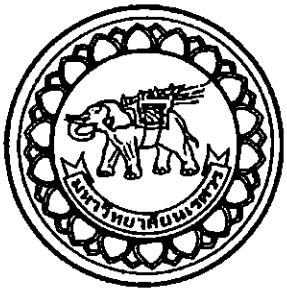


การกำหนดเป้าหมาย และจัดแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

PLAN AND TARGET FOR ENERGY SAVING PROJECT: CASE STUDY BUILDING OF FACULTY OF AGRICULTURE NATURAL RESOURES AND ENVIRONMENT NARESUAN UNIVERSITY PHITSANULOK PROVINCE

นายภูมิศักดิ์ จันลา

นายไชพัตย์ พรปิยะพัฒน์

นายสุรพันธ์ พรมสัน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 1 5673629
เลขเรียกหนังสือ ปร. ท6747ก 2552
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน : การกำหนดเป้าหมาย และจัดแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
(PLAN AND TARGET FOR ENERGY SAVING PROJECT: CASE STUDY BUILDING OF FACULTY OF GRICULTURE NATURAL RESOURES AND ENVIRONMENT NARESUAN UNIVERSITY PHITSANULOK PROVINCE)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายภูมิศักดิ์ จันลา รหัสนิสิต 49361478
: นายไชพัตย์ พรปิยะพัฒน์ รหัสนิสิต 49363427
: นายสุรพันธ์ พรมสัน รหัสนิสิต 49613823
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2552

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา)

..... กรรมการ
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

..... กรรมการ
(ดร.ศลิษา วีรพันธ์)

หัวข้อโครงงาน	: การกำหนดเป้าหมาย และจัดทำแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก		
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายภูมิศักดิ์ จันลา	รหัสนิสิต	49361478
	นายไชพัตย์ พรปิยะพัฒน์	รหัสนิสิต	49363427
	นายสุรพันธ์ พรมสัน	รหัสนิสิต	49363823
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์ ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ปีการศึกษา	: 2552		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเป้าหมาย และจัดทำแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และได้มีการสำรวจตรวจวัดการใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ โดยพิจารณาตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2838 เพื่อกำหนดมาตรการและวิเคราะห์ ระยะคืนทุน, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, และอัตราผลตอบแทนภายในเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนดำเนินมาตรการ

ซึ่งการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีการใช้พลังงานทั้งหมด 1,556,380 kW-hr/ปี จากการสำรวจพบว่ามาตรการที่จะใช้ในการลงทุนมี 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1.กลุ่มมาตรการกรอบอาคาร ประกอบด้วย 1.มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารที่เป็นกระจกสำนักงานเลขาทิศตะวันออกและทิศตะวันตก, 2.มาตรการติดฟิล์มกรองแสงอาคารเรียนรวมที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก, 3.มาตรการติดฟล์มกรองแสงที่เป็นกระจกทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้ สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 18,477.51 kW-hr/ปี คิดเป็น 68,736.75 บาท/ปี คิดเป็น 2.19 % ของพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

2.กลุ่มมาตรการระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย 1.มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ, 2.มาตรการย้ายคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ, 3.มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร, 4.มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารเรียนรวม, 5.มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯจะสามารถลด

การใช้พลังงานลงได้ 248,368 kW-hr/ปี คิดเป็นเงิน 923,931.56 บาทต่อปี คิดเป็น 29.38 % ของพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

3.กลุ่มมาตรการระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ประกอบด้วย 1.มาตรการลดจำนวนหลอดไฟอาคารเรียนรวม, 2.มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ, 3.มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกอาคารเรียนรวม, 4.มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 5.มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกอาคารอุตสาหกรรมเกษตร, 6.มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss อาคารเรียนรวม, 7.มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss อาคารอุตสาหกรรมเกษตร สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 38,615.73 kW-hr//ปี คิดเป็นเงิน 143,650.51 บาท/ปีคิดเป็น 2.48 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า

สรุปได้ว่าเมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้งหมดจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 305,461.94 kW-hr / ปี คิดเป็นเงิน 1,136,315.81 บาทต่อปี คิดเป็น 19.63 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

Project Title	:	Plan and Target for Energy Saving Project: Case Study Building of Faculty of Agriculture Natural Resoures and Environment ,Naresuan University , Phitsanulok Province		
Name	:	Mr.Phoomsak	Janla	Code ID 49361478
		Mr.Thipat	pronpiyapat	Code ID 49363427
		Mr. Surapan	Promsan	Code ID 49363823
Project Advisor	:	Mr. Sitphan	Kanla	
Department	:	Mechanical Engineering		
Academic Year	:	2009		

ABTRACT

This Project has the objective for fixes the aim make plan energy economizes project case study Faculty of Agriculture Natural Resoures and Environment Building ,Naresuan University , Phitsanulok Province . We survey and measure of use electric energy in Faculty of Agriculture Natural Resoures and Environment Building and analyse by consider from the specifying controls, building decree a Buddhist Era is 2538. For fixes measure and calculating Simple Pay Back, Net Present Value and Finance Internal Rate of Return. For making a decision meditation to proceed the measure.

The analysis result found that the Faculty of Agriculture Natural Resoures and Environment Building, used energy 1,556,380 kW-hr/year, from survey found that, the measure will use in the investmenthas 3 groups

1. The group of frame buildings measure. When operations can reduce energy use by 18,477.51 kW-hr/year, representing 68,736.75 baht/year, representing 2.19 % of air conditioning.

2. The group of air-conditioning system measure. When operations can reduce energy use by 248,368 kW-hr/year, representing 923,931.56 baht/year, representing 29.38 % of air conditioning.

3. The group of electrical system illuminates measure. When operations can reduce energy use by 38,615.73 kW-hr/year, representing 143,650.51 baht/year, representing 2.84 % %of electrical system illuminates.

Concluded that when all the following measures can reduce energy use by 305,461.94 kW-hr/year, representing 1,136,315.81 baht/year, representing 19.63 % of the energy used in Faculty of Agriculture Natural Resoures and Environment Building

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.ดร.ชนินทร์ อัมพรสถิร คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ขอขอบคุณ คุณไชยยุทธ์ ช้างทอง เจ้าหน้าที่งานอาคาร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา ที่ได้กรุณาชี้แนะและแนะนำข้อมูลตลอดจนการเอาใจใส่ดูแลโครงงานนี้สม่ำเสมอ ขอขอบคุณ ดร.ภาณุ พุทธวงค์ ดร.ศลิษา วีรพันธ์ ที่ได้ตรวจสอบโครงงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ได้มีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือจนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายพรอันประเสริฐทั้งหลายจงเกิดกับผู้มีพระคุณทุกท่านดังกล่าวมาข้างต้นนี้และขอมอบความดีของโครงงานนี้ให้แก่ บิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนเลี้ยงดูให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา

นายภูมิศักดิ์ จันลา
นายไชพัฒน์ พรปิยะพัฒน์
นายสุรพันธ์ พรมสัน

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฑ
สารบัญสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
1.6 งบประมาณ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 สรุปสาระสำคัญของ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	4
2.2 อาคารควบคุม	4
2.3 อาคารเก่าและอาคารใหม่	5
2.4 ค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร	5
2.4.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร	6
2.4.1.1 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity Coeffcient : K)	6

2.4.1.2 ความนำความร้อน (Thermal Conductance : C) 6
2.4.1.3 ความต้านทานความร้อน (Thermal Resistant : R) 6
2.4.1.4 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (air film) 7
2.4.1.5 ความต้านทานความร้อนรวม (R_T) 7
2.4.1.6 ในกรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ 8
2.4.1.7 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(Overall Heat Transfer Coefficient : U) 8
2.4.1.8 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Heat Transfer Value : OTTV) 8
2.4.1.9 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา 10
2.4.1.9.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังทึบ 12
2.4.1.9.2 อัตราการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังโปร่งแสง 12
2.4.1.9.3 กรณีผนังโปร่งแสงมีอุปกรณ์บังแดด 13
2.4.2 วิธีการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร 13
2.4.2.1 สมการสำหรับคำนวณภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดลง 14
2.4.2.2 สมการสำหรับคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี 14
2.5 การหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 15
2.5.1 ความสามารถในการทำความเย็น 15
2.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ 16
2.5.3 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 18
2.5.4 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมแพรสเซอร์เมื่อมีการเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า 19
2.6 มาตรฐานของการใช้ไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคารไม่รวมพื้นที่จอดรถ 20
2.6.1 มาตรฐานการส่องสว่าง 20
2.6.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 20

2.6.3 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ 20
2.6.4 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ประหยัดเมื่อมีการเปลี่ยนโคมไฟ 21
2.6.5 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ประหยัดเมื่อเปลี่ยนบัลลาสต์ 25
2.7 วิธีการวิเคราะห์เงิน 27
2.7.1 ระยะคืนทุน 27
2.7.2 ผลตอบแทนการลงทุน 27
2.7.3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 28
2.7.4 อัตราผลตอบแทนภายใน 29
2.8 เป้าหมาย แผนและการลงทุน โครงงานประหยัดพลังงาน 30
2.8.1 การกำหนดเป้าหมาย 30
2.8.2 กรจัดทำแผนโครงงานการประหยัดพลังงาน 30
2.8.3 การลงทุนโครงการประหยัดพลังงาน 30
2.9 เครื่องมือตรวจวัด 31
บทที่ 3 การตรวจวัด 32
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ 32
3.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (Overall Thermal Transfer Value : OTTV และ Roof Thermal Transfer Value : RTTV) 35
3.2.1 รายละเอียดการคำนวณค่าความร้อนผ่านผนังอาคาร (Overall Thermal Transfer Value : OTTV) 39
3.2.1.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Transfer Coefficient : U) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent : TD_{eq}) 39
3.3 การตรวจวัดสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ 44
3.3.1 ภาพแสดงการใช้เครื่องมือ 44
3.3.2 ผลการสำรวจการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 46
3.4 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 48

3.5 ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 49

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 51

4.1 ข้อสมมุติฐาน 51

4.2 สมดุลพลังงานไฟฟ้าในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 53

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร 55

4.4 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 57

4.6 ผลการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 62

4.7 ค่าดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) 63

บทที่ 5 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน 66

5.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานของกรอบอาคาร 66

5.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ 69

5.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 72

5.4 ดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่หลังการปรับปรุง (ไม่รวมพื้นที่ลานจอดรถ) 77

บทที่ 6 สรุปโครงการ 78

6.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 78

6.2 ระบบปรับอากาศ 79

6.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 81

6.4 สรุปมาตรการปรับปรุงการใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 83

6.5 วิจารณ์โครงการ 83

6.6 ข้อเสนอแนะ 84

เอกสารอ้างอิง 85

ภาคผนวก 86

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงโคมไฟส่องลงแบบต่างๆ 21

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการติดตั้งหลอด 22

รูปที่ 2.3 แสดงโคมที่ไม่มีฝาปิด 23

รูปที่ 2.4 แสดงโคมไฟอุตสาหกรรม 23

รูปที่ 2.5 แสดงโคมกรองแสง 24

รูปที่ 2.6 แสดงโคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบตัวขวางริ้ว 24

รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 32

รูปที่ 3.2 แสดงด้านหน้าของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 33

รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารสำนักงานเลขา 35

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารเรียนรวม 36

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะกรอบของอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร 37

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร 38

รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะกรอบอาคารกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ หลังคา 38

รูปที่ 3.8 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ 44

รูปที่ 3.9 แสดงการวัดความเร็วลมที่ด้านอากาศกลับ 45

รูปที่ 3.10 แสดงการวัดพื้นที่หน้ากากอากาศกลับ 45

รูปที่ 3.11 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 X 38
ชนิดฝังฝ้า (D) โคมกรองแสง (DF) 48

รูปที่ 3.12 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์(FL) ขนาด 2 X 38
ขนาด 1 X 26ชนิดฝังฝ้า (D) โคมตะแกรง (LV) 49

รูปที่ 3.13 ภาพแสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL)
ชนิดฝังฝ้า (D) โคมไฟส่องลง (DL) 49

รูปที่ 3.14 ภาพแสดงคอมพิวเตอร์หน้าจอ 14 นิ้ว ขนาด 450 วัตต์ 49

รูปที่ 3.15 ภาพแสดงตู้เย็นขนาดความจุ2.1 คิวขนาด 50 วัตต์ 49

รูปที่ 3.16 ภาพแสดงโทรทัศน์ 50

รูปที่ 3.17 ภาพแสดงไมโครเวฟขนาด 800 วัตต์ 50
รูปที่ 3.18 ภาพแสดงเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 380 วัตต์ 50
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟการใช้พลังงานในแต่ละเดือนตั้งแต่ พ.ศ. 2552 52
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบ 53
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารสำนักงานเลขา 53
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารเรียนรวม 54
รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารอุตสาหกรรม
การเกษตร 54
รูปที่ 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารวิทยาศาสตร์
การเกษตร 55
รูปที่ 4.7 แสดงค่า OTTV และ RTTV ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 56
รูปที่ 4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้กำลังไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 57
รูปที่ 4.9 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารสำนักงานเลขา
เครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขามีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐานจำนวน 19 เครื่อง 58
ตารางที่ 4.10 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารเรียนรวม
เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนรวมมีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐานจำนวน 21 เครื่อง 58
รูปที่ 4.11 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารวิทยาศาสตร์
การเกษตรเครื่องปรับอากาศอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรมีค่าสมรรถนะเกินค่า
มาตรฐานจำนวน 1 เครื่อง 59
รูปที่ 4.12 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารอุตสาหกรรม
การเกษตรเครื่องปรับอากาศอาคารอุตสาหกรรมเกษตรมีค่าสมรรถนะเกินค่า
มาตรฐานจำนวน 7 เครื่อง 59

รูปที่ 4.13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 60

รูปที่ 4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 62

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในกลุ่มอาคารคณะเกษตรก่อน
การปรับปรุง 64

รูปที่ 5.1 ผนังที่ของอาคารอุตสาหกรรมเกษตรที่เสนอมาตรการติดฟิล์ม 66

รูปที่ 5.2 แสดงค่า OTTV หลังดำเนินมาตรการเปรียบเทียบค่าก่อนดำเนินมาตรการในอาคาร
สำนักงานเลขา, อาคารเรียนรวม, อาคารอุตสาหกรรมเกษตร 67

รูปที่ 5.3 กราฟแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในกลุ่มอาคารคณะเกษตร
หลังการปรับปรุง 76

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคาร 6

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ 17

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด 20

ตารางที่ 2.4 รูปคุณสมบัติของบัลลาสต์แต่ละประเภท 25

ตารางที่ 2.5 วิธีวิเคราะห์การเงิน 27

ตารางที่ 2.6 เครื่องมือวัด 31

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตรวจวัด 34

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังทึบของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ 40

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างหลังคาของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ 41

ตารางที่ 3.4 แสดงเครื่องปรับอากาศแบ่งตามขนาดของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ 42

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า OTTV และ RTTV ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ
เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
พ.ศ. 2535สำหรับอาคารเก่า 61

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าดัชนีการใช้ค่ากำลังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เฉลี่ยต่อพื้นที่ของกลุ่มอาคาร
เกษตรฯ 62

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เฉลี่ยต่อพื้นที่ของอาคาคณะเกษตรฯ 63

ตารางที่ 5.1 แสดงการสรุปมาตรการของเครื่องปรับอากาศและการวิเคราะห์มูลค่า
ทางการเงินในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 70

ตารางที่ 5.2 แสดงมาตรการและการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ 75

สารบัญสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
A	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้คงที่ต่อปี	หน่วย/ปี
A_{glass}	พื้นที่ของโปร่งแสง	m^2
A_{oi}	พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบ และผนังหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง	m^2
A_r	พื้นที่หน้ากากด้านกลับเป็นค่าที่ได้จากการวัด	ft^2
A_T	พื้นที่กรอบอาคารรวมในส่วนที่พิจารณา	m^2
A_{wall}	พื้นที่ของส่วนทึบ	m^2
BW	ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร	W
C	ค่าที่นำความร้อน	$W/m^2 \cdot C$
C	ค่าแก้ไขความสามารถในการทำความเย็น	-
CF	ค่าตัวปรับแก้ (Correction Factor : CF)	-
CFM	อัตราการไหลของอากาศ	ft^3/min
Chp	สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ	kW/Ton
Chp_{avg}	สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ	kW/Ton
E_{air}	ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ	kWh/Y
E_{bl}	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	kWh/Y
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพของพลังงาน	(Btu/hr)/W
EIRR	อัตราตอบแทนภายใน	%
E_{reduce}	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี	kWh/Y
FIRR	อัตราผลตอบแทนภายใน	%
G	ชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	hr/YGR

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
h_r	เอลทาลปีของอากาศด้านกลับ	Btu/lb
hr_w	ชั่วโมงการใช้งาน	hr/Y
h_s	เอลทาลปีของอากาศด้านจ่าย	Btu/lb
I	เงินลงทุนเริ่มต้น	บาท
IRR	อัตราผลตอบแทนภายใน	%
K	สัมประสิทธิการนำความร้อน	$W/m^{\circ}c$
kW	กำลังไฟฟ้าคอมแพรสเซอร์	kW
kW_{ac}	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้	kW
kW_{ST}	กำลังไฟฟ้าที่สภาวะมาตรฐาน	kW
LW	ผลรวมของพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างทั้งหมด	W
MRR	อัตราดอกเบี้ย	%
N	จำนวนปี	ปี
N_{bl}	จำนวนบัลลาสต์ที่เปลี่ยนบัลลาสต์	ตัว
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	บาท
OP	เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมแพรสเซอร์	%
OP_{NEW}	เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องใหม่	%
OP_{old}	เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องเก่า	%
OTTV	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา	W/m^2
$OTTV_{NEW}$	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังดำเนินมาตรการ	W/m^2
$OTTV_{old}$	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังก่อนดำเนินมาตรการ	W/m^2
P	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	บาท
PB	ระยะเวลาคืนทุน	ปี
PD	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคาร	W/m^2
q	ความสามารถในการทำความเย็น	Btu/hr

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
Q_{AC}	ความสามารถในการทำความเย็นที่วัดได้	Btu/h
q_r	อัตราการถ่ายเทความร้อน	W
Q_{NEW}	ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องใหม่	Btu/hr
Q_{NEW}	ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องเก่า	Btu/hr
Q_{SC}	อัตราการถ่ายเทความร้อน	W
Q_{St}	ความสามารถในกานทำความเย็นที่สภาวะมาตรฐาน	Btu/hr
Q_{WALL}	อัตราการถ่ายเทความร้อน	W
R	ค่าความต้านทานความร้อน	$m^{20}C/w$
Ra	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่าง ของผนังหลังคาและเพดาน	$m^{20}C/w$
R_i	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร	$m^{20}C/w$
R_o	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร	$m^{20}C/w$
ROI	ผลตอบแทนกานลงทุน	บาท
RSR	อัตราส่วนพื้นที่ของโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา	
R_T	ความต้านทานความร้อนรวม	$m^{20}C/w$
RTTV	ค่าการถ่ายความร้อนของหลังคาที่พิจารณา	W/m^2
S	ผลประหยัดตลอดอายุการใช้งาน	บาท
SC	สัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสง (Shading Coefficient)	-
SF	ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์(Solar Factor)ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสง	W/m^2
S_m	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อไป	บาท/ปี
ΔT	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร	°C
TD_{eq}	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(Temperature Different Equivalent)	°C
TR	ความสามารถในการทำความเย็น	TON
U	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	$m^{20}C/w$

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
U_f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง	w/m^2°c
U_{glass}	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนผนังโปร่งแสง	w/m^2°c
U_r	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมหลังคาทึบ	w/m^2°c
U_r	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสง	w/m^2°c
V_r	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ	ft/min
Watt	กำลังไฟฟ้าจากคอมแพรสเซอร์	W
$Watt_{bl}$	กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้	Watt/บัลลาสต์
	กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้	Watt /โคม
WWR	อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา	-
ΔT	ความหนาของวัสดุ	m

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

ปัจจุบันการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยนเรศวรมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามพัฒนาการของมหาวิทยาลัยและจะสูญเสียงบประมาณของมหาวิทยาลัยไปใช้ในด้านพลังงานเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพควรมีการตรวจวัด กำหนดเป้าหมาย และนำเสนอต่อผู้บริหารในแต่ละหน่วยงานของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ในปัจจุบันมีการออกมาตรการกฎหมายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานชื่อว่า พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 แล้วจึงได้ร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 ตามมาโดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2538 เป็นต้นไป

กลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก มีความเหมาะสมที่จะเข้าไปดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและผู้บริหารได้เล็งเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานเช่นเดียวกัน จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่ากลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกมีการใช้พลังงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และสาธารณูปโภคอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานดังกล่าวเพื่อเสนอวิธีการกำหนดเป้าหมาย และแผนการอนุรักษ์พลังงานเสนอต่อผู้บริหารของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้การบริหารการจัดการด้านพลังงานซึ่งจะเป็นตัวอย่างแก่อาคารอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1.2.1 กำหนดมาตรการและแผนการอนุรักษ์พลังงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ได้ 5 - 10 % ต่อปี

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

การตรวจวัด และวิเคราะห์การใช้พลังงานของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยยึดหลักตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เพื่อกำหนดเป้าหมาย และแผนการอนุรักษ์พลังงานเสนอต่อผู้บริหารของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการ	2552							2553			
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
1. ศึกษาปัญหาร่วมกับกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ											
2. ศึกษาเกี่ยวกับกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน											
3. ศึกษาหลักการ การตรวจวัด วิเคราะห์และการจัดการด้านพลังงานในระบบกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสง สว่างและอื่นๆ											
4. ตรวจวัดการใช้พลังงานในอาคารคณะเกษตรฯ											
5. วิเคราะห์การใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ											
6. สรุปมาตรการที่จะใช้ในการอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มอาคารคณะ											

