

การจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพภายในอาคารสำนักงานขนาดเล็ก
กรณีศึกษา อาคารสำนักงานบริษัท แลนด์สเคป เทคโนโลยี จำกัด

ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT FOR SMALL OFFICE BUILDING
A CASE STUDY : LANDSCAPE TECTONIX'S OFFICE BUILDING



T129127

อัครพล บุญทน
AKKARAPON BOONTHON

04/10/2556
2056

ที่ ๑๓

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน, เดือน, ปี.....

129127

27 10 2556

b.12539834
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556

KMITL-2013-AR-M-002-027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT FOR SMALL OFFICE BUILDING
A CASE STUDY : LANDSCAPE TECTONIX'S OFFICE BUILDING

AKKARAPON BOONTHON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

KMITL-2013-AR-M-002-027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2013

FACULTY OF ARCHITECTURE

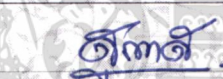
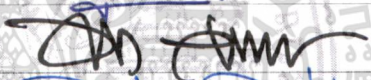
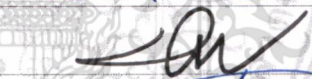
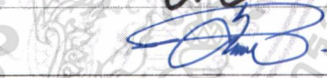
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพภายในอาคารสำนักงานขนาดเล็ก
กรณีศึกษา อาคารสำนักงานบริษัท แลนด์สเคป เทคโนโลยีส์ จำกัด
ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT FOR SMALL OFFICE BUILDING
A CASE STUDY : LANDSCAPE TECTONIX'S OFFICE BUILDING

นักศึกษา นายอัศรพล บุญทน
รหัสประจำตัว 52620307
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สุภาวดี	รัตนมาศ	
รองศาสตราจารย์อนุสรณ์	จ่วงพานิช	
รองศาสตราจารย์ศุภธำ	ศรีเผด็จ	
อาจารย์ ดร.ประพัทธ์พงษ์	อุปลา	
อาจารย์ ดร.โสภา	วิศิษฎ์ศักดิ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 14 พฤษภาคม 2556 เวลา 09.00 น.
สถานที่สอบ กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่.....31.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ.2556.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพภายในอาคาร สำนักงานขนาดเล็ก กรณีศึกษา อาคารสำนักงาน บริษัท แลนด์สเคป เทคโนโลยีส์ จำกัด
นักศึกษา	นายอัศรพล บุญทน
รหัสประจำตัว	52620307
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.สุภาวดี รัตนมาศ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาถึงแนวทางในการจัดการพลังงานในอาคารสำนักงานขนาดเล็ก โดยการคำนวณค่าการใช้พลังงานผ่านโปรแกรม Building Energy Code ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นโดยกระทรวงพลังงาน เพื่อตรวจสอบค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารทั้งผนังและหลังคา โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดค่ามาตรฐานสำหรับอาคารสำนักงานให้มีค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาไม่เกิน 15 วัตต์ต่อตารางเมตร อาคารกรณีศึกษาที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นอาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น ขนาด 700 ตารางเมตร ตั้งอยู่บริเวณเขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลจากการวิจัยพบว่าอาคารกรณีศึกษามีค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังอาคารกรณีศึกษา (OTTV) อยู่ที่ 50.84 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ ผู้วิจัยจึงได้ทดลองปรับปรุงเปลือกอาคารในส่วนของวัสดุกระจกที่เป็นช่องเปิดของอาคาร และทำการตรวจสอบค่าการส่งความร้อนผ่านโปรแกรม โดยแบ่งการออกแบบปรับปรุงเปลือกอาคารออกเป็นสองแนวทาง ผลปรากฏว่าแนวทางแรกค่าการส่งผ่านความร้อนลดลงเหลือ 50.51 วัตต์ต่อตารางเมตร และแนวทางที่สองค่าการส่งผ่านความร้อนลดลงเหลือ 45.69 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยในแนวทางที่สองนั้นผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการปรับปรุงเปลือกอาคารโดยการเปลี่ยนกระจกอาคารกรณีศึกษามาใช้กระจก LOW – E ส่วนค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาอาคารกรณีศึกษา (RTTV) อยู่ที่ 23.68 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ในพระราชบัญญัติเช่นกัน ผู้วิจัยจึงได้ทดลองออกแบบปรับปรุงเปลือกอาคารในส่วนของหลังคา โดยแบ่งการออกแบบปรับปรุงเปลือกอาคารออกเป็นสองแนวทาง ผล

ปรากฏว่า แนวทางแรกค่าการส่งผ่านความร้อนลดลงเหลือ 19.42 วัตต์ต่อตารางเมตร และแนวทางที่สองค่าการส่งผ่านความร้อนลดลงเหลือ 12.92 วัตต์ต่อตารางเมตรโดยในแนวทางที่สองผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการปรับปรุงเปลือกอาคารในส่วนของหลังคาคอนกรีต โดยการฉีดยาฉนวนโฟลียูรีเทนโฟมลงบนหลังคา

จากผลการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า การจัดการพลังงานในอาคารขนาดประมาณ 700 ตารางเมตรโดยใช้โปรแกรม Building Energy Code ช่วยให้การออกแบบปรับปรุงเปลือกอาคารทั้งส่วนผนังและหลังคาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อาคารภายหลังการปรับปรุงมีค่าส่งผ่านความร้อนรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้

คำสำคัญ : การลดความร้อนที่เปลือกอาคาร, การส่งผ่านความร้อนที่เปลือกอาคาร, อาคารประหยัดพลังงาน, การจัดการพลังงานไฟฟ้า, Building Energy Code



Thesis	Energy Efficiency Management For Small Office Building A Case Study : Landscape Tectonix's Office Building
Student	Akkarapon Boonthon
Student ID	52620307
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2013
Thesis Advisor	Assoc.prof. Suphawadee Ratanamart

ABSTRACT

This research was conducted to study the guidelines for power management in a small office building by calculating the energy through the Building Energy Code, which is a program prepared by the Ministry of Energy in order to check the transmission of heat through the walls and roof of the building envelope. Energy Conservation Act has set the standard for office buildings for the heat transmission of walls up to 50 watts per square meter and the transmission of heat through the roof must not exceed 15 watts per square meter. The case study building used in this study was a 4-storey office building of 700 square meters located in Taweewattana, Bangkok. The results of the study showed that the transmission of heat through the wall value (OTTV) is at 50.84 watts per square meter which do not meet the standards set in the Act. Therefore, researcher has tried to improve the building envelope at the opening part of the building which made of glass material . After that the researcher check the heat transmission through the program by divided the design to improve the building envelope into two approaches and the result shows that the first approach; the transmission heat is down to 50.51 watts per square meter. The second approach transfers the heat down to 45.69 watts per square meter. In the second approach, the researcher uses the approach to improve the building envelope by replacing the glass of the building with LOW - E mirror. For the heat transfer through the roof of the building value (RTTV) is at 23.68 watts per square meter which do not meet the standard set out in

the code as well. This research has revised the design of the building envelope roof by divided the design into two approaches to improve the building envelope. The results show that the first approach; the transmission heat is down to 19.42 watts per square meter. The second approach transfers the heat down to 12.92 watts per square meter. The second approach is used to improve the concrete roof of the building envelope by spraying foam insulation Polyurethane on the roof.

From the results, the researchers found that energy management in the buildings of approximately 700 square meters by using Building Energy Code allows the efficient design of improvement of the building envelope including the wall and roof. After the renovation, the heat transfer is according to the standard of the Energy Conservation Act defined.

Key Words : Reduce the heat to the building envelope, thermal Transmission at building envelope, Energy efficiency for office building, Energy management, Building energy code

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความเมตตาจากอาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.สุภาวดี รัตนมาศ ผู้ที่มีความตั้งใจให้ความรู้ ประสบการณ์ และโอกาสที่สำคัญแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อนทุกท่าน ที่ทุ่มเทถ่ายทอดความรู้และ
ความเข้าใจอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจในช่วงเวลาที่สำคัญที่สุด
ตลอดมา รวมถึงคุณโชติพัชร บุญทน น้องสาว และคุณประนอม ชันเหลา ที่คอยให้กำลังใจและ
สนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ และคุณป้าดวงจันทร์ บุญทน ที่ทำหน้าที่ตรวจพิสูจน์อักษรใน
วิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ กองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผน
พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้การสนับสนุนทุนงานวิจัย

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบ
ให้บิดามารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่
ข้าพเจ้ามาจนถึงทุกวันนี้ รวมถึงบุคคลที่คอยให้การสนับสนุนที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ด้วย

อัครพล บุญทน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	XI
สารบัญภาพ.....	XIII
สารบัญกราฟ.....	XIX
สารบัญแผนภูมิ.....	XX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	8
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	9
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	9
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	10
บทที่ 2 บรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 การจัดการพลังงานไฟฟ้า.....	11
2.1.1 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า.....	11
2.1.2 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง.....	13
2.1.3 การเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานชนิดประสิทธิภาพสูง.....	14
2.1.4 แผนการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	15
2.1.5 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ.....	16
2.1.6 การวิเคราะห์ผลการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน.....	18

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550.....	18
2.2.1 ระบบกรอบอาคาร.....	19
2.2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	20
2.2.3 ระบบปรับอากาศ.....	20
2.3 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร.....	23
2.4 โปรแกรม Building Energy Code (BEC).....	24
2.4.1 หน้าหลักของโปรแกรม (Main Menu).....	24
2.4.2 ข้อมูลพื้นฐานของอาคาร (Database).....	27
2.4.3 การแบ่งเขตพื้นที่อาคาร (Building Zone).....	34
2.4.4 รายงานค่าการใช้พลังงานของอาคาร (Report).....	35
2.4.5 Shading Co-efficient (เครื่องมือช่วยหาค่า Shading Co-efficient).....	40
2.5 โปรแกรม OTTVEE 1.0.....	41
2.5.1 ส่วนที่ 1 การสร้างโครงการ.....	43
2.5.2 ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม.....	44
2.6 กลไกการถ่ายเทความร้อน	45
2.6.1 กลไกการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer).....	46
2.6.2 รังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ (Solar Radiation).....	47
2.6.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอาคารกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ.....	48
2.6.4 ประสิทธิภาพของกรอบอาคารกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	48
บทที่ 3 อาคารกรณีศึกษา.....	50
3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารกรณีศึกษา.....	50
3.2 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา.....	51
3.2.1 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา.....	51
3.2.2 แผนผังโครงการ.....	52

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.3 การหันทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์.....	53
3.2.4 ทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์.....	54
3.3 ลักษณะอาคารและแบบทางสถาปัตยกรรม.....	56
3.3.1 ชั้นที่ 1.....	56
3.3.2 ชั้นที่ 2.....	57
3.3.3 ชั้นที่ 3.....	58
3.3.4 ชั้นที่ 4.....	59
3.3.5 รูปด้านอาคารด้านที่ 1.....	61
3.3.6 รูปด้านอาคารด้านที่ 2.....	62
3.3.7 รูปด้านอาคารด้านที่ 3.....	63
3.3.8 รูปด้านอาคารด้านที่ 4.....	64
3.4 การแบ่งพื้นที่อาคาร (Zoning).....	69
3.4.1 พื้นที่ชั้นที่ 1.....	70
3.4.2 พื้นที่ชั้นที่ 2.....	71
3.4.3 พื้นที่ชั้นที่ 3.....	72
3.4.4 พื้นที่ชั้นที่ 4.....	73
3.5 วัสดุ โครงสร้าง ผนังและหลังคา.....	74
3.5.1 วัสดุและโครงสร้างอาคารกรณีศึกษา.....	74
3.5.2 ลักษณะผนังและหลังคา.....	77
3.6 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ.....	81
3.6.1 หลอดไฟ.....	81
3.6.2 เครื่องปรับอากาศ.....	83
3.6.3 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 1.....	83
3.6.4 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 2.....	86
3.6.5 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 3.....	89

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6.6 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 4.....	92
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	95
4.1 ส่วนประกอบผนัง (Component Of Section).....	95
4.1.1 ส่วนประกอบผนังที่บ.....	95
4.1.2 ส่วนประกอบผนังโปรงแสง.....	96
4.2 ชนิดของเปลือกอาคาร (Section Of Wall).....	96
4.3 ทิศทางของผนัง (Wall).....	97
4.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Equipment).....	98
4.5 ระบบปรับอากาศ (AC System).....	99
4.6 การแบ่งพื้นที่อาคาร (Building Zone).....	100
4.6.1 List of Building Zone.....	100
4.6.2 Exterior Wall.....	100
4.6.3 Lighting Equipment.....	101
4.6.4 DX A/C Zone.....	101
4.7 ผลการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากโปรแกรม Building Energy Code (Report).....	107
4.7.1 การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร (Envelop System).....	107
4.7.2 การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Equipment).....	110
4.7.3 การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ (DX Air – Conditioning Unit).....	110
4.7.4 การใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร (Whole Building Energy).....	112
บทที่ 5 แนวทางปรับปรุงและบทสรุป.....	115
5.1 แนวทางในการปรับปรุงเปลือกอาคาร.....	116
5.1.1 ผนังอาคาร.....	116

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.1.2 หลังคาอาคาร.....	118
5.2 ผลการปรับปรุงผนังอาคาร.....	119
5.2.1 ติดฟิล์มกรองแสง.....	119
5.2.2 ใช้กระจก LOW - E.....	124
5.2.3 การเปรียบเทียบแนวทางแก้ไข.....	128
5.3 ผลการปรับปรุงหลังคาอาคาร.....	131
5.3.1 สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating.....	131
5.3.2 ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม.....	136
5.3.3 การเปรียบเทียบแนวทางแก้ไข.....	140
5.4 สรุปผลการทดลอง.....	143
5.4.1 ติดฟิล์มกรองแสง.....	146
5.4.2 ใช้กระจก LOW - E.....	147
5.4.3 สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating.....	149
5.4.4 ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม.....	149
5.5 เปรียบเทียบจุดคุ้มทุน.....	151
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	153
บรรณานุกรม.....	156
ประวัติผู้เขียน.....	158

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ.....	20
2.2 ค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างสูงสุดสำหรับอาคารแต่ละประเภท.....	20
2.3 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก.....	21
2.4 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็น.....	21
2.5 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน แบบที่ 1.....	22
2.6 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน แบบที่ 2.....	23
3.1 อัตราส่วนระหว่างผนังทึบและช่องเปิดของรูปด้านแต่ละด้าน.....	65
3.2 สัญลักษณ์หลอดไฟ.....	82
3.3 สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ.....	83
3.4 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 1.....	86
3.5 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 2.....	86
3.6 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 3.....	89
3.7 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 4.....	92
4.1 จำนวนหลอดไฟ.....	99
4.2 จำนวนเครื่องปรับอากาศ.....	100
4.3 ข้อมูลของโซนต่าง ๆ ภายในอาคาร.....	102
4.4 ค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังและหลังคา.....	109
5.1 ผลจากโปรแกรม BEC และค่ามาตรฐาน.....	115
5.2 อัตราส่วนระหว่างช่องเปิดและผนังทึบ.....	116
5.3 คุณสมบัติกระจกแต่ละชนิด.....	117
5.4 ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาอาคารกรณีศึกษา.....	118
5.5 คุณสมบัติวัสดุฉนวน.....	118
5.6 ค่า OTTV หลังจากติดฟิล์มกรองแสง.....	119
5.7 ค่า OTTV หลังจากเปลี่ยนกระจก.....	124
5.8 ผลการทดลองปรับปรุงผนังอาคาร.....	130

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.9 ค่า RTTV หลังจากทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating.....	132
5.10 ค่า RTTV หลังจากทาฉนวนกันความร้อน.....	136
5.11 ผลการทดลองปรับปรุงหลังคา.....	142
5.12 ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคารกรณีศึกษา.....	144
5.13 ผลการปรับปรุงเปลือกอาคารทั้งผนังและหลังคา.....	150
5.14 ราคาวัสดุผนังอาคาร.....	151
5.15 ค่าไฟฟ้าอาคารกรณีศึกษาหลังจากปรับปรุงผนังอาคาร.....	152
5.16 ขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงหลังจากปรับปรุงผนังอาคาร.....	152
5.17 ราคาวัสดุหลังคาอาคาร.....	152
5.18 ค่าไฟฟ้าอาคารกรณีศึกษาหลังจากปรับปรุงหลังคาอาคาร.....	153
5.19 ขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงหลังจากปรับปรุงหลังคาอาคาร.....	153
5.20 วิธีการจัดการพลังงานในอาคารสำนักงานรูปแบบต่าง ๆ.....	154

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 อาคารกรณีศึกษา.....	5
1.2 อาคารกรณีศึกษา.....	5
1.3 ผังพื้นที่ชั้นที่ 1.....	6
1.4 ผังพื้นที่ชั้นที่ 2.....	7
1.5 ผังพื้นที่ชั้นที่ 3.....	7
1.6 ผังพื้นที่ชั้นที่ 4.....	8
2.1 หน้าการเข้าสู่ระบบ.....	25
2.2 หน้าการลงทะเบียนอาคารใหม่.....	26
2.3 หน้าจอหลักของโปรแกรม.....	27
2.4 หน้าต่างแสดงรายละเอียดวัสดุ.....	27
2.5 หน้าต่างแสดงรายละเอียดส่วนประกอบผนัง.....	28
2.6 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของวัสดุที่ประกอบกันเป็นส่วนประกอบของผนัง.....	28
2.7 หน้าต่างรายละเอียดของเซกชั่นต่าง ๆ.....	29
2.8 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของวัสดุที่ประกอบกันเป็นเซกชั่น.....	29
2.9 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของผนังแบบต่าง ๆ.....	29
2.10 หน้าต่างรายละเอียดของเซกชั่นที่ประกอบกันเป็นผนังทิศต่าง ๆ.....	30
2.11 หน้าต่างรายละเอียดไฟส่องสว่าง.....	30
2.12 หน้าต่างรายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด Split Type & Window Type.....	30
2.13 หน้าต่างรายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Package Air – Cooled.....	31
2.14 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ Package Air – Cooled.....	31
2.15 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ Package Water – Cooled.....	32
2.16 หน้าต่างรายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์.....	32
2.17 หน้าต่างรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในปรับอากาศแบบรวมศูนย์.....	32
2.18 หน้าต่างรายละเอียดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์.....	33
2.19 หน้าต่างรายละเอียดของระบบเครื่องทำน้ำร้อน.....	33

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.20 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ	33
2.21 หน้าต่างรายละเอียดเขตพื้นที่ภายในอาคาร.....	34
2.22 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ที่อยู่ในโซน.....	34
2.23 หน้าต่างรายงานค่า OTTV/RTTV ของทั้งอาคาร.....	35
2.24 หน้าต่างรายงานค่า OTTV/RTTV ปางตามชนิดของผนัง.....	35
2.25 หน้าต่างรายงานของระบบแสงสว่าง.....	36
2.26 หน้าต่างรายงานของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด.....	37
2.27 หน้าต่างรายงานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์.....	37
2.28 หน้าต่างรายงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์.....	38
2.29 หน้าต่างรายงานของระบบทำน้ำร้อน.....	38
2.30 หน้าต่างรายงานค่าพลังงานของทั้งอาคาร.....	39
2.31 หน้าต่างรายละเอียดของ Shading Co-Efficient.....	40
2.32 โปรแกรม OTTVEE 1.0a.....	41
2.33 โปรแกรม OTTVEE 1.0a.....	42
2.34 โปรแกรม OTTVEE 1.0a.....	44
3.1 สถานที่ตั้งโครงการ.....	51
3.2 สถานที่ตั้งโครงการ.....	52
3.3 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา.....	52
3.4 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา.....	53
3.5 แสดงทิศทางของแดด ลม ฝน ที่กระทำต่ออาคารกรณีศึกษา.....	54
3.6 แสดงทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียง ในวันที่ 1 มกราคม เวลา 09.30 – 14.30	54
3.7 แสดงทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียง ในวันที่ 1 พฤษภาคม เวลา 09.30 – 14.30	55

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 แสดงทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียง ในวันที่ 1 กันยายน เวลา 09.30 – 14.30	55
3.9 ผังพื้นที่ 1.....	56
3.10 ผังพื้นที่ 2.....	57
3.11 ผังพื้นที่ 3.....	58
3.12 ผังพื้นที่ 4.....	59
3.13 ผังหลังคา.....	60
3.14 รูปด้าน 1 ทิศตะวันออก.....	61
3.15 รูปด้าน 2 ทิศตะวันตก.....	62
3.16 รูปด้าน 3 ทิศใต้.....	63
3.17 รูปด้าน 4 ทิศเหนือ.....	64
3.18 รูปตัดอาคารกรณีศึกษา.....	65
3.19 อาคารกรณีศึกษาด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	67
3.20 อาคารกรณีศึกษาด้านทิศใต้.....	67
3.21 อาคารกรณีศึกษาด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	68
3.22 อาคารกรณีศึกษาด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ.....	68
3.23 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้น 1.....	70
3.24 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้น 2.....	71
3.25 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้น 3.....	72
3.26 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้น 4.....	73
3.27 เสาอาคารกรณีศึกษา.....	74
3.28 คานอาคารกรณีศึกษา.....	75
3.29 ผนังคอนกรีตมวลเบาอาคารกรณีศึกษา.....	75
3.30 กระจกทางเข้าอาคารกรณีศึกษา.....	76
3.31 กระจกหน้าต่างอาคารกรณีศึกษา.....	76

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.32 ผังกระจกทางเข้าอาคารกรณีศึกษา.....	77
3.33 ผังคอนกรีตมวลเบา.....	77
3.34 ผังคอนกรีตมวลเบาที่มีหน้าต่าง.....	78
3.35 ผังคอนกรีตมวลเบาที่มีหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง.....	78
3.36 ผังคานคอนกรีต.....	79
3.37 ผังเสาคอนกรีต.....	79
3.38 หลังคาคานคอนกรีต.....	80
3.39 หลังคาเหล็ก.....	80
3.40 โคมไฟหลอด Fluorescent 36 วัตต์	81
3.41 โคมไฟหลอด Compact Fluorescent 14 วัตต์.....	81
3.42 หลอด Compact Fluorescent 20 วัตต์.....	82
3.43 หลอด Halogen 50 วัตต์.....	82
3.44 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 1	84
3.45 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 1	85
3.46 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 2	87
3.47 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 2	88
3.48 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 3	90
3.49 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 3	91
3.50 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 4	93
3.51 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 4	94
4.1 ส่วนประกอบของผนังทึบ.....	95
4.2 ส่วนประกอบของผนังโปร่งแสง.....	96
4.3 การแบ่งประเภทของผนัง.....	97
4.4 การกำหนดชนิดของผนัง.....	98
4.5 การกำหนดชนิดของหลอดไฟ.....	98

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.6 การกำหนดชนิดของเครื่องปรับอากาศ.....	99
4.7 การกำหนดค่าต่าง ๆ ของโซน.....	100
4.8 การกำหนดคุณสมบัติผนัง.....	101
4.9 การกำหนดค่าอุปกรณ์แสงสว่าง.....	101
4.10 การกำหนดค่าเครื่องปรับอากาศ.....	102
4.11 แสดงค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร.....	108
4.12 แสดงค่าการส่งผ่านความร้อนแยกตามผนังและหลังคา.....	109
4.13 แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง.....	110
4.14 แสดงค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ.....	110
4.15 แสดงค่าการคำนวณการใช้พลังงานรวม.....	114
5.1 แสดงค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร.....	119
5.2 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	120
5.3 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	120
5.4 แสดงค่าการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	123
5.5 แสดงค่าการการส่งผ่านความร้อนของผนังอาคาร.....	124
5.6 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	124
5.7 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	125
5.8 แสดงค่าการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	127
5.9 แสดงค่าการการส่งผ่านความร้อนของหลังคา.....	132
5.10 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	132
5.11 แสดงค่าการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	135
5.12 แสดงค่าการการส่งผ่านความร้อนของหลังคา.....	136
5.13 แสดงค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	137
5.14 แสดงค่าการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	139
5.15 อาคารกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุง.....	144

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.16 อาคารกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุง.....	145
5.17 อาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง.....	145
5.18 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสง.....	146
5.19 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสง.....	146
5.20 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสง.....	147
5.21 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW – E	147
5.22 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW – E	148
5.23 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW – E	148



สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
1.1 ดัชนีการลงทุนภาคเอกชนตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543 – 2551.....	2
1.2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรุงเทพมหานครในอาคารประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่ปีพ.ศ.2546-2551.....	3
3.1 อัตราส่วนระหว่างขนาดของผนังทึบและช่องเปิดของรูปด้านแต่ละด้าน.....	66
4.1 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	111
4.2 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	112
4.3 การใช้พลังงานทั้งอาคาร.....	114
5.1 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	121
5.2 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	122
5.3 การใช้พลังงานทั้งอาคาร.....	123
5.4 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	125
5.5 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	126
5.6 การใช้พลังงานทั้งอาคาร.....	127
5.7 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	128
5.8 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	129
5.9 การใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา.....	129
5.10 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	133
5.11 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	134
5.12 การใช้พลังงานทั้งอาคาร.....	135
5.13 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	137
5.14 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	138
5.15 การใช้พลังงานทั้งอาคาร.....	139
5.16 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ.....	140
5.17 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ.....	141
5.18 การใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา.....	141

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1.1 แผนภูมิแสดงองค์ประกอบของโปรแกรม Building Energy Code.....	9



บทที่ 1

บทนำ

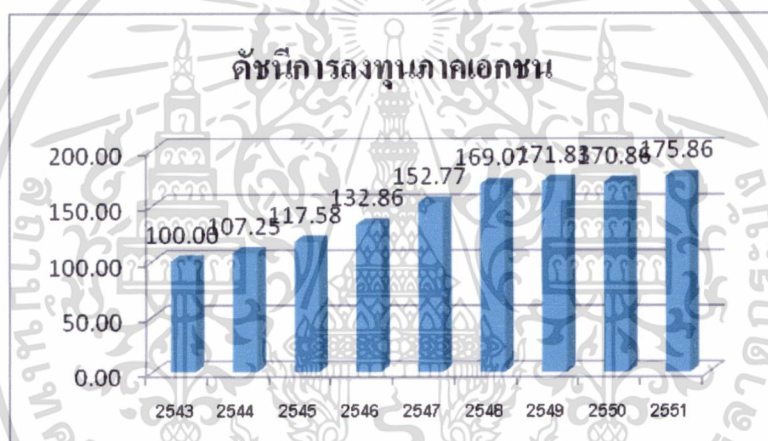
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโลกของเราได้มีการบริโภคพลังงานอย่างฟุ่มเฟือย โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นการใช้พลังงานอย่างไม่เป็นระบบ เป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์เป็นจำนวนมาก โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ส่วนใหญ่ต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดบนโลกใบนี้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีการคิดค้นวิธีการและสรรหาวัตถุดิบใหม่ ๆ มาแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า อาทิเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ ชยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ก๊าซชีวภาพ และอื่น ๆ แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน รวมทั้งยังมีต้นทุนการผลิตที่สูงมีวิธีการผลิตที่ยุ่งยากและยังไม่มีที่แพร่หลาย จึงจำเป็นต้องคิดค้นและสรรหาวิธีการอื่นๆ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า รวมถึงสรรหาวิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและก่อให้เกิดการใช้พลังงานงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่ามากที่สุด และที่สำคัญจะเป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้า ให้สามารถใช้ได้นานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ รวมไปถึงช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติจนเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารประเภทต่าง ๆ ให้มีการใช้เท่าที่จำเป็น และช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเทศไทยของเราก็เป็นประเทศหนึ่งที่ประสบกับปัญหาทางด้านพลังงานไฟฟ้า ดังกล่าวมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน เนื่องจากประเทศไทยยังต้องนำเข้าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ารวมถึงการซื้อพลังงานไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้านด้วยเช่นกัน ทำให้ในแต่ละปีประเทศไทยสูญเสียงบประมาณในการจัดซื้อวัตถุดิบและพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก สาเหตุหนึ่งมาจาก ประเทศไทยไม่มีแหล่งวัตถุดิบและขาดศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ รวมถึงการขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ถูกต้อง และละเลยต่อการให้ความสำคัญกับการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า อันเนื่องมาจากปัจจัยหลากหลายประการ อาทิเช่น การขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการจัดการพลังงานไฟฟ้า ขาดการเผยแพร่ความรู้ทางด้านการจัดการพลังงาน

ไฟฟ้าที่ถูกต้องและเหมาะสม ขาดการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน และที่สำคัญคือการขาดจิตสำนึกที่ดีของพลเมืองต่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

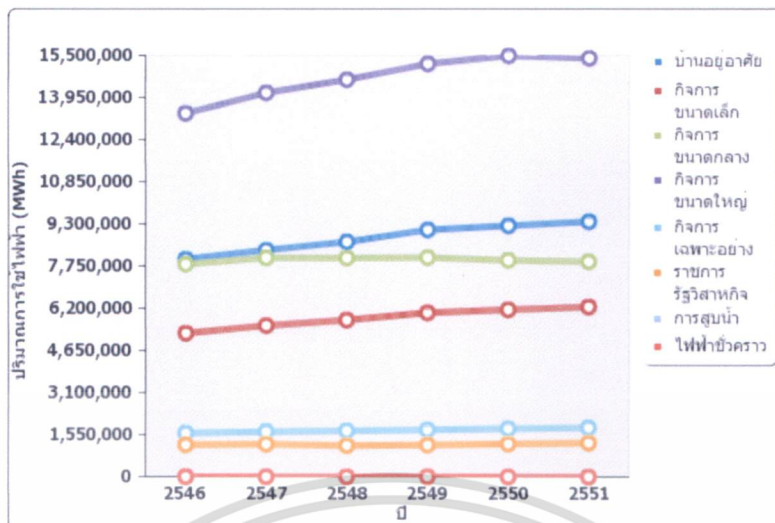
ในปีพ.ศ.2540 ประเทศไทยประสบกับปัญหาทางเศรษฐกิจอย่างหนัก ส่งผลให้การก่อสร้างอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ได้หยุดการก่อสร้างลงอย่างกะทันหันทั้งหมด ถึงแม้ว่า ในเวลาต่อมาปัญหาทางเศรษฐกิจดังกล่าวจะได้รับการแก้ไขให้เข้าสู่ภาวะปกติ และเศรษฐกิจกลับมาเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ก็ยังมีได้มีการก่อสร้างขึ้นเพิ่มเติมจากที่มีอยู่เดิม ซึ่งอาคารขนาดใหญ่ที่ได้มีการก่อสร้างอยู่ในปัจจุบันก็เป็นเพียงแค่อาคารที่พักอาศัยรวมเท่านั้น ส่งผลให้ในปัจจุบัน รัฐบาลวางนโยบายส่งเสริมธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมหรือ SME เพื่อวางรากฐานทางเศรษฐกิจจากระดับรากหญ้าให้เป็นแรงขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศต่อไป



กราฟที่ 1.1 ดัชนีการลงทุนภาคเอกชนตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543 – 2551

ที่มา <http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/Discontinued/Pages/EconomicIndices.aspx>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรุงเทพมหานครในอาคารประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่ปีพ.ศ.2546-2551

ที่มา www.thaienergydata.in.th/province/10/

จากกราฟที่ 1.1 จะเห็นว่า การลงทุนในภาคเอกชนตั้งแต่ปีพ.ศ.2543 – 2551 มีการเจริญเติบโตและมีการลงทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าภายในปีพ.ศ.2550 จะมีการลงทุนที่ลดลงจากปีพ.ศ.2549 อยู่บ้าง แต่ก็ไม่มากนัก ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากวิกฤตเศรษฐกิจในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่อย่างไรก็ตามในปีพ.ศ.2551 ก็มีการลงทุนที่เพิ่มขึ้น ตามภาวะทางเศรษฐกิจที่เติบโตขึ้นในทุก ๆ วัน

กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจและการลงทุนของประเทศไทย ส่งผลให้กรุงเทพมหานครมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละปีที่สูงมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม ห้างสรรพสินค้า และอาคารประเภทอื่น ๆ รวมถึงกิจกรรมอื่นอีกมากมาย โดยในแต่ละวันการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงกลางวันจะเป็นการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม สถานศึกษาเป็นส่วนใหญ่ โดยจะใช้เวลาประมาณ 8 – 12 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วงเช้า ช่วงเย็นไปจนถึงช่วงเวลากลางคืน จะเป็นการใช้พลังงานในส่วนของการพักอาศัย โดยจะใช้เวลาประมาณ 6 – 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยจะมีอาคารบางประเภทที่มีลักษณะเป็น HOME OFFICE คือเป็นที่พักอาศัยและสำนักงานในอาคารเดียวกัน รวมถึงอาคารห้างสรรพสินค้าและอาคารที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจการค้าที่มีระยะเวลาการใช้พลังงานประมาณ 12 - 16 ชั่วโมงต่อวัน จะเห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งวันจะเป็นการใช้ภายในอาคารสำนักงาน และกิจการขนาดใหญ่ในระยะเวลาและปริมาณที่มากกว่าการใช้งานประเภทอื่น

จากกราฟที่ 1.2 จะเห็นว่า ในกรุงเทพมหานคร กิจการขนาดใหญ่จะมีอัตราส่วนในการบริโภคพลังงานไฟฟ้าที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับกิจการประเภทอื่น ซึ่งกิจการขนาดใหญ่ประกอบไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้า โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น รองลงมาคือการใช้ไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย กิจกรรมขนาดกลาง และกิจกรรมขนาดเล็กตามลำดับ แต่หากรวมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกิจกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กเข้าด้วยกันแล้วจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากกว่าการใช้งานภายในที่พักอาศัย ซึ่งอาคารสำนักงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน จะเป็นอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ ที่มีพื้นที่ใช้สอยเกินกว่า 2,000 ตารางเมตรและอยู่ภายใต้การควบคุมของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แต่ในขณะเดียวกันอาคารสำนักงานที่อยู่นอกเหนือจากอาคารควบคุมของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ก็มีอยู่เป็นจำนวนมากและมีอัตราส่วนในการบริโภคพลังงานที่มากเช่นเดียวกัน และในอนาคตก็มีแนวโน้มที่อาคารลักษณะดังกล่าวจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามทิศทางของเศรษฐกิจและการลงทุนของภาคเอกชนที่กำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน อาคารสำนักงานเหล่านี้ มักจะไม่ได้มีการเอาใจใส่ในเรื่องของการบริโภคพลังงานและการจัดการพลังงานไฟฟ้า แต่ในความเป็นจริงแล้วอาคารเหล่านี้ ก็มีการบริโภคพลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่มากเช่นเดียวกับอาคารชนิดอื่น ส่งผลให้ในแต่ละปีเกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยสูญเปล่าอย่างมหาศาล หากมีการจัดการพลังงานภายในอาคารสำนักงานเหล่านี้อย่างเป็นระบบแล้ว เชื่อว่าจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานโดยไม่จำเป็นและลดการสูญเสียพลังงานในส่วนที่ควบคุมไม่ได้ลงเป็นจำนวนมาก

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะศึกษาถึงวิธีการจัดการพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบกรอบอาคารในอาคารประเภทอาคารสำนักงานขนาดกลาง ซึ่งระบบกรอบอาคารเป็นตัวแปรสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่าง ๆ ในอาคาร ซึ่งอาคารสำนักงานขนาดกลางนั้น มีอยู่เป็นจำนวนมากและมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับอาคารประเภทดังกล่าวมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในทุกปี โดยผู้วิจัยได้เลือกนำอาคารสำนักงานของบริษัท LANDSCAPE TECTONIX LIMITED มาเป็นอาคารกรณีศึกษา โดยอาคารสำนักงานดังกล่าวเป็นอาคารที่ได้ก่อสร้างขึ้นใหม่ มีขนาดพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศประมาณ 704 ตารางเมตร ตั้งอยู่ในบริเวณถนนพุทธมณฑลสาย 2 เขตทวีวัฒนา ซึ่งเป็นเขตชานเมืองของกรุงเทพมหานคร ติดกับจังหวัดนครปฐม โดยบริเวณดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวของเขตเมืองออกไปทางด้านนั้น เนื่องจากอยู่ใกล้กับสถานีขนส่งสายใต้ใหม่ และเป็นย่านที่พักอาศัยยอดนิยมของคนกรุงเทพมหานคร ถึงแม้ว่าอาคารดังกล่าวจะมีขนาดเล็กกว่าอาคารที่มีการบังคับให้ส่งแบบประเมินการใช้พลังงานในอาคารตามข้อกำหนดของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แต่ก็มีคามจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการและตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองและสูญเปล่า การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองมากที่สุดรวมถึงศึกษาหา

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้วิธีการจัดการพลังงานผ่านระบบอาคารและระบบอื่น ๆ อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

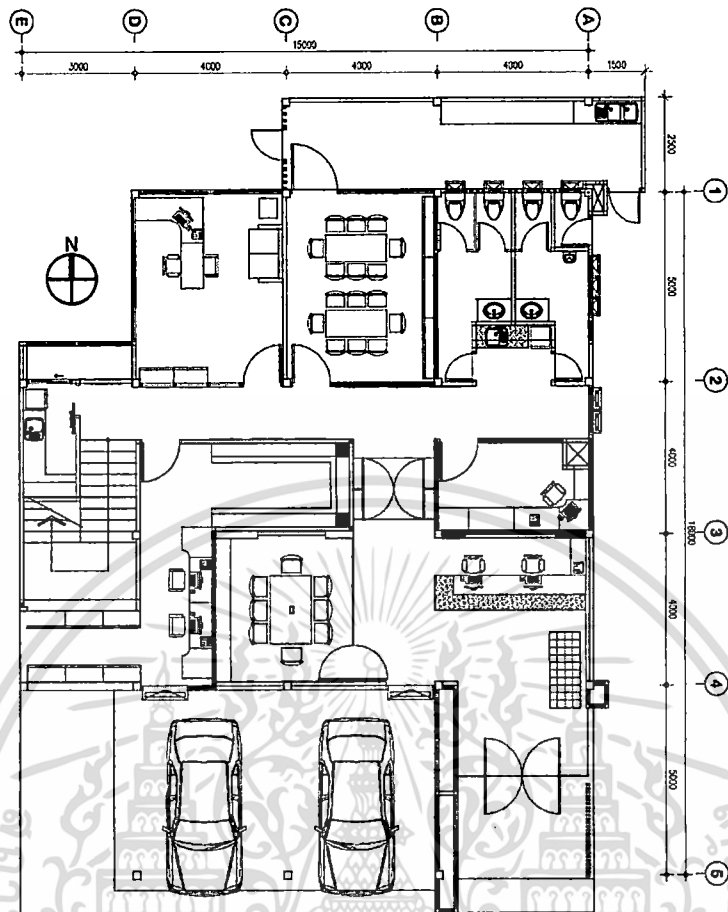


ภาพที่ 1.1 อาคารกรณีศึกษา



ภาพที่ 1.2 อาคารกรณีศึกษา

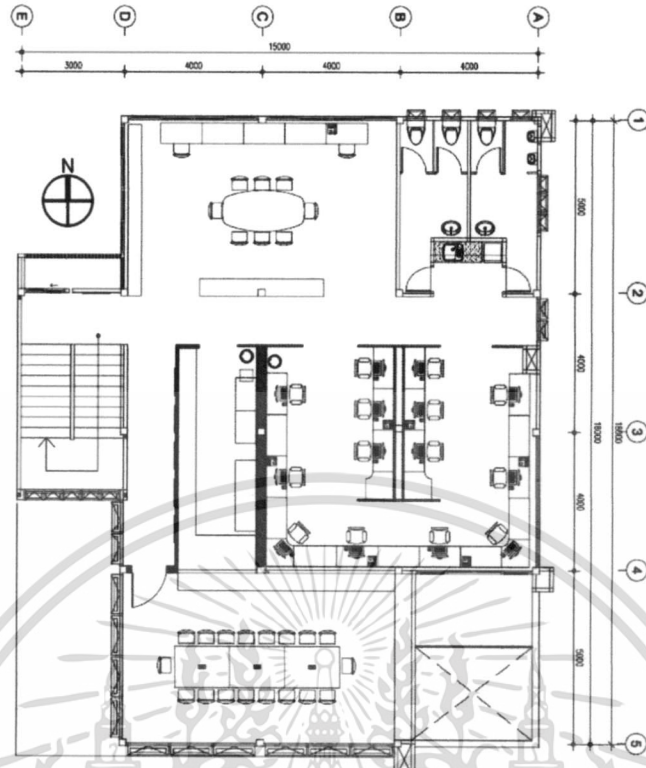
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.3 ผังพื้นที่ 1

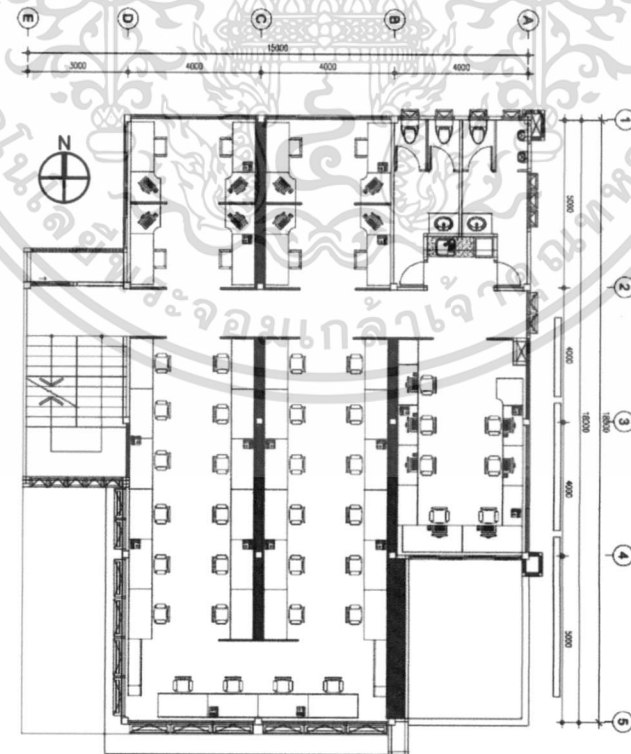
ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.4 ผังพื้นที่ 2

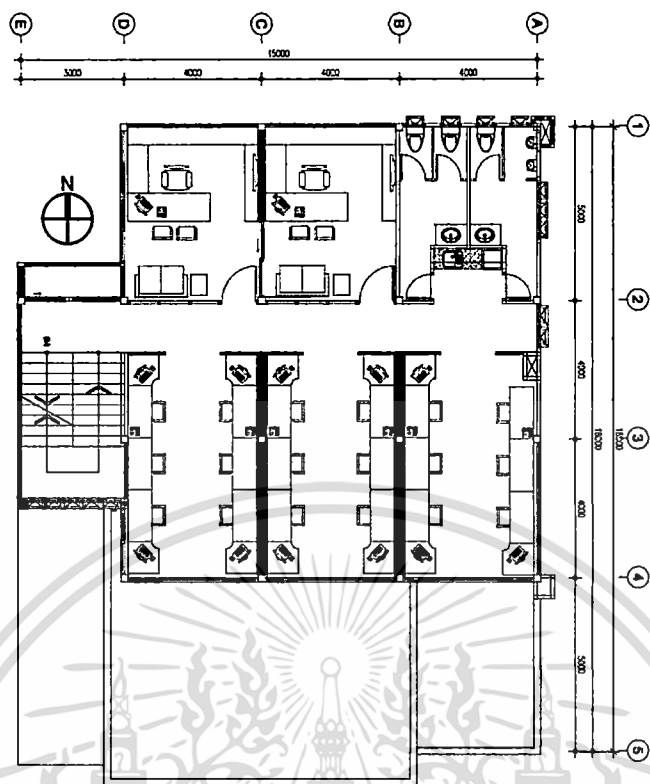
ที่มา Landscape Tectonix Limited



ภาพที่ 1.5 ผังพื้นที่ 3

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.6 ผังพื้นที่ 4

ที่มา Landscape Tectonix Limited

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

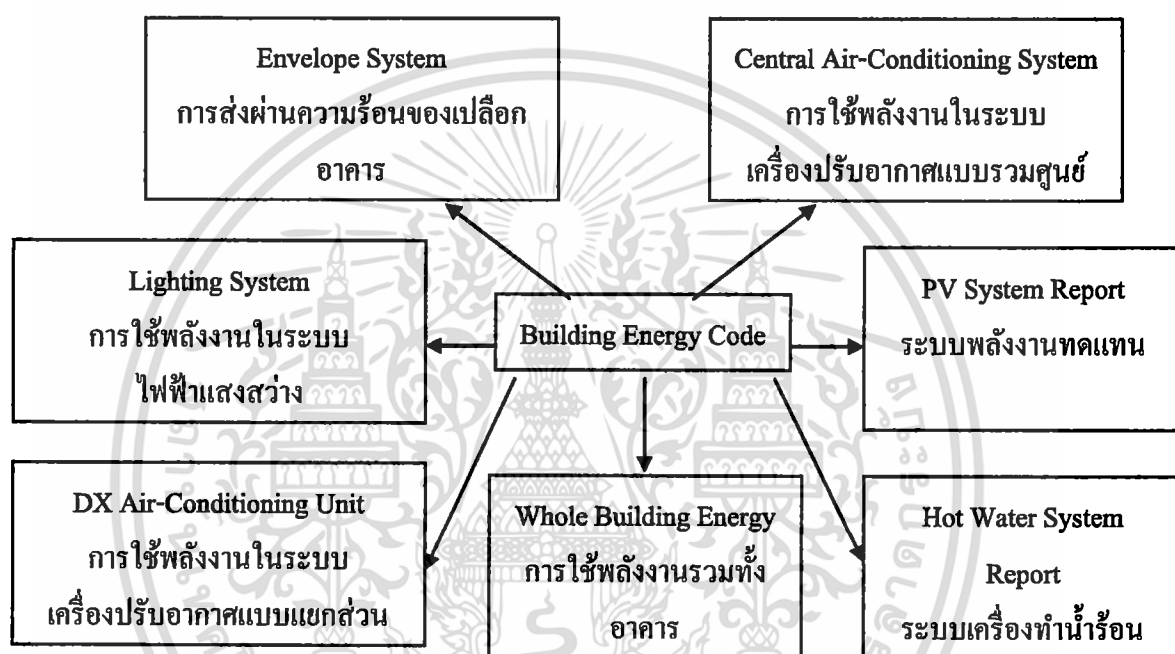
- 1.2.1 เพื่อตรวจสอบหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในอาคารสำนักงาน โดยใช้วิธีการตรวจสอบผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE
- 1.2.2 เพื่อตรวจสอบหาปริมาณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร โดยใช้วิธีการตรวจสอบผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE
- 1.2.3 เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงเปลือกอาคารที่สามารถลดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารโดยใช้โปรแกรม BUILDING ENERGY CODE
- 1.2.4 เพื่อศึกษาหาความเป็นไปได้และแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการในการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

1.3.1 กระบวนการในการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารที่มีความเหมาะสมสามารถที่จะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงานได้

1.3.2 โปรแกรม Building Energy Code สามารถใช้ตรวจสอบและหาแนวทางในการปรับปรุงเปลือกอาคารเพื่อลดการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคารได้



แผนภูมิที่ 1.1 องค์ประกอบของโปรแกรม Building Energy Code

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาและวิเคราะห์ถึงการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร ผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE

1.4.2 ศึกษาและวิเคราะห์ถึงการออกแบบเปลือกอาคารที่มีความเหมาะสม และเชื้อต่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE

1.4.3 ปรับปรุงระบบที่มีการใช้พลังงานต่าง ๆ ภายในอาคารกรณีศึกษาโดยใช้และวิเคราะห์ผลผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เรียนรู้แนวทางการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารโดยใช้โปรแกรม BUILDING ENERGY CODE

1.5.2 ได้เรียนรู้การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารที่เกิดขึ้นจากการใช้พื้นที่อาคารสำนักงานที่ไม่สอดคล้องกับทิศทางดวงอาทิตย์ที่กระทำต่ออาคาร

1.5.3 ได้เรียนรู้ถึงแนวทางการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.5.4 ได้เรียนรู้กระบวนการในการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 2 ปีพ.ศ.2550 โดยเลือกศึกษาเฉพาะ ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง และระบบปรับอากาศ เท่านั้น เนื่องจากอาคารกรณีศึกษามีการใช้งานระบบอาคารเพียง 3 ระบบดังกล่าวเท่านั้น

ศึกษาโปรแกรม Building Energy Code ซึ่งเป็นโปรแกรมที่บังคับให้มีการใช้ในการประเมินค่าการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อใช้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างอาคาร

ศึกษากระบวนการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร

1.6.2 วิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาทางกายภาพ และใช้โปรแกรม Building Energy Code คำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนของตัวอาคาร รวมถึงการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาในระบบอื่น ๆ ด้วย

1.6.3 นำผลที่ได้ มาหาแนวทางในการปรับปรุงอาคารโดยใช้โปรแกรม Building Energy Code เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.4 สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่ได้ศึกษาเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.5 จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการพลังงานไฟฟ้า

การจัดการพลังงานไฟฟ้าคือ การดำเนินการควบคุมและสนับสนุนให้มีการใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง หรือ การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด หรือทำควบคู่กันไปทั้งสองอย่าง โดยจะต้องให้การสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และควบคุมหรือลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ หรือการอนุรักษ์พลังงานและการบริหารการใช้พลังงาน หรือใช้ทุกแนวทางควบคู่กันไป

การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถวัดผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นสองค่าคือ จำนวนกิโลวัตต์ และจำนวนกิโลวัตต์ชั่วโมง และสามารถแปลงผลเป็นตัวเงินเพื่อประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ได้อีกด้านหนึ่งด้วย

อัตราค่าไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ค่าพลังงานไฟฟ้า คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 เดือน ซึ่งประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงคิดเป็นหน่วย กิโลวัตต์ คูณด้วยระยะเวลาคิดเป็นหน่วยชั่วโมง ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง ส่วนค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยวัดในรูปของความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด และใช้ค่าสูงสุดในรอบเดือนมาคำนวณค่าไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์

2.1.1 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า

2.1.1.1 การจัดการประเภทโหลด

การจัดการประเภทโหลด เป็นการแบ่งประเภทของโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยจำแนกตามประเภทลำดับความสำคัญต่อการทำงาน ซึ่งจะต้องรู้ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์และผู้ที่ใช้งานมี 4 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทของโหลดที่มีความสำคัญ คือ โหลดที่มีความสำคัญและจำเป็นต้องการใช้งานในภาวะปกติ ซึ่งถ้าปิดหรือหยุดการทำงานนั้นจะทำให้กระทบกระเทือนต่อการทำงานหรือความปลอดภัย ได้แก่ ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน, ระบบคอมพิวเตอร์, ระบบควบคุมเครื่องดับเพลิง, ระบบสูบน้ำดับเพลิง และระบบลิฟท์ เป็นต้น

2. ประเภทของโหลดที่มีความจะเป็นแต่สามารถหยุดการใช้งานเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนดเช่น ประมาณ 15 นาที หรือ 30 นาที เป็นต้น ได้แก่ ระบบการส่งลมเย็นของเครื่องส่งลมเย็น, ระบบเครื่องทำความเย็น เป็นต้น

3. ประเภทของโหลดที่สามารถเลื่อนเวลาการใช้งานออกไปในเวลาอื่น ๆ เป็นครั้งคราวจนพอสมควร เมื่อมีความจำเป็น เช่น เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องอัด หรือเครื่องจักรใหญ่ ๆ เป็นต้น

4. ประเภทของโหลดที่สามารถเลื่อนช่วงระยะเวลาการทำงาน หรือกำหนดช่วงเวลาของการทำงานไปใช้ใน ช่วงที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยได้แก่ เครื่องสูบน้ำระบบน้ำดีใช้ภายในอาคาร เป็นต้น

2.1.1.2 การควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้า

การควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด หรือการควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เป็นแนวทางที่นิยมใช้ เนื่องจากมีต้นทุนในการดำเนินการต่ำและสามารถลดค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าได้จริง การควบคุมค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดนั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าให้มีค่าต่ำสุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือบุคลากร โดยปกติการกำหนดอย่างชัดเจนว่าควรใช้ไฟฟ้าในปริมาณเท่าไร เวลาใดและอย่างไร เป็นได้ยาก เพราะจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยเช่น ต้องการความสะดวกสบาย สิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้เช่น อุบัติเหตุ หรือวิธีการควบคุมพลังงานไฟฟ้าสูงสุด การจัดโหลดการทำงานนั้นมีแผนการจัดการพลังงานโดยแบ่งเป็นแผนการจัดโหลดคือ

1. De – Load คือ การลดการใช้พลังงานลงบางส่วน แต่ยังคงพื้นที่ใช้งานไว้ตามเดิม เช่น เปิดไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง สามารถกำหนดลักษณะการเปิดได้โดยอาศัยผู้ใช้งาน และความเหมาะสมตามต้องการ

2. Load – Shift คือลักษณะการเลื่อนเวลาการทำงานของอุปกรณ์ออกไปให้พ้นจากช่วงที่คาดว่าจะเกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ไปไว้ช่วงที่ไม่เกิดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

3. Low Priority Down คือ ปลดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่เดินเครื่องเปล่า ๆ หรือไม่จำเป็นต้องออกไป เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ส่งผลให้ระดับความต้องการพลังงานไฟฟ้าลดลงด้วย

4. Combined Strategy การประสมประสานกลยุทธ์การจัดการพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ข้างต้นเข้าด้วยกันโดยอาจจะใช้มากกว่า 1 วิธี เพื่อรักษาไม่ให้ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเกินระดับที่กำหนด

2.1.1.3 การกำหนดการเปิด – ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยทำการเปิด – ปิด อุปกรณ์บางส่วนขณะที่เกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งควรวางแผนการเป็นการกำหนดเวลาการทำงานของอุปกรณ์

ให้หลีกเลี่ยงช่วงที่มีการเก็บอัตราค่าไฟสูง ๆ โดยต้องรู้ถึงโครงสร้างค่าไฟฟ้าว่าเป็นโครงสร้างแบบใด ซึ่งการควบคุมแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีได้แก่

1. ใช้คนในการควบคุมการใช้ไฟฟ้า โดยกำหนดให้มีการหยุดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยพนักงาน ตามเวลาหรือปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น ข้อดีคือ ง่ายและสะดวกในการเปลี่ยนแปลงแก้ไข มีต้นทุนที่ต่ำ ข้อเสียคือ มีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนที่สูง

2. ควบคุมด้วยเครื่องควบคุมชนิดอัตโนมัติ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เช่น Programmable Logic Controller หรือ PLC โดยกำหนดให้ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานโดยเฉพาะ หรือการใช้อุปกรณ์ควบคุมชนิดตั้งเวลาในการควบคุม ข้อดีคือ มีความเที่ยงตรงสูง ถูกต้อง แม่นยำ ว่าการใช้คนควบคุม ข้อเสียคือ มีต้นทุนที่สูง

2.1.2 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

การจัดการการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างนั้น มีปัจจัยในการออกแบบและการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อคือ

2.1.2.1 การเลือกระดับความส่องสว่างให้เหมาะสม

การเลือกระดับการส่องสว่างให้เหมาะสมนับว่าเป็นปัจจัยในการออกแบบที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกของการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เนื่องจากระดับของการส่องสว่างจะเห็นค่าที่กำหนดในเรื่องของชนิด และจำนวนหลอดไฟและโคมไฟ รวมทั้งตำแหน่งที่ติดตั้ง การเลือกระดับของการส่องสว่างจะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ วัตถุประสงค์ของการใช้งานของพื้นที่นั้น ๆ เช่น สำนักงาน หรือห้างสรรพสินค้า เป็นต้น อายุของผู้ใช้งาน ความยากง่ายของการใช้งานของการปฏิบัติงานหรือความละเอียดของงาน สภาพแวดล้อมรอบ ๆ พื้นที่ใช้งาน เช่น ผนังและเพดานใช้วัสดุอะไรเป็นพื้นและสีอะไร เป็นต้น

2.1.2.2 การเลือกวิธีการให้แสงสว่าง

การเลือกวิธีการให้แสงสว่าง เป็นวิธีที่ใช้ในการออกแบบในงานต่าง ๆ ก่อนการใช้งานจริง เป็นไปได้ยากต่อการประยุกต์กับอาคารที่มีการใช้งาน หรือมีการก่อสร้างไว้แล้ว นับว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้ แต่ก่อนที่จะเลือกวิธีการให้แสงสว่างแบบต่าง ๆ ก็จะต้องทราบถึงลักษณะการใช้งานพื้นที่และตำแหน่งการวางเฟอร์นิเจอร์เสียก่อนจึงจะตรงกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบ วิธีการให้แสงสว่างจะแบ่งออกได้ 3 วิธีการได้แก่

1. วิธีการให้แสงสว่างแบบทั่วไป วิธีการให้แสงสว่างแบบนี้เป็นวิธีการให้แสงสว่างแบบสม่ำเสมอ หรือเท่ากันตลอดพื้นที่ใช้งาน เหมาะสมกับพื้นที่ ที่มีการใช้งานทุก ๆ บริเวณ หรือมีการ

เปลี่ยนแปลงย้ายตำแหน่งทำงานบ่อย ตลอดจนมีช่วงระยะเวลาใช้งานที่ยาวนานเช่น สำนักงานที่ไม่มีกั้น, ห้องเรียน หรือศูนย์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2. วิธีการให้แสงสว่างเฉพาะบริเวณ วิธีการให้แสงสว่างแบบนี้เป็นวิธีการให้แสงสว่างเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานเป็นกลุ่ม ๆ โดยไม่จำเป็นจะต้องให้ความสว่างเท่ากันตลอดทั้งพื้นที่ เช่น บริเวณที่เป็นที่ทำงานและทางเดิน ต้องการความสว่างที่ไม่เท่ากัน วิธีการออกแบบวิธีการนี้จะทำให้ลดการติดตั้งจำนวนหลอดไฟและโคมไฟลงได้แต่ต้องมีสวิตช์แยกควบคุมการใช้งานแต่ละบริเวณเพื่อให้ใช้งานได้ง่าย

3. วิธีการให้แสงสว่างที่ใช้งานและโดยรอบ เป็นวิธีการให้แสงสว่างเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานจริง ๆ เท่านั้น เช่น ติดตั้งโคมที่โต๊ะทำงานทุก ๆ ตัว หรืออาจจะเป็นโคมไฟที่ติดมากับโต๊ะทำงานจะต้องมีโคมไฟอีกจำนวนหนึ่งเพื่อความสว่างกับรอบ ๆ บริเวณ เพื่อป้องกันสายตาขณะเงยหน้าเนื่องจากการปรับสายตาไม่ทัน

2.1.3 การเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานชนิดประสิทธิภาพสูง

อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างที่ควรจะต้องเลือกใช้เพื่อให้เกิดการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่เหมาะสมคือ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

2.1.3.1 หลอดไฟ

หลอดไฟเป็นอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นแสงสว่าง ดังนั้นการเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงคือ การเลือกใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำแต่ให้แสงสว่างสูง แต่ในความเป็นจริงเราไม่ควรเลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานทุก ๆ กรณี เนื่องจากมีองค์ประกอบอื่นที่เราต้องพิจารณาควบคู่กันไปด้วยเช่น สีที่ได้ อายุการใช้งาน เป็นต้น

2.1.3.2 โคมไฟ

โคมไฟเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมทิศทางของแสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟให้เป็นไปตามต้องการ รวมถึงยึดหลอดไฟและอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น บัลลัสต์ สตาร์ทเตอร์ โคมไฟมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งการเลือกใช้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับทั้งหลอด การติดตั้งและสถานที่ เป็นต้น

2.1.3.3 บัลลัสต์

บัลลัสต์เป็นอุปกรณ์จำเป็นที่ต้องใช้แลต้องมีในระบบแสงสว่างที่ใช้กับหลอดไฟประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดประเภทคายประจุความดันสูงโดยทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปที่หลอดไฟให้มีค่าเหมาะสม สม่ำเสมอตามชนิดของหลอดไฟ โดยที่ปัจจุบันมีการพัฒนาบัลลัสต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.1.4 แผนการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารที่ได้ก่อสร้างและใช้งานแล้ว ทำให้ไม่สามารถใช้มาตรการด้านการเลือกระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมและการเลือกวิธีการให้แสงสว่าง ดังนั้น แผนการจัดการการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างจึงทำการปรับปรุงโดยใช้มาตรการดังนี้

2.1.4.1 การเปลี่ยนอุปกรณ์ให้เป็นชนิดประสิทธิภาพสูง

การเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบแสงสว่างให้เป็นชนิดประสิทธิภาพสูงสามารถทำการเปลี่ยนได้โดยตรง และสามารถทำการเปลี่ยนรวมกันได้โดยสามารถทำได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนหลอดไฟเป็นชนิดหลอดประหยัดพลังงาน
2. การใช้โคมไฟชนิด Reflector
3. การใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงาน

2.1.4.2 การบำรุงรักษาแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน

การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการที่จะทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากถ้าไม่มีการบำรุงรักษา จะทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพต่ำลง และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลงตามไปด้วย เพราะวาระดับความสว่างจะลดจากค่าที่ได้กำหนดไว้ในตอนที่ทำการออกแบบ ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงจำเป็นต้องดำเนินการ ซึ่งในการดำเนินการมีวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ความสว่างใกล้เคียงกับการใช้งานครั้งแรก ในรูปแบบการบำรุงรักษา คือ การทำการบำรุงรักษาตามสาเหตุที่ทำให้ส่องสว่างลดลงและ การทำการบำรุงรักษาตามระยะเวลา

วิธีการในการทำการบำรุงรักษาตามเวลานั้นมีดังนี้ ทำความสะอาดหลอดไฟ โคมไฟ เปลี่ยนหลอดไฟใหม่ทั้งหมด เปลี่ยนอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างใหม่ทั้งหมด กระทำการบำรุงรักษาตามเวลา ทางอาคารหรือผู้ดูแลควรกำหนดระยะเวลาในการบำรุงรักษาไว้ ซึ่งระยะเวลาสำหรับการบำรุงรักษานี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพการใช้งานของพื้นที่ เช่น สกปรกมากหรือน้อย หรือความยากง่ายในการบำรุงรักษา และจำนวนคนที่ทำการบำรุงรักษา สำหรับวิธีการในการทำการบำรุงรักษาบางวิธีเช่น การเปลี่ยนหลอดไฟทั้งหมด หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ในระบบแสงสว่างใหม่ทั้งหมดเช่น โคมไฟ บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์นั้น สมควรที่จะเปลี่ยนเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมด้วยเช่นกัน ถึงแม้ว่าอุปกรณ์นั้นยังสามารถใช้งานได้ถูกต้องตาม เนื่องจากปริมาณแสงสว่างที่ได้ออกมาเมื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้จะมีค่าที่ต่ำลงจากเดิมมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีการเสื่อมสภาพไปตามเวลา ดังนั้นการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ใหม่จะเป็นการประหยัดและคุ้มค่าในระยะยาวต่อไป

2.1.4.3 การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสม

การใช้งานระบบไฟฟ้าให้ถูกต้องกับวัตถุประสงค์ สถานที่ และเวลาที่ต้องการรวมถึงการหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานให้มากที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่าความถึงการหยุดใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานหรือการใช้พลังงานให้น้อยลงแต่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลง วิธีการต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสมได้แก่ การปิดไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดเมื่อไม่มีการใช้งาน เช่น พักกลางวัน การเปิดม่านในบริเวณที่แสงส่องเข้าไปถึง การลดระดับแสงสว่างภายนอกอาคารให้เหลือเพียงความสว่างที่ให้ความปลอดภัย

2.1.5 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศคือระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณลม และคุณภาพของอากาศในอาคาร ให้อยู่ในภาวะน่าสบายและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งภาวะน่าสบายในประเทศไทยมีช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ระหว่าง 24-26 องศาเซลเซียส ความชื้นอยู่ที่ 50 – 60 %RH ความเร็วลมที่กระทบตัวบุคคลประมาณ 4.5 – 9 เมตรต่อวินาที หรือปริมาณลมประมาณ 15 – 30 CFM ในทางกลับกัน ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศก็ควรที่จะมีค่าที่เหมาะสมต่อการปรับอากาศเช่น ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อค่าการปรับอากาศที่ต่ำ เป็นต้น

2.1.5.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศทุกชนิดจะเหมือนกันคือ การใช้วิธีการแลกเปลี่ยนความร้อนกันระหว่างสารทำความเย็นและอากาศ โดยอากาศที่อุณหภูมิสูงจะคายความร้อนให้สารทำความเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงและสารทำความเย็นเมื่อได้รับความร้อนก็จะระเหยกลายเป็นไอและถูกควบแน่นให้กลายเป็นของเหลว และนำกลับมารับความร้อนจากอากาศใหม่

2.1.5.2 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

1. เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window Type) เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดที่มีอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศทุกอย่างไว้ในเครื่องเดียวกัน ใช้ติดตั้ง หรือหน้าต่างของห้องที่ต้องการปรับอากาศ โดยส่วนที่ทำความเย็นจะอยู่ด้านในบริเวณปรับอากาศ และด้านที่ระบายความร้อนจะอยู่ภายนอก เป็นระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดที่แยกเอาส่วนของอีแวปโปเรเตอร์ ซึ่งโดยส่วนมากจะเรียกส่วนนี้ว่า Fan Coil Unit (FCU) และคอนเดนเซอร์ ซึ่งโดยส่วนมากจะเรียกส่วนนี้ว่า Condensing Unit (CDU) ออกจากกัน จุดประสงค์ก็เพื่อความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน โดยที่ภายในบริเวณปรับอากาศจะมีเฉพาะส่วนทำความเย็นส่วนคอนเดนเซอร์จะอยู่ภายนอก ส่วนมากระบายความร้อนด้วยอากาศ

3. เครื่องปรับอากาศแบบแพคเกจจหรือแบบเป็นชุด (Packaged Air – Cool) เครื่องปรับอากาศแบบแพคเกจจหรือเครื่องปรับอากาศแบบครบชุดในตัว สามารถแบ่งได้ 2 ชนิดตามวิธีการระบายความร้อนคือ

- ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air – Cool) จะมีโครงสร้างเหมือนกับเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แต่ขนาดในการทำความเย็นจะมากกว่า การส่งลมเย็นมักจะใช้วิธีเดินพอลม

- ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water – Cool) ลักษณะเหมือนกับชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ แต่จะใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนแทนอากาศ ทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า

4. เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยใช้เครื่องทำความเย็น (Water Chiller) เครื่องปรับอากาศชนิดนี้จะใช้วิธีการทำความเย็นให้กับน้ำ แทนที่จะทำความเย็นให้กับอากาศโดยตรง และใช้เครื่องสูบน้ำเย็น ส่งน้ำผ่านท่อน้ำเย็น ไปยัง Air Handling Unit (AHU) ที่ตั้งอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของอาคาร อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะถูกพัดลมของ AHU ดูดผ่านส่วนทำความเย็นและกลายเป็นอากาศเย็น และถูกแจกจ่ายออกมาให้กับบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ ส่วนน้ำที่ผ่าน AHU ก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถูกส่งกลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นโดยท่อน้ำเย็นกลับเพื่อทำให้อุณหภูมิลดลงเป็นวัฏจักร

2.1.5.3 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเป็นดัชนีในการเลือกใช้หรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดต่าง ๆ ตามชนิดของเครื่องปรับอากาศที่กล่าวมานั้น โดยทั่วไปประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสามารถแยกพิจารณาได้ตามชนิดของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งค่าประสิทธิภาพของตัวเครื่องจะถูกกำหนดขึ้น โดยที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

1. สัมประสิทธิ์ในการทำความเย็น (Coefficient of Performance หรือ COP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของวัฏจักรการทำความเย็น คืออัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า) โดยทั่วไปประสิทธิภาพของเครื่องย่นต์ความร้อนจะมีค่าน้อยกว่า 1 แต่สำหรับวัฏจักรการทำความเย็นต่างจากเครื่องย่นต์ความร้อน เพราะ เครื่องทำความเย็นนั้นทำหน้าที่เป็นปั้มสำหรับถ่ายเทความร้อน ฉะนั้น การเปรียบเทียบงานที่ทำในเครื่องอัดกับความสามารถในการทำความเย็นแล้ว ความสามารถในการทำความเย็นมีมากกว่า

2. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficient Ratio หรือ EER) เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่พลังงานความเย็นที่ใช้มีหน่วย บีทียูต่อชั่วโมง และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็น วัตต์ ฉะนั้น อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมีหน่วยเป็น บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ หมายความว่าค่าความเย็นที่เครื่องปรับอากาศทำได้ 1 ตัน (บีทียูต่อชั่วโมง) ต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (วัตต์) ถ้าเครื่องปรับอากาศยังมีค่า EER สูงก็จะยิ่งประหยัดไฟมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากวัตต์ไฟฟ้าที่ใช้เท่ากันจะทำความเย็นได้มากกว่า ทำให้ใช้

เครื่องที่ขนาดเล็กลงได้ ดังนั้น การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศควรพิจารณาจากค่า EER เป็นอันดับแรก

3. กำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (kW/TR) ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ประสิทธิภาพของตัวเครื่องจะแสดงในรูปแบบของค่า กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ซึ่งหมายถึงใน 1 ตันความเย็นที่ทำได้จะใช้ไฟฟ้าเท่ากับกี่กิโลวัตต์ ซึ่งในการพิจารณาเลือกใช้ก็ควรเลือกเครื่องทำน้ำเย็นชนิดที่มีค่า กิโลวัตต์ต่อตันความเย็นในกรณีที่ผลิตความเย็นได้เท่ากัน

2.1.6 การวิเคราะห์ผลการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน

การวิเคราะห์การลงทุนและการตัดสินใจที่จะลงทุนใด ๆ ต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเพื่อเลือกการลงทุนที่เหมาะสมที่สุด และสามารถดำเนินการต่อไปได้ วิธีการประเมินแผนการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสามารถหาได้ 3 วิธี ได้แก่

2.1.6.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value ; NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้จากมาตรการ ในรูปของตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของการลงทุน กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนที่จ่ายไปตอนเริ่มแผนการ

2.1.6.2 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return ; IRR) หมายถึงอัตราลดค่าในการหามูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนที่ต้องจ่ายมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่คาดว่าจะได้รับจากการประหยัดพลังงาน ตลอดอายุการของแผนการลงทุน

2.1.6.3 งวดเวลาคืนทุน (Payback Period) คือระยะเวลา (เป็นจำนวนปี เดือน หรือ วัน) ที่กระแสเงินสดที่ได้รับจากแผนการสามารถชดเชยกระแสเงินสดที่จ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มแผนการพอดี และแผนการที่ขอรับการสนับสนุนจะมีลักษณะการลงทุนเพียงครั้งเดียวในปีแรก และให้ผลตอบแทนที่เท่ากันทุกปี

2.2 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 ที่ได้มีการประกาศให้มีการบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ.2552 นั้น มีการแบ่งหมวดหมู่ของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานออกเป็น 6 หมวด อันประกอบไปด้วย หมวดที่ 1 ระบบกรอบอาคาร หมวดที่ 2 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง หมวดที่ 3 ระบบปรับอากาศ ซึ่งอาคารที่จะทำการขออนุญาตก่อสร้างใหม่ จะต้องผ่านข้อกำหนดประสิทธิภาพด้านพลังงานของระบบหรืออุปกรณ์ใน 3 หมวดแรกนี้ หากไม่ผ่านข้อกำหนดให้นำเกณฑ์การพิจารณาในหมวดที่ 5 มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา สำหรับในหมวดที่ 4 นั้น ได้กล่าวถึงเรื่องของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน และหมวดที่ 6 การใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ในระบบต่าง ๆ ของอาคาร

เกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานในอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่นี้ จะบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่ทุกประเภทที่มีขนาดตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป

2.2.1 ระบบกรอบอาคาร

เกณฑ์การพิจารณาค่ามาตรฐานการใช้พลังงานในอาคารในหมวดของระบบกรอบอาคาร จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนอันได้แก่ ส่วนของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ของอาคารหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ

ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ใช้กำหนดประสิทธิภาพเชิงอุณหภาพของกรอบอาคาร ค่าดังกล่าวจะแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคาร (ครอบคลุมทั้งผนังทึบและผนังโปร่งแสง) และหลังคาอาคาร (ครอบคลุมทั้งหลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง) ที่มีผลต่อภาระการปรับอากาศของระบบปรับอากาศของอาคาร

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก สำหรับอาคารประเภทสำนักงาน สถานศึกษา ต้องมีค่าไม่เกิน 50 วัตต์/ตารางเมตร
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก สำหรับอาคารประเภทห้างสรรพสินค้า, ร้านค้าย่อย, ศูนย์การค้า หรือซูเปอร์สโตร์ ต้องมีค่าไม่เกิน 40 วัตต์/ตารางเมตร
3. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก สำหรับอาคารประเภทโรงแรม, โรงพยาบาล หรือสถานพักฟื้นต้องมีค่าไม่เกิน 30 วัตต์/ตารางเมตร
4. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร สำหรับอาคารประเภทสำนักงาน สถานศึกษา ต้องมีค่าไม่เกิน 15 วัตต์/ตารางเมตร
5. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร สำหรับอาคารประเภทห้างสรรพสินค้า, ร้านค้าย่อย, ศูนย์การค้า หรือซูเปอร์สโตร์ ต้องมีค่าไม่เกิน 12 วัตต์/ตารางเมตร
6. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร สำหรับอาคารประเภทโรงแรม, โรงพยาบาล หรือสถานพักฟื้นต้องมีค่าไม่เกิน 10 วัตต์/ตารางเมตร

ตารางที่ 2.1 ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร/ ลักษณะการใช้งานอาคาร	OTTV (Wm^{-2} ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (Wm^{-2} ของหลังคา อาคาร)
สำนักงาน สถานศึกษา	$OTTV \leq 50$	$RTTV \leq 15$
ห้างสรรพสินค้า ร้านค้าย่อย ศูนย์การค้าหรือซูเปอร์มาร์เก็ต	$OTTV \leq 40$	$RTTV \leq 12$
โรงแรม โรงพยาบาล/สถานพักฟื้น	$OTTV \leq 30$	$RTTV \leq 10$

2.2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร จะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม ซึ่งการพิจารณาค่ามาตรฐานการใช้พลังงานในอาคารสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น จะทำการพิจารณาจากอุปกรณ์สำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

ตารางที่ 2.2 ค่ากำลังไฟฟ้าคล'สว่างสูงสุดสำหรับอาคารแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร/ลักษณะการใช้งานอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด วัดต์/ตารางเมตร (Wm^{-2}) ของพื้นที่ใช้งาน
สำนักงาน สถานศึกษา	14
โรงแรม โรงพยาบาล/สถานพักฟื้น	12
ห้างสรรพสินค้า ร้านค้าย่อย ศูนย์การค้า หรือซูเปอร์มาร์เก็ต	18

หมายเหตุ สำหรับอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนจะต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้น ๆ รวมถึงไฟฟ้าส่องสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้าที่ไม่ได้ติดตั้งอย่างถาวร

2.2.3 ระบบปรับอากาศ

เกณฑ์การพิจารณาค่ามาตรฐานการใช้พลังงานในอาคารในหมวดของระบบปรับอากาศ ได้มีการแบ่งประเภทของเครื่องปรับอากาศออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งในแต่ละประเภทก็มีมาตรฐานในการประเมินที่แตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners)

ตารางที่ 2.3 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ COP [EER(Btu.h ⁻¹ . (W ¹)]
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (แบบแยกส่วนและแบบเป็นชุด)	
น้อยกว่า 3,500 วัตต์ (0.995 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
ตั้งแต่ 3,500 วัตต์ แต่ไม่เกิน 17,600 วัตต์ (5.00ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
เกินกว่า 17,600 วัตต์ (5.00ตันความเย็น)	2.56 [8.74]
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	
ทุกขนาดความเย็น	3.99 [13.62]

หมายเหตุ 1 ตันความเย็น (RFT) เท่ากับ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง (Btu.h⁻¹) และเท่ากับ 3,516.7 วัตต์ ความร้อน (W_{th})

2. ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Large air-conditioning system)

ในส่วนของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารที่เป็นระบบขนาดใหญ่ จะมีการคิดค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของเครื่องทำน้ำเย็น และส่วนของส่วนอื่น ๆ ของระบบปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น

ตารางที่ 2.4 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็น

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ ขั้นต่ำ COP (kW.RFT)
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.70 (1.30)
เกินกว่า 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.93 (1.20)
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	
น้อยกว่า 527.5 กิโลวัตต์ (150 ตันความเย็น)	3.91 (0.90)
ตั้งแต่ 527.5 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 703.3 กิโลวัตต์(200 ตันความเย็น)	4.69 (0.75)
ตั้งแต่ 703.3 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 879.2 กิโลวัตต์(250 ตันความเย็น)	5.25 (0.67)
ตั้งแต่ 879.2 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 1,758.3 กิโลวัตต์(500 ตันความเย็น)	5.40 (0.65)
เกินกว่า1,758.3 กิโลวัตต์(500 ตันความเย็น)	5.67 (0.62)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนอื่น ๆ ของระบบปรับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไประบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าประกอบด้วย เครื่องทำน้ำเย็น ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ซึ่งในส่วน of ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น จะต้อง มีสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำรวมกัน 7.03 (Minimum COP = 7.03) หรือ 0.05 กิโลวัตต์/ตันความเย็น

3. เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller)

ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบที่ 1 คือกำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิ น้ำและอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องควบแน่น และแบบที่ 2 คือกำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิ น้ำระบายความร้อนเข้าและออกจากเครื่องควบแน่น

ตารางที่ 2.5 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน แบบที่ 1

ชนิดของ เครื่องทำน้ำ เย็นแบบ ดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้น ต่ำ (Minimun COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็น ออก	อุณหภูมิ น้ำเข้า เครื่อง ควบแน่น	อัตราการไหล ของน้ำเข้า เครื่อง ควบแน่น	
ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	5.85 GPM.Ton ⁻¹	0.65
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.105 ls.kW ⁻¹	
สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	4.4 GPM.Ton ⁻¹	1.10
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.079 ls.kW ⁻¹	

ตารางที่ 2.6 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน แบบที่ 2

ชนิดของ เครื่องทำน้ำ เย็นแบบ ดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้น ต่ำ (Minimun COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็น ออก	อุณหภูมิน้ำ เข้าเครื่อง ควบแน่น	อุณหภูมิน้ำ ออกเครื่อง ควบแน่น	
ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	99.5 °F	0.65
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	37.5 °C	
สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F	44.6 °C	89.6 °C	99.5 °C	1.10
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	37.5 °C	

หมายเหตุ การคิดค่า COP ของทั้ง 2 แบบ คิดเฉพาะความร้อนที่ใช้เท่านั้น ไม่รวมกำลังไฟฟ้าอื่นในระบบ

กรณีเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนใช้แหล่งพลังงานโดยตรงจากแสงอาทิตย์ (Solar Energy) จะไม่มีข้อกำหนดค่าเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ

2.3 ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร

สำนักงานผังเมืองกรุงเทพมหานคร ได้มีการจัดทำผังเมืองรวมของกรุงเทพมหานครฉบับใหม่ ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ภายในปี พ.ศ. 2556 โดยสำนักผังเมืองได้ออกข้อกำหนดสำหรับสิทธิประโยชน์ของอาคารที่ได้ผ่านการประเมินมาตรฐานจากมูลนิธิอาคารเขียวไทย โดยอาคารที่ผ่านการประเมินในแต่ละระดับจะได้รับอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มขึ้นตามระดับของอาคารที่ได้รับจากการประเมิน ซึ่งแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

- 1. อาคารที่ได้รับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่หนึ่ง (Certified) ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ไม่เกินร้อยละห้า
- 2. อาคารที่ได้รับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่สอง (Silver) ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ไม่เกินร้อยละสิบ
- 3. อาคารที่ได้รับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่สาม (Gold) ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ไม่เกินร้อยละสิบห้า

4. อาคารที่ได้รับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่สี่ (Platinum) ให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มได้ไม่เกินร้อยละสิบ

2.4 โปรแกรม Building Energy Code (BEC)

โปรแกรม Building Energy Code (BEC) เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาและสร้างขึ้นโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดภายในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 การคำนวณการใช้พลังงานจะต้องใช้ข้อมูลจำเพาะต่าง ๆ ของตัวอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ทั้งวัสดุโครงสร้างและวัสดุงานสถาปัตยกรรม ชนิดของหลอดไฟ ชนิดของเครื่องปรับอากาศ ระบบพลังงานทดแทน เครื่องทำน้ำร้อน ขนาดของผนัง ขนาดของช่องเปิด ขนาดของผนังทึบ ขนาดของผนังกันแดด กระจก ขนาดของหลังคา รูปแบบของอุปกรณ์บังแดด ทิศทางของผนัง เป็นต้น ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปคำนวณหาค่าการใช้พลังงานภายในอาคารแยกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของค่าการใช้พลังงานแยกตามระบบ ซึ่งจะบอกถึงปริมาณการใช้พลังงาน เกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานของระบบ และระบุวาระระบบนั้น ๆ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ซึ่งระบบต่าง ๆ ประกอบไปด้วย

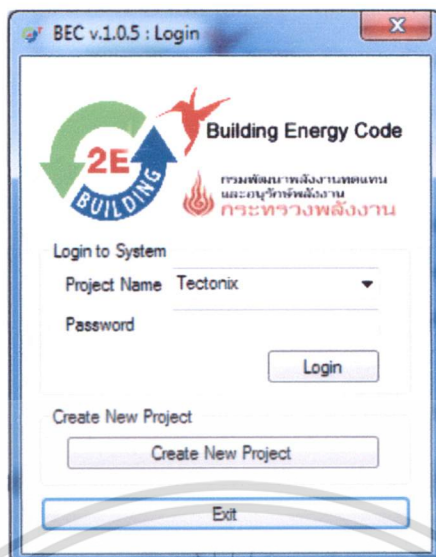
1. การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร
2. การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
3. การใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
4. การใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์
5. ระบบพลังงานทดแทน
6. ระบบเครื่องทำน้ำร้อน

ส่วนที่สองเป็นส่วนของการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร จะทำการคำนวณการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ เพื่อทำการคำนวณผลรวมของการใช้พลังงานทั้งอาคารว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้เป็นมาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550

2.4.1 หน้าหลักของโปรแกรม (Main Menu)

2.4.1.1 การเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 หน้าการเข้าสู่ระบบ

ที่มา โปรแกรม BEC

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Building Energy Code จะปรากฏหน้า Login ตามรูปที่ 2.1 เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกโครงการที่จะเข้าทำงาน ซึ่งแบ่งเมนูการทำงานออกดังต่อไปนี้

1. Project Name ชื่อของโครงการ
2. Password รหัสผ่านของโครงการ
3. ปุ่ม Login ใช้สำหรับกดเข้าทำงานภายในโปรแกรม
4. ปุ่ม Create New Project ใช้สำหรับสร้างโครงการขึ้นใหม่ ในกรณีที่ยังไม่มีเคย

ลงทะเบียนโครงการใหม่

5. ปุ่ม Exit ใช้สำหรับออกจากโปรแกรม

2.4.1.2 การลงทะเบียนอาคารใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 หน้าการลงทะเบียนอาคารใหม่

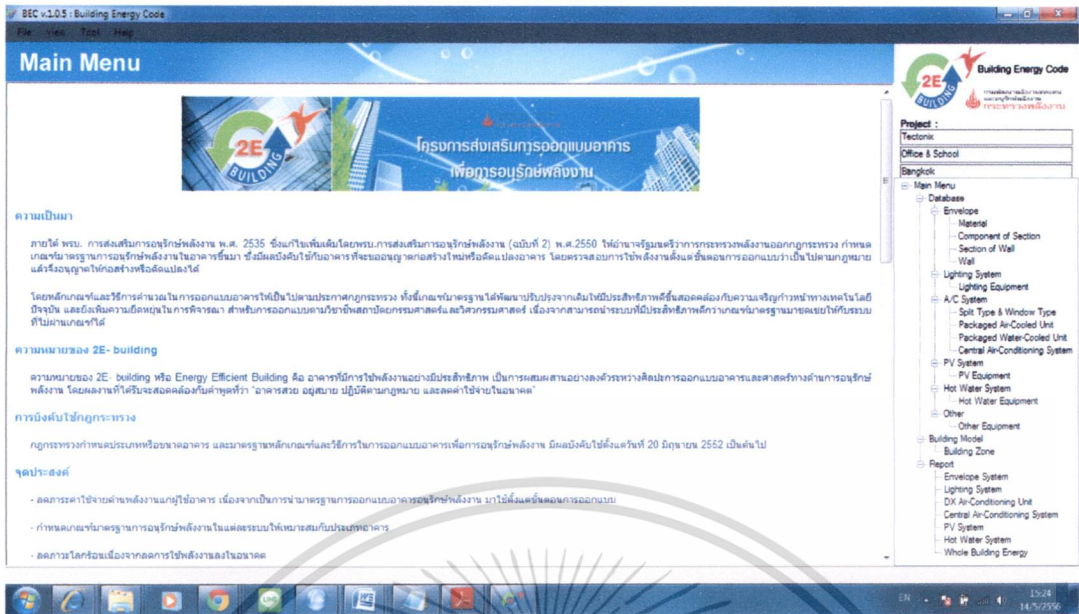
ที่มา โปรแกรม BEC

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Create New Project แล้ว โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนมาที่หน้าลงทะเบียนอาคารโครงการใหม่ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ชื่ออาคารโครงการใหม่
2. รหัสผ่าน
3. ประเภทของอาคารหรือโครงการ
4. ที่ตั้งโครงการ
5. คำอธิบายโครงการ
6. เมื่อมีการกรอกข้อมูลโครงการครบถ้วน ให้ทำการกดปุ่มนี้เพื่อทำการลงทะเบียนโครงการ
7. ใช้เพื่อทำการย้อนกลับไปหน้าเข้าสู่ระบบ

2.4.1.3 หน้าหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 หน้าจอหลักของโปรแกรม

ที่มา โปรแกรม BEC

หลังจากที่ทำการ Log in เข้าสู่โปรแกรมแล้ว จะเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ประกอบไปด้วย

- 1. สถานะ จะแสดงรายละเอียดโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ ซึ่งรายละเอียด
- 2. เมนูหลัก เป็นส่วนที่แสดงหัวข้อสำคัญ ๆ ต่าง ๆ ของโครงการที่ต้องทำการกรอกข้อมูลลงไปให้ครบถ้วน เพื่อใช้ในการคำนวณการใช้พลังงาน
- 3. เมนูบาร์
- 4. แสดงผล เป็นส่วนที่ใช้แสดงผล หลังจากที่มีการเลือกหัวข้อการทำงานจากเมนูหลักแล้ว เพื่อใช้ในการป้อนข้อมูลและแสดงผลต่าง ๆ ของโปรแกรม

2.4.2 ข้อมูลพื้นฐานของอาคาร (Database)

2.4.2.1 Material (รายละเอียดวัสดุ)

Table: List of Material

New DataSave DataDelete Data

Opaque Material (Default)Transparent Material (Default)Custom Material

Opaque MaterialsTransparent MaterialsAir Gap

Material Name	Thermal Conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	Specific Heat (kJ/kgK)	Description
---------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------	-------------

ภาพที่ 2.4 หน้าต่างแสดงรายละเอียดวัสดุ

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Material จะปรากฏตาราง List of Material ซึ่งจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุต่าง ๆ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่

1. Opaque Material (Default) ข้อมูลของวัสดุทึบแสงที่มีในฐานข้อมูล
2. Transparent Material (Default) ข้อมูลของกระจกที่มีในฐานข้อมูล
3. Custom Material ข้อมูลของวัสดุที่กรอกโดยผู้ใช้

ใน Custom Material มีการแบ่งประเภทของวัสดุออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Opaque Material ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทึบแสง
2. Transparent Material ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุโปร่งแสง
3. Air Gap ข้อมูลช่องอากาศภายในผนังและหลังคา

2.4.2.2 Component of Section (ส่วนประกอบผนังทึบและผนังโปร่งแสง)

Table: List of Component of Section

New Data Save Data Delete Data

Opaque Component Transparent Component

Edit	Component Name	Wall/Roof	Surface Color	Description
------	----------------	-----------	---------------	-------------

ภาพที่ 2.5 หน้าต่างแสดงรายละเอียดส่วนประกอบผนัง

ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้าต่าง Component of Section จะมีตารางแสดงข้อมูลของวัสดุอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ Opaque Component ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของผนังทึบและ Transparent Component ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของผนังโปร่งแสง

Table: Component Details

New Data Save Data Delete Data

Material Name	Thickness (m)
1 ผนังฉนวนใยหินคอนกรีตมวลเบา	0.005
2 คอนกรีตมวลเบา	0.07
3 ผนังฉนวนใยหินคอนกรีตมวลเบา	0.005

Table: List of Material

Material Name	Material Code	Thermal Conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	Specific Heat (kJ/kgK)
1 กระจกใส	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.086	400	
2 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.397	1700	
3 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.395	2000	
4 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.384	1700	
5 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.441	2000	
6 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.338	2100	
7 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.341	1900	
8 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.573	1900	
9 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.213	1340	
10 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.181	1700	
11 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.202	1500	
12 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.16	1340	
13 กระจกใสธรรมดา	วัสดุพิเศษ/กระจกใส	0.001	1000	

ภาพที่ 2.6 หน้าต่างรายละเอียดของวัสดุที่ประกอบกันเป็นส่วนประกอบของผนัง

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากผู้ใช้ กดปุ่ม Edit จะปรากฏหน้าจอของ Component Detail และ List of Material ขึ้นมาให้ผู้ใช้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของวัสดุต่าง ๆ

2.4.2.3 Section of Wall (กลุ่มของผนัง)

Table: List of Section

New Data Save Data Delete Data

	Edit	Section Name	Wall/Roof	Description
▶ 1	Edit	ผนังคอนกรีต	Roof	
2	Edit	ผนังคอนกรีต	Roof	
3	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	
4	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	
5	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	
6	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	
7	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	
8	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	

ภาพที่ 2.7 หน้าต่างรายละเอียดของเซคชั่นต่าง ๆ

ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Section of Wall จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลของส่วนประกอบผนังอยู่ 2 ส่วนด้วยกันคือ List of Section ซึ่งแสดงรายละเอียดของเซคชั่นต่าง ๆ และ Section Details ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของผนังที่ประกอบกันเป็นเซคชั่น

Table: Section Details

Section Name

New Data Save Data Delete Data

Component_name	Area (m ²)
▶ 1 ผนังคอนกรีต	81.54

ภาพที่ 2.8 หน้าต่างรายละเอียดของส่วนประกอบของผนังที่ประกอบกันเป็นเซคชั่น

ที่มา โปรแกรม BEC

หลังจากผู้ใช้กดปุ่ม Edit จะปรากฏหน้าจอของ Section Details ขึ้นมา ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของส่วนประกอบของผนังที่ประกอบกันเป็นเซคชั่นได้

2.4.2.4 Wall (ด้านของผนัง)

Table: List of Wall

New Data Save Data Delete Data

	Edit	Wall Name	Wall/Roof	Plane Azimuth	Inclination	Description
▶ 1	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	270	90	
2	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	180	90	
3	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	90	90	
4	Edit	ผนังคอนกรีต	Wall	0	90	
5	Edit	ผนังคอนกรีต	Roof	0	0	
6	Edit	ผนังคอนกรีต	Roof	0	0	

* Azimuth Angle: 0 = South . 90 = West . 180 = North . 270 = East

ภาพที่ 2.9 หน้าต่างรายละเอียดของผนังแบบต่าง ๆ

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Wall จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลของผนังอยู่ 2 ส่วนด้วยกันคือ List of wall ซึ่งแสดงรายละเอียดของเซคชั่นต่าง ๆ และ Wall Details ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเซคชั่นต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นผนัง

Table: Wall Details

Wall Name:

Section Name	Shading Co-efficient	Calculate
▶ 1 ผนังเซคชั่นที่ 1 (ผนังคอนกรีต)		0 Calculate SC
2 ผนังเซคชั่นที่ 2 (ผนังคอนกรีตผนังภายนอก)		0 Calculate SC
3 ผนังเซคชั่นที่ 4 (ผนังกระจก)		0 Calculate SC
4 ผนังเซคชั่นที่ 5 (คาน)		0 Calculate SC
5 ผนังเซคชั่นที่ 6 (เสา)		0 Calculate SC

ภาพที่ 2.10 หน้าต่างรายละเอียดของเซคชั่นที่ประกอบกันเป็นผนังทึบต่าง ๆ
ที่มา โปรแกรม BEC

หลังจากผู้ใช้กดปุ่ม Edit จะปรากฏหน้าจอของ Wall Details ขึ้นมา ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของเซคชั่นที่ประกอบกันเป็นผนัง

2.4.2.5 Lighting Equipment (รายละเอียดของชุดโคมไฟ)

Table: List of Lighting System

Luminaire Code	Electric Power Required (Watt)	Description
▶ 1 L-1		36
2 L-2		14
3 L-3		20
4 L-4		50

ภาพที่ 2.11 หน้าต่างรายละเอียดไฟส่องสว่าง
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Lighting Equipment จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของโชน

2.4.2.6 Split Type & Window Type (รายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด

ประเภท Split Type และ Window Type)

Table: List of Split Type and Window Type

Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)	Description
▶ 1 C1	13000	kBtu/h		3.8
2 C2	18000	kBtu/h		5.3
3 C3	23000	kBtu/h		6.7
4 C4	30000	kBtu/h		8.8

ภาพที่ 2.12 หน้าต่างรายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด Split Type & Window Type
ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Split Type & Window Type จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Split Type และ Window Type ซึ่งผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

2.4.2.7 Packaged Air-Cooled Unit (รายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภทPackaged Air-Cooled)

Table: List of Packaged Air-Cooled Unit				
New Data Save Data Delete Data				
Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)	Description

ภาพที่ 2.13 หน้าต่างรายละเอียดระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Packaged Air-Cooled ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Packaged Air-Cooled Unit จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Packaged air-Cooled ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

2.4.2.8 Packaged Water-Cooled Unit (รายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภทPackaged Water-Cooled)

Table: List of Packaged Water-Cooled Unit					
New Data Save Data Delete Data					
Code	Quantity	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)	Description

ภาพที่ 2.14 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน Packaged Water-Cooled ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Packaged Water-Cooled Unit จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลอยู่ 2 ตารางด้วยกัน คือ ตาราง List of Packaged Water-Cooled Unit ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Packaged Water-Cooler และตาราง Equipments in Packaged Water-Cooled ซึ่งแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดประเภท Packaged Water-Cooled

ในตาราง List of Packaged Water-Cooled Unit ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

Equipments in Packaged Water-Cooled

New Data

Save Data

Delete Data

Equipment Name	Quantity	Rated Power (kW)	Description
----------------	----------	------------------	-------------

ภาพที่ 2.15 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน Packaged Water-Cooled
ที่มา โปรแกรม BEC

ในตาราง Equipment Packaged Water-Cooled ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูล
ของระบบปรับอากาศได้

2.4.2.9 Central Air-Conditioning System (รายละเอียดระบบปรับอากาศแบบรวม
ศูนย์)

Table: List of Central Air-Conditioning System

New Data

Delete Data

Edit	System Name	Number of Equipments
------	-------------	----------------------

ภาพที่ 2.16 หน้าต่างรายละเอียดของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Central Air-Conditioning System จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลอยู่ 2 ตาราง
ด้วยกันคือ ตาราง List of Central Air-Conditioning System ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลของ
ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ตาราง Central Air-Conditioning System Detail ซึ่งแสดงข้อมูล
ของอุปกรณ์ปรับอากาศต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

Table: Central Air-Conditioning System Details

System Name

New Data

Save Data

Delete Data

Air Cooled Water Chiller

Water Cooled Water Chiller

Single Staged Absorption Chiller

Double Staged Absorption Chiller

Chilled Water Pump

Condenser Water Pump

Cooling Tower

Fan Coil Unit

Air Handling Unit

Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Cooling Capacity	Cooling Capacity Unit	Power Rating	Power Rating Unit
----------------	----------------	----------	------------------	-----------------------	--------------	-------------------

ภาพที่ 2.17 หน้าต่างรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
ที่มา โปรแกรม BEC

หลังจากผู้ใช้กดปุ่ม Edit เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าของ Central Air-Conditioning
System Details ขึ้นมา ซึ่งจะแสดงอุปกรณ์ปรับอากาศต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบปรับอากาศแบบรวม
ศูนย์ โดยจะแบ่งอุปกรณ์ปรับอากาศเป็น 9 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1. Air Cooled Water Chiller
2. Water Cooled Water Chiller

- 3. Single Staged Absorption Chiller
- 4. Double Staged Absorption Chiller
- 5. Chilled Water Pump
- 6. Condenser Water Pump
- 7. Cooling Tower
- 8. Fan Coil Unit
- 9. Air Handling Unit

2.4.2.10 PV Equipment (รายละเอียดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์)

Table: List of PV System

* Azimuth Angle: 0 = South , 90 = West , 180 = North , 270 = East

New Data Save Data Delete Data

System Name	System Efficiency (%)	Module Area (m ²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)
-------------	-----------------------	-------------------------------	-------------------------	-----------------------------

ภาพที่ 2.18 หน้าต่างรายละเอียดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า PV Equipment จะมีตารางแสดงข้อมูลเกี่ยวกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

2.4.2.11 Hot Water Equipment (รายละเอียดของระบบเครื่องทำน้ำร้อน)

Table: List of Hot Water System

New Data Save Data Delete Data

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Description
-------------	-------------	-----------------------	----------------	----------------------------	-------------

ภาพที่ 2.19 หน้าต่างรายละเอียดของระบบเครื่องทำน้ำร้อน
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Hot Water Equipment จะมีตารางแสดงข้อมูลเกี่ยวกับระบบเครื่องทำน้ำร้อน ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

2.4.2.12 Other Equipment (รายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ)

Table: List of Other Equipment

New Data Save Data Delete Data

Equipment Code	Electric Power Required (Watt)	Description
----------------	--------------------------------	-------------

ภาพที่ 2.20 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ
ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Other Equipment จะมีตารางแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ผู้ใช้สามารถจัดการและกรอกข้อมูลของระบบปรับอากาศได้

