/dd/yyyy)	Values
Gross Floor Area (sq m)		122,965.00
Weekly Operating hours		50
Building occupancy		3,800

ภาพที่ 3.10 เทมเพลตสำหรับอัพโหลดข้อมูลอาคาร
ที่มา : Spreadsheet Arc Skoru Inc.

จากภาพที่ 3.10 ในขั้นตอนแรก (Step 1) ผู้ใช้จะต้องเลือกหน่วยสำหรับใช้ในการตรวจวัดและประเมินผล มีให้เลือกทั้งเป็น IP Unit (Imperial Units) และ SI Unit (International System of Units) เนื่องจากอาคารซันทาวเวอร์สตั้งอยู่ในประเทศไทยที่นิยมใช้งานระบบ SI Unit ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ SI Unit เพื่อที่จะอธิบายข้อมูลได้ชัดเจน

ข้อมูลทั่วไปของอาคาร (Step 2)

Year Built (ปีที่อาคารก่อสร้างแล้วเสร็จ) = ค.ศ. 1995

อาคารซันทาวเวอร์สสร้างแล้วเสร็จพร้อมเปิดใช้งานในปี พ.ศ.2538 (ค.ศ. 1995)

Gross Floor Area (GFA) = พื้นที่ใช้สอยอาคารรวมทุกชั้นสุทธิ 122,965 ตร.ม.

พื้นที่ใช้สอยอาคาร

ส่วนสำนักงาน = 63,154.82 ตร.ม.

ส่วนร้านค้า = 3,529.09 ตร.ม.

ส่วนพื้นที่จอดรถ = 35,290.95 ตร.ม.

ส่วนประชุม สัมมนา จัดเลี้ยง = 1,426.39 ตร.ม.

ส่วนกลาง อื่นๆ = 19,563.75 ตร.ม. (เช่น งานระบบอาคาร Core ลิฟต์ ทางสัญจร เป็นต้น)

Weekly Operating Hours = ชั่วโมงทำการต่อสัปดาห์รวม 50 ชั่วโมง

เวลาดำเนินการของอาคารซันทาวเวอร์ส (8:30 - 18:30 น.) รวม 10 ชั่วโมง

เปิดดำเนินการ 5 วันต่อสัปดาห์

ดังนั้น ชั่วโมงทำการต่อสัปดาห์รวมจึงเท่ากับ 50 ชั่วโมง

Building Occupancy = จำนวนผู้ใช้อาคารรวม 3,800 คน

ตารางที่ 3.4 เทมเพลตสำหรับอัพโหลดข้อมูลการใช้อาคาร

(ที่มา : Spreadsheet Arc Skoru Inc.)

Space Name or Description	Space Usage Type	Gross Floor Area (sq m)	Operating Hours per Week	Regular Building Occupants	Visitors		
					Visitors per Day	Duration of Visit (in hours/day)	Daily Average Visitors
Office	Working Area	63,154.82	50	2,700	300	4.00	168
Retail	Shopping	3,529.09	50	200	1,000	1.00	140
Carpark	Parking	35,290.95	50	50	200	4.00	112
Banquet	Meeting Hall	1,426.39	50	10	200	6.00	168
other	Public	19,563.75	50	240	100	1.00	14
Totals		122,965.00	250	3,200	1,800	16	602

Add Rows | Delete Rows

Gross Floor Area (sq m)	122,965.00
Weighted Operating Hours	50
Weighted Total Building Occupants	3,802

Part-Time Employees	
Number of Part Time Employees	Hours Worked Per Employee

จากตารางที่ 3.4 ระบบ Arc Skoru กำหนดให้ระบุข้อมูลการใช้อาคาร (Occupancy) โดยแยกเป็นแต่ละพื้นที่ใช้สอย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Space name or Description = ระบุพื้นที่ที่มีผู้ใช้อาคาร

Space Usage Type = ระบุการใช้ประโยชน์จากพื้นที่

Gross Floor Area = พื้นที่รวม

Operating Hours per Week = ชั่วโมงทำการต่อสัปดาห์รวม (จำนวนชั่วโมง)

Regular Building Occupant = ระบุจำนวนผู้ใช้งานอาคารประจำ

Visitor per Day = ระบุจำนวนบุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อในแต่ละพื้นที่

Duration of Visit = ระบุจำนวนชั่วโมงที่บุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อในแต่ละพื้นที่

Daily Average Visitors = จำนวนบุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อในแต่ละพื้นที่ต่อ 1 วัน (ระบบคำนวณ)

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้ใช้อาคารประจำทั้งสำนักงาน ร้านค้า และพื้นที่ส่วนกลางอื่นๆ รวมทั้งสิ้น 3,200 คน ผู้ใช้อาคารขาจรเฉลี่ย 602 คน (1,800 คนต่อวัน) รวมผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์ทั้งสิ้นประมาณ 3,802 คน อาคารมีเวลาทำการปกติ (Weight Operating Hours) เฉลี่ยรวมทุกพื้นที่ 50 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลในส่วนนี้ทั้งหมดจะถูกนำไปใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณผลคะแนนประสิทธิภาพของอาคารร่วมกับข้อมูลการใช้น้ำ ไฟ ปริมาณขยะในอาคาร หรือคุณภาพอากาศภาย ในอากาศ

3.4 แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีส่วนที่ต้องวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเดินทางจากที่พักมายังอาคารกรณีศึกษาของกลุ่มตัวอย่างสำหรับเกณฑ์ข้อ LT1 - Transportation Performance (14 คะแนน) และศึกษาความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศรวมถึงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร สำหรับเกณฑ์ข้อ EQ4 - Indoor Environmental Quality Performance (20 คะแนน)

3.4.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างสำหรับแบบสอบถาม

ประชากรที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือผู้ใช้อาคารประจำของอาคารซันทาวเวอร์สจำนวน 3,800 คน

ระบบ Arc Skoru ต้องการกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยประมาณ 8.50% จากจำนวนประชากรผู้ใช้อาคารประจำของอาคารซันทาวเวอร์สจำนวน 3,800 คน จึงจะปรากฏผลคะแนนประสิทธิภาพขึ้นในระบบ ตามสมการดังนี้

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเท่ากับ 3,800 x 0.085 เท่ากับ 323 คน

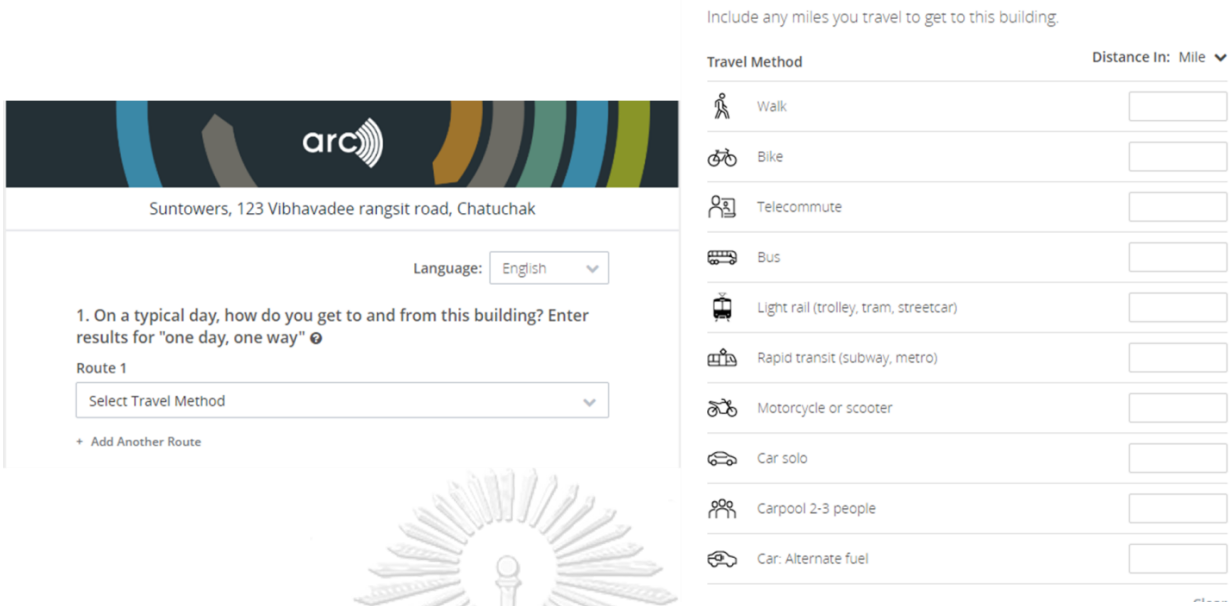
3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล จัดทำผ่านระบบแบบสอบถามออนไลน์ของ Arc Skoru ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่แบบสอบถามวิธีการเดินทางมายังอาคารกรณีศึกษา และแบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา

3.4.2.1 ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลการเดินทางมายังอาคารกรณีศึกษา (แบบสอบถามข้อที่ 1)

เมื่อผู้ตอบแบบสอบถามได้รับลิงก์ (URL Link) เปิดเข้าไปที่ลิงก์จะปรากฏดังภาพที่ 3.11 ให้ผู้ตอบแบบสอบถามคลิกเลือกภาษาในช่อง Language ในที่นี้จะไม่มีภาษาไทย ดังนั้นให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกเป็นภาษาอังกฤษ (English)



ภาพที่ 3.11 แบบสอบถามข้อมูลการเดินทางมายังอาคารกรณีศึกษา

ที่มา : ระบบประเมินประสิทธิภาพ Arc Skoru

คำถามข้อที่ 1 ในวันปกติแล้วคุณเดินทางมายังอาคารอย่างไร

ให้คลิกเลือกวิธีการเดินทาง (Select Travel Method) จะปรากฏวิธีการเดินทางมายังอาคารด้วยยานพาหนะทั้งหมด 10 วิธีการ ดังภาพที่ 3.11 ประกอบด้วย

1. เดินเท้า (Walk)
2. จักรยาน (Bicycle)
3. สื่อสารทางไกล (Telecommute)
4. รถเมล์ (Bus)
5. รถราง (Trolley, Tram, Streetcar)
6. รถไฟฟ้า (Subway, Metro)
7. รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)
8. รถยนต์ส่วนตัว (Car Solo)
9. รถยนต์ โดยสารมากกว่า 1 คน (Carpool)
10. รถยนต์พลังงานทางเลือก (Car Alternative Fuel)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

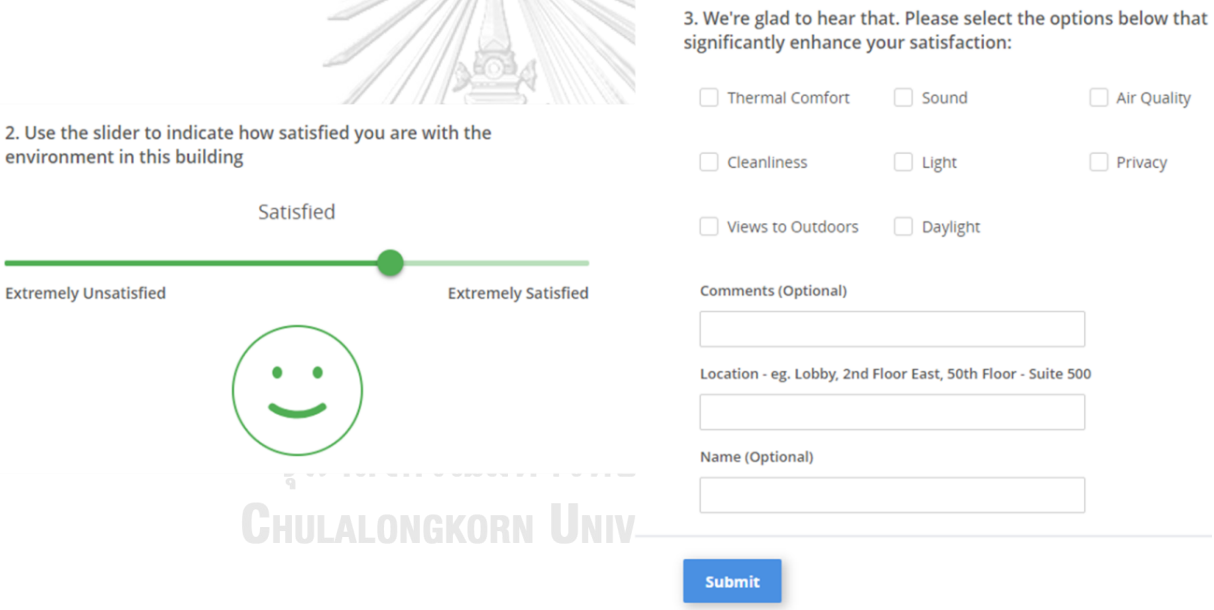
ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกวิธีการที่เดินทางมายังอาคารกรณีศึกษา อย่างน้อย 1 วิธีการ โดยระบุเป็นระยะทางจากที่พักถึงตัวอาคาร สามารถเลือกหน่วยวัดระยะเป็นไมล์ส (Miles) หรือกิโลเมตร (kilometers)

3.4.2.2 ส่วนที่ 2 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารกรณีศึกษา (แบบสอบถามข้อที่ 2 - 3)

คำถามข้อที่ 2 คุณมีความพึงพอใจแค่ไหนต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลื่อนไปทางขวามือหากมีความพึงพอใจในทิศทางบวก ดังรูปภาพที่ 3.12 จะปรากฏคำถามข้อที่ 3 เกี่ยวกับประเด็นที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในทิศทางบวก ประกอบด้วยทั้งสิ้น 8 ข้อ ดังรูปภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ที่มา : ระบบประเมินประสิทธิภาพ Arc Skoru

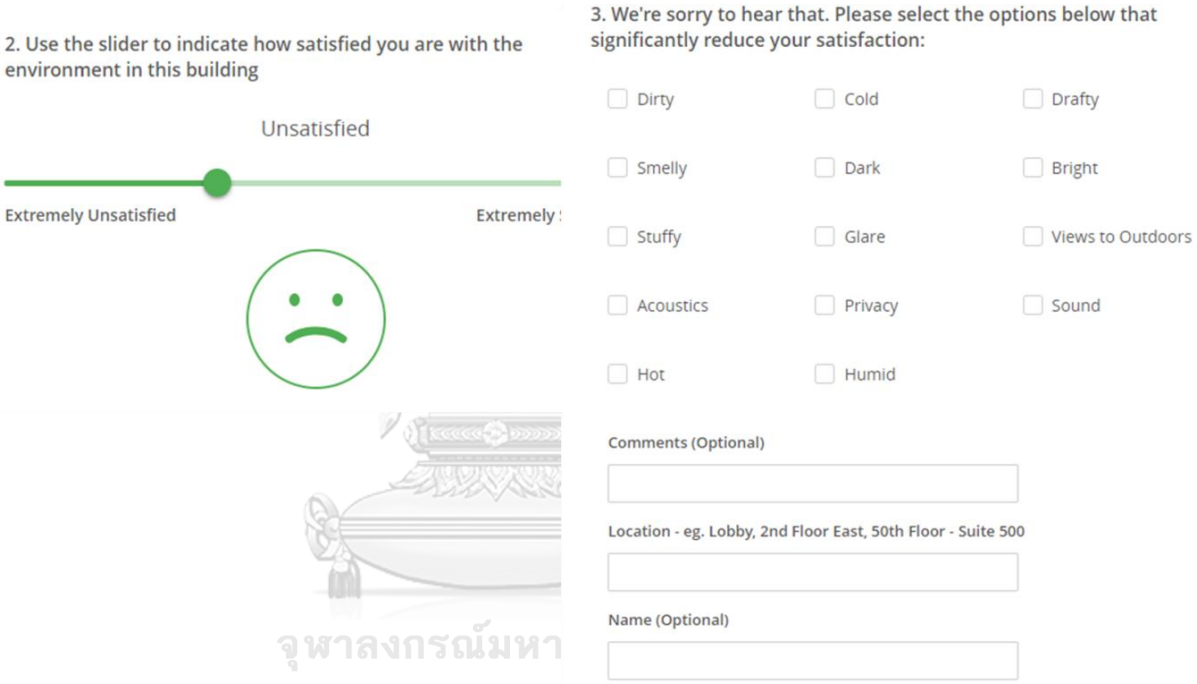
1. สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort)
2. เสียง (Sound)
3. คุณภาพอากาศ (Air Quality)
4. มีความสะอาด (Cleanliness)
5. แสง (Light)
6. มีความเป็นส่วนตัว (Privacy)

7. มุมมองสู่ภายนอกอาคาร (Views to Outdoors)

8. แสงธรรมชาติ (Daylight)

ในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคารน้อย

ให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ หากผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในทิศทางลบ ดังรูปภาพที่ 3.13 จะปรากฏคำถามข้อที่ 3 เกี่ยวกับประเด็นที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในทิศทางลบประกอบด้วยทั้งสิ้น 14 ข้อ ดังรูปภาพที่ 3.13



จุฬาลงกรณ์มหา
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3.13 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ที่มา : ระบบประเมินประสิทธิภาพ Arc Skoru

1. สกปรก (Dirty)

2. หนาว (Cold)

3. มีลมแรง (Drafty)

4. มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Smelly)

5. ค่อนข้างมืด (Dark)

6. สว่างจ้า (Bright)

7. รู้สึกอึดอัด (Stuffy)

8. แสงแยงตา (Glare)

9. มุมมองสู่ภายนอกอาคารที่ไม่ดี (Views to Outdoors)

10. เสียงก้องภายในอาคาร (Acoustics)

11. ไม่มีความเป็นส่วนตัว (Privacy)

12. เสียง (Sound)

13. รู้สึกร้อน (Hot)

14. มีความชื้น (Humid)

ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกประเด็นที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในทิศทางบวกอย่างน้อย 1 ประเด็นโดยคลิกที่ช่องสี่เหลี่ยมด้านหน้าข้อความ เมื่อเลือกเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ตอบแบบสอบถามสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมได้ในช่องแสดงความคิดเห็น (Comments) พร้อมระบุตำแหน่งสถานที่ (Location) และระบุชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม (Name) โดยผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกได้ว่าจะระบุหรือไม่ระบุเพิ่มเติม

เมื่อระบุข้อมูลเพิ่มเติมเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้ผู้ตอบแบบสอบถามยืนยันคำตอบ (Submit) เพื่อส่งแบบสอบถาม

3.4.3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

1. ขอความร่วมมือจากส่วนงานลูกค้าสัมพันธ์ของอาคารกรณีศึกษา เพื่อประสานงานในการเก็บรวมรวมข้อมูลแบบสอบถามกับผู้ใช้อาคารจำนวน 325 คน (เพิ่มให้ผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้นจึงเพิ่มส่วนต่าง 2 คน)

2. การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากส่วนงานลูกค้าสัมพันธ์ส่งข้อมูลแบบสอบถามในรูปแบบ URL Link ผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) ไปยังกลุ่มผู้ใช้อาคาร และในระบบแอพพลิเคชัน Line

3. แบบสอบถามได้รับการตอบกลับจำนวน 325 ชุด คิดเป็น 100% ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้ตั้งไว้จำนวน 325 คน

3.4.4 ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง 16 สิงหาคม ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2562 รวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 1 เดือน 2 สัปดาห์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์คะแนนก่อนการปรับปรุง

คะแนนประสิทธิภาพอาคารซันทาวเวอร์สก่อนการปรับปรุง

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 มีระดับการรับรองทั้งสิ้น 4 ระดับ ประกอบด้วย

1. ระดับ Certified ต้องได้คะแนน 40-49 คะแนน
2. ระดับ Silver ต้องได้คะแนน 50-59 คะแนน
3. ระดับ Gold ต้องได้คะแนน 60-79 คะแนน
4. ระดับ Platinum ต้องได้คะแนน 80-100 คะแนน

ตารางที่ 4.1 LEED O+M V.4.1 Scorecard แสดงผลคะแนนก่อนการปรับปรุง

LOCATION AND TRANSPORTATION		14	MATERIALS AND RESOURCES		9
PQ	Transportation Performance (14 pts)	10	PQ	Purchasing Policy	
SUSTAINABLE SITE		4	PQ	Facility Maintenance and Renovation Policy	
CR	Rainwater Management (1 pt)	0	PQ	Waste Management	6
CR	Heat Island Reduction (1 pt)	0	CR	Purchasing (1 pt)	0
CR	Light Pollution Reduction (1 pt)	0	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY		22
CR	Site Management (1 pt)	0	PQ	Minimum Indoor Air Quality	
WATER EFFICIENCY		15	PQ	Environmental Tobacco Smoke Control	
PQ	Water Performance (15 pts)	15	PQ	Green Cleaning Policy	
ENERGY AND ATMOSPHERE		35	PQ	Indoor Environmental Quality Performance (20 pts)	14
PQ	Energy Best Management Practice		CR	Green Cleaning (1 pt)	1
PQ	Fundamental Refrigerant Management		CR	Integrated Pest Management (1 pt)	0
PQ	Energy Performane	28	INNOVATION		1
CR	Grid Harmonization (1 pt)	0	CR	Innovation (1 pt)	0
CR	Enhanced Refrigerant Management (1 pt)	0	TOTAL (100)		74 Points

จากตารางที่ 4.1 ในที่นี้

สีเขียว = ผ่านสามารถพิจารณาคะแนนได้

สีแดง = ไม่ผ่าน

ผลการประเมินประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงของอาคารซันทาวเวอร์ได้คะแนนรวมทั้งสิ้น 74 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้ระดับการรับรอง Gold

หมวด LT Location & Transportation ได้ 10/14 คะแนน

หมวด SS Sustainable Site ได้ 0/4 คะแนน

หมวด WE Water Efficiency ได้ 15/15 คะแนน

หมวด EA Energy & Atmosphere ได้ 28/35 คะแนน

หมวด MR Material & Resource ได้ 6/9 คะแนน

หมวด EQ Indoor Environmental Quality ได้ 15/22 คะแนน

หมวด IN Innovation ได้ 0/1 คะแนน

จากผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าถึงแม้อาคารเดิมที่ไม่เคยมีการปรับปรุงมาก่อนก็สามารถได้รับระดับการรับรอง LEED O+M V.4.1 ในระดับ Gold ได้ และช่วงระหว่างคะแนนประสิทธิภาพอาคารปัจจุบัน (74 คะแนน) กับระดับ Platinum (อย่างน้อย 80 คะแนน) ห่างเพียง 6 คะแนน ดังนั้น การวิเคราะห์ในส่วนของการปรับปรุงอาคารจึงต้องวิเคราะห์ว่าอาคารจะต้องปรับปรุงอย่างไรให้ผ่านข้อบังคับและปรับปรุงอย่างไรให้ได้ระดับการรับรอง Platinum

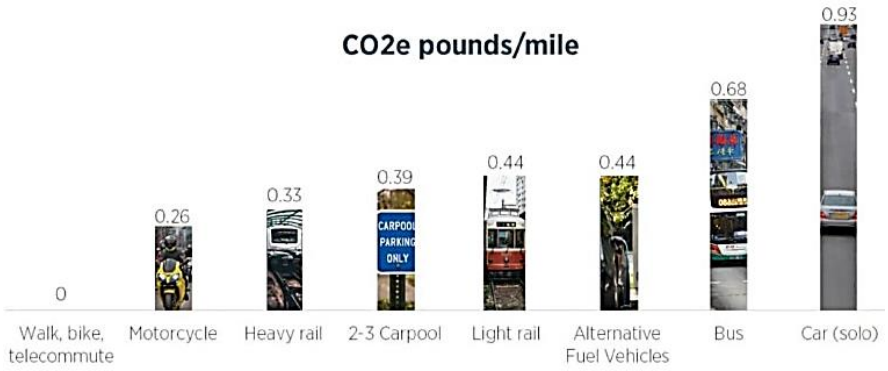
4.2 ผลการวิจัยอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

จากการรวบรวมเอกสารและสอบถามสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องเพื่อประเมินศักยภาพอาคารซันทาวเวอร์สตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ศักยภาพของอาคารและสิ่งที่ต้องปรับปรุงในแต่ละเกณฑ์การประเมินดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

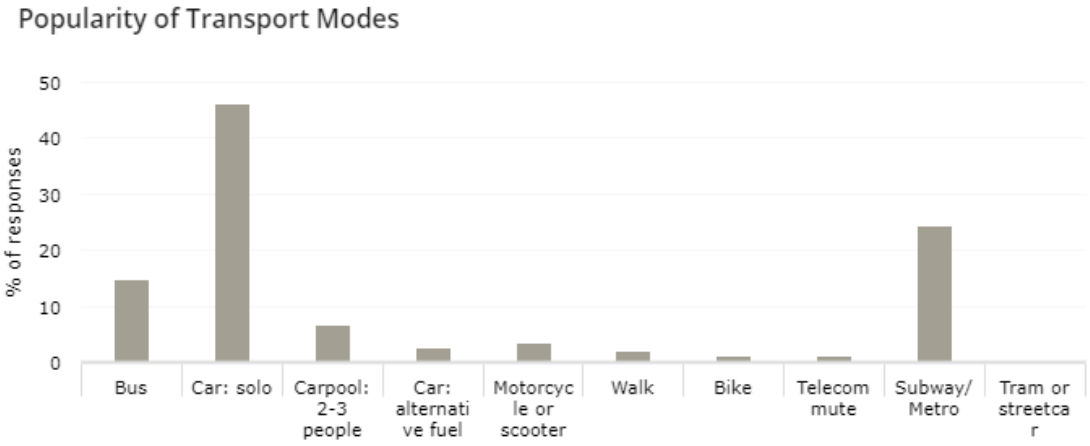
4.2.1 LT1 ประสิทธิภาพการคมนาคม – Transportation Performance (ข้อประสิทธิภาพ 14 คะแนน)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการจากระบบ Google Map และจัดทำแบบสอบถามสำรวจวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด เลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชากรวัยทำงานที่เป็นผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์ส ผ่านการติดต่อจากส่วนงานลูกค้าสัมพันธ์ในการเข้าถึงกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ Cluster Sampling ในกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์สประจำ จำนวน 325 คน รวบรวมสถิติผู้มาติดต่ออาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์คำนวณค่า CO_2e ตามสมการ (อ้างอิงจากระยะการเดินทางต่อเที่ยว และวิธีการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง) ทั้งนี้ อาคารซันทาวเวอร์สตั้งอยู่บริเวณห้าแยกลาดพร้าว ห่างจากสถานีรถไฟฟ้า BTS และ MRT ประมาณ 800 เมตร



แผนภูมิที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานพาหนะแต่ละชนิด

(ที่มา : USGBC)



แผนภูมิที่ 4.2 สัดส่วนการใช้ยานพหานะในการเดินทางมายังอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : Arc Skoru : Suntowers)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อาคารซันทาวเวอร์สมีการคมนาคมขนส่งที่สะดวก ทั้งรถประจำทาง รถตู้ มอเตอร์ไซค์รับจ้าง รถรับส่งพนักงาน อาคารซันทาวเวอร์สจึงเป็นทำเลที่มีศักยภาพด้านการคมนาคม แต่จากการสำรวจการเดินทางมาที่อาคารซันทาวเวอร์สของผู้ใช้อาคารประจำดังแสดงในแผนภูมิที่ 4.2 พบว่ามีการใช้รถยนต์ส่วนตัวเดินทางมาทำงานเป็นจำนวนมาก

การวิเคราะห์

จากผลการประเมินพบว่าได้ 10 จาก 14 คะแนนซึ่งถือว่าพอใช้ แต่หากจะให้ดียิ่งขึ้น อาคารต้องหาวิธีให้ผู้ใช้อาคารลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทางมาอาคารให้มากที่สุด อาจจะจัดสรร

รถรับส่งสวัสดิการผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์สไปกลับรถไฟฟ้า BTS-MRT คาดว่าในอนาคตเมื่อระบบขนส่งมวลชนทั่วถึงแล้วจะสามารถลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวของผู้ใช้อาคารได้

สรุปผล คะแนนที่ได้ 10/14 คะแนน

4.2.2 SS1 Rainwater Management - การจัดการน้ำฝน (1 คะแนน)

LEED กำหนดให้อาคารต้องมีนโยบายการนำน้ำฝนไปใช้งานต่อ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการกักเก็บหรือนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้จัดการอาคารและที่ปรึกษางานระบบอาคารเกี่ยวกับแผนงานและการดำเนินการจัดการน้ำฝน รวบรวมข้อมูลเอกสารการตรวจสอบและรายงานประจำปีจากฝ่ายบริหารอาคาร พบว่าอาคารซันทาวเวอร์สยังไม่มีนโยบายการจัดการน้ำฝน ยังไม่มีการนำน้ำฝนมาใช้ประโยชน์ การปรับปรุงเพื่อให้มีพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำฝน สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์พื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ ของอาคาร เนื่องจากการนำน้ำฝนไปใช้ประโยชน์ควรนำไปใช้เพื่อรดน้ำต้นไม้ หรือทำความสะอาดรอบบริเวณภายนอกอาคาร (น้ำฝนอาจมีตะกอนหรือสิ่งปฏิกูล จึงไม่สามารถนำมาทำความสะอาดเพื่อใช้ภายในอาคารได้)

อาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ 566 ตารางเมตร

ปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการรดน้ำต้นไม้เท่ากับตารางเมตรละ 5 ลิตร ต่อ 1 วัน (ที่มา : greendiscovery.com (ออนไลน์))

ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บต่อ 1 วันเท่ากับ 566 x 5 = 2,830 ลิตร

ดังนั้น อาคารซันทาวเวอร์สต้องการถังเก็บน้ำขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 3 ถังในการกักเก็บน้ำฝน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในการปรับปรุงจะต้องเชื่อมต่อท่อน้ำฝนเข้าสู่ถังเก็บน้ำฝน เพื่อนำน้ำฝนที่กักเก็บไปใช้ จึงต้องมีการขุดเปิดช่องท่อเพื่อหาตำแหน่งเชื่อมต่อท่อน้ำฝนไปยังถังเก็บน้ำฝน จากนั้นจึงทำการตัดต่อท่อน้ำฝนเข้าสู่ถังกักเก็บน้ำฝน

ท่อน้ำฝน (Rain Line) PVC ของอาคารซันทาวเวอร์สมีขนาด 4 นิ้ว (100 mm)

ดังนั้นในการปรับปรุงจะต้อง

ใช้ท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว (100 mm) ความยาวมาตรฐาน 6 เมตร จำนวน 10 ท่อน

ใช้ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว (50 mm) ความยาวมาตรฐาน 6 เมตร จำนวน 5 ท่อน

ใช้ท่อ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว (12.50 mm) ความยาวมาตรฐาน 6 เมตร จำนวน 5 ท่อน

พร้อมข้องอ และข้อต่อและติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำซึ่งจะช่วยให้การนำน้ำฝนที่กักเก็บไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ตารางที่ 4.2 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน

(ที่มา : หลักเกณฑ์ราคากลางงานบัญชีค่าแรงงานและดำเนินการสำหรับการถอดแบบคำนวณราคางานก่อสร้าง ตุลาคม 2560)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ต่อหน่วย (บาท)		รวม (บาท)		ราคารวม
				ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	บาท
A	งานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน							70,310
B	กำไร 10 %							7,031
	ค่าเตรียมการ 5%							3,516
	ค่าดำเนินการ 5%							3,516
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%							4,922
C	รวม							89,294
								89,294
A	งานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน							
1	**งานรื้อถอน**							
1.1	งานขุดลอกท่อเพื่อเตียมการติดตั้ง	2	เหมา		2,500		5,000	5,000
1.2	งานตัดต่อท่อ RL เดิม เชื่อมไปยังถังเก็บน้ำ	1	เหมา		10,000		10,000	10,000
1.3	งานขนส่งท่อออกไปทิ้งภายนอกโครงการ	4	เหมา		800		3,200	3,200
1.4	งานขนส่งวัสดุจากการก่อสร้างออกไปทิ้งภายนอกโครงการ	4	เหมา		800		3,200	3,200
2	**งานติดตั้งท่อ**							
2.1	งานติดตั้งท่อ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว (ความยาวมาตรฐานท่อนละ 6 เมตร)	5	ท่อน	50	120	250	600	850
2.2	งานติดตั้งท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว (ความยาวมาตรฐานท่อนละ 6 เมตร)	5	ท่อน	180	120	900	600	1,500
2.3	งานติดตั้งท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว (ความยาวมาตรฐานท่อนละ 6 เมตร)	10	ท่อน	450	120	4,500	1,200	5,700
3	**งานถังเก็บน้ำ**							
3.1	งานขนส่งติดตั้งถังเก็บน้ำ Polymer ขนาด 1000 ลิตร	3	ถัง	10,000	120	30,000	360	30,360
4	**งานระบบไฟฟ้า**							
4.1	เครื่องปั๊มน้ำ	1	เครื่อง	10,000	-	10,000		10,000
4.2	งานต่อท่อเครื่องปั๊มน้ำ	1	เหมา		500	-	500	500
	รวมรายการงานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน							70,310

งบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 89,294 บาท ดังตารางที่ 4.2

คิดเป็น

งานปรับปรุงระบบกักเก็บน้ำฝน 70,310 บาท

กำไร 10% เท่ากับ 7,031 บาท

ค่าเตรียมการ 5% เท่ากับ 3,516 บาท

ค่าดำเนินการ 5% เท่ากับ 3,516 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เท่ากับ 4,922 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รวมเป็นงบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 89,294 บาท

คิดเป็นราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 89,294 บาท ÷ พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 566 ตารางเมตร

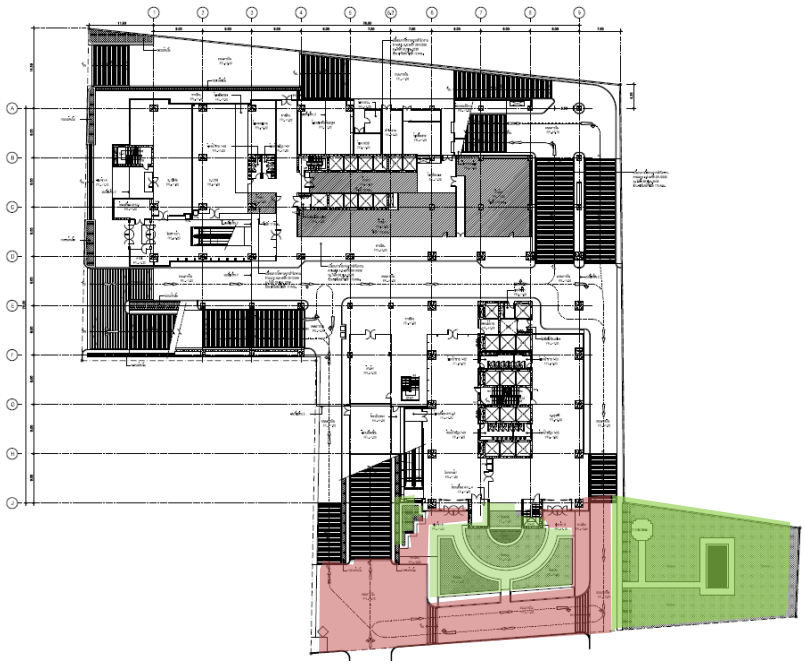
ดังนั้น ราคาค่าปรับปรุงต่อตารางเมตรเท่ากับ 157.76 บาทต่อตารางเมตร

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

4.2.3 SS2 Heat Island Reduction - การลดสภาวะเกาะความร้อน (1 คะแนน)

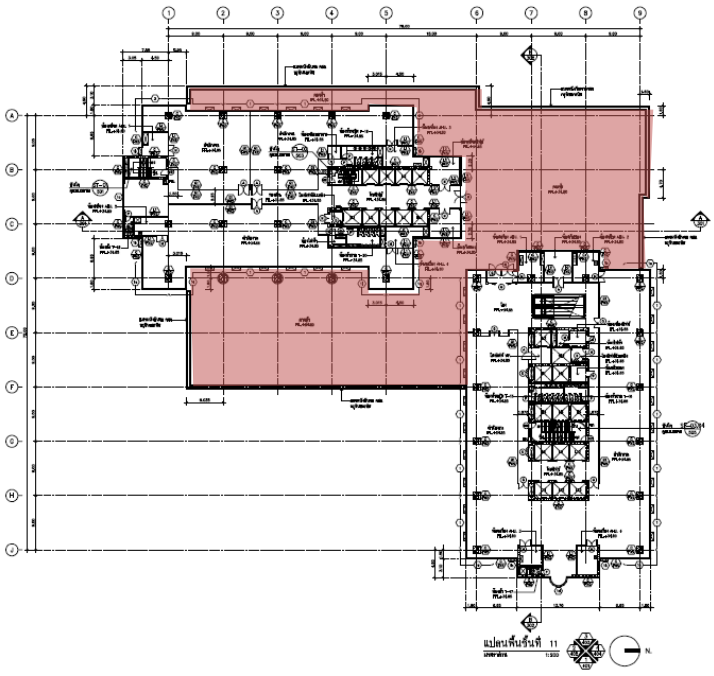
LEED กำหนดให้แสดงพื้นที่เปลือกอาคาร และพื้นที่สีเขียวของอาคาร นำมาคำนวณตามสมการที่ LEED กำหนดไว้ให้ ผู้วิจัยตรวจสอบวัดระยะพื้นที่อาคารจากแบบ As-Built สำรวจพื้นที่จริง และสัมภาษณ์ผู้จัดการอาคารถึงแผนงานนโยบายในการพัฒนาพื้นที่เพื่อลดสภาวะเกาะความร้อน อาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่สีเขียวอยู่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับพื้นที่ดินโครงการ พื้นที่โครงการโดยมากยังเป็นพื้นคอนกรีตซึ่งสะสมความร้อน อาคารควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวหรือทาสีอ่อนที่สะท้อนรังสีอาทิตย์ได้ดี ดังรูปภาพที่ 4.1 แสดงแบบแปลนอาคารชั้น G. ซึ่งเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีทั้งหมดภายในอาคารซันทาวเวอร์ส มีอยู่เพียง 566 ตารางเมตร เมื่อเทียบกับพื้นที่ดินทั้งหมด 9,009.03 ตารางเมตรจะคิดเป็น 6.28% เท่านั้น



ภาพที่ 4.1 พื้นที่ทางเดินและพื้นที่ที่ไม่ใช่ส่วนหลังคาอาคารชั้น G

(ที่มา : จากแบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)

จากภาพที่ 4.1 ชั้น G. พื้นที่ทางเดินเท่ากับ 601 ตารางเมตร พื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่หลังคาเท่ากับ 566 ตารางเมตร

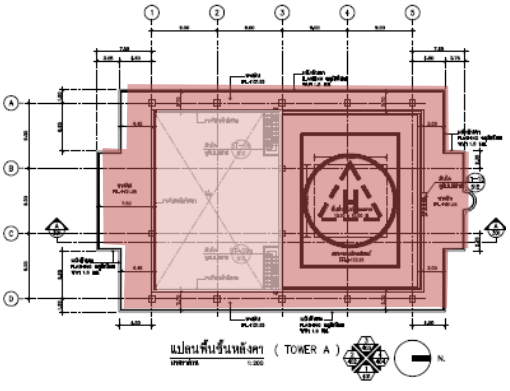


ภาพที่ 4.2 พื้นที่ส่วนหลังคาอาคารชั้น 11 (Transfer Floor.)

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

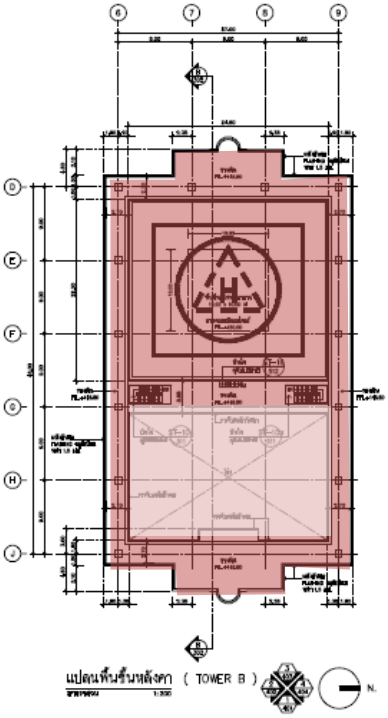
จากภาพที่ 4.2 พื้นที่ส่วนหลังคาอาคารเท่ากับ 1843 ตารางเมตร



ภาพที่ 4.3 พื้นที่ส่วนชั้นหลังคาอาคาร A

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)

จากภาพที่ 4.3 พื้นที่ส่วนหลังคาอาคารเท่ากับ 983 ตารางเมตร พื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่หลังคาเท่ากับ 440 ตารางเมตร



ภาพที่ 4.4 พื้นที่ส่วนชั้นหลังคาอาคาร B

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.4 พื้นที่ส่วนหลังคาอาคารเท่ากับ 1,112 ตารางเมตร พื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่หลังคาเท่ากับ 378 ตารางเมตร

ดังนั้น

พื้นที่รวมส่วนที่ไม่ใช่หลังคาเท่ากับ 1,384 ตารางเมตร

พื้นที่ทางเดินบนพื้นที่ดินรวมเท่ากับ 601 ตารางเมตร

พื้นที่หลังคารวมเท่ากับ 3,938 ตารางเมตร

จากสมการ

พื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่หลังคา/0.50 + พื้นที่หลังคาสะท้อนความร้อนสูง/0.75 + พื้นที่เพาะปลูกบนหลังคา/0.50 ≥ พื้นที่ทางเดินบนพื้นที่ดิน + พื้นที่รวมของหลังคา

นำมาแทนค่าตามสมการจะได้

1,384 + 0 + 0 ≥ 601 + 3,938

เท่ากับ 1,384 ≥ 4,539

จากการแทนค่าตามสมการพบว่าพื้นที่สะท้อนรังสีความร้อนน้อยกว่าพื้นที่สะสมความร้อนอยู่ที่ 3,155 ตารางเมตร ดังนั้นจึงไม่ผ่านเกณฑ์

เมื่อหากนำพื้นที่หลังคา พื้นที่สีเขียว พื้นที่ภายนอกมาคำนวณรวมกันทั้งหมดแล้ว ยังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากพื้นที่ที่มีส่วนช่วยลดสภาวะเกาะความร้อนยังไม่เพียงพอ ยังน้อยกว่าพื้นที่ที่อมความร้อนบนตัวอาคาร อาคารควรทาสีหลังคารวมไปถึงให้เป็นขาวทั้งหมดก็จะผ่านเกณฑ์

การปรับปรุงอาคารเพื่อลดสภาวะเกาะความร้อนสามารถปรับปรุงได้โดยวิเคราะห์พื้นที่ผิวอาคารที่เป็นพื้นที่สะสมความร้อน (เช่น หลังคากระเบื้อง หลังคาคอนกรีต) เพื่อนำมาคำนวณพื้นที่ที่ต้องทาสีอ่อนสะท้อนความร้อน โดยในการปรับปรุงนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้สีขาว ซึ่งเป็นสีอ่อนที่มีค่าสะท้อนความร้อนสูงสุด (SRI Index = 93 (ที่มา : berridge.com (ออนไลน์))

อาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่สะสมความร้อนทั้งสิ้น 4,539 ตารางเมตร

นำพื้นที่ตารางเมตร คูณด้วยจำนวนเที่ยว(รอบ) ของการทาสี (ควรทาสีอย่างน้อย 2 เที่ยว)

4,539 ตารางเมตร x 2 รอบ = 9,078 ตารางเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปริมาณสีขนาด 1 แกลลอน สามารถใช้ทาสีได้พื้นที่ 9 ตารางเมตร / เที่ยว / ลิตร (ที่มา : dulux.co.th (ออนไลน์))

9,078 ตารางเมตร / 9 = 1,009 ลิตร

แปลงหน่วยจากลิตรเป็นแกลลอนโดยสี 1 แกลลอน มีปริมาณเท่ากับ 3.785 ลิตร

1,009 / 3.785 = 266.58 แกลลอน

ดังนั้น ปริมาณสีที่ต้องใช้คือ 266.58 แกลลอน

ตารางที่ 4.3 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสภาวะเกาะความร้อน
(ที่มา : หลักเกณฑ์ราคากลางงานบัญชีค่าแรงงานและดำเนินการสำหรับการถอดแบบคำนวณราคางานก่อสร้าง ตุลาคม 2560)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ต่อหน่วย (บาท)		รวม (บาท)		ราคารวม
				ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	บาท
A	งานปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสภาวะเกาะความร้อน							643,660
B	กำไร 10 %							64,366
	ค่าเตรียมการ 5%							32,183
	ค่าดำเนินการ 5%							32,183
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%							45,056
C	รวม							817,448
								817,448

A	งานปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสภาวะเกาะความร้อน							
1	**งานรื้อถอน**							
1.1	งานทำความสะอาดปรับแต่งผิวกระเบื้องและหลังคาเพื่อเตรียมการทาสี	2	เหมา		2,500		5,000	5,000
1.2	งานขนส่งวัสดุจากการก่อสร้างออกไปทิ้งภายนอกโครงการ	4	เหมา		800		3,200	3,200
2	**งานทาสี**							
2.1	งานทาสีอคริลิคสีขาว	4539	ตร.ม.	70	70	317,730	317,730	635,460
	รวมรายการงานปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสภาวะเกาะความร้อน							643,660

งบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 817,448 บาท ดังตารางที่ 4.3
คิดเป็น

งานปรับปรุงทาสีเพื่อลดผลกระทบจากสภาวะเกาะความร้อน 643,660 บาท
กำไร 10% เท่ากับ 64,366 บาท
ค่าเตรียมการ 5% เท่ากับ 32,183 บาท
ค่าดำเนินการ 5% เท่ากับ 32,183 บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เท่ากับ 45,056 บาท

รวมเป็นงบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 817,448 บาท

คิดเป็นราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 817,448 บาท ÷ พื้นที่สะสมความร้อน 4,539 ตารางเมตร
ดังนั้น ราคาค่าปรับปรุงต่อตารางเมตรเท่ากับ 180.09 บาทต่อตารางเมตร

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.4 SS3 Light Pollution Reduction - การลดมลภาวะทางแสง (1 คะแนน)

LEED กำหนดให้แสงสว่างภายนอกอาคารต้องไม่ใช้หลอดไฟเปลือยที่มีความสว่างเกิน 2,500 ลูเมนแบบไม่มีโคมครอบกันแสงจ้า การปรับปรุงสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนไปใช้ไฟเสารุ่นที่มีโคมครอบกันแสงจ้า ผู้วิจัยได้เลือกใช้ไฟเสาส่องสว่างภายนอกอาคารที่ออกแบบให้มีโคมครอบกันแสงจ้าเพื่อป้องกันแสงบาดตาที่มีค่าความสว่าง 1,104 ลูเมน

ตารางที่ 4.4 การแยกปริมาณวัสดุงานปรับปรุงเพื่อลดมลภาวะทางแสง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ต่อหน่วย (บาท)		รวม (บาท)		ราคารวม
				ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	บาท
A	งานปรับปรุงเพื่อลดแสงบาดตา							429,440
B	กำไร 10 %							42,944
	ค่าเตรียมการ 5%							21,472
	ค่าดำเนินการ 5%							21,472
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%							30,061
C	รวม							545,389
								545,389

A	งานปรับปรุงเพื่อลดแสงบาดตา							
1	**งานรื้อถอน**							
1.1	งานรื้อถอนเสาไฟเดิม	32	โคม		1,000		32,000	32,000
1.2	งานขนส่งวัสดุจากการก่อสร้างออกไปทิ้งภายนอกโครงการ	4	เหมา		800		3,200	3,200
2	**งานติดตั้งโคมเสาไฟ**							
2.1	งานติดตั้งโคมเสาไฟแสงสว่าง 1,104 ลูเมน	32	โคม	12,000	320	384,000	10,240	394,240
	รวมรายการงานปรับปรุงเพื่อลดแสงบาดตา							429,440

งบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 545,389 บาท ดังตารางที่ 4.4

คิดเป็น

งานปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ส่องสว่างเพื่อลดแสงบาดตา 429,440 บาท

กำไร 10% เท่ากับ 42,944 บาท

ค่าเตรียมการ 5% เท่ากับ 21,472 บาท

ค่าดำเนินการ 5% เท่ากับ 21,472 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เท่ากับ 30,061 บาท

รวมเป็นงบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 545,389 บาท

คิดเป็นราคาต่อโคมเท่ากับ 545,389 บาท ÷ 32 โคม

ดังนั้น ราคาค่าปรับปรุงต่อโคมเท่ากับ 17,073.40 บาทต่อดวงโคม

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

4.2.5 SS4 Site Management - การจัดการที่ตั้งโครงการ (1 คะแนน)

LEED กำหนดให้อาคารต้องรวบรวมแผนการจัดการดูแลที่ดิน การรักษาคุณภาพดิน การดูแลต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในโครงการ การจัดการการรดน้ำต้นไม้ ดังนี้

1.เฝ้าระวังและกำจัดการรุกรานของศัตรูพืช

2.การดูแลรักษาและฟื้นฟูพืชที่ปกคลุมดินและสภาพหน้าดินให้อยู่ในสภาพดีอยู่อย่างสม่ำเสมอ

3.ลดมลพิษทางเสียงและทางอากาศอันเกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิง

4.พืชพรรณที่ถูกตัดและนำมาทิ้งต้องถูกนำกลับมาใช้เป็นปุ๋ยหมักทั้งหมด 100%

5.ลดการใช้ปุ๋ยเคมี หากจะใช้ต้องมีการทดสอบคุณภาพดินก่อน ลดการใช้ยาฆ่าพืช ยาฆ่าแมลง และสารกำจัดเชื้อรา ให้ใช้ได้เมื่อตอนเกิดเหตุจริงเท่านั้น

6.ให้มีการจัดการเรื่องแมลงรบกวนโดยไม่ใช้ยาฆ่าแมลง

7.ให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์บนหน้าดินและพื้นที่ปลูกพืชพรรณ

8.ให้มีระบบการรดน้ำแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น ระบบปิดการทำงานเมื่อมีฝนตก เซนเซอร์ควบคุมความชื้น และเซนเซอร์สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

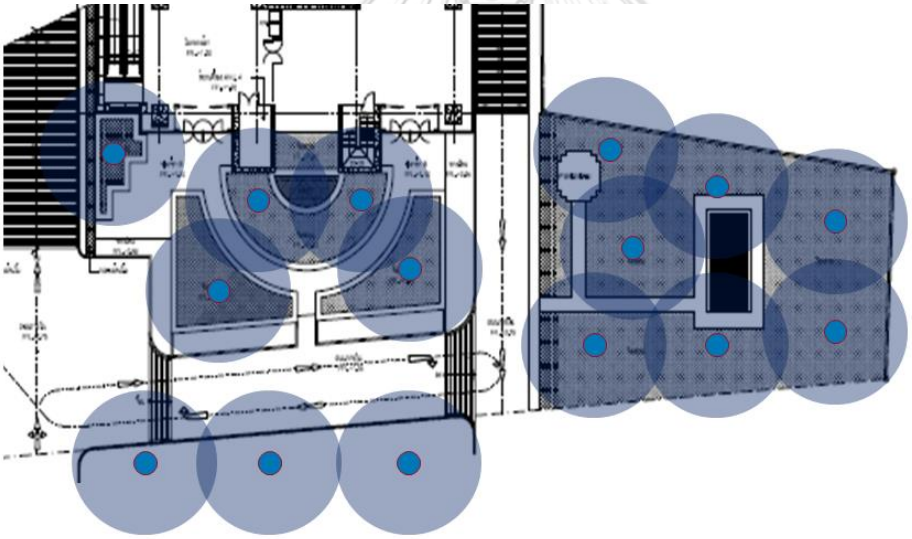
9.เฝ้าระวังเรื่องระบบการรดน้ำต้นไม้อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อตรวจสอบมาตรฐานการดำเนินการ การรั่วหรือการแตกหักของท่อส่งน้ำ รวมถึงให้มีการควบคุมระยะเวลาและปริมาณการใช้น้ำด้วยเช่นกัน

10.การจัดเก็บอุปกรณ์ ให้จัดเก็บในพื้นที่มิดชิดป้องกันการปนเปื้อนจากพื้นที่และสภาพอากาศโดยรอบ

จากการสัมภาษณ์ฝ่ายบริหารอาคารพบว่าอาคารได้ทำการจัดจ้างบริษัทจากภายนอก เพื่อมาดูแลงานภูมิสถาปัตยกรรมโดยรอบอาคารดังภาพที่ 4.5 การรดน้ำใช้ระบบรดน้ำต้นไม้สปริงเกอร์และใช้คนรดในบริเวณที่ระบบสปริงเกอร์ไม่ทั่วถึงเป็นเวลา 3 เวลาต่อวัน (8:00, 13:00, 18:00 น.) การ

ดูแลต้นไม้มีการตัดแต่งต้นไม้ให้อยู่ในสภาพทีดี ตอนกิ่ง กำจัดวัชพืชทุกสองเดือน การรักษาคุณภาพดินทำโดยการเติมปุ๋ยหมักและพรวนดินทุกเดือน การจัดการพื้นที่โดยภาพรอบนอกเหนือจากงานภูมิสถาปัตยกรรมทำโดยการกวาดทำความสะอาดแห้ง 3 เวลาต่อวัน (8:00, 13:00, 18:00 น.) ทำความสะอาดเปียก 2 เวลาต่อวัน (8:00 และ 18:00 น.)

ปัจจุบันอาคารได้มีการจัดจ้างบริษัทภายนอกเพื่อเข้ามาดูแลงานภูมิสถาปัตยกรรมโดยรอบอาคาร แต่ยังคงทำได้ไม่ครบตามข้อกำหนดมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 ทั้งเรื่องของการจัดการพืชและงานระบบรดน้ำโดยรวมทั้งหมด การไม่มีการนำเศษใบไม้กลับมาเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ มาตรการที่ชัดเจนเรื่องการลดการใช้สารพิษกำจัดศัตรูพืช รวมไปถึงระบบรดน้ำอัตโนมัติของอาคาร ดังนั้นอาคารจึงต้องจัดจ้างบริษัทที่เข้ามาดูแลงานภูมิสถาปัตยกรรมโครงการที่ได้มาตรฐาน และปรับปรุงระบบรดน้ำต้นไม้ให้สามารถตั้งเวลารดน้ำได้ ควบคุมพื้นที่รดน้ำได้ ปรับระดับความแรงและรัศมีการกระจายของน้ำได้



ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ 15 จุด (รัศมีรดน้ำต้นไม้ 5 เมตร)

ตารางที่ 4.5 การแยกปริมาณวัสดุงานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

(ที่มา : หลักเกณฑ์ราคากลางงานบัญชีค่าแรงงานและดำเนินการสำหรับการถอดแบบคำนวณราคางานก่อสร้าง ตุลาคม 2560)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ต่อหน่วย (บาท)		รวม (บาท)		ราคารวม
				ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	ค่าวัสดุ	ค่าแรงงาน	บาท
A	งานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ							20,750
B	กำไร 10 %							2,075
	ค่าเตรียมการ 5%							1,038
	ค่าดำเนินการ 5%							1,038
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%							1,453
C	รวม							26,353
								26,353
A	งานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ							
1	**งานรื้อถอน**							
1.1	งานเตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งท่อ	4	เหมา		800		3,200	3,200
1.2	งานขนส่งวัสดุจากการก่อสร้างออกไปทิ้งภายนอกโครงการ	2	เหมา		800		1,600	1,600
2	**งานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ**							
2.1	เครื่องตั้งเวลารดน้ำต้นไม้ LCD Garden Timer อัตโนมัติ + sprinkler	15	ตัว	900	50	13,500	750	14,250
2.2	งานติดตั้งท่อส่งน้ำ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว (ความยาวมาตรฐานท่อนละ 6 เมตร)	10	ท่อน	50	120	500	1,200	1,700
	รวมรายการงานติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ							20,750

งบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 26,353 บาท ดังตารางที่ 4.5

คิดเป็น

งานปรับปรุงติดตั้งระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติรวมงานเตรียมพื้นที่ 20,750 บาท

กำไร 10% เท่ากับ 2,075 บาท

ค่าเตรียมการ 5% เท่ากับ 1,038 บาท

ค่าดำเนินการ 5% เท่ากับ 1,038 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% เท่ากับ 1,453 บาท

รวมเป็นงบประมาณในการปรับปรุงทั้งสิ้น 26,353 บาท

คิดเป็นราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 26,353 บาท ÷ พื้นที่น้ำซึมผ่านได้ 566 ตารางเมตร

ดังนั้น ราคาค่าปรับปรุงต่อตารางเมตรเท่ากับ 40.56 บาทต่อตารางเมตร

ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลรักษาสวนทั่วไปเฉลี่ยสุทธิประมาณ 800 บาท ต่อตารางเมตรต่อปี (ที่มา : รายละเอียดและเงื่อนไข (Term of Reference : TOR) จ้างเหมาบำรุงรักษาสวนของส่วนงานราชการ, MaxFuture co.,ltd.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อาคารซันทาวเวอร์ส มีพื้นที่สวน 566 ตารางเมตร

จะได้ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลรักษาสวนเท่ากับ 800 x 566 = 452,800 บาทต่อปี

รวมการปรับปรุง SS4 Site Management - การจัดการที่ตั้งโครงการเท่ากับ 452,800 + 26,993 = 479,793 บาท

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารอาคารที่ได้รับการรับรอง LEED EBOM จำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคารตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย อาคารเอไอเอ แคปปิตอล เซนเตอร์ พบว่าการดำเนินงานจัดจ้างสำหรับอาคารที่ได้รับรอง LEED จะไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษเพิ่มเติม

ดังนั้น ในการจัดจ้างบริษัทรับบริการดูแลรักษาสวนที่ได้มาตรฐานสำหรับอาคารเขียวจะอยู่ที่ประมาณ 452,800 บาทต่อปี คิดเป็น 800 บาท/ตร.ม.

คิดเป็นราคาต่อตารางเมตรทั้งหมดเท่ากับ Softcost 800 + Hardcost 40.56 บาทต่อตารางเมตร

ดังนั้น ราคาค่าปรับปรุงต่อตารางเมตรเท่ากับ 840.56 บาทต่อตารางเมตร

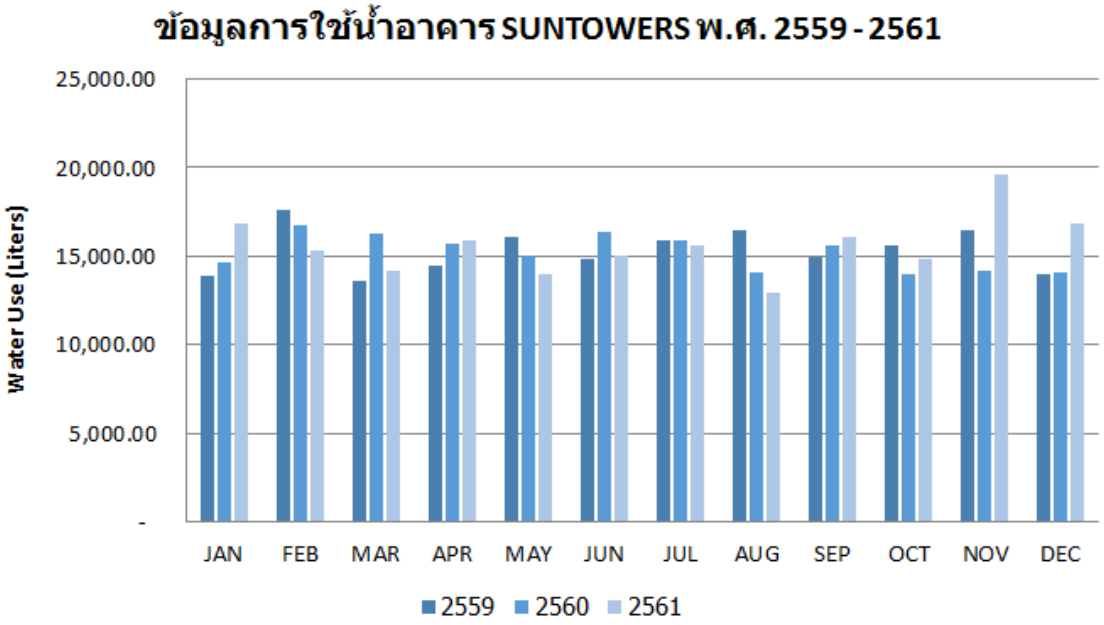
สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

4.2.6 WE1 ประสิทธิภาพการใช้น้ำ – Water Performance (ข้อประสิทธิภาพ 15 คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

LEED กำหนดให้อาคารต้องรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำตลอดทั้งปี ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ รวบรวมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จากแบบ As-Built และรวบรวมจำนวนผู้ใช้อาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์และช่วงเวลาที่ใช้งานจากฝ่ายบริหารอาคารประสิทธิภาพการใช้น้ำของอาคารซันทาวเวอร์สจากการสำรวจมิเตอร์ตลอดทั้งปีได้รวบรวมข้อมูลมาแนวโน้มการลดการใช้ทรัพยากรน้ำเป็นไปดังแผนภูมิที่ 4.3



แผนภูมิที่ 4.3 ข้อมูลการใช้น้ำย้อนหลัง 3 ปี อาคารซันทาวเวอร์ส (พ.ศ. 2559 – 2561)
(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

น้ำเป็นทรัพยากรที่อาคารซันทาวเวอร์สรับผิดชอบจ่ายทั้งหมดเกือบ 100% ในส่วนของพื้นที่สำนักงานผู้เช่าไม่ต้องเสียค่าน้ำ มีเพียงร้านค้าย่อยต่างๆ ที่ทางฝ่ายบริหารอาคารจำเป็นต้องติดตั้งมิเตอร์เพื่อเรียกเก็บต่างหากเนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรน้ำสูงเป็นพิเศษอันเกิดจากกิจกรรมการประกอบอาหารและการซักล้าง เช่น ร้านอาหาร ร้านกาแฟ ร้านเบเกอรี่

จากการวิเคราะห์การใช้น้ำของอาคารซันทาวเวอร์สในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2561 พบว่ายังไม่มีแนวโน้มลดลง ยังคงที่อยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ยังมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอยู่บ้างในบางเดือนเนื่องจากมีปริมาณพื้นที่เช่าร้านค้าย่อย เพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.2559 การใช้น้ำจึงเพิ่มสูงขึ้น ทางอาคารมีแนวคิดในการวางแผนงานนโยบายควบคุมการใช้น้ำและอยู่ในระหว่างการดำเนินการ เนื่องจากเป็นงบประมาณค่าดำเนินงานที่อาคารจ่ายเต็มจำนวนและยังไม่มีแนวโน้มลดลง

สรุปผล คะแนนที่ได้ 15/15 คะแนน

4.2.7 EA1 การจัดการพลังงาน – Energy Best Management Practice (ข้อบังคับ)

LEED กำหนดให้อาคารต้องมีการตรวจสอบการใช้พลังงานตามมาตรฐาน ASHRAE Preliminary Energy Use Analysis และ ASHRAE Level 1 Walk-through Assessment ตาม

แนวทาง ASHRAE Procedure for Commercial Building Energy Audit หรือมาตรฐานอื่นๆที่เทียบเท่า

ทั้งนี้งานจัดการทรัพยากรอาคาร แผนงานรวมไปถึงข้อมูลงาน O&M ทั้งหมดที่ LEED ต้องการมีดังนี้

1.ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติการในแต่ละส่วนของอาคาร

ในเบื้องต้นลำดับขั้นตอนการดำเนินการในแต่ละส่วนของอาคารเป็นไปตามเวลาทำการปกติของอาคาร แต่ยังไม่มีแผนงานการเพิ่มงานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบริอาคารและงานระบบในแต่ละส่วนแต่อย่างใด อาคารควรจะต้องใช้ระบบ Building Automation System (BAS) เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของงานบริหารทรัพยากรอาคาร

2.ตารางการใช้งานของผู้ใช้อาคาร

เวลาปฏิบัติการของส่วนงานระบบและบริหารอาคารทุกวัน วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ (7:00 – 22:00 น.)