เกษตรฯ										
7. กำหนดเป้าหมาย และแผนการอนุรักษ์พลังงานเสนอต่อผู้บริหารของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ										

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.5.1 ได้เป้าหมายและแผนที่สามารถปฏิบัติได้จริงในการจัดการในการพลังงานของกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน 5-10% ต่อปี

1.5.2 เพื่อนำเป้าหมายและแบบแผนการจัดการพลังงานนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆได้โดยใช้พระราชบัญญัติเป็นหลักในการวิเคราะห์

1.6 งบประมาณ

1.6.1	ค่าเข้าเล่ม	1,000 บาท
1.6.2	ค่าปริ้นเอกสาร	1,000 บาท
1.6.3	กระดาษ A4	500 บาท
1.6.4	ถ่ายเอกสาร	500 บาท
	รวม	3,000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในทุกวันนี้ปัญหาการใช้พลังงานภายในประเทศได้เพิ่มมากขึ้นซึ่งตรงกันข้ามกับทรัพยากรธรรมชาติ ที่ใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานได้ลดลงอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นแหล่งพลังงานที่ได้จากถ่านหิน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้นรัฐบาลจึงได้จัดทำพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เพื่อใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานได้ลดลงและคุ้มค่าที่สุด

จากพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ดังกล่าวนอกจากจะช่วยประเทศชาติในการประหยัดพลังงานและงบประมาณในการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศแล้วยังจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตของสถานประกอบการ ทำให้เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในทางตลาดให้กับสถานประกอบการอีกด้วย นอกจากนี้แล้วยังช่วยให้สิ่งแวดล้อมเนื่องจากมีการใช้พลังงานที่น้อยลง และมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยภาพรวมแล้วพระราชบัญญัตินี้มีส่วนช่วยให้มีการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทยให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.1 สรุปสาระสำคัญของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

กฎหมายการอนุรักษ์พลังงานมีชื่อว่าพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำกับดูแลและส่งเสริมและสนับสนุนให้มาตรการอนุรักษ์พลังงานในผู้ที่อยู่ภายใต้กฎหมาย และมีการสนับสนุนให้มีการผลิตอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานรวมถึงได้มีการจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเพื่อใช้เป็นกลไกในการอุดหนุนช่วยเหลือทางการเงินในการอนุรักษ์พลังงานซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานกรมพัฒนาและส่งเสริมแรงงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดลักษณะของอาคารควบคุม (สามารถดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 2.2) แบ่งอาคารควบคุมเป็นอาคารเก่าและอาคารใหม่ (สามารถดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 2.3)

2.2 อาคารควบคุม

ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2538 ได้กำหนดให้อาคารที่มีลักษณะเป็นอาคารหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้เลขที่เดียวกันที่มีการใช้พลังงานดังต่อไปนี้ให้เป็นอาคารควบคุม

อาคารที่ไม่ใช่พระที่นั่งหรือพระราชวังสถานฑูตหรือสถานกงสุลอาคารที่ทำการขององค์กรระหว่างประเทศโบราณสถานวัดหรืออาคารที่ใช้เพื่อการศาสนาซึ่งมีกฎหมายควบคุมการก่อสร้างไว้โดยเฉพาะที่มีการใช้พลังงานต่อไปนี้ถือเป็นอาคารควบคุมดังต่อไปนี้ คือ อาคารหลังเดียวหรือหลายภายใต้บ้านเลขที่เดียวกันที่ได้รับอนุมัติให้ติดตั้งหม้อแปลงชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,000 KW หรือ 1,175 KVA ขึ้นไปหรือมีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกกะจูลในรอบหนึ่งปี

2.3 อาคารเก่าและอาคารใหม่

จากกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ให้ความหมายอาคารเก่าและอาคารใหม่ ดังนี้

อาคารเก่า หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาติก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 มีผลใช้บังคับคือก่อนวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2538

อาคารใหม่ หมายความว่า อาคารที่ได้ยื่นขออนุญาติก่อสร้างไว้หลังวันที่พระราชกฤษฎีกำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 มีผลใช้บังคับคือก่อนวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2538

2.4 การถ่ายเทความร้อนของอาคาร

ปัจจุบันอากาศในประเทศไทยได้ร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารให้เกิดความสบายแก่ผู้อยู่อาศัย แต่เครื่องปรับอากาศก็เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมาก ดังนั้นการลดพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในอาคารลงสามารถที่จะลดการใช้พลังงานลงได้

ดังนั้นการลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกผนัง (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากหลังคา (Roof Thermal Transfer Value: RTTV) จึงได้มีมาตรการที่จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานของอาคารลงได้ดังนั้นเพื่อให้การใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพรัฐบาลจึงได้กำหนดมาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนไว้ดังนี้จากกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ออกตามความนพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดค่ามาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคารไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานของการถ่ายเทความร้อนของอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อน	อาคารเก่า (W/m^2)	อาคารใหม่ (W/m^2)
ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร Overall Thermal Transfer Value: OTTV	55	45
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร Roof Thermal Transfer Value: RTTV	25	25

2.4.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคารให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

2.4.1.1 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity Coefficient: K)

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่างๆที่จะใช้ประกอบการคำนวณเพื่อหาค่านำความร้อนของวัสดุใดๆให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้ประกาศกำหนด ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างนั้นๆให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตาราง

2.4.1.2 ความนำความร้อน (Thermal Conductance: C)

ค่าความนำความร้อนของวัสดุใดๆ คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับความหนาของวัสดุ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$C = \frac{K}{\Delta X} \qquad (2.1)$$

โดย C คือ ค่าความนำความร้อน มีหน่วยเป็น $W/m^2\,^0C$

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีหน่วยเป็น $W/m\,^0C$

ΔX คือ ความหนาของวัสดุ มีหน่วยเป็น m

2.4.1.3 ความต้านความร้อน (Thermal Resistant: R)

ค่าความต้านความร้อนของวัสดุใดๆ คือ ส่วนกลับของค่าความนำความร้อนซึ่งคำนวณได้จาก สมการที่ 2.2

$$R = \frac{1}{C} \text{ หรือ } \frac{\Delta X}{K} \qquad (2.2)$$

โดยที่ R คือ ค่าความต้านทานความร้อน มีหน่วยเป็น $m^2\ ^0C\ /\ W$

2.4.1.4 ความต้านมานความร้อนของฟิล์ม (air film)

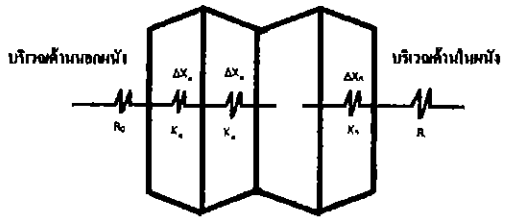
ค่าความต้านทานความร้อนระหว่างผิววัตถุใดๆ กับอากาศที่อยู่โดยรอบ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของอาคาร (R_o)
2. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของอาคาร (R_i)
3. ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างของผนังหลังคาและเพดาน (R_g)

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับอาคารผนังทึบสำหรับผนังสองชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลางสำหรับอาคารหลังอาคารสำหรับหลังคาที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลางและสำหรับเพดานที่ใช้ประกอบการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางในภาคผนวก

2.4.1.5 ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)

การคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนังและหลังคา (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุที่แตกต่างกัน n ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.1 สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 2.3



$$R_T = R_O + \frac{\Delta X_1}{K_1} + \frac{\Delta X_2}{K_2} + \frac{\Delta X_3}{K_3} + \cdots + \frac{\Delta X_n}{K_n} + R_i \qquad (2.3)$$

โดยที่ $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \ldots, \Delta X_n$ คือ ความหมายของวัสดุที่อาคารประกอบขึ้นเป็นผังที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับมีหน่วยเป็น m

$K_1, K_2, K_3, \ldots, K_n$ คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับมีหน่วยเป็น W/m

R_o, R_i คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกและด้านในของผนังอาคารตามลำดับ มีหน่วยเป็น $m^2\,^0C\,/W$

2.4.1.6 ในกรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ

ในการคำนวณค่าความต้านทานร้อนของผนังหลังคาและเพดาน (R_T) ซึ่งมีโครงสร้างที่ประกอบขึ้นจากวัสดุที่แตกต่างกัน n ชนิด และผนังอาคารมีช่องว่างอากาศดังแสดงในรูปที่ 2.2 สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 2.4

$$R_T = R_O + \frac{\Delta X_1}{K_1} + \frac{\Delta X_2}{K_2} + \frac{\Delta X_3}{K_3} + \cdots + R_a + \cdots + \frac{\Delta X_n}{K_n} + R_i \qquad (2.4)$$

โดยที่ R_a คือ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) ที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศของผนังมีหน่วยเป็น $m^2\,^0C\,/W$

2.4.1.7 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอาคาร (Overall Heat Transfer Coefficient : U)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 2.5

$$U = \frac{1}{R_T} \qquad (2.5)$$

โดยที่ U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น $W/m^2\,^0C$

R_T คือ ค่าความต้านทานความร้อนรวม มีหน่อยเป็น $m^2{}^0C/W$ สามารถหาได้จากสมการที่ 2.3 หรือจากสมการที่ 2.4

2.4.1.8 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Heat Transfer Value : OTTV)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTV) ให้คำนวณจากสมการ 2.6 ดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (U_w)(1\text{-}WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (SC)(WWR)(SF) \quad (2.6)$$

โดยที่ OTT_i คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็น w/m^2

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ มีหน่วยเป็น $w/m^{2}{}^0c$

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} คือ ค่าความแต่ต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent:TD_{eq}) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (^0c) หมายถึง ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง โดยผลต่างของอุณหภูมินี้จะพิจารณาถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสงมีหน่วยเป็น $w/m^{2}{}^0C$

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคารมีหน่วยเป็น ^0C สำหรับประเทศไทยค่านี้ คือ 5^0

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดผนังโปร่งแสง (Shading Coefficient : SC)[2] ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์(Solar Factor:SF)ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงหรือผนังโปร่งแสง มีหน่วยเป็น w/m^2 ซึ่งค่า SF=(160)(CF) โดยที่ CF คือตัวประกอบ ปรับแก้ (Correction Factor:CF)

หมายเหตุ

(1)มวลของวัสดุ มีหน่วยเป็นkg/m^2ในที่นี้พิจารณาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุมีหน่วยเป็นkg/m^3 กับความหนาแน่นของชั้นวัสดุมีหน่วยเป็นm

(2)ค่าSCมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่าง SC_1 (เป็นสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก) กับ SC_2 (ค่าสัมประสิทธิ์ของอุปกรณ์บังแดด)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกทั้งหมดของอาคาร (OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและด้านใน ($OTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการที่ 2.7

$$OTTV_{เฉลี่ย} = \frac{[(OTTV_1)(A_1) + (OTTV_1)(A_1) + \ldots\ldots + (OTTVi)(Ai)]}{[(A_1) + A_1) + \ldots + A_1)]} \qquad (2.7)$$