2.4.3 การแบ่งเขตพื้นที่อาคาร (Building Zone)

2.4.3.1 Building Zone (รายละเอียดของเขตพื้นที่ภายในอาคาร)

Table: List of Building Zone

New Data Save Data Delete Data

	Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
▶ 1	Edit	F1-Z1	1	36.5	
2	Edit	F1-Z2	1	10.9	
3	Edit	F1-Z3	1	15.75	
4	Edit	F1-Z4	1	22.3	
5	Edit	F1-Z5	1	21.3	
6	Edit	F1-Z6	1	23.06	
7	Edit	F1-Z7	1	29.16	
8	Edit	F1-Z8	1	13.18	

ภาพที่ 2.21 หน้าต่างรายละเอียดเขตพื้นที่ภายในของอาคาร
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Building Zone จะมีตารางการแสดงผลข้อมูลของโซนและอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ List Building Zone ซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของโซน และ Components in Building Zone ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

Table: Components in Building Zone

Zone Name:

New Data Save Data Delete Data

	Exterior Wall	Lighting Equipment	DX A/C Unit	Central A/C Equipment	Other Equipment
	Wall Name	Section Name			Area (m ²)
▶ 1	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 2 (ผนังคอนกรีตฉาบฉวย)			3.9
2	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 4 (ผนังกระจก)			11.4
3	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 5 (ฉนวน)			2.12
4	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 6 (เสา)			0.68
5	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 1 (ผนังคอนกรีต)			5.7
6	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 4 (ผนังกระจก)			6.3
7	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 5 (ฉนวน)			1.52
8	ผนังคโสด	ผนังแบบที่ 6 (เสา)			0.6

ภาพที่ 2.22 หน้าต่างรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในโซน
ที่มา โปรแกรม BEC

หลังจากผู้ใช้กดปุ่ม Edit เลือกโซนเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าของ Component in Building Zone ขึ้นมา ผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Exterior Wall ข้อมูลเกี่ยวกับผนังภายนอกของโซน
2. Lighting Equipment ข้อมูลเกี่ยวกับไฟฟ้าส่องสว่าง
3. DX A/C Unit ข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด
4. Central A/C Equipment ข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
5. Other Equipment ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าอื่น ๆ

2.4.4 รายงานค่าการใช้พลังงานของอาคาร (Report)

2.4.4.1 Envelope System (ค่า OTTV/RTTV ของตัวอาคาร และแบ่งตามด้านของผนัง)

Table: OTTV/RTTV Report

OTTV (A/C Zones)	41.59 W/m ²	Building OTTV Status	Failed
Code OTTV	40.00 W/m ²	Building RTTV Status	Passed
OTTV (All Zones)	41.59 W/m ²		
RTTV	9.16 W/m ²		
Code RTTV	12.00 W/m ²		

ภาพที่ 2.23 หน้าต่างรายงานค่า OTTV/RTTV ของทั้งอาคาร
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Envelope System จะมีตารางแสดงผลอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ OTTV/RTTV Report ซึ่งจะแสดงรายงานค่า OTTV/RTTV รวมของทั้งอาคารและ OTTV/RTTV by Wall Report เป็นหน้าแสดงรายงานค่า OTTV/RTTV แบ่งตามชนิดของผนัง

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

☒ Wall มโนทัศน์ E/N

☐ Roof หลังคา H

Total Wall OTTV/RTTV Report		OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV		
▶ 1 มโนทัศน์ E/N	Wall	80.92		

ภาพที่ 2.24 หน้าต่างรายงานค่า OTTV/RTTV แบ่งตามชนิดของผนัง
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้าต่าง OTTV/RTTV by Wall ผู้ใช้สามารถเลือกดูรายงานของผนังต่าง ๆ ได้ ซึ่งแบ่งรายงานเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. Total Wall OTTV/RTTV Report จะแสดงรายงานผลสรุปของค่า OTTV/RTTV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2. OTTV/RTTV by Section จะแสดงรายงานผลสรุปของค่า OTTV/RTTV แบ่งตามประเภทของเขตชั้น
- 3. Opaque Components in Wall จะแสดงรายการของส่วนประกอบผนังทึบในผนัง
- 4. Transparent Components in Wall จะแสดงรายการของส่วนประกอบผนังโปร่งแสงในผนัง

2.4.4.2 Lighting System (รายงานสมรรถนะด้านพลังงานของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง)

Table: Lighting System Performance

Total Power	113,016.00	Watts
Total Building Area	8,064.00	m ²
Power Density	14.01	W/m ²
Compliance	18.00	W/m ²

Lighting System Status

Passed

Luminaire Report by FloorLuminaire Report by Zone

Floor	Total Power	Total Area	Power Density
1	35,984.00 Watts	2,688.00 m ²	13.76 W/m ²
2	38,016.00 Watts	2,688.00 m ²	14.14 W/m ²
3	38,016.00 Watts	2,688.00 m ²	14.14 W/m ²

ภาพที่ 2.25 หน้าต่างรายงานของระบบแสงสว่าง

ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Lighting System เป็นหน้าแสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกดูรายงานต่าง ๆ ได้ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแสดงข้อมูลด้านบน และตารางรายงานผลที่อยู่ด้านล่าง

ในส่วนของคุณข้อมูลแสดงผลด้านบนจะมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้	
Total Power	แสดงผลรวมพลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง มีหน่วยเป็น watt
Total Building	แสดงผลรวมพลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง มีหน่วยเป็น m ²
Power Density	แสดงผลรวมพื้นที่ของอาคาร มีหน่วยเป็นW/m ²
Compliance	แสดงระดับประสิทธิภาพของทั้งอาคาร มีหน่วยเป็นW/m ²
Status	แสดงระดับประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 DX Air-Conditioning Unit (รายงานสมรรถนะด้านพลังงานของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด)

Table: DX Air-Conditioning Unit Report

	A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Compliance	Status
▶ 1	PAU08.5	Package Air Cooled	8.50 TR (kWth)	14.00 kW	2.14 COP	2.56	Failed
2	PAU10.0	Package Air Cooled	10.00 TR (kWth)	15.50 kW	2.27 COP	2.56	Failed
3	PAU14.0	Package Air Cooled	14.00 TR (kWth)	18.90 kW	2.61 COP	2.56	Passed
4	PAU20.0	Package Air Cooled	20.00 TR (kWth)	30.00 kW	2.34 COP	2.56	Failed

ภาพที่ 2.26 หน้าต่างรายงานของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า DX Air-Conditioning Unit เป็นหน้าต่างแสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกดูรายงานต่าง ๆ ได้ ซึ่งแบ่งรายงานดังนี้

- A/C Name แสดงชื่อของระบบปรับอากาศ
- A/C Type แสดงประเภทของระบบปรับอากาศ
- Cooling แสดงขนาดของระบบปรับอากาศมีหน่วยเป็นTR และ Wth
- Power Consumption แสดงพลังงานของระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็นkW
- Performance แสดงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น COP
- Compliance แสดงเกณฑ์มาตรฐาน
- Status แสดงระดับประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

2.4.4.4 Central Air-Conditioning System (รายงานสมรรถนะด้านพลังงานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์)

Table: Central Air-Conditioning System Report

Select a Central A/C

Central1

Water Chiller Report Other Equipment Report Equipment List

	Chiller Name	Equipment Type	Quantity	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Compliance	Status
▶ 1	CH120.0	Air Cooled Water Chiller	1	120 TR (422...	132 kW	3.197 COP	2.93 COP	Passed

ภาพที่ 2.27 หน้าต่างรายงานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Central Air-Conditioning System เป็นหน้าแสดงรายงานต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทปรับอากาศได้ ซึ่งแบ่งรายงานออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

- 1. Water Chiller Report จะแสดงรายงานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ประเภท Water Chiller
 - 2. Other Equipment Report จะแสดงรายงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
 - 3. Equipment List จะแสดงรายการของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
- 2.4.4.5 PV System Report (รายงานค่าพลังงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์)

Table: PV System Report

	System Name	Efficiency (%)	Module Area (m ²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)	Total Energy (kWhr/year)
▶ 1	PV1	11	26	180	15	3191.609
2	PV2	11	10	225	15	1585.976

ภาพที่ 2.28 หน้าต่างรายงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า PV System Report เป็นหน้าแสดงรายงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูรายงานได้ ดังนี้

- System Name แสดงชื่อของระบบเซลล์แสงอาทิตย์
- Efficiency แสดงประสิทธิภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีหน่วยเป็น %
- Module Area แสดงขนาดพื้นที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น m²
- Azimuth Angle แสดงมุม Azimuth มีหน่วยเป็น Degree
- Inclination Angle แสดงมุม Inclination มีหน่วยเป็น Degree
- Total Energy แสดงพลังงานไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น kWhr/year

2.4.4.6 Hot Water System Report (รายงานค่าพลังงานของระบบเครื่องทำน้ำร้อน)

Table: Hot Water System Report

	System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Boiler Compliance	Heat Pump Compliance
▶ 1	Hotwater1	Oil Fired Steam Boiler	87	None	---	Passed	---

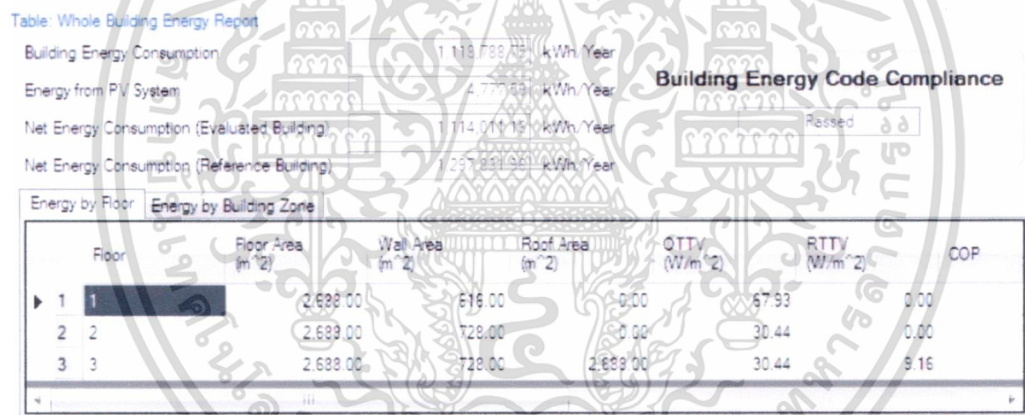
ภาพที่ 2.29 หน้าต่างรายงานของระบบทำน้ำร้อน
ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้า Hot Water System Report รายงานค่าพลังงานของระบบเครื่องทำน้ำร้อน ซึ่ง
ผู้ใช้สามารถดูรายงานได้ ดังนี้

System Name	แสดงชื่อระบบเครื่องทำน้ำร้อน
Boiler Type	แสดงประเภทของหม้อน้ำ
Boiler Efficiency	แสดงประสิทธิภาพของหม้อน้ำ มีหน่วยเป็น%
Heat Pump Type	แสดงประเภทของปั๊มความร้อน
Heat Pump Efficiency	แสดงประสิทธิภาพของปั๊มความร้อน มีหน่วยเป็นCOP
Boiler Compliance	แสดงระดับประสิทธิภาพของหม้อน้ำ
Heat Pump Compliance	แสดงระดับประสิทธิภาพของปั๊มความร้อน

2.4.4.7 Whole Building Energy (รายงานสมรรถนะด้านพลังงานและผลประเมิน
พลังงานของตัวอาคาร)



ภาพที่ 2.30 หน้าต่างรายงานค่าพลังงานของทั้งอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Whole Building Energy Report เป็นหน้าแสดงรายงานต่าง ๆ ของพลังงาน
รวมทั้งอาคาร ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกดูรายงานต่าง ๆ ได้ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแสดง
ข้อมูลด้านบน และตารางรายงานผลที่อยู่ด้านล่าง

ในส่วนของข้อมูลแสดงผลด้านบน จะมีรายละเอียดต่าง ๆ แสดงดังนี้

- Building Energy Consumption
แสดงค่าพลังงานของทั้งอาคาร มีหน่วยเป็น kWh/Year
- Energy from PV System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสดงค่าพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น kWh/Year
- Net Energy Consumption (Evaluated Building)
- แสดงค่าพลังงานรวมหลังจากหักลบกับค่าพลังงานจากระบบเซลล์
- แสงอาทิตย์ของอาคารที่ทำการตรวจสอบ มีหน่วยเป็น kWh/Year
- Net Energy Consumption (Reference Building)
- แสดงค่าพลังงานรวมของอาคารอ้างอิง มีหน่วยเป็น kWh/Year
- Building Performance Rating
- แสดงระดับประสิทธิภาพของทั้งอาคาร

2.4.5 Shading Co-efficient (เครื่องมือในการช่วยหาค่า Shading Co-efficient)

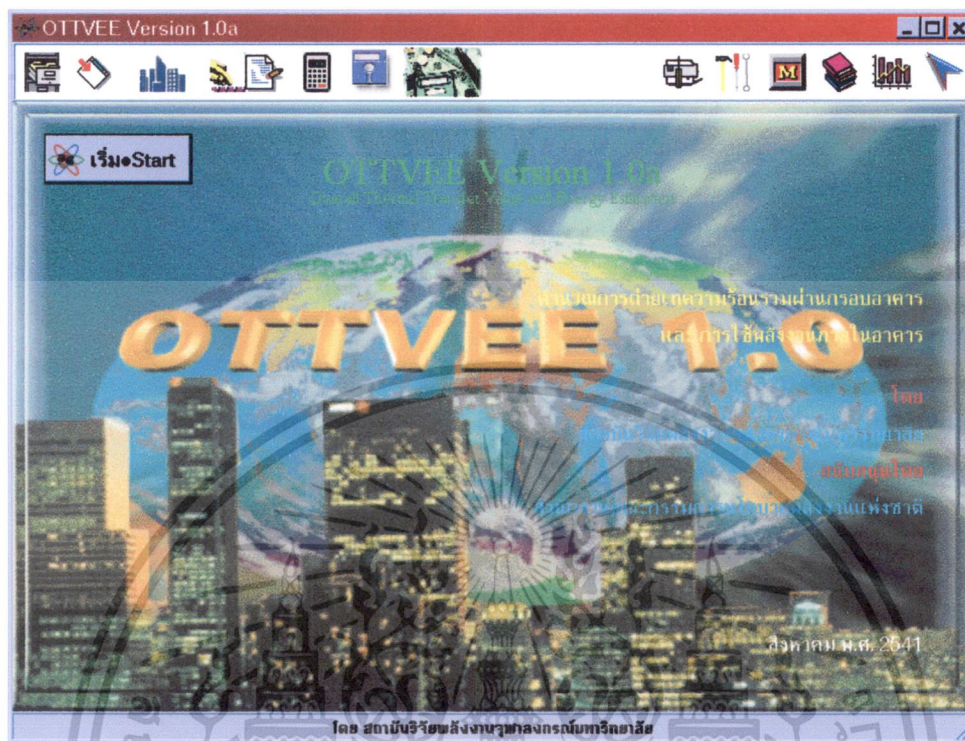


ภาพที่ 2.31 หน้าต่างรายละเอียดของ Shading Co-efficient
ที่มา โปรแกรม BEC

ในหน้า Shading Co-efficient Calculation จะมีตารางแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาค่า Shading Co-efficient

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โปรแกรม OTTVEE 1.0



ภาพที่ 2.32 โปรแกรม OTTVEE 1.0a

ที่มา โปรแกรม OTTVEE 1.0a

โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a เป็นโปรแกรมช่วยในการคำนวณค่า OTTV/RTTV และประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ตัวโปรแกรม ผู้พัฒนาออกแบบมาเพื่อให้สามารถเพิ่มข้อมูลวัสดุ ตามกลุ่มวัสดุที่โปรแกรมกำหนดไว้ สร้างขึ้นของผนังทึบและผนังโปร่งแสงจากข้อมูลวัสดุที่ได้ป้อนเตรียมไว้แล้ว ผนังทึบสามารถป้อนข้อมูลเตรียมไว้ได้ 15 แบบ 10 ชั้น ส่วนผนังโปร่งแสงเตรียมไว้ได้ 10 แบบ 6 ชั้น การป้อนข้อมูลกรอบอาคารสามารถป้อนได้ 80 ชั้น แบบของอุปกรณ์บังแดดภายนอกมี 15 แบบ สามารถกำหนดทิศทาง (Orientation) ของกรอบอาคารกำหนดได้ 16 ทิศ ส่วนการหาค่า TDeq นั้นตัวโปรแกรมสามารถหาได้โดยผู้ใช้ไม่ต้องไปเปิดตารางเพื่อคำนวณและกำหนดค่าเอง จนท้ายที่สุดตัวโปรแกรมนำข้อมูลกรอบอาคารจากที่ป้อนไว้เพื่อคำนวณค่า OTTV/RTTV มาใช้ในการประเมินการปรับอากาศไปจนถึงประเมินการใช้พลังงาน ได้โดยไม่ต้องป้อนข้อมูลกรอบอาคารใหม่ในอาคารเดียวกัน รายงานค่า OTTV มีรายละเอียดการคำนวณค่า OTTV ของแต่ละชั้นของผนัง และมีสรุปค่า OTTV ไว้ ซึ่งทำให้ดูผลลัพธ์ได้ง่าย การประเมินการปรับอากาศโดยรวมของอาคารด้วยมาตรฐาน ASHRAE 1997 มีประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินราคากรอบอาคาร และ ราคาของระบบปรับอากาศ พร้อมกันนี้ยังมีการประเมินค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนและรวมตลอดทั้งปี โดยตัวโปรแกรมได้เตรียมข้อมูลสภาพอากาศไว้เพื่อคำนวณภาระปรับอากาศ เป็นรายชั่วโมงตลอดปี มีข้อมูลสภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใหญ่ในแต่ละภูมิภาค ได้แก่ เชียงใหม่ , อุบลราชธานี , นครราชสีมา , ชลบุรี , สงขลา , ภูเก็ต , อุดรธานี , ขอนแก่น , กาญจนบุรี และ ระยอง โปรแกรมได้เตรียมข้อมูล USER PATTERN ของอาคารต่างๆไว้ได้แก่ผู้ใช้อาคาร ระบบแสงสว่าง และ ผู้ใช้สามารถกำหนดขึ้นมาใช้ได้ด้วยตนเอง การป้อน USER PATTERN สามารถป้อนได้ทั้งแบบกราฟฟิคและตัวเลข ทั้งนี้USER PATTERN สามารถกำหนดได้ทุกชั่วโมงทั้งสัปดาห์ คือ กำหนด ได้ทั้ง วันจันทร์ ถึง วันอาทิตย์ และ วันหยุด ตัวโปรแกรมได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร ข้อมูลภาระบุคคลในกิจกรรมต่างๆเพื่อเลือกใช้ในการคำนวณภาระปรับอากาศ ข้อมูลการสูญเสียของบัลลาสต์เพื่อเลือกใช้ในการคำนวณภาระปรับอากาศ สามารถกำหนดการคิดค่าไฟฟ้าได้ด้วยตัวเองแสดงผลเป็นกราฟในแต่ละชั่วโมง สุดท้ายตัวโปรแกรมได้ถูกออกแบบมาให้สามารถนำผลลัพธ์ทั้งหมดมาประเมินราคากรอบอาคาร , ระบบปรับอากาศ และ ค่าไฟฟ้าต่อปี มาวิเคราะห์การลงทุน เมื่อมีการปรับปรุงอาคารได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.33 โปรแกรม OTTVEE 1.0a

ที่มา โปรแกรม OTTVEE 1.0a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม OTTVEE 1.0a มีการแบ่งการใช้งานหลักออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย

2.5.1 ส่วนที่ 1 การสร้างโครงการ

1.  **เปิดโครงการ** ใช้เมื่อต้องการเปิดข้อมูลโครงการเดิม หรือ ต้องการสร้างโครงการใหม่
2.  **จัดการโครงการ** ใช้เมื่อต้องการป้อนข้อมูลเฉพาะของโครงการ ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อบริเวณ ชนิดบริเวณ ที่ตั้งโครงการ ขนาดพื้นที่ และ ความสูงของ บริเวณ
3.  **ป้อนกรอบอาคาร** ใช้เมื่อต้องการป้อนข้อมูลกรอบอาคารของ โครงการที่ได้กำหนดไว้แล้วในส่วนข้อมูล เฉพาะของโครงการ
4.  **ป้อนการ** ใช้พลังงานภายในอาคาร ใช้เมื่อต้องการป้อนข้อมูลภายในอาคารซึ่ง ได้แก่ จำนวนคน การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง การ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น
5.  **คำนวณการใช้พลังงาน** ใช้เมื่อต้องการให้ OTTVEE ทำการคำนวณการ ใช้พลังงานทั้งหมดของโครงการนี้ และ แสดง ผลลัพธ์การคำนวณ ในรูปของกราฟเส้น กราฟ แท่ง หรือ กราฟวงกลม
6.  **เก็บข้อมูล** ใช้เมื่อต้องการเก็บข้อมูลที่ได้อ่านมาทั้งหมด ลงในดิสก์ตามชื่อที่เราต้องการ
7.  **วิเคราะห์การลงทุน** ใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบและวิเคราะห์การ ลงทุนของโครงการที่มีการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.34 โปรแกรม OTTVEE 1.0a

ที่มา โปรแกรม OTTVEE 1.0a

2.5.2 ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม

- 1.  **ติดตั้งเครื่องพิมพ์** ใช้เมื่อต้องการติดตั้งหรือเปลี่ยนการใช้งานของเครื่องพิมพ์
- 2.  **ติดตั้งค่าการคำนวณ** ใช้เมื่อต้องการติดตั้งค่าที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าของระบบปรับอากาศ ค่าของผู้ใช้อาคาร ค่าการสูญเสียของบัลลัสต์ และ อัตราค่าไฟฟ้า
- 3. **แสดงและป้อนข้อมูลวัสดุ** ใช้เมื่อต้องการดูและป้อนข้อมูลวัสดุ ซึ่งได้แบ่งไว้เป็นกลุ่มวัสดุดังนี้ คือ วัสดุฉนวน วัสดุท่อ วัสดุแผ่น วัสดุฉนวน พิล์มอากาศในช่องว่าง กระฉก พิล์มติดกระฉก พิล์มอากาศภายนอก พิล์มอากาศภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.  สร้าง Library เพื่อใช้งาน ใช้เมื่อต้องการสร้างชนิดของผนัง และ ชนิดของชั้นกระจก
5.  ป้อนรูปแบบ ใช้เมื่อต้องการกำหนดรูปแบบต่างๆเพื่อใช้ในการคำนวณการใช้พลังงาน ได้แก่ รูปแบบของผู้ใช้อาคารในการเข้าออกอาคาร รูปแบบของการใช้ระบบแสงสว่าง รูปแบบของการใช้อุปกรณ์
6.  ออกจากโปรแกรม เลือกรายการนี้เพื่อเลิกการใช้งาน OTTVEE

2.6 กลไกการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนคือพลังงานที่มีการถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่านั้นคือ หากนำวัตถุที่มีอุณหภูมิต่างกันมาวางติดกันก็จะเกิดการถ่ายเทพลังงานหรือความร้อนเกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้วการถ่ายเทพลังงานในลักษณะนี้ จะทำให้วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมีอุณหภูมิต่ำลง และทำให้วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่ในกรณีที่มีการถ่ายเทพลังงานนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะทางกายภาพของวัตถุนั้น เช่นการระเหย การหลอมเหลว อุณหภูมิจะไม่มีเปลี่ยนแปลง

ความร้อนแตกต่างจากอุณหภูมิ เพราะความร้อนคือ พลังงานรูปแบบหนึ่ง แต่อุณหภูมิคือการวัดระดับของความร้อนในวัตถุนั้น ๆ อุณหภูมิเป็นเครื่องมือที่ใช้บอกทิศทางว่าความร้อนจะถ่ายเทไปในทิศทางใด นั่นคือความร้อนจะถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหรือร้อนกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเย็นกว่า แต่อุณหภูมิไม่ได้เป็นการบอกถึงระดับของพลังงานความร้อนในวัตถุ เช่นไม้ขีดไฟที่ติดไฟมีอุณหภูมิสูงกว่าภูเขาน้ำแข็ง แต่พลังงานสะสมอยู่ในภูเขาน้ำแข็งนั้นมีมากกว่าไม้ขีดไฟมาก

เป็นการไม่ถูกต้องที่จะพูดว่าความร้อนอยู่ในวัตถุใด ๆ เพราะความร้อนหมายถึงพลังงานที่อยู่ระหว่างการถ่ายเทระหว่างบริเวณที่มีอุณหภูมิต่างกัน ดังนั้นพลังงานที่มีการสะสมอยู่ในวัตถุจึงไม่ใช่ความร้อน (HEAT) แต่เป็นพลังงานความร้อน (THERMAL ENERGY) ซึ่งเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง หากจะพูดถึงความร้อนให้ถูกต้องแล้วควรที่จะกล่าวจำเพาะเจาะจงลงไปเลยว่า เป็นความร้อนสัมผัสหรือความร้อนแฝงซึ่งมีความแตกต่างกันคือ

1. ความร้อนสัมผัส (SENSIBLE HEAT) เนื่องจากอากาศเป็นส่วนผสมระหว่างก๊าซต่าง ๆ กับไอน้ำที่อยู่ในสภาพของก๊าซ ไอน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงสถานะได้ง่ายโดยอาศัยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสภาพแวดล้อมโดยไม่ทำให้อุณหภูมิของไอน้ำเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งความร้อนดังกล่าวเรียกว่า ความร้อนแฝง แต่ในขณะเดียวกันเมื่อมีความร้อนอีกจำพวกหนึ่งที่ทำให้อากาศทั้งหมดมีอุณหภูมิสูงขึ้นนั้น ความร้อนชนิดนี้เองที่เรียกว่า ความร้อนสัมผัส โดยไม่เกี่ยวกับความร้อนแฝงเลย

2. ความร้อนแฝง (LATENT HEAT) คือ ความร้อนในวัตถุที่เปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงและมีความดันอากาศคงที่ ความร้อนแฝงสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- a. ความร้อนที่ของเหลวใช้ในการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ (THE HEAT OF VAPORIZATION)
- b. ความร้อนที่ของแข็งกลายเป็นของเหลว (THE HEAT OF FUSION)
- c. ความร้อนที่ของแข็งใช้ในการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ (THE HEAT OF SUBLIMATION)

นอกจากนั้นของแข็งยังสามารถเปลี่ยนสภาพทางกายภาพไปเป็นของแข็งอีกชนิดหนึ่งได้ ซึ่งเรียกว่า คริสตัลไลน์ ทรานซิชัน (CRYSTALLINE TRANSITION)

2.6.1 กลไกการถ่ายเทความร้อน (HEAT TRANSFER)

การถ่ายเทความร้อน คือ การถ่ายเทพลังงานจากบริเวณที่ร้อนกว่าไปยังบริเวณที่เย็นกว่า การที่ความร้อนสามารถถ่ายเทจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่งได้นั้น เกิดขึ้นทั้งจากการที่มีตัวกลางนำความร้อนไป หรืออาจจะไม่ใช่ตัวกลางเลยก็ได้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. การนำความร้อน (HEAT CONDUCTION)

คือกระบวนการที่พลังงานถูกส่งผ่านจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ติดกัน วัตถุแต่ละชนิดมีความสามารถในการนำความร้อนแตกต่างกัน เช่น โลหะ สามารถนำความร้อนได้ดี ส่วนวัตถุที่สามารถนำความร้อนได้ต่ำ เรียกว่า ฉนวนความร้อน (INSULATOR)

เมื่อพลังงานจากภายนอกถูกถ่ายเทเข้ามาในเนื้อวัสดุ จะทำให้อิเลคตรอนอิสระในโมเลกุลต่าง ๆ เกิดการเคลื่อนไหวเร็วขึ้นและกระทบกับอิเลคตรอนที่อยู่ข้างเคียงกันไปเรื่อย ๆ ทำให้พลังงานถูกส่งผ่านไปเนื้อวัตถุ การเคลื่อนไหวของอิเลคตรอนนี้เองที่ทำให้เกิดเป็นความร้อนขึ้น วัสดุประเภทโลหะจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลค่อนข้างต่ำ ทำให้การเคลื่อนไหวในโมเลกุลมีมากกว่าวัสดุประเภทฉนวน โลหะจึงสามารถนำความร้อนได้ดี การนำความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในของแข็งและของเหลว แต่ในสถานะของก๊าซการนำความร้อนจะเกิดขึ้นน้อยกว่า เพราะโมเลกุลของก๊าซจะอยู่ห่างกันมาก

2. การพาความร้อน (HEAT CONVECTION)

เป็นกระบวนการที่ความร้อนถูกพาไปพร้อมกับการเคลื่อนไหวยของของไหล คือวัตถุที่อยู่ในสภาพของเหลวหรือก๊าซ ที่ถูกทำให้ร้อนขึ้น ในธรรมชาติของไหลจะเกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งทำให้ความหนาแน่นลดลงและส่วนที่ร้อนนั้นก็จะลอยตัวสูงขึ้น ส่วนที่เย็นกว่าก็จะเกิดการไหลเข้ามาแทนที่ ความร้อนจึงถูกพาไปสู่ส่วนอื่น ๆ ได้ แต่ในขณะที่ส่วนที่ร้อนนั้นเคลื่อนที่ไปก็จะสูญเสียความร้อนไปเรื่อย ๆ และเริ่มเย็นลง ความหนาแน่นก็กลับเพิ่มขึ้นก็จะเริ่มจมตัวลงอีก เป็นวัฏจักรเรื่อยไป ดังนั้นการเคลื่อนไหยนั้นจึงเกิดขึ้นจากความหนาแน่นที่แตกต่างกัน กระบวนการพาความร้อนจึงเป็นการเกิดร่วมกันระหว่างการนำความร้อนในเนื้อวัสดุในสภาพที่เป็นของไหลและของไหลนั้นมีการเคลื่อนที่

3. การแผ่รังสีความร้อน (RADIATION)

การแผ่รังสีคือการเคลื่อนที่ของอนุภาคซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วของแสงในอากาศ ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างว่าเป็นพลังงานที่มีการเคลื่อนที่ก็ได้ เพราะอนุภาคที่เคลื่อนที่ที่เกิดเป็นการแผ่รังสีนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. อนุภาคในแถบช่วงคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC) เช่น คลื่นวิทยุ, คลื่นไมโครเวฟ, แสงสว่างรังสีอินฟราเรด, รังสีอัลตราไวโอเล็ต, รังสีแกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ในทางทฤษฎีแล้วถือว่าไม่มีมวลในสภาวะหยุดนิ่ง

2. อนุภาคขนาดใหญ่ เช่น อิเล็กตรอน, โปรตรอน, นิวตรอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของอะตอม อนุภาคเหล่านี้ถือว่าไม่มีมวลในสภาวะหยุดนิ่ง

2.6.2 รังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ (SOLAR RADIATION)

ปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์นั้นมีกำลังมหาศาล ประมาณว่าที่พื้นผิวของดวงอาทิตย์นั้น อาจจะมีพลังงานประมาณ 8 กิโลวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ดาวเคราะห์ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์นี้ได้รับเอาพลังงานไว้เพียง 1 ใน 120,000,000 ส่วนเท่านั้น ส่วนพลังงานที่โลกรับเอาไว้มีประมาณ 1.4 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร แต่พลังงานส่วนใหญ่ที่ส่งมาถึงโลกนั้นจะถูกชั้นบรรยากาศดูดซับไว้กว่า 50 % แสงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงผิวโลกจะประกอบไปด้วย แสงสว่างประมาณ 50 % รังสีอินฟราเรด 45 % นอกนั้นเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบอื่น ๆ รังสีเหล่านี้เมื่อกระทบกับวัตถุต่าง ๆ ก็จะมีการส่งผ่านพลังงานให้กับเนื้อวัสดุ เกิดเป็นความร้อนนั่นเอง รังสีจากดวงอาทิตย์ อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. รังสีช่วงคลื่นสั้น รังสีในช่วงคลื่นนี้จะไม่ถูกดูดซับไว้โดยอากาศและกระจก แต่เมื่อกระทบกับวัสดุทึบแสงก็จะถูกดูดซับเอาไว้แล้วเปลี่ยนเป็นความร้อนที่ถูกเปล่งออกมา (EMISSION) เป็นรังสีคลื่นยาว

2. รังสีช่วงคลื่นยาว เป็นรังสีความร้อนที่ทำให้อากาศร้อนขึ้นได้ และไม่สามารถทะลุผ่านกระจกได้ จึงถูกกักเก็บไว้ในอาคารหากไม่มีการระบายออกไป

2.6.3 การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอาคารกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ

ในเวลากลางวันที่โลกได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ทำให้บรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนจากบรรยากาศคือ ความร้อนที่อากาศสะสมไว้และความร้อนที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่าง ๆ รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารโดยตรง ก็จะถ่ายเทไปสู่อากาศภายในอาคาร ทำให้อากาศในอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนั้นอากาศนอกอาคารที่มีความร้อนสะสมอยู่หากมีการนำอากาศร้อนนี้เข้ามาในอาคารอีกก็ยิ่งทำให้อากาศในอาคารร้อนมากขึ้น ความร้อนที่สะสมอยู่ในวัสดุกรอบอาคาร จะถ่ายเทออกมาสู่อากาศในอาคารตลอดเวลาที่ระดับอุณหภูมิยังแตกต่างกัน ดังนั้นอากาศในอาคารจึงมักจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกอาคารในเวลากลางคืน ความร้อนที่สะสมอยู่ในกรอบอาคารจะถ่ายเทกลับสู่อากาศภายนอก ทำให้อุณหภูมิลดลง ๗ ลดลงเมื่อเวลากลางวันก็จะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นอีกเป็นวงจรเรื่อยไป

ปริมาณความร้อนที่มากที่สุดที่เข้าสู่อาคารนั้น จะมาจากการที่รังสีช่วงคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านกระจกเข้าไปในอาคาร แล้วถูกดูดซับไว้โดยวัสดุต่าง ๆ แล้วเปลี่ยนเป็นรังสีความร้อนที่มีช่วงคลื่นยาวกว่า รังสีความร้อนไม่สามารถทะลุผ่านกระจกออกไปสู่บรรยากาศภายนอกได้ ความร้อนจึงถูกกักเก็บไว้ภายในอาคาร ความร้อนที่เกิดขึ้นในวัสดุหลังคา จะถูกส่งผ่านลงมายังอากาศในอาคาร เช่นเดียวกันกับความร้อนที่เกิดขึ้นผนังของอาคาร นอกจากนั้นความร้อนยังถูกพาเข้ามากับอากาศที่รั่วซึมเข้ามาในอาคารอีกด้วย ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางช่องแสงคือกระจกนั้นจะมีมากที่สุด รองลงมาคือความร้อนที่มาจากทางหลังคาและความร้อนที่มากับอากาศภายนอก ดังนั้นเมื่อคิดถึงการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารจึงต้องคำนึงถึงการป้องกันแสงแดดที่ส่องเข้าไปในอาคารโดยตรงก่อนและการป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากทางหลังคา

2.6.4 ประสิทธิภาพของกรอบอาคารกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

จากการที่เราทราบว่ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นมากที่สุดนั้น มาจากช่องแสงและกรอบของอาคารทุกทิศทาง จึงได้มีการหาวิธีที่จะวัดประสิทธิภาพของกรอบอาคารในการป้องกันความร้อนจากภายนอก โดยแบ่งกรอบอาคารออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหลังคาและส่วนของผนัง โดยรอบอาคาร

ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผ่านทางผนัง (OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE, OTTV) และปริมาณความร้อนที่ผ่านทางหลังคา (ROOF THERMAL TRANSFER VALUE, RTTV) มีองค์ประกอบที่นำมาพิจารณาคือ

1. การนำความร้อนผ่านทางผนัง/หลังคาที่บ
2. การนำความร้อนผ่านทางผนัง/หลังคาโปร่งแสง
3. การแผ่รังสีผ่านทางผนัง/หลังคาโปร่งแสง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อาคารกรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารกรณีศึกษา

อาคารที่นำมาเป็นอาคารกรณีศึกษานี้ เป็นอาคารสำนักงานบริษัท LANDSCAPE TECTONIX LIMITED ซึ่งเป็นบริษัทรับออกแบบภูมิทัศน์และวางผังโครงการ เป็นอาคารที่ทำการก่อสร้างขึ้นใหม่ ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ของโครงการหมู่บ้าน บุษราคัม เทอเรส ถนนพหลโยธินสาย 2 แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น สร้างแล้วเสร็จและเริ่มใช้งานในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 การใช้งานอาคารกรณีศึกษาโดยทั่วไปจะใช้งานตั้งแต่เวลา 08.30 – 18.30 น. เป็นเวลาประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวันขึ้นไป ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยมีผู้ใช้งานอาคาร 42 คน แบ่งออกเป็น

1. แม่บ้าน 2 คน
2. แผนกธุรการ 2 คน
3. แผนกคอมพิวเตอร์ 1 คน
4. แผนกเขียนแบบคอมพิวเตอร์ 7 คน
5. แผนกศิลป์ 4 คน
6. แผนกคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 5 คน
7. แผนกออกแบบและพัฒนา 6 คน
8. แผนกวางผังและออกแบบ 12 คน
9. ผู้จัดการ 3 คน

อาคารหลังนี้ตั้งอยู่บนที่ดินขนาด 530 ตารางเมตร โดยทางด้านทิศเหนือมีความยาว 19 เมตร ทิศตะวันออกยาว 26.33 เมตร ทิศใต้ยาว 19.25 เมตร ทิศตะวันตกยาว 25.5 เมตร มีพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศ 715 ตารางเมตร

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในสำนักงานประกอบไปด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 50 เครื่อง
2. เครื่องพริ้นเตอร์จำนวน 5 เครื่อง
3. เครื่องถ่ายเอกสารจำนวน 2 เครื่อง
4. เครื่องปรับอากาศจำนวน 25 เครื่อง
5. หลอดไฟจำนวน 308 หลอด
6. เครื่องกรองน้ำและเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 4 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 7. ตู้เย็นจำนวน 1 เครื่อง
- 8. ไมโครเวฟจำนวน 1 เครื่อง
- 9. พัดลมดูดอากาศจำนวน 8 ตัว
- 10. พัดลมจำนวน 3 ตัว

3.2 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา

3.2.1 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา

อาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่บนละติจูดที่ 14.28 องศาเหนือและลองจิจูดที่ 100.5 องศาตะวันออก บริเวณถนนพุทธมณฑลสาย 2 แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา ภายในโครงการบุษราคัมเทอเรส ซึ่งเป็นโครงการโฮมออฟฟิศประกอบไปด้วยอาคารทั้งสิ้น 18 หลัง ด้านทิศตะวันออกของโครงการเป็นพื้นที่ว่างเปล่าและโรงเรียนเพลินพัฒนา ทิศเหนือติดกับพื้นที่ว่างเปล่า ทิศตะวันตกติดกับถนนคู่ขนานถนนพุทธมณฑลสาย 2 ขนาด 2 ช่องการจราจร และทิศใต้ติดกับถนนสวนผักโดยมีทางเท้าขนาดประมาณ 2 เมตร และถนนขนาด 2 ช่องการจราจร



ภาพที่ 3.1 สถานที่ตั้งโครงการ

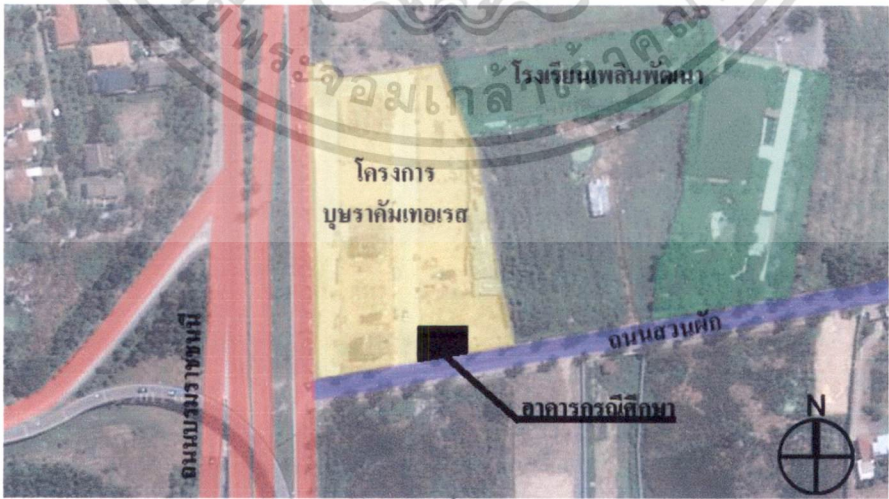
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 สถานที่ตั้งโครงการ

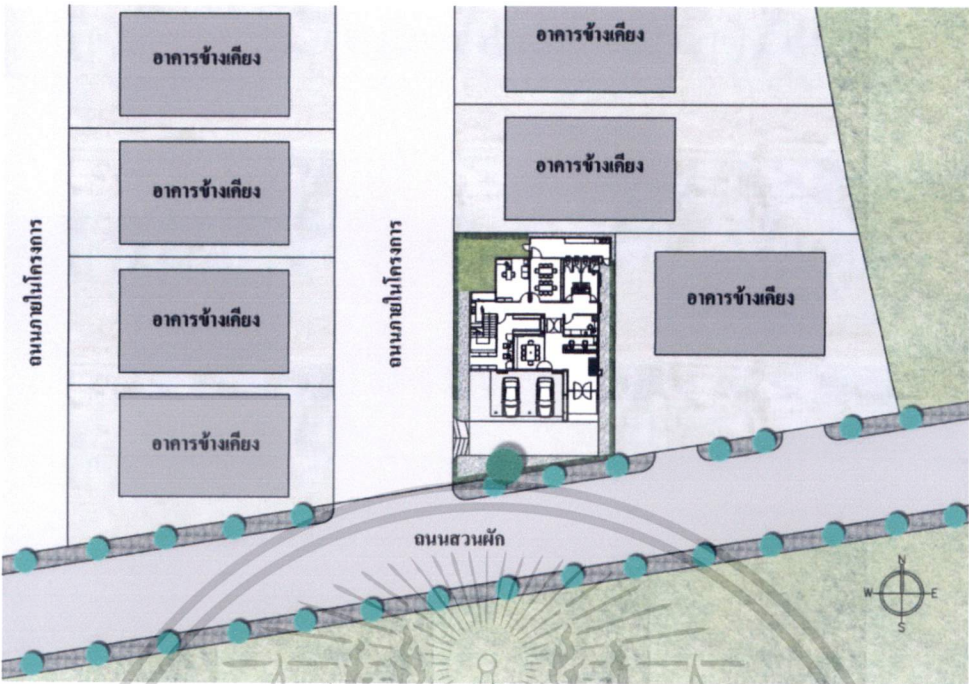
3.2.2 แผนผังโครงการ

โครงการบุษราคัมเทอเรส มีลักษณะที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แบ่งการวางอาคารออกเป็น 2 แถว ตามแนวจากทิศเหนือไปทางทิศใต้ หันหน้าอาคารไปทางทิศตะวันตกทั้งหมด ยกเว้นอาคารกรณีศึกษาจะหันด้านหน้าอาคารไปทางด้านทิศใต้ ภายในโครงการจะมีถนนผ่านด้านหน้าอาคารทุกหลัง อาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่ทางทิศใต้ของโครงการ ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศใต้ติดกับถนนสวนผักถนนสาธารณะขนาด 2 ช่องทางจราจร ทิศตะวันตกเป็นทางเข้าอาคารติดกับถนนภายในโครงการถัดไปเป็นอาคารภายในโครงการสูง 4 ชั้น ทิศเหนือติดกับอาคารภายในโครงการสูง 4 ชั้น ทิศตะวันออกติดอาคารภายในโครงการสูง 4 ชั้น เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 3.3 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



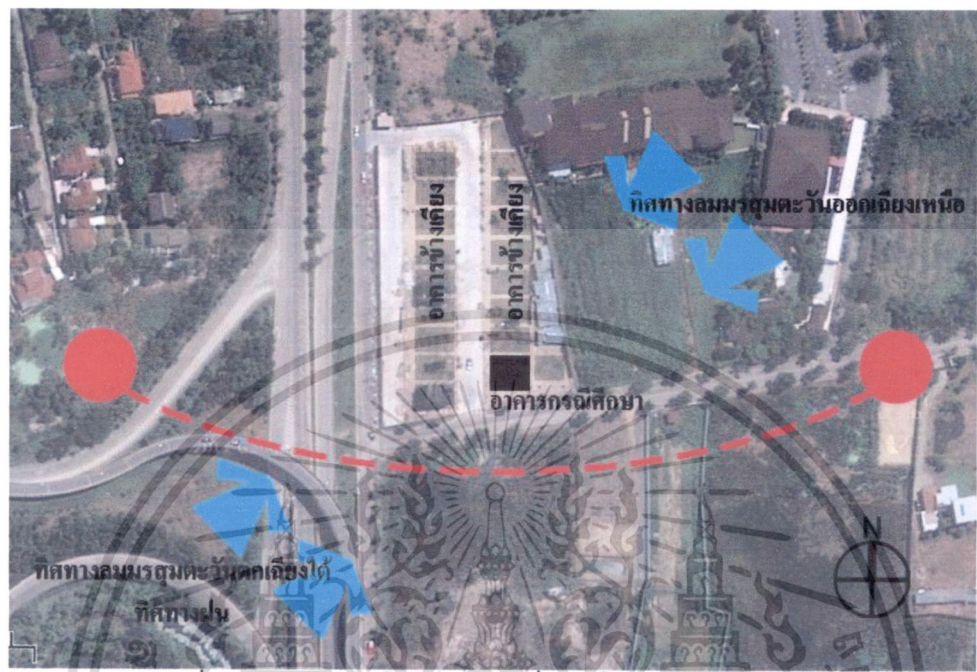
ภาพที่ 3.4 สถานที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา

3.2.3 การหนีทิศทางตามการโคจรของดวงอาทิตย์

อาคารที่นำมาเป็นอาคารกรณีศึกษานี้ เป็นอาคารสำนักงานบริษัท LANDSCAPE TECTONIX LIMITED ซึ่งเป็นบริษัทรับออกแบบภูมิทัศน์และวางผังโครงการ เป็นอาคารที่ทำการก่อสร้างขึ้นใหม่ ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ของโครงการหมู่บ้าน นุชราคม เทอเรส ถนนพุทธมณฑลสาย 2 แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารสำนักงานสูง 4 ชั้น สร้างแล้วเสร็จและเข้าใช้งานเมื่อเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 อาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่บนละติจูดที่ 14.28 องศาเหนือและลองจิจูดที่ 100.5 องศาตะวันออก ซึ่งถือว่าอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรอยู่พอสมควร ทำให้อาคารกรณีศึกษาได้รับอิทธิพลจากความร้อนและแสงแดดของดวงอาทิตย์ค่อนข้างมาก และโดยส่วนใหญ่ดวงอาทิตย์จะเดินทางอ้อมไปทางทิศใต้ของอาคารกรณีศึกษา ประกอบกับที่กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นที่ตั้งของอาคารกรณีศึกษา อยู่ห่างจากทะเลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้อาคารกรณีศึกษาได้รับอิทธิพลของลมประจำถิ่น(ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้)ที่พัดเอาความร้อนและความชื้นจากทะเลเข้ามาด้วย เป็นผลให้กรุงเทพมหานครมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ฤดูกาลโดยทั่วไปของกรุงเทพมหานครแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาลประกอบไปด้วย ฤดูร้อน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในฤดูร้อนและฤดูฝนอาคารกรณีศึกษาจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้(ลมประจำถิ่น)ที่พัดเอาความชื้นและความร้อนมาจากทะเล ส่วนในฤดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

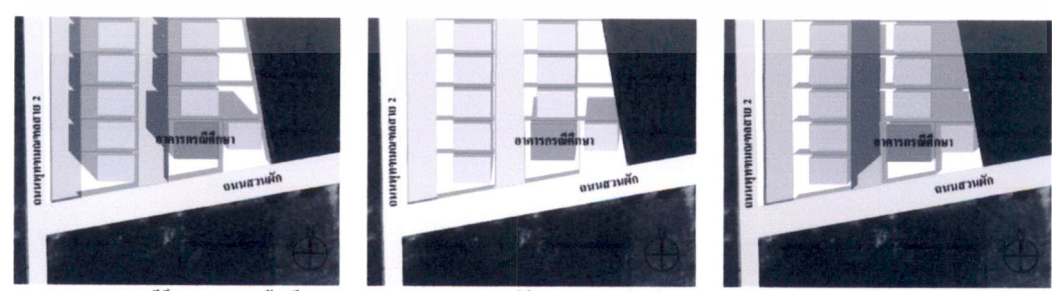
หนาวอาคารกรณีศึกษาจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเอาอากาศเย็นมาจากทางตอนใต้ของประเทศจีน



ภาพที่ 3.5 ทิศทางของแดด ลม ฝน ที่กระทำต่ออาคารกรณีศึกษา

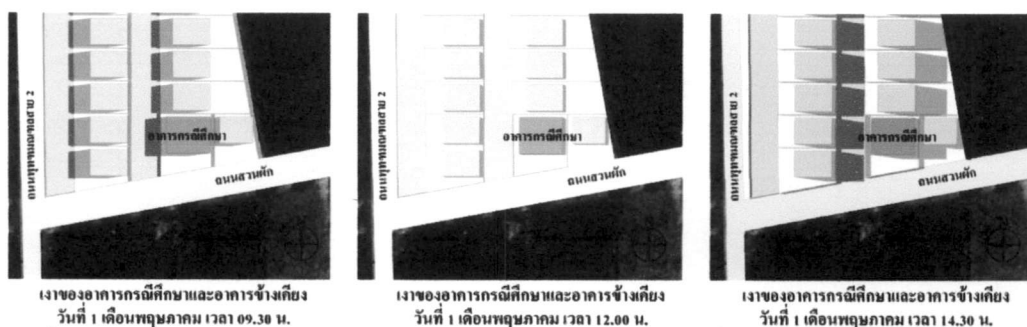
3.2.4 ทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์

เนื่องจากระยะเวลาส่วนใหญ่ในช่วงปี พระอาทิตย์เคลื่อนที่อ้อมไปทางใต้ของอาคารกรณีศึกษา ประกอบกับด้านทิศใต้ของอาคารกรณีศึกษาอยู่ติดกับถนนสาธารณะ ไม่มีอาคารข้างเคียงแต่อย่างใด ทำให้อาคารกรณีศึกษาไม่ได้รับอิทธิพลจากเงาของอาคารหรือต้นไม้ใด ๆ พาดผ่านตัวอาคารเลยเกือบตลอดทั้งวันและเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะตั้งแต่ช่วงเวลาประมาณ 10.00 - 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พระอาทิตย์ส่องแสงและแผ่รังสีความร้อนออกมามากที่สุด



ภาพที่ 3.6 ทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียงในวันที่ 1 มกราคม เวลา 09.30 - 14.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียงในวันที่ 1 พฤษภาคม เวลา 09.30–14.30น.