ชั่วโมงการทำงานปกติของผู้เช่าและพนักงานมากกว่า 75% วันจันทร์ถึงวันศุกร์ (8:30 – 17:30 น.) วันเสาร์และวันอาทิตย์ (8:00 -19:00 น.)

3.ตารางและช่วงเวลาการใช้งานของอุปกรณ์

อุปกรณ์ภายในพื้นที่สำนักงานขึ้นอยู่กับเวลาทำการของผู้เช่า (8:00 – 18:00 น.)

ระบบปรับอากาศบริเวณพื้นที่ส่วนกลางได้เปิดใช้งานตั้งแต่เวลา (8:00 -19:00 น.)

ลิฟท์อาคารซันทาวเวอร์ได้เปิดใช้งานเวลา (8:00 –18:00 น.)

งานระบบบันไดเลื่อนอาคารซันทาวเวอร์สได้เปิดใช้งานในเวลา (8:00 – 20:00 น.)

4.set point ของระบบปรับอากาศในอาคาร

สำหรับพื้นที่ส่วนกลางตั้งไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส สำหรับพื้นที่สำนักงานตั้งไว้ที่ 22 – 25 องศาเซลเซียส โดยขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เช่า

5.set point ของระบบแสงสว่างในอาคาร

ไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณพื้นที่ส่วนกลางอาคารซันทาวเวอร์สได้เปิดใช้งานโดยแบ่งตามโซนพื้นที่

อาคารจอดรถ เวลา 19:00 น. เปิด 60% เวลา 6:00 น. เปิด 80% เวลา 8:00 น. เปิด 100 % เวลา 11:00 น. เปิด 60%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณโซนล็อบบี้ และพื้นที่ค้าปลีกได้เปิดใช้งานโดยแบ่งตามเวลาและสัดส่วนของพื้นที่ เวลา 08:00 น. เปิด 100% เวลา 19:00 น. เปิด 60% เวลา 21:00 น. เปิด 30% เวลา 06:00 น. เปิด 60%

สำหรับในส่วนพื้นที่เช่าของลูกค้าการเปิด-ปิดขึ้นกับเวลาทำการของผู้เช่า

6.ความต้องการอากาศบริสุทธ์จากภายนอกขั้นต่ำ

จากการคำนวณตามสมการที่กำหนดให้ พื้นที่ชั้น 31 อาคาร A ซึ่งเป็นพื้นที่สำนักงาน ความต้องการอากาศบริสุทธ์จากภายนอกขั้นต่ำจะเท่ากับ 22,470.46 CFM จากการตรวจวัดวันที่ 3 พฤษภาคม 2562 ได้เท่ากับ 27,706 CFM. ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016

7.มาตรฐานการปรับเปลี่ยนตารางหรือ set point ในแต่ละวัน สัปดาห์ หรือฤดูกาลที่แตกต่าง

อาคารยังไม่มีการปรับตารางลำดับการ operate ใดๆในระหว่างหรือ หรือช่วงเปลี่ยนผ่านตามฤดูกาล การปรับ set point ของระบบปรับอากาศโดยปกติอาคารจะ set ไว้ที่ 24 องศา เว้นแต่ความต้องการของผู้เช่าหรือผู้บริหารอาคารจะปรับเปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งหมายความว่าตามปกติแล้วอาคารมีมาตรฐาน set point ของระบบปรับอากาศอยู่แล้ว เพียงแต่ว่าถ้าสภาพอากาศโดยรอบเปลี่ยน อาคารต้องมีวิธีควบคุมระบบปรับอากาศให้เหมาะสมด้วยเช่นกันโดยไม่กระทบด้านการใช้พลังงานมากนัก เช่น ในช่วงฤดูหนาว หรือฤดูฝนก็อาจจะมีการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นมาเพียง 1 องศาจะช่วยลดการทำงานของระบบปรับอากาศได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8.คำอธิบายเกี่ยวกับงานระบบต่างๆ เครื่องกล ไฟฟ้า และอุปกรณ์ของอาคาร (หลักฐาน จากแบบ รูปถ่าย)

จากการสำรวจของผู้วิจัย ชื่อและคำอธิบายรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์คาดว่าจะมีติดตั้งอยู่เพียง 50% จากทั้งหมด ในแบบ As-builts drawing ก็ไม่มีการอธิบายข้อมูลของอุปกรณ์งานระบบส่วนต่างๆในอาคารอย่างละเอียดเช่นเดียวกัน

9.อธิบายแผนงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ

ในเบื้องต้นแผนงานบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์ของอาคารเป็นไปตามมาตรฐาน ISO14000, ISO 9001 แต่ยังไม่มีแผนงานเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารทรัพยากรอาคารหรือการบำรุงรักษางานระบบในแต่ละส่วนแต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงเสนอให้ทางอาคารใช้โปรแกรม NOVADE

สำหรับบริหาร ตรวจสอบ และใช้เพื่อส่งมอบพื้นที่ ตั้งแต่ขั้นตอนก่อสร้างจนถึงงานส่งมอบพื้นที่ จะสามารถถ่ายรูปแสดงหลักฐานการแจ้งซ่อมในแต่ละส่วนอาคาร จะมีหลักฐานทั้งภาพก่อนและหลังบำรุงรักษา แสดงตำแหน่งจุดที่แจ้งปรับปรุงในแบบแปลน แสดงสถานะการซ่อมแซม การตรวจรับหรือไม่รับงานที่ซ่อมแล้วเสร็จ (ที่มา : เว็บไซต์https://www.vrdigital.co.th/2017th/archives/4083 เข้าถึงเมื่อ 22/04/2562)

Process	Level 1	2	3
Conduct PEA	•	•	•
Conduct walk-through survey	•	•	•
Identify low-cost/no-cost recommendations	•	•	•
Identify capital improvements	•	•	•
Review mechanical and electrical (M&E) design and condition and O&M practices		•	•
Measure key parameters		•	•
Analyze capital measures (savings and costs, including interactions)		•	•
Meet with owner/operators to review recommendations		•	•
Conduct additional testing/monitoring			•
Perform detailed system modeling			•
Provide schematic layouts for recommendations			•
Report	**Level 1**	**2**	**3**
Estimate savings from utility rate change	•	•	•
Compare EUI to EUIs of similar sites	•	•	•
Summarize utility data	•	•	•
Estimate savings if EUI were to meet target	•	•	•
Estimate low-cost/no-cost savings		•	•
Calculate detailed end-use breakdown		•	•
Estimate capital project costs and savings		•	•
Complete building description and equipment inventory		•	•
Document general description of considered measures		•	•
Recommend measurement and verification (M&V) method		•	•
Perform financial analysis of recommended EEMs		•	•
Write detailed description of recommended measures			•
Compile detailed EEM cost estimates			•

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบมาตรฐานด้านการจัดการพลังงาน ASHRAE ในแต่ละ Level (ที่มา : ASHRAE Procedure for Commercial Building Energy Audit 2nd Edition– Best Practices, 2011)

อ้างอิงจากข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์สปี ค.ศ. 2017

อาคารมีการใช้พลังงานทั้งสิ้น 22,221,000 kWh/y.

จากราคาเฉลี่ยค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารซันทาวเวอร์สต่อหน่วย = 2.68 บาท/ kWh.

ค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารซันทาวเวอร์สประจำปี ค.ศ. 2017 = 59,552,280 บาท

อาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 122,965 ตารางเมตร

ดัชนีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ (Energy Cost Index (ECI)) จึงเท่ากับ 59,552,280 / 122,965 = 484.30 บาท/ตร.ม.

ปริมาณการใช้พลังงานต่อพื้นที่ Energy Use Intensity (EUI) จึงเท่ากับ 22,221,000 / 122,965 = 180.70 kWh/m^2

จากผล EnergyStar Score แสดงย้อนหลังตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2558 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2561 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 4 ปี จะเห็นได้ว่าในเดือนพฤศจิกายนปีพ.ศ.2561 อาคารซันทาวเวอร์สได้ 56 คะแนน เทียบกับปี 2558 ได้ 53 คะแนนถือว่าดีขึ้นกว่า 3% ซึ่งยังมีความแตกต่างน้อย

การวิเคราะห์

ยังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากทางอาคารยังไม่เคยตรวจสอบพลังงาน อย่างเป็นระบบตามมาตรฐาน ASHRAE Preliminary Energy Use Analysis และ ASHRAE Level 1 Walk-Through Assessment อ้างถึงใน ASHRAE Procedure for Commercial Building Energy Audit ดังนั้นอาคารต้องปรับปรุงมาตรฐานให้ได้ตามกระบวนการดังกล่าว รวมไปถึงการนำการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์สไปเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานของอาคารในประเภทเดียวกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้สำหรับอาคารซันทาวเวอร์สที่ยังไม่เคยมีการตรวจสอบประเมินการใช้พลังงานมาก่อนจะสามารถติดตามข้อมูลของอาคารอื่นในประเภทอาคารเดียวกันได้ยาก นอกจากนั้นอาคารควรเพิ่มงานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารทรัพยากรอาคารหรือการบำรุงรักษา คำอธิบายเกี่ยวกับงานระบบต่างๆ เครื่องกล ไฟฟ้า และอุปกรณ์ของอาคารต้องติดตั้งบนตัวอุปกรณ์ให้ครบ ควรมีการพัฒนาระบบเทคโนโลยีอาคารที่สอดคล้องกับการจัดการพลังงานอยู่อย่างเสมอโดยควบคุมต้นทุนและผลการประหยัดพลังงานให้เหมาะสม คุ้มค่า

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์

(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการปรับปรุง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.8 EA2 Fundamental Refrigerant Management - การจัดการสารทำความเย็นเบื้องต้น (ข้อบังคับ)

LEED กำหนดให้อาคารต้องรวบรวมข้อมูลชนิดสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศของอาคาร ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลจากที่ปรึกษางานระบบอาคารโดยวิธีการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งให้นำเสนอแผนงานการลดใช้สาร CFC

พบว่าปัจจุบันระบบปรับอากาศของอาคารซันทาวเวอร์สเป็นระบบ Water Cooled Package ยังคงมีการใช้สารทำความเย็นชนิด R-22 อยู่

การปรับปรุงสามารถทำได้โดยการกำหนดนโยบายที่ลดการใช้สารทำความเย็น R-22 และปรับไปใช้สารทำความเย็น R134a ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ R-22 จะแตกต่างกันที่ R134a จะไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ช่วยลดการใช้พลังงาน จึงสามารถทนแทนสารทำความเย็น R-22 ได้ แต่มีข้อควรระวังคือสารทำความเย็น R134a อาจไม่สามารถนำไปใช้ได้กับระบบ Water Cooled Package ของทุกอาคาร ผู้บริหารอาคารจำเป็นต้องตรวจสอบระบบปรับอากาศในอาคารว่ารองรับหรือไม่

Refrigerant Name	R12	R134a	R22	R410a	R22a
Classification	CFC-12	HFC	HCFC	HFC	Hydrocarbon
Ozone Depletion Potential (ODP) (Maximum index = 1)	1	0	0.05	0	0
Global Warming Potential (GWP) (UN benchmark index=50)	10,890	1,300	1,700	2,100	3
Atmospheric lifetime (Years)	100	14	12	Not Available	<1

ภาพที่ 4.7 ดัชนีของสารทำความเย็นในการทำลายชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดโลกร้อนตลอดวงจรชีวิต

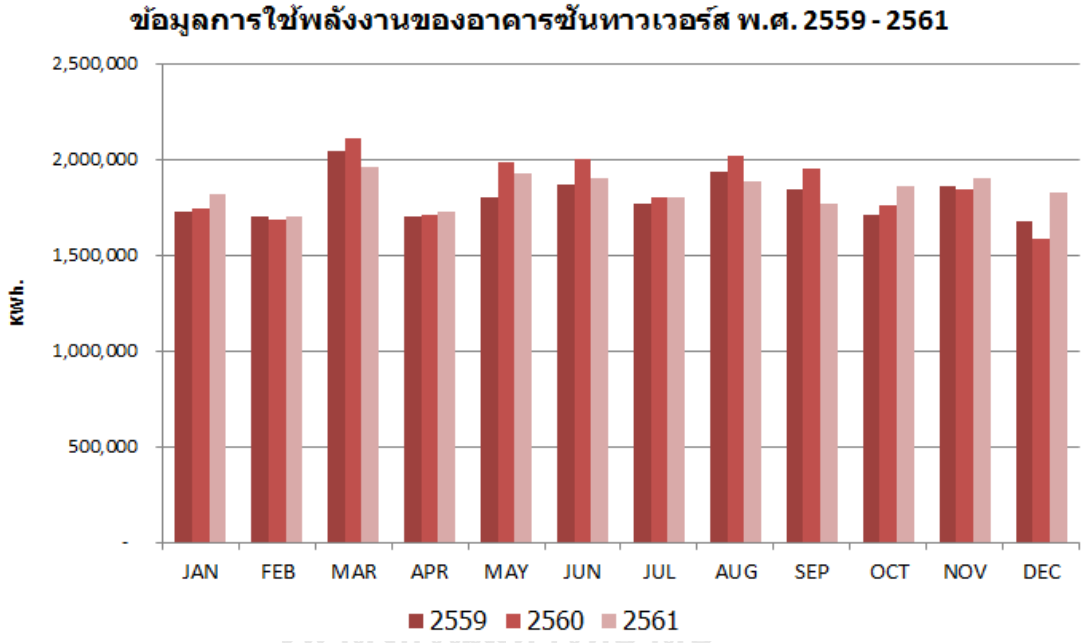
(ที่มา : เว็บไซต์ http://www.frostycool.com เข้าถึงเมื่อวันที่ 16/04/2562)

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์

(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการเสนอแผนลดการใช้สาร CFC)

4.2.9 EA3 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน – Energy Performane (ข้อประสิทธิภาพ 33 คะแนน)

LEED กำหนดให้อาคารต้องรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลังตลอดระยะเวลา 1 ปี 12 เดือน รวบรวมข้อมูลพื้นที่ GFA (Gross Floor Area) จากแบบ As-Built รวบรวมจำนวนผู้ใช้อาคารจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์ เพื่อลดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อาคารควรมีแนวโน้มการใช้พลังงานที่ลดลง โดยสัมพันธ์กับพื้นที่ใช้สอยและจำนวนผู้ใช้งานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์ส การสำรวจมิเตอร์ตลอดทั้งปีได้รวบรวมข้อมูลมาสรุปดังแผนภูมิที่ 4.4



แผนภูมิที่ 4.4 ข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ.2559 – 2561) อาคารซันทาวเวอร์ส
(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในช่วง พ.ศ.2559 – 2561 พบว่าการใช้พลังงานแปรผันไปตามสภาพอากาศ (ฤดูกาล) จำนวนผู้เช่าอาคาร และมีแนวโน้มที่คงที่ไม่ผันผวนมากนักเนื่องจากปริมาณผู้เช่าอาคารค่อนข้างคงที่ มีช่วงสูงเป็นระยะ แต่ทั้งนี้อาคารยังคงมีมาตรการในการควบคุมการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในพื้นที่ส่วนกลางเนื่องจากไม่สัมพันธ์กับการใช้งานในส่วนของพื้นที่เช่า

สรุปผล คะแนนที่ได้ 28 / 33 คะแนน

4.2.10 EA4 การเชื่อมโยงกับระบบสายส่งไฟฟ้า – Grid Harmonization (1 คะแนน)

เลือกทำ Case 2 เนื่องจากสอดคล้องกับแผนการดำเนินงานของอาคารอยู่แล้ว

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 กำหนดให้อาคารต้องมีแนวทางลดความต้องการพลังงานช่วง peak demand ให้ได้อย่างน้อย 10% รวบรวมหลักฐานยืนยันถึงการเลื่อนการใช้พลังงานจากช่วง On-peak สู่ Off-Peak แทรกกระบวนการ DR Processes ในแผนงานบริหารทรัพยากรของอาคาร ด้วยพร้อมทั้งดำเนินการตามแผนงานใหม่โดยการทดสอบวิเคราะห์ผลเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี และให้มีการใช้ DR Programs เพิ่มเติมในอนาคต ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์และขอเอกสารยืนยันจากที่ปรึกษางานระบบอาคารอาคารซันทาวเวอร์สมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลยืนยันจากการสัมภาษณ์ที่ปรึกษางานระบบประกอบอาคาร อาคารซันทาวเวอร์สมีนโยบายเลื่อนการใช้พลังงานจากช่วง On-peak สู่ Off-Peak ตามเวลาใช้งานของระบบมิเตอร์ไฟฟ้าอัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of day Rate : TOD) เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

08:00 – 18:30 น. ของทุกวัน เป็นช่วง Partial peak ช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาทำการปกติของอาคาร

21:30 – 08:00 น. ของทุกวัน เป็นช่วง Off peak ช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่ต้องส่งน้ำจากเครื่องปั๊มน้ำสู่ถังเก็บน้ำในอาคาร การเติมน้ำของ Cooling Tower ก็ดำเนินการในช่วงนี้เช่นกัน และเป็นช่วงเวลาที่ต้องบำรุงรักษาอาคาร เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนผู้เช่า

18:30 – 21:30 น. ของทุกวัน เป็น ช่วง On peak ค่าไฟจะถูกคิดในอัตราสูงสุด ช่วงเวลานี้อาคารจะไม่มีการใช้ไฟฟ้าในบริเวณที่สำคัญแต่อย่างใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อาคารซันทาวเวอร์สได้เลือกช่วงเวลาใช้พลังงานดังกล่าวตั้งแต่ได้ติดตั้งมิเตอร์จากการไฟฟ้านครหลวง ทั้งนี้ไม่มีผลกระทบกับแผน O&M หรือ Facilities ในช่วงเวลาปกติแต่อย่างใด จะเห็นได้ว่าอาคาร ได้มีการเลี่ยงการใช้พลังงานในช่วง On Peak มาตั้งแต่แรกอยู่แล้ว ซึ่งช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจากปกติมากกว่า 30-40% หรือ 3,000 – 4,000 kWh ปัจจุบันสามารถควบคุมให้อยู่ที่ 1,800 - 2,200 kWh ซึ่งมาตรฐานของอาคารซันทาวเวอร์สจะควบคุมการใช้พลังงานต่อวันให้ไม่เกิน 2,200 kWh

การวิเคราะห์

ในอนาคตทางอาคารจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารทรัพยากรอาคารให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยการติดตั้งระบบ DR-Program (ระบบแจ้งตัดไฟเมื่อการใช้พลังงานถึงจุด peak) ช่วยควบคุมให้ทางอาคารวางแผนงานการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอนาคต

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0/1 คะแนน

4.2.11 EA5 การจัดการสารทำความเย็นขั้นสูง – Enhanced Refrigerant Management (1 คะแนน)

เลือกทำ **Option 2 คำนวณผลกระทบของสารทำความเย็น** เนื่องจาก Option 1 นั้น อาคารต้องไม่ใช้สารทำความเย็นเลย หรือ ศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน Global Warming Potential (GWP) ต้องต่ำกว่า 50 ซึ่งจะไม่สามารถใช้ได้กับอาคารซันทาวเวอร์ส

LEED กำหนดให้คำนวณผลกระทบของสารทำความเย็นต่อชั้นบรรยากาศตามสมการต่อไปนี้

$LCGWP + LCODP \times 105 \leq 13$

โดยอ้างถึงสมการ

$LCODP = [ODPr \times (Life \times Lr + Mr) \times Rc] / Life$

LCODP: ศักยภาพในการทำลายชั้นบรรยากาศตลอดชีวิต (Lifecycle Ozone Depletion Potential) (kg CFC 11/(kW/year))

และ

$LCGWP = [GWPr \times (Life \times Lr + Mr) \times Rc] / Life$

LCGWP: ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนตลอดชีวิต (Lifecycle Direct Global Warming Potential) (kg CO_2/kW-year)

ในที่นี้

GWPr = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของสารทำความเย็น (Global Warming Potential of Refrigerant)

ODPr = ศักยภาพในการทำลายชั้นบรรยากาศของสารทำความเย็น (Ozone Depletion Potential of Refrigerant)

Lr = อัตราการรั่วซึมของสารทำความเย็น (Refrigerant Leakage Rate)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mr = การสูญเสียสารทำความเย็นจนสิ้นอายุการใช้งาน End-of-life Refrigerant Loss

Rc = การใช้พลังงานจากสารทำความเย็น (Refrigerant Charge)

Life = อายุของอุปกรณ์ (Equipment Life)

Refrigerant Name	R12	R134a	R22	R410a	R22a
Classification	CFC-12	HFC	HCFC	HFC	Hydrocarbon
Ozone Depletion Potential (ODP) (Maximum index = 1)	1	0	0.05	0	0
Global Warming Potential (GWP) (UN benchmark index=50)	10,890	1,300	1,700	2,100	3
Atmospheric lifetime (Years)	100	14	12	Not Available	<1

ภาพที่ 4.8 ดัชนีของสารทำความเย็นในการทำลายชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดโลกร้อนตลอดวงจรชีวิต

(ที่มา : เว็บไซต์ http://www.frostycool.com เข้าถึงเมื่อวันที่ 16/04/2562)

จากสารทำความเย็น R-22 ดังภาพที่ 4.8 จะได้

GWPr (ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของสารทำความเย็น) = 1700

ODPr (ศักยภาพในการทำลายชั้นบรรยากาศของสารทำความเย็น) = 0.05

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ได้กำหนดค่าตายตัวของสมการ ดังนี้

Lr (อัตราการรั่วซึมของสารทำความเย็น) = 2%

Mr (การสูญเสียสารทำความเย็นจนสิ้นอายุการใช้งาน) = 10%

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ที่ปรึกษางานระบบอาคารมาได้แทนค่าตามสมการ ดังนี้

Rc (การใช้พลังงานจากสารทำความเย็น) = 0.65kg.

Life (อายุของอุปกรณ์) = 24 ปี

แทนค่าตามสมการที่กำหนดให้

จะได้ค่าศักยภาพในการทำลายชั้นบรรยากาศตลอดวงจรชีวิต

[0.055 x (24 x 2 + 10) x 0.63] / 24

LCODP = 0.08 kW/year

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะได้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนตลอดวงจรชีวิต

[1,700 x (24 x 2 + 10) x 0.63] / 24

LCGWP = 2,588.25 kg CO_2/kW-year

จากสูตร

LCGWP + LCODP x 105 ≤ 13

ดังนั้น

2,588.25 + 0.08 * 105 = **241,744.65 ≤ 13**

การวิเคราะห์

จากการคำนวณตามสมการสามารถสรุปว่าอาคารซันทาวเวอร์สไม่ผ่านเรื่องสารทำความเย็น

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0/1 คะแนน

4.2.12 MR1 นโยบายการจัดซื้อ – Purchasing Policy (ข้อบังคับ)

LEED กำหนดให้อาคารรวบรวมนโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ 5 ชนิดที่ถูกจัดซื้อมากที่สุดในอาคาร ได้แก่ การจัดซื้อกระดาษ ที่ใส่หมึกปริ้นเตอร์ ถังขยะ แบตเตอรี่ โต๊ะทำงาน อาหารและเครื่องดื่ม และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ดวงโคมไฟส่องสว่าง เครื่องเสียง เครื่องใช้สำนักงาน โดยนโยบายการจัดซื้อนั้นให้เป็นไปตามกระบวนการจัดซื้อของ Environmentally Preferable Purchasing (EPP) โดยกำหนดให้กระบวนการจัดซื้อต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะต้องผ่านมาตรฐาน Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT) วัสดุก่อสร้างจะต้องได้รับการรับรองจาก American Society for Testing and Materials (ASTM) หรือ Federal Green Construction Guide for Specifiers (FGCG)

จากการสัมภาษณ์ฝ่ายจัดซื้อของอาคารซันทาวเวอร์สพบว่านโยบายจัดซื้อของอาคารซันทาวเวอร์ดำเนินโดยมีหลักเกณฑ์มาตรฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้เป็นไปตามระบบการจัดการด้านคุณภาพ ISO9001 สิ่งแวดล้อม ISO14001ด้านชีวอนามัยและความปลอดภัย ISO18001 ถ้าหากมีสารเคมีอันตรายที่ต้องจัดซื้อก็จะต้องมี เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS : Safety Data Sheet) เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายแสดงรายละเอียดกำกับ

สารเคมีอันตราย ซึ่งมีการระบุวิธีการจัดเก็บ การกำจัด และการรักษาพยาบาลเมื่อเข้าสู่ร่างการและการดูแลรักษาหรืออื่นๆ โดยต้องเก็บรักษาไว้ที่จุดจัดเก็บสารเคมี

สำหรับนโยบายการจัดซื้ออาหารและเครื่องดื่มของอาคารซันทาวเวอร์สนั้นอาคารยังไม่ได้มีการกำหนดนโยบาย

การวิเคราะห์

ฝ่ายจัดซื้อของอาคารซันทาวเวอร์สควรดำเนินการกระบวนการจัดซื้อโดยต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะต้องผ่านมาตรฐาน Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT) วัสดุก่อสร้างหรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ประกอบอาคารจะได้ได้รับการรับรองจาก American Society for Testing and Materials (ASTM) หรือ Federal Green Construction Guide for Specifiers (FGCG) ในด้านอาหาร จะเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนครัวเป็นหลักที่ต้องใช้ไฟฟ้าจะต้องผ่านการรับรองจาก Energy Star กระดาษที่ใช้ในอาคารจะต้องผ่านการคำนวณการใช้ทรัพยากรในการผลิต (ไม้ น้ำ) การรีไซเคิล การปล่องก๊าซเรือนกระจก รวมไปถึงการนำกลับมาใช้ซ้ำ

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์

(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการปรับปรุง)

4.2.13 MR2 นโยบายการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคาร – Facility Maintenance and Renovation Policy (ข้อบังคับ)

LEED กำหนดให้อาคารจะต้องมีการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ตกแต่ง หรืออุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการขยะระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคารจะต้องมีการแยกขยะ จัดสรรพื้นที่พักขยะอย่างเป็นสัดส่วน และมีกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การก่อสร้างตกแต่งซ่อมแซมต้องคำนึงถึงเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง การจัดการขยะและข้อกำหนดระหว่างการปรับปรุงและการบำรุงรักษาทรัพยากรอาคารต้องดำเนินการตามมาตรฐาน SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association) IAQ Guidelines for Occupied Buildings Under Construction, 2nd Edition 2007, ANSI/SMACNA 008-2008 (Chapter 3). ต้องมีการ

ป้องกันห้องเก็บอุปกรณ์ก่อสร้างไม่ให้สัมผัสกับความชื้นอากาศ ต้องก่อสร้างให้แล้วเสร็จก่อนมีผู้เข้ามาใช้งานเท่านั้น และต้องดูดอากาศออกเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จหรือทดสอบสารเจือปนในอากาศหลังการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้รับทราบข้อมูลจากการสัมภาษณ์กับทางฝ่ายบริหารอาคาร และคู่มือ Fit Out Guide ของอาคารซันทาวเวอร์สจากแผนกลูกค้าสัมพันธ์

ในเรื่องของการปรับปรุงพื้นที่เช่าสำนักงานอาคารซันทาวเวอร์ส ทางฝ่ายบริหารอาคารได้จัดทำคู่มือ Fit Out Guide เพื่อเป็นมาตรฐานของอาคารในการปรับปรุง ตกแต่ง รื้อถอน ซึ่งผู้เช่าจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ในการดำเนินการใดๆ จะต้องมีทีมงานฝ่ายวิศวกรรมอาคารกำกับดูแล ติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการดำเนินการปรับปรุง ตกแต่ง รื้อถอน

คู่มือ Fit Out Guide ของอาคารซันทาวเวอร์สได้จัดทำขึ้นมาโดยอ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมสถาปนิกสยาม, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย รวมถึงตามมาตรฐานสากล เช่น ASHRAE, IEC, NEC, ASTM เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินการ ซึ่งผู้รับจ้าง และผู้เช่าจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด โดยข้อของทางอาคารที่สอดคล้องกับมาตรฐาน SMACNA มีดังนี้

1. ห้ามสูบบุหรี่ในพื้นที่ก่อสร้างโดยเด็ดขาด ต้องสูบบุหรี่ในพื้นที่ทางอาคารจัดไว้ให้ภายนอกอาคารเท่านั้น

2. งานทาสีหรืองานที่มีกลิ่นทุกชนิด อนุญาตให้เข้าดำเนินการได้ตั้งแต่วันศุกร์ 18:00 น. – วันอาทิตย์ เวลา 12:00 น. เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ให้ทำความสะอาดพื้นที่วันต่อวัน ดูดฝุ่นละอองออกจากพื้นที่และทำความสะอาดเปียกให้เรียบร้อย พร้อมขนขยะออกจากพื้นที่ทุกวัน ขยะที่รอขนไปทิ้งให้ปกคลุมให้เรียบร้อยมิดชิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย

4. หลังสิ้นสุดการดำเนินงานตกแต่ง ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายอากาศในพื้นที่ที่ตกแต่งออกให้เรียบร้อยโดยผ่านทางหน้าต่างบานกระทุ้งและพัดลมดูดอากาศ

5.การทำงานในพื้นที่อับอากาศ (บ่อเก็บน้ำสำรอง บ่อบำบัดน้ำเสีย) จะต้องตรวจสอบปริมาณออกซิเจน ก๊าซไวไฟ ก๊าซพิษ สารระเหย และจัดเตรียมอุปกรณ์ช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน

6.การทำงานในลักษณะที่มีความเสี่ยงต่อระบบทางเดินหายใจ ให้ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง และสารเคมีว่าเกินมาตรฐานหรือไม่ และในการปฏิบัติงานจะต้องสวนใส่อุปกรณ์ป้องกันให้เหมาะสมกับลักษณะงาน

การวิเคราะห์

จากการพิจารณาแล้วพบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ ในเบื้องต้นพบว่าอาคารสามารถทำได้ตามมาตรฐานของเกณฑ์ได้บ้าง สิ่งที่ต้องปรับปรุงจะต้องกำหนดมาตรฐานในการจัดซื้อวัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ในอาคาร จะต้องมีการควบคุมปริมาณสาร VOCs และจะต้องปกคลุมหน้ากากหัวจ่ายแอร์และรีเทิร์นแอร์ทุกจุดเพื่อป้องกันฝุ่นละอองตกค้าง งานไม้ให้ตัดแต่งมาให้เรียบร้อยจากภายนอกอาคารสามารถนำมาประกอบข้างในได้เท่านั้น วัสดุก่อสร้างเมื่อยังไม่ได้นำออกมาใช้ให้ทำการปกคลุมให้มิดชิดเรียบร้อย ห้ามนำน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำมันดีเซลเข้ามาใช้ภายในพื้นที่ก่อสร้างโดยเด็ดขาด ทั้งนี้ระหว่างการก่อสร้างจะต้องมีการประชุมสรุปแผนงานด้าน IAQ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งและติดตามผลการทำงานอย่างสม่ำเสมอ ให้มีประเด็นเกี่ยวกับ IAQ ทุกครั้งในวาระการประชุม

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์

(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการปรับปรุง)

4.2.14 MR3 ประสิทธิภาพการจัดการขยะ - Waste Management (ข้อประสิทธิภาพ 8 คะแนน)

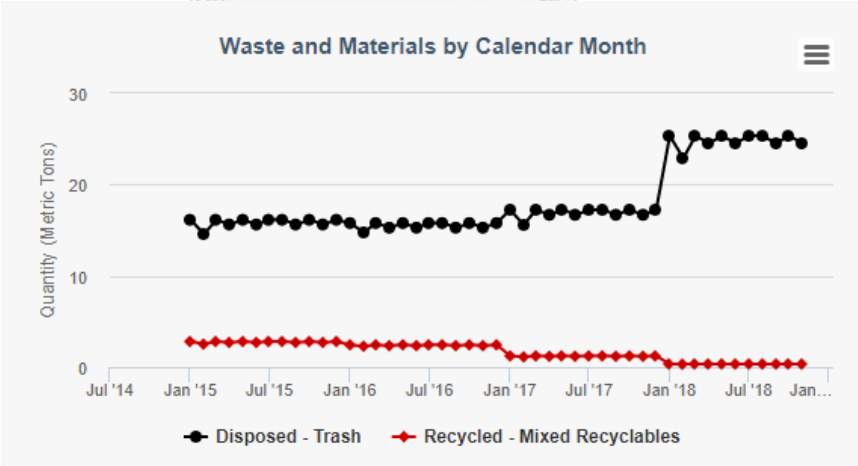
LEED กำหนดให้อาคารนำเสนอนโยบายการจัดการขยะ แยะคัดกรองขยะ มีที่เก็บขยะอย่างเป็นสัดส่วน น่าส่งแผนการจัดการรายวัน มีการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิล มีการจัดการเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของสารพิษสำหรับถ่านไฟฉายและหลอดไฟที่มีสารปรอท ข้อมูลต้องสามารถชั่ง ตวง วัดได้ (กิโลกรัมหรือตัน) อาคารซันทาวเวอร์มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะดังตารางที่ 4.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 การจัดเก็บข้อมูลปริมาณขยะ

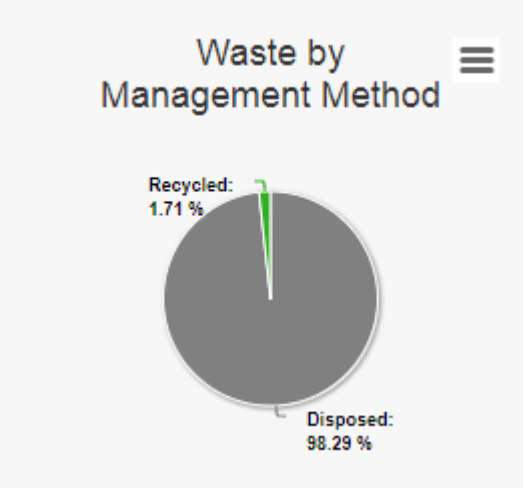
เดือน	ขยะที่ส่งให้กทมนำไปทิ้ง				ขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์		จำนวนขยะทั้งหมด (1 - 3) (กก.)	Recycle คิดเป็น %
	1.ขยะทั่วไป		2.ขยะอันตราย		3.ขยะรีไซเคิล			
	จำนวนถุง	น้ำหนัก (กก)	จำนวนชิ้น	น้ำหนัก (กก)	จำนวนถุง	น้ำหนัก (กก)		
JAN	2698	16188	309	7.73	37	280	16475.73	1.699469
FEB	2561	27946	461	11.53	38	308	28265.53	1.089666
MAR	2784	24962	494	9.73	43	368	25339.73	1.452265
APR	2477	22344	236		34	259	22603	1.145866
MAY	2626	24361	499		44	464	24825	1.869084
JUN	2745	23399	326		36	311	23710	1.311683
JUL	2621	23244	455	443	33	249	23936	1.040274
AUG	2797	33326	522	187	28	243	33756	0.719872
SEP	2725	24928	385		40	405	25333	1.598705
OCT	2903	24753	1086		52	492	25245	1.948901
NOV	3003	26887	933		47	435	27322	1.592124
DEC	2704	25012	745	22.45	33	250	25284.45	0.98875
รวม	**32644**	**297350**	**6451**	**681.44**	**465**	**4064**	**302095.44**	**1.34527**

(ที่มา : Max Future co.,ltd.)