โดยที่ $OTTV_{เฉลี่ย}$ คือ ค่าเฉลี่ยการถ่ายเทความร้อนรวม มีหน่วยเป็น w/m^2

A_{oi} คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและผนังหน้าต่างหรือผนัง โปร่งแสง มีหน่วยเป็น m^2

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน มีหน่วยเป็น m^2

2.4.1.9 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาให้คำนวณจากสมการ 2.8

$$RTTV = (U_r)(1-RSR)(TD_{eq})+(U_{rf})(RSR)(\Delta T)+(SC)(RSR)(SF) \qquad (2.8)$$

โดยที่ RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

โดยที่ RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารที่พิจารณา มีหน่วยเป็น W/m^2

U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารส่วนทึบ มีหน่วยเป็น $W/m^{2\,0}C$

RSR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของส่วนโปร่งแสดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของอาคารส่วนที่พิจารณา

TD_{eq} คือ ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent:TD_{eq})ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (^0c)หมายถึงผลต่างของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโดยผลต่างของอุณหภูมินี้จะพิจารณาถึงการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบและมวลของวัสดุ[1]

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสง มีหน่วยเป็น $w/m^{2\,0}c$

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ,(^0c)สำหรับประเทศไทยค่านี้คือ $5\,^0c$

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสง (Shading Coefficicent : SC)[2]ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด

SF คือ ค่าตัวประรังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF) ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงหรือผนังแสง มีหน่วยเป็น W/m^2 ซึ่งค่า SF=(370)(CF) โดยที่

CF คือ ตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : CF)

หมายเหตุ

[1]มวลของวัสดุ มีหน่วยเป็น kg/m^2 ในที่นี้พิจารณาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุมีหน่วยเป็น kg/m^3 กับความหนาแน่นของชั้นวัสดุ มีหน่วยเป็น m

[2]ค่า SC มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่าง SC_1 (เป็นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก) กับ SC_2 (ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด)

ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารในบงครั้งเพื่อความสะดวกในการคำนวณเราจะใช้วิธีหาอัตราความร้อนผ่านเข้ามายังกรอบอาคารทั้งหมด มีหน่วยเป็น W แล้วเปลี่ยนให้เป็นฟลักซ์ความร้อนในการหารด้วยพื้นที่ทั้งหมดซึ่งมีหน่วยเป็น W/m^2

2.4.1.9.1 อัตราการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังทึบ

ผนังทึบ คือ ผนังที่ไม่ยอมให้แสงผ่านได้เลย การคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบใช้สมการ 2.9 ในการคำนวณ

$$Q_{wall}=(U_{wall})(A_{wall})(TD_{eq}) \quad (2.9)$$

โดยที่ Q_{wall} คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น W

U_{wall} คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนผนังทึบ มีหน่วยเป็น $W/m^{2}{}^{0}c$

A_{wall} คือ พื้นที่ของส่วนทึบ มีหน่วยเป็น m^2

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent : TD_{eq}) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร(^0c) หมายถึง ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโดยผลต่างของอุณหภูมินี้จะพิจารณาถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ และมวลของวัสดุ[1]

หมายเหตุ

[1]มวลของวัสดุ มีหน่วยเป็น kg/m^2ในที่นี้พิจารณาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุมีหน่วยเป็น kg/m^3 กับความหนาแน่นของชั้นวัสดุ มีหน่วยเป็น m

2.4.1.9.2 อัตราการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังโปร่งแสง

ผนังโปร่งแสง คือ ผนังที่ยอมให้แสงผ่านได้ การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสงใช้สมการ 2.10 ในการคำนวณ

$$Q_{glass}=(U_{glass})(A_{glass})(\Delta T) \quad (2.10)$$

โดยที่ Q_{glass} คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น W

U_{glass} คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนผนังโปร่งแสงมีหน่วยเป็น $W/m^2{}^0C$

A_{glass} คือ พื้นที่ของส่วนโปร่งแสง มีหน่วยเป็น m^2

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็น ^0C สำหรับประเทศไทยค่านี้คือ $5\ ^0C$

2.4.1.9.3 กรณีผนังโปร่งแสงมีอุปกรณ์บังแดด

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสงที่มีอุปกรณ์บังแดดติดตั้งอยู่ใช้สมการ 2.11 ในการคำนวณ

$$Q_{sc}=(SC)(A_{glass})(SF) \qquad (2.11)$$

โดยที่ Q_{Sc} คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น W

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสง (Shading Coefficient :SC)[2] ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด

A_{glass} คือ พื้นที่ส่วนโปร่งแสง มีหน่วยเป็น m^2

SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF) ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงหรือผนังโปร่งแสง มีหน่วยเป็น W/m^2 ซึ่งค่า SF= (370)(CF) โดยที่ CF คือ ตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : CF)

2.4.2 วิธีการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้จากการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

หลังจากที่เราคำนวณปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาในกรอบอาคารโดยวิธีที่แสดงในหัวข้อที่ 2.4.1 เป้าหมายต่อไปนี้คือ การลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารซึ่งก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การติดฟิล์มกรองแสงที่กระจก,การเคลือบเซรามิกโค๊ตติ้งผิวหลังคา,การติดฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดาน ฯลฯ ซึ่งหลังจากที่เราตัดสินใจเลือกมาตรการใดมาตรการหนึ่งแล้ว เราจะต้องทำการคำนวณ

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารอีกครั้งหนึ่งเพื่อดูว่าสามารถที่จะลดความร้อนที่เข้าอาคารลงได้เท่าไรซึ่งปริมาณความร้อนที่ลดลงได้นั้นก็หมายถึงภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงตามไปด้วยดังนั้นทำให้สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 2.12 สำหรับคำนวณภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงได้และสมการที่ 2.13 สำหรับคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

2.4.2.1 สมการสำหรับคำนวณภาระการทำงานเครื่องปรับอากาศที่ลดลง

$$Q_{reduce} = (OTTV_{old} - OTTV_{new})(A_T)(CF) \quad (2.12)$$

โดยที่ Q_{reduce} คือ ภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดลง มีหน่วยเป็น TON

$OTTV_{old}$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังก่อนดำเนินมาตรการ มีหน่วยเป็น W/m^2

$OTTV_{new}$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังหลังดำเนินมาตรการ มีหน่วยเป็น W/m^2

A_T คือ พื้นที่กรอบอาคารรวมในส่วนที่พิจารณา มีหน่วยเป็น m^2

CF คือ ค่าที่ใช้ในการแปลงหน่วยพลังงานความร้อนให้เป็นหน่วยตันความเย็นมีค่าเท่ากับ 2.85×10^{-4} มีหน่วยเป็น TON/W

2.4.2.2 สมการสำหรับคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี

$$E_{reduce} = (Q_{reduce})(Chp_{avg})(G)(OP) \quad (2.13)$$

โดยที่ E_{reduce} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี มีหน่วยเป็น kW-hr/Y

Q_{reduce} คือ ภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดลง มีหน่วยเป็น TON

Chp_{avg} คือ สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จากผลรวมของกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศหารด้วยผลรวมของความสามารถในการทำความเย็นมีหน่วยเป็น hr/Y

G คือ ชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น hr/Y

OP คือ เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์

2.5 การหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.5.1 ความสามารถในการทำความเย็น

ความสามารถในการทำความเย็นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.14

$$Q = 4.5(CFM_r)(h_r-h_s) \quad (2.14)$$

โดยที่ q คือ ความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็นBtu/hr

CFM_r คือ อัตราการไหลของอากาศ มีหน่วยเป็น ft^3/min

h_r คือ เอลทาลปีของอากาศด้านกลับ มีหน่วยเป็น Btu/lb

h_s คือ เอลทาลปีของอากาศด้านจ่าย มีหน่วยเป็น Btu/lb

ในการคำนวณอัตราการไหลของอากาศเราจะใช้ค่าด้านกลับมาคำนวณ (CFM_r) เนื่องจากอากาศด้านกลับมีความเร็วไม่มาก กล่าวคือทิศการเคลื่อนที่ของอากาศด้านกลับมีความปั่นป่วนน้อยกว่าอากาศด้านจ่ายซึ่งเป็นผลให้ความเร็วอากาศในแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกันสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.15

$$CFM_r=(A_r)(V_r) \quad (2.15)$$

โดยที่ CFM_r คือ อัตราการไหลของอากาศ มีหน่วยเป็น ft^3/min

A_r คือ พื้นที่หน้ากากด้านกลับเป็นค่าที่ใช้ได้จากการวัด มีหน่วยเป็น ft^2

V_r คือ ความเร็วลมด้านกลับเป็นค่าที่ได้จากการวัด มีหน่วยเป็น ft/min

ส่วนค่าเอลทาลปี (Enthalpy) สามารถเปิดได้จากแผนภูมิไซโครเมตริกชาร์ต (Psychometric Chart) โดยค่าอุณหภูมิกระเปราะแห้งของอากาศในหน่วยของศาฟาเรนไฮต์ (Dry Bulb Temperature : ^{0}F) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity : %RH) ทั้งสองค่าเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด

2.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศเราจะใช้อัตราประสิทธิภาพพลังงาน(Energy Efficiency Ratio : EER)ในสมการที่ 2.16 (หรือค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศในสมการที่ 2.17 มาเป็นตัวชี้วัด)

$$EER = \frac{q}{Watt} \qquad (2.16)$$

โดยที่ ERR คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพของพลังงาน มีหน่วยเป็น (Btu/hr)/W

q คือ ความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/hr

Watt คือ กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น W

$$Chp = \frac{KW}{TON} \qquad (2.17)$$

โดยที่ Chp คือ สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kW/TON

kW คือ กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น kW

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็น มีหน่วยเป็น TON

หมายเหตุ : โดยที่ 1 ตันความเย็น มีค่าเท่ากับ 12,000 Btu/hr

การกำหนดระดับประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยสำนักการจัดการด้านการไฟฟ้า (DSM) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้แสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

เบอร์	ค่า Energy Efficiency Ratio : EER
5	EER≥10.6
4	9.6≤EER<10.6
3	8.6≤EER<9.6
2	7.6≤EER<8.6
1	EER<7.6

ในการหาค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องนั้นมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำความเย็นและประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ กล่าวคือถ้าความชื้นและอุณหภูมิกระเปราะแห้งของอากาศที่เข้าคอยล์เย็นมีค่าสูง ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะน้อยลงและส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้นและใช้พลังงานมากขึ้นตามไปด้วยในทางกลับกันถ้าอุณหภูมิกระเปราะแห้งและความชื้นของอากาศที่มีค่าต่ำความสามารถในการทำความเย็นก็จะมากขึ้นและคอมเพรสเซอร์ก็จะทำงานน้อยลง