ภาพที่ 3.8 ทิศทางเงาอาคารกรณีศึกษาและอาคารข้างเคียง ในวันที่ 1 กันยายน เวลา 09.30–14.30 น.

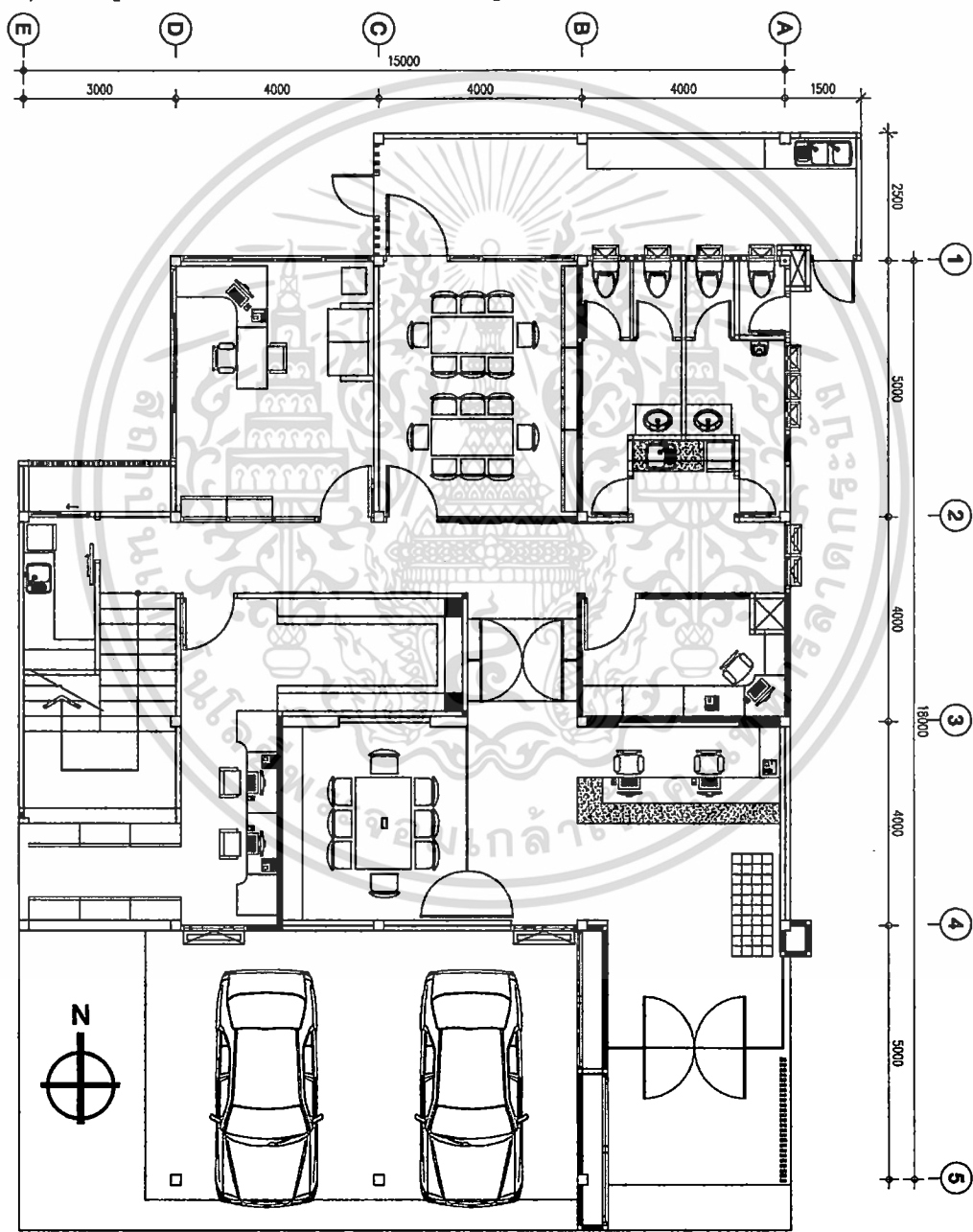
ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน อาคารกรณีศึกษาจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้(ลมประจำถิ่น)ที่พัดเอความร้อนและความชื้นมาจากบริเวณอ่าวไทย ทำให้อาคารกรณีศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่มาก ส่วนหนึ่งมาจากบริเวณทางทิศใต้ของอาคารกรณีศึกษาไม่มีอาคารหรือต้นไม้คอยบังลมทำให้อาคารกรณีศึกษาปะทะกับลมมรสุมที่พัดเข้ามาทั้งหมด ส่วนในช่วงฤดูหนาว อาคารกรณีศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดเออากาศเย็นมาจากทางตอนใต้ของประเทศจีน แต่ในบริเวณทิศเหนือและทิศตะวันออกของอาคารกรณีศึกษามีอาคารสำนักงานสูง 4 ชั้นบังอยู่ทั้ง 2 ด้าน ทำให้อาคารกรณีศึกษาได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ลักษณะอาคารและแบบทางสถาปัตยกรรม

3.3.1 ชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1 มีพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศทั้งหมด 157.5 ตารางเมตร โดยจะมีการจัดวางห้องทำงานของผู้จัดการฝ่ายธุรการไว้ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เจ้าหน้าที่ธุรการอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนต้อนรับ ทางทิศใต้ ห้องเซฟเวอร์คอมพิวเตอร์อยู่ทางทิศตะวันออก ห้องประชุมเล็กอยู่ทางทิศใต้ ห้องรับประทานอาหารอยู่ทางทิศเหนือของอาคาร

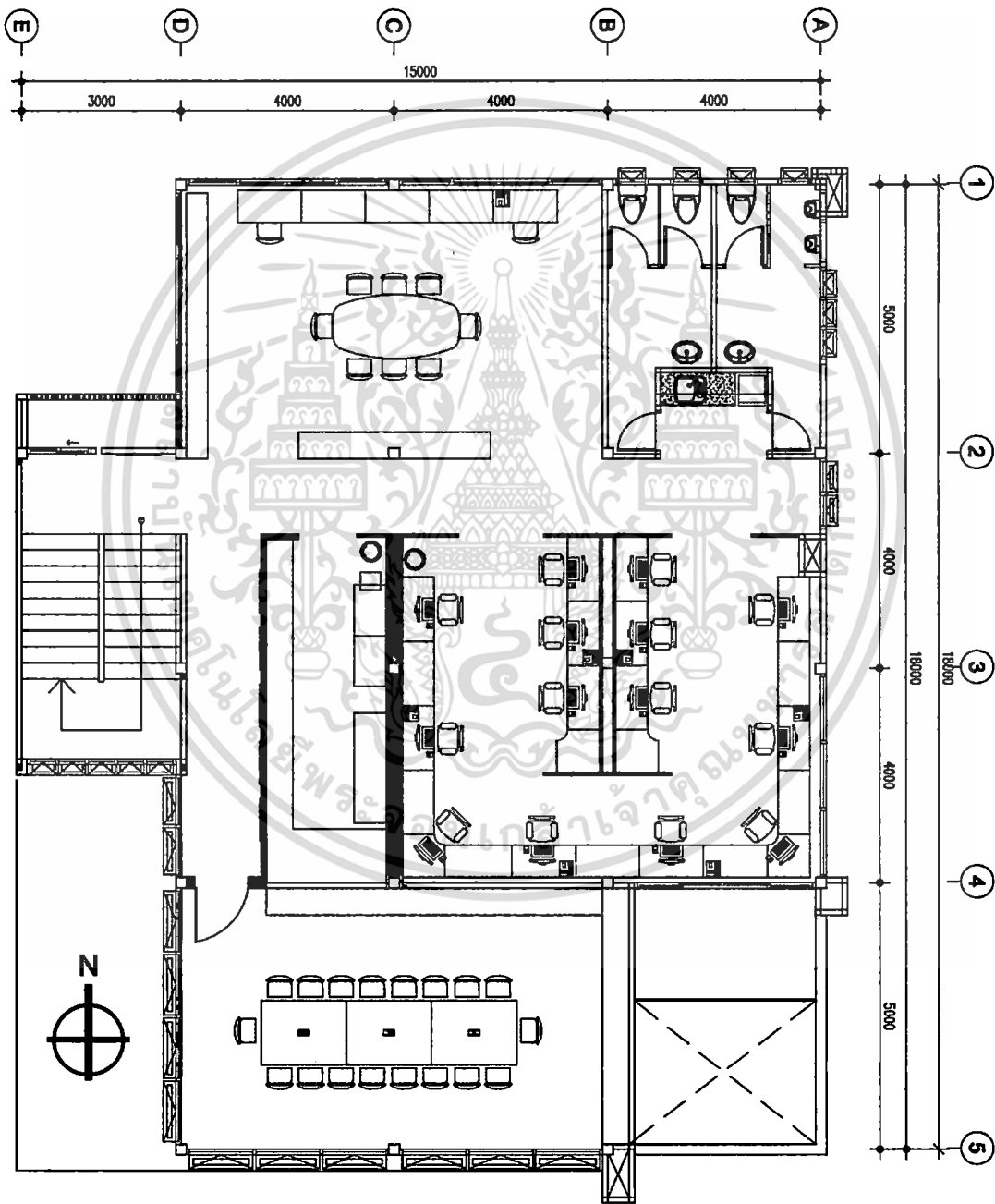


ภาพที่ 3.9 ผังพื้นที่ชั้นที่ 1

ที่มา Landscape Tectonix Limited

3.3.2 ชั้นที่ 2

ชั้นที่ 2 มีพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศทั้งหมด 200 ตารางเมตร โดยจะมีการจัดวางห้องทำงานแผนกเขียนแบบคอมพิวเตอร์ไว้ทางทิศตะวันออก ห้องประชุมใหญ่อยู่ทางทิศใต้ ห้องถ่ายเอกสาร ห้องเก็บแบบก่อสร้างอยู่ตรงกลางของชั้น และห้องสมุดอยู่ทางทิศเหนือของอาคาร



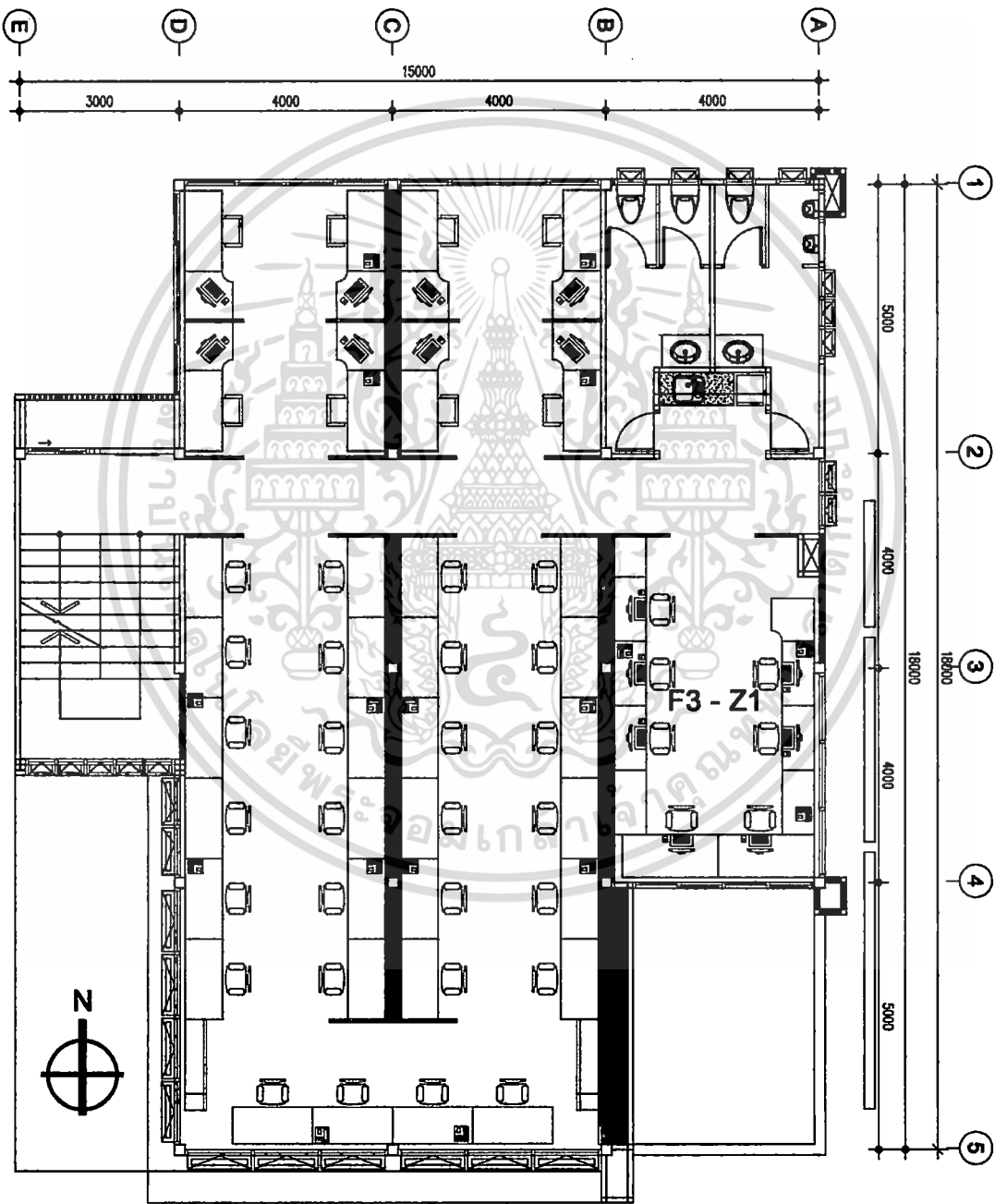
ภาพที่ 3.10 ผังพื้นที่ชั้นที่ 2

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ชั้นที่ 3

ชั้นที่ 3 มีพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศทั้งหมด 200 ตารางเมตร โดยจะมีการจัดวางห้องทำงานหัวหน้าแผนกอยู่ทางทิศเหนือ ห้องทำงานแผนกออกแบบและพัฒนาอยู่ทางทิศใต้ แผนกคอมพิวเตอร์กราฟฟิคอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ แผนกศิลป์และส่วนเก็บอุปกรณ์สำนักงานกลางอยู่ทางทิศตะวันออกของอาคาร



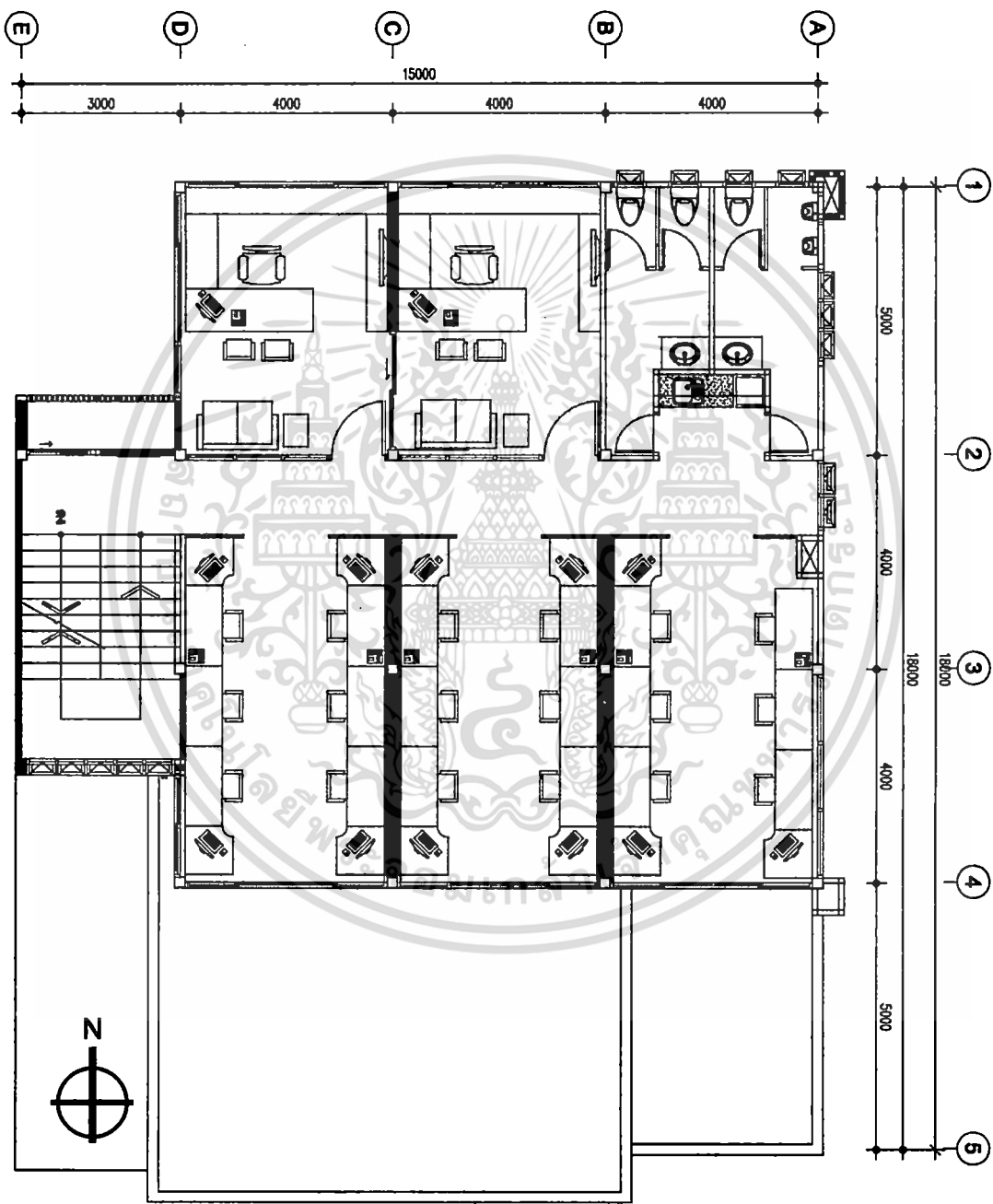
ภาพที่ 3.11 ผังพื้นที่ชั้นที่ 3

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ชั้นที่ 4

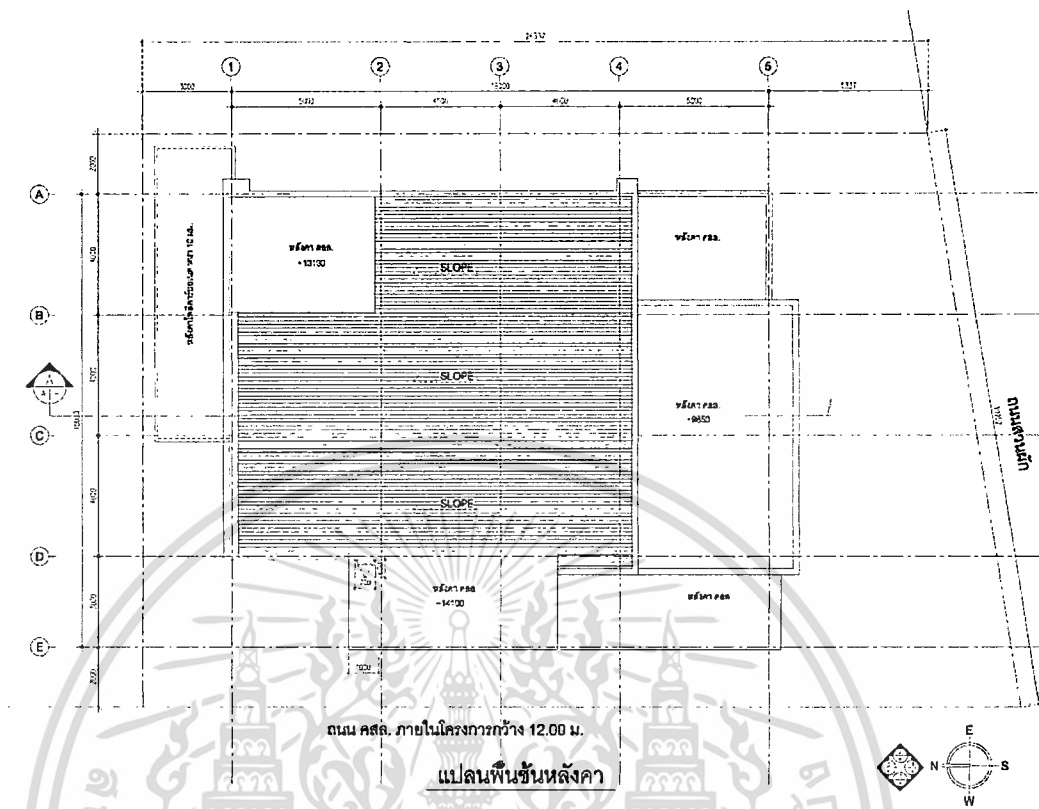
ชั้นที่ 4 มีพื้นที่ใช้สอยในส่วนปรับอากาศทั้งหมด 157.5 ตารางเมตร โดยจะมีการจัดวางห้องทำงานผู้จัดการสองห้องไว้ทางทิศเหนือ และห้องทำงานแผนกออกแบบและวางผังอยู่ทางทิศใต้ของอาคาร



ภาพที่ 3.12 ผังพื้นที่ 4

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



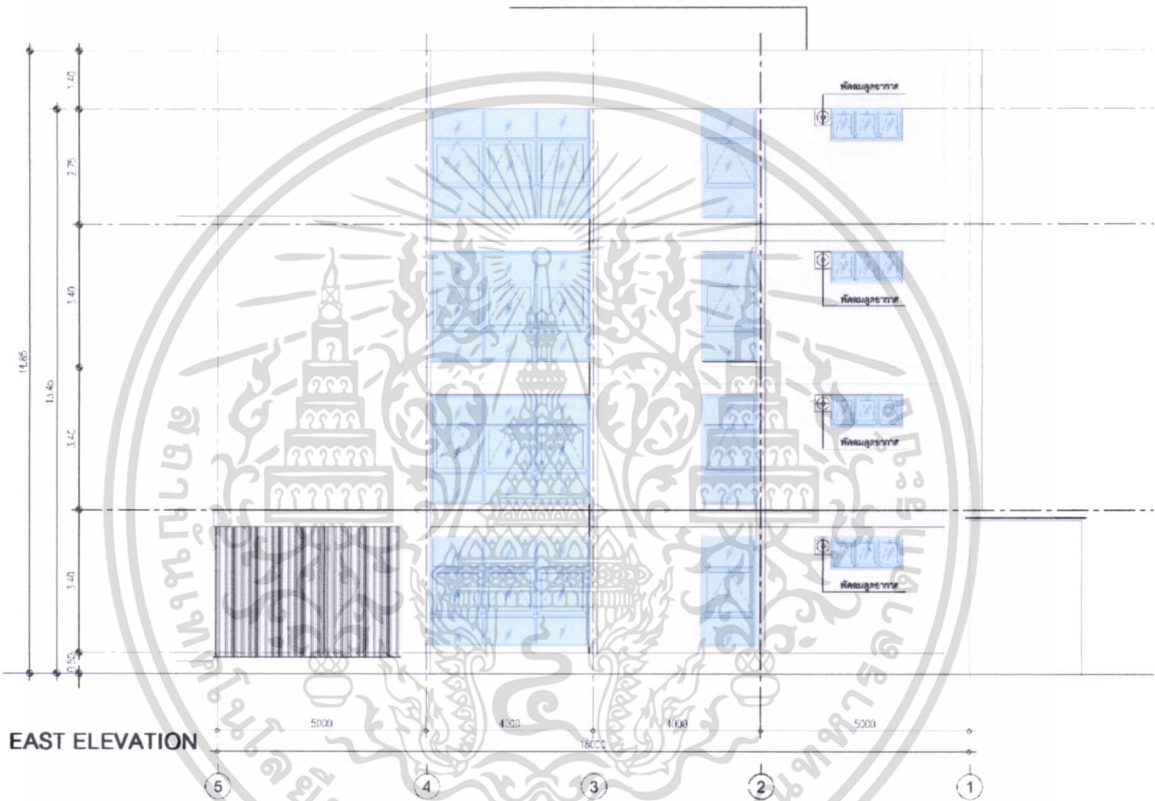
ภาพที่ 3.13 ผังหลังคา

ที่มา Landscape Tectonix Limited

จากการจัดวางพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ ในแต่ละชั้นของอาคาร จะพบว่า มีการจัดวางส่วนที่มีการใช้งานอยู่เป็นประจำเช่นห้องทำงานของแผนกต่าง ๆ ห้องประชุม อยู่ทางทิศใต้ของแต่ละชั้น ซึ่งทิศใต้เป็นทิศที่โดนแดดและได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งวันและทั้งปี ส่วนที่มีการใช้งานน้อยเช่นห้องสมุด ห้องรับประทานอาหาร ห้องน้ำ ซึ่งควรจะใช้เป็นส่วนที่ป้องกันแสงแดดและความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่กลับมีการวางพื้นที่ใช้สอยในส่วนดังกล่าวไว้ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอาคารในทุก ๆ ชั้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสถานที่ตั้งโครงการตั้งอยู่ติดกับถนนทางด้านทิศใต้และทางด้านทิศตะวันตก จึงมีความจำเป็นต้องทำให้อาคารหันหน้าไปทางด้านทิศทางดังกล่าว และในด้านของความงามทางสถาปัตยกรรมซึ่งต้องเปิดด้านที่ดีที่สุดออกสู่ด้านที่ติดกับถนน เพื่อเป็นการสร้างความโดดเด่นให้กับอาคาร

3.3.5 รูปด้านอาคารด้านที่ 1

รูปด้านทางทิศตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 152.87 ตารางเมตร มีพื้นที่ช่องเปิด 53.04 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราส่วน 34.7 เปอร์เซ็นต์ วัสดุผนังเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยวัสดุฉาบคอนกรีตมวลเบา กระเบื้องที่ใช้เป็นกระเบื้องกรรมดาสีเขียว ด้านนี้ของอาคารอยู่ติดกับอาคารสำนักงานอื่น ภายในโครงการบุษราคัมเทอเรส

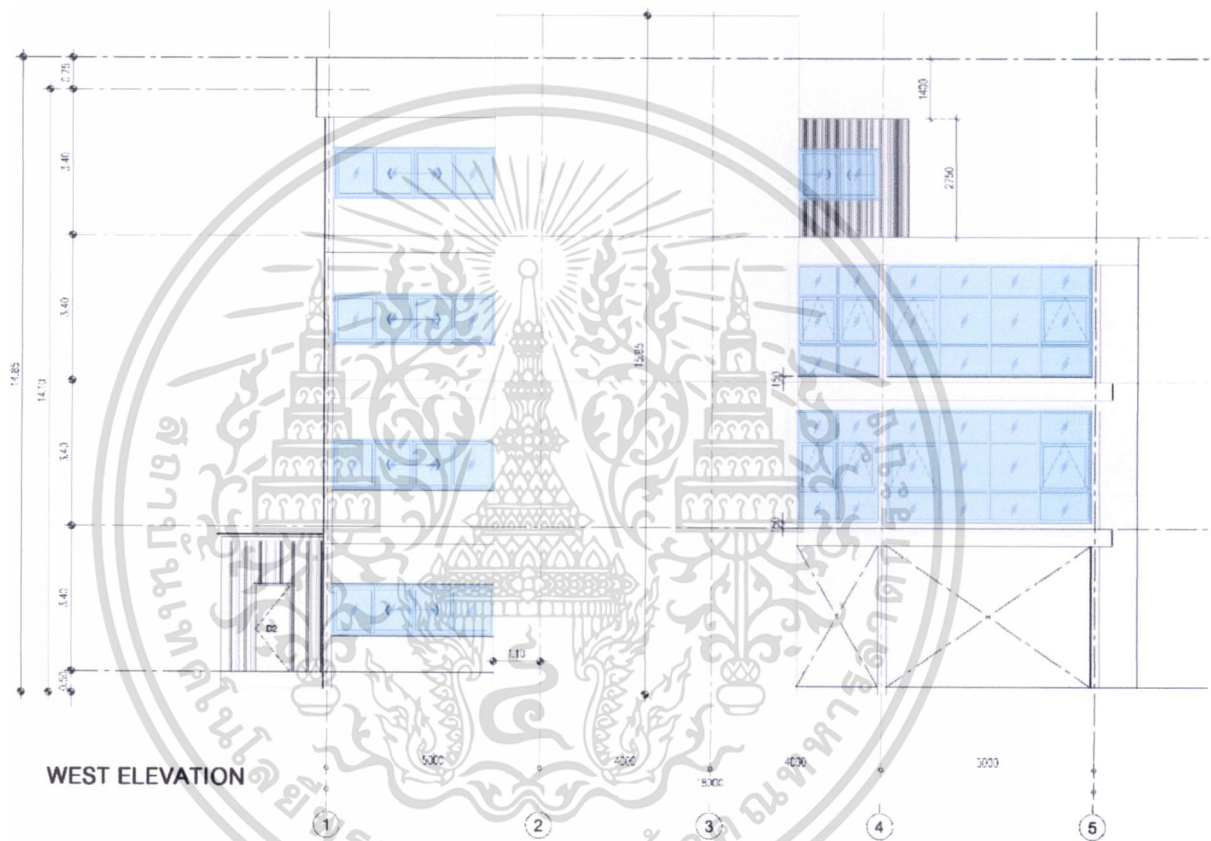


ภาพที่ 3.14 รูปด้าน 1 ทิศตะวันออก

ที่มา Landscape Tectonix Limited

3.3.6 รูปด้านอาคารด้านที่ 2

เป็นรูปด้านทางทิศตะวันตก มีพื้นที่ทั้งหมด 201.8 ตารางเมตร มีพื้นที่ช่องเปิด 67.92 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราส่วน 27.43 เปอร์เซ็นต์ วัสดุผนังเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยวัสดุฉนวนคอนกรีตมวลเบา กระจกที่ใช้เป็นกระจกธรรมดาสีเขียว ด้านนี้ของอาคารอยู่ติดกับถนนภายในโครงการบุษราคัม เทอเรส



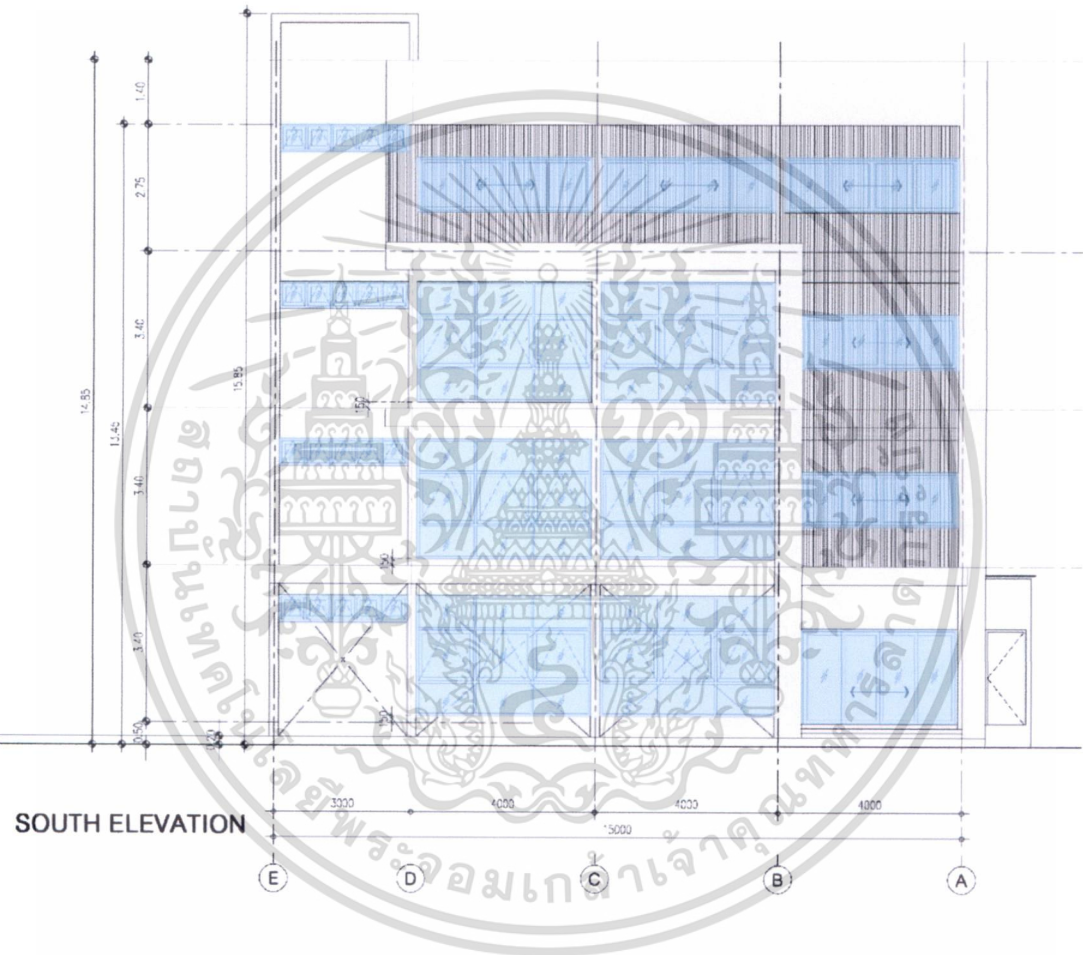
ภาพที่ 3.15 รูปด้าน 2 ทิศตะวันตก

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 รูปด้านอาคารด้านที่ 3

เป็นรูปด้านทางทิศใต้ มีพื้นที่ทั้งหมด 231.66 ตารางเมตร มีพื้นที่ช่องเปิด 95.23 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราส่วน 41.1 เปอร์เซ็นต์ วัสดุผนังเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยวัสดุฉาบคอนกรีตมวลเบา กระฉกที่ใช้เป็นกระฉกธรรมชาติสีเขียว ด้านนี้ของอาคารอยู่ติดกับถนนสวนผัก ถนนสาธารณะขนาด 2 ช่องทางจราจร

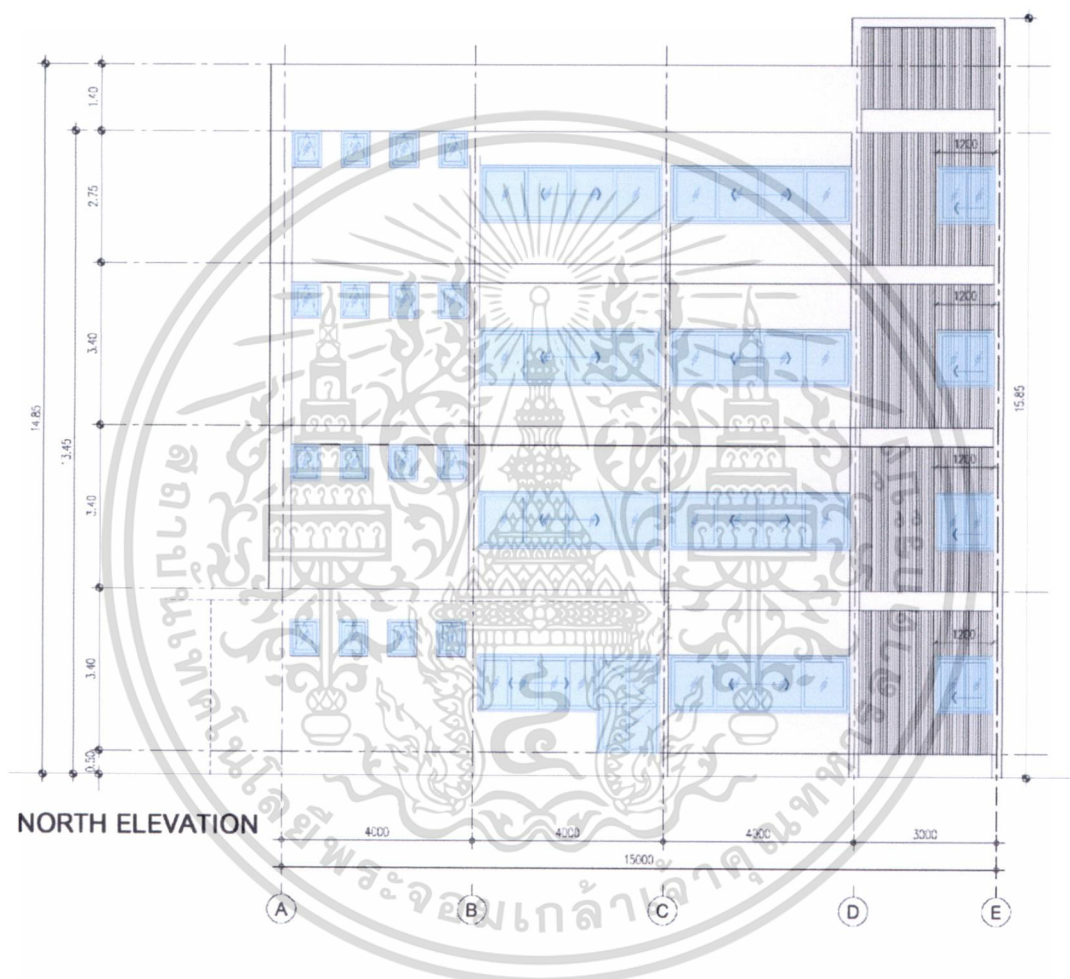


ภาพที่ 3.16 รูปด้าน 3 ทิศใต้

ที่มา Landscape Tectonix Limited

3.3.8 รูปด้านอาคารด้านที่ 4

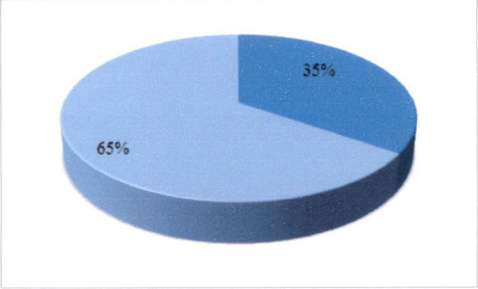
รูปด้านทางทิศเหนือ มีพื้นที่ทั้งหมด 150.13 ตารางเมตร มีพื้นที่ช่องเปิด 41.94 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราส่วน 27.9 เปอร์เซ็นต์ วัสดุผนังเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยวัสดุฉาบคอนกรีตมวลเบา กระจกที่ใช้เป็นกระจกธรรมดาสีเขียว ด้านนี้ของอาคารอยู่ติดกับอาคารสำนักงานอื่น ภายในโครงการบุษราคัมเทอเรส



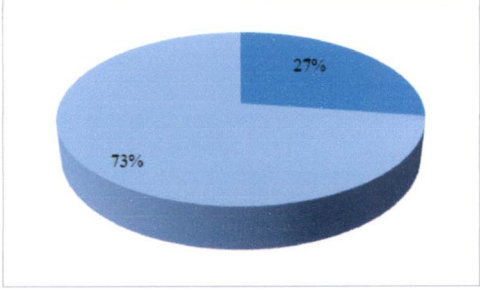
ภาพที่ 3.17 รูปด้าน 4 ทิศเหนือ

ที่ ๗ Landscape Tectonix Limited

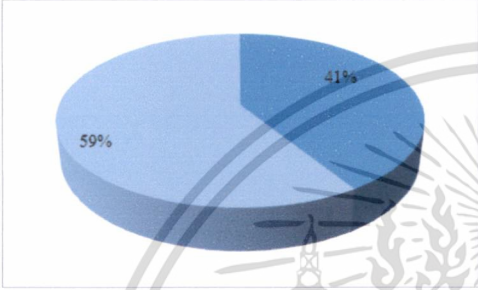
สัดส่วนช่องเปิดและผนังที่รูปด้านที่ 1 ทิศตะวันออก



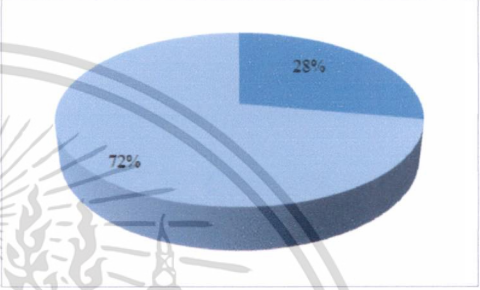
สัดส่วนช่องเปิดและผนังที่รูปด้านที่ 2 ทิศตะวันตก



สัดส่วนช่องเปิดและผนังที่รูปด้านที่ 3 ทิศใต้



สัดส่วนช่องเปิดและผนังที่รูปด้านที่ 4 ทิศเหนือ



ช่องเปิด



ผนัง

กราฟที่ 3.1 อัตราส่วนระหว่างขนาดของผนังและช่องเปิดของรูปด้านแต่ละด้าน

จากตารางที่ 3.1 และกราฟที่ 3.1 จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของช่องเปิดต่อขนาดของผนัง ผนัง อยู่ในเกณฑ์ที่มากพอสมควร โดยรูปด้าน 3 ซึ่งเป็นรูปด้านทางทิศใต้ของอาคาร จะมีอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังที่มากที่สุด อยู่ที่ 41.1 ต่อ 58.9 เป็นด้านที่โดนแดดและได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ในทางกลับกันรูปด้าน 4 ซึ่งเป็นรูปด้านทางทิศเหนือของอาคาร กลับไม่มีการเปิดช่องเปิด เพื่อรับแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารได้มากเท่าที่ควร ซึ่งอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังอยู่ที่ 27.9 ต่อ 72.1 ทั้งนี้ทั้งนั้นอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังก็สอดคล้องกับการจัดวางพื้นที่ใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของอาคารด้วยเช่นกัน

การจัดวางส่วนต่าง ๆ ของอาคารหลังนี้นั้น ถือว่ามีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยที่ยังไม่ดีนัก ซึ่งส่งผลถึงรูปด้านของอาคารในด้านต่าง ๆ ที่จะต้องมีการเปิดช่องเปิดเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานของอาคารในส่วนนั้น ๆ ซึ่งการจัดวางพื้นที่ใช้สอยในส่วนต่าง ๆ ของอาคารดังกล่าว อาจจะทำให้เกิดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารในปริมาณที่มากและมีการใช้พลังงานที่มากเกินไปจนความจำเป็นอยู่บ้าง



ภาพที่ 3.19 อาคารกรณีศึกษา ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้



ภาพที่ 3.20 อาคารกรณีศึกษา ด้านทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 อาคารกรณีศึกษา ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้



ภาพที่ 3.22 อาคารกรณีศึกษา ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การแบ่งพื้นที่อาคาร (Building Zone)

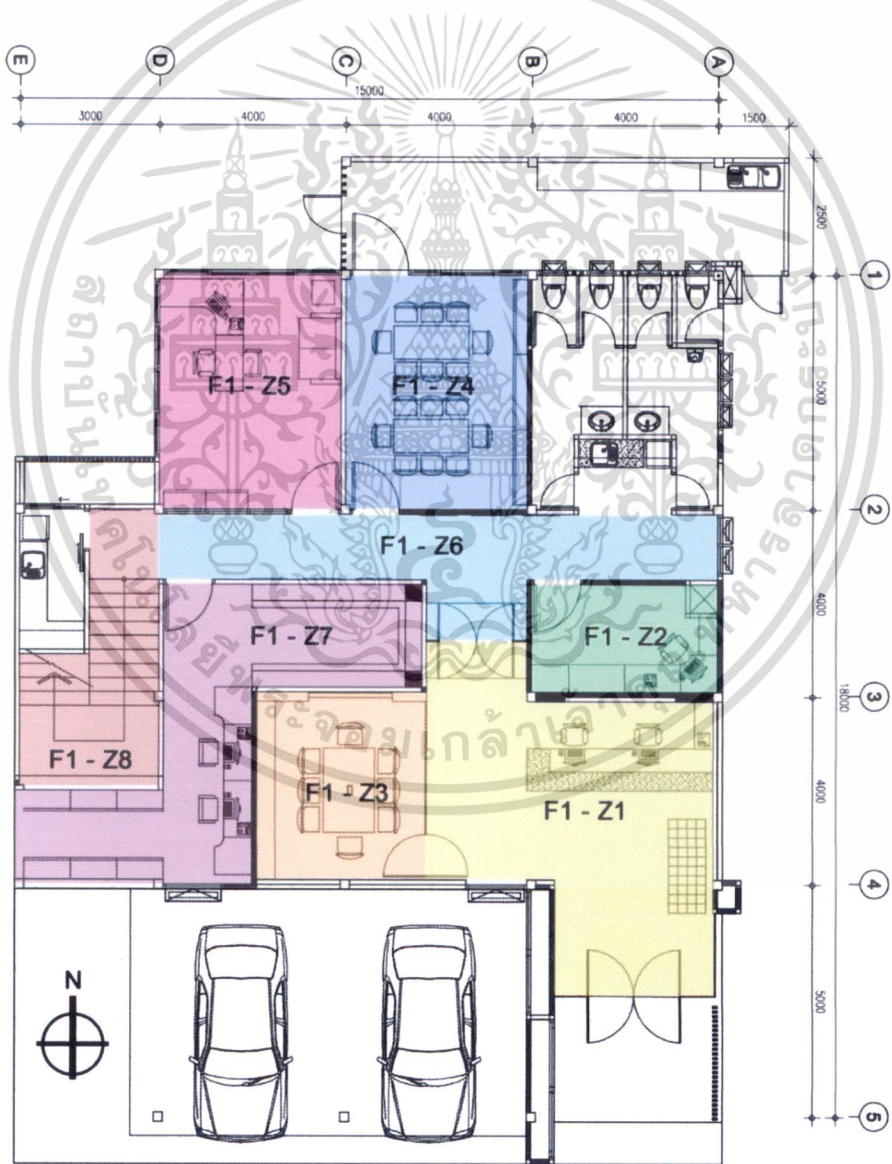
การแบ่งพื้นที่อาคาร เป็นการแบ่งพื้นที่ออกตามลักษณะการใช้งานโดยจะมีการแยกส่วนต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ทำการคำนวณในโปรแกรม Building Energy Code โดยเริ่มจากการแบ่งพื้นที่ตามชั้นของอาคาร ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชั้น แล้วจึงทำการแบ่งพื้นที่ภายในของแต่ละชั้นออกตามลักษณะของการใช้งาน เพื่อให้ได้ Zone ต่าง ๆ อย่างชัดเจน และในแต่ละชั้นการแบ่ง Zoning อาคาร เป็นการแบ่งในส่วนของพื้นที่ปรับอากาศเพียงเท่านั้น เนื่องจากการคำนวณค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารจากโปรแกรม Building Energy Code จะคำนวณเฉพาะส่วนที่เป็นส่วนปรับอากาศ Zoning ต่าง ๆ ที่ได้ทำการแบ่งออกนั้น จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ๆ ทั้งหมด 4 ส่วนอันประกอบไปด้วย

1. ห้องทำงานผู้บริหาร
2. พื้นที่ทำงานของแผนกต่าง ๆ
3. โถงทางเดิน
4. โถงบันได

การแบ่ง Zoning จะประกอบไปด้วย

3.4.1 พื้นที่ชั้น 1

F1 - Z1	ส่วนต้อนรับและพนักงานธุรการ
F1 - Z2	ห้อง Server Computer
F1 - Z3	ห้องประชุมเล็ก
F1 - Z4	ห้องรับประทานอาหาร
F1 - Z5	ห้องผู้บริหารฝ่ายธุรการ
F1 - Z6	โถงทางเดิน
F1 - Z7	ห้องเก็บอุปกรณ์และพนักงานบัญชี
F1 - Z8	โถงบันไดชั้น 1