แผนภูมิที่ 4.5 แนวโน้มปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สต่อเนื่อง 4 ปี (พ.ศ. 2558 - 2561)

(ที่มา : EnergyStar Portfolio)



แผนภูมิที่ 4.6 สัดส่วนปริมาณขยะที่ถูกนำไปทิ้งและนำกลับมาใช้ใหม่อาคารซันทาวเวอร์ส
(ที่มา : EnergyStar Portfolio)

อาคารได้มีการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้ขยะมูลฝอยปัจจุบันได้ยกเลิกการจัดเก็บรวบรวมไป เนื่องจากมีการย้ายศูนย์อาหารไปอยู่ภายนอกอาคาร ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559 ทำให้ขยะโดยรวมของอาคารซันทาวเวอร์สมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงกระบวนการรีไซเคิลขยะมีแนวโน้มลดลง ดังแผนภูมิที่ 4.5 จากข้อมูลของผู้บริหารระบุว่า ผู้เช่าได้ทำการแยะขยะเองจากนั้นจึงนำไปจำหน่าย ไม่ได้นำมารีไซเคิลรวมกับของอาคาร แต่ขยะกลับมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สวนทางกับปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่ที่ลดลง อาคารควรแยะถังขยะสี พร้อมอบรมแม่บ้านนักการให้เข้าถึงความสำคัญของการแยกขยะตามกระบวนการอบรมพนักงานประจำปีของบริษัท ทางอาคารควรขอความร่วมมือจากผู้เช่าในการรายงานผลการจัดเก็บขยะประจำวันเพื่อความชัดเจนในการประเมินศักยภาพของอาคารเรื่องขยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผล คะแนนที่ได้ 6/8 คะแนน

4.2.15 MR4 การจัดซื้อ - Purchasing (1 คะแนน)

เลือกทำ **Option3 เครื่องใช้ไฟฟ้า** เนื่องจากมีความเป็นไปได้ในการติดตามข้อมูลมากที่สุด Option 1 ของใช้อุปโภคบริโภค และ Option 4 อาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งต้องตรวจสอบกับทั้งอาคาร ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาแล้วสรุปว่าจะสามารถขอความร่วมมือจากผู้เช่าได้ยากเนื่องจากเป็นข้อมูลภายใน สำหรับ Option 2 เรื่องวัสดุอาคาร ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้ว สรุปว่า ตามนโยบายของอาคาร

ตาม Fit Out Guide และอาคารยังไม่มีการตกแต่งภายในของผู้เช่ารายใหม่ทำให้ไม่สามารถติดตามข้อมูลการจัดซื้อได้

LEED กำหนดให้อาคารติดตามข้อมูลการจัดซื้ออย่างน้อย 50% ของที่จัดซื้อทั้งหมดในอาคารในระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน กำหนดให้มีการรับรอง EPEAT rating ระดับ Silver หรือสูงกว่า กำหนดให้มี Energy star rating รับรองประสิทธิภาพพลังงานหรือหากเป็นหลอดไฟต้องไม่มีปรอทหากมีต้องน้อยกว่า 25 picograms ต่อ lm/h

การวิเคราะห์

การติดตามข้อมูลการจัดซื้ออย่างน้อย 50% ของที่จัดซื้อทั้งหมดในอาคารในระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน ทำให้ต้องทราบข้อมูลในส่วนของพื้นที่เช่าด้วย ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถติดตามข้อมูลได้เนื่องจากไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้เช่าในอาคาร

คะแนนที่ได้ 0/1 คะแนน

4.2.16 EQ1 คุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ – Minimum Indoor Air Quality (ข้อบังคับ)

LEED กำหนดให้คุณภาพอากาศภายในผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality หรือ CEN STANDARD EN 15251-2007 และ EN 13779-2007 หรืออย่างน้อยต้องมากกว่า 5 CFM ต่อคน (2.5 ลิตร ต่อวินาที) ดังภาพที่ 4.9 ผู้วิจัยจะต้องคิดคำนวณคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำตามสมการที่กำหนดให้ยืนยันแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบระบายอากาศภายในอาคาร

อาคารมีแผนงานบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในอาคารให้ใช้งานได้อยู่อย่างสม่ำเสมอ งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศในที่นี้หมายถึง อุปกรณ์ภายในห้องงานระบบ AHU,หอระบายความร้อน หน้ากากแอร์ ท่อส่งลมเย็น ท่อส่งลมกลับและท่อส่งลมออกไปทิ้งภายนอกอาคาร เป็นต้น

อาคารมีแผนงานทำความสะอาดหน้ากากแอร์เดือนละครั้ง มีแผนงานทำความสะอาดภายในท่อส่งลมเย็น ท่อส่งลมกลับและท่อส่งลมออกไปทิ้งภายนอกอาคาร ปีละ 2 ครั้ง (6 เดือนครั้ง) โดยอาศัยวิธีดูดฝุ่น ทำความสะอาดเปียก ทำความสะอาดแห้ง โดยบริษัทผู้เชี่ยวชาญ

อาคารได้ตรวจเช็คปริมาณอากาศที่ไหลผ่านหัวจ่ายลมอย่างสม่ำเสมอ ต้องเท่ากับหรือใกล้เคียงตามแบบ As-Built จากการสัมภาษณ์ที่ปรึกษางานระบบประกอบอาคารแล้วสรุปว่าให้อ้างอิงตามแบบ As-Built ได้

ผู้วิจัยได้ตรวจวัดจริงในส่วนของชั้น 31 อาคาร A ณ วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 เปรียบเทียบกับแบบงานระบบปรับอากาศเดิมพบว่าปริมาณอากาศที่ผ่านหัวจ่ายลมแตกต่างกันไม่ถึง 5% และปริมาณอากาศภายในอาคารรวมไปถึงการนำเข้าอากาศบริสุทธ์จากภายนอกอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐาน LEED O+M V.4.1 เช่นกัน

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values			Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/ person	L/s· person	cfm/ft^2	L/s·m^2		#/1000 ft^2 or #/100 m^2	cfm/ person	L/s·person	
Office Buildings									
Breakrooms	5	2.5	0.12	0.6		50	7	3.5	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3	H	10	11	5.5	1
Occupiable storage rooms for dry materials	5	2.5	0.06	0.3		2	35	17.5	1
Office space	5	2.5	0.06	0.3	H	5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3	H	30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3	H	60	6	3.0	1

ภาพที่ 4.9 มาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

ชั้น 31 อาคาร A ขนาดพื้นที่ทั้งสิ้น 1,080.50 ตารางเมตร ระยะพื้นถึงฝ้าเท่ากับ 2.60 เมตร มีผู้ใช้อาคารอยู่ในพื้นที่ทั้งสิ้น 72 คน

จากมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 ตามสมการที่ LEED กำหนดให้

ค่าการนำเข้าอากาศภายนอกอัตราต่ำสุด (CFM) = (5 CFM x จำนวนคนในพื้นที่) + (0.06 CFM x พื้นที่รวม)

= (72 คน x 5) + (1,080 m^2 x 0.06)

= (360 CFM) + (64.83 CFM)

= 424.83 CFM

จากการคำนวณต้องปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องการเท่ากับ 424.83 CFM ต่อชั้น พื้นที่สำนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการตรวจวัดได้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์เท่ากับ 504 CFM ดังนั้น จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

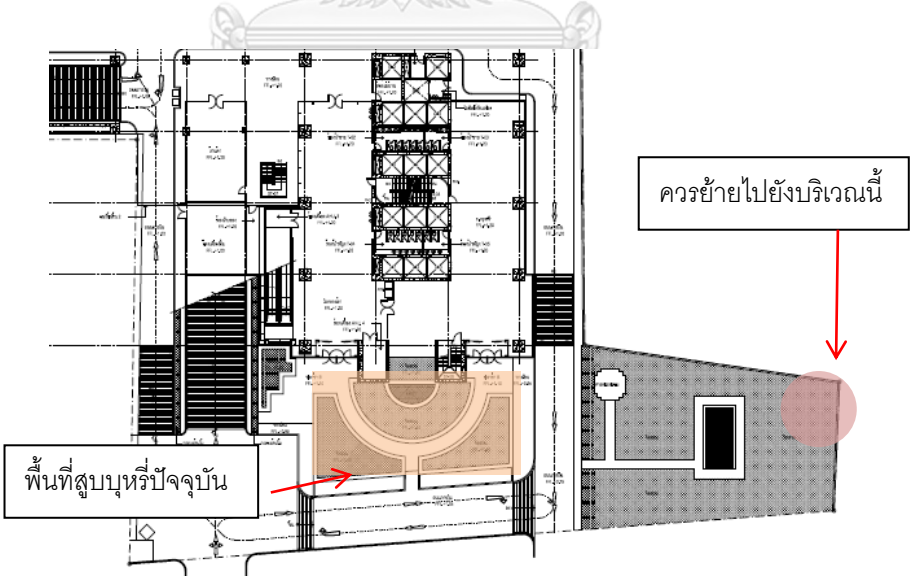
การวิเคราะห์

สามารถทำได้ตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1

สรุปผล ผ่านเกณฑ์

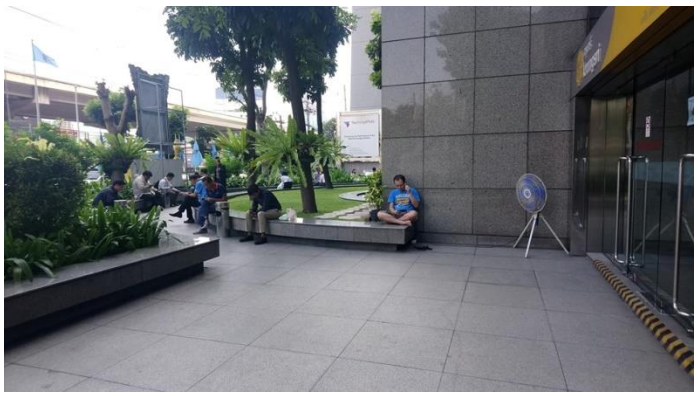
4.2.17 EQ2 การควบคุมสภาพแวดล้อมไอเสียจากยาสูบ – Environmental Tobacco Smoke Control (ข้อบังคับ)

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบระยะจากแบบ As-built อาคาร ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้พื้นที่สูบบุหรี่ตามเกณฑ์ต้องอยู่ห่างจากทางเข้าออกอาคารและหน้าต่างช่องเปิดอาคารทุกทาง อย่างน้อย 7.50 เมตร ถึงแม้ในระยะดังกล่าวจะอยู่นอกแนวเขตที่ดินโครงการ โดยของอาคารซันทาวเวอร์สนั้นปัจจุบันยังไม่สามารถปฏิบัติได้ตามข้อกำหนดดังกล่าว เนื่องจากปัจจุบันพื้นที่สูบบุหรี่ของอาคารอยู่ติดกับทางเข้าหลังของอาคาร B ฝั่งถนนวิภาวดีรังสิตในระยะไม่ถึง 5 เมตร อ้างอิงจากแบบ As-built ของอาคาร ดังภาพที่ 4.10-11



ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งพื้นที่สูบบุหรี่อาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)



ภาพที่ 4.11 พื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ปัจจุบันของอาคารซันทาวเวอร์ส
(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

พื้นที่สูบบุหรี่ตามที่จัดสรรไว้ภายนอกอาคารอยู่บริเวณหน้าทางเข้าออกอาคาร B ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารและอาคารมีความคิดจะให้ย้ายออกไปให้ห่างจากอาคารยิ่งขึ้น สำหรับนโยบายและกฎระเบียบอาคารการสูบบุหรี่ภายในอาคารให้มีโทษปรับ 2,000 บาท สำหรับบริเวณที่สูบบุหรี่ที่เหมาะสม ผู้วิจัยเห็นควรว่าให้ย้ายออกไปอยู่บริเวณศาลพระพรหม เนื่องจากอยู่ห่างจากตัวอาคารอยู่ถึง 50 เมตร

การวิเคราะห์

ยังไม่ผ่าน ควรพิจาณาย้ายที่สูบบุหรี่ออกห่างจากตัวอาคาร ตามที่ได้เน้นสีไว้ในแบบอาคาร ภาพที่ 4.10

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์
(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการปรับปรุง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.18 EQ3 Green Cleaning Policy - นโยบายการทำความสะอาดสีเขียว (ข้อบังคับ)

เลือกทำ Option 2 Certified Cleaning Service เนื่องจากอาคารซันทาวเวอร์สได้จัดจ้างบริษัททำความสะอาดจากภายนอกอยู่แล้ว ดังนั้น บริษัททำความสะอาดต้องมีการรับรองมาตรฐานด้านการบริการทำความสะอาดตามที่ LEED กำหนดไว้

LEED กำหนดให้อาคารต้องมีการทำความสะอาดโดยบริษัทรับจ้างทำความสะอาดที่ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านการบริการทำความสะอาดตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. Green Seal’s Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42)
2. International Sanitary Supply Association (ISSA)
3. Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB)

4. การรับรองจากสถาบันท้องถิ่นที่มีมาตรฐาน (นอกประเทศสหรัฐอเมริกา)

บริษัททำความสะอาดที่อาคารซันทาวเวอร์สได้จัดจ้างอ้างอิงตามเอกสารที่ผู้วิจัยได้ตรวจสอบยังไม่ปรากฏว่าได้รับการรับรองจากสถาบันชั้นนำเรื่องมาตรฐานทำความสะอาด Green Seal's Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42) และ International Sanitary Supply Association (ISSA) หรือ Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB) จึงยังไม่ผ่านเกณฑ์

ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลทำความสะอาดอาคารเฉลี่ยสุทธิประมาณ 40 บาท ต่อตารางเมตรต่อปี (ที่มา : รายละเอียดและเงื่อนไข (Term of Reference : TOR) จ้างเหมาบริการดูแลทำความสะอาดอาคารของส่วนงานราชการ, MaxFuture co.,ltd,)

อาคารซันทาวเวอร์ส มีพื้นที่รวม 122,965 ตารางเมตร

พื้นรับบริการดูแลทำความสะอาดอาคารเท่ากับ 122,965 ตารางเมตร

จะได้ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลทำความสะอาดอาคารเท่ากับ

40 x 122,965 = 4,918,600 บาทต่อปี

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารอาคารที่ได้รับการรับรอง LEED EBOM จำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคารตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย อาคารเอไอเอ แคปปิตอล เซนเตอร์ พบว่าการดำเนินงานจัดจ้างสำหรับอาคารที่ได้รับรอง LEED จะไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษเพิ่มเติม

ดังนั้น ในการจัดจ้างบริษัทรับบริการดูแลทำความสะอาดอาคารที่ได้มาตรฐานสำหรับอาคารเขียวจะอยู่ที่ประมาณ 4,918,600 บาทต่อปี คิดเป็น 40 บาท/ตร.ม.

สรุปผล ไม่ผ่านเกณฑ์

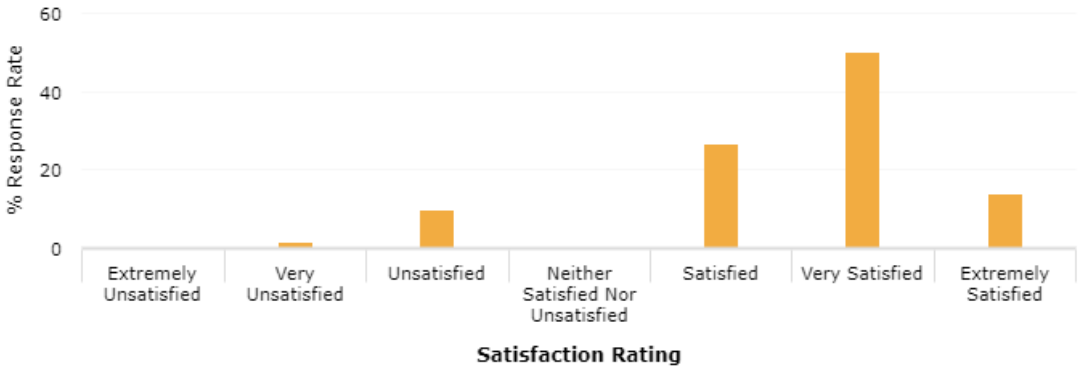
(จะผ่านเกณฑ์ภายหลังการปรับปรุง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.19 EQ4 ประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร – Indoor Environmental Quality Performance (ข้อประสิทธิภาพ 20 คะแนน)

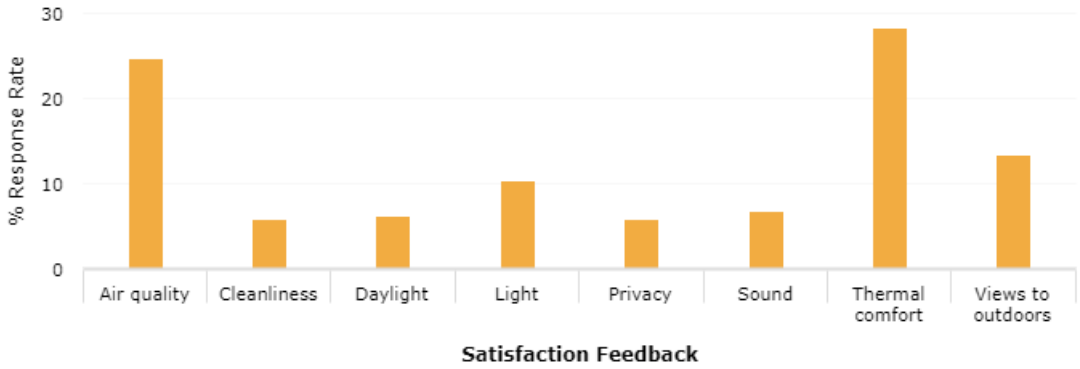
LEED กำหนดให้ประสิทธิภาพของคุณภาพอากาศภายในอาคารต้องมาจากความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้อาคารจริง อาคารต้องจัดทำแบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจด้านคุณภาพอากาศความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารคิดเป็นอัตราส่วนคะแนน 50% ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารคิดเป็นสัดส่วนคะแนน 25% ปริมาณสารระเหยในอากาศคิดเป็นสัดส่วนคะแนน 25% ผู้วิจัยได้จัดทำ

แบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจของคุณภาพอากาศจากจำนวนผู้ใช้อาคารไว้ จำนวน 325 ชุด ดังแผนภูมิที่ 4.7 – 4.9



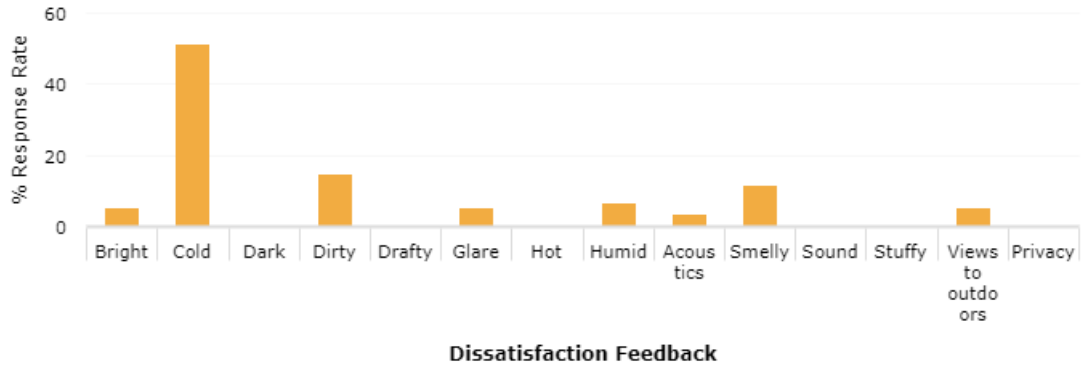
แผนภูมิที่ 4.7 ความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง
(ที่มา : จากแบบสอบถามของผู้วิจัย)

จากแผนภูมิที่ 4.7 ผู้ใช้อาคารค่อนข้างมีความพึงพอใจต่อคุณภาพอากาศโดยรวมภายในอาคารมาก มีส่วนน้อยที่ไม่พึงพอใจ



แผนภูมิที่ 4.8 ระดับความรู้สึกทางบวกต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง
(ที่มา : จากแบบสอบถามของผู้วิจัย)

จากแผนภูมิที่ 4.8 ผู้ใช้อาคารมีความพึงพอใจต่อประเด็นสภาวะน่าสบายภายในสำนักงานมากที่สุด กล่าวคือมีความรู้สึกที่ไม่ร้อน ไม่หนาวมากเกินไป ทั้งยังมีความรู้สึกว่าคุณภาพอากาศโดยรวมค่อนข้างดี มุมมองสู่ภายนอกดีและแสงสว่างภายในพื้นที่สำนักงานเพียงพอ



แผนภูมิที่ 4.9 ระดับความรู้สึกทางลบต่อคุณภาพอากาศภายในพื้นที่สำนักงานของกลุ่มตัวอย่าง (ที่มา : จากแบบสอบถามของผู้วิจัย)

ในส่วนที่มีความพึงพอใจน้อย จากแผนภูมิที่ 4.9 ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกหนาว สกปรกและมีกลิ่นเล็กน้อย อาคารอาจจะต้องทำความสะอาดช่องแอร์ใหม่ทั้งหมด เรื่องมุมมอง บางส่วนมีความรู้สึกว่ามุมมองโดยรอบอาคารไม่ค่อยดี ซึ่งอาจเกิดจากการก่อสร้าง และมีแสงบาดตามากเกินไป

ผู้วิจัยได้ตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อวัดปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคารทั้งสิ้น 9 จุดเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยตามเกณฑ์ LEED กำหนดให้สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (TVOC) ต้องไม่เกิน 500 μg/m3 หรือ 0.5 ppm ผลการตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 4.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวัดปริมาณสารพิษและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร 9 จุด (ที่มา : จากการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562)

พื้นที่ที่ตรวจวัด	เวลาที่ตรวจวัด 13/02/62	ปริมาณ TVOC s (ppm) (Limit 0.5 ppm)
1. ชั้น 31 อาคาร A	9:34 – 15:00 น.	0.74
2. ชั้น 11 อาคาร B	10:34 – 15:00 น.	0.97
3. ชั้น 41 อาคาร B	10:44 – 15:12 น.	0.51

4. ชั้น 33 อาคาร A	10:53 – 15:16 น.	0.42
5. ชั้น 2 บริเวณ Lobby	10:56 – 15:24 น.	0.88
6. ชั้น Basement	11:02 – 15:29 น.	0.92
7. ชั้น 22 อาคาร B	11:35 – 15:46 น.	0.31
8. ชั้น G บริเวณทางเข้าหลักของอาคาร	11:26 – 15:40 น.	1.01
9. ชั้น 2 บริเวณ Lift Lobby	11:40 – 15:53 น.	0.76

ผู้วิจัยได้ตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อวัดปริมาณสารพิษและตรวจวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารทั้งสิ้น 9 จุด ปริมาณ CO_2 มาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 ตามที่ยอมรับได้ให้ไม่เกิน 700 ppm) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร9 จุด (ที่มา : จากการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562)

พื้นที่ที่ตรวจวัด	เวลาที่ตรวจวัด 13/02/62	ปริมาณ CO_2 (ppm) (Limit 700 ppm)
1. ชั้น 31 อาคาร A	9:34 – 15:00 น.	776
2. ชั้น 11 อาคาร B	10:34 – 15:00 น.	1438
3. ชั้น 41 อาคาร B	10:44 – 15:12 น.	351
4. ชั้น 33 อาคาร A	10:53 – 15:16 น.	794
5. ชั้น 2 บริเวณ Lobby	10:56 – 15:24 น.	1003
6. ชั้น Basement	11:02 – 15:29 น.	1896
7. ชั้น 22 อาคาร B	11:35 – 15:46 น.	1122
8. ชั้น G บริเวณทางเข้าหลักของอาคารฝั่งอาคาร A	11:26 – 15:40 น.	1544
9. ชั้น 2 บริเวณ Lift Lobby	11:40 – 15:53 น.	985

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.12 การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562
(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.13 อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร
(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

การวิเคราะห์

ผลการตรวจวัดได้แสดงให้เห็นว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารซันทาวเวอร์สโดยมากยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ LEED O+M V.4.1 ทั้งในเรื่องปริมาณ TVOCs และ CO_2 ซึ่งอาจเกิดจากมีผู้ใช้อาคารหนาแน่นเกินไปในบริเวณนั้น อาคารควรดำเนินการเพิ่มเติมในเรื่องของควบคุมการเลือกใช้

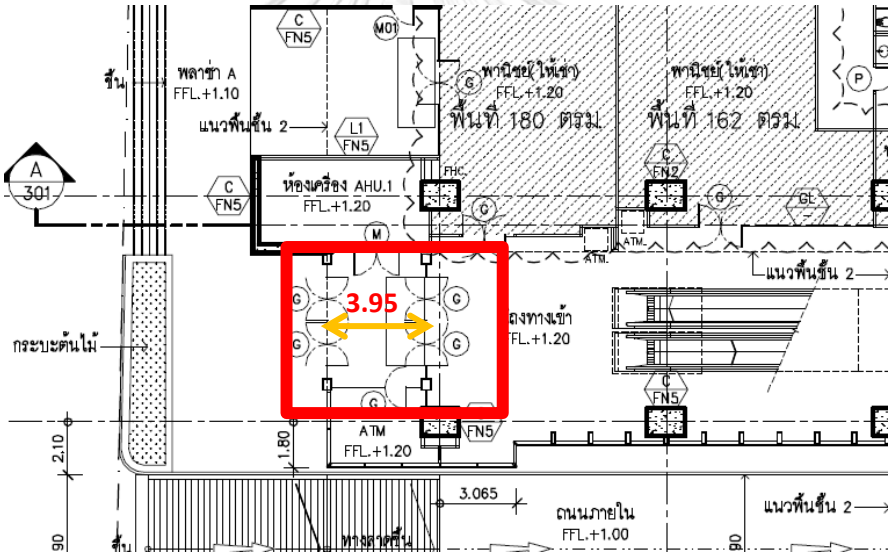
วัสดุในการปรับปรุงอาคาร (สัมพันธ์กับข้อ MR2) และเห็นควรว่าจำเป็นต้องติดตั้ง CO_2 sensor ในแต่ละพื้นที่ที่สำคัญ

สรุปผล คะแนนที่ได้ 14/20 คะแนน

4.2.20 EQ5 การทำความสะอาดสีเขียว - Green Cleaning (1 คะแนน)

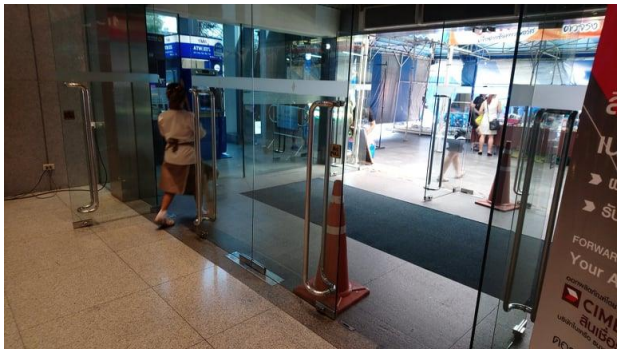
เลือกทำ **Option 2 Entryway System** เนื่องจากเป็นตัวเลือกที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของอาคารที่เด่นชัด

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 กำหนดให้ทางเข้าออกภายนอกอาคารต้องมีพื้นที่ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเป็นระยะทางยาวอย่างน้อย 3 เมตร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร



ภาพที่ 4.14 แบบแปลนบริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)



ภาพที่ 4.15 บริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส มีพรมดักฝุ่นในบริเวณ
(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

ภาพที่ 4.16 บริเวณทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์ส มีอุปกรณ์ Air Curtain ในบริเวณ
(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)

การวิเคราะห์

ทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเป็นระยะทางยาวถึง 3.95 เมตร ดังภาพที่ 4.14 – 4.15 พร้อมติดตั้ง Air Curtain ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปกรกไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร ดังภาพที่ 4.16 ข้อนี้จึงผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของ LEED O+M V.4.1

สรุปผล คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.21 EQ6 Integrated Pest Management - การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน (1 คะแนน)

เลือกทำ Option 2 Certified IPM Service เนื่องจากอาคารซันทาวเวอร์สได้มีการจัดจ้างบริษัททำความสะอาดมาแต่เดิมอยู่แล้ว ดังนั้นหากอาคารจะยื่นขอรับรองเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 บริษัทที่ทำความสะอาดในอาคารซันทาวเวอร์สจะต้องได้ใบรับรองมาตรฐานการทำความสะอาดตามที่เกณฑ์ LEED กำหนด

LEED ต้องการให้มีการจัดจ้างบริษัทกำจัดแมลงที่ได้ใบรับรองมาตรฐานสากล เช่น GreenPro, Green Shield, Ecowise และเอกสารอ้างอิงการจ้างบริษัทผู้เชี่ยวด้านการจัดการแมลงและสัตว์รบกวนที่ได้ IPM Certificate เข้ามาเป็นที่ปรึกษาและดำเนินการการกำจัดแมลง ผู้วิจัยได้

ติดตามฝ่ายบริหารอาคารในการรวบรวมแผนงานการบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน ในปี พ.ศ.2562

อาคารซันทาวเวอร์เลือกใช้บริการกำจัดแมลงจาก บริษัทกำจัดปลวก กำจัดแมลง ที่ได้เป็นสมาชิกสามัญของสมาคมผู้ประกอบกิจการกำจัดแมลงแห่งประเทศไทย บริษัทได้ใบรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 เพื่อเป็นการรับประกันการสอดคล้องกับข้อกำหนดด้านคุณภาพความปลอดภัย มาตรฐานทางสังคม ด้านสิ่งแวดล้อมและจริยธรรมและได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข เรื่องรับรองการครอบครองวัตถุอันตราย

การวิเคราะห์

เกณฑ์ LEED ได้กำหนดให้อาคารต้องเลือกใช้บริการจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐานระดับสากล แต่ก็สามารถให้เลือกใช้บริษัทที่ได้รับการรับรองจากสถาบันท้องถิ่นได้เช่นกัน ข้อนี้อาคารซันทาวเวอร์สเลือกใช้บริษัทที่ยังไม่ผ่านมาตรฐานใดใดตามที่ LEED O+M V.4.1 รับรอง ฉะนั้นจึงยังไม่ผ่านเกณฑ์ อาคารควรจัดจ้างบริษัท กำจัดแมลงที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล เช่น GreenPro, Green Shield, Ecowise

ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลจัดการแมลงและสัตว์รบกวนอาคารเฉลี่ยสุทธิประมาณ 20 บาทต่อตารางเมตรต่อปี (ที่มา : รายละเอียดและเงื่อนไข (Term of Reference : TOR) จ้างเหมาบริการดูแลจัดการแมลงและสัตว์รบกวนอาคารของส่วนงานราชการ, MaxFuture co.,ltd,)

อาคารซันทาวเวอร์ส มีพื้นที่รวม 122,965 ตารางเมตร

จะเหลือพื้นที่รับบริการดูแลจัดการแมลงและสัตว์รบกวนเท่ากับ 122,965 ตารางเมตร

จะได้ค่าจ้างบริษัทรับบริการดูแลทำความสะอาดอาคารเท่ากับ

20 x 122,965 = 2,459,300 บาทต่อปี

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารอาคารที่ได้รับการรับรอง LEED EBOM จำนวน 2 อาคาร ได้แก่ อาคารตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย อาคารเอไอเอ แคปปิตอล เซนเตอร์ พบว่าการดำเนินงานจัดจ้างสำหรับอาคารที่ได้รับรอง LEED จะไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษเพิ่มเติม

ดังนั้น ในการจัดจ้างบริษัทรับบริการดูแลจัดการแมลงและสัตว์รบกวนที่ได้มาตรฐานสำหรับอาคารเขียวจะอยู่ที่ประมาณ 2,459,300 บาทต่อปี คิดเป็น 20 บาท/ตร.ม.