ในการที่จะบอกถึงสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องจำเป็นต้องกำหนดสภาวะมาตรฐานขึ้น เพื่อให้เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องได้ โดยสถาบันปรับอากาศและการทำความเย็น(Air-condition and Refrigeration Institute : ARI) ที่สหรัฐอเมริกาได้กำหนดสภาวะมาตรฐานไว้ดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิกระเปราะแห้งของอากาศที่เข้าคอนเดนเซอร์เท่ากับ 35 ^{0}C (98 ^{0}F)

2. อุณหภูมิกระเปราะแห้งของอากาศที่เข้าคอยล์เย็นเท่ากับ 26.7 ^{0}C (80 ^{0}F) และอุณหภูมิกระเปราะเปียกของอากาศที่เข้าคอยล์เย็นเท่ากับ 19 ^{0}C (67 ^{0}F)หรือเทียบเท่ากับความชื้นสัมพัทธ์ 50%

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงได้จัดทำตารางแก้ไขขนาดทำความเย็นและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบเป็นชุดออกมาและสามารถคำนวณสภาวะมาตรฐานของกำลังไฟฟ้า และขนาดทำความเย็นได้ตามสมการที่ 2.18 และสมการที่ 2.19 ตามลำดับ

$$KW_{st} = \frac{KW_{ac}}{C} \tag{2.18}$$

โดยที่ KW_{st} คือ กำลังไฟฟ้าที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็น kW

kW_{ac} คือ กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ มีหน่วยเป็น kW

C คือ ค่าแก้ไขกำลังไฟฟ้า

$$q_{st} = \frac{q_{ac}}{C} \tag{2.19}$$

โดยที่ q_{st} คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็น Btu/hr

q_{ac} คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่วัดได้ มีหน่วยเป็นBtu/hr

C คือ ค่าแก้ไขความสามารถในการทำความเย็น

หลังจากแปลงค่ากำลังไฟฟ้าและความสามารถในการทำความเย็นไปที่สภาวะมาตรฐานแล้วให้นำค่าที่สภาวะมาตรฐานมาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่สภาวะมาตรฐานโดยใช้สมการที่ 2.17 แล้วนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานการปรับอากาศที่กำหนดไว้สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งกำหนดไว้มีค่าไม่ให้เกิน 1.61 kW/TON

2.5.3 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเป็นผลคูณระหว่างกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่วัดได้กับชั่วโมงการทำงานต่อปีแต่เนื่องจากคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศไม่ได้ทำงานตลอดเวลา คือเมื่อคอมเพรสเซอร์จะทำงานก็ต่อเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นเกินที่เรากำหนดไว้และจะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิในห้องลดลงเท่ากับที่เรากำหนดไว้ ดังนั้นการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเราจึงต้องทำการคูณเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์เข้าไปด้วยเพื่อให้การคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดโดยที่การคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศได้แสดงไว้ในสมการที่ 2.20

$$E_{air}=(KW_{act})(hr_w)(OP) \quad (2.20)$$

โดยที่ E_{air} คือ ปริมาณการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kW-hr/Y

KW_{act} คือ กำลังไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศที่วัดได้ มีหน่วยเป็น kW

hr_w คือ ชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น hr/Y

OP คือ เปอร์เซ็นต์การทำงานคอมเพรสเซอร์

2.5.4 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อมีการเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมจะต้องมีการคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวใหม่เพื่อจะทราบถึงปริมาณพลังงานที่ประหยัดๆได้ ซึ่งในการคำนวณก็ใช้วิธีเหมือนหัวข้อที่ 2.5.3 แต่จะต้องมีการคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำงานคอมเพรสเซอร์ใหม่ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่น้อยกว่าเนื่องจากความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องใหม่จะสูงกว่าเดิมในขณะที่ภาระทำความเย็นยังเท่าเดิมโดยที่การคำนวณสามารถทำได้โดยสมการที่ 2.21

$$OP_{new} = \frac{(OP_{new})(OP_{old})}{q_{new}} \quad (2.21)$$

โดยที่ OP_{new} คือ เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องใหม่

OP_{old} คือ เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องเก่า

q_{old} คือ ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องเดิม มีหน่วยเป็น Btu/hr

q_{new} คือ ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องใหม่ มีหน่วยเป็น Btu/hr

2.6 มาตรฐานของการใช้ไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคารไม่รวมพื้นที่จอดรถ

2.6.1 มาตรฐานการส่องสว่าง

ในกรณีที่มีการส่องสว่างด้วยไฟฟ้าในอาคารจะต้องให้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอตามหลัก และวิธีการที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

2.6.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถจะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

ประเภทอาคาร [1]	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (W/m^2)
1.สำนักงาน โรงงาน สถานศึกษา และโรงพยาบาล/สถานพักฟื้น	16
2.ร้านขายของ ซูเปอร์มาเกต หรือศูนย์การค้า [2]	23

[1]อาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะให้ใช้ค่าในตารางตามลักษณะพื้นที่ใช้งาน

[2]รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้ายกเว้นที่ใช้ตู้กระจกแสดงสินค้า

2.6.3 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดโดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถให้คำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$PD = \frac{LW + BW}{GR} \quad (2.22)$$

โดยที่ PD คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคารมีหน่วยเป็น W/m

LW คือ ผลรวมของพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคารหน่วยเป็น W/m^2

BW คือ ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคารมีหน่วยเป็น W

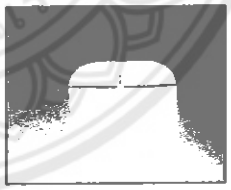
GR คือ พื้นที่ใช้งานรวมในอาคาร มีหน่วยเป็น m^2

2.6.4 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดเมื่อมีการเปลี่ยนโคมไฟ

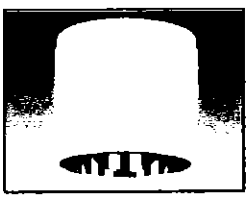
โคมไฟฟ้าทำหน้าที่ยึดหลอด บัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์โดยทำหน้าที่ควบคุมลำแสงที่ออกจากโคมให้ไปตกลงพื้นที่ที่ต้องการ และเนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ ในที่นี้จึงเน้นโคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ดังนี้

-โคมไฟส่องลง (Downlight) เหมาะสำหรับใช้งานส่องสว่างทั่วไปอาจจะเป็นชนิดฝังติดลอยแขวน หรือกึ่งฝังกึ่งลอยมีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ , หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์และหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง

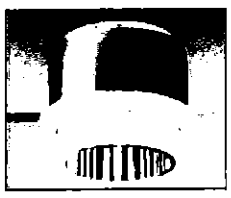
โคมไฟส่องลงชนิดฝัง



โคมไฟส่องลงชนิดแขวน



โคมไฟส่องลงชนิดติดลอย



โคมไฟส่องลงชนิดกึ่งฝังกึ่งลอย

รูปที่ 2.1 แสดงโคมไฟส่องลงแบบต่างๆ

-โคมไฟส่องลงหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ใช้กับงานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆ โคมไฟที่ใช้เป็นชนิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์โดยเฉพาะโคมไฟส่องลงหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ มี 2 แบบ คือหลอดติดตั้งในแนวนอนและหลอดติดตั้งในแนวตั้ง

หลอดติดตั้งแนวตั้ง หลอดติดตั้งแนวนอน

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการติดตั้งหลอด

หลอดติดตั้งในแนวนอน ข้อดีคือแสงกระจายออกจากโคมมากกว่าแต่ต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและการเปลี่ยนหลอด

หลอดติดตั้งในแนวตั้ง ข้อดีคือไม่มีปัญหาเรื่องการระบายความร้อนแต่ต้องระวังเรื่องแสงบาดตา

-โคมไฟส่องลงหลอดปล่อยประจุความเข้มสูงใช้กับงานที่มีความส่องสว่างสูงหรือบริเวณที่มีเพดานสูงใช้กับงานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆใช้เวลาในการจุดหลอดนานประมาณ 3-10 นาที

-โคมไฟส่องขึ้นเหมาะสำหรับงานเพดานสูงและเพดานมีสีอ่อนใช้กับบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสงสำหรับบริเวณที่ความส่องสว่างน้อยประมาณ 200-300 ลักซ์ และสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ต้องการแสงสะท้อนเนื่องจากโคมไฟส่องลง

คุณสมบัติและการใช้งานของโคมไฟส่องขึ้น

1. มีความสม่ำเสมอของแสงและทำให้ห้องที่แคบมีความรู้สึกกว้างและมีบรรยากาศดี

2. โคมไฟส่องขึ้นโดยทั่วไปให้ประสิทธิภาพต่ำ แต่มีคุณภาพแสงสูงคือไม่มีแสงบาดทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพแสงสูงเช่น ห้องคอมพิวเตอร์ , ศูนย์ควบคุม

3. การใช้โคมไฟดังกล่าวเพดานต้องสูงมากกว่า 2.7 เมตรขึ้นไปเพื่อให้ไม่เกิดความร้อนที่เพดานและไม่สว่างจ้าเกินไป

- โคมฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไฟที่ใช้กันมากเพราะมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างสูง (Luminous Efficacy) โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงมีหลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานแต่ละชนิดแตกต่างกันไปซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

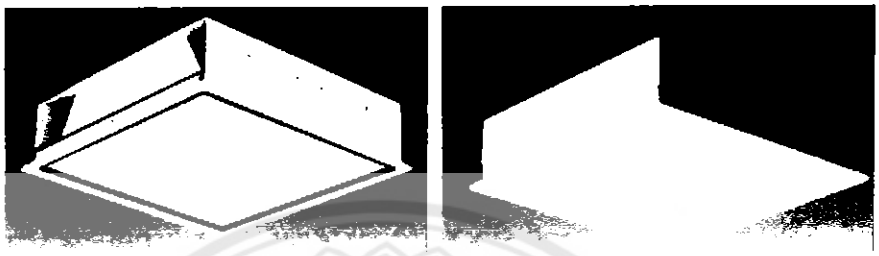
1. โคมที่ไม่มีฝาปิด (Bare Type Luminarie) ใช้กับงานที่ต้องการให้แสงออกด้านข้างและติดตั้งเพดานสูงไม่เกิน 4 เมตร ไม่เน้นแสงบังตา เหมาะสำหรับบริเวณที่จอดรถ ห้องเก็บของและพื้นที่ที่ใช้งานไม่บ่อยและไม่เน้นความสวยงาม

รูปที่ 2.3 แสดงโคมที่ไม่มีฝาปิด

2. โคมไฟอุตสาหกรรม (Industrial Luminarie) ใช้กับงานที่ต้องการให้แสงในทิศที่ต้องการโดยใช้แผ่นสะท้อนแสง และไม่เน้นความสวยงามมีแสงบาดตาเนื่องจากไม่มีกรอบเหมาะสำหรับบริเวณห้องเครื่อง

รูปที่ 2.4 แสดงโคมไฟอุตสาหกรรม

3. โคมกรองแสง (Diffuser Luminarie) มีแผ่นกรองแสงเป็นฝาครอบเพื่อลดแสงบาดตาทำให้ความเข้มส่องสว่างลดลง เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการแสงบาดตาและความส่องสว่างไม่สูงนัก เช่น ห้องพักคนไข้ห้องประชุม เป็นต้นสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดเกล็ดแก้ว (Prismatic) ชนิดขาวขุ่น (Opal) และชนิดผิวส้ม (Stipple)