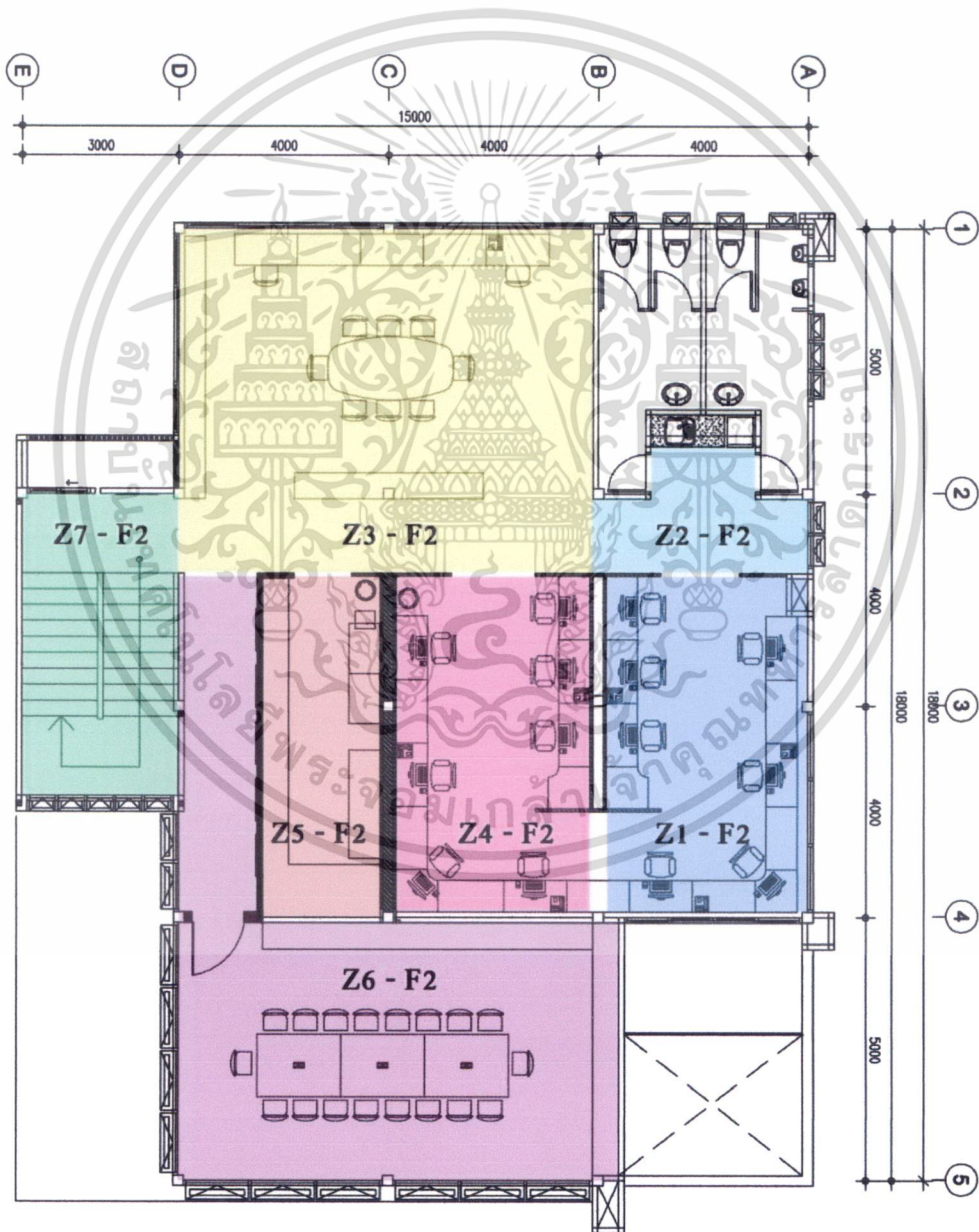
ภาพที่ 3.23 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้นที่ 1

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 พื้นที่ชั้น 2

F2 - Z1	ส่วนทำงานแผนก Cad Operator 1
F2 - Z2	โถงทางเดินหน้าห้องน้ำ
F2 - Z3	ห้องสมุด
F2 - Z4	ส่วนทำงานแผนก Cad Operator 2
F2 - Z5	ห้องถ่ายเอกสารและเก็บวัสดุ
F2 - Z6	ห้องประชุมใหญ่
F2 - Z7	โถงบันไดชั้น 2



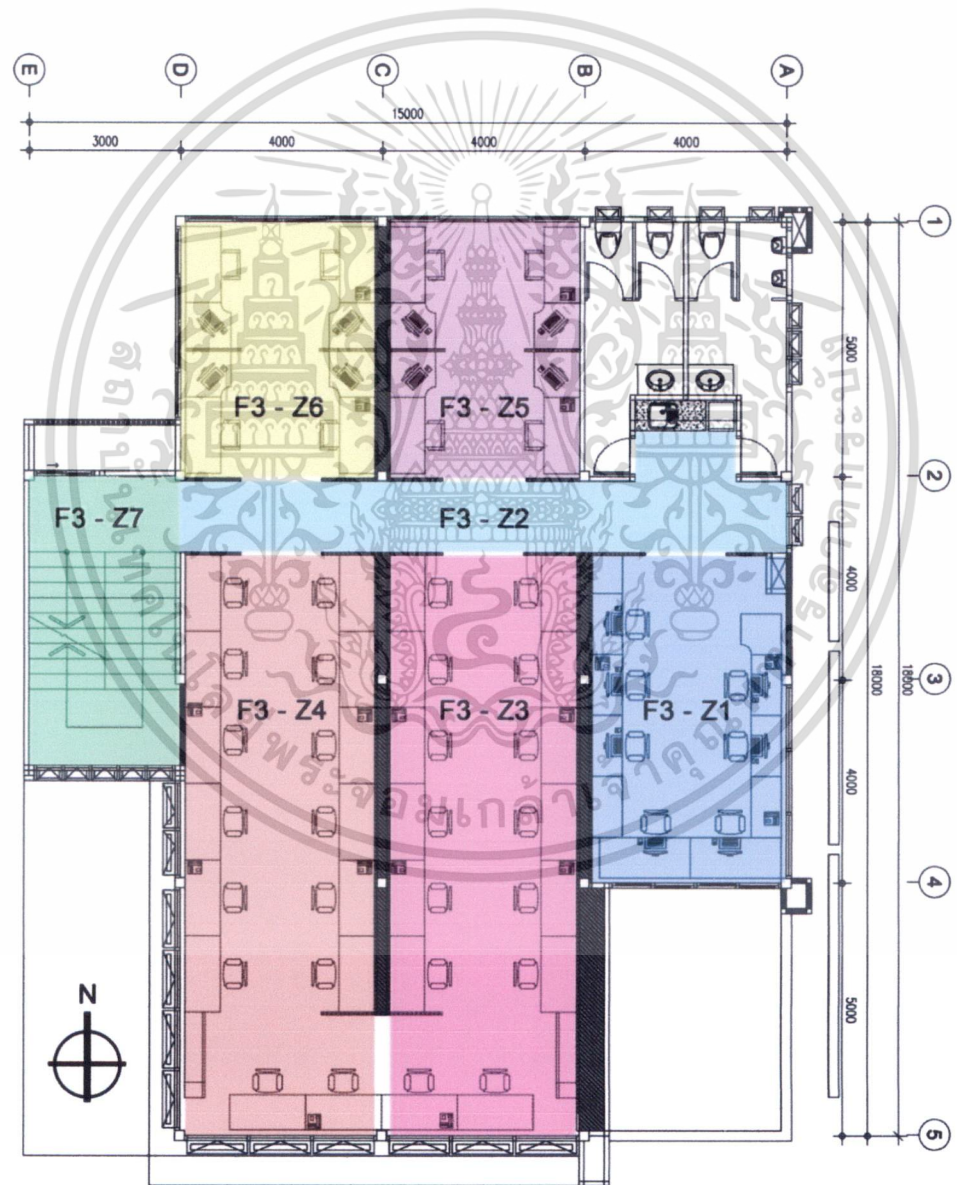
ภาพที่ 3.24 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้นที่ 2

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 พื้นที่ชั้น 3

F3 - Z1	ส่วนทำงานแผนก Artist
F3 - Z2	โถงทางเดิน
F3 - Z3	ส่วนทำงานแผนก Design development
F3 - Z4	ส่วนทำงานแผนก Graphic Designer
F3 - Z5	ส่วนทำงานหัวหน้าแผนก ส่วนที่ 1
F3 - Z6	ส่วนทำงานหัวหน้าแผนก ส่วนที่ 2
F3 - Z7	โถงบันไดชั้น 3



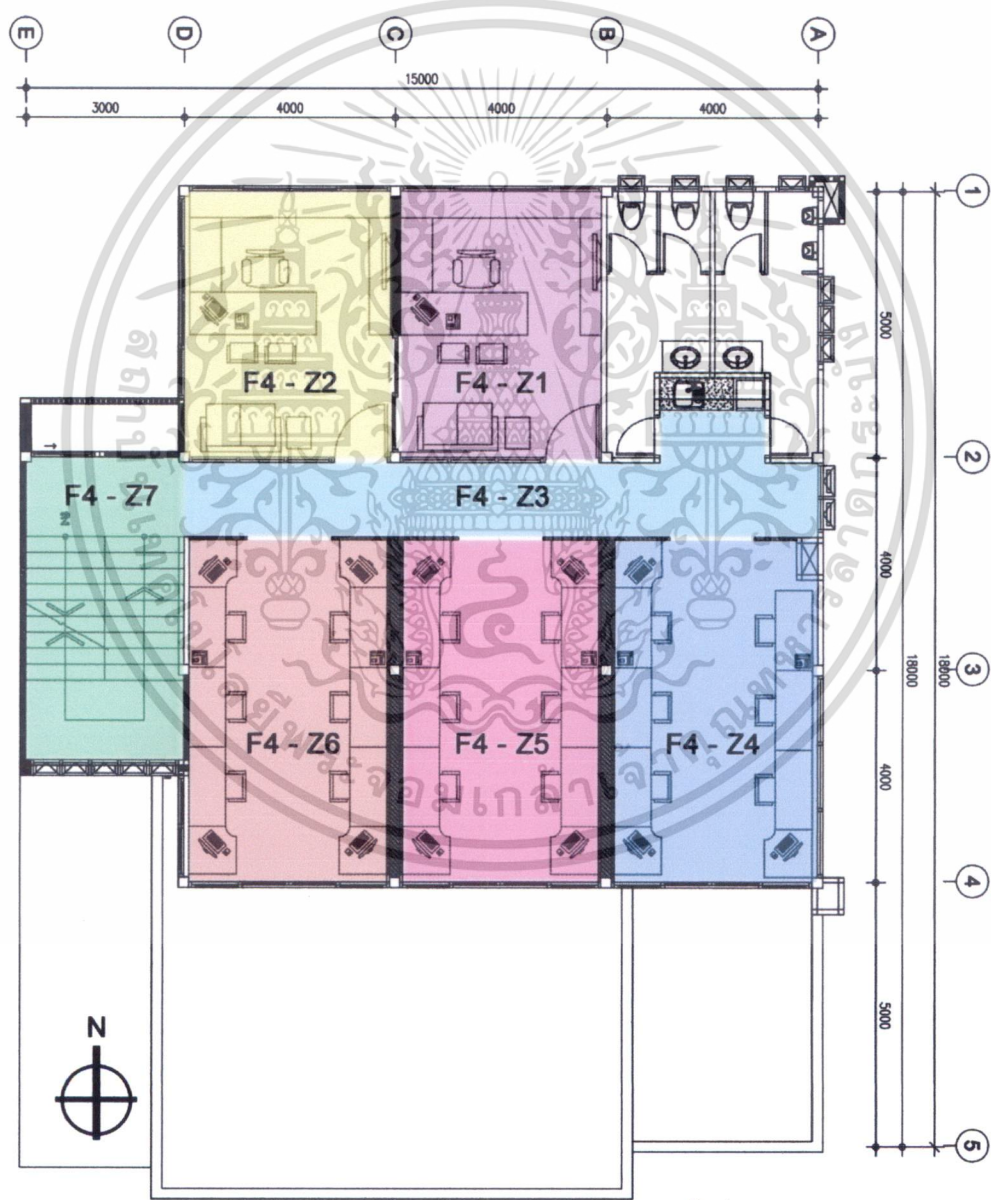
ภาพที่ 3.25 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้นที่ 3

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 พื้นที่ชั้น 4

F4 - Z1	ห้องทำงานผู้บริหารฝ่ายออกแบบคนที่ 2
F4 - Z2	ห้องทำงานผู้บริหารฝ่ายออกแบบคนที่ 1
F4 - Z3	โถงทางเดิน
F4 - Z4	ส่วนทำงานแผนก planning ส่วนที่ 1
F4 - Z5	ส่วนทำงานแผนก planning ส่วนที่ 2
F4 - Z6	ส่วนทำงานแผนก planning ส่วนที่ 3
F4 - Z7	โถงบันไดชั้น 1



ภาพที่ 3.26 การแบ่ง Zoning อาคารในชั้นที่ 4

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วัสดุ โครงสร้าง ผนังและหลังคา

3.5.1 วัสดุและโครงสร้างอาคารกรณีศึกษา

อาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารก่อสร้างขึ้นใหม่ใช้โครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งอาคารโดยใช้เสาขนาด 30 X 30 เซนติเมตร ใช้คานขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร โดยคอนกรีตที่ใช้มีอัตราการนำความร้อนอยู่ที่ 1.442 W/mK มีความหนาแน่นอยู่ที่ 2400 kg/m^3 ผนังเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนความหนา 7.5 เซนติเมตร มีอัตราการนำความร้อนอยู่ที่ 0.476 W/mK มีความหนาแน่นอยู่ที่ 1280 kg/m^3 กระจกที่ใช้แบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นกระจกบริเวณทางเข้าอาคารใช้กระจก Clear Float Glass ความหนา 12 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.76 มีค่าการส่งผ่านความร้อนอยู่ที่ 0.85 และกระจกหน้าต่างโดยทั่วไปของอาคารเป็นกระจก Ocean Green Float Glass ความหนา 6 มิลลิเมตร มีค่า สัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) เท่ากับ 0.60 มีค่าการส่งผ่านความร้อนอยู่ที่ 0.76

หลังคาอาคารกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. หลังคาคอนกรีตสแลป มีคุณสมบัติในการนำความร้อนอยู่ที่ 1.442 W/mK มีความหนาแน่นอยู่ที่ 2400 kg/m^3 2. หลังคาเหล็ก (Metal Sheet) ซึ่งติดตั้งฉนวนกันความร้อนโฟมโพลีเอทิลีน ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำความร้อนอยู่ที่ 0.029 W/mK มีความหนาแน่นอยู่ที่ 45 kg/m^3



ภาพที่ 3.27 เสาอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.28 คานอาคารกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.29 ผนังคอนกรีตมวลเบาอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.30 กระจากทางเข้าอาคารกรณีศึกษา



ภาพที่ 3.31 หน้าต่างกระจากอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ลักษณะผนังและหลังคา

ภายในอาคารมีการแบ่งผนังออกทั้งหมด 6 ชนิด ประกอบไปด้วย

1. ผนังกระจก



ภาพที่ 3.32 ผนังกระจกทางเข้าอาคารกรณีศึกษา

2. ผนังคอนกรีตมวลเบา



ภาพที่ 3.33 ผนังคอนกรีตมวลเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผังคอนกรีตมวลเบามีหน้าต่าง



ภาพที่ 3.34 ผังคอนกรีตมวลเบามีหน้าต่าง

4. ผังคอนกรีตมวลเบามีหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง



ภาพที่ 3.35 ผังคอนกรีตมวลเบามีหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผนังคานคอนกรีต



ภาพที่ 3.36 ผนังคานคอนกรีต

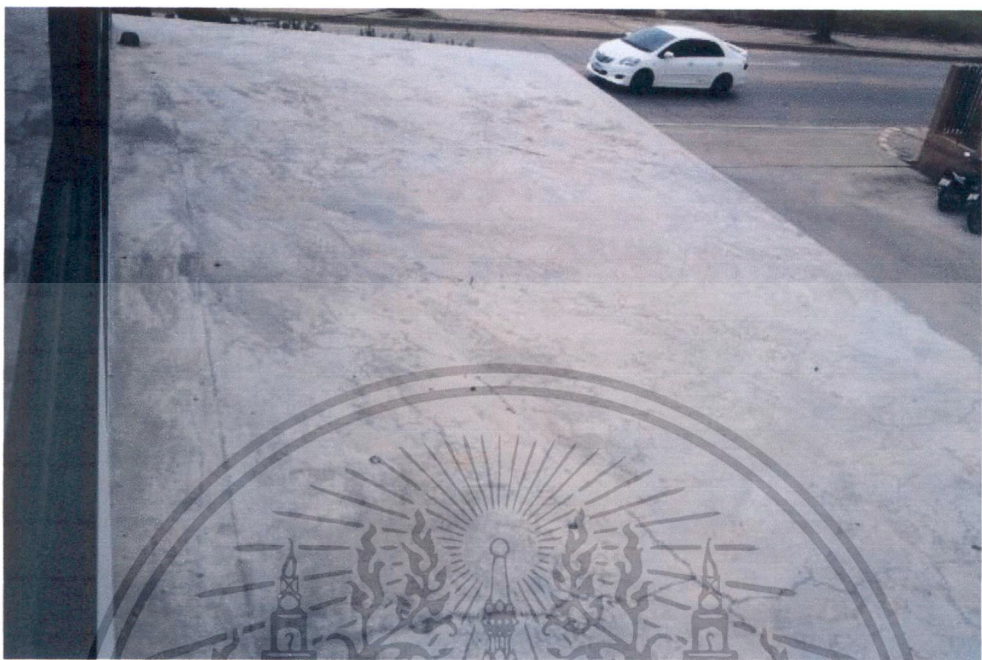
6. ผนังเสาคอนกรีต



ภาพที่ 3.37 ผนังเสาคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังคาคอนกรีต



ภาพที่ 3.38 หลังคาคอนกรีต

8. หลังคาเหล็ก



ภาพที่ 3.39 หลังคาเหล็ก เมทัลชีท

ที่มา <http://bangkok.olxthailand.com/metal-sheet-siding-louver-pu-pe-iid-61001198>

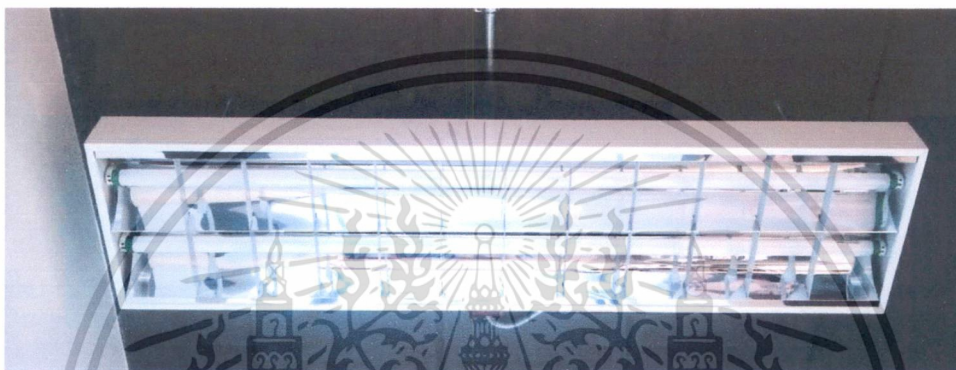
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ

3.6.1 หลอดไฟ

ภายในอาคารมีการใช้งานหลอดไฟทั้งหมด 3 ชนิด คือหลอด Fluorescent หลอด Compact Fluorescent และหลอด Halogen ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทการใช้งานได้แก่

1. หลอด Fluorescent T8 36 วัตต์ ใช้ 196 ดวง



ภาพที่ 3.40 โคมไฟหลอด Fluorescent 36 วัตต์

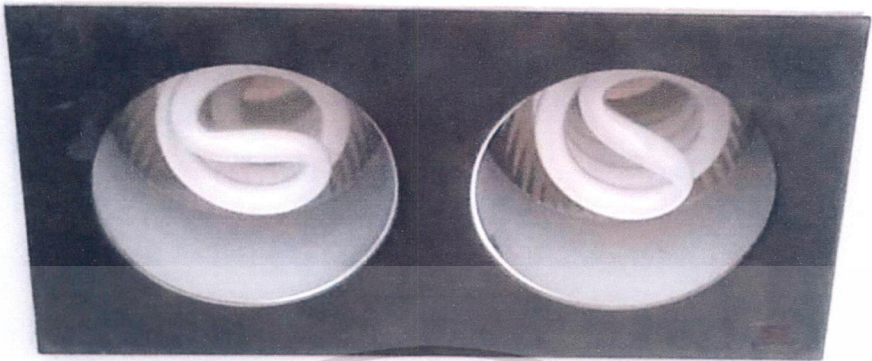
2. หลอด Compact Fluorescent 14 วัตต์ ใช้ 11 ดวงโคม



ภาพที่ 3.41 หลอด Compact Fluorescent 14 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลอด Compact Fluorescent 20 วัตต์ ใช้ 87 ดวงโคม



ภาพที่ 3.42 หลอด Compact Fluorescent 20 วัตต์

4. หลอด Halogen 50 วัตต์ ใช้ 14 ดวงโคม



ภาพที่ 3.43 หลอด Halogen 50 วัตต์

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์หลอดไฟ

ชนิดหลอดไฟ	ขนาดของหลอดไฟ	จำนวนหลอด	สัญลักษณ์	รหัส
1. หลอด Fluorescent T8	36 วัตต์	196		L 1
2. หลอด Compact Fluorescent	14 วัตต์	11		L 2
3. หลอด Compact Fluorescent	20 วัตต์	87		L 3
4. หลอด Halogen	50 วัตต์	14		L 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 เครื่องปรับอากาศ

ภายในอาคารมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศเพียงแค่ชนิดเดียวคือแบบแยกส่วน แต่ได้มีการแบ่งขนาดของเครื่องปรับอากาศตามพื้นที่การใช้งานเพื่อให้มีความเหมาะสมของขนาดเครื่องปรับอากาศกับขนาดของพื้นที่ใช้งาน ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขนาด ได้แก่

- 1. เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 kBtu/h จำนวน 3 เครื่อง
- 2. เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 kBtu/h จำนวน 6 เครื่อง
- 3. เครื่องปรับอากาศขนาด 23,000 kBtu/h จำนวน 10 เครื่อง
- 4. เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 kBtu/h จำนวน 6 เครื่อง

ตารางที่ 3.3 สัญลักษณ์เครื่องปรับอากาศ

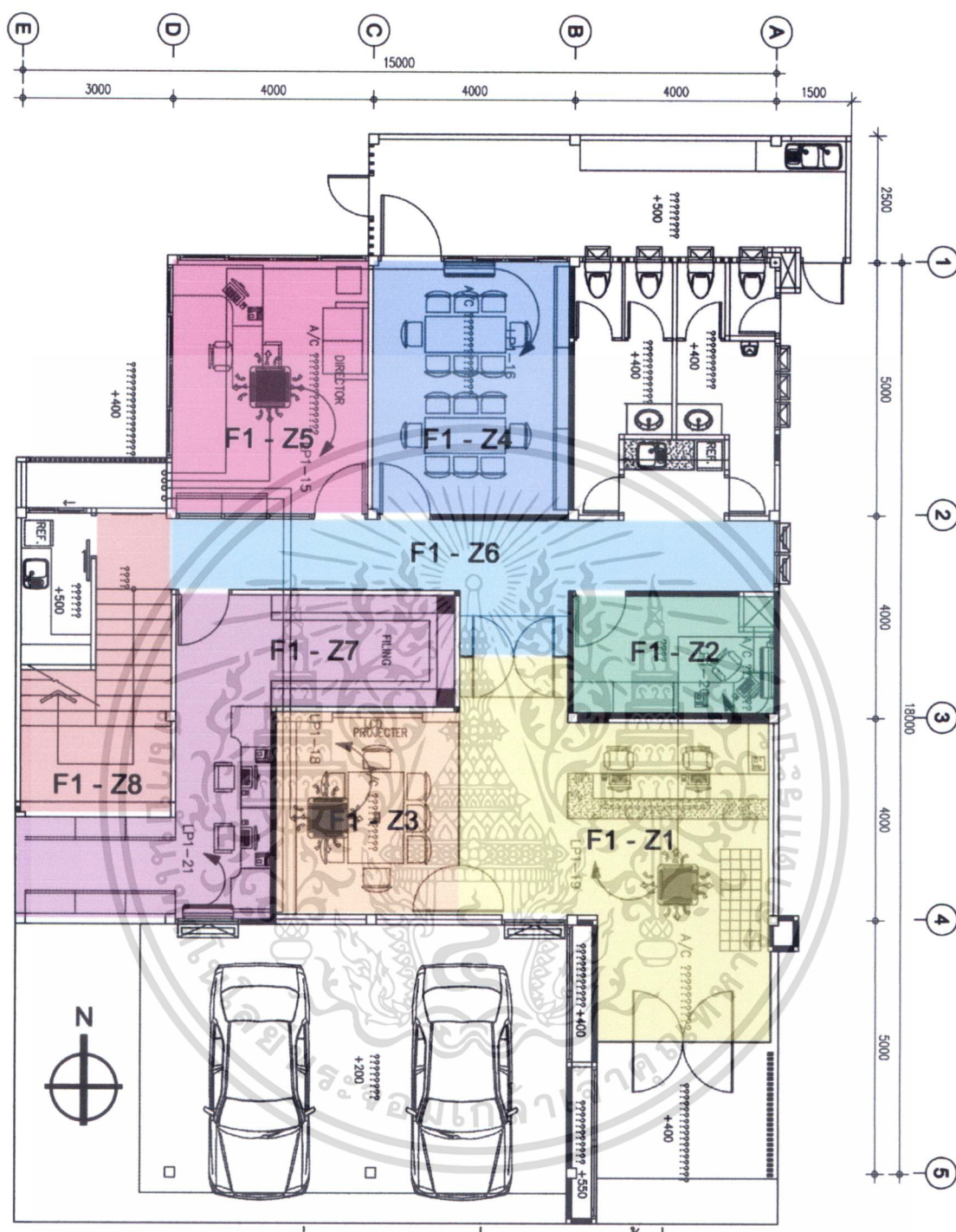
ขนาดเครื่องปรับอากาศ	
1. เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 kBtu/h	C 1
2. เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 kBtu/h	C 2
3. เครื่องปรับอากาศขนาด 23,000 kBtu/h	C 3
4. เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 kBtu/h	C 4

3.6.3 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 1

ตารางที่ 3.4 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 1

ZONE	หลอดไฟ	จำนวน	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน
F1 – Z1	L - 3	5	C - 1	1
	L - 4	11		
F1 – Z2	L - 1	4	C - 1	1
F1 – Z3	L - 3	10	C - 2	1
F1 – Z4	L - 1	8	C - 2	1
F1 – Z5	L - 1	8	C - 2	1
F1 – Z6	L - 3	6		
	L - 4	9		
F1 – Z7	L - 1	10	C - 1	1
F1 – Z8	L - 2	2		

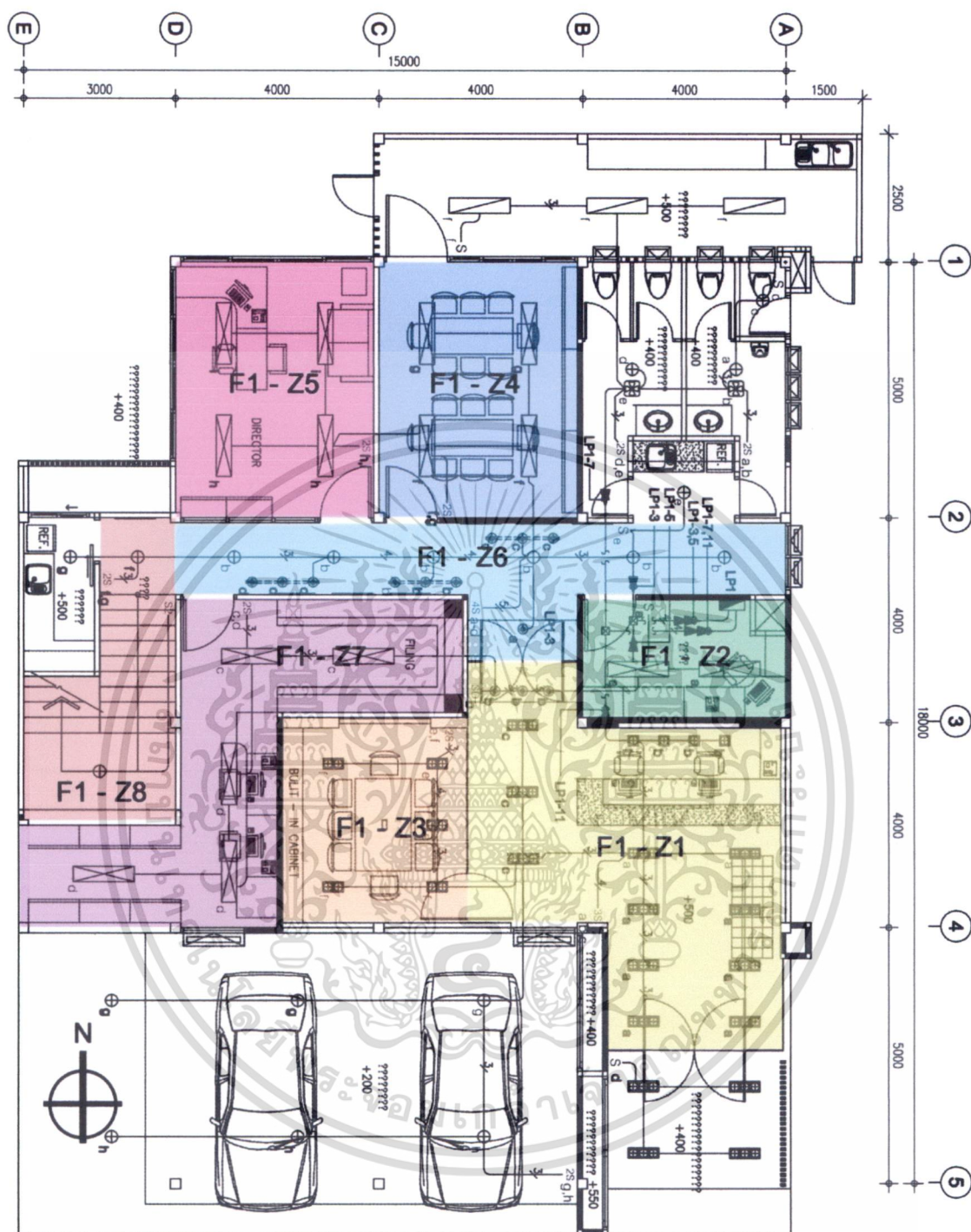
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.44 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 1

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.45 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 1

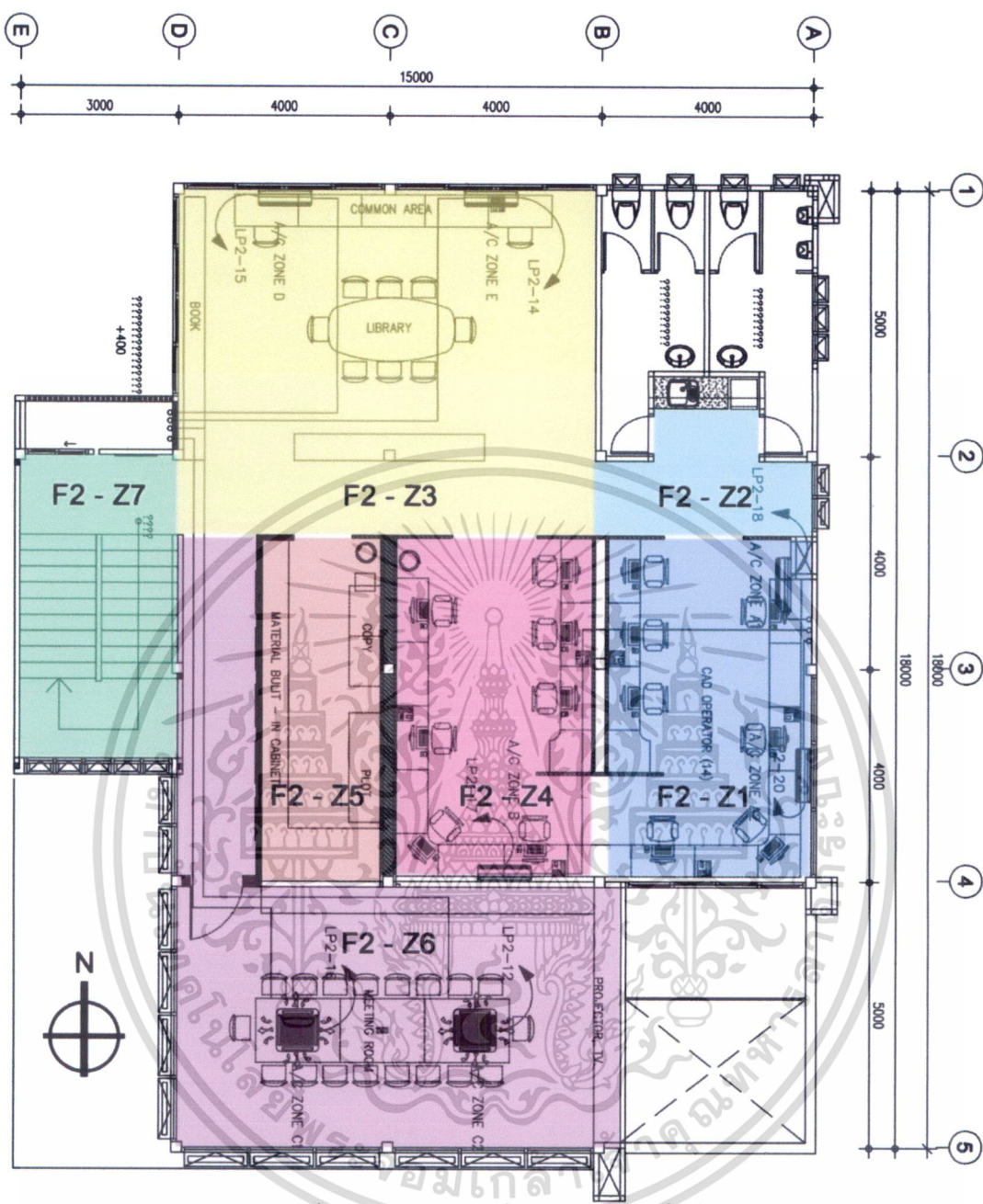
ที่ ๗๓ Landscape Tectonix Limited

3.6.4 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 2

ตารางที่ 3.5 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 2

ZONE	หลอดไฟ	จำนวน	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน
F2 – Z1	L - 1	8	C - 3	2
F2 – Z2	L - 1	4		
	L - 2	1		
F2 – Z3	L - 1	22	C - 3	2
F2 – Z4	L - 1	8	C - 3	1
F2 – Z5	L - 1	4		
F2 – Z6	L - 2	2	C - 2	1
	L - 3	60	C - 3	1
F2 – Z7	L - 2	2		

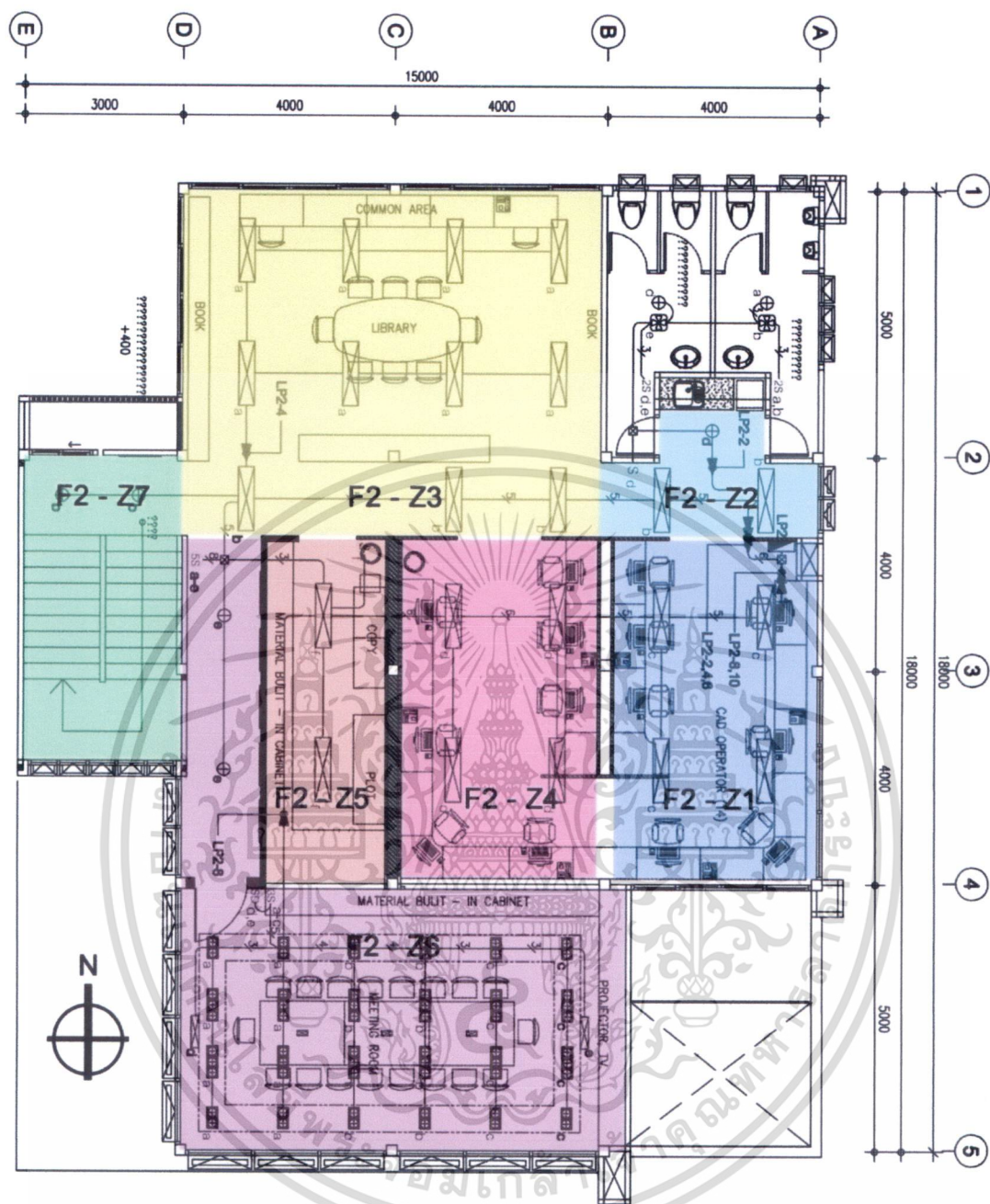
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.46 แผนผังเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 2

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.47 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 2

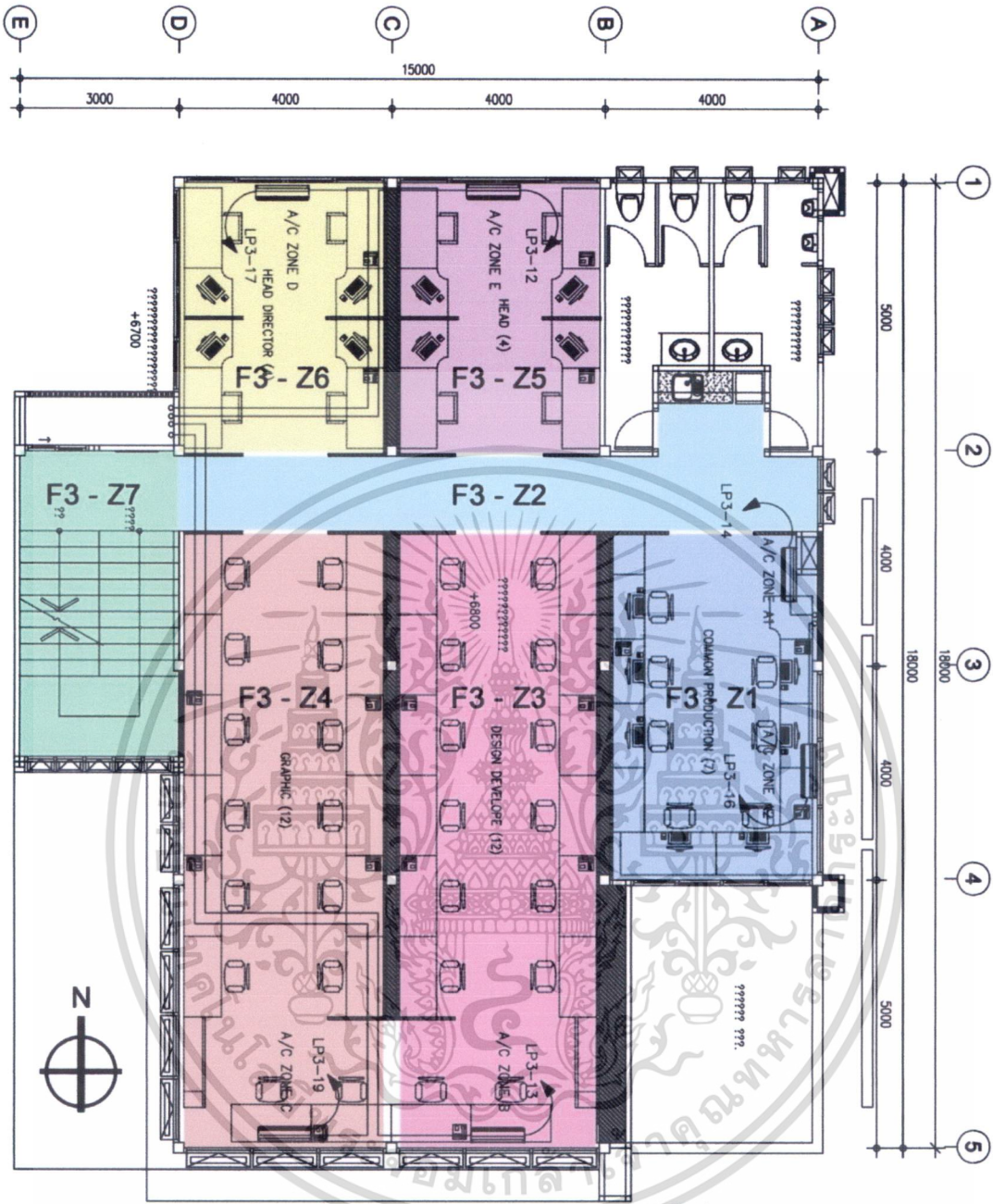
ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 3

ตารางที่ 3.6 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 3

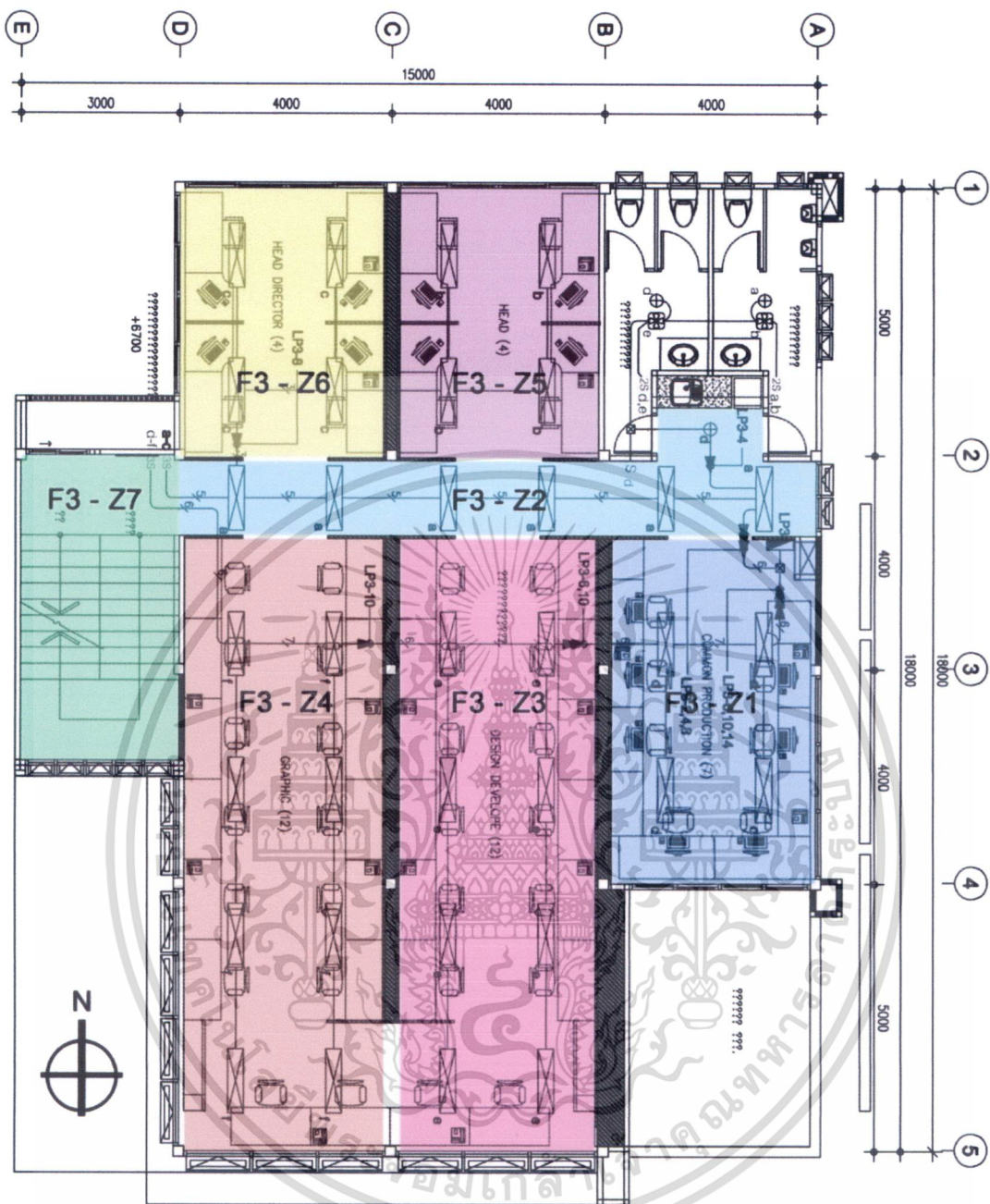
ZONE	หลอดไฟ	จำนวน	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน
F3 – Z1	L - 1	8	C - 4	2
F3 – Z2	L - 1	12		
	L - 2	1		
F3 – Z3	L - 1	16	C – 4	1
F3 – Z4	L - 1	16	C - 4	1
F3 – Z5	L - 1	8	C - 4	1
F3 – Z6	L - 1	8	C - 4	1
F3 – Z7	L - 2	1		



ภาพที่ 3.48 ผังแสดงเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 3

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.49 แผนผังห้องไฟชั้นที่ 3

ที่มา Landscape Tectonix Limited

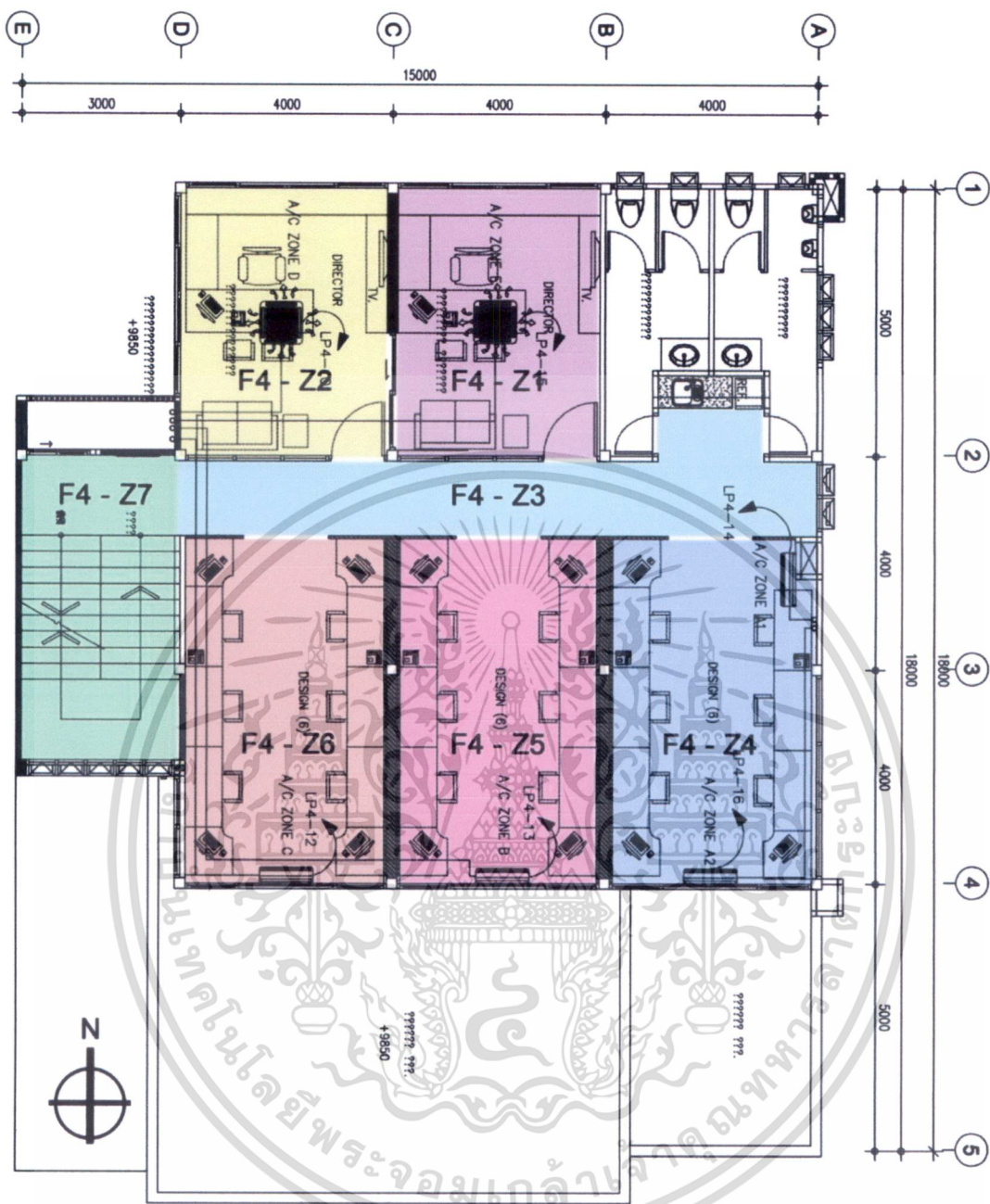
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 ตำแหน่งหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 4