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

4.2.22 IN 1 Innovation - นวัตกรรม (1 คะแนน)

LEED กำหนดว่าในการดำเนินงานเพื่อยืนขอรับรองควรว่าจ้าง LEED AP อยู่ในคณะทำงาน ซึ่งในคณะทำงานของอาคารปัจจุบันยังไม่มี LEED AP อยู่ในคณะทำงาน ควรมีการจัดจ้างที่ปรึกษา LEED ที่ได้รับ LEED AP ให้อยู่ในคณะทำงาน ในข้อนี้อาคารซันทาวเวอร์สจึงยังไม่ผ่านเกณฑ์

ค่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาอาคารเขียว LEED AP พร้อมค่าตอบแทนคณะทำงานผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวเนื่อง (ค่าเดินทาง ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าจัดทำรายงาน เป็นต้น) ระยะเวลาดำเนินการประมาณ 6 เดือน เดือนละ 500,000 บาท เท่ากับประมาณ 3,000,000 บาทต่อโครงการ (ที่มา : การตั้งงบประมาณจัดจ้างที่ปรึกษาโครงการสำรวจแนวทางปรับปรุงอาคารการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยให้เป็นอาคารเขียว LEED)

ค่าตอบแทนบุคลากรจำนวน 12 คน เป็นเงิน 2,609,000 บาท ประกอบด้วย

ผู้บริหารโครงการ จำนวน 1 คน 99,200 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 595,200 บาท

ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว LEED AP จำนวน 1 คน 30,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 180,000 บาท

ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว จำนวน 1 คน 24,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 144,000 บาท

สถาปนิก จำนวน 1 คน 33,800 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 202,800 บาท

ผู้ช่วยสถาปนิก จำนวน 1 คน 23,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 138,000 บาท

วิศวกรเครื่องกล จำนวน 1 คน 31,500 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 189,000 บาท

วิศวกรสุขาภิบาล จำนวน 1 คน 35,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 210,000 บาท

ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 1 คน จำนวน 1 คน 30,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 180,000 บาท

ผู้ประสานงานโครงการ จำนวน 1 คน 23,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 138,000 บาท

ที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 1 คน 126,500 บาท x 4 เดือน เป็นเงิน 506,000 บาท

เลขานุการจำนวน 1 คน 21,000 บาท x 6 เดือน เป็นเงิน 126,000 บาท

ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เป็นเงิน 391,000 บาท ได้แก่

ค่าวัสดุอุปกรณ์ 200,000 บาท

ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง 171,000 บาท

ค่าช้จ่ายอื่นๆ 20,000 บาท

รวมเป็นงบประมาณทั้งสิ้นประมาณ 3,000,000 บาท

สรุปผล คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

ภายหลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนภายหลังการปรับปรุง

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 มีระดับการรับรองทั้งสิ้น 4 ระดับ ประกอบด้วย

1. ระดับ Certified ต้องได้คะแนน 40-49 คะแนน
2. ระดับ Silver ต้องได้คะแนน 50-59 คะแนน
3. ระดับ Gold ต้องได้คะแนน 60-79 คะแนน
4. ระดับ Platinum ต้องได้คะแนน 80-100 คะแนน

ตารางที่ 4.9 LEED O+M V.4.1 Scorecard แสดงผลคะแนนภายหลังการปรับปรุง

LOCATION AND TRANSPORTATION		14	MATERIALS AND RESOURCES		9
PF	Transportation Performance (14 pts)	10	PQ	Purchasing Policy	
SUSTAINABLE SITE		4	PQ	Facility Maintenance and Renovation Policy	
CR	Rainwater Management (1 pt)	1	PF	Waste Management	6
CR	Heat Island Reduction (1 pt)	1	CR	Purchasing (1 pt)	0
CR	Light Pollution Reduction (1 pt)	1	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY		22
CR	Site Management (1 pt)	1	PQ	Minimum Indoor Air Quality	
WATER EFFICIENCY		15	PQ	Environmental Tobacco Smoke Control	
PF	Water Performance (15 pts)	15	PQ	Green Cleaning Policy	
ENERGY AND ATMOSPHERE		35	PF	Indoor Environmental Quality Performance (20 pts)	14
PQ	Energy Best Management Practice		CR	Green Cleaning (1 pt)	1
PQ	Fundamental Refrigerant Management		CR	Integrated Pest Management (1 pt)	1
PF	Energy Performane	28	INNOVATION		1
CR	Grid Harmonization (1 pt)	1	CR	Innovation (1 pt)	1
CR	Enhanced Refrigerant Management (1 pt)	0	TOTAL (100)		81 Points

จากตารางที่ 4.9 ในที่นี้

สีเขียว = ผ่านสามารถพิจารณาคะแนนได้

สีแดง = ไม่ผ่าน

ผลการประเมินประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงของอาคารซันทาวเวอร์ได้คะแนนรวมทั้งสิ้น 81 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้ระดับการรับรอง Platinum

หมวด LT Location & Transportation ได้ 10/14 คะแนน

หมวด SS Sustainable Site ได้ 4/4 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมวด WE Water Efficiency ได้ 15/15 คะแนน

หมวด EA Energy & Atmosphere ได้ 28/35 คะแนน

หมวด MR Material & Resource ได้ 6/9 คะแนน

หมวด EQ Indoor Environmental Quality ได้ 17/22 คะแนน

หมวด IN Innovation ได้ 1/1 คะแนน

ได้มีการปรับปรุงสำหรับข้อบังคับทุกข้อเพื่อให้อาคารสามารถขอการรับรองได้ มีการปรับปรุงในข้อคะแนน (Credits) ทั้งสิ้น 7 ข้อ เพื่อให้อาคารได้รับการรับรองในระดับ Platinum ประกอบด้วย

1. SS1 Rainwater Management – การจัดการน้ำฝน
2. SS2 Heat Island Reduction – การลดสภาวะเกาะความร้อน
3. SS3 Light Pollution Reduction – การลดมลภาวะทางแสง
4. SS4 Site Management – การจัดการที่ตั้งโครงการ
5. EQ5 Green Cleaning – การทำความสะอาดสีเขียว
6. EQ6 Integrated Pest Management – การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน
7. IN1 Innovation – นวัตกรรม

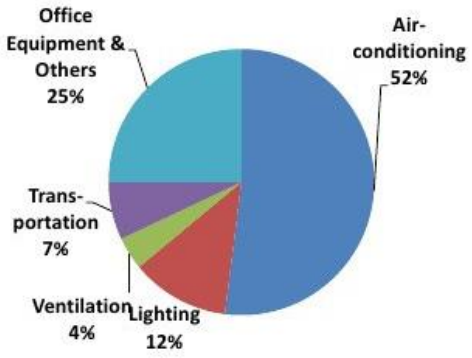
ภายหลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่า หมวด LT Location & Transportation ไม่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมคะแนนยังคงที่ 10/14 คะแนน เนื่องจากเกณฑ์ไม่สามารถปรับปรุงในด้านกายภาพเพิ่มเติมได้ อาคารซันทาวเวอร์สได้คะแนนรวมทั้งสิ้น 81/100 คะแนน ค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงรวมทั้งสิ้น 12,309,824.00 บาท คิดเป็น 100.11 บาท/ตร.ม.

ปัญหาอุปสรรคใหญ่ที่สำคัญคือเรื่องของการบริหารจัดการอาคารโดยรวมซึ่งยังเป็นการบริหารจัดการแบบอาคารสำนักงานทั่วไปอยู่ ต้องมีการควบคุมมาตรฐานในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น เช่น การจัดการด้านพลังงาน การควบคุมมาตรฐานวัสดุก่อสร้าง การคัดเลือกบริษัทที่เข้ามาทำความสะอาด กำจัดแมลงและสัตว์รบกวน และงานภูมิสถาปัตยกรรม ในการปรับปรุงในแต่ละส่วนอาจต้องมีการลงทุนหรือกระทบกับการใช้งานอาคาร ดังนั้น ในการปรับปรุงตามแต่ละเกณฑ์จำเป็นต้องศึกษาผลกระทบและวางแผนล่วงหน้ามาเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุดต่อทั้งธุรกิจและผู้ใช้อาคาร

บทที่ 5
การปรับปรุงอาคาร

5.1 การปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์สโดยทั่วไปแล้วเป็นไปดังแผนภูมิที่ 5.1 ดังจะเห็นได้ว่าระบบปรับอากาศภายในอาคารถือเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานที่มากที่สุด แต่ในการปรับปรุงระบบปรับอากาศภายในอาคารนั้นเป็นการลงทุนที่ต้นทุนสูงมาก และส่งผลต่อการใช้งานอาคารในช่วงปรับปรุงเป็นระยะเวลานาน สามารถปรับปรุงด้านกายภาพอื่นๆที่สนับสนุนการใช้งานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นได้ แต่ไม่สามารถเปลี่ยนหมดทั้งระบบได้ ทั้งนี้การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศก็ได้อยู่ในแผนงานปรับปรุงอาคาร 7 ปีด้วยเช่นกัน



แผนภูมิที่ 5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์ส
(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสัมภาษณ์ที่ปรึกษางานระบบของอาคารซันทาวเวอร์ส พบว่าการปรับปรุงพัฒนาในส่วนอื่นประกอบด้วยกันก็มีส่วนในการลดการใช้พลังงานด้วย จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าสัดส่วนที่รองลงมาเป็นเครื่องใช้อุปกรณ์สำนักงาน งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบระบายอากาศยังเป็นสัดส่วนรวมกันถึง 41%

ในส่วนของอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานที่มีสัดส่วนกว่า 25% จะสามารถควบคุมการเลือกเครื่องใช้สำนักงานให้เป็นรุ่นประหยัดพลังงานจะทำได้ยาก เพราะการใช้ส่วนใหญ่นั้นมาจากผู้เช่าพื้นที่

สำนักงานและร้านค้าปลีก จะเป็นนโยบายการเลือกใช้ที่มาจากผู้เช่ามากกว่าซึ่งทางอาคารจะไม่สามารถไปยุ่งเกี่ยวได้

ดังนั้น การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิการการใช้พลังงานจึงมุ่งเน้นไปยังการเพิ่งประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ

5.1.1 แผนการปรับปรุงอาคารซันทาวเวอร์ส 7 ปี

อาคารซันทาวเวอร์สมีแผนการปรับปรุงอาคารในระยะเวลาการดำเนินการ 7 ปี เพื่อปรับปรุงอาคารให้ทันสมัย เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ให้กับผู้ใช้อาคาร และลดค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคในระยะยาว โดยสอดคล้องกับการปรับปรุงอาคารเพื่อยื่นขอรับรองมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 ดังภาพที่ 5.1

Description (TOTAL 178.5 MB) With 5% Contingency	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	21 MB (Use 21 MB)	31.5 MB (Use 31.5 MB)	31.5 MB (Use 31.5 MB)	31.5 MB (Use 31.5 MB)	21 MB (Use 17.20 MB)	21 MB (Use 20.05 MB)	21 MB (Use 17.93 MB)
	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4	Q1 Q3 Q2 Q4
Air Conditioning & Ventilation System	3.30 MB Cooling Tower A B (Only Podium), Plate Heat 2 sets 17 COP & Stanier				8.89 MB Cooling Tower A B + Water Cooled Package 29	13.67 MB Cooling Tower A B + Water Cooled Package 16+28	8.10 MB Balancing Valves 213 + Water Cooled Package 29
Electrical & Communication System					6.89 MB EMDB 1C,2C & ATS Generator A&B Fire Alarm Control	2.00 MB Electrical Billing System	
Fire Protection System							3.50MB Fire Barrier A B
Structure of Building						3.05 MB Water Tanks	
Sanitary System		4.00 MB Piping, PRV	0.50 MB Cold Water Pump				
WC + Pantry (Tenant Floor)	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry	1.33 MB WC + Pantry
Architecture/ Interior(Lobby)							5.00MB Lobby
Lift Modernization Tower A&B	16.37 MB Tower A B Lifts	26.17 MB Tower A B Lifts	29.67 MB Tower A B Lifts	30.17 MB Tower A B Lifts	(Max 102.38 MB)		

ภาพที่ 5.1 แผนการปรับปรุงอาคารซันทาวเวอร์ส 7 ปี

(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

5.1.2 การปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ปัจจุบันในส่วนของพื้นที่เช่าสำนักงาน อาคารซันทาวเวอร์สเลือกใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 36W 865 Super 80 (MASTER) | 120cm – Daylight สำหรับหลอดยาว และหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 18W 840 Super 80 (MASTER) | 59 cm - Daylight สำหรับหลอดสั้น ซึ่งเป็นหลอดไฟที่อาคารได้เลือกใช้ตั้งแต่เปิดใช้งานอาคารเมื่อปี พ.ศ.2538 ด้วยเทคโนโลยียังคงเป็นแบบเดิมส่งผลให้มีการใช้พลังงานที่สูง การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 12% ของการใช้พลังงานในอาคาร เท่ากับ 2,666,520 กิโลวัตต์ต่อปี (อ้างอิงข้อมูลการใช้พลังงานปี พ.ศ.2560)

การเปลี่ยนหลอดไฟที่ใช้ในอาคารสำนักงานซันทาวเวอร์สนั้นอยู่ในแผนงานปรับปรุงอาคาร 7 ปี ในการเปลี่ยนหลอดไฟจะต้องดำเนินการเปลี่ยนทั้งอาคารในส่วนของพื้นที่เช่าอาคารสำนักงาน จะไม่สามารถดำเนินการได้ในทันที จะต้องดำเนินการโดยอาศัยขอความร่วมมือจากผู้เช่า ในบางกรณีจะสามารถทำได้โดยในขณะผู้เช่ายังไม่ย้ายออกจากอาคาร และในบางกรณีจะสามารถทำได้โดยที่ผู้เช่าออกจากพื้นที่อาคารแล้วเท่านั้น อ้างอิงการขอความร่วมมือจากผู้เช่าจากการสัมภาษณ์ข้อมูลแผนกลูกค้าสัมพันธ์ ในการปรับเปลี่ยนสามารถดำเนินการได้ดังนี้

1.การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ถ้าผู้เช่าอนุญาติก็สามารถเข้าพื้นที่ตอนกลางคืนช่วงเวลา 22:00 – 06:00 ได้ทันที

2. ถ้าผู้เช่าไม่อนุญาติให้กระทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใดๆ ทางฝ่ายบริหารงานอาคารจะต้องเข้าพื้นที่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลังจากผู้เช่าย้ายออกแล้วเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเลือกใช้หลอดไฟในการปรับปรุงระบบแสงสว่างส่วนของพื้นที่เช่า อาคารซันทาวเวอร์สกำหนดให้เลือกใช้หลอดไฟ LED Tube T8 ขนาด 1,200 mm. และ 600 mm. ผู้วิจัยได้เลือกหาหลอดไฟที่มีคุณลักษณะดังกล่าวพบว่ามีรุ่นและยี่ห้อให้เลือกใช้อย่างหลากหลาย จึงได้พบหลอดไฟ Phillips LEDtube 1,200 mm 16W 740 T8 AP I G และ LEDtube 600 mm 8W 740 T8 AP I G ซึ่งตรวจสอบจากปริมาณการใช้พลังงานของหลอดไฟชนิดดังกล่าวจะสามารถลดการใช้พลังงานจากหลอดเดิมได้ถึง **56%**

ภาพที่ 5.2 หลอดไฟ Phillips LEDtube 1,200mm 16W 740 T8 AP I G

(ที่มา : เว็บไซต์ http://www.lighting.philips.co.th เข้าถึงเมื่อ : วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2562)

5.1.2.1 การวิเคราะห์พลังงานก่อนปรับปรุง

ปัจจุบันหลอดไฟเดิมที่ใช้งานในพื้นที่สำนักงานอาคารซันทาวเวอร์สมีทั้งสิ้น 12,890 หลอด

อาคาร A หลอดขนาด 1,200 mm. ใช้จำนวน 190 หลอดต่อชั้น ดังภาพที่ 5.3

หลอดขนาด 600 mm. ใช้จำนวน 38 หลอดต่อชั้น

ชั้นสำนักงานมีตั้งแต่ชั้น 11 – 32 รวมทั้งสิ้น 22 ชั้น

อาคาร A ใช้หลอดขนาด 1,200 mm. ทั้งสิ้น 190*22 = 4,180 หลอด

ในหลอดไฟ 1 ชุดจะมีบัลลาสต์แกนเหล็กขนาด 10 W รวมอยู่ด้วยจะเป็น 46 W

(4,180 * 46) / 1,000 = 192.28 kW

ใช้หลอดขนาด 600 mm. ทั้งสิ้น 38*22 = 836 หลอด

ในหลอดไฟ1ชุดจะมีบัลลาสต์แกนเหล็กขนาด 10 W รวมอยู่ด้วยจะเป็น 28 W

(836 * 28) / 1,000 = 23.40 kW

192.28 + 23.40 = 215.68 kW

ในที่นี้

12 = 12 เดือน (1 ปี)

22 = จำนวนวันทำการต่อเดือนของอาคารซันทาวเวอร์ส 22 วันต่อเดือน

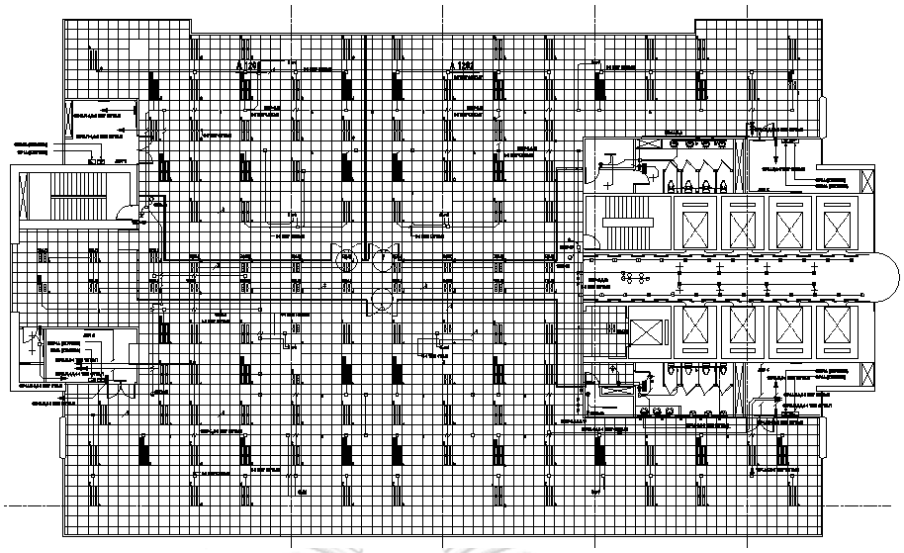
8 = จำนวนชั่วโมงทำการต่อวันของอาคารซันทาวเวอร์สเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น

สรุปการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอาคาร A ก่อนปรับปรุงอยู่ที่

215.68 * 8 *22 * 12 = 455,533 kWh/y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 5.3 แบบแปลนงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างอาคารซันทาวเวอร์ส A
(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

อาคาร B หลอดขนาด 1,200mm. ใช้จำนวน 254 หลอดต่อชั้น ดังภาพที่ 5.4

ชั้นสำนักงานมีตั้งแต่ชั้น 11 – 40 รวมทั้งสิ้น 30 ชั้น

อาคาร B ใช้หลอดขนาด 1,200mm. ทั้งสิ้น 254*30 = 7,520 หลอด

ในหลอดไฟ1ชุดจะมีบัลลาสต์แกนเหล็กขนาด 10w รวมอยู่ด้วยจะเป็น 46W

(7,520 * 46) / 1,000 = 345.92 kW

ในที่นี้

12 = 12 เดือน (1 ปี)

22 = จำนวนวันทำการต่อเดือนของอาคารซันทาวเวอร์ส 22 วันต่อเดือน

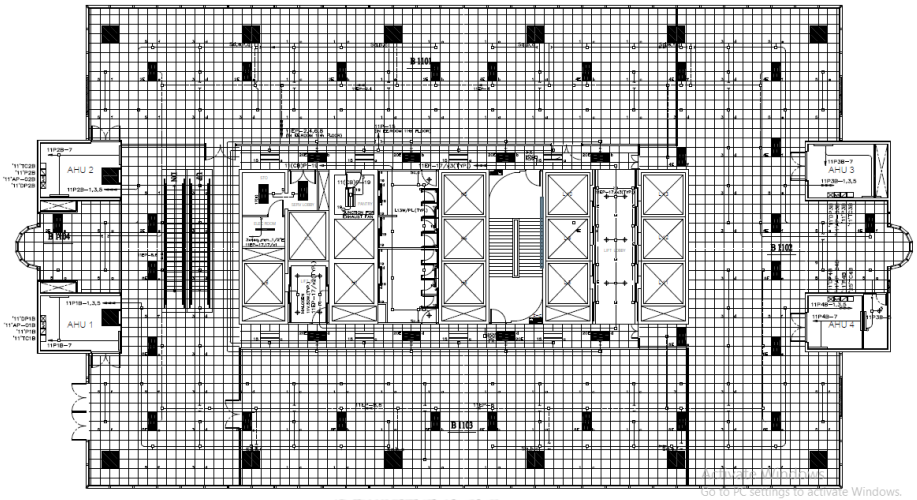
8 = จำนวนชั่วโมงทำการต่อวันของอาคารซันทาวเวอร์สเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น

สรุปการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอาคาร B ก่อนปรับปรุงอยู่ที่

345.92 * 8 * 22 * 12 = 730,583.04 kWh/y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.4 แบบแปลนงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างอาคารซันทาวเวอร์ส B
(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

ในการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารซันทาวเวอร์สก่อนปรับปรุงใช้พลังงานทั้งสิ้น 455,533 + 730,583.04 = 1,186,116.04 kWh/y

5.1.2.2 การวิเคราะห์พลังงานหลังการปรับปรุง

เปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 36W 865 Super 80 (MASTER) | 120 cm – Daylight สำหรับหลอดยาว และหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 18W 840 Super 80 (MASTER) | 59 cm - Daylight สำหรับหลอดสั้น เป็นหลอดไฟ Phillips LEDtube 1,200 mm 16W 740 T8 AP I G และ LEDtube 600 mm 8W 740 T8 AP I G

อาคาร A

อาคาร A หลอดขนาด 1,200 mm. ใช้จำนวน 190 หลอดต่อชั้น

หลอดขนาด 600 mm. ใช้จำนวน 38 หลอดต่อชั้น

ชั้นสำนักงานมีตั้งแต่ชั้น 11 – 32 รวมทั้งสิ้น 22 ชั้น

ใช้หลอดขนาด 1,200 mm. ทั้งสิ้น 190 * 22 = 4,180 หลอด

ในหลอดไฟ 1 ชุดขนาดจะเป็น 16 W

(4,180 * 16) / 1,000 = 66.88 kW

ใช้หลอดขนาด 600mm. ทั้งสิ้น 38 * 22 = 836 หลอด

ในหลอดไฟ1ชุด ขนาดจะเป็น 8 W

(836 * 8) / 1,000 = 6.68 kW 66.88+6.68 = 73.56 kW

ในที่นี้

12 = 12 เดือน (1 ปี)

22 = จำนวนวันทำการต่อเดือนของอาคารซันทาวเวอร์ส 22 วันต่อเดือน

8 = จำนวนชั่วโมงทำการต่อวันของอาคารซันทาวเวอร์สเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอาคาร A หลังปรับปรุงอยู่ที่

73.56 * 8 *22 * 12 = 155,375.60 kWh/y

อาคาร B

อาคาร B หลอดขนาด 1,200 mm. ใช้จำนวน 254 หลอดต่อชั้น

ชั้นสำนักงานมีตั้งแต่ชั้น 11 – 40 รวมทั้งสิ้น 30 ชั้น

อาคาร B ใช้หลอดขนาด 1,200 mm. ทั้งสิ้น 254 * 30 = 7,520 หลอด

ในหลอดไฟ 1 ชุด จะมีขนาด 16 W

(7,520 * 16) / 1,000 = 120.32 kW

ในที่นี้

12 = 12 เดือน (1 ปี)

22 = จำนวนวันทำการต่อเดือนของอาคารซันทาวเวอร์ส 22 วันต่อเดือน

8 = จำนวนชั่วโมงทำการต่อวันของอาคารซันทาวเวอร์สเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอาคาร B หลังปรับปรุงอยู่ที่

120.32 * 8 * 22 * 12 = 254,115.84 kWh/y

ในการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารซันทาวเวอร์สภายหลังปรับปรุงใช้พลังงานทั้งสิ้น 155,375.60 + 254,115.84 = 409,491.44 kWh/y

5.1.2.3 ผลการประหยัดพลังงาน

หลังจากเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 36 W 865 Super 80 (MASTER) | 120 cm – Daylight สำหรับหลอดยาว และหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 18 W 840 Super 80 (MASTER) | 59 cm - Daylight สำหรับหลอดสั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป็นหลอดไฟ Phillips LED tube 1,200 mm 16 W 740 T8 AP I G และ LED tube 600 mm 8W 740 T8 AP I G พบว่าการใช้พลังงานลดลงดังนี้

พลังงานลดลง 1,186,116.04 – 409,491.446 = 776,624.59 kWh/y

จากราคาเฉลี่ยค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารซันทาวเวอร์สต่อหน่วยเท่ากับ 2.68 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง

ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 776,624.59 * 2.68 = 2,081,353.91 บาท

กำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลง

ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าอ้างอิงก่อนการประหยัดพลังงาน 215.68 + 345.92 = 561.60 kW

ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าอ้างอิงหลังการประหยัดพลังงาน 73.56 + 120.32 = 193.89 kW

ดังนั้นการใช้พลังงานสูงสุดลดลง 561.60 – 193.89 = 367.71 kW

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด 58.88 บาท/กิโลวัตต์ 367.71 * 58.88 * 12 = 259,814.83 บาท/ปี

ผลการประหยัดรวมของมาตรการนี้ 2,081,353.91 + 259,814.83 = 2,341,168.74 บาท/ปี

5.1.2.4 การวิเคราะห์การลงทุน

ราคาหลอดไฟ Phillips LEDtube 1,200mm 16 W 740 T8 AP I G = 800 บาท

จำนวนหลอด 11,700 หลอด

ดังนั้น ราคารวมเท่ากับ 11,700 * 800 = 9,360,000 บาท

ราคาหลอดไฟ LED tube 600 mm 8 W 740 T8 AP I G = 400 บาท

จำนวนหลอด 836 หลอด

ดังนั้นราคารวมเท่ากับ 836 * 400 = 334,400 บาท

9,360,000 + 334,400 = 9,694,400 บาท

ผลการประหยัดรวม 21,815,43.37 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน 9,694,400 / 21,815,43.37 = 4.44 ปี

หากอัตราคิดลดที่ 12% อ้างอิงมาจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MLR (Minimum Loan Rate) อัตราดอกเบี้ยที่ธนาคารพาณิชย์เรียกเก็บจากลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี รวมอัตราความเสี่ยง อัตราเงินเฟ้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อัตราความผันผวน ซึ่งสายงานการเงินขององค์กรได้คิดคำนวณไว้ให้อยู่แล้ว (ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย
https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx#
เข้าถึงเมื่อ 08/04/2562)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) = 7,341,223.77 บาท

NPV > 0 ดังนั้น มาตรการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน

มูลค่าผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) = 15%

IRR ให้ผลตอบแทนจากมาตรการนี้ถึง 15% มาตรการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน

จากการวิเคราะห์การลงทุน การลงทุนปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างพื้นที่เช่าอาคารสำนักงานซันทาวเวอร์สมีความคุ้มค่า เหมาะสมที่จะลงทุน