แบบเกล็ดแก้ว แบบขาวขุ่น

รูปที่ 2.5 แสดงโคมกรองแสง

4. โคมตะแกรง (Louver Luminarie) มีแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างและด้านหลังหลอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโคมมีตะแกรงช่วยลดแสงบาดตามี 3 ชนิด ดังนี้

4.1 โคมตะแกรงตัดขวาง ประกอบขึ้นด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมจึงมีประสิทธิภาพสูง การแผ่กระจายของแสงเป็นรูปปีกกางดาว จึงแผ่กระจายได้เป็นบริเวณกว้าง ทำให้สามารถติดตั้งโคมไฟให้มีระยะห่างระหว่างโคมมากขึ้นกว่าปกติเป็นการช่วยลดปริมาณ โคมไฟฟ้ามีแสงบาดตาต่ำเหมาะกับพื้นที่สำหรับงานทั่วไป

4.2 โคมตะแกรงตัดขวางพาราโบลิก มีแผนสะท้อนแสงทั้งแนวขนานและแนวขวางกับลอดขึ้นเป็นรูป โค้งพาราโบลิก ทำให้กระจายแสงได้มุมแคบกว่าชนิดตัดขวางแต่มีแสงบาดตาน้อยกว่า เหมาะกับห้องทำงานที่มีจอคอมพิวเตอร์

4.3 โคมตะแกรงช่องถี่ มีตะแกรงถี่มากกระจายแสงในมุมแคบไม่ประหยัดพลังงานแต่แสงบาดตาน้อย เหมาะสำหรับเคาน์เตอร์.ประชาสัมพันธ์หรือบริเวณที่ต้องการความสวยงาม

รูปที่ 2.6 แสดงโคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบตัวขวางริ้ว

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เมื่อการเปลี่ยนโคมไฟ ใช้สมการ2.23 ในสมการคำนวณ

$$E_{โคม} = (N_{โคม})(Watt_{โคม})(hr_W)(OP) \quad (2.23)$$

โดย $E_{โคม}$ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ มีหน่วยเป็นKWh/Y

$N_{โคม}$ คือ จำนวนโคมที่เปลี่ยนใหม่ มีหน่วยเป็น โคม

$Watt_{โคม}$ คือ กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ มีหน่วยเป็น Watt/โคม

hr_W คือ ชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟ มีหน่วยเป็น hr/Y

OP คือ เปอร์เซ็นต์การทำงานของหลอดไฟ

2.6.5 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เมื่อเปลี่ยนบัลลาสต์

บัลลาสต์ ใช้งานร่วมกับหลอดก๊าซดีสชาร์จ ทำหน้าที่ควบคุมกระแสของหลอดไฟในขณะที่หลอดทำงานตากปกติ และช่วยจุดหลอดในตอนเริ่มเปิดใช้งานบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสต์เซนต์ ได้แก่ 1.บัลลาสต์แกนเหล็ก 2.บัลลาสต์แกนเหล็กชนิดสูญเสียหลังงานต่ำ 3.บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสต์เซนต์ชนิดจุดติดเร็ว 4.บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2 4 คุณสมบัติของบัลลาสต์แต่ละประเภท

คุณสมบัติ	แกนเหล็ก ธรรมดา	แกนเหล็ก สูญเสียต่ำ	แกนเหล็ก จุดติดเร็วหลอดคู่	อิเล็กทรอนิกส์
ใช้สตาร์ทเตอร์ภายนอก	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้
การจุดติดหลอด	กระพริบ	กระพริบ	ติดทันที	ติดทันที
แรงดันไฟฟ้าที่หลอดยังให้แสงสว่างและบัลลาสต์ทนได้	170 - 242 V	170 - 242 V	140 - 250 V	180 - 242 V
พลังไฟฟ้าเข้าวงจร	28 – 32 วัตต์ สำหรับหลอด 18 วัตต์	22 – 24 วัตต์ 40 – 42 วัตต์	54 วัตต์ สำหรับ 2 X 20 วัตต์ 96 วัตต์ สำหรับ	18 วัตต์ 36 วัตต์

ตารางที่2.4 คุณสมบัติของบัลลาสต์แต่ละประเภท (ต่อ)

	46 – 50 วัตต์ สำหรับหลอด 36 วัตต์		2 X 40 วัตต์	
เพาเวอร์แฟกเตอร์	0.3 – 0.5	0.3 – 0.5	0.85 – 0.95	0.95 – 0.99
อายุการใช้งาน	ไม่ต่ำกว่า 10 ปี	ไม่ต่ำกว่า 10 ปี	ไม่ต่ำกว่า 10 ปี	ไม่ต่ำกว่า 55,000 ช.ม.
เสียงรบกวน	เสียงฮัม	เสียงฮัม	เสียงฮัม	ไม่มีเสียง
อายุหลอด	8,000 ช.ม.	8,000 ช.ม.	20,000 ช.ม.	มากกว่าเดิม ร้อยละ 20
ราคา	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง
ค่าฮาร์มอนิกส์กระแสรวม	8 – 10 %	8 – 10 %	24 – 36 %	10 – 30 %
คุณภาพสูง	แสงไม่คงที่และกระพริบเมื่อใกล้หมดอายุ	แสงไม่คงที่และกระพริบเมื่อใกล้หมดอายุ	แสงไม่คงที่และไม่กระพริบ	แสงไม่คงที่และไม่กระพริบ

การคำนวณไฟฟ้าที่ประหยัดได้เมื่อมีการปรับเปลี่ยนบัลลาสต์ในการคำนวณ

$$E_{bl} = (N_{bl})(Watt_{bl})(hr_w)(OP) \qquad (2.24)$$

โดย E_{bl} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ มีหน่วยเป็น KWh/Y

N_{bl} คือ จำนวนบัลลาสต์ที่เปลี่ยนบัลลาสต์

$Watt_{bl}$ คือ กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ มีหน่วยเป็น Watt/บัลลาสต์

hr_w คือ ชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟ มีหน่วยเป็น hr/Y

OP คือ เปอร์เซ็นการทำงานของหลอดไฟ มีหน่วยเป็น %

2.7 วิธีการเคราะห์การเงิน

วิธีวิเคราะห์การเงิน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ค่าของเงินคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลากลุ่มที่ 2 ค่าของเงินเปลี่ยนแปลงตามเวลาและในแต่ละกลุ่มยังแบ่งออกเป็นหลายวิธีแต่ละวิธีมีข้อดีและข้องจำกัดแตกต่าง

ตารางที่ 2.5 วิธีวิเคราะห์การเงิน

ค่าของเงิน	ค่าของเงินเปลี่ยนแปลงตามเวลา
1.ระยะเวลาคืนทุน (Simple Pay Back)	1.มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)
2. ผลตอบแทนการลงทุน (Return on Investment หรือ ROI)	2. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return หรือ IRR)

2.7.1 ระยะคืนทุน

ระยะคืนทุน คือ ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการจ่ายคืนเงินเงินทุนเริ่มต้นของโครงการซึ่งคำนวณได้จาก

$$PB = \frac{I}{S_m} \qquad (2.25)$$

โดยที่ PB คือ ระยะเวลาคืนทุน มีหน่วยเป็นปี

I คือ เงินลงทุนเริ่มต้น หน่วยเป็น บาท

S_m คือ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี มีหน่วยเป็น บาท/ปี

2.7.2 ผลตอบแทนการลงทุน

ผลการตอบแทนการลงทุน (ROI) คือร้อยละของผลประหยัดสุทธิที่ได้รับตลอดอายุ การใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกับเงินลงทุน สามารถคำนวณได้จาก

$$ROI = \frac{S - I}{I} \text{ X } 100\,\% \qquad (2.26)$$

โดยที่ ROI คือ ผลตอบแทนการลงทุน มีหน่วยเป็น บาท

S คือ ผลประหยัดตลอดอายุการใช้งาน มีหน่วยเป็น บาท/ปี

I คือ เงินลงทุนเริ่มต้น มีหน่วยเป็น บาท

2.7.3 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV- Net Present Value) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประหยัดที่จะได้รับแต่ละปีตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปี

$$P = A[\ ((1+i)-1))/i(1+i)\ ] \tag{2.26}$$

$$NPV = I + A[\ ((1+i)-1))/i(1+i)\ ] \tag{2.27}$$

โดยที่ A คือ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีที่คงที่ มีหน่วยเป็น บาท/ปี

i คือ อัตราลดค่า มีหน่วยเป็น บาท

n คือ จำนวนปี มีหน่วยเป็น บาท

I คือ เงินลงทุนเริ่มต้น มีหน่วยเป็น บาท

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีหน่วยเป็น บาท

P คือ มูลค่าปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

2.7.4 อัตราผลตอบแทนภายใน

ประเภทของอัตราผลตอบแทนภายใน

1.อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (Econmic Internal Rate of Return : ELRR) เป็นผลตอบแทนที่แท้จริงต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศโยรวมคำนึงถึงต้นทุนและผลได้ของทุกคนในระบบเศรษฐกิจมูลค่าของเงินลงทุนและอัตราค่าพลังงานจะคำนวณจากข้อมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งก็คือราคาตลาดไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่มหักด้วยภาษีนำเข้าไม่คิดอัตราดอกเบี้ยและอัตราเงินเฟ้อทั้งนี้เนื่องจากเงินภาษีและดอกเบี้ยเป็นเพียงเงินที่ถ่ายเทจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยไม่มีการใช้ทรัพยากรใดๆ จึงไม่จัดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

2. อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return : FIRR) เป็นผลตอบแทนต่อผู้ลงทุนโครงการโดยตรงโดยมูลค่าของเงินลงทุนอัตราค่าพลังงานจะคิดจากมูลค่าที่ผู้ลงทุนจ่ายจริง และจะคำนึงถึงอัตราดอกเบี้ยภาษีต่างๆที่จ่ายออกไปทั้งหมด

3. ในที่นี้ IRR จะหมายถึง FIRR เนื่องจากเป็นผลตอบแทนต่อผู้ลงทุนโดยตรงส่วนการวิเคราะห์ EIRR นั้นใช้หลักการเดียวกัน เพียงแต่ต้องใช้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการคำนวณ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิใช้สำหรับตัดสินใจเลือกโครงการที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุดในขณะที่อัตราผลตอบแทน (IRR) บอกให้ทราบผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายใน คือ อัตราลดค่าที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์

IRR คือ i ที่ทำให้ NPV=0

โครงการที่มีค่า IRR มากกว่าค่า i ที่กำหนดจะคุ้มค่าต่อการทุน ส่วนต่างก็คือกำไรจากการลงทุนโครงการ

2.8 เป้าหมายแผนและการลงทุนโครงงานประหยัดพลังงาน

2.8.1 การกำหนดเป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายเป็นการนำผลที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงานวิเคราะห์ทางเทคนิคและทางการเงินที่ได้ศึกษามาเพื่อกำหนดเป้าหมายเชิงปริมาณโดยคำนึงถึงปัจจัยต่อไปดังนี้