ตารางที่ 3.7 จำนวนหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศชั้น 4

ZONE	หลอดไฟ	จำนวน	เครื่องปรับอากาศ	จำนวน
F4 – Z1	L - 1	8	C - 2	1
F4 – Z2	L - 1	8	C - 2	1
F4 – Z3	L - 1	12		
	L - 2	1		
F4 – Z4	L - 1	8	C - 3	2
F4 – Z5	L - 1	8	C - 3	1
F4 – Z6	L - 1	8	C - 3	1
F4 – Z7	L - 2	1		

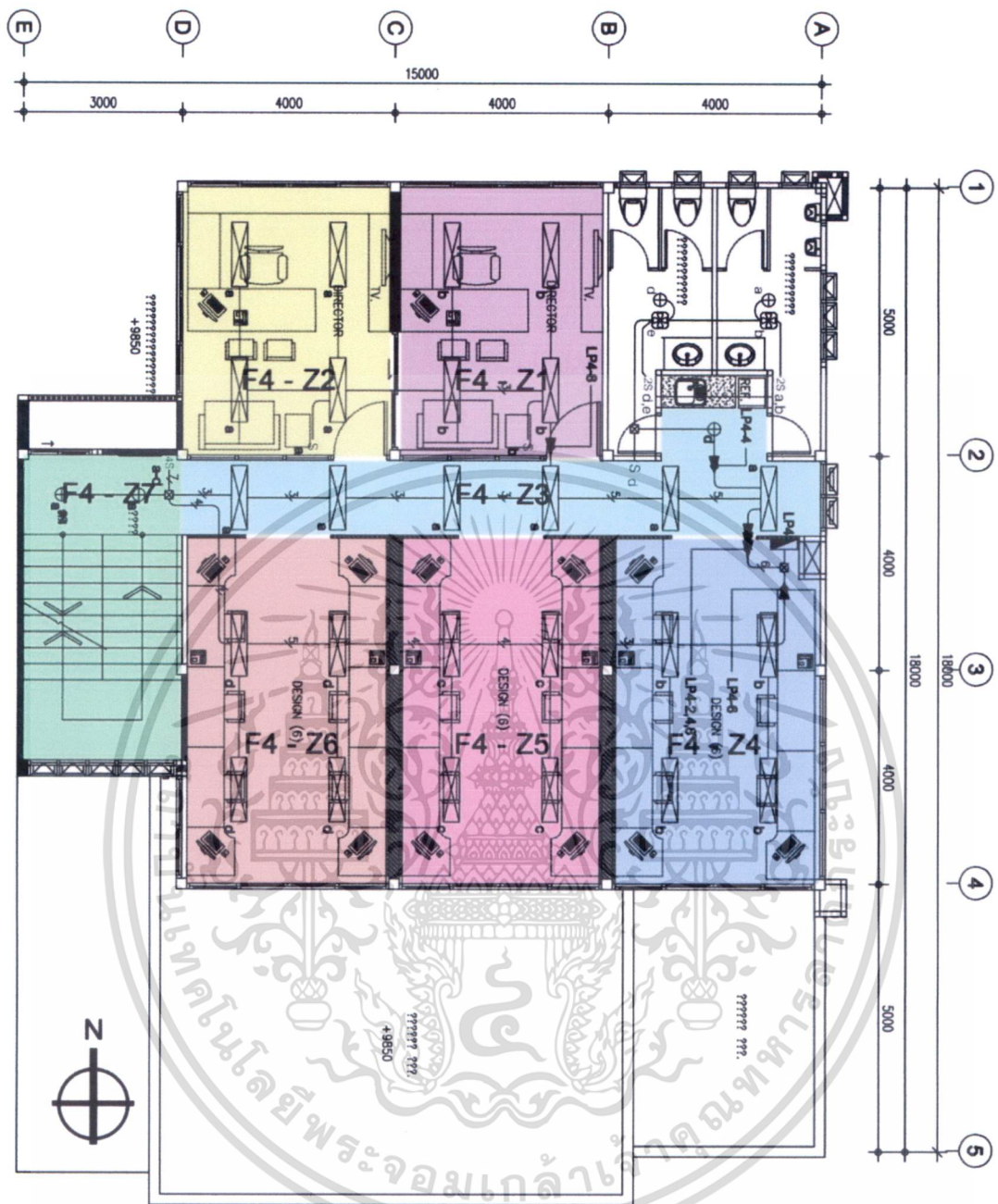
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.50 แผนผังเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 4

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.51 ผังแสดงหลอดไฟชั้นที่ 4

ที่มา Landscape Tectonix Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ส่วนประกอบผนัง (COMPONENT OF SECTION)

ในส่วนของ COMPONENT OF SECTION คือการแบ่งส่วนประกอบของผนังออกเป็นชนิดต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบกันเป็นผนังในแต่ละด้านโดยจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.1.1 ส่วนประกอบผนังทึบ

ส่วนประกอบของผนังทึบจะรวมไปถึงส่วนที่เป็นหลังคาด้วยเช่นกัน แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่

- 1. ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน ความหนา 10 เซนติเมตร
- 2. ผนังคานคอนกรีต ความหนา 30 เซนติเมตร
- 3. ผนังเสาคอนกรีต ความหนา 30 เซนติเมตร
- 4. หลังคาคอนกรีต ความหนา 20 เซนติเมตร
- 5. หลังคาเหล็กติดตั้งฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 0.25 เซนติเมตร

Component of Section					
Table: List of Component of Section					
New Data Save Data Delete Data					
Opaque Component Transparent Component					
	Edit	Component Name	Wall/Roof	Surface Color	Description
▶ 1	Edit	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	Wall	Surface of dark color	
2	Edit	ผนังคานคอนกรีต	Wall	Surface of dark color	
3	Edit	ผนังเสาคอนกรีต	Wall	Surface of dark color	
4	Edit	หลังคาคอนกรีต	Roof	Surface of pale color	
5	Edit	หลังคาเหล็ก	Roof	Reflective and white surface	

ภาพที่ 4.1 ส่วนประกอบของผนังทึบ

ที่มา โปรแกรม BEC

4.1.2 ส่วนประกอบผนังโปร่งแสง

ส่วนประกอบของผนังโปร่งแสง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. กระจก Ocean Green Float Glass ความหนา 6 มิลลิเมตร ในส่วนของหน้าต่างอาคาร
2. กระจก Clear Float Glass ความหนา 10 มิลลิเมตร ในส่วนของผนังทางเข้าอาคาร

Component of Section					
Table: List of Component of Section					
New DataSave DataDelete Data					
Opaque ComponentTransparent Component					
	Component Name	Wall/Roof	SHGC	Transmittant	Description
▶ 1	Clear Float Glass 10 mm	Wall		0.76	0.85
2	Ocean Green Float Glass 6 mm	Wall		0.6	0.76

ภาพที่ 4.2 ส่วนประกอบของผนังโปร่งแสง

ที่มา โปรแกรม BEC

4.2 ชนิดของเปลือกอาคาร (SECTION OF WALL)

ส่วนของ SECTION OF WALL เป็นส่วนที่จัดองค์ประกอบของผนังในแต่ละประเภท ขึ้นมา โดยการนำเอาองค์ประกอบจาก COMPONENT OF SECTION มาประกอบกันเป็นผนัง และหลังคาในแต่ละประเภท ซึ่งอาคารกรณีศึกษามีผนังและหลังคารวมทั้งหมด 8 ประเภท แบ่งเป็นหลังคา 2 ประเภท และผนัง 6 ประเภท ประกอบไปด้วย

1. หลังคาแบบที่ 1 หลังคาคอนกรีต
2. หลังคาแบบที่ 2 หลังคาเหล็ก
3. ผนังแบบที่ 1 ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน
4. ผนังแบบที่ 2 ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบมีหน้าต่าง ไม่มีอุปกรณ์บังแดด
5. ผนังแบบที่ 3 ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบมีหน้าต่าง และมีอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง
6. ผนังแบบที่ 4 ผนังกระจก
7. ผนังแบบที่ 5 คาน
8. ผนังแบบที่ 6 เสา

Section of Wall

Table: List of Section

New DataSave DataDelete Data

	Edit	Section Name	Wall/Roof	Description
▶ 1	Edit	หลังคาแบบที่ 1 หลังคาคอนกรีต	Roof	▼
2	Edit	หลังคาแบบที่ 2 หลังคาเหล็ก	Roof	▼
3	Edit	ผนังแบบที่ 1 (ผนังคอนกรีต)	Wall	▼
4	Edit	ผนังแบบที่ 2 (ผนังคอนกรีตหน้าต่างกระจก)	Wall	▼
5	Edit	ผนังแบบที่ 3 (ผนังคอนกรีตกระบอก สีสดินเผาสี)	Wall	▼
6	Edit	ผนังแบบที่ 4 (ผนังกระจก)	Wall	▼
7	Edit	ผนังแบบที่ 5 (ฉนวน)	Wall	▼
8	Edit	ผนังแบบที่ 6 (เสา)	Wall	▼

ภาพที่ 4.3 การแบ่งประเภทของผนัง

ที่มา โปรแกรม BEC

4.3 ทิศทางของผนัง (WALL)

WALL เป็นการกำหนดทิศทางของผนังในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบไปด้วยองศาของผนังที่ทำต่อทิศทางนั้น ๆ และองศาของผนังที่กระทำต่อผืนดิน ซึ่งทิศทางต่าง ๆ นั้น รวมไปถึงการกำหนดทิศทางของหลังคาด้วยเช่นกัน

1. ผนังด้านทิศตะวันออก ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 270 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 90 องศา
2. ผนังด้านทิศเหนือ ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 180 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 90 องศา
3. ผนังด้านทิศตะวันตก ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 90 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 90 องศา
4. ผนังด้านทิศใต้ ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 0 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 90 องศา
5. หลังคาที่ 1 (หลังคาคอนกรีต) ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 0 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 0 องศา
6. หลังคาที่ 2 (หลังคาเหล็ก) ทำมุม PLANE AZIMUTH เท่ากับ 0 องศา ทำมุม INCLINATION เท่ากับ 0 องศา

Wall

Table: List of Wall

New DataSave DataDelete Data

	Edit	Wall Name	Wall/Roof	Plane Azimuth	Inclination	Description
▶ 1	Edit	ผนังทิศตะวันออก	Wall		270	90
2	Edit	ผนังทิศเหนือ	Wall		180	90
3	Edit	ผนังทิศตะวันตก	Wall		90	90
4	Edit	ผนังทิศใต้	Wall		0	90
5	Edit	หลังคาตอนนอก	Roof		0	0
6	Edit	หลังคาเหล็ก	Roof		0	0

ภาพที่ 4.4 การกำหนดทิศทางของผนัง

ที่มา โปรแกรม BEC

4.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (LIGHTINH EQUIPMENT)

ส่วนของ LIGHTING EQUIPMENT เป็นส่วนของการกำหนดชนิดของหลอดไฟ ซึ่งในส่วน
ของหลอดไฟนั้นมีด้วยกัน 7 ชนิด ประกอบไปด้วย

- 1. L1 หลอด Fluorescent T8 36 วัตต์
- 2. L2 หลอด Compact Fluorescent 14 วัตต์
- 3. L3 หลอด Compact Fluorescent 20 วัตต์
- 4. L4 หลอด Halogen 50 วัตต์

Lighting Equipment

Table: List of Lighting System

New DataSave DataDelete Data

	Luminaire Code	Electric Power Required (Watt)	Description
▶ 1	L-1		36
2	L-2		14
3	L-3		20
4	L-4		50

ภาพที่ 4.5 การกำหนดชนิดของหลอดไฟ

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนหลอดไฟ

ชนิดหลอดไฟ	จำนวนหลอด	สัญลักษณ์	รหัส
1. หลอด Fluorescent T8 36 วัตต์	196		L 1
2. หลอด Compact Fluorescent 14 วัตต์	11		L 2
3. หลอด Compact Fluorescent 20 วัตต์	87		L 3
4. หลอด Halogen 50 วัตต์	14		L 4

4.5 ระบบปรับอากาศ (AC SYSTEM)

ระบบปรับอากาศจะมีการแบ่งระบบออกเป็น 4 ระบบด้วยกัน ประกอบไปด้วย

- Split Type & Window Type
- Packaged Air Cooled Unit
- Packaged water Cooled Unit
- Central Air conditioning System

อาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารสำนักงานขนาดกลาง มีการใช้ระบบปรับอากาศแบบ Split Type & Window Type ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของอาคาร ในแต่ละส่วนของอาคารก็จะมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการใช้งานประกอบไปด้วย

1. C1 ขนาด 13,000 kBtu/h อัตราการกินไฟ 3.8 kW
2. C2 ขนาด 18,000 kBtu/h อัตราการกินไฟ 5.2 kW
3. C3 ขนาด 23,000 kBtu/h อัตราการกินไฟ 6.7 kW
4. C4 ขนาด 30,000 kBtu/h อัตราการกินไฟ 8.8 kW

Split Type & Window Type				
Table: List of Split Type and Window Type				
New Data Save Data Delete Data				
	Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)
▶ 1	C1	13000	kBtu/h	3.8
2	C2	18000	kBtu/h	5.3
3	C3	23000	kBtu/h	6.7
4	C4	30000	kBtu/h	8.8

ภาพที่ 4.6 การกำหนดชนิดของเครื่องปรับอากาศ

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 จำนวนเครื่องปรับอากาศ

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	รหัส	จำนวน
1. เครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 kBtu/h	C 1	3
2. เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 kBtu/h	C 2	6
3. เครื่องปรับอากาศขนาด 23,000 kBtu/h	C 3	10
4. เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 kBtu/h	C 4	6

4.6 การแบ่งพื้นที่อาคาร (BUILDING ZONE)

การแบ่ง BUILDING ZONE คือการแบ่งพื้นที่ของอาคาร เพื่อใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งรวมถึงค่าการส่งผ่านความร้อนของตัวอาคารด้วย โดยจะต้องมีการกำหนดค่าต่าง ๆ ของอาคารลงไปในแต่ละโซน โดยค่าต่าง ๆ ประกอบไปด้วย

4.6.1 LIST OF BUILDING ZONE ประกอบไปด้วย

- 1. ชื่อโซน
- 2. ชั้น
- 3. ขนาดพื้นที่ของโซน

Building Zone			
Table: List of Building Zone			
New Data Save Data Delete Data			
	Edit	Zone Name	Zone Floor
1	Edit	F1-Z1	1
2	Edit	F1-Z2	1
3	Edit	F1-Z3	1
4	Edit	F1-Z4	1
5	Edit	F1-Z5	1
6	Edit	F1-Z6	1
7	Edit	F1-Z7	1
8	Edit	F1-Z8	1
			Zone Area (m ²)
			36.5
			10.9
			15.75
			22.3
			21.3
			23.06
			29.16
			13.18

ภาพที่ 4.7 การกำหนดค่าต่าง ๆ ของโซน

ที่มา โปรแกรม BEC

4.6.2 EXTERIOR WALL

การกำหนดค่า EXTERIOR WALL จะเป็นการกำหนดทิศทางของผนัง ชนิดของผนัง และขนาดของผนังในโซนต่าง ๆ ที่ได้แบ่งเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table: Components in Building Zone

Zone Name

New Data

Save Data

Delete Data

Exterior Wall	Lighting Equipment	DX A/C Unit	Central A/C Equipment	Other Equipment	
Wall Name	Section Name		Area (m^2)		
▶ 1	ผนังติดใต้	▼	ผนังแบบที่ 2 (ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก)	▼	3.9
2	ผนังติดใต้	▼	ผนังแบบที่ 4 (ผนังกระจก)	▼	11.4
3	ผนังติดใต้	▼	ผนังแบบที่ 5 (ฉนวน)	▼	2.12
4	ผนังติดใต้	▼	ผนังแบบที่ 6 (เสา)	▼	0.68
5	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 1 (ผนังคอนกรีต)	▼	5.7
6	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 4 (ผนังกระจก)	▼	6.3
7	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 5 (ฉนวน)	▼	1.52
8	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 6 (เสา)	▼	0.6
9	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 1 (ผนังคอนกรีต)	▼	13.5
10	ผนังติดระแนง	▼	ผนังแบบที่ 6 (เสา)	▼	1.8

ภาพที่ 4.8 การกำหนดคุณสมบัติผนัง
ที่มา โปรแกรม BEC

4.6.3 LIGHTING EQUIPMENT

การกำหนดค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีอยู่ในแต่ละโซน เริ่มจากการระบุโค้ดของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ได้กำหนดเอาไว้ใน LIGHTING EQUIPMENT แล้วทำการระบุจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร

Table: Components in Building Zone

Zone Name

New Data

Save Data

Delete Data

Exterior Wall

Lighting Equipment

DX A/C Unit

Central A/C Equipment

Other Equipment

	Luminaire Code	Quantity
▶ 1	L-3	11
2	L-4	5

ภาพที่ 4.9 การกำหนดค่าอุปกรณ์แสงสว่าง
ที่มา โปรแกรม BEC

4.6.4 DX A/C UNIT

เป็นการระบุชนิดของเครื่องปรับอากาศซึ่งได้มีการกำหนดเอาไว้ใน A/C SYSTEM แล้วทำการระบุจำนวนของเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่ในแต่ละโซน เพื่อใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

Table: Components in Building Zone

Zone Name F1-Z1

New DataSave DataDelete Data

Exterior WallLighting EquipmentDX A/C UnitCentral A/C EquipmentOther Equipment

	DX A/C Name	Quantity
▶ 1	C1	1

ภาพที่ 4.10 การกำหนดค่าเครื่องปรับอากาศ

ที่มา โปรแกรม BEC

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของโซนต่าง ๆ ภายในอาคาร

ZONE	AREA m ²	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m ²	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
FLOOR 1								
F1-Z1	36.50	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 1	5.70	L3	11	C1	1
			ผนังแบบที่ 4	6.30	L4	5		
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.60				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	3.90				
			ผนังแบบที่ 4	11.4				
			ผนังแบบที่ 5	2.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	13.50				
			ผนังแบบที่ 6	1.80				
		หลังคา คอนกรีต	หลังคาแบบที่ 1	16.20				
ZONE	AREA m2	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m2	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F1-Z2	10.90	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 1 ผนังแบบที่ 5	7.50 0.60	L1	4	C1	1
F1-Z3	15.75	ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 1 ผนังแบบที่ 5 ผนังแบบที่ 6	11.40 1.60 0.60	L3	10	C2	1
F1-Z4	22.30	ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2 ผนังแบบที่ 5 ผนังแบบที่ 6	11.40 1.52 1.36	L1	8	C2	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ZONE	AREA m2	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m2	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F1-Z5	21.30	ผนังด้านทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	11.40	L1	8	C2	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	11.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F1-Z6	23.06	ผนังด้านทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	3.80	L3	6		
			ผนังแบบที่ 5	0.52	L4	9		
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F1-Z7	29.16	ผนังด้านทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	15.90	L1	10	C4	1
			ผนังแบบที่ 5	2.12				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	5.70				
			ผนังแบบที่ 5	0.76				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F1-Z8	13.18	ผนังด้านทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	10.02	L2	2		
			ผนังแบบที่ 5	0.68				
			ผนังแบบที่ 6	1.52				
		ผนังด้านทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 1	0.68				
			ผนังแบบที่ 5	0.68				
			ผนังแบบที่ 6	1.12				
FLOOR 2								
F2-Z1	27.06	ผนังด้านทิศใต้	ผนังแบบที่ 3	11.40	L1	8	C3	2
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	18.90				
ผนังแบบที่ 5	1.52							
ผนังแบบที่ 6	1.36							
ZONE	AREA m2	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m2	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F2-Z2	9.08	ผนังด้านทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	3.90	L1	4		
			ผนังแบบที่ 5	0.52	L2	1		
			ผนังแบบที่ 6	0.68				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ZONE	AREA m2	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m2	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F2-Z4	26.4				L1	8	C3	1
F2-Z5	27.06				L1	4		
F2-Z6	43.00	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 1	14.40	L2	2	C2	1
			ผนังแบบที่ 5	1.72	L3	60	C3	1
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	22.80				
			ผนังแบบที่ 5	3.04				
			ผนังแบบที่ 6	2.04				
		ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	20.10				
			ผนังแบบที่ 5	1.92				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F2-Z7	18.3	ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	17.10	L2	2		
			ผนังแบบที่ 5	2.27				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
			FLOOR 3					
F3-Z1	26.40	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 1	7.50	L1	8	C4	2
			ผนังแบบที่ 2	18.90				
			ผนังแบบที่ 5	2.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 3	11.40				
			ผนังแบบที่ 5	0.68				
			ผนังแบบที่ 6	1.52				
		ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	22.80				
			ผนังแบบที่ 5	3.04				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	14.40				
			ผนังแบบที่ 5	2.67				
			ผนังแบบที่ 6	2.04				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ZONE	AREA m2	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m2	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F3-Z2	20.28	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	3.90	L1	12		
			ผนังแบบที่ 5	0.52	L2	1		
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F3-Z3	47.54	ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 1	14.40	L1	16	C4	1
			ผนังแบบที่ 5	1.72				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	11.4				
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		หลังคา คอนกรีต	หลังคาแบบที่ 1	2.59				
F3-Z4	47.56	ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	11.40	L1	16	C4	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	20.10				
			ผนังแบบที่ 5	2.68				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		หลังคา คอนกรีต	หลังคาแบบที่ 1	24.59				
F3-Z5	20.80	ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	11.40	L1	8	C4	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
F3-Z6	21.32	ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	14.40	L1	8	C4	1
			ผนังแบบที่ 5	1.92				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	11.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
F3-Z7	17.70	ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	17.10	L2	1		
			ผนังแบบที่ 5	2.27				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ZONE	AREA m ²	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m ²	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
FLOOR 4								
F4-Z1	20.28	ผนังด้านทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	11.40	L1	8	C2	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		หลังคาเหล็ก	หลังคาแบบที่ 2	19.20				
F4-Z2	21.32	ผนังด้านทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	11.40	L1	8	C2	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	14.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.92				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		หลังคาเหล็ก	หลังคาแบบที่ 2	19.20				
F4-Z3	20.28	ผนังด้านทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	3.90	L1	12		
			ผนังแบบที่ 5	0.52	L2	1		
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		หลังคาเหล็ก	หลังคาแบบที่ 2	18.88				
F4-Z4	27.06	ผนังด้านทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	18.90	L1	8	C3	2
			ผนังแบบที่ 5	2.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศใต้	ผนังแบบที่ 3	10.45				
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
F4-Z5	26.40	ผนังด้านทิศใต้	หลังคาแบบที่ 2	27.2	L1	8	C3	1
		หลังคาเหล็ก	หลังคาแบบที่ 2	27.20				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ZONE	AREA m ²	WALL NAME	SECTION NAME	AREA m ²	LIGHT EQUIPMENT	QUANTITY	DX A/C UNIT	QUANTITY
F4-Z6	27.06	ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 3	10.45	L1	8	C3	1
			ผนังแบบที่ 5	1.52				
			ผนังแบบที่ 6	1.36				
		ผนังด้านทิศ ตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	5.23				
			ผนังแบบที่ 5	0.76				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		หลังคาเหล็ก	หลังคาแบบที่ 2	21.60				
F4-Z7	17.70	ผนังด้านทิศ ตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	17.10	L2	1		
			ผนังแบบที่ 5	2.27				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ ใต้	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		ผนังด้านทิศ เหนือ	ผนังแบบที่ 2	8.40				
			ผนังแบบที่ 5	1.12				
			ผนังแบบที่ 6	0.68				
		หลังคา คอนกรีต	หลังคาแบบที่ 1	19.2				

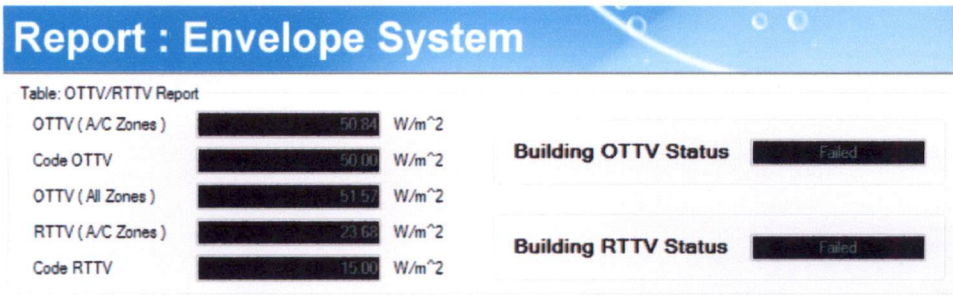
หมายเหตุ : รายละเอียด SECTION NAME แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.2
รายละเอียด LIGHT EQUIPMENT แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.4
รายละเอียด DX A/C UNIT แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.5

4.7 ผลการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากโปรแกรม Building Energy Code (REPORT)

4.7.1 การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร (ENVELOP SYSTEM)

อาคารกรณีศึกษามีค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารทั้งส่วนของผนัง OTTV และหลังคา RTTV เกินเกณฑ์มาตรฐานที่ได้มีการกำหนดเอาไว้ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ฉบับที่ 2 ซึ่งค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังหรือ OTTV อยู่ที่ 50.84 W/m² ซึ่งค่ามาตรฐานของอาคารสำนักงานได้มีการกำหนดเอาไว้ที่ 50 W/m² และค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาหรือ RTTV อยู่ที่ 23.68 W/m² ซึ่งค่ามาตรฐานของอาคารสำนักงานได้มีการกำหนดเอาไว้ที่ 15 W/m²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร
ที่มา โปรแกรม BEC

เมื่อทำการคำนวณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารแยกตามทิศทางของผนังและ
ประเภทของหลังคาจะพบว่า ผนังทางด้านทิศตะวันออกมีค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือก
อาคารมากที่สุดอยู่ที่ 57.76 W/m^2 เป็นผลมาจากผนังด้านนี้ มิได้มีการรับความร้อนจากภายนอก
ตัวอาคาร และมีอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังที่มากที่สุด ทำให้การส่งผ่านความร้อนมีปริมาณที่
มากตามไปด้วย รองลงมาคือผนังทางด้านทิศใต้ 53.00 W/m^2 ผนังด้านนี้ถึงแม้ว่าจะเป็นด้านที่โดน
แดดมากที่สุดและมีอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังที่มากที่สุด แต่การส่งผ่านความร้อนกลับน้อย
กว่าผนังด้านทิศตะวันออกเนื่องจาก ผนังด้านทิศใต้ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวดิ่งเข้าไปด้วย
ช่วยทำให้ลดการถ่ายเทความร้อนลงไปในระดับหนึ่ง แต่ก็ไม่เพียงพอให้ค่าการส่งผ่านความร้อน
ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแต่อย่างใด ทิศตะวันตกมีค่าการส่งผ่านความร้อนอยู่ที่ 49.74 W/m^2 และทิศ
เหนือ 41.09 W/m^2 ในส่วนของหลังคา หลังคาคอนกรีตมีค่าการส่งผ่านความร้อนอยู่ที่ 41.62 W/m^2
ซึ่งเป็นผลมาจากหลังคาคอนกรีตมิได้มีการป้องกันความร้อนจากภายนอกตัวอาคารแต่
อย่างใดประกอบกับวัสดุที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนและการดูดซับความร้อนที่มาก ทำให้การ
ส่งผ่านความร้อนของหลังคามีปริมาณที่มากตามไปด้วย ส่วนหลังคาเหล็กมีค่าการส่งผ่านความ
ร้อนอยู่ที่ 13.43 W/m^2 ซึ่งหลังคาเหล็กนี้ได้มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนทำให้ช่วยลดความร้อนที่
ส่งผ่านเข้ามาได้เป็นอย่างดี

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศตะวันออก

Roof

หลังคาตอนนอก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 ผนังทิศตะวันออก	Wall		57.76	0.12

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศเหนือ

Roof

หลังคาเหล็ก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 ผนังทิศเหนือ	Wall		41.09	0.22

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศตะวันตก

Roof

หลังคาตอนนอก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 ผนังทิศตะวันตก	Wall		49.74	0.19

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศใต้

Roof

หลังคาตอนนอก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 ผนังทิศใต้	Wall		53.00	0.27

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศใต้

Roof

หลังคาตอนนอก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 หลังคาตอนนอก	Roof		41.62	0.00

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

Wall

ผนังทิศตะวันออก

Roof

หลังคาเหล็ก

Total Wall OTTV/RTTV Report	OTTV/RTTV by Section	Opaque Components in Wall	Transparent Components in Wall	Component Area per Wall
Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR	
1 หลังคาเหล็ก	Roof		13.43	0.00

ภาพที่ 4.12 ค่าการส่งผ่านความร้อนแยกตามผนังและหลังคา
ที่มา โปรแกรม BEC

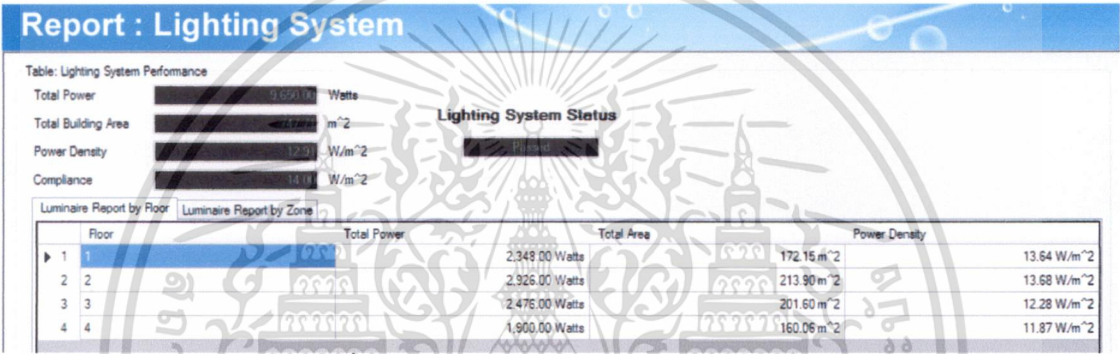
ตารางที่ 4.4 ค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังและหลังคา

ผนัง	OTTV	หลังคา	RTTV
ผนังทิศตะวันออก	57.76 W/m ²	หลังคาคอนกรีต	41.62 W/m ²
ผนังทิศเหนือ	41.09 W/m ²	หลังคาเหล็ก	13.43 W/m ²
ผนังทิศตะวันตก	49.74 W/m ²	รวม	23.68 W/m ²
ผนังทิศใต้	53.00 W/m ²	เกณฑ์มาตรฐาน	15.00 W/m ²
รวม	50.84 W/m ²		
เกณฑ์มาตรฐาน	50 W/m ²		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (LIGHTING EQUIPMENT)

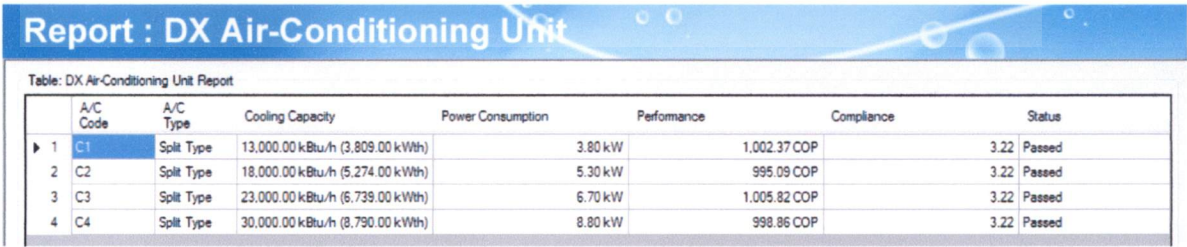
อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยที่อัตราการใช้พลังงานทั้งหมดอยู่ที่ 12.91 W/m² โดยที่เกณฑ์มาตรฐานอยู่ที่ 14.00 W/m² เมื่อทำการแยกการใช้พลังงานออกตามชั้นพบว่า ชั้นที่ 2 มีการใช้พลังงานในส่วนระบบไฟฟ้าแสงสว่างมากที่สุดอยู่ที่ 13.68 W/m² เนื่องจากจากชั้นที่ 2 มีช่องเปิดในปริมาณที่น้อย ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในปริมาณที่มาก ส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานในปริมาณที่มากตามไปด้วย ในทางตรงกันข้าม ชั้นที่ 4 มีช่องเปิดในปริมาณที่มาก มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในปริมาณที่น้อยส่งผลให้การใช้พลังงานน้อยตามไปด้วยซึ่งอยู่ที่ 11.87 W/m²



ภาพที่ 4.13 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง
ที่มา โปรแกรม BEC

4.7.3 การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ (DX AIR-CONDITIONING UNIT)

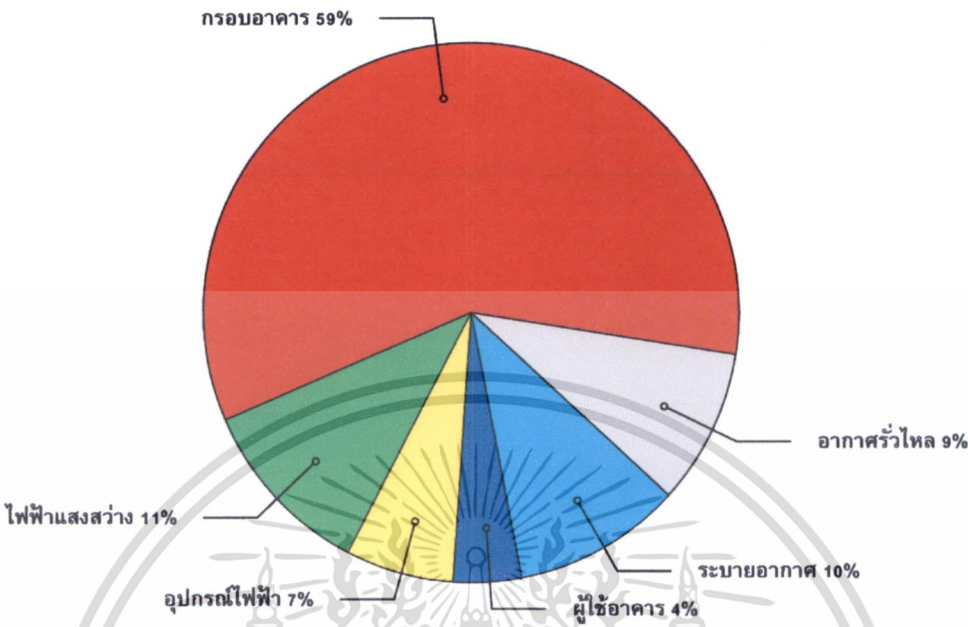
เครื่องปรับอากาศที่อาคารกรณีศึกษาได้มีการแบ่งขนาดของเครื่องปรับอากาศออกตามพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีสมรรถนะสูง ทำให้การใช้พลังงานในส่วนนี้ไม่มากเกินความจำเป็นและผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดเอาไว้



ภาพที่ 4.14 ค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ
ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

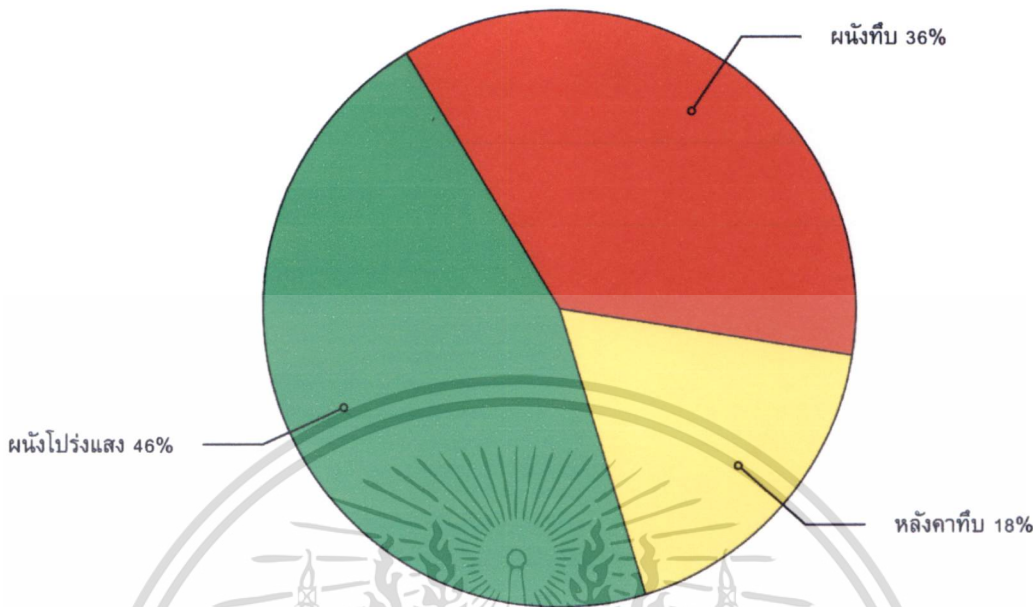


กราฟที่ 4.1 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

กรอบอาคาร	528	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่าง	97	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้า	58	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
ผู้ใช้อาคาร	36	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
ระบายอากาศ	90	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
อากาศรั่วไหล	81	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
ภาระทั้งหมด	890	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง

ระบบกรอบอาคารเป็นระบบที่มีภาระในระบบปรับอากาศมากที่สุดเนื่องจาก ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารส่วนใหญ่มาจากการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคาร รองลงมาเป็นความร้อนที่เกิดจากไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบระบายอากาศ การรั่วไหลของอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้า และผู้ใช้อาคาร ตามลำดับ

2. ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ



กราฟที่ 4.2 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

ผนังทึบ	192	กิโวลต์- ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	243	กิโวลต์- ชั่วโมง
หลังคาทึบ	93	กิโวลต์- ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	528	กิโวลต์- ชั่วโมง

ผนังโปร่งแสงเป็นส่วนที่สร้างภาระในระบบปรับอากาศมากที่สุด เนื่องจาก อาคารกรณีศึกษามีช่องเปิดเป็นจำนวนมาก ประกอบกับช่องเปิดเหล่านี้ใช้กระจกที่มีคุณภาพต่ำ และเป็นกระจกที่ไม่สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารได้ ทำให้ความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารเป็นจำนวนมาก รองลงมาได้แต่ส่วนของผนังทึบ และหลังคาทึบ ตามลำดับ

4.7.4 การใช้พลังงานรวมทั้งอาคาร (WHOLE BUILDING ENERGY)

อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 2 ซึ่งในส่วนนี้โปรแกรมจะทำการคำนวณการใช้งานรวมของทั้งอาคาร (Net Energy Consumption (Evaluated Building)) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานของอาคารตัวอย่าง (Net Energy Consumption

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Referenced Building) ที่โปรแกรมได้กำหนดเอาไว้เพื่อวัดมาตรฐานการใช้พลังงานของอาคาร ผลการคำนวณประกอบไปด้วย

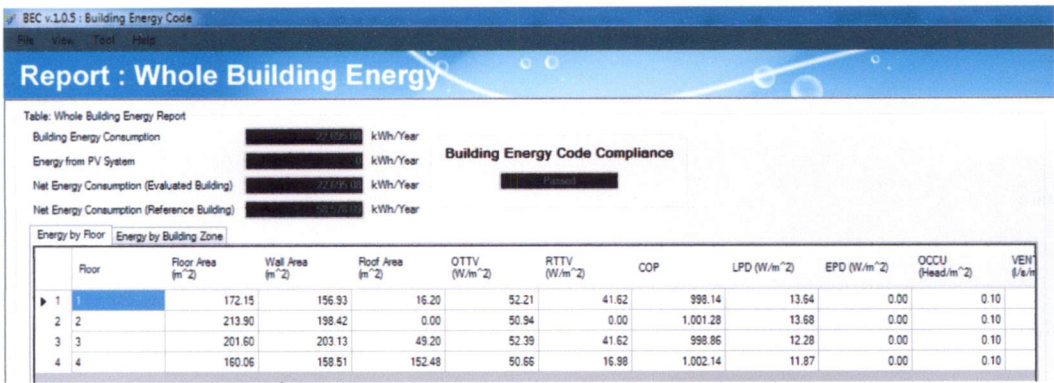
1. Building Energy Consumption	22,695.08	kWh/Year
2. Energy form PV System	0	kWh/Year
3. Net Energy Consumption (Evaluated Building)	22,695.08	kWh/Year
4. Net Energy Consumption (Referenced Building)	58,578.09	kWh/Year

ในส่วนของ Energy form PV System ซึ่งเป็นส่วนของพลังงานจากระบบพลังงานทดแทนที่อาคารสามารถผลิตได้มีค่าเป็น 0 เนื่องจาก อาคารกรณีศึกษามีได้มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าป้อนเข้าสู่ระบบ จากรายงานผลการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาคารกรณีศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย

- 1. ENVELOP SYSTEM
- 2. LIGHTING EQUIPMENT
- 3. DX AIR-CONDITIONING UNIT

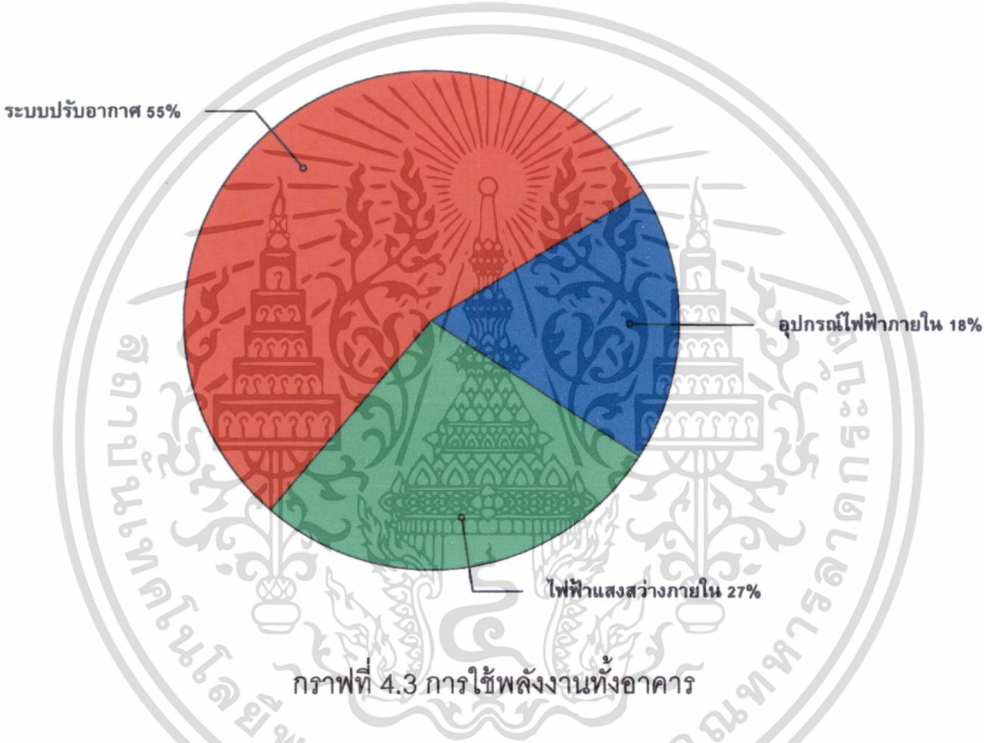
ผลการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากโปรแกรม Building Energy Code ระบบ ENVELOP SYSTEM เป็นเพียงระบบเดียวที่มีค่าเกินจากเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดเอาไว้ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แต่ในระบบ LIGHTING EQUIPMENT (ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง) และระบบ DX AIR-CONDITIONING UNIT (ระบบปรับอากาศ) มีค่าการใช้พลังงานที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่งผลให้ค่าใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคาร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

หากทำการแยกผลการคำนวณการใช้พลังงานรวมทั้งอาคารออกเป็นชั้นจะพบว่า ชั้นที่ 2 จะมีการใช้พลังงานที่มากกว่าชั้นอื่นเนื่องจาก สัดส่วนของช่องเปิดที่มีอยู่น้อยทำให้การใช้งานในส่วน of ไฟฟ้าแสงสว่างมีปริมาณที่มากกว่าชั้นอื่น รวมถึงปริมาณเครื่องปรับอากาศที่มากกว่าชั้นอื่น และขนาดของเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่กว่า ทำให้การใช้พลังงานของชั้น 2 มีปริมาณที่มากที่สุด



รูปภาพที่ 4.15 รูปภาพแสดงค่าการคำนวณการใช้พลังงานรวม

ที่มา โปรแกรม BEC



ระบบปรับอากาศ	287	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน	141	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน	91	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
รวมพลังงาน	519	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

การใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคารส่วนใหญ่เป็นการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ซึ่งมากถึง 287 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือ 55 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร รองลงมาเป็นการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายใน 141 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือ 27 เปอร์เซ็นต์ และ อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน 91 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือ 18 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

แนวทางการปรับปรุงและบทสรุป

อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดเอาไว้ โดยอาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานเพียง 3 ระบบ ได้แก่

- 1. ENVELOP SYSTEM การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร
- 2. LIGHTING EQUIPMENT การใช้พลังงานในอุปกรณ์แสงสว่าง
- 3. DX AIR-CONDITIONING UNIT การใช้พลังงานในเครื่องปรับอากาศ

การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ เป็นสองระบบที่มีการใช้พลังงานผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารนั้นยังมีค่าการส่งผ่านความร้อนที่เกินจากเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งส่วนที่เป็นผนังและหลังคา ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะทำการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพื่อให้อาคารมีการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารไม่เกินไปจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเอาไว้

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณจากโปรแกรม BEC และค่ามาตรฐาน

	ผลการคำนวณผ่านโปรแกรม BEC	ค่ามาตรฐาน	การเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน
Envelope System			
- OTTV	50.84 W/m ²	50.00 W/m ²	ไม่ผ่านเกณฑ์
- RTTV	23.68 W/m ²	15 W/m ²	ไม่ผ่านเกณฑ์
Lighting System	12.91 W/m ²	14.00 W/m ²	ผ่านเกณฑ์
DX Air - Conditioning Unit	Power Consumption	compliance	
- C - 1	3.80 kW	3.22	ผ่านเกณฑ์
- C - 2	5.30 kW	3.22	ผ่านเกณฑ์
- C - 3	6.70 kW	3.22	ผ่านเกณฑ์
- C - 4	8.80 kW	3.22	ผ่านเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

	ผลการคำนวณผ่าน โปรแกรม BEC	ค่ามาตรฐาน	การเปรียบเทียบกับ เกณฑ์มาตรฐาน
Central Air-Conditioning Unit	-	-	-
PV System	-	-	-
Hot Water System	-	-	-
Whole Building Energy	22,695.08 kWh/year	58,578.09 kWh/year	ผ่านเกณฑ์

5.1 แนวทางในการปรับปรุงเปลือกอาคาร

5.1.1 ผนังอาคาร

การแก้ไขปรับปรุงอาคาร ผู้วิจัยได้เลือกที่จะทำการปรับปรุงในส่วนช่องเปิดของอาคารเท่านั้น เนื่องจากการปรับปรุงช่องเปิดเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัดกว่าการปรับปรุงผนังทึบของอาคาร โดยกระจกที่นำมาใช้ในอาคารกรณีศึกษานั้น เป็นเพียงแค่กระจกสีเขียวธรรมดาเท่านั้น จึงไม่สามารถที่จะป้องกันความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารได้ และตัวอาคารกรณีศึกษามีสัดส่วนระหว่างช่องเปิดที่เป็นกระจกต่อผนังทึบมาก การปรับปรุงกระจกของช่องเปิดต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 5.2 อัตราส่วนระหว่างช่องเปิดและผนังทึบ

	รูปด้าน 1 (ทิศตะวันออก)	รูปด้าน 2 (ทิศตะวันตก)	รูปด้าน 3 (ทิศใต้)	รูปด้าน 4 (ทิศเหนือ)
ขนาดทั้งหมด (ตารางเมตร)	152.87	201.8	231.66	150.13
ขนาดช่องเปิด (ตารางเมตร)	53.04	67.92	95.23	41.94
ขนาดผนังทึบ (ตารางเมตร)	99.83	133.88	136.43	108.19
อัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังทึบ (เปอร์เซ็นต์)	34.7 : 65.3	27.43 : 72.57	41.1 : 58.9	27.9 : 72.1