หลอดไฟใหม่มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง อาคารซันทาวเวอร์สมีเวลาทำการ 8 ชั่วโมงต่อวัน 240 วันต่อปี เท่ากับ 1,920 ชั่วโมงต่อปี ดังนั้นอายุการใช้งานของหลอดไฟที่เลือกมาปรับปรุงใหม่เท่ากับ 15,000 / 1,920 = 7.81 ปี

5.1.4 การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ

5.1.4.1 การวิเคราะห์พลังงานก่อนปรับปรุง

การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ เป็นส่วนหนึ่งในแผนปรับปรุงอาคารซันทาวเวอร์สด้วยเช่นกัน การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารอยู่ที่ประมาณ 52% ของการใช้พลังงานในอาคาร เท่ากับ 11,554,920 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ซึ่งถือว่าเป็นระบบประกอบอาคารที่ใช้พลังงานสูงที่สุด (อ้างอิงข้อมูลการใช้พลังงานปี พ.ศ.2560) แต่ในการปรับปรุงอาจทำได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะต้นทุนปรับปรุงระบบปรับอากาศเป็นเงินลงทุนที่สูง

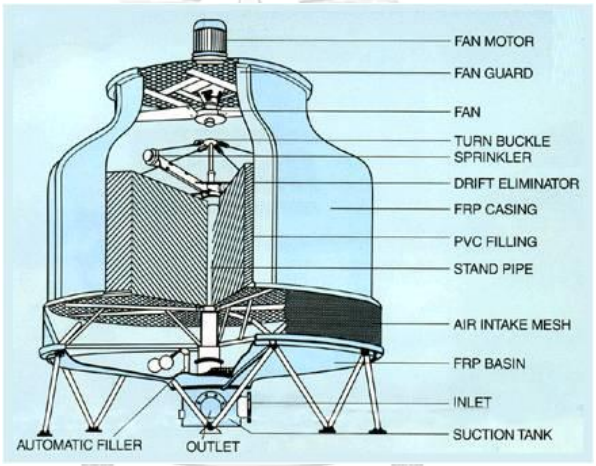
5.1.4.2 การวิเคราะห์พลังงานหลังปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ

จากการวิเคราะห์ของฝ่ายวิศวกรรมอาคารและงานระบบ ในการปรับปรุงระบบปรับอากาศจึงดำเนินการได้ในเชิงปรับปรุงกายภาพเท่านั้น เป็นดูแลรักษาเชิงป้องกันให้ใช้งานได้ สามารถจ่ายลมเย็นได้คุณภาพอากาศผ่านเกณฑ์ หลังจากเปลี่ยน filling จากไม้ชุบน้ำยาเป็นวัสดุสังเคราะห์ FRP จะช่วยเรื่องประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน การจ่ายลมเย็นมีประสิทธิภาพดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 5.5 ภาพหอทำความเย็นอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : จากการสำรวจของผู้วิจัย)



ภาพที่ 5.6 รูปตัดหอทำความเย็น

(ที่มา : เว็บไซต์ http://www.aesarabia.com/cooling-tower-packages/ เข้าถึงเมื่อ : วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2562)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.4.3 ผลการประหยัดพลังงาน

หลังจากเปลี่ยน filling จากไม้ชุบน้ำยาเป็นวัสดุสังเคราะห์ FRP พบว่าการใช้พลังงานลดลงดังนี้

พลังงานลดลง (5/100) * 11,554,920 = 577,746 kWh/y

จากราคาเฉลี่ยค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคารซันทาวเวอร์สต่อหน่วยเท่ากับ 2.68 บาท/ kWh

ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 577,746 * 2.68 = 1,548,359 บาท

ในที่นี้

12 = 12 เดือน (1 ปี)

22 = จำนวนวันทำการต่อเดือนของอาคารซันทาวเวอร์ส 22 วันต่อเดือน

8 = จำนวนชั่วโมงทำการต่อวันของอาคารซันทาวเวอร์สเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้น

กำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลง 577,746 / 12 / 22 / 8 = 273.55 kW

กำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อปีของระบบปรับอากาศเท่ากับ

11,594,920 / 12 / 22 / 8 = 5,490.02 kW

ดังนั้น การใช้พลังงานสูงสุดลดลง 5,490.02 - 273.55 = 5,216.47 kW

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด 58.88 บาท/กิโลวัตต์ 5,216.47*58.88*12 = 3,685,749.04 บาท/ปี

ผลการประหยัดรวมของมาตรการนี้ 1,548,359 + 3,685,749.04 = 5,234,108.04 บาท/ปี

5.1.4.4 การวิเคราะห์การลงทุน

ราคาปรับปรุงระบบปรับอากาศรวมทุกเฟสตามแผนปรับปรุงอาคาร 7 ปีมูลค่ารวม 33,960,000 บาท ดังภาพที่ 5.7

ผลการประหยัดรวม 5,234,108.04 บาท / ปี

ระยะเวลาคืนทุน 33,960,000 / 5234108.04 = 6.49 ปี

Description (TOTAL 178.5 MB) With 5% Contingency	2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025	
	21 MB (Use 21 MB)		31.5 MB (Use 31.5 MB)		31.5 MB (Use 31.5 MB)		31.5 MB (Use 31.5 MB)		21 MB (Use 17.20 MB)		21 MB (Use 20.05 MB)		21 MB (Use 17.93 MB)	
	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4	Q1 Q2	Q3 Q4
Air Conditioning & Ventilation System	3.30 MB								8.89 MB		13.67 MB		8.10 MB	
	Cooling Tower A B (Only Podium) , Plate Heat 2 sets 17 COP & Stanier								Cooling Tower A B + Water Cooled Package 29		Cooling Tower A B + Water Cooled Package 16+28		Balancing Valves 213 + Water Cooled Package 29	

ภาพที่ 5.7 แผนดำเนินการและค่าใช้จ่ายงานปรับปรุงหอทำความเย็นอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : Max Future co.,ltd.)

หากอัตราคิดลดที่ 12% อ้างอิงมาจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MLR (Minimum Loan Rate) อัตราดอกเบี้ยที่ธนาคารพาณิชย์เรียกเก็บจากลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี รวมอัตราความเสี่ยง อัตราเงินเฟ้อ อัตราความผันผวน ซึ่งสายงานการเงินขององค์กรได้คิดคำนวณไว้ให้อยู่แล้ว (ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย

https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx# เข้าถึงเมื่อ 08/04/2562)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) = 35,952,550 บาท

NPV > 0 ดังนั้น มาตรการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน

มูลค่าผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) = 14%

IRR ให้ผลตอบแทนจากมาตรการนี้ถึง 14% ดังนั้น มาตรการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน จากการวิเคราะห์ด้านการลงทุน การลงทุนปรับปรุงกายภาพหอทำความเย็นอาคารซันทาวเวอร์สมีความคุ้มค่า เหมาะสมที่จะลงทุน

5.2 ผลการปรับปรุงอาคาร

ภายหลังการปรับปรุง การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารลดลง 1,354,370.59 kWh/y ซึ่งลดลงเท่ากับ 6.13% ของการใช้พลังงานอาคารตลอดทั้งปี (22,106,000 kWh/y)

การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่ากับ 12% ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร ภายหลังการปรับปรุงการใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างลดลงถึง 30% จากก่อนการปรับปรุง ดังนั้น แม้ว่าการใช้พลังงานจะลดลง แต่การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าส่องสว่างก็เป็นสัดส่วนเพียง 1 ใน 9 ของการใช้พลังงานของทั้งอาคาร ซึ่งทำให้การปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาครั้งนี้จึงไม่ส่งผลต่อคะแนนประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวม

การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศมีสัดส่วน 52% ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร ภายหลังการปรับปรุงอุปกรณ์บางชิ้นที่ไม่ใช่อุปกรณ์หลักเช่นเครื่องทำน้ำเย็น การใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศจะลดลงเพียง 5% จากก่อนการปรับปรุง ดังนั้น แม้ว่าการใช้พลังงานจะลดลง แต่ก็ส่งผลน้อยมากต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวม

จะเห็นได้ว่าภายหลังการปรับปรุง ปริมาณการใช้พลังงานลดลง 1,354,370.59 kWh/y แต่คะแนนประสิทธิภาพพลังงานกลับคงที่ เท่ากับ 28 จาก 33 คะแนน หมายถึงการปรับปรุงที่เป็น Minor Renovation จะไม่ส่งผลต่อคะแนนด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เนื่องจากมาตรการที่ปรับปรุงเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไม่สูง ดังนั้น เพื่อให้เห็นผลการปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างชัดเจน จึงควรปรับปรุงในระดับ Major Renovation

5.3 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงอาคาร

5.3.1 แนวโน้มและโอกาสในการพัฒนาปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของอาคารซันทาวเวอร์สจะพบว่า ถึงแม้อาคารไม่ต้องมีการปรับปรุง แต่ถ้าหากอาคารมีการบริหารจัดการที่ดีพอ ดูแลเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอก็สามารถได้รับการรับรองเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ในระดับ GOLD ได้

แต่ก่อนจะมีการประเมินประสิทธิภาพอาคาร ผู้บริหารอาคารจะต้องทราบถึงภาพรวมของอาคารทั้งหมดก่อน จึงต้องมีการตรวจสอบเชิงกายภาพอาคารในเบื้องต้นทั้งหมด (As-Built Drawing และตรวจสอบตามสภาพจริง) หากพบจุดบกพร่องต้องรีบดำเนินการแก้ไข พร้อมกับรวมรวมข้อมูลอาคาร ผู้ใช้อาคารทุกพื้นที่ใช้สอย และศึกษาเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ระยะเวลาที่ใช้ดำเนินการทั้งสิ้นประมาณ 1 ปี

5.3.1.1 สิ่งที่ควรมุ่งเน้นก่อนจะประเมินผลประสิทธิภาพอาคารในระบบ Arc Skoru

1. ตรวจสอบศักยภาพของอาคารในภาพรวมทั้งหมด

ผู้บริหารอาคารรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงาน น้ำ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ มากไปหรือน้อยไปเมื่อเทียบกับขนาดของอาคารและผู้ใช้งานจริงรวมไปถึงการแยกขยะนำกลับมาใช้ใหม่ จะต้องมีการแยกถังขยะจัดสรรพื้นที่โดยเฉพาะ

2. ทำความเข้าใจกับเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 เพื่อปรับใช้กับการประเมินอาคารด้วยตัวเอง

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารเก่า ที่มีความต่างไปจาก LEED O+M V.4 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เป็นเกณฑ์ที่มุ่งเน้นไปยังการประเมินด้านประสิทธิภาพของอาคาร ลดขั้นตอนการดำเนินงาน และจำนวนข้อที่ต้องประเมินลงจาก v.4 เมื่อผู้บริหารอาคารได้ทำความเข้าใจกับรูปแบบของเกณฑ์การประเมินอย่างถ่องแท้แล้วจึงจะสามารถประเมินอาคารด้วยตัวเองในเบื้องต้นได้

3. รวบรวมเอกสาร หลักฐาน ข้อมูล เกี่ยวกับอาคารที่เป็นปัจจุบัน

ข้อมูลอาคารที่จำเป็นต้องใช้ จะเป็นข้อมูลที่สัมพันธ์กับการประเมินประสิทธิภาพของอาคารทั้งสิ้นได้แก่ ข้อมูลนโยบายการจัดการอาคาร แบบสถาปัตยกรรมและงานระบบอาคาร ข้อมูลเวลาเปิดใช้งานอาคารและงานระบบ ข้อมูลระบบปรับอากาศ จำนวนผู้ใช้อาคาร (ประจำและจร) ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคาร (แยกตามโซนการใช้งาน) เป็นต้น เมื่อรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วน พร้อมตรวจสอบข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเรียบร้อยแล้วจึงจะสามารถเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินด้านประสิทธิภาพได้

5.3.1.2 การปรับปรุงภายหลังการประเมินประสิทธิภาพอาคาร

ภายหลังการประเมินประสิทธิภาพอาคาร ผู้บริหารอาคารจะทราบผลคะแนนการประเมินประสิทธิภาพทันทีจากในระบบออนไลน์ของ LEED (Arc Skoru) โดยวิธีการเปรียบเทียบเชิงประสิทธิภาพ (Benchmark) จะสามารถรู้ได้ว่าประสิทธิภาพด้านใดของอาคารที่สามารถทำคะแนนได้ดี และด้านใดของอาคารที่ต้องปรับปรุง สำหรับด้านที่ต้องปรับปรุง ผู้บริหารอาคารก็ต้องมุ่งเน้นในด้านนั้น วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้คะแนนประสิทธิภาพของอาคารน้อย และแก้ไข ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่อาคารสามารถทำคะแนนด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำได้น้อย ปัญหาน่าจะเกิดจากอุปกรณ์สุขภัณฑ์เก่า ไม่ประหยัดน้ำ (ให้ตรวจสอบว่าอัตราการไหลของน้ำ (Flow Rate) เท่าไร) หรือมีการใช้น้ำที่มากผิดปกติ อาจจะมีสาเหตุมาจากจำนวนผู้ใช้อาคารมากเกินไปหรืออาคารมีปรับเปลี่ยนการใช้งานอาคาร หรือท่อน้ำชำรุด รั่วซึม เมื่อตรวจสอบพบปัญหาแล้ว มีการแก้ไขปรับปรุงเกิดขึ้นจะต้องมีการคำนวณปริมาณและต้นทุนการปรับปรุง ซึ่งอาจจะต้องมีการเปลี่ยนชุดก๊อกน้ำฟลัชวาล์ว ผู้บริหารอาคารจะต้องวิเคราะห์ คำนวณต้นทุนปริมาณ ให้มีความเหมาะสมที่สุดกับการใช้งาน ทั้งนี้ในการปรับปรุงจะเป็นในลักษณะบริหารและจัดการอาคารให้เป็นอาคารเขียว (Green Building Management) เท่านั้น ถ้าหากอาคารต้องปรับปรุงมาก เปลี่ยนระบบใหม่ซึ่งเกิดการลงทุนสูง อาคารก็ควรจะเลือกทำ LEED BD+C (LEED for Building Design and Construction) จะเหมาะสมกว่า

5.3.1.3 การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้จริง แต่จะไม่ได้คะแนน LEED เพิ่ม เนื่องจากส่วนที่ปรับปรุงมักเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานที่น้อยเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ดังนั้น การปรับปรุงอาคารเพื่อทำคะแนนในหัวข้อ Credits จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจมากกว่าการทำคะแนนในข้อประสิทธิภาพ

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

สรุปการปรับปรุงตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

หัวข้อ	การดำเนินการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ข้อควรพิจารณา	สรุปผล
SS1 การจัดการน้ำฝน	ติดตั้งถังเก็บน้ำฝน	89,294.00	การเตรียมการพื้นที่สำหรับถังเก็บน้ำและเครื่องปั๊มน้ำให้เหมาะสมต่อการใช้งานและไม่บดบังทัศนียภาพ	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 157.76 บาทต่อตารางเมตร หรือ**ประมาณ 160 บาทต่อตารางเมตร**
SS2 การลดสภาวะเกาะความร้อน	ทาสีขาวบริเวณพื้นที่สะสมความร้อน	817,448.00	การวางแผนเข้าทาสีโดยไม่ให้กระทบต่อธุรกิจและผู้ใช้อาคาร การพิจารณาทาสีในบริเวณที่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงและทัศนียภาพ	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 180.09 บาทต่อตารางเมตร หรือ**ประมาณ 185 บาทต่อตารางเมตร**
SS3 การลดมลภาวะทางแสง	เปลี่ยนโคมไฟแสงสว่างภายนอกอาคาร	545,389.00	การวางแผนเข้าติดตั้งโดยไม่ให้กระทบต่อธุรกิจและผู้ใช้อาคาร การป้องกันวัสดุระหว่างการติดตั้ง	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 17,073.40 บาทต่อโคม หรือ**ประมาณ 17,500 บาทต่อโคม**
SS4 การจัดการที่ตั้งโครงการ	ติดตั้งอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้และจ้างบริษัทดูแลรักษาสวน	479,793.00	การพิจารณาเลือกบริษัทที่มีศักยภาพ	Soft Cost - 800 บาทต่อตารางเมตร Hard Cost - 40.56 บาทต่อตารางเมตร (ไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษสำหรับ LEED)
EQ3 นโยบายการทำความสะอาดสีเขียว	จ้างบริษัททำความสะอาด	4,918,600.00	การพิจารณาเลือกบริษัทที่มีศักยภาพ	Soft Cost - 40 บาทต่อตารางเมตร (ไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษสำหรับ LEED)
EQ6 การบูรณาการการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	จ้างบริษัทกจัดแมลง	2,459,300.00	การพิจารณาเลือกบริษัทที่มีศักยภาพ	Soft Cost - 20 บาทต่อตารางเมตร (ไม่มีค่าใช้จ่ายพิเศษสำหรับ LEED)
IN1 นวัตกรรม	จ้าง LEED AP	3,000,000.00	การพิจารณาเลือกบริษัทที่มีศักยภาพ	ค่าตอบแทน 500,000 บาทต่อเดือน เป็นเวลา 6 เดือน
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น		**12,309,824.00**		
รวมบาท/ตร.ม.		**100.11**		

สรุปการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

หัวข้อ	การดำเนินการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ข้อควรพิจารณา	สรุปผล
การปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟ	เปลี่ยนหลอดไฟพื้นที่สำนักงาน	9,694,400.00	ไม่มีสามารถทำได้ทันทีเนื่องจากมีผู้ใช้อาคารอยู่ในแต่ละพื้นที่ ต้องขออนุมัติเพื่อเข้าดำเนินการ	**การปรับปรุงไม่มีผลต่อคะแนน Energy Performance**
การปรับปรุงดูแลรักษาระบบปรับอากาศ	เปลี่ยนแผ่นกรองอากาศหอทำความเย็น	33,960,000.00	ต้นทุนสูง ต้องปรับแผนการดำเนินการของหอทำความเย็นในแต่ละชุดใหม่ระหว่างติดตั้ง	**การปรับปรุงไม่มีผลต่อคะแนน Energy Performance**
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น		**43,654,400.00**		
รวมบาท/ตร.ม.		**355.01**		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3.2 ความสัมพันธ์ของกายภาพอาคารต่อการประเมินด้านประสิทธิภาพ

ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร มีผลโดยตรงต่อการประเมินคะแนนด้านประสิทธิภาพอาคาร ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยกับข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร ภายหลังการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานลดลงจริง แต่คะแนนประสิทธิภาพพลังงานกลับคงที่ เท่ากับ 28 จาก 33 คะแนนเต็ม เนื่องจากขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่มากและมาตรการ

ที่ปรับปรุงเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไม่สูงมากของอาคารน่าจะส่งผลให้การปรับปรุงดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนประสิทธิภาพพลังงานมากนัก

ตัวอย่างความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอย จำนวนผู้ใช้อาคาร กับข้อมูลการใช้น้ำของอาคาร ประสิทธิภาพการใช้น้ำ สำหรับอาคารสำนักงาน น่าจะสามารถมีคะแนนด้านประสิทธิภาพสูงกว่าอาคารประเภทอื่น เนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารไม่มีการใช้น้ำเพื่อชำระล้างสิ่งสกปรกมากเท่ากับอาคารพักอาศัยหรือโรงแรม และอาคารสำนักงานที่ไม่มีร้านค้าหรือร้านอาคารในอาคารน่าจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ พลังงาน และการจัดการขยะที่ดีกว่าอาคารที่มีร้านค้าร้านอาหาร ดังนั้นอาคารสำนักงานจะสามารถมุ่งความสนใจไปยังหมวดอื่นที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารได้ง่ายขึ้นเช่น คุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งต้องมีการสำควรความพึงพอใจ

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าข้อมูลแต่ละส่วนล้วนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การทำให้คะแนนประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นไปต้องมาจากการที่ข้อมูลแต่ละส่วนเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน เช่น ผู้ใช้อาคารมาก แต่ปริมาณการใช้น้ำน้อย คะแนนประสิทธิภาพน้ำจะสูง หรือ อาคารมีพื้นที่ใช้สอยน้อย แต่ปริมาณการใช้พลังงานสูง คะแนนประสิทธิภาพพลังงานจะต่ำ เป็นต้น

5.3.3 การปรับปรุงเชิงนโยบายการบริหารจัดการอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

เกณฑ์ LEED O+M V.4.1 เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่มุ่งเน้นในเรื่องการบริหารจัดการอาคารให้เป็นอาคารเขียว ดังนั้น ประเด็นสำคัญของเกณฑ์จึงเป็นเรื่องการบริหารจัดการอาคารในทุกๆด้านที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของอาคารเขียว เช่น ประสิทธิภาพด้านพลังงาน ประสิทธิภาพน้ำ ประสิทธิภาพด้านคุณภาพอากาศ เป็นต้น หากการบริหารจัดการอาคารโดยรวมมีประสิทธิภาพดีมาก่อน อาคารจะสามารถทำคะแนนในข้อประสิทธิภาพได้ดี และอาจจะสามารถทำได้ถึงระดับการรับรอง Gold

การบริหารอาคารที่ดีจะส่งผลให้อาคารมีภาพลักษณ์ที่ดีต่อผู้ใช้อาคาร การบริหารอาคารประกอบด้วยบุคลากรด้านงานบริหารอาคาร ที่ควบคุมนโยบายบริหารอาคาร บุคลากรด้านงานวิศวกรรมบริการที่ปฏิบัติการดูแลความเรียบร้อยในส่วนงานระบบอาคาร บุคลากรด้านงานทำความสะอาดที่ดูแลในเรื่องความสะอาดรวมไปถึงคุณภาพอากาศภายในอาคาร เป็นต้น แต่การบริหารอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 จะไม่เพียงมุ่งเน้นให้อาคารเขียวตามอย่างเวอร์ชัน 4 แต่จะเน้นเรื่องคุณภาพชีวิตและความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารมากยิ่งขึ้น (หมวด LT, EQ)

ดังนั้น การปรับปรุงนโยบายการบริหารอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ถึงแม้จะไม่มีค่าใช้จ่ายมากนัก แต่สิ่งที่สำคัญคือการปรับปรุงทัศนคติของบุคลากรในหน่วยงานที่บริหารอาคาร ต้องเป้าหมายที่ทำอยู่ร่วมกัน ใส่ใจที่จะพัฒนาอาคารให้ดียิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3.4 ข้อจำกัดในการพัฒนาและปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

5.3.4.1 ที่ตั้งโครงการ

อาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 บางส่วนมีข้อจำกัดเรื่องที่ตั้งโครงการซึ่งจะมีส่วนให้คะแนนหมวด LT1 - Location & Transportation น้อยกว่าอาคารที่ตั้งอยู่ในทำเลที่มีศักยภาพ ลักษณะของอาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องที่ตั้งโครงการได้แก่ อยู่ลึกเข้าไปในตรอกซอย หรือไม่ได้ตั้งอยู่บนถนนสายหลัก อยู่ห่างจากศูนย์กลางย่านธุรกิจ อยู่นอกแนวเขตรถไฟฟ้า BTS และรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT เนื่องมาจากอาคารได้เปิดใช้งานก่อนรถไฟฟ้า BTS (เปิดใช้งานปี พ.ศ.2542) และรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT (เปิดใช้งานปี พ.ศ.2547) จะสร้างแล้วเสร็จ ทั้งนี้ในอนาคตจากแผนการขยายเส้นทางขนส่งมวลชนด้วยระบบรถไฟฟ้าน่าจะมีส่วนช่วยให้อาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องที่ตั้งโครงการได้รับผลประโยชน์ด้วย

5.3.4.2 เงินทุนของผู้ประกอบการ

ในการดำเนินงาน ทั้งในการปรับปรุงเชิงกายภาพหรือเชิงนโยบาย จำเป็นต้องมีต้นทุนสำหรับการดำเนินงานเพื่อให้งานปรับปรุงสามารถดำเนินต่อไปได้ หากผู้ประกอบการขาดความพร้อมเรื่องเงินทุนอาจจะทำให้งานล่าช้าหรือเกิดปัญหาได้ ซึ่งจะต้องวางแผนบริหารจัดการในส่วนนี้ให้ดีตั้งแต่แรก สอดคล้องกับในส่วนที่ทางผู้บริหารอาคารจะต้องสำรวจสภาพอาคารพร้อมวิเคราะห์ความต้องการของเกณฑ์ให้ดีเสียก่อนเพื่อได้รู้ว่าสภาพปัจจุบันของอาคารพร้อมแค่ไหน และต้องใช้งบลงทุนเท่าไรในการปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.4.3 ทัศนคติของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานจะต้องทำงานกันเป็นทีม ภายในทีมงานจะต้องประกอบไปด้วยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในสายวิชาชีพที่รับผิดชอบ แต่สำหรับเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ซึ่งเป็นเกณฑ์อาคารเขียวใหม่ทีมงานที่ร่วมรับผิดชอบจะต้องเปิดใจรับความรู้ใหม่ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาอาคาร การเปลี่ยนแปลงไปสู่สิ่งใหม่อาจเกิดการต่อต้านขึ้นในการทำงาน เป็นความท้าทายของผู้บริหารอาคารว่าจะทำอย่างไรให้ทีมงานที่ดูแลอยู่เกิดการยอมรับ พร้อมเปิดใจรับฟัง และร่วมมือกับทำงานเพื่อไปสู่เป้าหมายเดียวกัน

5.3.4.4 เอกสารและข้อมูลอาคาร

เอกสารสำคัญ แบบแปลนอาคารเก่า มักจะสูญหายไม่อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้ หรือแบบอาคารที่มีอยู่ข้อมูลอาจไม่อยู่ในสภาพที่เป็นปัจจุบันอันเกิดจากการต่อเติม ดัดแปลง สภาพเปลี่ยนแปลงการใช้งานอาคาร วิธีแก้ไขปัญหาคือ ผู้บริหารอาคารจะต้องไปจัดจ้างผู้ออกแบบเดิมทั้งงานสถาปัตยกรรม โครงสร้าง งานระบบประกอบอาคารให้เขียนแบบอาคารขึ้นมาใหม่เพื่อให้แบบอาคารอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานมากที่สุด

5.3.4.5 ปัญหาเชิงเทคนิคอาคาร

อาคารเก่ามักพอเจอปัญหาเชิงเทคนิคบ่อยครั้ง เนื่องจากการใช้งานมาอย่างยาวนาน หรือเกิดจากการดูแลรักษาที่ไม่สม่ำเสมอ จนทำให้เกิดปัญหาเมื่อมีการใช้งาน ดังเช่น จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารอาคารสำนักงานพบว่าหลายอาคารมักจะติดประเด็นเรื่อง Fresh Air ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 – 2016 ปัญหาทั่วไปที่มักพบเจอเช่น ลิฟต์ค้าง ไฟดับ ห้องน้ำมีกลิ่นอับชื้น เครื่องปรับอากาศไม่เย็นและมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้ผู้ใช้อาคารป่วยบ่อย เป็นต้น วิธีแก้ไขปัญหาคือ จัดจ้างบริษัทที่รับผิดชอบในงานเฉพาะจุด เพื่อให้การดูแลรักษาในส่วนนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.4.6 ปัญหาเชิงกายภาพอาคาร

ปัญหาเชิงกายภาพสำหรับอาคารเก่าเกิดจากเทคโนโลยีด้านวัสดุอาคารในยุคสมัยที่สร้างนั้นยังไม่พัฒนา กฎหมายควบคุมอาคารยังไม่ครอบคลุม หรือเป็นไปตามกระแสการออกแบบอาคารในยุคสมัยนั้น เช่น กระจกสะท้อนแสง ที่ผู้ออกแบบมักเลือกใช้เป็นเปลือกอาคารในพื้นที่ปรับอากาศมีปัญหาเรื่องการป้องกันความร้อน ความร้อนจะเข้าสู่ตัวอาคารได้มากส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานในพื้นที่ปรับอากาศเนื่องจากเครื่องปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น อีกปัญหาหนึ่งคือสภาวะเกาะความร้อน พื้นที่สีเขียวไม่พอ อาคารขาดแคลนพื้นที่สำหรับปลูกไม้ยืนต้น การทาสีขาวสะท้อนความร้อนจะช่วยแก้ปัญหาได้

5.3.4.7 ปัญหาเชิงนโยบายอาคาร

อาคารเก่าโดยส่วนใหญ่ยังมีการบริหารอาคารแบบอาคารสำนักงานให้เช่าโดยทั่วไป การนำเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 เข้ามาใช้กับอาคารจะทำให้อาคารและนโยบายอาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงสำคัญ จากเดิมเป็นการบริหารอาคารแบบทั่วไป เมื่อนำมาใช้แล้วอาคารจำต้องคำนึงถึงผลกระทบในระดับที่กว้างขึ้น รอบด้านและหลากหลาย ผู้บริหารอาคารจะเข้า

ใจความเป็นอยู่ของผู้ใช้อาคารมากยิ่งขึ้น เพราะฉะนั้นทีมบริหารอาคารจะต้องรู้จักเรียนรู้และปรับตัวเพื่อให้เกิดการพัฒนานำไปสู่สิ่งที่ดีที่สุด

5.3.5 ข้อควรระวังและพิจารณา

5.3.5.1 ในกรณีที่ระบบปรับอากาศอาคารไม่ใช้ Water-Cooled-Package

จากการลงพื้นที่ศึกษาอาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 พบว่าอาคารสำนักงานกว่า 2 ใน 3 เลือกใช้ระบบปรับอากาศ Water-Cooled-Package แต่ยังมีอาคารสำนักงานที่ใช้ทั้งระบบ Split-Type และระบบ Water-Cooled-Water-Chiller อยู่ด้วย จากการศึกษาอาคารซันทาวเวอร์สใช้ระบบ Water-Cooled-Package แต่สำหรับอาคารที่ไม่ได้ใช้ระบบปรับอากาศดังกล่าวจะเกิดข้อแตกต่างดังต่อไปนี้

ระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากกว่า 50% ของการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงาน สำหรับระบบ Water-Cooled-Water-Chiller มีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานน้อยกว่า ระบบ Water-Cooled-Package สำหรับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนหรือ Split-Type เหมาะที่จะใช้กับอาคารขนาดเล็กมากกว่าอาคารสูง เพราะในด้านการจัดการพลังงานอาคารจะเข้าถึงพื้นที่ในส่วนของผู้เช่าไม่ได้และจะดูแลรักษาได้ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่

5.3.5.2 ในกรณีที่อาคารไม่มีพื้นที่สำหรับร้านค้าและร้านอาหาร

จากการลงพื้นที่ศึกษาอาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 พบว่าอาคารสำนักงานกว่า 4 ใน 5 มีร้านค้าและร้านอาหารอยู่ภายในอาคาร แต่ยังคงเหลืออาคารกว่า 1 ใน 5 ที่ไม่มีพื้นที่สำหรับร้านค้าและร้านอาหาร จะส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำและไฟมีค่าผันผวนไม่ชัดเจนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารที่มีพื้นที่ร้านค้าและร้านอาหารซึ่งจะมีปริมาณการใช้พลังงานและการใช้น้ำที่มากกว่าอาคารที่ไม่มีร้านค้าและร้านอาหาร จะเป็นผลดีกับอาคารมากกว่าเพราะจากการใช้พลังงานและน้ำที่ลดลงจะส่งผลให้อาคารมีแนวโน้มได้คะแนนด้านประสิทธิภาพพลังงานและน้ำเพิ่มมากขึ้น

5.3.5.3 ในกรณีพื้นที่รวมอาคารน้อยกว่า 100,000 ตารางเมตร และ/หรือ ความสูงอาคารน้อยกว่า 100 เมตร