1.มีเงินลงทุนเพียงพอหรือไม่หรือสามารถหาแหล่งเงินทุนภายนอกได้หรือไม่

2.ความเสี่ยงของโครงการเทคโนโลยีที่นำมาใช้มีการใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับหรือไม่ผลประหยัดที่ได้จากการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด

3. ผลตอบแทนทางการเงินจากการวิเคราะห์การลงทุนผลการวิเคราะห์การลงทุน NPV IRR ระยะเวลาคืนทุนหรือกระแสเงินสดได้รับการยอมรับหรือไม่

4. อายุการใช้งานอายุการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้อยู่เหมาะสมที่จะปรับปรุงอุปกรณ์และเครื่องจักรหรือเปลี่ยนอุปกรณ์และเครื่องจักรใหม่หรือไม่

5.บุคลากรมีบุคลากรมีความรู้และความสามารถพร้อมที่จะดำเนินการหรือไม่

6.ระยะเวลาในการดำเนินการ มีผลกระทบต่อการผลิตหรือการทำงานหรือไม่

7.นโยบายของอาคารหรือโรงงานโครงการสอดคล้องต่อนโยบายและเป้าหมายโดยรวมขององค์กรหรือไม่ เช่น การปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรฐานการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐาน ISO 14000 เป็นต้น

2.8.2 การจัดทำแผนโครงงานการประหยัดพลังงาน

การจัดลำดับความสำคัญในการประหยัดพลังงานสามารถทำได้หลายแบบไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนแต่ส่วนมากมาตรการการประหยัดพลังงานที่ลงทุนต่ำและให้ผลตอบแทนทางการเงินสูงมักจะได้รับการดำเนินการก่อนการจัดทำแผนควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆได้แก่ ความเร่งด่วน ความเหมาะสมทางเทคนิคและประโยชน์ที่จะได้รับประกอบด้วย

2.8.3 การลงทุนโครงการประหยัดพลังงาน

การลงทุนเป็นอุปสรรคที่สำคัญที่สุดในการดำเนินงานในการประหยัดพลังงานดังนั้นควรเลือกวิธีการลงทุนให้เหมาะสมแต่ละวิธีการมีข้อดีข้อเสียข้อจำกัดและความเสี่ยงแตกต่างกันไป

1.การลงทุนเองเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดมีความเสี่ยงน้อยกระแสเงินสดสุทธิดีที่สุดในบรรดาวิธีการลงทุนทั้งหมด เนื่องจากไม่ต้องเสียดอกเบี้ยและไม่ต้องแบ่งผลประโยชน์ให้ผู้อื่นแต่วิธีการลงทุนนี้ได้รับการอนุมัติค่อนข้างยากเนื่องจากความมั่นใจในการผลการประหยัดที่จะได้รับจริงและเงินลงทุนมักถูกใช้ไปกับโครงการอื่นที่สำคัญเร่งด่วนกว่า

2.วิธีการกู้เงินลงทุนของวิธีการนี้ได้มาจากการกู้อาจจะบางส่วนหรือทั้งหมดของโครงการจากธนาคารหรือสถาบันการเงินวิธีการนี้เหมาะสำหรับอาคารที่มีทรัพยากรพร้อมได้แก่ บุคคล ความ

เชี่ยวชาญ และโครงการที่ใช้วิธีการนี้ควรมีผลการประหยัดที่คาดว่าจะได้รับแต่วิธีการนี้มีความเสี่ยงสูงของอาคารต้องรับผิดชอบต่อผลการประหยัด

3.วิธีการแบ่งผลประหยัดการลงทุนวิธีนี้เป็นวิธีที่ให้บริษัทเข้ามาดำเนินงานโครงการประหยัดพลังงานหรือเรียกว่า Energy Services Company (ESCO) โดย ESCO จะเป็นผู้สำรวจศึกษาออกแบบจัดซื้อติดตั้งและบำรุงรักษา

4.อุปกรณ์ที่ติดตั้ง ESCO เป็นผู้พัฒนาโครงการครบวงจรแต่คิดค่าบริการจากผลที่ประหยัดได้

5.วิธีเช่าซื้อเป็นวิธีการที่ ESCO นำมาใช้อีกวิธีหนึ่งผู้เช่าซื้อคือ เจ้าของอาคารซึ่งเป็นผู้จ่ายค่าเช่าในจำนวนเงินที่ตกลงกันไว้เป็นรายเดือนในระยะเวลาที่กำหนดให้แก่ผู้เช่าค่าเช่าจะคิดจากค่าใช้จ่ายทั้งหมดประกอบด้วยเงินต้นค่าบำรุงรักษาค่าดำเนินงานค่าประกันของ ESCO และค่าดอกเบี้ย

2.9 เครื่องมือตรวจวัด

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางด้านพลังงานของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีดังต่อไปนี้

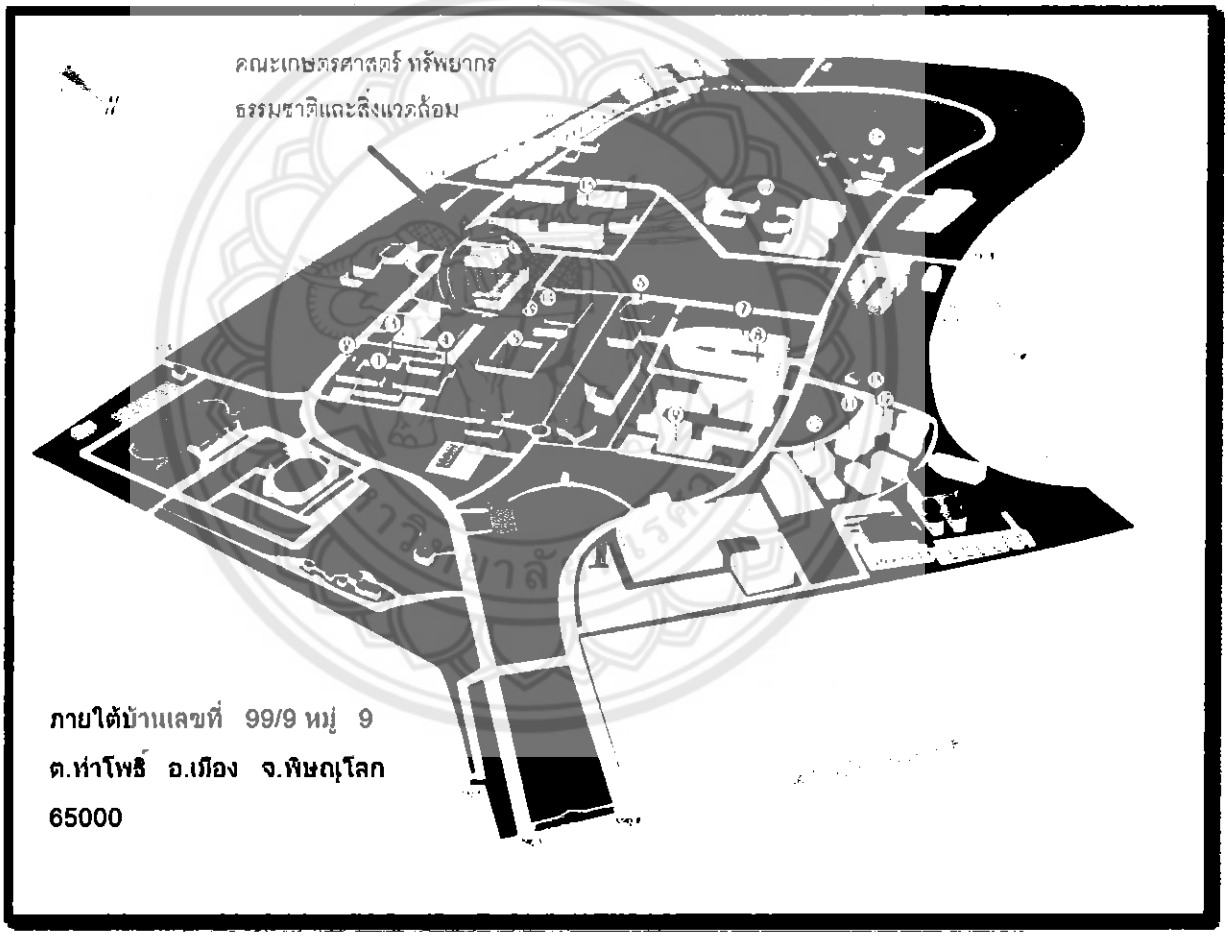
ตารางที่ 2.6 เครื่องมือวัด

ลำดับที่	เครื่องมือวัด	ค่าที่ได้	หน่วย
1	เทอร์โมมิเตอร์	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส
2	เครื่องมือวัดความเร็วลม	ความเร็วลม	เมตร/วินาที
3	เครื่องมือวัดความชื้น	ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซนต์
4	ตลับเมตร	ขนาด	เมตร
5	แอมมิเตอร์	กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์
6	โวลต์มิเตอร์	แรงดันไฟฟ้า	โวลต์
7	ลักซ์มิเตอร์	ความเข้มแสง	ลักซ์ (ลูเมน/ตารางเมตร)

บทที่ 3
การตรวจวัด

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เป็นกรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 3.2 แสดงด้านหน้าของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มอาคาร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เดิมชื่อ คณะเกษตรศาสตร์ ได้จัดตั้งขึ้น เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2536 โดยเริ่มรับนิสิตตั้งแต่ปีการศึกษา 2536 ต่อมาใน วันที่ 23 พฤษภาคม 2539 ได้มีพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยนเรศวร ทบวงมหาวิทยาลัย พ.ศ.2539 ได้เปลี่ยนชื่อคณะจาก คณะเกษตรศาสตร์ เป็น คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีพื้นที่ปรับอากาศ 7,063.36 ตารางเมตร และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 7,142.98 ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 14,206.34 ตารางเมตร มีทั้งหมด 4 อาคาร

- อาคารที่ 1 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มี 2 ชั้น
- อาคารที่ 2 อาคารเรียนรวม มี 4 ชั้น
- อาคารที่ 3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มี 3 ชั้น
- อาคารที่ 4 อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร มี 1 ชั้น

กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ เริ่มเปิด เวลา 08.00 น. ถึงเวลา 16.30 น.ในช่วงวันเวลาทำงานปกติ ส่วนในช่วงสอบ 08.00 น. ถึงเวลา 24.00 น. และเปิดทำการทั้งหมด 280 วัน โดยมหาวิทยาลัยนเรศวร มีการคิดราคาต่อหน่วยเท่ากับ 3.72 บาทต่อหน่วย

อาคารคณะเกษตรฯ เป็นอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จากกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (หัวข้อ 2.3 ในบทที่ 2) อาคารคณะเกษตรฯจัดเป็นอาคารควบคุมประเภท อาคารเก่า