ตารางที่ 5.3 คุณสมบัติของกระจกแต่ละชนิด

	ฟิล์มกรองแสง	กระจกตัดแสง Ocean Green	กระจกสะท้อนแสง Ocean Green	กระจกกันความร้อน Low – E Ocean Green
ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา (SC)	-	0.65	0.28	0.27
ค่าการนำความร้อน (W/mK)	-	0.909	-	-
ค่าสะท้อนแสง (%)	4	7	29	38
ค่าส่องผ่านแสง (%)	0.3	74	14	7
ค่าสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ (%)	4	5	24	33
ค่าส่องผ่านรังสีแสงอาทิตย์ (%)	22	43	10	5
ค่าการดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ (%)	73	52	66	62

1. ติดฟิล์มกรองแสง

การติดฟิล์มกรองแสงเป็นวิธีการที่ง่ายและมีความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากราคาของฟิล์มกรองแสงและค่าแรงในการติดตั้งที่ต่ำ รวมถึงระยะเวลาการทำงานที่ไม่มาก ทำให้การติดฟิล์มกรองแสงมีความนิยมมากในปัจจุบัน แต่การติดฟิล์มกรองแสงที่นิยมใช้ไม่ได้มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน ถึงแม้ว่าจะช่วยทำให้การส่งผ่านความร้อนลดลงแต่ก็เป็นเพียงปริมาณที่เล็กน้อยเท่านั้น และการติดฟิล์มกรองแสงยังทำให้แสงส่องผ่านเข้ามาในตัวอาคารได้น้อยลงด้วย แต่ข้อเสียของการติดฟิล์มกรองแสงคือ อายุการใช้งานของแผ่นฟิล์มที่น้อย และการดูแลรักษาที่ยุ่งยาก การสูญเสียสภาพของฟิล์มก็เป็นไปได้ง่าย ทำให้ในระยะยาวแล้วการติดฟิล์มกรองแสงจะไม่คุ้มค่าเท่ากับการเปลี่ยนกระจก ซึ่งทำเพียงครั้งเดียว แต่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าและวิธีการดูแลรักษาที่ไม่ยุ่งยาก คุณสมบัติของกระจกที่ติดฟิล์มกรองแสงประกอบไปด้วย

2. ใช้กระจก LOW – E

การเปลี่ยนกระจกเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ย่าง สะดวกและประหยัด ถึงแม้ว่าจะไม่เท่ากับการติดฟิล์มกรองแสงก็ตาม แต่การเปลี่ยนกระจกจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าการติดฟิล์มมาก และการดูแลรักษาที่ไม่ยุ่งยาก โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กระจก LOW – E ซึ่งในปัจจุบัน กระจกชนิดดังกล่าวมีความนิยมนำมาใช้ในอาคารขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อช่วยลดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารซึ่งคุณสมบัติของกระจกประกอบไปด้วย

5.1.2 หลังคาอาคาร

หลังคาของอาคารกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่เป็นหลังคาคอนกรีตและหลังคาเหล็ก จากการคำนวณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารพบว่า ส่วนของหลังคาคอนกรีตมีค่าการส่งผ่านความร้อนเกินเกณฑ์มาตรฐานมาก เป็นผลมาจาก หลังคาส่วนดังกล่าวมิได้มีการป้องกันการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคารแต่อย่างใด แต่ในส่วนของหลังคาเหล็กได้มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนมาพร้อมกับหลังคาเรียบร้อยแล้วจึงทำให้การส่งผ่านความร้อนในส่วนดังกล่าวเกินไปจากเกณฑ์มาตรฐานไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารในส่วนของหลังคาคอนกรีตเพียงเท่านั้น โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ฉนวนที่มีการติดตั้งเป็นแบบพ่นเท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด ส่วนฉนวนแบบอื่นถึงแม้ว่าจะมีการป้องกันความร้อนที่ดีกว่า แต่ด้วยการติดตั้งที่ยุ่งยากจึงไม่ได้เลือกนำมาทำการวิจัย

ตารางที่ 5.4 ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคากรณีศึกษา

หลังคา	RTTV	เกณฑ์มาตรฐาน
หลังคาคอนกรีต	41.62 W/m ²	15 W/m ²
หลังคาเหล็ก	13.43 W/m ²	15 W/m ²

ตารางที่ 5.5 คุณสมบัติวัสดุฉนวน

	ฉนวนโฟม โพลีเอทิลีน	ฉนวนโฟม โพลียูรีเทน	Ceramic Coating
ความหนาแน่นมาตรฐาน	41-50 กก/ลบ.ม.	35 กก/ลบ.ม.	1.3 – 1.35 กก/ลบ.ม.
ค่าการนำความร้อน	0.030 W/mK	0.017 – 0.023 W/mK	0.00654 W/mK
ค่าการต้านทางความร้อน	4.136 hr.ft f/Btu.	7.296 hr.ft f/Btu.	-
อุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสม	-80 – 85 °C	-85 – 100 °C	น้อยกว่า 80 °C
ค่าความคงทนต่อเปลวไฟ	ติดไฟแต่ดับเอง เนื่องจากผสมสารกัน ไฟลาม	ติดไฟแต่ดับเอง เนื่องจากผสมสารกัน ไฟลาม	ไม่ลามไฟ
การทนต่อการรูดฉนวน	ทนกรด ทนด่าง	ทนกรด ทนด่าง	ทนกรด ทนด่าง
ความปลอดภัย สวดกสบายขณะใช้งาน	การเสียมก็ะหลุด ร้อน	ไม่มีปฏิกิริยาต่อ ผิวหนัง	ไม่มีปฏิกิริยาต่อ ผิวหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating

สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับหลังคา และผนังของบ้าน อาคาร โดยวิธีการพ่นหรือ ทาไว้ภายนอกบริเวณด้านที่สัมผัสกับแสงแดดโดยตรง มีคุณสมบัติยึดเกาะดีไม่หลุดลอกง่าย ทนต่อแสงอุลตราไวโอเลต นอกจากนี้ยังช่วยยืดอายุการใช้งาน และลดเสียงรบกวนจากภายนอกได้ด้วย

2. ฉนวนโพลียูรีเทนโฟม

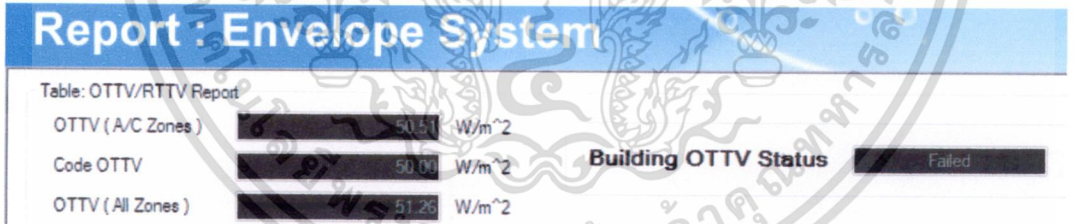
ฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟมหรือพียูโฟม เป็นฉนวนที่ป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่ไม่ดูดซึมน้ำ มีน้ำหนักเบา และแข็งแรงทนทาน ใช้วิธีการฉีดพ่นในการติดตั้ง โดยสามารถฉีดพ่นได้ทั้งบริเวณเหนือหลังคาและใต้หลังคา สามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายงาน เช่น อาคารโรงงาน สำนักงาน รวมถึงบ้านเรือน อาคารสิ่งก่อสร้างทั่วไป

5.2 ผลการปรับปรุงผนังอาคาร

5.2.1 ติดฟิล์มกรองแสง

1. ENVELOP SYSTEM

เมื่อทำการติดฟิล์มกรองแสงแล้วพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคาร ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งค่าการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) อยู่ที่ 50.51 W/m²



ภาพที่ 5.1 ค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC

ตารางที่ 5.6 ค่า OTTV หลังจากติดฟิล์มกรองแสง

	ยังไม่ได้ติดฟิล์ม	ติดฟิล์มกรองแสง
OTTV รวม	50.84 W/m ²	50.51 W/m ²
ผนังด้านทิศตะวันออก	57.76 W/m ²	57.50 W/m ²
ผนังด้านทิศเหนือ	41.09 W/m ²	40.64 W/m ²
ผนังด้านทิศตะวันตก	49.74 W/m ²	49.46 W/m ²
ผนังด้านทิศใต้	53.00 W/m ²	52.66 W/m ²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. LIGHTING EQUIPMENT

หลังจากที่ทำการติดฟิล์มกรองแสงแล้ว พบว่าฟิล์มกรองแสงมิได้มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เนื่องจากอาคารยังคงมีการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในปริมาณที่เท่าเดิมอยู่

Report : Lighting System

Table: Lighting System Performance

Total Power3329.9Watts

Total Building Area247.11m²

Power Density12.91W/m²

Compliance14.11W/m²

Lighting System Status

Passed

Luminaire Report by FloorLuminaire Report by Zone

	Floor	Total Power	Total Area	Power Density
▶ 1	1	2,348.00 Watts	172.15 m ²	13.64 W/m ²
	2	2,926.00 Watts	213.90 m ²	13.68 W/m ²
	3	2,476.00 Watts	201.60 m ²	12.28 W/m ²
	4	1,900.00 Watts	160.06 m ²	11.87 W/m ²

ภาพที่ 5.2 ค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
ที่มา โปรแกรม BEC

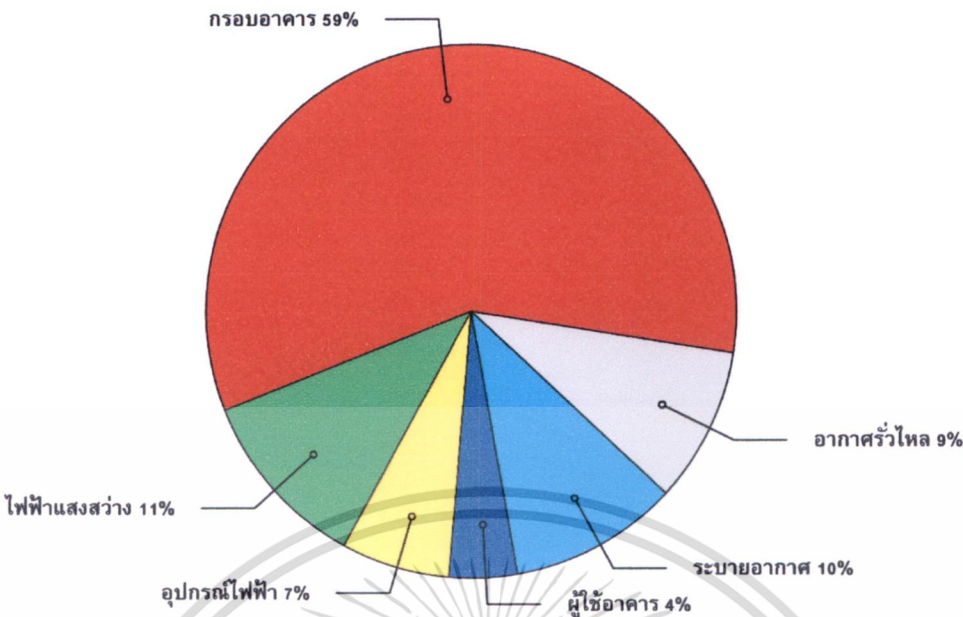
3. DX AIR-CONDITIONING UNIT

การใช้พลังงานในส่วนของระบบปรับอากาศมิได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง หลังจากที่ได้ติดฟิล์มกรองแสงแล้ว

Report : DX Air-Conditioning Unit							
Table: DX Air-Conditioning Unit Report							
A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Compliance	Status	
1 C1	Split Type	13,000.00 kBTU/h (3,809.00 kWh)	3.80 kW	1,002.37 COP	3.22	Passed	
2 C2	Split Type	18,000.00 kBTU/h (5,274.00 kWh)	5.30 kW	995.09 COP	3.22	Passed	
3 C3	Split Type	23,000.00 kBTU/h (6,739.00 kWh)	6.70 kW	1,005.82 COP	3.22	Passed	
4 C4	Split Type	30,000.00 kBTU/h (8,750.00 kWh)	8.80 kW	998.86 COP	3.22	Passed	

ภาพที่ 5.3 ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ
ที่มา โปรแกรม BEC

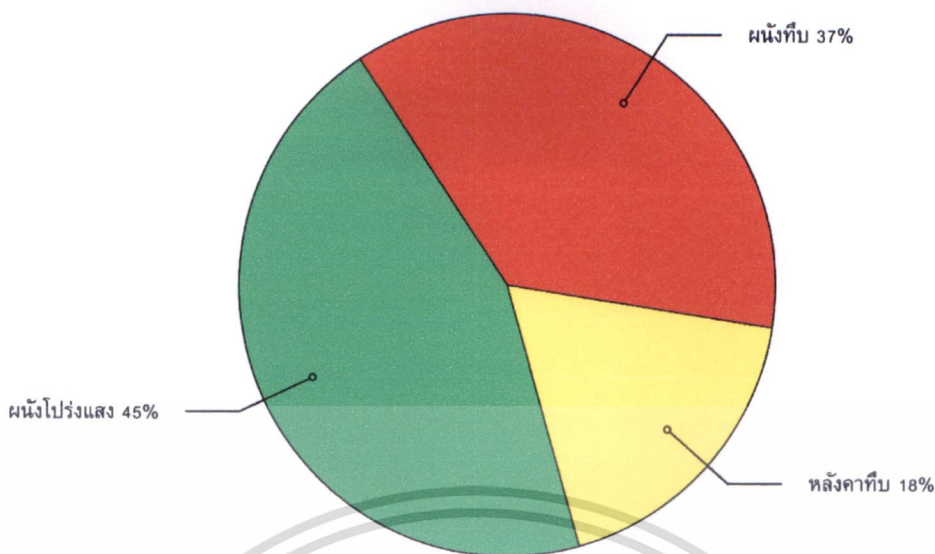
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.1 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

กรอบอาคาร	518	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่าง	97	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้า	58	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ผู้ใช้อาคาร	36	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ระบายอากาศ	90	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
อากาศรั่วไหล	81	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ภาระทั้งหมด	880	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงระบบกรอบอาคารแล้วผลปรากฏว่า การติดฟิล์มกรองแสงสามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบกรอบอาคารลดลงได้เล็กน้อยจาก 528 กิโลวัตต์- ชั่วโมง เหลือ 518 กิโลวัตต์- ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด



กราฟที่ 5.2 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

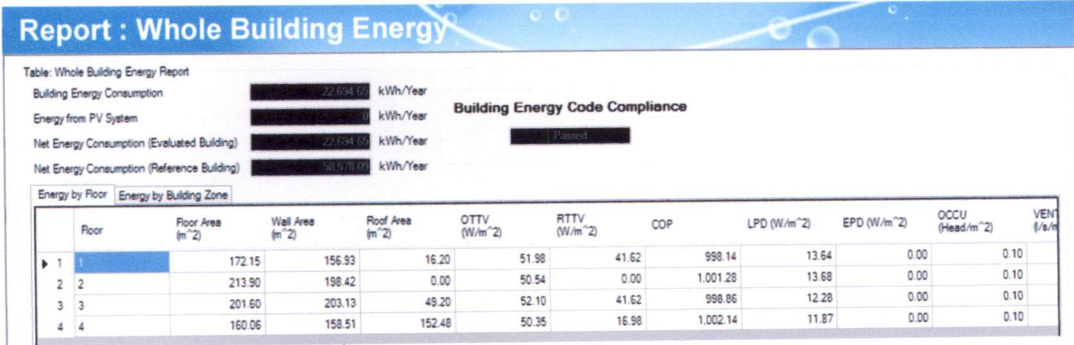
ผนังทึบ	192	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	233	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
หลังคาทึบ	93	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	518	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงผนังอาคารแล้วผลปรากฏว่า การติดฟิล์มกรองแสงสามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากผนังโปร่งแสงลดลงได้เล็กน้อยจาก 243 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ลดลงเหลือ 233 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และกรอบอาคารในส่วนอื่นที่ไม่ได้มีการปรับปรุงก็ไม่มีภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด

4. WHOLE BUILDING ENERGY

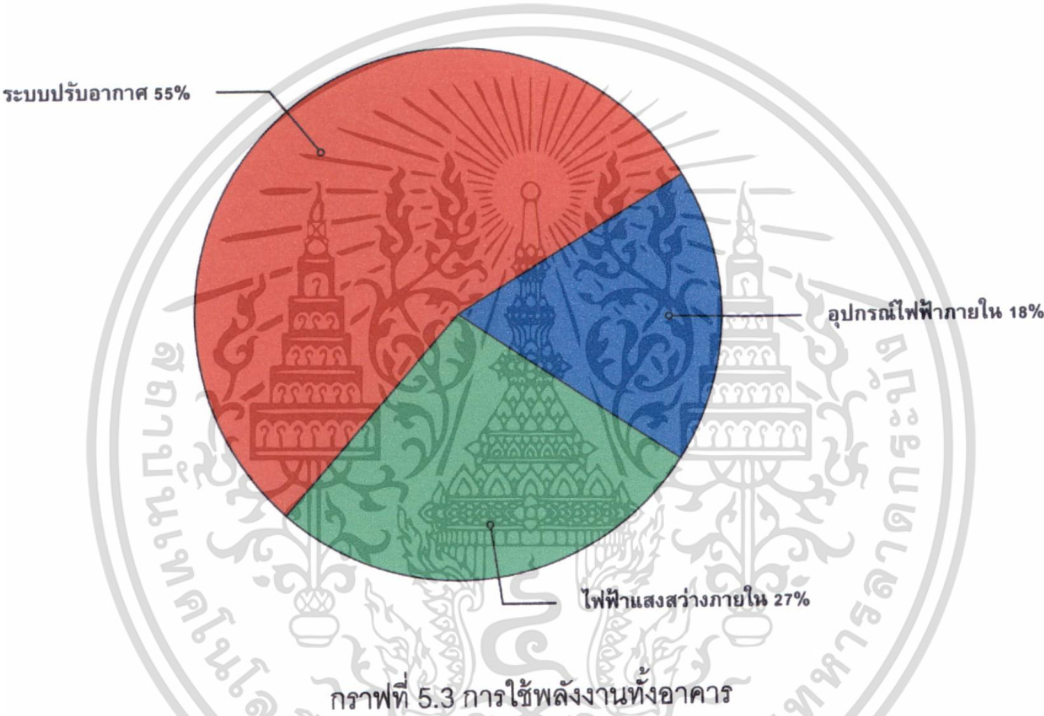
การใช้พลังงานรวมของทั้งอาคารหลังจากที่มีการติดฟิล์มกรองแสงพบว่า อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานในปริมาณที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องมาจากการติดฟิล์มกรองแสงมีผลช่วยลดปริมาณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเพียงเท่านั้น แต่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ การติดฟิล์มกรองแสงไม่มีผลช่วยลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.4 ค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC



ระบบปรับอากาศ	284	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน	141	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน	91	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
รวมพลังงาน	516	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง

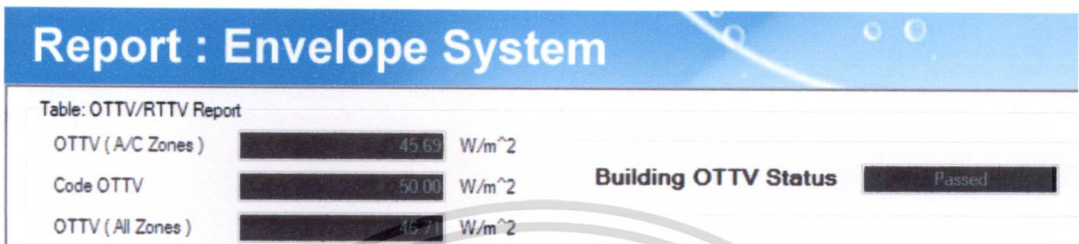
การใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคารหลังจากที่ทำการทดลองติดฟิล์มกรองแสงแล้วพบว่า การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยลดลงจาก 287 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง เหลือ 284 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ใช้กระจก LOW - E

1. ENVELOP SYSTEM

เมื่อทำการเปลี่ยนกระจกแล้วพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคาร ลดลงในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งค่าการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคาร (OTTV) อยู่ที่ 45.69 W/m²



ภาพที่ 5.5 ค่าการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร

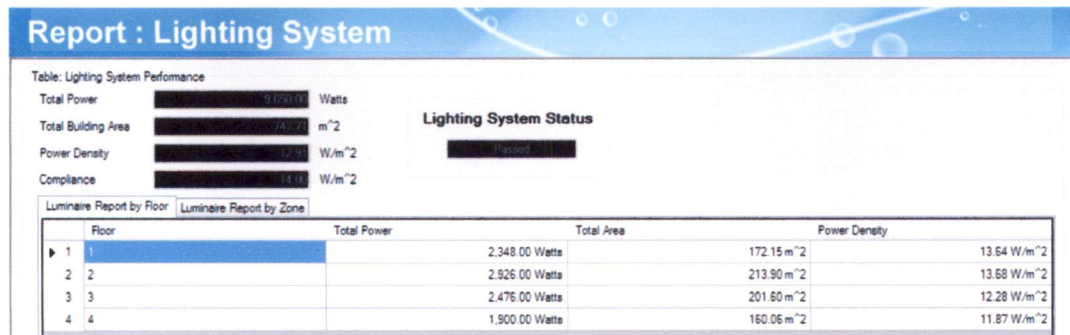
ที่มา โปรแกรม BEC

ตารางที่ 5.7 ค่า OTTV หลังจากเปลี่ยนกระจก

	กระจกเดิม	ใช้กระจก Low - E
OTTV รวม	50.84 W/m2	45.69 W/m2
ผนังด้านทิศตะวันออก	57.76 W/m2	53.57 W/m2
ผนังด้านทิศเหนือ	41.09 W/m2	34.20 W/m2
ผนังด้านทิศตะวันตก	49.74 W/m2	45.36 W/m2
ผนังด้านทิศใต้	53.00 W/m2	47.69 W/m2

2. LIGHTING EQUIPMENT

หลังจากที่ทำการเปลี่ยนกระจกแล้ว การใช้พลังงานในส่วนขอระบบไฟฟ้าแสงสว่างก็มิได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใด เช่นเดียวกับการติดฟิล์มกรองแสง



ภาพที่ 5.6 ค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ที่มา โปรแกรม BEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

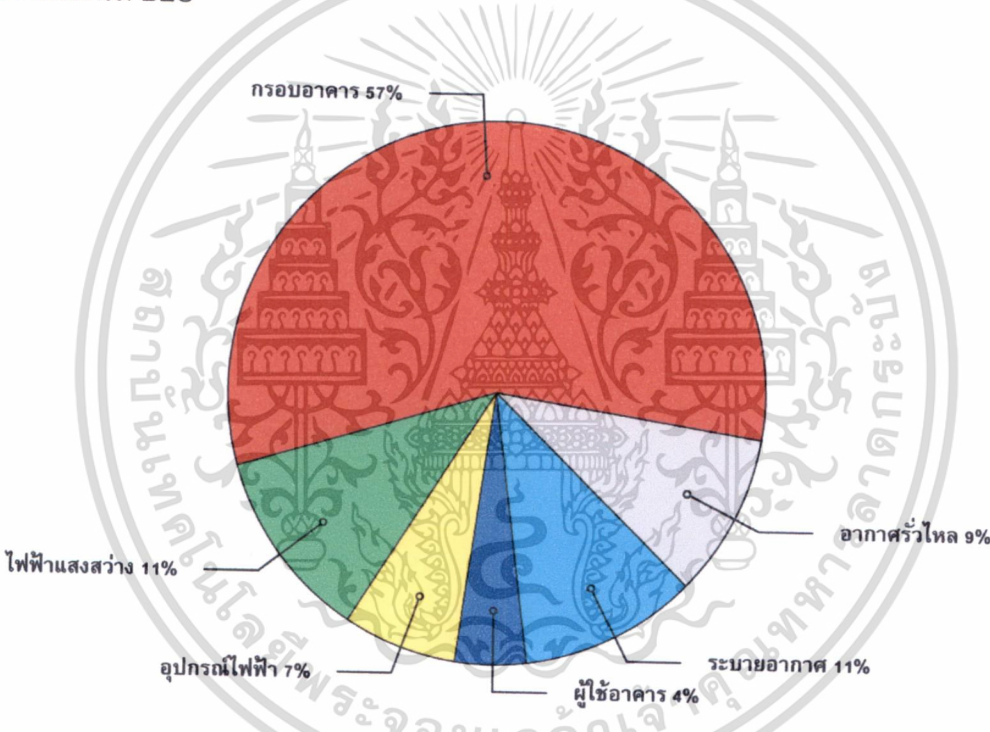
3. DX AIR-CONDITIONING UNIT

การใช้พลังงานในส่วนจากระบบปรับอากาศมีได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง
เช่นเดียวกับการติดฟิล์มกรองแสง หลังจากที่ได้เปลี่ยนมาใช้กระจก LOW – E

Report : DX Air-Conditioning Unit							
Table: DX Air-Conditioning Unit Report							
	A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Compliance	Status
▶ 1	C1	Split Type	13,000.00 kBTu/h (3,809.00 kWh)	3.80 kW	1,002.37 COP		3.22 Passed
2	C2	Split Type	18,000.00 kBTu/h (5,274.00 kWh)	5.30 kW	995.09 COP		3.22 Passed
3	C3	Split Type	23,000.00 kBTu/h (6,739.00 kWh)	6.70 kW	1,005.82 COP		3.22 Passed
4	C4	Split Type	30,000.00 kBTu/h (8,790.00 kWh)	8.80 kW	998.85 COP		3.22 Passed

ภาพที่ 5.7 ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ที่มา โปรแกรม BEC

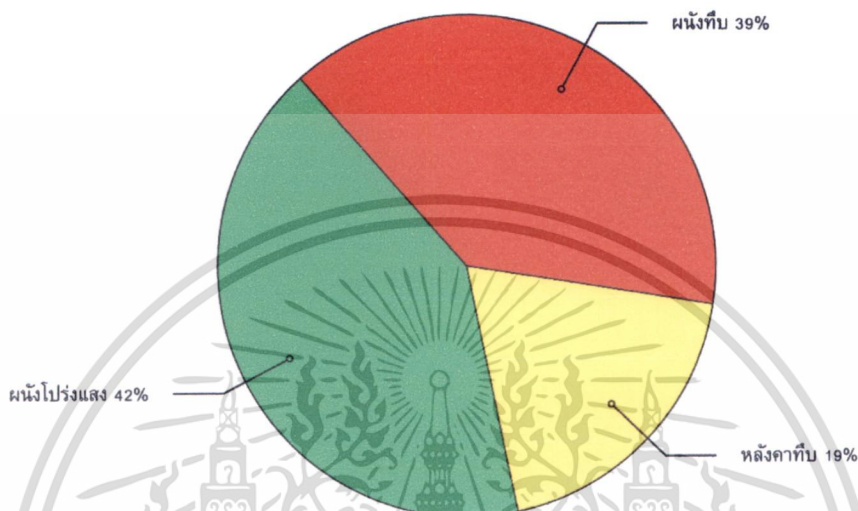


ภาพที่ 5.4 ภาระทั้งหมดจากระบบปรับอากาศ

กรอบอาคาร	488	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่าง	97	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้า	58	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ผู้ใช้อาคาร	36	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ระบายอากาศ	90	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อากาศรั่วไหล	81	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ภาระทั้งหมด	850	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการปรับปรุงผนังอาคารแล้วผลปรากฏว่า การใช้กระจก Low – e สามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบกรอบอาคารลดลงได้ในระดับที่น่าพอใจจาก 528 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ลดลงเหลือ 488 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด



กราฟที่ 5.5 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

ผนังทึบ	192	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	203	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
หลังคาทึบ	93	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	488	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงผนังอาคารแล้วผลปรากฏว่า การเปลี่ยนกระจกมาใช้กระจก Low - E สามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากผนังโปร่งแสงลดลงได้ยจาก 243 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ลดลงเหลือ 203 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และกรอบอาคารในส่วนอื่นที่ไม่ได้มีการปรับปรุงก็ไม่มีภาระลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด

4. WHOLE BUILDING ENERGY

การใช้พลังงานรวมของทั้งอาคารหลังจากที่มีการเปลี่ยนมาใช้กระจก LOW-E แล้วพบว่า อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานในปริมาณที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องมาจากการเปลี่ยนกระจกมีผลช่วยลดปริมาณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเพียงเท่านั้น แต่ในระบบไฟฟ้า แสงสว่างและระบบปรับอากาศ การเปลี่ยนกระจกมาใช้กระจก LOW – E จึงมีผลช่วยลดการใช้พลังงานได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table: Whole Building Energy Report

Building Energy Consumption

22,650.41 kWh/Year

Energy from PV System

0 kWh/Year

Net Energy Consumption (Evaluated Building)

22,650.41 kWh/Year

Net Energy Consumption (Reference Building)

16,076.16 kWh/Year

Building Energy Code Compliance

Passed

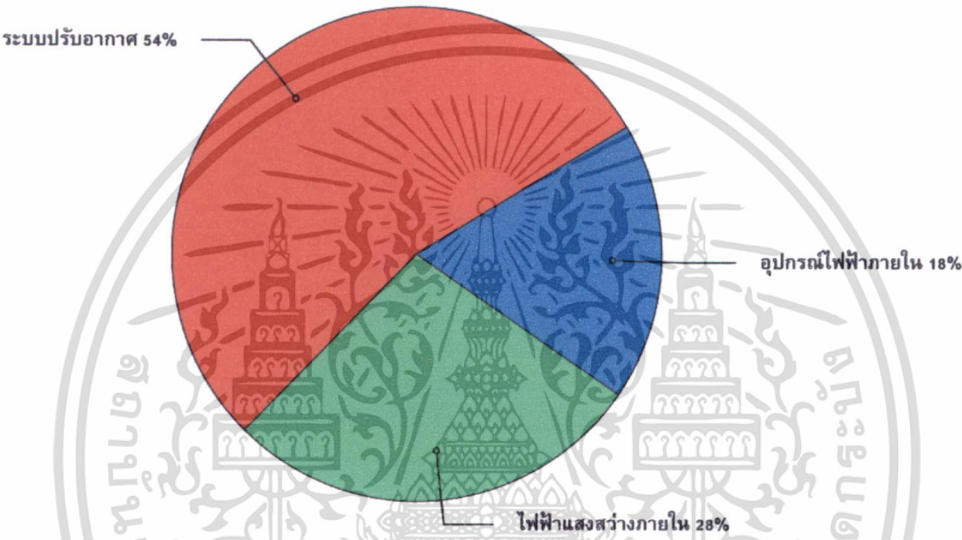
Energy by Floor

Energy by Building Zone

Floor	Floor Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Roof Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP	LPD (W/m ²)	EPD (W/m ²)	OCCU (Head/m ²)	VENT (l/s/m ²)
1	172.15	156.93	16.20	49.70	41.62	998.14	13.64	0.00	0.10	
2	213.90	198.42	0.00	44.77	0.00	1,001.28	13.68	0.00	0.10	
3	201.60	203.13	49.20	47.81	41.62	998.86	12.28	0.00	0.10	
4	160.06	158.51	152.48	45.76	16.98	1,002.14	11.87	0.00	0.10	

ภาพที่ 5.8 ค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC



กราฟที่ 5.6 การใช้พลังงานทั้งอาคาร

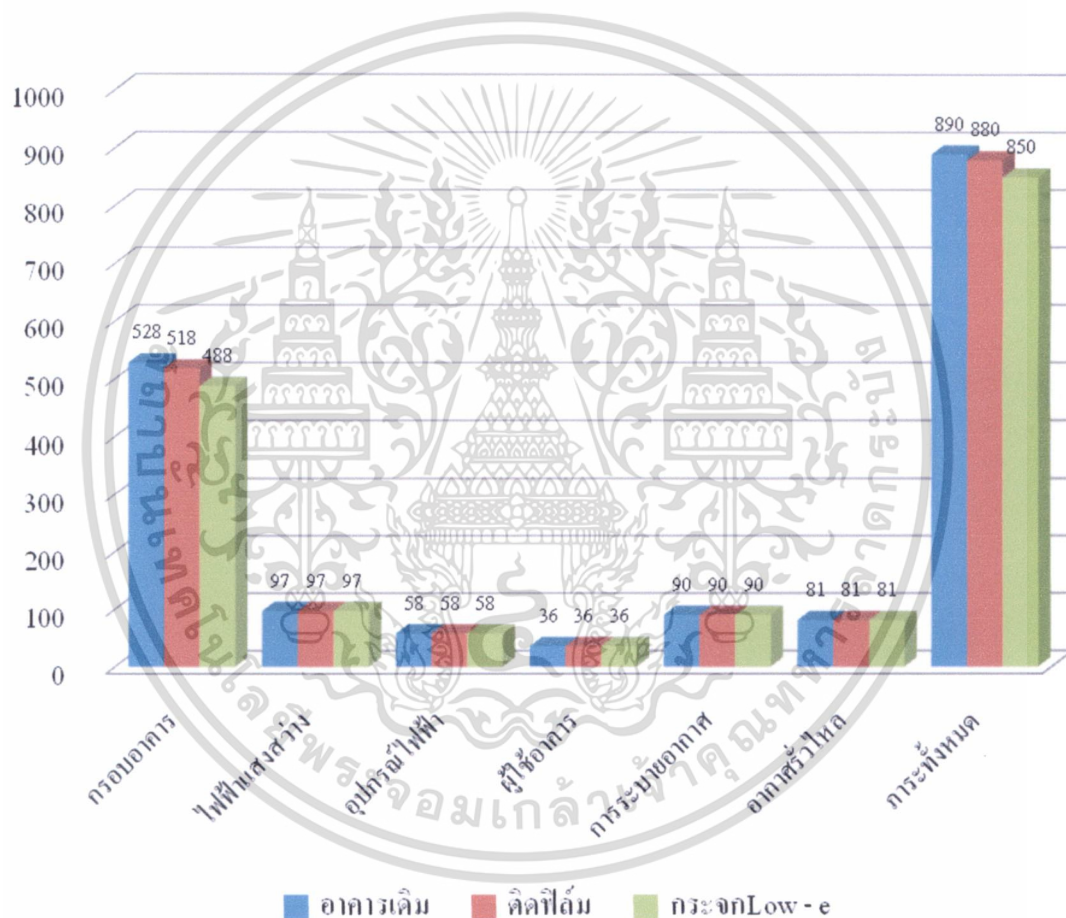
ระบบปรับอากาศ	274	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน	141	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน	91	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
รวมพลังงาน	506	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

การใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคารหลังจากที่ทำการทดลองเปลี่ยนมาใช้กระจก Low – e แล้วพบว่า การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลดลงจาก 287 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เหลือ 274 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

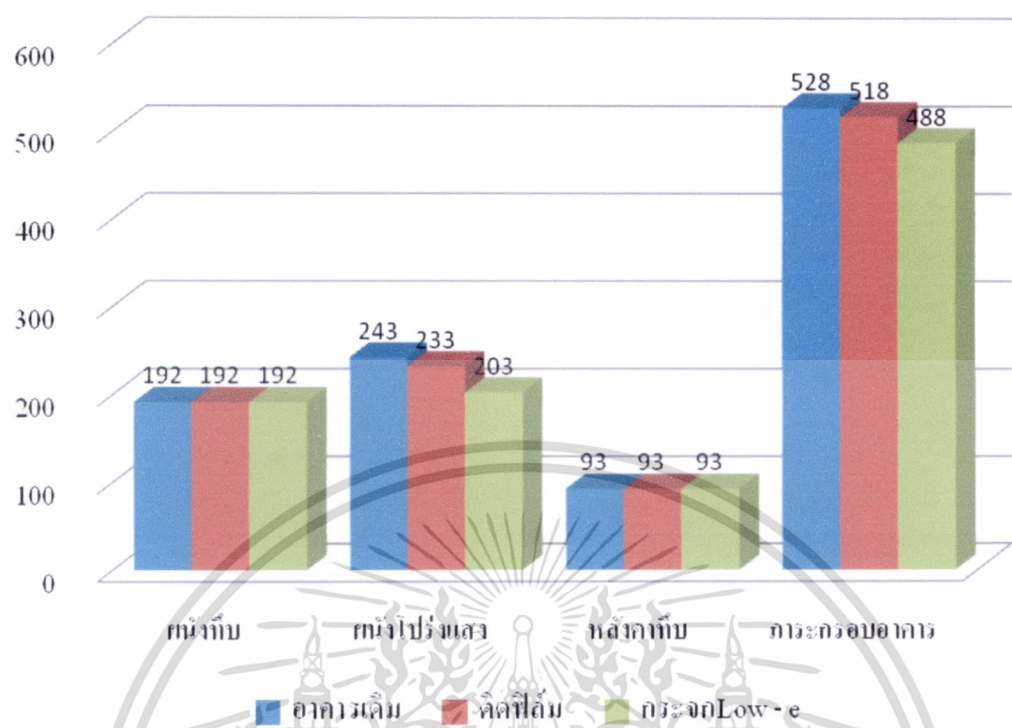
5.2.3 เปรียบเทียบแนวทางแก้ไข

หลังจากที่ได้ทำการทดลองติดฟิล์มและเปลี่ยนกระจกแล้ว การติดฟิล์มกรองแสงที่นิยมใช้กันในอาคารเก่ามีผลทำให้การส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนมาใช้กระจก LOW – E การเปลี่ยนกระจกจะให้ผลที่ชัดเจนมากที่สุด ในส่วนของระบบ LIGHTING EQUIPMENT และ DX AIR-CONDITIONING UNIT ถึงแม้ว่าจะทำการติดฟิล์มกรองแสงหรือเปลี่ยนกระจกก็ไม่มีผลต่อการใช้พลังงานในสองระบบนี้แต่อย่างใด และในส่วนของพลังงานรวมของอาคารก็มีการลดลงของการใช้พลังงานรวมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

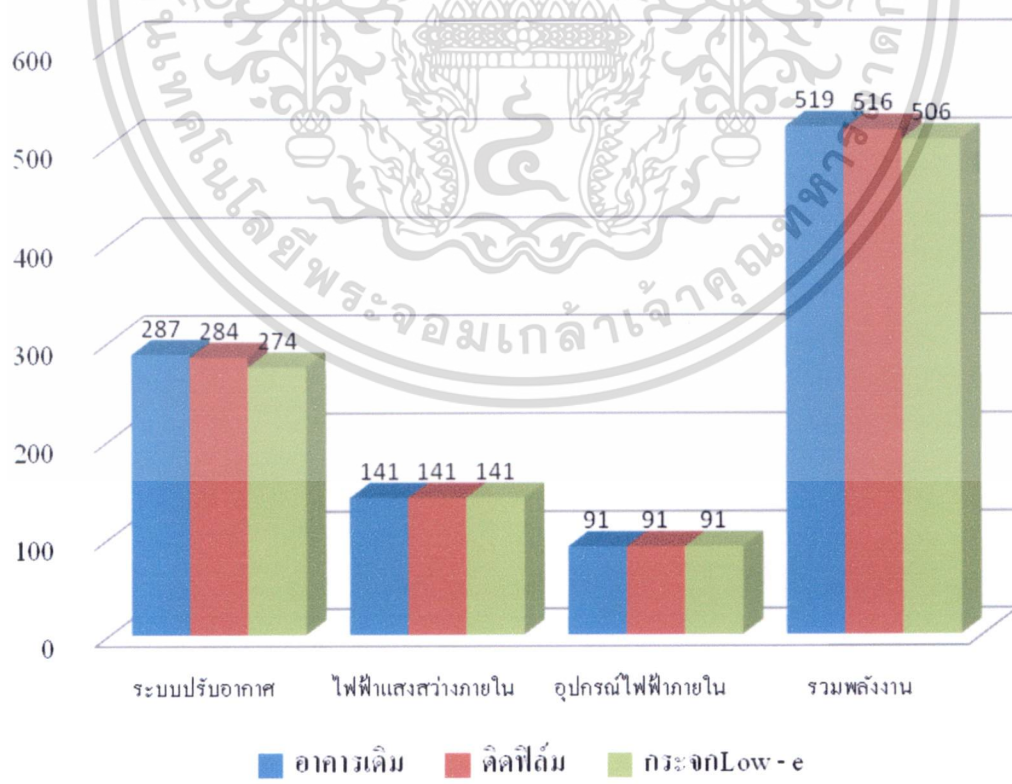


กราฟที่ 5.7 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.8 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ



กราฟที่ 5.9 การใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 ผลการทดลองปรับปรุงผนังอาคาร

	กระจกเดิม	ติดฟิล์มกรองแสง	กระจก LOW -E
ENVELOP SYSTEM			
OTTV รวม	50.84 W/m2	50.51 W/m ²	45.69 W/m2
ผนังด้านทิศตะวันออก	57.76 W/m2	57.50 W/m ²	53.57 W/m2
ผนังด้านทิศเหนือ	41.09 W/m2	40.64 W/m ²	34.20 W/m2
ผนังด้านทิศตะวันตก	49.74 W/m2	49.46 W/m ²	45.36 W/m2
ผนังด้านทิศใต้	53.00 W/m2	52.66 W/m ²	47.69 W/m2
LIGHTING EQUIPMENT			
TOTAL POWER	9,650 Watts	9,650 Watts	9,650 Watts
TOTAL BUILDING AREA	747.71 m ²	747.71 m ²	747.71 m ²
POWER DENSITY	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²
COMPLIANCE	14 W/m ²	14 W/m ²	14 W/m ²
DX AIR-CONDITIONING UNIT			
เครื่องปรับอากาศ C1			
COOLING CAPACITY	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)
POWER CONSUMPTION	3.8 kW	3.8 kW	3.8 kW
PERFORMANCE	1,002.37 COP	1,002.37 COP	1,002.37 COP
COMPLINCE	3.22	3.22	3.22
DX AIR-CONDITIONING UNIT			
เครื่องปรับอากาศ C2			
COOLING CAPACITY	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)
POWER CONSUMPTION	5.3 kW	5.3 kW	5.3 kW
PERFORMANCE	995.09 COP	995.09 COP	995.09 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 (ต่อ)

	กระจกเดิม	ติดฟิล์มกรองแสง	กระจก LOW -E
DX AIR-CONDITIONING UNIT			
เครื่องปรับอากาศ C3			
COOLING CAPACITY	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)
POWER CONSUMPTION	6.7 kW	6.7 kW	6.7 kW
PERFORMANCE	1,005.82 COP	1,005.82 COP	1,005.82 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22
เครื่องปรับอากาศ C4			
COOLING CAPACITY	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)
POWER CONSUMPTION	8.8 kW	8.8 kW	8.8 kW
PERFORMANCE	998.86 COP	998.86 COP	998.86 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22
WHOLE BUILDING ENERGY			
Building Energy Consumption	22,695.08 kWh/Year	22,694.65 kWh/Year	22,688.40 kWh/Year
Energy form PV System	0	0	0
Net Energy Consumption (Evaluated Building)	22,695.08 kWh/Year	22,694.65 kWh/Year	22,688.40 kWh/Year
Net Energy Consumption (Referenced Building)	58,578.09 kWh/Year	58,578.09 kWh/Year	58,578.09 kWh/Year

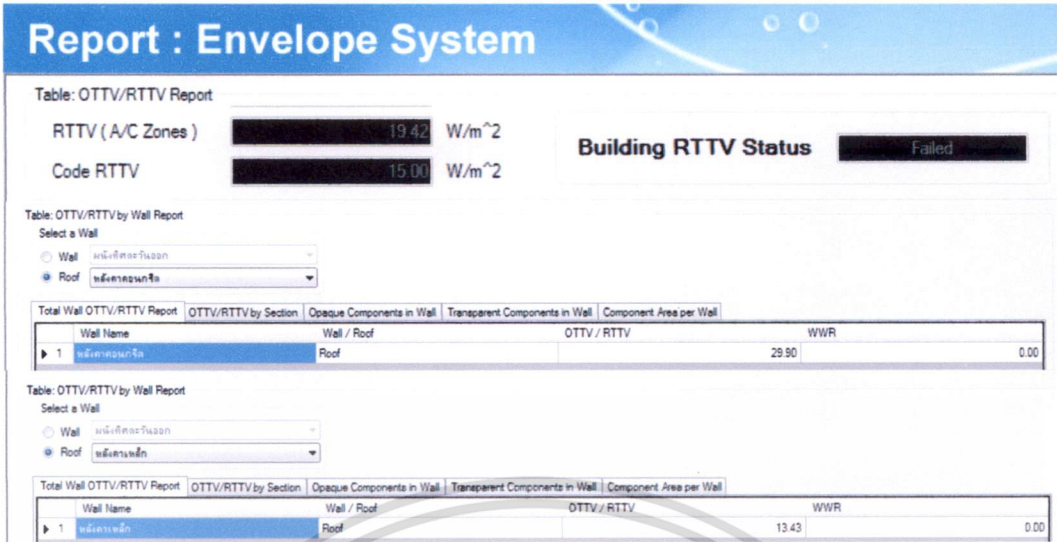
5.3 ผลการปรับปรุงหลังคาอาคาร

5.3.1 สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating

1. ENVELOP SYSTEM

เมื่อทำการติดตั้งจนจบแล้วพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคาร ลดลงในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งค่าการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคาร (RTTV) อยู่ที่ 19.42 W/m²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.9 ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคา

ที่มา โปรแกรม BEC

ตารางที่ 5.9 ค่า RTTV หลังจากทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating

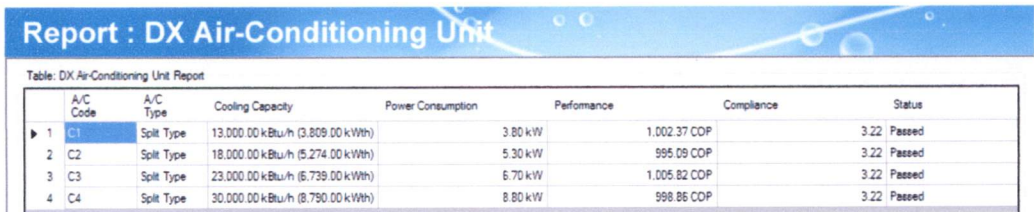
	ก่อนทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating	หลังทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating
RTTV รวม	23.68 W/m ²	19.42 W/m ²
หลังคาคอนกรีต	41.62 W/m ²	29.90 W/m ²
หลังคาเหล็ก	13.43 W/m ²	13.43 W/m ²

2. LIGHTING EQUIPMENT

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนมิได้มีผลต่อการใช้งานในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่าง ดังนั้น ฉนวนกันความร้อนนั้นจึงไม่ทำให้การใช้พลังงานในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างลดลง

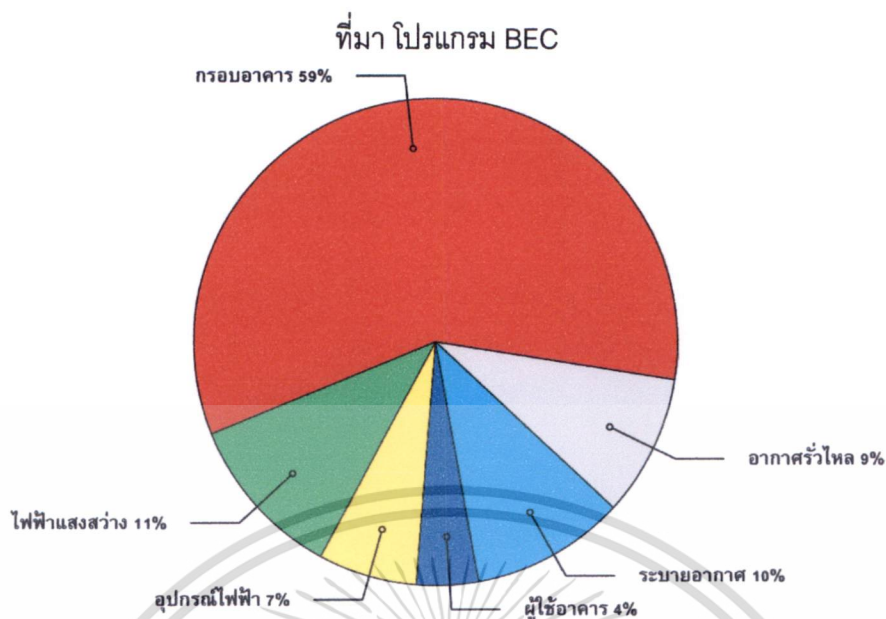
3. DX AIR-CONDITIONING UNIT

การใช้พลังงานในส่วนของระบบปรับอากาศมิได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใด



ภาพที่ 5.10 ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

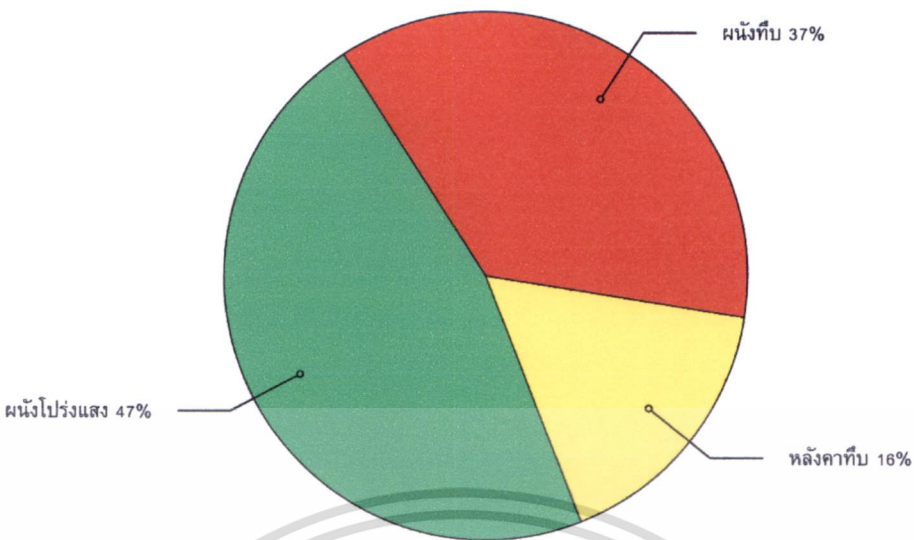


กราฟที่ 5.10 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

กรอบอาคาร	520	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่าง	97	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้า	58	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ผู้ใช้อาคาร	36	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ระบบอากาศ	90	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
อากาศรั่วไหล	81	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ภาระทั้งหมด	882	กิโลวัตต์- ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงระบบหลังคาอาคารแล้วผลปรากฏว่า การสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating สามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบกรอบอาคารลดลงได้เล็กน้อยจาก 528 กิโลวัตต์- ชั่วโมง เหลือ 520 กิโลวัตต์- ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.11 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