จากการลงพื้นที่ศึกษาอาคารสำนักงานที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2540 พบว่าอาคารสำนักงานกว่า 52.40% มีพื้นที่รวมอาคารมากกว่า 100,000 ตารางเมตร และกว่า 95% มีความสูงอาคารมากกว่า 100 เมตร แต่ยังคงมีอาคารกว่า 47.60% ที่มีพื้นที่อาคารรวมไม่ถึง 100,000 ตารางเมตร และ 5% ของอาคารทั้งหมดมีความสูงอาคารไม่ถึง 100 เมตร การที่อาคารสำนักงานมีพื้นที่ใช้สอยน้อยความสูง

อาคารน้อย จะส่งผลให้การวางระบบอาคารมีความซับซ้อนน้อยกว่าอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยมาก จะเห็นได้ว่าระบบปรับอากาศที่เลือกใช้สำหรับอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อยมักจะเป็นระบบ Split-Type และไม่มีพื้นที่ร้านค้าร้านอาหารอยู่ภายในอาคาร เช่น อาคารคิวเฮาส์อโศก และอาคารรัจนาการ

ในด้านของการบริหารจัดการอาคารเขียวตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 อาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยน้อย ระบบอาคารมีความซับซ้อนน้อย น่าจะบริหารจัดการอาคารได้ง่ายกว่าอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอยมาก เนื่องจากจะดูแลรักษาอาคาร งานระบบ และอุปกรณ์ประกอบอาคารได้ง่ายยิ่งขึ้น ลดการใช้เวลาและจำนวนบุคลากรในการตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลอาคาร ดังนั้น จะลดความกังวลของผู้บริหารอาคารในแง่ของการดูแลรักษาอาคารและงานระบบลงได้

5.3.6 แนวทางการบริหารจัดการอาคารที่ดีก่อนการประเมินประสิทธิภาพ

การบริหารจัดการอาคารที่ดี เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการอาคาร สามารถเริ่มได้จากที่เจ้าของอาคารสามารถเริ่มได้จากการพิจารณาประสิทธิภาพการดำเนินงานของแต่ละส่วนงานว่าสามารถดำเนินงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพแล้วหรือไม่ หรือสามารถพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นกว่านี้ได้อีก โดยเทียบเคียงประสิทธิภาพการบริหารอาคารจากอาคารสำนักงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED EBOM ในแต่ละเวอร์ชัน ทั้งนี้ เจ้าของอาคารสามารถจัดจ้างบุคลากรบริหารอาคาร (Property Manager) จากบริษัทที่รับผิดชอบด้านการบริหารทรัพยากรอาคารที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารอาคารที่ได้รับการรับรอง LEED เข้ามารับผิดชอบได้โดยตรง

การบริหารจัดการอาคารที่เกี่ยวข้องกับ LEED O+M V.4.1 ประกอบด้วยกันหลากหลายส่วนงาน ทั้งในเรื่องของการควบคุมนโยบายจัดซื้อจัดจ้าง นโยบายการปรับปรุงอาคาร นโยบายการดูแลรักษาอุปกรณ์งานระบบ การคัดเลือกบริษัทที่เข้ามาดูแลรักษาในงานเฉพาะจุด เช่น ดูแลรักษาสวน ทำความสะอาด กำจัดแมลง เป็นต้น

ในการดำเนินงานของแต่ละส่วนจะต้องมีการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อย การคัดเลือกพิจารณาบริษัทที่รับผิดชอบเฉพาะส่วนควรตรวจสอบโครงการอ้างอิง และเอกสารรับรองการดำเนินงานที่ LEED ให้การรับรองด้วย ทั้งนี้ ทุกส่วนงานต้องประสานงานซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินงาน

5.4. สรุปโอกาสและข้อจำกัดในการปรับปรุงพัฒนาอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1

การพัฒนาปรับปรุงอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 สำหรับอาคารสำนักงานเก่านั้นมีความเป็นไปได้ถึงระดับ GOLD โดยผ่านการปรับปรุงไม่มากถ้าอาคารมีการบริหารจัดการที่ดีมาก่อน

อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจสอบอาคารในเบื้องต้นพร้อมกับวิเคราะห์ความต้องการของเกณฑ์ก่อนนำมาปรับใช้กับอาคารเพื่อทราบถึงจุดบกพร่องและข้อจำกัดของอาคารก่อนแก้ไขได้ทันท่วงที ดังเช่นอาคารสำนักงานหลายอาคารมักจะติดประเด็นเรื่อง Fresh Air ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 - 2016 ดังนั้นในการปรับปรุงอาคาร นอกเหนือจากที่ต้องปรับปรุงอาคารเพื่อให้ผ่านข้อบังคับ (Prerequisite) แล้ว การปรับปรุงเพื่อให้ได้ระดับการรับรอง Platinum จึงเป็นทางเลือกที่น่าจะทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรฐานอาคารเขียว LEED O+M V4.1 และนำมาปรับใช้กับอาคารสำนักงานเก่า ผลการศึกษาพบว่าศักยภาพปัจจุบันของอาคารกรณีศึกษา (อาคารซันทาวเวอร์ส) มีความเป็นไปได้ในการขอรับรองในระดับ GOLD แต่ยังต้องปรับปรุงและดูแลรักษาในหลากหลายประเด็นทั้งในส่วนของข้อคะแนนและข้อบังคับเพื่อให้ได้รับการรับรองในระดับ Platinum นอกจากนั้นผู้วิจัยยังเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงอาคารให้กับอาคารสำนักงานอื่นๆด้วย

6.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการพัฒนาอาคารซันทาวเวอร์สตามมาตรฐาน LEED O+M V.4.1 ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบตามความต้องการของ LEED O+M V.4.1 และศักยภาพปัจจุบันของอาคารซันทาวเวอร์สผ่านระบบการประเมินประสิทธิภาพอาคาร Arc Skoru พบว่ามีความเป็นไปได้ในระดับ Gold อยู่ที่ 74 คะแนน โดยอาคารยังต้องปรับปรุงอยู่หลายประเด็นทั้งในเรื่องของการบำรุงดูแลรักษาพื้นที่ดินและที่ตั้งโครงการ การบริหารจัดการอาคาร โดยจะเป็นข้อบังคับที่ต้องทำเพื่อให้อาคารได้รับการรับรองและข้อคะแนนทำเพื่อเก็บสะสมเพิ่มเป็นคะแนนให้ได้รับการรับรองในระดับ Platinum ดังนั้นนอกจากผู้วิจัยจะเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงอาคารให้กับอาคารกรณีศึกษาเพื่อเป็นแนวทางให้กับอาคารอื่นแล้ว ยังได้วิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน ต้นทุนการดำเนินการ รวมไปถึงวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ด้วย พบว่า ในการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานทั้งในเรื่องของการปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง และปรับปรุงดูแลรักษาหอทำความเย็นมีต้นทุนสูง จากการวิเคราะห์แล้วถือว่าไม่น่าลงทุน ยังเป็นแนวทางนำไปปรับใช้ได้กับอาคารสำนักงานในประเภทเดียวกัน

6.1.1 สรุปผลการประเมินศักยภาพอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

LT1 Transportation Performance (คะแนนที่ได้ 10/14 คะแนน) จากผลการรวบรวมแบบสอบถามวิธีการเดินทางของผู้ใช้อาคารประจำ จำนวน 325 ชุด อ้างอิงจากระยะการเดินทางต่อมายังอาคารกรณีศึกษาของกลุ่มตัวอย่างพบว่าได้ 10 จาก 14 คะแนน แต่หากจะให้ดีกว่าเดิมอาคารต้องหาวิธีให้ผู้ใช้อาคารลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเดินทางมาอาคารให้มากที่สุด อาจจะปรับเพิ่มค่าที่จอดรถบ้าง รวมไปถึงจัดสรรรถรับส่งสวัสดิการผู้ใช้อาคารซันทาวเวอร์สไปกลับรถไฟฟ้า BTS-

MRT คาดว่าในอนาคตระบบขนส่งมวลชนทั่วถึงจะสามารถลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวของผู้ใช้อาคารได้เป็นจำนวนมาก

SS1 Rainwater Management (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) บริบทเชิงกายภาพไม่สามารถทำได้ หากจะให้อาคารมีการจัดการน้ำฝนนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ จะต้องมีพื้นที่หรือมีการออกแบบอาคารมาเพื่อรองรับ ซึ่งปัจจุบันน้ำฝนได้ไหลลงท่อ RL (Rain Line) เข้าสู่บ่อบำบัดและถูกนำไปทิ้ง จะไม่มีแผนการหรือแนวทางนำไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด

SS2 Heat Island Reduction (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) จากการเดินสำรวจอาคารประกอบแบบ As-Built อาคาร พบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากพื้นที่ที่มีส่วนช่วยลดสภาวะเกาะความร้อน ยังน้อยกว่าพื้นที่ที่อมความร้อนบนตัวอาคาร อาคารควรจัดสรรพื้นที่สีเขียวเพิ่มเติม หรือทาสีพื้นผิวอาคารด้วยสีที่มีค่าสะท้อนความร้อนสูง (สีอ่อนเช่นสีขาว)

SS3 Light Pollution Reduction (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) หลอดไฟที่ใช้ภายนอกของอาคารซันทาวเวอร์สไม่มีโคมครอบกันแสงจ้า ทำให้อาจจะเกิดแสงบาดตาได้จึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน LEED O+M V.4.1 จากการศึกษาและเปรียบเทียบรุ่นไฟเสาผู้วิจัยแนะนำให้ใช้ไฟ มีโคมครอบไม่เห็นแสงบาดตา

SS4 Site Management (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) ยังไม่ผ่านเกณฑ์ ทางอาคารควรมีการนำเศษหญ้าหรือใบไม้นำกลับมาทำใหม่เป็นปุ๋ยหมักชีวภาพ และต้องลดการใช้สารพิษถ้าไม่เกิดเหตุจำเป็น ระบบรดน้ำต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งหมดให้ใช้เป็นระบบอัตโนมัติเพื่อให้ทางอาคารสามารถควบคุมเวลาและตรวจสอบการทำงานได้ทันทีจากระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

WE1 Water Performance (คะแนนที่ได้ 15/15 คะแนน) จากการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรน้ำของอาคารซันทาวเวอร์สในช่วงปี ค.ศ.2015 – 2018 พบว่ายังไม่มีแนวโน้มลดลง ยังคงที่อยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ยังมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอยู่บ้างในบางเดือนเนื่องจากมีปริมาณร้านค้าเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 เป็นต้นมา

EA1 Energy Best Management Practice (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) เนื่องจากทางอาคารยังไม่เคยมีการประเมินด้านพลังงานอย่างเป็นระบบตามมาตรฐาน ASHRAE Preliminary Energy Use Analysis และ ASHRAE Level 1 walk-through assessment ตามแนวทาง ASHRAE Procedure for Commercial Building Energy Audit ดังนั้น

อาคารต้องปรับปรุงมาตรฐานให้ได้ตามกระบวนการดังกล่าว รวมไปถึงการนำการใช้พลังงานของอาคารซันทาวเวอร์สไปเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานของอาคารในประเภทเดียวกัน

EA2 Fundamental Refrigerant Management (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) ยังคงมีการใช้สารทำความเย็น R-22 อยู่ ซึ่งควรลดการใช้และในอนาคตอาคารควรเปลี่ยนระบบปรับอาคารใหม่ไปใช้ระบบ Water Cooled-Water Chiller จากการสอบถามที่ปรึกษางานระบบประกอบอาคารได้อธิบายว่ายังเป็นไปได้ยากอาคารยังไม่มีแนวโน้มว่าจะทำ เนื่องจากก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้แล้วปรากฏว่างวดระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เกิน 8 ปี รวมถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return) ยังติดลบเช่นกัน โครงการนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะลงทุน

EA3 Energy Performane (คะแนนที่ได้ 28/33 คะแนน) จากการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในช่วง พ.ศ.2556 – 2561 พบว่ามีการใช้พลังงานที่แปรผันไปตามสภาพอากาศ (ฤดูกาล) จำนวนผู้เช่าอาคาร และยังคงมีแนวโน้มที่คงที่ ไม่ผันผวนมากนักเนื่องจากจำนวนผู้เช่าอาคารค่อนข้างคงที่ มีช่วงสูงเป็นระยะ แต่ทั้งนี้อาคารยังคงมีมาตรการในการควบคุมการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ส่วนกลางเนื่องจากไม่สัมพันธ์กับการใช้งานในส่วนของพื้นที่เช่า

EA4 Grid Harmonization (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน) อาคารซันทาวเวอร์สมีการควบคุมการใช้พลังงานให้หลบจากช่วง peak demand ปัจจุบันควบคุมได้อยู่ที่ 1800-2200 kW ซึ่งลดลงจากปกติได้ถึง 30-40% แต่ไม่ได้มีการติดตั้งระบบ cut peak ทางอาคารจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารทรัพยากรอาคารให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยการติดตั้งระบบ DR-Program

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

EA5 Enhanced Refrigerant Management (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน) จากการคำนวณตามสมการที่กำหนดให้สรุปว่าอาคารซันทาวเวอร์สไม่ผ่านเรื่องสารทำความเย็น ยังเป็นไปได้น้อยสำหรับอาคารที่จะเปลี่ยนหรือปรับปรุงใหม่ และไม่มีแนวโน้มว่าจะทำ และด้วยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้แล้วปรากฏว่างวดระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เกิน 8 ปี รวมถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Tate of Return) ยังติดลบเช่นกัน โครงการนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะลงทุน

MR1 Purchasing Policy (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) นโยบายการจัดซื้อโดยยังไม่เป็นไปตามกระบวนการจัดซื้อของ Environmentally Preferable Purchasing (EPP) จึงไม่ผ่านเกณฑ์

MR2 Facility Maintenance and Renovation Policy (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) จากการพิจารณาแล้วพบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ สิ่งที่ต้องปรับปรุงจะต้องกำหนดมาตรฐานในการจัดซื้อวัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ในอาคาร จะต้องมีการควบคุมปริมาณสาร VOCs และจะต้องปกคลุมฟิลเตอร์หัวจ่ายแอร์และรีเทิร์นแอร์ทุกจุดเพื่อป้องกันฝุ่นละอองตกค้าง งานไม้ให้ตัดแต่งมาให้เรียบร้อยจากภายนอกอาคารสามารถนำมาประกอบข้างในได้เท่านั้น วัสดุก่อสร้างเมื่อยังไม่ได้นำออกมาใช้ให้ทำการปกคลุมให้มิดชิดเรียบร้อย ห้ามนำน้ำมันเชื้อเพลิงหรือน้ำมันดีเซลเข้ามาใช้ภายในพื้นที่ก่อสร้างโดยเด็ดขาด ทั้งนี้ระหว่างการก่อสร้างจะต้องมีการประชุมสรุปแผนงานด้าน IAQ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งและติดตามผลการทำงานอย่างสม่ำเสมอ ให้มีประเด็นเกี่ยวกับ IAQ ทุกครั้งในวาระการประชุม

MR3 Waste Management (คะแนนที่ได้ 6/8 คะแนน) ขยะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สวนทางกับปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่ที่ลดลง อาคารควรแยกถังขยะสี พร้อมอบรมแม่บ้านนักการให้เข้าใจถึงความสำคัญของการแยกขยะตามกระบวนการอบรมพนักงานประจำปีของบริษัท ทางอาคารควรขอความร่วมมือจากผู้เช่าในการรายงานผลการจัดเก็บขยะประจำวันเพื่อความชัดเจนในการประเมินศักยภาพของอาคารเรื่องขยะ

MR4 Purchasing (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน) สำหรับในส่วนของพื้นที่เช่าทางผู้วิจัยไม่สามารถติดตามข้อมูลได้เนื่องด้วยปริมาณของข้อมูลระยะเวลาที่จำกัดจึงไม่สามารถประเมินได้ และการขออนุญาติจากผู้เช่าอาคารเรื่องข้อมูลยังไม่ได้รับความร่วมมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

EQ1 Minimum Indoor Air Quality (PQ ผ่านเกณฑ์) ปริมาณอากาศในอาคารซันทาวเวอร์สมีปริมาณที่เพียงพอตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2016 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน LEED O+M V.4.1

EQ2 Environmental Tobacco Smoke Control (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) พื้นที่สูบบุหรี่ปัจจุบันของอาคารอยู่ติดกับบริเวณทางเข้าหลักของTower B ซึ่งอาคารควรจัดสรรพื้นที่ให้ห่างออกไปควรย้ายไปยังบริเวณใกล้กับศาลพระพรหมและดำเนินมาตรการบทลงโทษอย่างจริงจัง ซึ่งปัจจุบันอาคารซันทาวเวอร์สถึงแม้จะมีป้ายเตือนชัดเจนแต่ยังไม่ได้จัดการเรื่องนี้อย่างจริงจังมากนัก

EQ3 Green Cleaning Policy (PQ ไม่ผ่านเกณฑ์ หลังการปรับปรุงนโยบายจึงผ่านเกณฑ์) บริษัททำความสะอาดที่อาคารซันทาวเวอร์สได้จัดจ้างถือว่าได้มาตรฐานในเบื้องต้น แต่จากเอกสารที่ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมมายังไม่ปรากฏว่าได้รับการรับรองจากสถาบันชั้นนำเรื่องมาตรฐานทำความ

สะอาด Green Seal's Environmental Standard for Commercial Cleaning Service (GS-42) และ International Sanitary Supply Association (ISSA) หรือ Cleaning Industry Management Standard for Green Buildings (CIMS-GB) จึงยังไม่ผ่านเกณฑ์

EQ4 Indoor Environmental Quality Performance (คะแนนที่ได้ 14/20 คะแนน) จากผลการตรวจวัดได้แสดงให้เห็นว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารซันทาวเวอร์สพบว่าโดยมากยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ LEED O+M V.4.1 ทั้งในเรื่องปริมาณ TVOCs และ CO_2 อาคารควรดำเนินการเพิ่มเติมในเรื่องของควบคุมการเลือกใช้วัสดุในการปรับปรุงอาคาร (สัมพันธ์กับข้อ MR2) และเห็นควรว่าจำเป็นต้องติดตั้ง CO_2 sensor ในแต่ละพื้นที่ที่สำคัญ

EQ5 Green Cleaning (คะแนนที่ได้ 1 คะแนน) ทางเข้าออกหลักของอาคารซันทาวเวอร์สมีพื้นที่ดักฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกเป็นระยะทางยาวถึง 3.95 เมตร พร้อมติดตั้ง Air Curtain จึงผ่านเกณฑ์ข้อนี้

EQ6 Integrated Pest Management (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) ทางอาคารต้องจัดจ้างบริษัทกำจัดแมลงที่ได้ใบ Certified ตามที่เกณฑ์ LEED ให้การรับรอง ซึ่งปัจจุบันอาคารซันทาวเวอร์สยังไม่มี อาคารควรจัดจ้างบริษัท กำจัดแมลงที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล เช่น GreenPro, Green Shield, Ecowise เช่น Pest Management Services, Inc. จากประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้รับการรับรอง Green Pro เป็นต้น

IN1 IN - Innovation (คะแนนที่ได้ 0 คะแนน หลังการปรับปรุงได้ 1 คะแนน) ในการดำเนินงานเพื่อยื่นขอรับรองจำเป็นต้องว่าจ้าง LEED AP อยู่ในคณะทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภายหลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่า หมวด LT Location & Transportation ไม่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมคะแนนยังคงที่ 10/14 คะแนน เนื่องจากเกณฑ์ไม่สามารถปรับปรุงในด้านกายภาพเพิ่มเติมได้ อาคารซันทาวเวอร์สได้คะแนนรวมทั้งสิ้น 81/100 คะแนน ค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงรวมทั้งสิ้น 12,309,824.00 บาท คิดเป็น 100.11 บาท/ตร.ม.

6.1.2 การปรับปรุงระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารซันทาวเวอร์สก่อนการปรับปรุงใช้พลังงานทั้งสิ้น 1,186,116.04 kWh/y

เปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 36W 865 Super 80 (MASTER) | 120cm – Daylight สำหรับหลอดยาว และหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ ยี่ห้อ Philips รุ่น TL-D 18W 840 Super 80 (MASTER) | 59 cm - Daylight สำหรับหลอดสั้น เป็นหลอดไฟ Phillips LEDtube 1200mm 16W 740 T8 AP I G และ LEDtube 600mm 8W 740 T8 AP I G พบว่าการใช้พลังงานลดลงดังนี้

การใช้พลังงานลดลง 776,624.59 kWh/y

ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 2,081,353.91 บาท

การใช้พลังงานสูงสุดลดลง 367.718 kW

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด 259,814.83 บาท/ปี

ผลการประหยัดรวมของมาตรการนี้ 2,341,168.74 บาท/ปี

*ผลคะแนนประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายหลังการปรับปรุง เพิ่มขึ้น +0 คะแนน (28/33)

6.1.3 การปรับปรุงงานระบบปรับอากาศ

การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารอยู่ที่ประมาณ 52% ของการใช้พลังงานในอาคาร เท่ากับ 11,554,920 กิโลวัตต์ต่อปีซึ่งถือว่าเป็นระบบประกอบอาคารที่ใช้พลังงานสูงที่สุด (อ้างอิงการใช้พลังงานปี 2017)

กำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อปีของระบบปรับอากาศเท่ากับ 5,490.02 kW

การปรับปรุงระบบปรับอากาศจึงดำเนินการได้ในเชิงปรับปรุงกายภาพ เป็นการดูแลรักษาเชิงป้องกันให้ใช้งานได้ จะช่วยเรื่องประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน การจ่ายลมเย็นมีประสิทธิภาพดีขึ้นขึ้น จะช่วยลดการใช้พลังงานได้ราว 5% จากเดิม หลังจากเปลี่ยน filling จากไม้ชุบน้ำยาเป็นวัสดุสังเคราะห์ FRP พบว่าการใช้พลังงานลดลงดังนี้

พลังงานลดลง 577,746 kWh/y

ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 1,548,359 บาท

กำลังไฟฟ้าสูงสุดลดลง 273.55 kW

ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าอ้างอิงก่อนการประหยัดพลังงาน 5,490.02 kW

ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด 3,685,749.04 บาท/ปี

ผลการประหยัดรวมของมาตรการนี้ 5,234,108.04 บาท/ปี

*ผลคะแนนประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายหลังการปรับปรุง เพิ่มขึ้น +0 คะแนน (28/33)

6.2 แนวโน้มและโอกาสในการพัฒนาปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของอาคารซันทาวเวอร์สจะพบว่า ถึงแม้อาคารไม่ต้องมีการปรับปรุง แต่ถ้าหากอาคารมีการบริหารจัดการที่ดีพอ ดูแลเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอก็สามารถได้รับการรับรองเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ในระดับ GOLD ได้

แต่ก่อนจะมีการประเมินประสิทธิภาพอาคาร ผู้บริหารอาคารจะต้องทราบถึงภาพรวมของอาคารทั้งหมดก่อน จึงต้องมีการตรวจสอบเชิงกายภาพอาคารในเบื้องต้น หากพบจุดบกพร่องต้องรีบดำเนินการแก้ไข พร้อมกับรวมรวมข้อมูลอาคาร ผู้ใช้อาคารทุกพื้นที่ใช้สอย และศึกษาเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ระยะเวลาที่ใช้ดำเนินการทั้งสิ้นประมาณ 1 ปี

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (เปลี่ยนหลอดไฟ, ปรับปรุงหอทำความเย็น) สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้จริง แต่จะไม่ได้คะแนน LEED เพิ่ม เนื่องจากส่วนที่ปรับปรุงเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานที่น้อยมากเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ดังนั้น การปรับปรุงอาคารเพื่อทำคะแนนในหัวข้อ Credits จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจมากกว่าการทำคะแนนในข้อประสิทธิภาพ

6.3 การปรับปรุงเชิงนโยบายการบริหารจัดการอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1

การปรับปรุงนโยบายการบริหารอาคารตามเกณฑ์ LEED O+M V.4.1 ถึงแม้จะไม่มีค่าใช้จ่ายมากนัก แต่สิ่งที่สำคัญคือการปรับปรุงทัศนคติของบุคลากรในหน่วยงานที่บริหารอาคาร ต้องเป้าหมายที่ทำอยู่ร่วมกัน ใส่ใจที่จะพัฒนาอาคารให้ดียิ่งขึ้น

6.4 สรุปโอกาสและข้อจำกัดในการปรับปรุงพัฒนาอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1

การพัฒนาปรับปรุงอาคารตามแนวทาง LEED O+M V.4.1 สำหรับอาคารสำนักงานเก่านั้นมีความเป็นไปได้ถึงระดับ GOLD โดยผ่านการปรับปรุงไม่มากถ้าอาคารมีการบริหารจัดการที่ดีมาก่อน อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจสอบอาคารในเบื้องต้นพร้อมกับวิเคราะห์ความต้องการของเกณฑ์ก่อนนำมาปรับใช้กับอาคารเพื่อทราบถึงจุดบกพร่องและข้อจำกัดของอาคารก่อนแก้ไขได้ทันท่วงที ดังนั้นในการปรับปรุงอาคาร นอกเหนือจากที่ต้องปรับปรุงอาคารเพื่อให้ผ่านข้อบังคับ (Prerequisite) แล้ว การปรับปรุงเพื่อให้ได้ระดับการรับรอง Platinum จึงเป็นทางเลือกที่น่าจะทำ

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ตารางการใช้พลังงานอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2013 - 2018

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

SUNTOWERS BUILDING : ELECTRICITY USAGED 2013 -2018 (TOD.4.1.2)

Month	2018			2017			2016			2015			2014			2013		
	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)	Kwh. (Unit)	On-Peak (Kw.)	Pa-Peak (Kw.)
January	1,820,000	2,124	7,362	1,749,000	2,083	7,219	1,728,000	2,099	7,285	1,773,000	2,035	7,131	1,599,000	1,944	6,594	1,827,000	1,976	7,050
February	1,703,000	2,115	7,302	1,690,000	2,153	7,385	1,702,000	2,081	7,348	1,802,000	2,094	7,526	1,727,000	2,140	7,595	1,732,000	2,032	7,901
March	1,964,000	2,102	7,630	2,112,000	2,275	7,784	2,046,000	2,073	7,451	2,080,000	2,286	7,776	2,088,000	2,148	7,994	1,969,000	2,065	7,995
April	1,725,000	2,108	7,616	1,708,000	2,156	7,677	1,704,000	2,176	7,444	1,870,000	2,212	7,742	1,977,000	2,241	8,268	1,814,000	2,046	7,939
May	1,930,000	2,041	7,454	1,989,000	2,160	7,728	1,804,000	2,094	7,192	1,956,000	2,203	7,893	1,964,000	2,153	8,146	1,963,000	2,115	7,901
June	1,906,000	2,142	7,393	2,001,000	2,150	7,627	1,874,000	1,990	6,999	2,039,000	2,145	7,716	1,996,000	2,115	7,750	1,861,000	2,052	7,746
July	1,806,000	2,067	7,224	1,803,000	2,195	7,474	1,768,000	2,078	7,063	2,065,000	2,144	7,576	2,019,000	2,014	7,602	1,959,000	2,040	7,635
August	1,887,000	1,992	7,178	2,017,000	2,171	7,562	1,937,000	2,051	7,117	1,936,000	2,152	7,565	1,857,000	2,057	7,636	1,912,000	2,008	7,622
September	1,774,000	2,002	7,114	1,951,000	2,251	7,512	1,847,000	2,012	6,972	2,003,000	2,148	7,621	2,008,000	2,099	7,544	1,910,000	2,020	7,818
October	1,861,000	2,230	7,206	1,764,000	2,123	7,427	1,712,000	2,009	7,013	1,934,000	2,238	7,472	2,012,000	2,052	7,532	2,027,000	2,108	8,010
November	1,900,000			1,848,000	2,062	7,082	1,863,000	2,048	7,299	1,933,000	2,116	7,426	1,889,000	2,073	7,584	1,896,000	2,078	7,793
December	1,830,000			1,589,000	2,065	7,258	1,680,000	2,049	6,781	1,786,000	2,070	7,364	1,774,000	2,011	7,539	1,494,000	1,907	7,195
Grand Total	22,106,000	20,923	73,479	########	25,844	89,735	21,665,000	24,760	85,964	23,177,000	25,843	90,808	22,910,000	25,047	91,784	22,364,000	24,447	92,605
Average	**1,842,167**	2,092	7,348	**1,851,750**	2,154	7,478	**1,805,417**	2,063	7,164	**1,931,417**	2,154	7,567	**1,909,167**	2,087	7,649	**1,863,667**	2,037	7,717

ภาคผนวก ข

ตารางการใช้น้ำอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2015 – 2018

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Water Use SUNTOWERS 2015 - 2018				
Liters	2015	2016	2017	2018
JAN	12480.69	13931.45	14650.92	16852.63
FEB	16273.91	17605.05	16759.97	15326.29
MAR	14440.8	13617.45	16293.53	14214.37
APR	12378.29	14493.48	15677.84	15862.01
MAY	15477.92	16112.28	14989.33	13964.91
JUN	17599.02	14820.38	16371.53	15020.7
JUL	14259.35	15928.58	15913.99	15612.03
AUG	15448.5	16486.87	14075.73	12957.69
SEP	16371.79	14905.93	15561.12	16116.4
OCT	15475.29	15616.47	13977.84	14803.72
NOV	16155.69	16496.71	14159.43	19597.87
DEC	13671.42	14025.13	14056.94	16852.63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ตารางปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2558 – 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2558

No	เดือน	ปริมาณขยะที่ส่งให้กทม. นำไปทิ้ง				ปริมาณขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์				จำนวนขยะทั้งหมด (1) - (4) (กก.)	Recycle + อินทรีย์	
		1. ขยะทั่วไป		2. ขยะอันตราย		3. ขยะ Recycle		4. ขยะอินทรีย์				
		จำนวนถุง	น้ำหนัก(กก.)	จำนวนถุง	น้ำหนัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหนัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหนัก (กก.)		น้ำหนัก (กก.)	คิดเป็น %
1	ม.ค.	2,366	14,196	278	834	39	390	68	3,060	18,480	3,450	19%
2	ก.พ.	2,464	14,784	145	435	52	520	60	2,700	18,439	3,220	17%
3	มี.ค.	2,635	15,810	280	840	46	460	68	3,060	20,170	3,520	17%
4	เม.ย.	2,277	13,662	206	618	34	340	55	2,475	17,095	2,815	16%
5	พ.ค.	2,449	14,694	95	285	38	380	47	2,115	17,474	2,495	14%
6	มิ.ย.	2,467	14,802	357	1,071	46	460	63	2,835	19,168	3,295	17%
7	ก.ค.	2,710	15,298	322	929	48	490	43	1,904	18,621	2,394	17%
8	ส.ค.	2,610	15,660	332	996	38	380	40	1,800	18,836	2,180	12%
9	ก.ย.	2,476	14,856	252	618	43	430	47	2,115	18,157	2,545	15%
10	ต.ค.	2,781	16,686	435	1,305	43	430	44	1,980	20,401	2,410	14%
11	พ.ย.	2,556	15,336	565	1,695	41	410	44	1,980	19,421	2,390	14%
12	ธ.ค.	2,265	13,590	373	1,119	50	500	40	1,800	17,009	6,100	12%
รวม / ปี		30,056	179,374	3,640	10,745	518	5,190	619	27,824	223,271	33,014	15%

ปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2559

No	เดือน	ปริมาณขยะที่ส่งให้กทม. นำไปทิ้ง				ปริมาณขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์				จำนวนขยะทั้งหมด (1) - (4) (กก.)	Recycle + อินทรีย์	
		1. ขยะทั่วไป		2. ขยะอันตราย		3. ขยะ Recycle		4. ขยะอินทรีย์				
		จำนวนถุง	น้ำหนัก(กก.)	จำนวนชิ้น	น้ำหนัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหาหนัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหาหนัก (กก.)		น้ำหนัก (กก.)	คิดเป็น %
1	ม.ค.	2,265	13,590	373	9.33	77	770	40	1,800	16,169	2,570	15%
2	ก.พ.	2,398	14,388	233	5.83	90	900	38	1,710	17,004	2,610	15%
3	มี.ค.	2,818	16,908	291	7.28	115	1,150	46	2,070	20,135	3,220	16%
4	เม.ย.	2,179	13,074	143	3.58	34	170	34	1,535	14,783	1,705	11%
5	พ.ค.	2,314	13,884	410	10.25	33	264	33	1,485	15,643	1,749	12%
6	มิ.ย.	2,774	16,644	362	9.05	37	296	44	1,980	18,929	2,276	15%
7	ก.ค.	2,540	15,240	383	9.58	37	296	42	1,890	18,575	2,186	14%
8	ส.ค.	2,750	16,500	762	19.05	43	344	44	2,274	17,436	2,618	15%
9	ก.ย.	2,696	16,176	229	5.73	48	384	44	2,152	19,137	2,536	15%
10	ต.ค.	2,365	14,190	491	12.28	46	368	40	2,052	16,622	2,420	15%
11	พ.ย.	2,706	16,236	534	13.35	41	328	44	2,224	18,801	2,552	15%
12	ธ.ค.	2,474	14,844	457	11.42	37	296	40	2,009	17,160	2,305	15%
รวม / ปี		30,279	181,674	4,668	117	638	5,566	489	23,181	**210,538**	28,747	14%

ปริมาณขยะอาคารซันทาวเวอร์สปี พ.ศ. 2560

เดือน	ปริมาณขยะที่ส่งให้กทม. นำไปทิ้ง				ปริมาณขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์				จำนวนขยะทั้งหมด (1)-(4) (กก.)	Recycle + อินทรีย์	
	1. ขยะทั่วไป		2. ขยะอันตราย		3. ขยะ Recycle		4. ขยะอินทรีย์				
	จำนวนถุง	น้ำหนัก(กก.)	จำนวนชิ้น	น้ำหนัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหานัก (กก.)	จำนวนถุง	น้ำหานัก (กก.)		น้ำหนัก (กก.)	คิดเป็น %
ม.ค.	2,598	15,588	602	15.50	39	312	40	2,106	18,022	2,418	15%
ก.พ.	2,929	17,574	348	9.15	41	328	38	1,882	19,793	2,210	15%
มี.ค.	3,691	22,146	407	10.18	47	376	46	2,853	25,385	3,229	17%
เม.ย.	2,700	16,200	303	6.68	34	272	34	1,942	18,421	2,214	15%
พ.ค.	3,175	18,222	271	6.90	42	320	42	1,983	20,532	2,303	15%
มิ.ย.	2,953	17,718	249	6.25	44	352	-	-	18,076	352	4%
ก.ค.	2,538	15,108	246	6.15	40	304	-	-	15,418	304	4%
ส.ค.	3,184	18,264	460	11.50	38	288	-	-	18,564	288	4%
ก.ย.	2,867	17,202	507	12.68	38	304	-	-	17,519	304	4%
ต.ค.	2,496	14,976	306	7.65	35	280	-	-	15,264	280	4%
พ.ย.	2,623	15,738	310	7.75	39	312	-	-	16,058	312	4%
ธ.ค.	**2,366**	**14,196**	**460**	**11.50**	**35**	**280**	**-**	**-**	**14,488**	**280**	**4%**
รวม / ปี	**34,120**	**202,932**	**4,469**	**111.89**	**472**	**3,728**	**200**	**10,766**	**217,538**	**14,494**	**8%**

ภาคผนวก ง

ตารางการปฏิบัติการอาคารซันทาวเวอร์ส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เวลาปฏิบัติการ	เวลาปฏิบัติการของส่วนงานระบบและบริหารอาคาร (7:00 – 22:00)	ชั่วโมงการทำงานปกติของผู้เช่าและพนักงานมากกว่า 75% (8:30 – 17:30)
วันจันทร์	6:00 -22:00	8:00 -18:00
วันอังคาร	6:00 -22:00	8:00 -18:00
วันพุธ	6:00 -22:00	8:00 -18:00
วันพฤหัสบดี	6:00 -22:00	8:00 -18:00
วันศุกร์	6:00 -22:00	8:00 -18:00
วันเสาร์	7:30 -20:00	8:00 -19:00 ยังคงมีผู้เช่าเข้ามาทำงานล่วงเวลาอยู่ และทางส่วนงานอาคารยังเข้ามาดูแลบำรุงรักษาทำความสะอาดและเตรียมพร้อมเสมอ
วันอาทิตย์	7:30 -20:00	8:00 -19:00 ยังคงมีผู้เช่าเข้ามาทำงานล่วงเวลาอยู่ และทางส่วนงานอาคารยังเข้ามาดูแลบำรุงรักษาทำความสะอาดและเตรียมพร้อมเสมอ
ขนาดพื้นที่ของธุรกิจที่ต้องทำงานนอกเหนือจากเวลาปฏิบัติการปกติของอาคาร	ไม่มี	
จำนวนพนักงานของธุรกิจที่ต้องทำงานนอกเหนือจากเวลาปฏิบัติการปกติของอาคาร	ไม่มี	
จำนวนวันที่ปฏิบัติการต่อปี	240 วันต่อปี	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณพื้นที่ส่วนกลางอาคารซันทาวเวอร์สได้เปิดใช้งานโดยแบ่งตามโซนพื้นที่

อาคารจอดรถ เวลา 19:00 เปิด 60% เวลา 6:00 เปิด 80% เวลา 8:00 เปิด 100 % เวลา 11:00 เปิด 60%

งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณโซนล็อบบี้ และพื้นที่ค้าปลีกได้เปิดใช้งานโดยแบ่งตามเวลาและสัดส่วนของพื้นที่ เวลา 08:00 เปิด 100% เวลา 19:00 เปิด 60% เวลา 21:00 เปิด 30% เวลา 06:00 เปิด 60%

สำหรับในส่วนพื้นที่เช่าของลูกค้านั้นขึ้นอยู่กับเวลาทำการของลูกค้า แต่โดยมากแล้วเวลาทำการของลูกค้ากว่า 75% อยู่ช่วงระหว่าง 08:30 - 17:30 ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลามาตรฐานและใกล้เคียงกับเวลาทำการของอาคารด้วยเช่นเดียวกัน

การบำรุงรักษางานระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้มีทีมช่างประจำอาคารหมั่นตรวจเช็คทุกๆ 6 เดือน มีการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ตามเวลาที่เหมาะสมทุกๆ 2 ปี ทางอาคารจะมีหลอดไฟสำรองเตรียมสับเปลี่ยนอยู่เสมอในกรณีที่หลอดไฟขาดงานระบบ

งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

งานระบบปรับอากาศบริเวณพื้นที่ส่วนกลางได้เปิดใช้งานตั้งแต่เวลา 08:00 - 19:00

งานระบบปรับอากาศในบริเวณพื้นที่เช่าได้เปิดใช้งานโดยขึ้นอยู่กับเวลาทำการของลูกค้า แต่โดยมากแล้วเวลาทำการของลูกค้ากว่า 75% อยู่ช่วงระหว่าง 08:30 - 17:30 ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลามาตรฐานและใกล้เคียงกับเวลาทำการของอาคารด้วยเช่นเดียวกัน แต่สำหรับระบบปรับอากาศแล้วเมื่อถึงเวลาที่ลูกค้าได้แจ้งไว้จะเปิดและปิดตามเวลาที่ลูกได้แจ้งไว้ทันที เว้นเสียแต่ว่าลูกค้าจะแจ้งว่ามีการทำงานล่วงเวลา จะต้องติดต่อมายังแผนกลูกค้าสัมพันธ์เพื่อขอเปิดระบบปรับอากาศล่วงเวลาเป็นกรณีไป

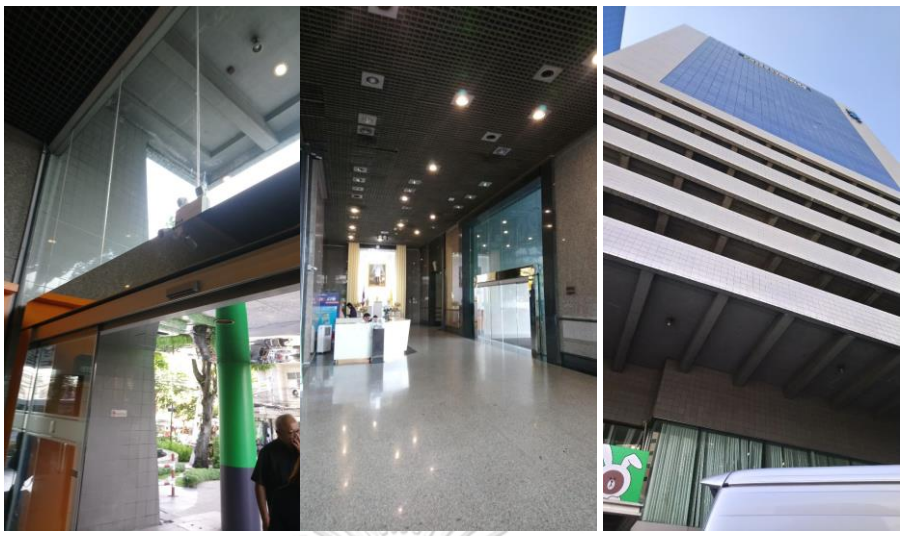
ภาคผนวก จ

การสำรวจอาคารสำนักงานทีสร้างขึ้นก่อนปี พ.ศ. 2540

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 7.1 การสำรวจอาคารอาร์เอสทาวเวอร์

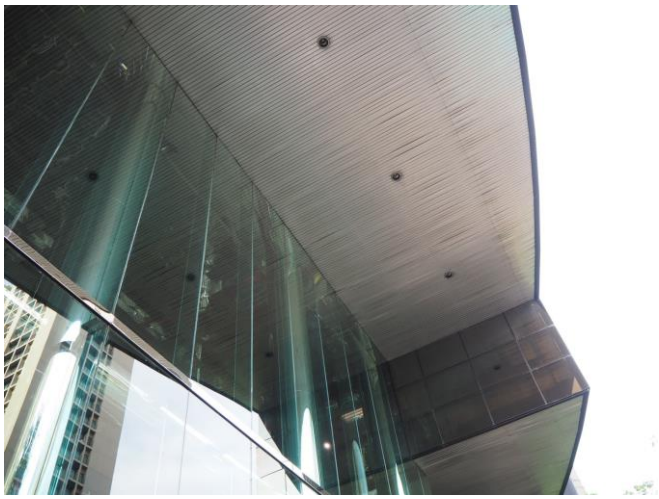
ภาพที่ 7.2 การสำรวจห้องน้ำอาคารชาญอิสสระ 2



ภาพที่ 7.3 การสำรวจอาคารทีเอสที ทาวเวอร์

ภาพที่ 7.4 การสำรวจภายในอาคารเอสเอ็ม ทาวเวอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 7.5 การสำรวจฝ้าระแนงอาคารสิริภิญโญ

ภาพที่ 7.6 การสำรวจอาคารไอทีเอฟทาวเวอร์

ภาพที่ 7.7 การสำรวจภายในอาคารเสริมมิตร ทาวเวอร์

ภาพที่ 7.8 การสำรวจอาคารรัจนาการ

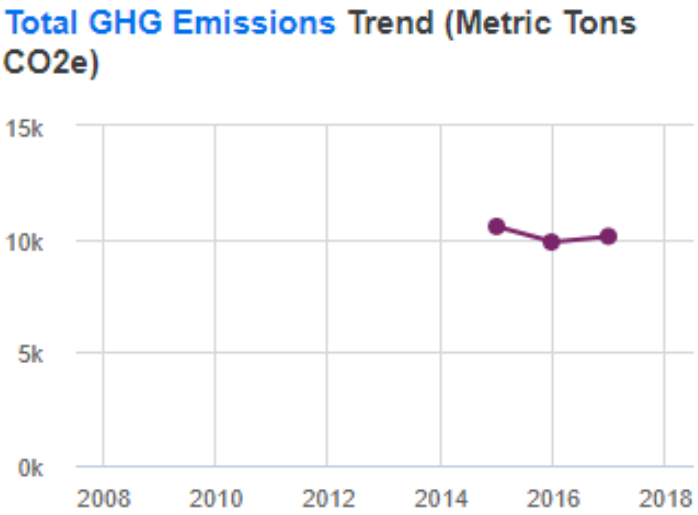
ภาพที่ 7.9 การสำรวจอาคารโอลิมเปีย ทาวเวอร์

ภาพที่ 7.10 การสำรวจอาคารเลค รัชดา ออฟฟิศคอมเพล็กซ์

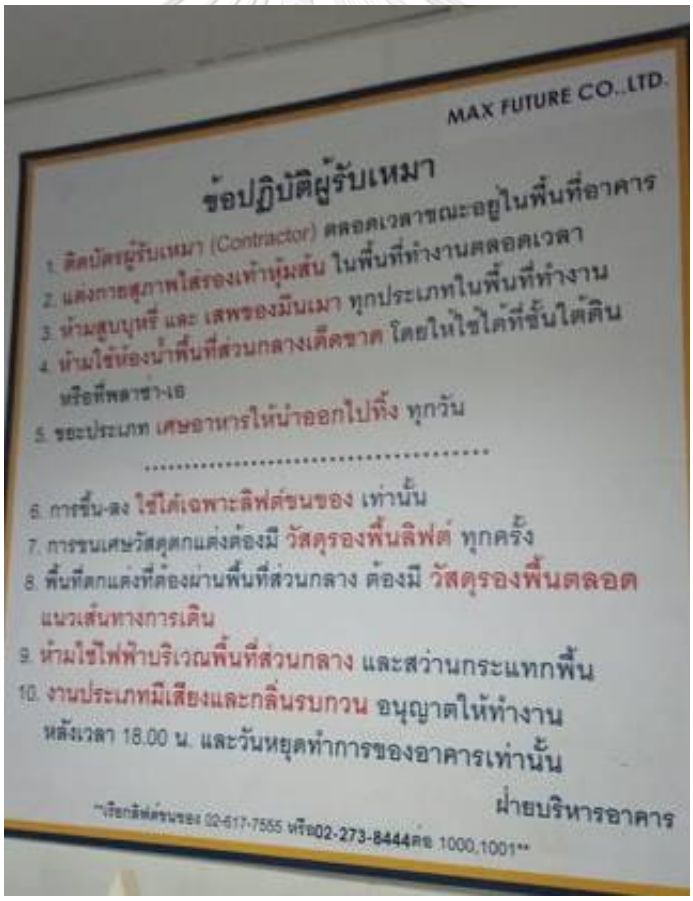
ภาคผนวก ฉ

รูปภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 7.11 ปริมาณ Co_2 ที่เกิดจากการใช้พลังงานตลอดทั้งปีอาคารซันทาวเวอร์ส ปี 2015 - 2018



ภาพที่ 7.12 ป้ายติดประกาศภายในลิฟต์บริการเกี่ยวกับข้อปฏิบัติของผู้รับเหมางานก่อสร้าง

ภาพที่ 7.13 การแยกถังขยะภายในพื้นที่สำนักงานอาคารซันทาวเวอร์ส

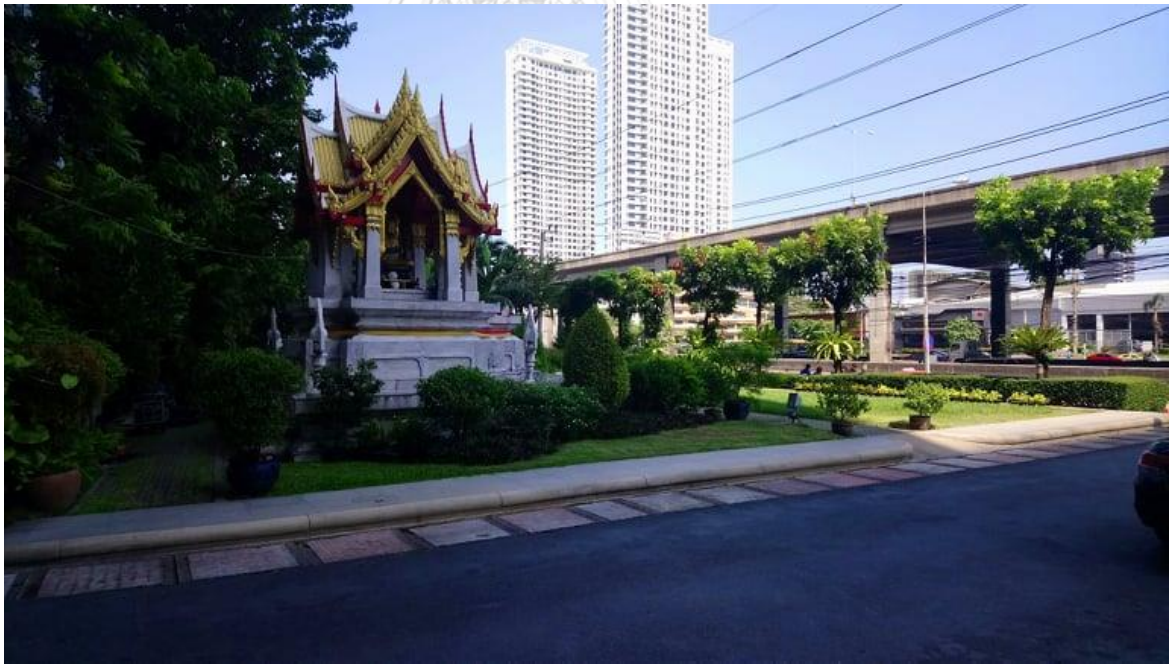
ตารางเก็บขยะ อาคาร – เอ

เวลา	ชั้น
14.25	21 ,19 ,14 ,2
15.10	22 ,20 , 18 ,17
15.30	30 ,29 ,28 ,27 ,17
16.00	26 ,25 ,24 ,23
16.30	15 ,12 ,11
17.30	32 ,31

ขนาดลิฟต์ กว้าง 1.3 เมตร
ยาว 2.4 เมตร
สูง 2.1 เมตร

ภาพที่ 7.14 ตารางการเก็บขยะในแต่ละชั้นทางอาคาร A

ภาพที่ 7.15 การลงโทษการสูบบุหรี่ในอาคารซันทาวเวอร์ส



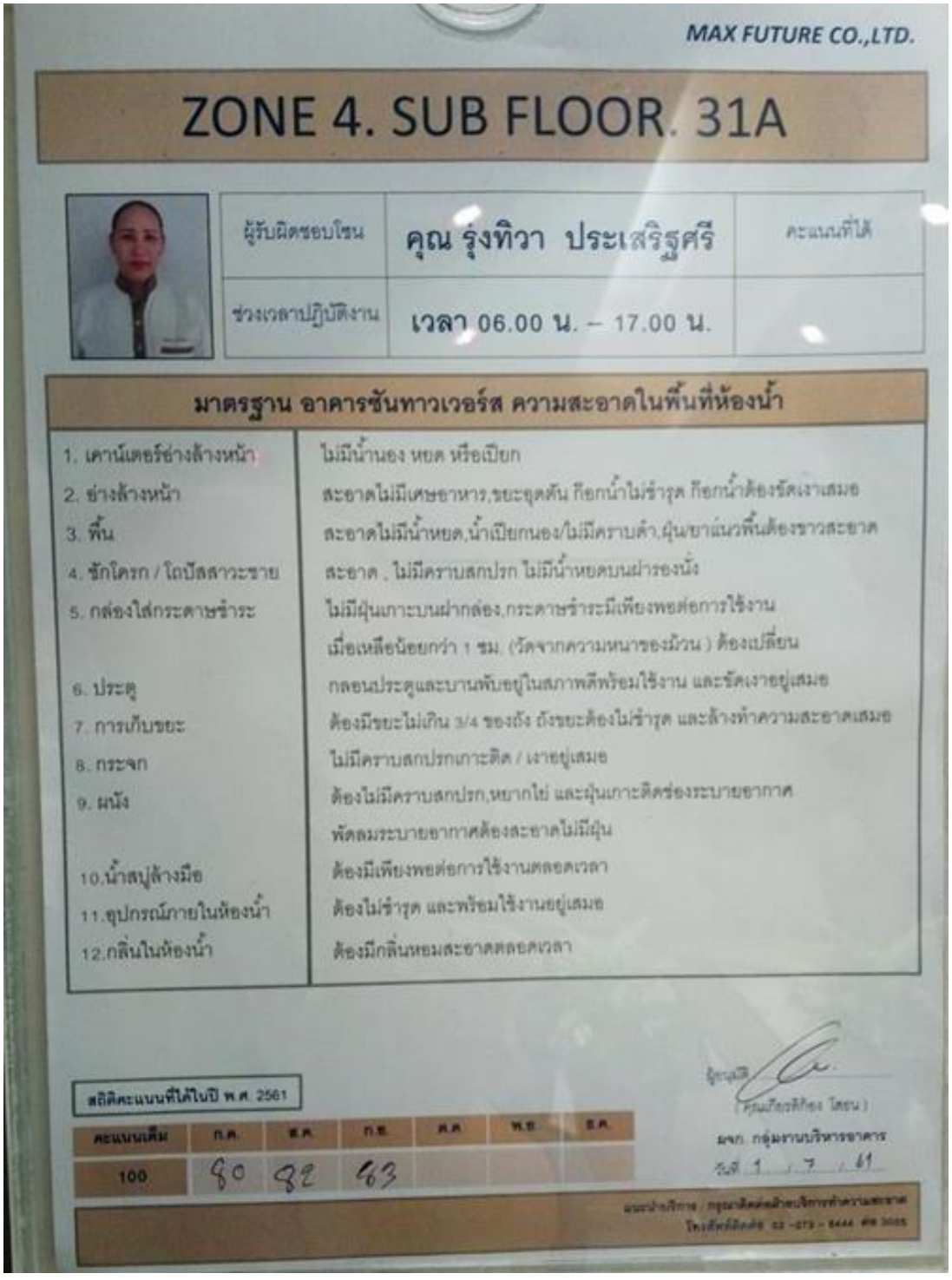
ภาพที่ 7.16 พื้นที่สูบบุหรี่ใหม่ผู้วิจัยแนะนำ

ตารางเช็คความสะอาดภายในห้องน้ำ

อาคารซันทาวเวอร์ส ชั้น 31P ห้องน้ำ ชาย

ลำดับ	รายการ	วันจันทร์ที่ 12 - 11 - 61				วันอังคารที่ 13 - 11 - 61				วันพุธที่ 14 - 11 - 61				วันพฤหัสบดีที่ 15 - 11 - 61				วันศุกร์ที่ 16 - 11 - 61			
		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา		เวลา	
1	พื้นกระเบื้องทั้งหมด	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
2	ผนังกระเบื้องด้านหลังกระจกเงาและผนังด้านข้าง	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
3	โถปัสสาวะชาย, ที่กดชักโครกพร้อมใช้งาน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
4	ที่ใส่กระดาษชำระ, ที่ตากผ้าพร้อมใช้งาน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
5	กระจกเงาและตู้เก็บของพร้อมใช้งาน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
6	กระดาษชำระพร้อมใช้งาน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
7	ตู้เสื้อผ้าพร้อม	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
8	ถังขยะในห้อง ครบถ้วน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
9	ที่ล้างหน้าพร้อมใช้งาน	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
10	เครื่องดื่มต้อนรับในห้องน้ำ	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
11	ความสะอาดของที่ปัสสาวะ	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓					
12	กลิ่นที่ปัสสาวะ / ชั้น (ถ้ามี)	-		-		-		-		-		-		-		-					
13	กลิ่นอับชื้นจากห้องน้ำ / ชั้น (ถ้ามี)	-		-		-		-		-		-		-		-					
หมายเหตุ/ความคิดเห็นของลูกค้า (Out Source)		1. ผู้ชมวิดา 2. ผู้ชมวิดา				1. ผู้ชมวิดา 2. ผู้ชมวิดา				1. ผู้ชมวิดา 2. ผู้ชมวิดา				1. ผู้ชมวิดา 2. ผู้ชมวิดา							
ผู้ตรวจสอบห้องน้ำลูกค้า (Out Source)		ชัยชาติ	ชุมพล	ชัยชาติ	ชุมพล																
รวม		11.00	11.00	12.00		11.00				11.00				11.00							
ผู้ตรวจสอบภายใน (ST. HK)																					

HK-F00-05-240916



ภาพที่ 7.18 มาตรฐานความสะอาดห้องน้ำอาคารซันทาวเวอร์ส

ภาพที่ 7.19 การทำความสะอาดบันไดเลื่อนอาคารซันทาวเวอร์ส

ภาพที่ 7.20 การทำความสะอาดกระจกภายนอกอาคาร

ภาพที่ 7.21 การทำความสะอาดห้องน้ำชั้น 39 อาคาร B

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 7.22 ห้องพักขยะอาคารซันทาวเวอร์ส

ภาพที่ 7.23 การตรวจวัดค่าความเงาของผิวกระเบื้อง

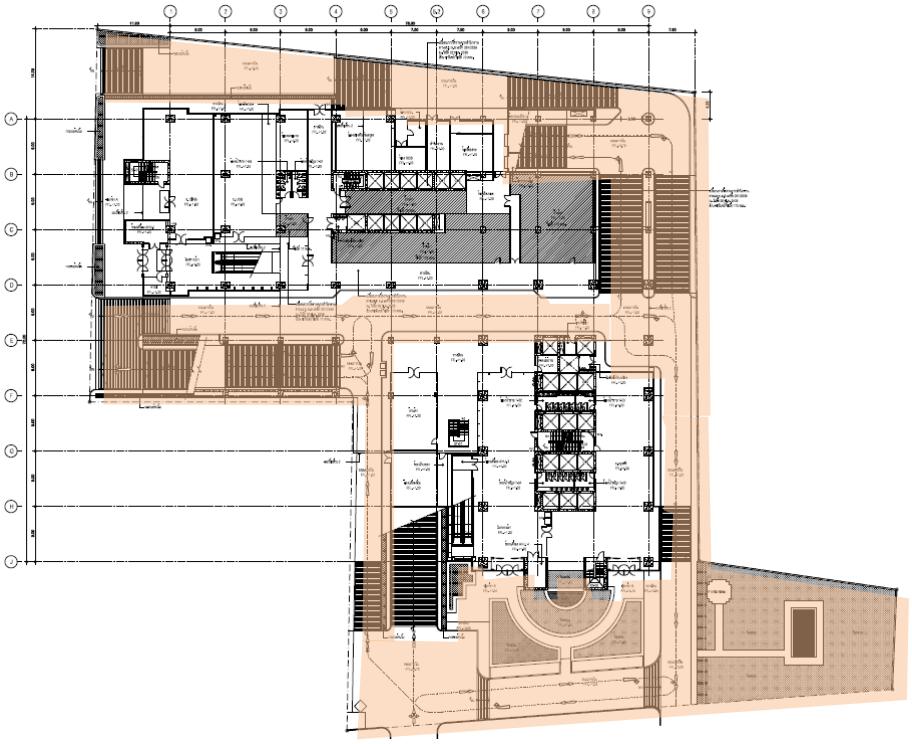
ภาพที่ 7.24 การตรวจวัดค่าTVOCs และ CO_2

วันอาทิตย์	20	มกราคม	2562
วันอาทิตย์	17	กุมภาพันธ์	2562
วันอาทิตย์	17	มีนาคม	2562
วันอาทิตย์	21	เมษายน	2562
วันอาทิตย์	19	พฤษภาคม	2562
วันอาทิตย์	16	มิถุนายน	2562
วันอาทิตย์	26	กรกฎาคม	2562
วันอาทิตย์	21	สิงหาคม	2562
วันอาทิตย์	18	กันยายน	2562
วันอาทิตย์	15	ตุลาคม	2562
วันอาทิตย์	20	พฤศจิกายน	2562
วันอาทิตย์	17	ธันวาคม	2562

ภาพที่ 7.25 แผนการกำจัดแมลงประจำปี 2562 อาคารซันทาวเวอร์ส

ภาพที่ 7.26 ตำแหน่งที่ตั้งและการคมนาคมอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : Max Future co.,ltd.)



ภาพที่ 7.27 พื้นที่ตามผังบริเวณอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : แบบ As-Built อาคารซันทาวเวอร์ส)

Metrics Summary

Metric	Dec 2015 (Energy Baseline)	Nov 2018 (Energy Current)	Change
ENERGY STAR Score (1-100)	53	56	3.00 (5.70%)

ภาพที่ 7.28 ผลคะแนน EnergyStar Score ของอาคารซันทาวเวอร์ส

(ที่มา : EnergyStar Portfolio)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Carroll, B. J. (2013). *Exploring the Business Case for LEED EBOM Certification of a "Mixed Use" Facility.* (Master Degree

), Massachusetts Institute of Technology,

CBRE Research. (2018). *Bangkok Office, Q3 2018, Future supply continue to rise.* Retrieved from

EnergyStar. (2018). Energy Star Portfolio Manager.

EPA. (2010). ENERGY STAR® Performance Ratings Technical Methodology. 1 - 16.

USGBC. (2018). LEED v4.1OPERATIONS AND MAINTENANCE Getting started guide for beta participants. U.S. Green Building Council. In.

เกริกชัย ทิวาวรรัตน์, & วรรณวิทย์ แต้มทอง. (2555). การออกแบบเพื่อการประหยัดการใช้น้ำในอาคารตามแนวทางของ LEED. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17, 1-8.

กชกร อาจน้อย (2557). ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาอาคารเขียว : กรณีศึกษาอาคารเขียวในประเทศไทย. วิศวกรรมสาร มก., 90(27), 33-46.

กมลทิพย์ เพียรพิกุล. (2556). ประเด็นเศรษฐศาสตร์อาคารสำนักงานเขียวในประเทศไทย. เอกสารงานวิจัย. สาขาเศรษฐศาสตร์เพื่อการบริหาร คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

จิราพัชร เลิศศักดิ์วิมาน. (2560). แนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐในประเทศไทย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ณัฐพล เขตกระโทก. (2556). แนวทางการปรับปรุงตามมาตรฐานอาคารเขียว : กรณีศึกษา อาคารบรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,

ประภัสสร วงศ์ยืน, & วิทยา ยงเจริญ. (2558). การปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวโดยใช้เกณฑ์ตามมาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย. วารสารวิจัยพลังงาน, 12(1).

ปวเรศ ถาวรประเสริฐ. (2558). การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

พรรณวดี มงคลเจริญ. (2556). ประโยชน์เชิงธุรกิจในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

มัลลิกา ปู่เพ็ชร, & เจนจิรา ขุนทอง. (2559). การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน : กรณีศึกษา อาคารสถานศึกษา. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1 เรื่อง นวัตกรรมอาคาร, 358 - 366.

วริศรา ทัศนสุวรรณ. (2561). การจัดทำสมการทำนายการใช้พลังงานในอาคารสถานศึกษา กรณีศึกษา คณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 5 (*BTAC* 2018), 48 - 60.

สวิชญา ดาวประกายมงคล. (2552). แนวทางการเลือกใช้กระจกเป็นผนังอาคารสำนักงานปรับอากาศเพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2561). อาคารเขียว การพัฒนาบริหารและจัดการอาคาร. กรุงเทพมหานคร: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรรจน์ เศรษฐบุตร, & สุริยน ปิติธรรมสมบัติ. (2559). *Ecovillage:* เกณฑ์การออกแบบและประเมินโครงการชุมชนยั่งยืน. Retrieved from

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. (2009). การประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคาร. *JARS,* 6(1), 15-29.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐวิชช์ ชูเกียรติ์ธนากิจ
วัน เดือน ปี เกิด	24 พฤษภาคม 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (สถาปัตยกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	3/3 วิภาวดีรังสิต35 ถ.วิภาวดีรังสิต แขวงสนามบิน เขตดอนเมือง กรุงเทพ 10210
ผลงานตีพิมพ์	งานประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมครั้งที่ 6 (6th Building Technology Alliance Conference on Energy and Environment) ประจำปี 2562 ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University