ผนังทึบ	192	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	243	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
หลังคาทึบ	85	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	520	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงหลังอาคารแล้วผลปรากฏว่า การสะท้อนความร้อน Ceramic Coating สามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากหลังคาอาคารลดลงได้เล็กน้อยจาก 93 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ลดลงเหลือ 85 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และกรอบอาคารในส่วนอื่นที่ไม่ได้มีการปรับปรุงก็ไม่มีผลลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด

4. WHOLE BUILDING ENERGY

การใช้พลังงานรวมของทั้งอาคารหลังจากติดตั้งฉนวนกันความร้อนเข้าไปแล้วพบว่า อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานในปริมาณที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องมาจากการติดตั้งฉนวนกันความร้อนมีผลช่วยลดปริมาณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเพียงเท่านั้น แต่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ การติดตั้งฉนวนกันความร้อนไม่มีผลช่วยลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report : Whole Building Energy

Table: Whole Building Energy Report

Building Energy Consumption

22,000.00 kWh/Year

Energy from PV System

0 kWh/Year

Net Energy Consumption (Evaluated Building)

22,000.00 kWh/Year

Net Energy Consumption (Reference Building)

18,500.00 kWh/Year

Building Energy Code Compliance

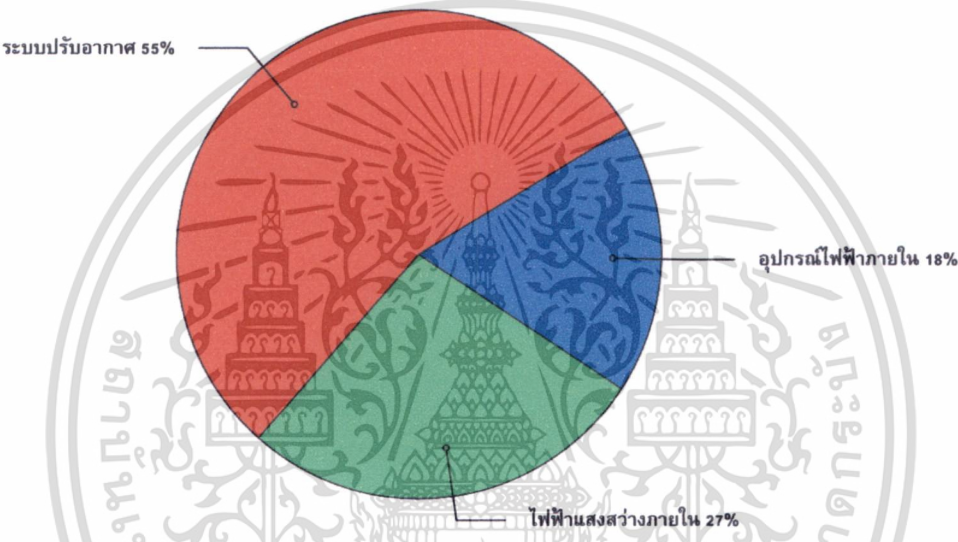
Energy by Floor

Energy by Building Zone

	Floor	Floor Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Roof Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP	LPD (W/m ²)	EPD (W/m ²)	OCCU (Head/m ²)	VENT (l/s/m ²)
▶ 1	1	172.15	156.93	16.20	52.21	29.90		998.14	13.64	0.00	0.10
	2	213.90	198.42	0.00	50.94	0.00		1,001.28	13.68	0.00	0.10
	3	201.60	203.13	48.20	52.39	29.90		998.86	12.28	0.00	0.10
	4	160.06	158.51	152.48	50.66	15.51		1,002.14	11.87	0.00	0.10

ภาพที่ 5.11 ค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC



ภาพที่ 5.12 การใช้พลังงานทั้งอาคาร

ระบบปรับอากาศ	285	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน	141	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน	91	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
รวมพลังงาน	517	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

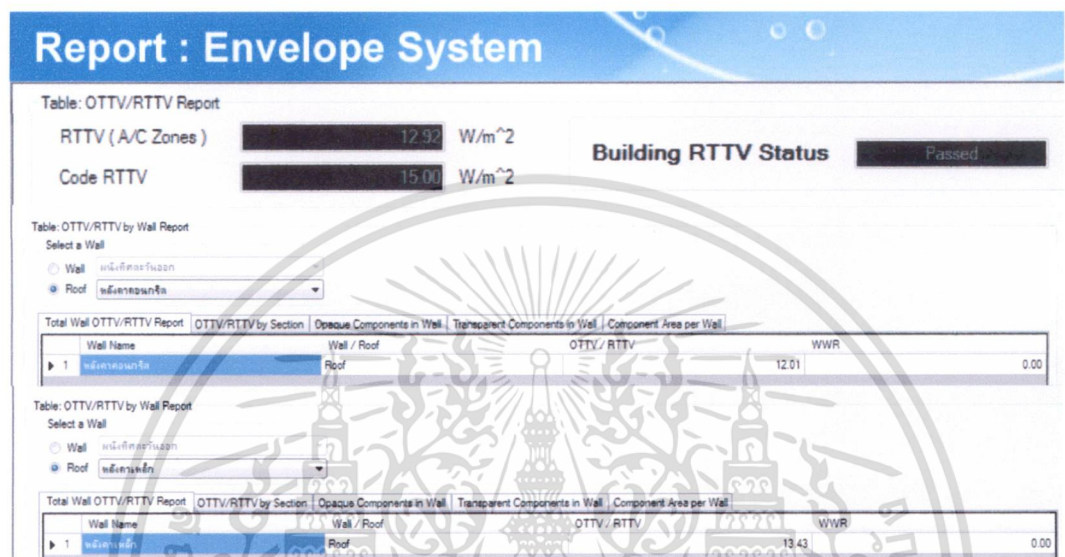
การใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคารหลังจากที่ทำการทดลองหาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating แล้วพบว่า การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยลดลงจาก 287 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เหลือ 285 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 จนวนโพลียูรีเทนโฟม

1. ENVELOP SYSTEM

เมื่อทำการติดตั้งจนวนกันความร้อนแล้วพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคาร ลดลงในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งค่าการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคาร (RTTV) อยู่ที่ 12.92 W/m²



ภาพที่ 5.12 ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคา

ที่มา โปรแกรม BEC

ตารางที่ 5.10 ค่า RTTV หลังจากหาจนวนกันความร้อน

	ก่อนติดตั้งจนวนกันความร้อน	หลังติดตั้งจนวนกันความร้อน
RTTV รวม	23.68 W/m ²	12.92 W/m ²
หลังคาคอนกรีต	41.62 W/m ²	12.01 W/m ²
หลังคาเหล็ก	13.43 W/m ²	13.43 W/m ²

2. LIGHTING EQUIPMENT

การติดตั้งจนวนกันความร้อนมิได้มีผลต่อการใช้งานในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่าง ดังนั้น จนวนกันความร้อนนั้นจึงไม่ทำให้การใช้พลังงานในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างลดลง

3. DX AIR-CONDITIONING UNIT

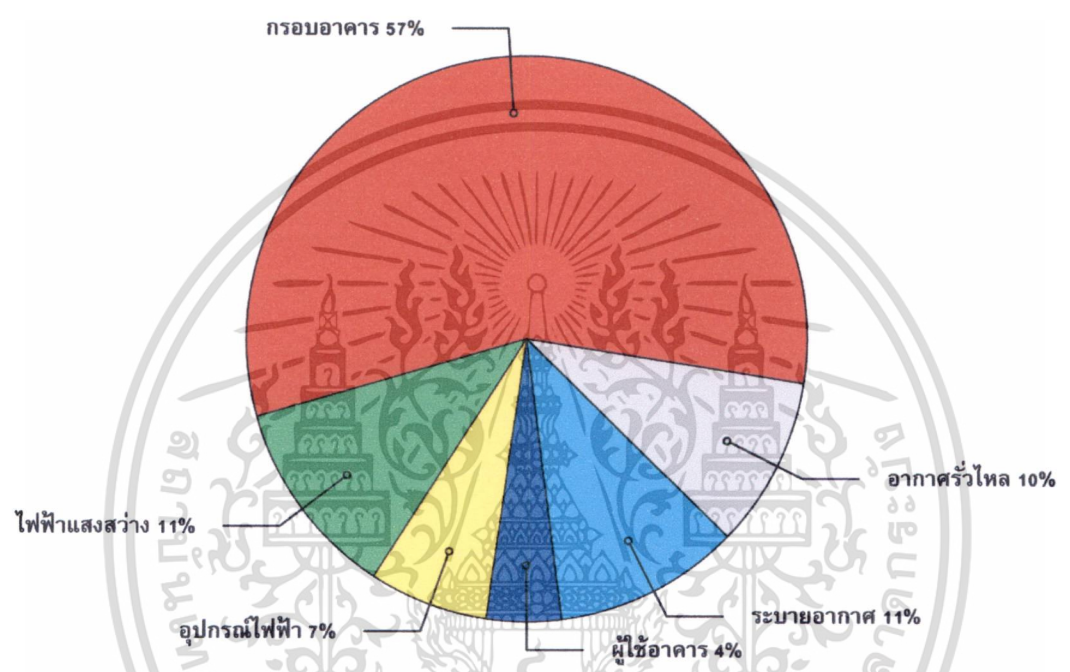
การใช้พลังงานในส่วนของระบบปรับอากาศมิได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report : DX Air-Conditioning Unit						
Table: DX Air-Conditioning Unit Report						
	A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Compliance
▶ 1	C1	Split Type	13,000.00 kBTU/h (3,809.00 kWh)	3.80 kW	1,002.37 COP	3.22 Passed
2	C2	Split Type	18,000.00 kBTU/h (5,274.00 kWh)	5.30 kW	995.09 COP	3.22 Passed
3	C3	Split Type	23,000.00 kBTU/h (6,739.00 kWh)	6.70 kW	1,005.82 COP	3.22 Passed
4	C4	Split Type	30,000.00 kBTU/h (8,790.00 kWh)	8.80 kW	998.86 COP	3.22 Passed

ภาพที่ 5.13 ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ที่มา โปรแกรม BEC



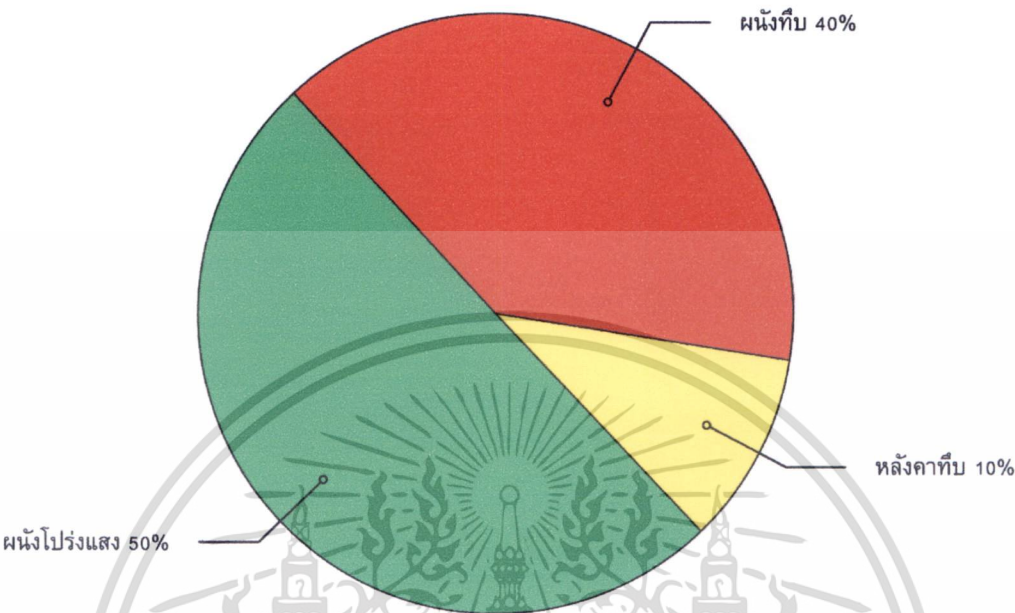
ภาพที่ 5.13 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

อาคาร	484	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่าง	97	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้า	58	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ผู้ใช้อาคาร	36	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ระบายอากาศ	90	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
อากาศรั่วไหล	81	กิโลวัตต์- ชั่วโมง
ภาระทั้งหมด	846	กิโลวัตต์- ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงระบบหลังคาอาคารแล้วผลปรากฏว่า การฉีดพ่นฉนวนโพลียูรีเทนโฟม สามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบปรับอากาศลดลงได้ในระดับที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 528 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เหลือ 484 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด



กราฟที่ 5.14 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

ผนังทึบ	192	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	243	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
หลังคาทึบ	49	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	484	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

หลังจากทำการปรับปรุงระบบหลังคาอาคารแล้วผลปรากฏว่า การพ่นฉนวนโฟลียูริเทนโพนสามารถทำให้ภาระการทำความเย็นที่มาจากหลังคาอาคารได้ดีพอสมควรโดยลดลงจาก 93 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ลดลงเหลือ 49 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง และกรอบอาคารในส่วนอื่นที่ไม่ได้มีการปรับปรุงก็ไม่มีการลดภาระการทำความเย็นแต่อย่างใด

4. WHOLE BUILDING ENERGY

การใช้พลังงานรวมของทั้งอาคารหลังจากติดตั้งฉนวนกันความร้อนเข้าไปแล้วพบว่า อาคารกรณีศึกษามีการใช้พลังงานในปริมาณที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องมาจากการติดตั้งฉนวนกันความร้อนมีผลช่วยลดการปริมาณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเพียงเท่านั้น แต่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ การติดตั้งฉนวนกันความร้อนไม่มีผลช่วยลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table: Whole Building Energy Report

Building Energy Consumption

22,131.00 kWh/Year

Energy from PV System

0.00 kWh/Year

Net Energy Consumption (Evaluated Building)

22,131.00 kWh/Year

Net Energy Consumption (Reference Building)

26,778.10 kWh/Year

Building Energy Code Compliance

Passed

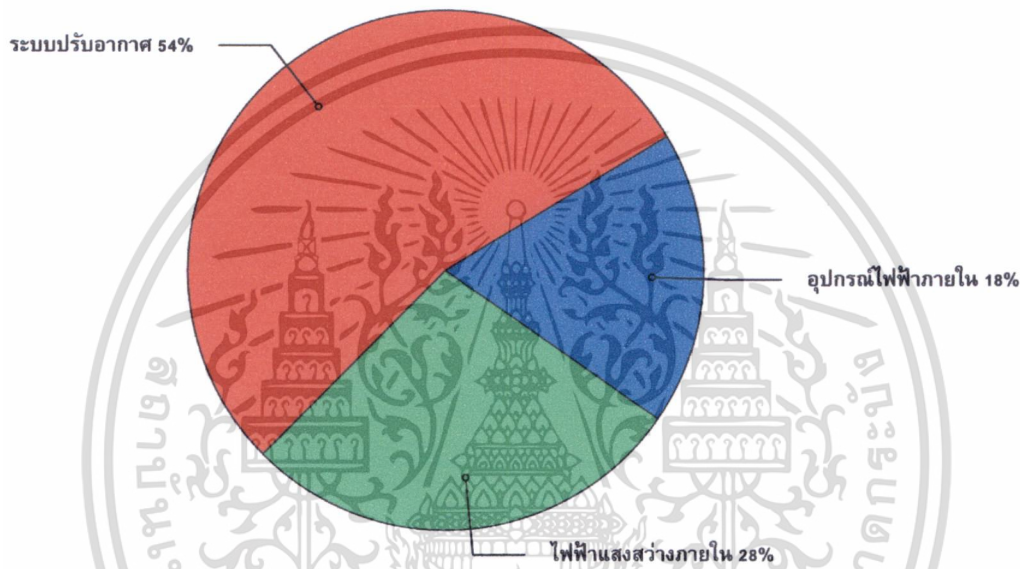
Energy by Floor

Energy by Building Zone

	Floor	Floor Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Roof Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP	LPD (W/m ²)	EPD (W/m ²)	OCCU (Head/m ²)	VENT (l/s/m ²)
▶	1	172.15	156.93	16.20	52.21	12.01	998.14	13.64	0.00	0.10	
	2	213.90	198.42	0.00	50.94	0.00	1,001.28	13.68	0.00	0.10	
	3	201.60	203.13	49.20	52.39	12.01	998.86	12.28	0.00	0.10	
	4	160.06	158.51	152.48	50.66	13.25	1,002.14	11.87	0.00	0.10	

ภาพที่ 5.14 ค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ที่มา โปรแกรม BEC



กราฟที่ 5.15 การใช้พลังงานทั้งอาคาร

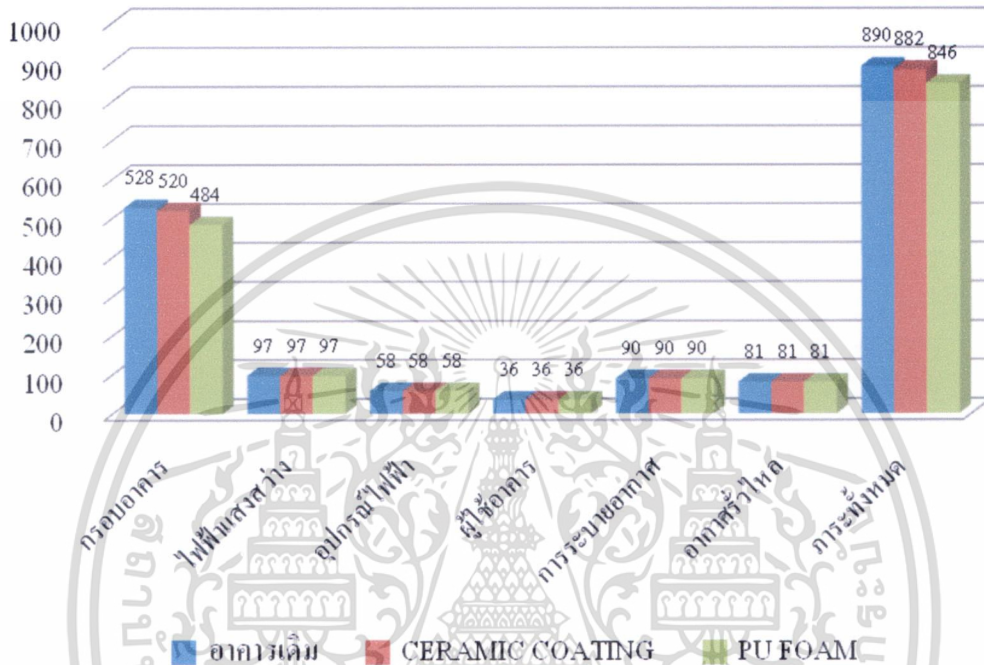
ระบบปรับอากาศ	273	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน	141	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน	91	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง
รวมพลังงาน	505	กิโลวัตต์ – ชั่วโมง

การใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคารหลังจากที่ทำการทดลองพ่นฉนวนกันความร้อนโพ
ลียูรีเทนโฟมพบว่า การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลดลงจาก 287 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เหลือ
273 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ส่วนในระบบอื่นไม่มีการลดการใช้พลังงานแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

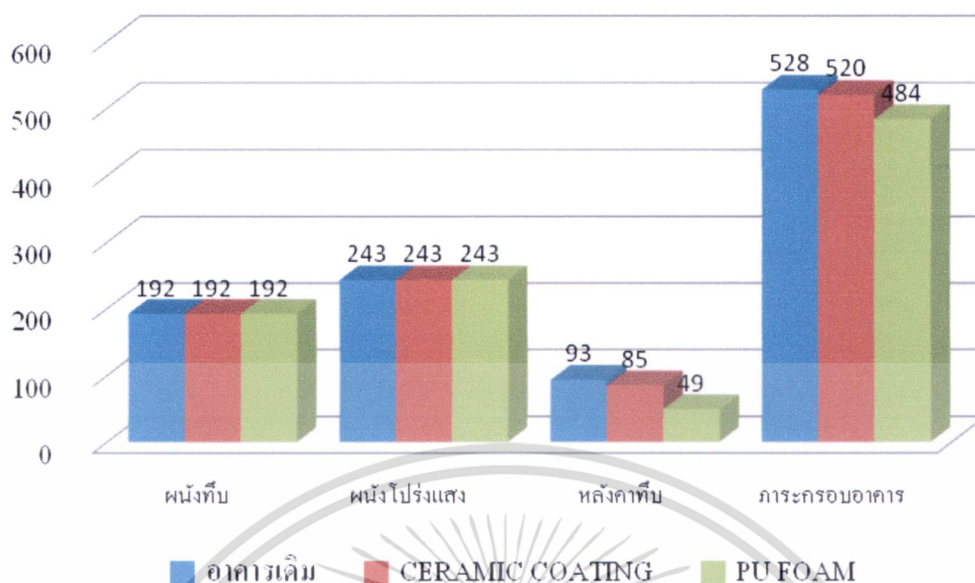
5.3.3 เปรียบเทียบแนวทางแก้ไข

หลังจากที่ได้ทำการทดลองใช้สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating และโฟลียูรีเทนโฟมแล้ว ทั้งสองทำให้การส่งผ่านความร้อนของหลังคาลดลงเป็นอย่างมาก แต่การใช้สีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating จะให้ผลที่ดีไม่เท่ากับการฉีดย่นนวนโฟลียูรีเทนโฟม



ภาพที่ 5.16 ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.17 ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ



กราฟที่ 5.18 การใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.11 ผลการทดลองปรับปรุงหลังคา

	หลังคาเดิม	Ceramic Coating	โพลียูรีเทนโฟม
ENVELOP SYSTEM			
RTTV รวม	23.68 W/m2	19.42 W/m ²	12.92 W/m2
หลังคาคอนกรีต	41.62 W/m2	29.90 W/m ²	12.01 W/m2
หลังคาเหล็ก	13.43 W/m2	13.43 W/m ²	13.43 W/m2
LIGHTING EQUIPMENT			
TOTAL POWER	9,650 Watts	9,650 Watts	9,650 Watts
TOTAL BUILDING AREA	747.71 m ²	747.71 m ²	747.71 m ²
POWER DENSITY	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²
COMPLIANCE	14 W/m ²	14 W/m ²	14 W/m ²
DX AIR-CONDITIONING UNIT			
เครื่องปรับอากาศ C1			
COOLING CAPACITY	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)	13,000 kBtu/h (3,809 kWth)
POWER CONSUMPTION	3.8 kW	3.8 kW	3.8 kW
PERFORMANCE	1,002.37 COP	1,002.37 COP	1,002.37 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22
DX AIR-CONDITIONING UNIT			
เครื่องปรับอากาศ C2			
COOLING CAPACITY	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)	18,000 kBtu/h (5,274 kWth)
POWER CONSUMPTION	5.3 kW	5.3 kW	5.3 kW
PERFORMANCE	995.09 COP	995.09 COP	995.09 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

	หลังคาเดิม	Ceramic Coating	โพลียูรีเทนโฟม
เครื่องปรับอากาศ C3			
COOLING CAPACITY	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)	23,000 kBtu/h (6,739 kWth)
POWER CONSUMPTION	6.7 kW	6.7 kW	6.7 kW
PERFORMANCE	1,005.83 COP	1,005.83 COP	1,005.83 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22
เครื่องปรับอากาศ C4			
COOLING CAPACITY	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)	30,000 kBtu/h (8,790 kWth)
POWER CONSUMPTION	8.8 kW	8.8 kW	8.8 kW
PERFORMANCE	998.86 COP	998.86 COP	998.86 COP
COMPLIANCE	3.22	3.22	3.22
WHOLE BUILDING ENERGY			
BUILDING ENERGY CONSUMPTION	22,695.08 kWh/Year	22,693.28 kWh/Year	22,690.55 kWh/Year
ENERGY FORM PV SYSTEM	0	0	0
NET ENERGY CONSUMPTION (Evaluated Building)	22,695.08 kWh/Year	22,693.28 kWh/Year	22,690.55 kWh/Year
NET ENERGY CONSUMPTION (Referenced Building)	58,578.09 kWh/Year	58,578.09 kWh/Year	58,578.09 kWh/Year

5.4 สรุปผลการทดลอง

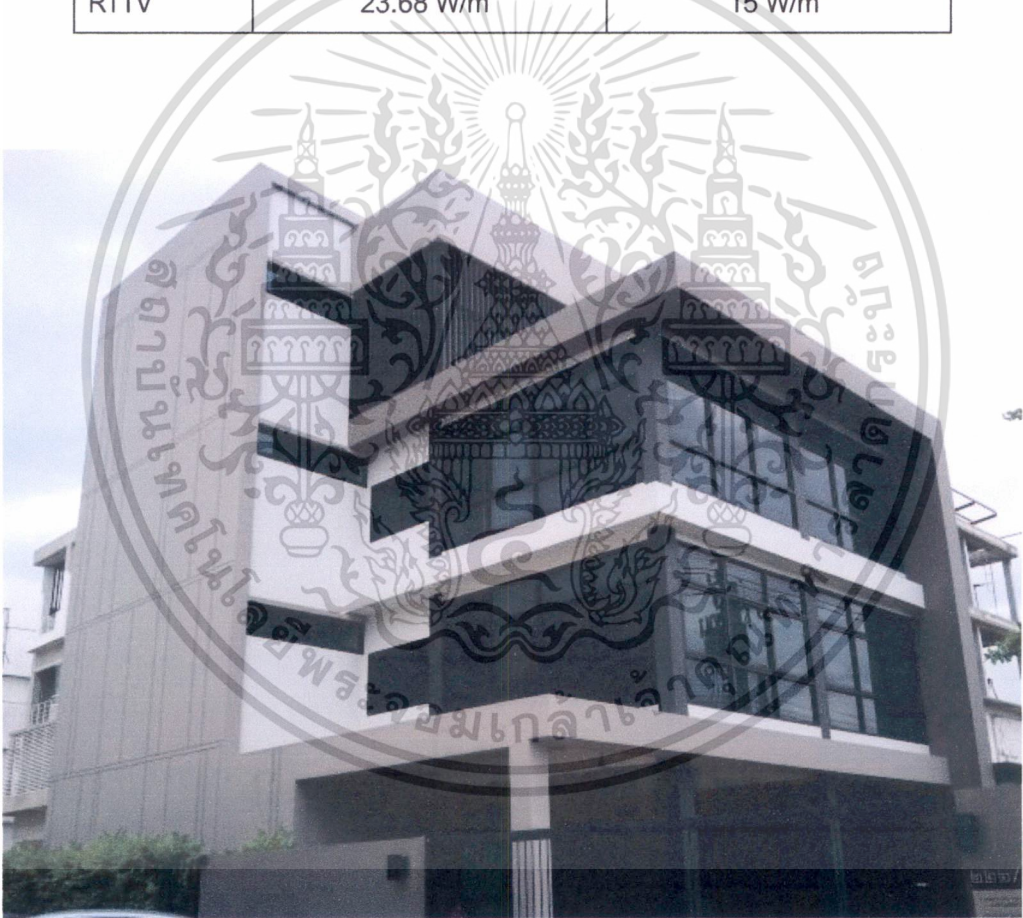
การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบหาปริมาณการส่งผ่านความร้อนและการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงาน โดยใช้วิธีการตรวจสอบผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารทั้งส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผนังและหลังคาและการใช้พลังงานรวมภายในอาคาร จัดทำขึ้นโดยกระทรวงพลังงาน ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณอาคารกรณีศึกษาผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE ปรากฏว่ามีการส่งผ่านความร้อนผ่านผนัง (OTTV) อยู่ที่ 50.84 W/m² และการส่งผ่านความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) อยู่ที่ 23.68 W/m² โดยเกณฑ์มาตรฐานการส่งผ่านความร้อนของผนังและหลังคาตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอยู่ที่ 50 W/m² และ 15 W/m² ตามลำดับ

ตารางที่ 5.12 ค่าการส่งผ่านความร้อนของอาคารกรณีศึกษา

	ค่าการส่งผ่านความร้อน	ค่ามาตรฐาน
OTTV	50.84 W/m ²	50 W/m ²
RTTV	23.68 W/m ²	15 W/m ²



ภาพที่ 5.15 อาคารกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.16 อาคารกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 5.17 อาคารกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุง

จากผลการคำนวณการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขอาคารกรณีศึกษาทั้งส่วนของผนัง และหลังคาทั้งหมด 4 แนวทาง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.1 การติดฟิล์มกรองแสง

ผลการคำนวณเมื่อทำการติดฟิล์มกรองแสงพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังอาคาร (OTTV) อยู่ที่ 50.51 W/m^2 ซึ่งลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ที่ 50 W/m^2 ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ การติดฟิล์มกรองแสงมิได้มีส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในระบบดังกล่าว และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารก็ลดลงเพียงเล็กน้อยเช่นกัน



ภาพที่ 5.18 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสงสีดำ



ภาพที่ 5.19 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสงสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.20 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดฟิล์มกรองแสงสีดำ

5.4.2 เปลี่ยนกระจก LOW – E

ผลการคำนวณเมื่อทำการเปลี่ยนมาใช้กระจก LOW – E พบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังอาคาร (OTTV) อยู่ที่ 45.69 W/m^2 ซึ่งลดลงในระดับที่น่าพอใจและผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดเอาไว้ที่ 50 W/m^2 ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศการติดฟิล์มกรองแสงมิได้มีส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในระบบดังกล่าว และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารก็ลดลงเพียงเล็กน้อยเช่นกัน

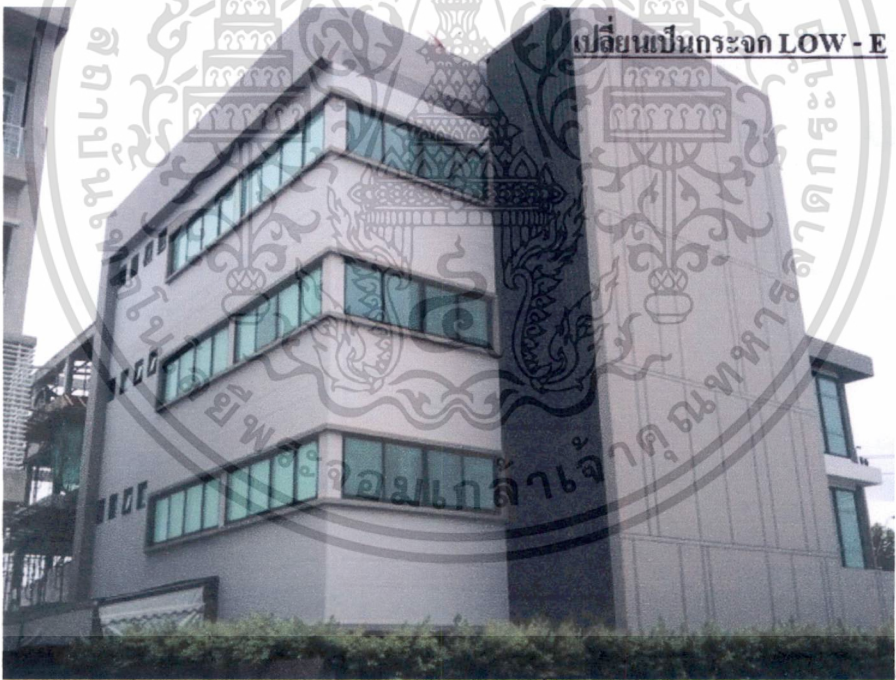


ภาพที่ 5.21 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW – E สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW - E สีเขียว



ภาพที่ 5.23 อาคารกรณีศึกษาหลังจากติดตั้งกระจก LOW - E สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 ทาจนวนกันความร้อนเซรามิคโคตติง

ผลการคำนวณเมื่อทำการทาสีสะท้อนความร้อนเซรามิคโคตติงพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาอาคาร (RTTV) อยู่ที่ 19.42 W/m^2 ซึ่งลดลงในระดับที่น่าพอใจแต่ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ อยู่ที่ 15 W/m^2 ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศการทาสีสะท้อนความร้อนมิได้มีส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในระบบดังกล่าว และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารก็ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

5.4.4 พ่นฉนวนโพลียูรีเทนโฟม

ผลการคำนวณเมื่อทำการพ่นฉนวนโพลียูรีเทนโฟมพบว่า ค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาอาคาร (RTTV) อยู่ที่ 12.92 W/m^2 ซึ่งลดลงในระดับที่น่าพอใจแต่ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ อยู่ที่ 15 W/m^2 ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศการทาสีสะท้อนความร้อนมิได้มีส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในระบบดังกล่าว และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารก็ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

หลังจากที่ได้ทำการทดลองติดฟิล์มและเปลี่ยนกระจกแล้ว การติดฟิล์มกรองแสงที่นิยมใช้กันในอาคารเก่ามีผลทำให้การส่งผ่านความร้อนของผนังอาคารลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งถือได้ว่าเป็นการลงทุนที่ให้ผลตอบแทนน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเปลี่ยนมาใช้กระจก LOW-E การเปลี่ยนกระจกจะทำให้การส่งผ่านความร้อนของผนังอาคารลดลงเป็นอย่างมาก ในส่วนของระบบ LIGHTING EQUIPMENT และ DX AIR-CONDITIONING UNIT ถึงแม้ว่าจะทำการติดฟิล์มกรองแสงหรือเปลี่ยนกระจกก็มิได้มีผลต่อการใช้พลังงานในสองระบบนี้แต่อย่างใด เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการทดลองในส่วนของการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเท่านั้น มิได้ทำการคำนวณการใช้เครื่องปรับอากาศใหม่หลังจากทำการทดลองปรับปรุงเปลือกอาคารแล้ว ในส่วนการใช้พลังงานรวมของอาคารก็มีการลดลงของการใช้พลังงานรวมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ส่วนของหลังคาอาคารกรณีศึกษา หลังจากทำการทดลองทาสีสะท้อนความร้อนเซรามิค โคตติงแล้วพบว่าค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาลดลงแต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้การส่งผ่านความร้อนของหลังคาผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จึงได้ทำการทดลองใช้ฉนวนโพลียูรีเทนโฟมที่ใช้วิธีการติดตั้งโดยการฉีดพ่นบนหลังคาพบว่าค่าการส่งผ่านความร้อนของหลังคาลดลงจนผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนด ในส่วนของระบบ LIGHTING EQUIPMENT และ DX AIR-CONDITIONING UNIT ถึงแม้ว่าจะทำการติดฟิล์มกรองแสงหรือเปลี่ยนกระจกก็มิได้มีผลต่อการใช้พลังงานในสองระบบนี้แต่อย่างใด เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการทดลองในส่วนของการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเท่านั้น มิได้ทำการคำนวณการใช้เครื่องปรับอากาศใหม่หลังจากทำ

การทดลองปรับปรุงเปลือกอาคารแล้ว ในส่วนการใช้พลังงานรวมของอาคารก็มีการลดลงของการใช้พลังงานรวมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองปรับปรุงเปลือกอาคารทั้งผนังและหลังคา

OTTV				
	อาคาร กรณีศึกษา	ติดฟิล์ม กรองแสง	ใช้กระจก Low -E	ค่ามาตรฐาน
Envelope System	50.84 W/m ²	50.51 W/m ²	45.69 W/m ²	50.00 W/m ²
Lighting System	23.68 W/m ²	19.42 W/m ²	12.92 W/m ²	14.00 W/m ²
DX Air - Conditioning Unit	Power Consumption			compliance
- C - 1	3.80 kW	3.80 kW	3.80 kW	3.22
- C - 2	5.30 kW	5.30 kW	5.30 kW	3.22
- C - 3	6.70 kW	6.70 kW	6.70 kW	3.22
- C - 4	8.80 kW	8.80 kW	8.80 kW	3.22
Central Air-Conditioning Unit	-	-	-	-
PV System	-	-	-	-
Hot Water System	-	-	-	-
Whole Building Energy	22,695.08 kWh/year	22,694.65 kWh/year	22,688.40 kWh/year	58,578.09 kWh/year
RTTV				
Envelope System	23.68 W/m ²	19.42 W/m ²	12.92 W/m ²	15.00 W/m ²
Lighting System	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²	12.91 W/m ²	14.00 W/m ²
DX Air - Conditioning Unit	Power Consumption			compliance
- C - 1	3.80 kW	3.80 kW	3.80 kW	3.22
- C - 2	5.30 kW	5.30 kW	5.30 kW	3.22
- C - 3	6.70 kW	6.70 kW	6.70 kW	3.22
- C - 4	8.80 kW	8.80 kW	8.80 kW	3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

	อาคาร กรณีศึกษา	เซรามิค คิ้วตึง	โพลียูรี เทนโฟม	ค่ามาตรฐาน
Central Air-Conditioning Unit	-	-	-	-
PV System	-	-	-	-
Hot Water System	-	-	-	-
Whole Building Energy	22,695.08 kWh/year	22,693.28 kWh/year	22,690.55 kWh/year	58,578.09 kWh/year

จากการทดลองผู้วิจัยพบว่า อาคารกรณีศึกษามีการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเพียงส่วนเดียวเท่านั้นที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แต่ในส่วนอื่นอันได้แก่ การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศและการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารนั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะทำการทดลองและปรับปรุงการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารเท่านั้น โดยผู้วิจัยไม่ได้คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศใหม่ ตามการปรับปรุงระบบเปลือกอาคารที่ทำให้การส่งผ่านความร้อนลดลง ซึ่งอาจจะส่งผลให้การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศลดลงได้ โดยจะเห็นได้จากการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารกรณีศึกษาที่ก่อนปรับปรุงเปลือกอาคาร

5.5 เปรียบเทียบจุดคุ้มทุน

ตารางที่ 5.14 ราคาวัสดุผนังอาคาร

หน้าต่างกระจกทั้งหมด 259 ตารางเมตร คิดเป็น 2,790 ตารางฟุต			
	ราคาต่อหน่วย (ตารางฟุต)	ราคาค่าปรับปรุง	ลดการใช้พลังงานได้
ฟิล์มกรองแสง	150 บาท	418,500 บาท	5 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง
กระจก Low - e	240 บาท	669,600 บาท	20 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.15 ค่าไฟฟ้าอาคารกรณีศึกษาหลังจากปรับปรุงผนังอาคาร

	ผนังอาคารกรณีศึกษา	ติดฟิล์มกรองแสง	ใช้กระจก Low - e
ค่าไฟฟ้าทั้งปี (บาท/ปี)	563,381.28	560,647.24	549,262.90
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)		2,734.04	14,118.38
ระยะเวลาการคืนทุน (ปี)		153	47.4

ตารางที่ 5.16 ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ลดลงหลังจากปรับปรุงผนังอาคาร

	ผนังอาคารกรณีศึกษา	ติดฟิล์มกรองแสง	ใช้กระจก Low - e
ขนาดเครื่องปรับอากาศ ต้องการ (ตัน)	29.81	29.46	28.29
ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ ลดลง (ตัน)		0.35	1.52
มูลค่าต้นทุนที่ลดลง (บาท)		10,500	45,600

การลงทุนในการติดฟิล์มกรองแสงมีราคาต้นทุนอยู่ที่ 150 บาทต่อตารางฟุต มูลค่ารวมอยู่ที่ 418,500 บาท มีระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 153 ปี หรือโอกาสที่จะคืนทุนแทบจะไม่มีเลย และสามารถลดต้นทุนของเครื่องปรับอากาศได้เพียง 10,500 บาท เท่านั้นโดยคิดราคาฟิล์มกรองแสงคุณภาพดีที่มีได้มีคุณสมบัติกันความร้อนแต่อย่างใด ส่วนการเปลี่ยนมาใช้กระจก Low – e มีต้นทุนอยู่ที่ 240 บาทต่อตารางฟุต มูลค่ารวมอยู่ที่ 669,600 บาท มีระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 47.4 ปี และสามารถลดต้นทุนของเครื่องปรับอากาศได้ 45,600 บาท จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนมาใช้กระจก Low – e ถึงแม้จะมีต้นทุนที่สูงกว่าแต่ก็มีระยะเวลาในการคืนทุนที่น้อยกว่าการติดฟิล์มกรองแสงรวมถึงสามารถลดต้นทุนในการออกแบบเครื่องปรับอากาศได้ถึง 45,600 บาทอีกด้วย

ตารางที่ 5.17 ราคาวัสดุหลังคาอาคาร

หลังคาคอนกรีตทั้งหมด 82 ตารางเมตร			
	ราคาต่อหน่วย (ตารางเมตร)	ราคาค่าปรับปรุง	ลดการใช้พลังงานได้
Ceramic Coating	650 บาท	53,300 บาท	3 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง
PU Foam	480 บาท	39,360 บาท	14 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.18 ค่าไฟฟ้าอาคารกรณีศึกษาหลังจากปรับปรุงหลังคาอาคาร

	หลังคาอาคาร กรณีศึกษา	Ceramic Coating	PU Foam
ค่าไฟฟ้าทั้งปี (บาท/ปี)	563,381.28	560,841.79	549,370.12
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)		2,539.49	14,011.16
ระยะเวลาการคืนทุน (ปี)		20	2.8

ตารางที่ 5.19 ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ลดลงหลังจากปรับปรุงหลังคาอาคาร

	หลังคาอาคาร กรณีศึกษา	Ceramic Coating	PU Foam
ปริมาณต้นความเย็นที่ ต้องการ (ตัน)	29.81	29.54	28.34
ปริมาณต้นความเย็นที่ ลดลง (ตัน)		0.27	1.47
มูลค่าต้นทุนที่ลดลง (บาท)		8,100	44,100

การลงทุนในการทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating มีราคาต้นทุนอยู่ที่ 650 บาท ต่อตารางเมตร มูลค่ารวมอยู่ที่ 53,300 บาท มีระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 20 ปี และสามารถลด ต้นทุนของเครื่องปรับอากาศได้เพียง 8,100 บาท ส่วนการพ่นฉนวนกันความร้อน PU Foam มี ต้นทุนอยู่ที่ 480 บาทต่อตารางฟุต มูลค่ารวมอยู่ที่ 39,360 บาท มีระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 2.8 ปี และสามารถลดต้นทุนของเครื่องปรับอากาศได้ 44,100 บาท จะเห็นได้ว่า การพ่นฉนวนกัน ความร้อน PU Foam มีระยะเวลาในการคืนทุนที่น้อยกว่าการทาสีสะท้อนความร้อน Ceramic Coating รวมถึงสามารถลดต้นทุนในการออกแบบเครื่องปรับอากาศได้ถึง 44,100 บาทอีกด้วย

5.6 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงการคำนวณการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารและการใช้ พลังงานของอาคารผ่านโปรแกรม BUILDING ENERGY CODE เท่านั้น เพื่อชี้ให้เห็นถึง ความสำคัญของการออกแบบระบบเปลือกอาคารที่ส่งผลต่อการส่งผ่านความร้อนของเปลือก อาคารและการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารและการ

ออกแบบอาคารใหม่ ให้สามารถเลือกใช้เปลือกอาคารที่มีความเหมาะสมที่สามารถลดการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคารและลดการใช้พลังงานได้

ตารางที่ 5.20 วิธีการจัดการพลังงานในอาคารสำนักงานรูปแบบต่าง ๆ

	แนวทางในการจัดการพลังงาน
ระบบเปลือกอาคาร	1. ออกแบบอาคารให้มีการใช้งานอาคารให้มีการใช้งานที่เหมาะสมและสอดคล้องกับทิศทางของดวงอาทิตย์ 2. เลือกใช้วัสดุที่ช่วยลดการส่งผ่านความร้อนของเปลือกอาคาร
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1. ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน 2. กำหนดระยะเวลาในการเปิดปิดไฟฟ้าแสงสว่าง อย่างเป็นระบบ 3. ใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดไฟแบบอัตโนมัติ 4. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ 5. บำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้มีการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ
ระบบปรับอากาศ	1. ออกแบบระบบปรับอากาศให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน 2. เลือกใช้ระบบปรับอากาศที่มีสมรรถนะสูง 3. กำหนดระยะเวลาในการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ อย่างเป็นระบบ 4. บำรุงรักษาระบบปรับอากาศให้มีการใช้อย่างอย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ
ระบบพลังงานทดแทน	1. เลือกใช้ระบบพลังงานทดแทนที่มีความเหมาะสมกับอาคาร 2. บำรุงรักษาระบบพลังงานทดแทนให้มีการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ

จากตารางที่ 5.20 การจัดการพลังงานมีอยู่หลากหลายรูปแบบแบ่งออกตามระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในอาคาร งานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะทำการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารของอาคารที่ได้มีการก่อสร้างแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพลังงานผ่านระบบเปลือกอาคารให้กับอาคารต่าง ๆ สามารถนำไปปรับใช้ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กระทรวงพลังงาน. "ฐานข้อมูลพลังงาน กรุงเทพมหานคร: การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์."
(Online). Availabla : <http://www.thaienergydata.in.th/province/10/>. 2556.
- กรินทร์ ภู่นวล. "การปรับปรุงระบบเปลือกอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา : อาคารสำนักงานพลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย จำกัด(มหาชน)". วิทยานิพนธ์ปริญญา
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2540.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์
พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550)."
(Online). Availabla : http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=335%3Aeca22550&catid=93%3A2010-04-21-08-09-41&Itemid=34&lang=th. 2556.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "กฎกระทรวง."
(Online). Availabla : http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=131&lang=th. 2556.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "ข้อมูลการเปรียบเทียบวัสดุ."
(Online). Availabla : <http://www2.dede.go.th/new-homesafe/webban/book/material%20table.htm>. 2555.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "อัจฉริยะโปรแกรมช่วยอนุรักษ์พลังงาน."
(Online). Availabla : <http://http://www2.dede.go.th/bhrd/old/dataenergy/data5.html>. 2556.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. "การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในไทย." พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพมหานคร: นวัตกรรมกราฟิก. 2521.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. "การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน."
กรุงเทพมหานคร: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน). 2539.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. "เครื่องชี้การลงทุนภาคเอกชน." (Online). Availabla : [http:// www.bot.or.th/Thai/Statistics/Discontinued/Pages/EconomicIndices.aspx](http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/Discontinued/Pages/EconomicIndices.aspx). 2556.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายอัศวพล บุญทน

วัน เดือน ปีเกิด 1 มกราคม 2529 จังหวัดลพบุรี

ที่อยู่ 153 หมู่ที่ 6 ตำบล หนองไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000

E – mail akkarapon.k@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2533 สถาบันยุวทัศน์ศรีนครินทรบดินเดชา (สปป.) กรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทะเบียนวิชาชีพ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์เป็นผู้ประกอบการวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม สาขาสถาปัตยกรรมหลัก เลขที่ ภ-สถ 14744

ประสบการณ์การทำงาน

2554-2556 ออกแบบและพัฒนา บ. แลนด์สเคปเทคนิค จำกัด



บรรณานุกรม(ต่อ)

- ธนาวุฒิ ชุนทอง. “แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเพื่อลดภาระการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) และการใช้พลังงานในอาคารประเภทสำนักงาน กรณีศึกษา : อาคารไทยประกันชีวิต”. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2538.
- บริษัท กรีนเวย์ สติล โปรดักส์ จำกัด. “ตารางเปรียบเทียบฉนวนกันความร้อน Greenway Insulation.” Availabla : http://www.greenwaysteel.co.th/pe_foam01.html. 2556.
- บริษัท นิวเทค แอนด์ เจ.เซอวิส จำกัด. “ฉนวนเซรามิคโค้ดติ้ง.” (Online). Availabla : <http://www.newtechfoaminsulation.com/Default.aspx?pageid=5>. 2556.
- บริษัท เอส.เอฟ.อินซูเลชั่น จำกัด. “ข้อมูลทางเทคนิคซีเซรามิคโค้ดติ้ง.” (Online). Availabla : [http://www.sf-foam.com/ข้อมูลทางเทคนิคซีเซรามิคโค้ดติ้ง.html](http://www.sf-foam.com/ข้อมูลเทคนิคซีเซรามิคโค้ดติ้ง.html). 2556.
- บริษัท PS Insulation จำกัด. “ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ.” (Online). Availabla : <http://spinsulation.info/เปรียบเทียบคุณสมบัติ>. 2556.
- ปรีชา ศรีประภาคาร. “การจัดการพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2546.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. “กฎกระทรวงและคู่มืออธิบายพระราชบัญญัติฯ.” (Online). Availabla : <http://www.2e-building.com/detail.php?id=19>. 2556.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. “โปรแกรม BEC v 1.0.5.” (Online). Availabla : <http://www.2e-building.com/detail.php?id=32>. 2556.
- โอม ปนารกุล. “แนวทางวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ กรณีศึกษา : อาคารมหามกุฏ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547.