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตรวจวัด

หัวข้อ	รายละเอียด	พ.ศ. 2553			
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร	1.สำรวจลักษณะอาคาร				
	2.ตรวจวัดขนาดอาคาร				
	3.สอบถามลักษณะโครงสร้างกรอบอาคารจากเจ้าหน้าที่				
ระบบเครื่องปรับอากาศ	1.สอบถามข้อมูลเครื่องปรับอากาศจากเจ้าหน้าที่				
	2.ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูล				
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	1.สำรวจจำนวนของไฟฟ้าส่องสว่าง				
	2.สอบถามเวลาการ เปิด – ปิด ในแต่ละพื้นที่การใช้งาน				
ระบบความเข้มแสง	1.กำหนดพื้นที่ในการตรวจวัด				
	2.ทำการตรวจวัด				
ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ	1.สำรวจอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่การใช้งาน				
	2.อ่านค่ารายละเอียดของเครื่องใช้ฟ้า				

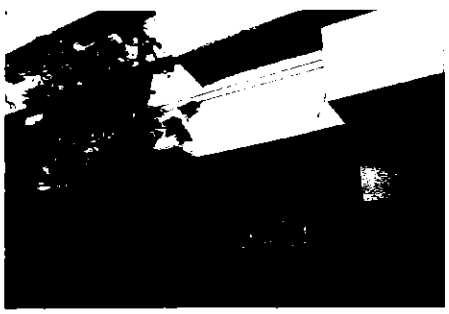
3.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (Overall Thermal Transfer Value : OTTV และ Roof Thermal Transfer Value : RTTV)

การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทภายนอกอาคารและหลังคาอาคารเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดการใช้พลังงานในส่วนเครื่องปรับอากาศลงได้ดังนั้นเพื่อให้การใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและหลังคา ดังแสดงในบทที่ 2 หัวข้อ 2.4 มาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อน ซึ่งลักษณะกรอบอาคารคณะเกษตรฯมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นผนังทึบ มีกระจกโดยรอบ และมีอุปกรณ์บังแดดน้อย

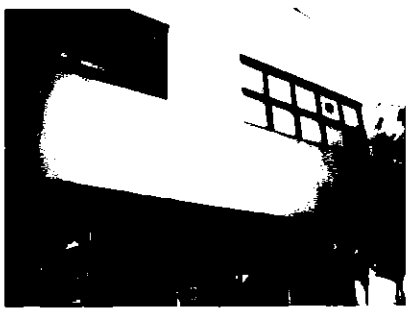
ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคาอาคารนั้นใช้โปรแกรม OTTVEE version 1.0a (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation) ผลิตโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เราจำเป็นที่จะต้องทราบ ลักษณะของกรอบอาคารว่าประกอบไปด้วยวัสดุชนิดใดบ้าง มีพื้นที่ผนังทึบเท่าไร พื้นที่ผนังโปร่งแสงเท่าไร ลักษณะอุปกรณ์บังแดดเป็นอย่างไร เพื่อที่จคำนวณ โดยปกติเราสามารถดูข้อมูลเหล่านี้ได้จากแบบก่อสร้าง และในบางครั้งเราจำเป็นต้องออกแบบด้วยตัวเองในกรณีที่ไม่มีแบบ รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของกรอบอาคารของอาคารภายในคณะเกษตรฯมหาวิทยาลัยนเรศวรในทิศต่างๆ

ด้านทิศตะวันออก

ทิศเหนือ



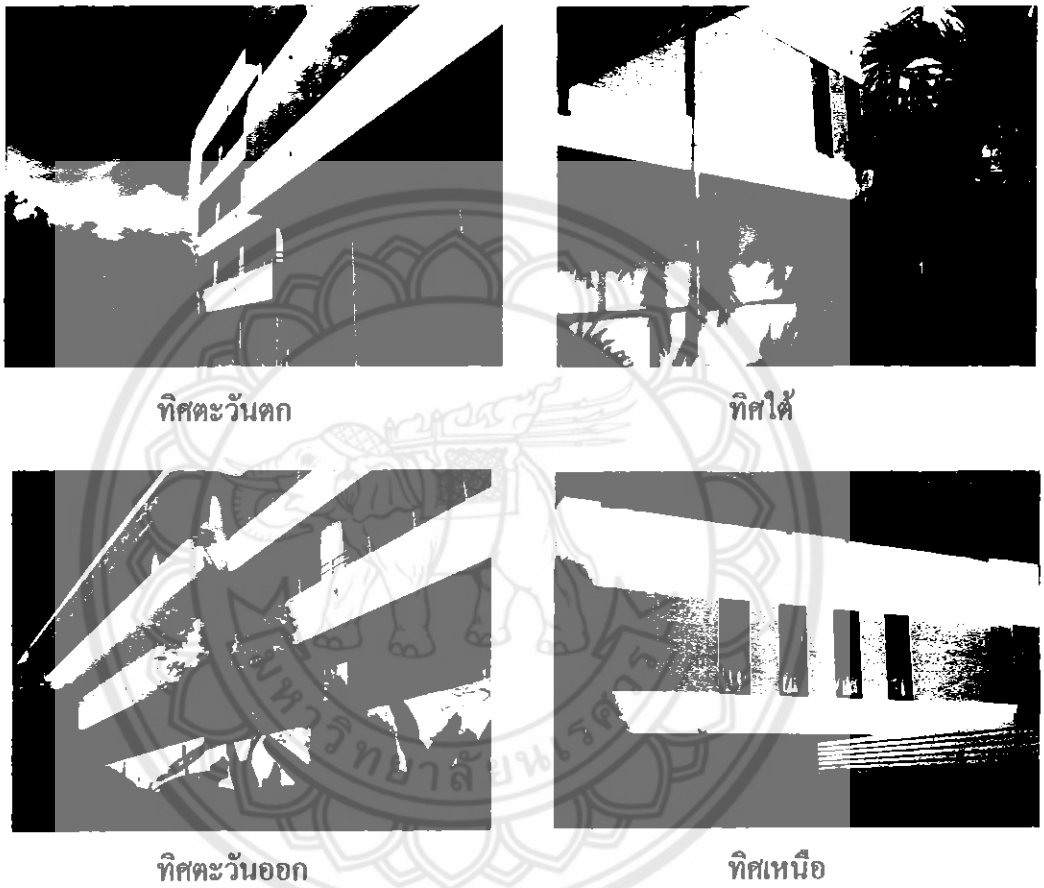
ด้านทิศตะวันตก



ทิศใต้

รูป 3.3 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

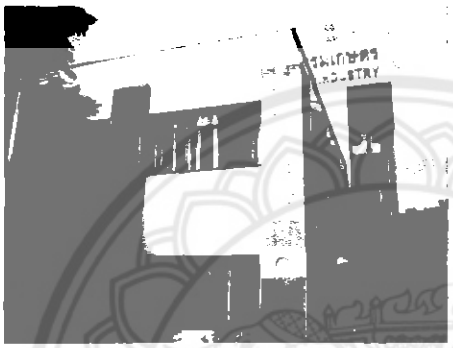
จากรูปที่ 3.3 ลักษณะกรอบอาคารของอาคารสำนักงานเลขาคณะฯ มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจกใสซึ่งกระจกใสไม่มีการติดฟิล์มกรองแสง แต่มีติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแดดสีครีมของกระจกใส และไม่มีพื้นที่อุปกรณ์บังแดดภายนอก มีพื้นที่ทิศเหนือ 300 m^2, ทิศใต้ 552.6 m^2, ทิศตะวันตก 300 m^2, ทิศตะวันออก 552.6 m^2



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารเรียนรวม

จากรูปที่ 3.4 ลักษณะกรอบอาคารของอาคารเรียนรวม ส่วนใหญ่กระจกและมีบางส่วนเป็นผนังพื้นที่เป็นผนังทึบ มีอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแดดสีครีม และมีอุปกรณ์บังแดดภายนอก มีพื้นที่ทิศเหนือ 590.9 m^2, ทิศใต้ 1,322.4 m^2, ทิศตะวันตก 438.5 m^2, ทิศตะวันออก 1213.7 m^2

ทิศเหนือ

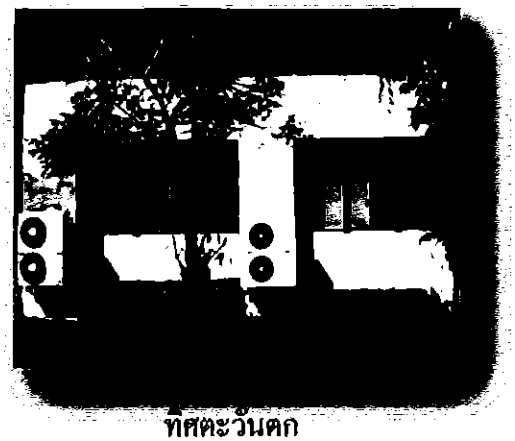


ทิศตะวันออก

ทิศใต้

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะกรอบของอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากรูปที่ 3.5 ลักษณะกรอบอาคารของอาคารอุตสาหกรรมเกษตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจกใส มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแดดสีครีมอ่อน และ มีอุปกรณ์บังแดดภายนอก มีพื้นที่ทิศเหนือ 289.3 m^2, ทิศใต้ 311.5 m^2, ทิศตะวันตก 40.52 m^2, ทิศตะวันออก 303.2 m^2



ทิศตะวันตก

ทิศเหนือ

ทิศตะวันออก

ทิศใต้

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร ส่วนใหญ่กระจกและมีบางส่วนเป็นผนังพื้นที่เป็นผนังทึบ มีอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแดดสีครีม และไม่มีอุปกรณ์บังแดดภายนอก มีพื้นที่ทิศเหนือ 174.9 m^2, ทิศใต้ 138.4 m^2, ทิศตะวันตก 75.2 m^2, ทิศตะวันออก 92.7 m^2,

คอนกรีต

เมทัลชีทสีเลือดหมู

รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะกรอบอาคารกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ หลังคา

รูปที่ 3.7 ลักษณะหลังคา แบ่งออกเป็น กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 หลังคาอาคารเรียนรวมและอาคารอุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นคอนกรีต กลุ่มที่ 2 หลังคาอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ และอาคารวิทยาศาสตร์การกษตร มีลักษณะเป็นคอนกรีตและเมทัลชีท

3.2.1รายละเอียดการคำนวณค่าความร้อนผ่านผนังอาคาร (Qverall Thermal Transfer Value : OTTV)

3.2.1.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Transfer Coefficient : U)และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า(Temperature Diferent Equivalent : TD_{eq})

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเป็นส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม หาได้จากสมการที่ 2.5 ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3 ในกรณีที่ ชั้นผนังประกอบไปด้วยชั้นวัสดุ n ชนิด และสมการที่ 2.4 ในกรณีที่ชั้นของผนังประกอบไปด้วย ชั้นวัสดุ n ชนิดและมีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง โดยค่าที่ Δx เป็นความหนาแน่นของชั้นผนังชนิดต่างๆซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการวัดหรือดูจากแบบแปลนอาคาร ส่วนในกรณีกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ นั้น ได้รายละเอียดโครงสร้างไว้ใน ตารางที่ 3.2 ถึงตาราง 3.5 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity Coefficient : K) สามารถดูจากตารางที่ ข. 1 ในภาคผนวก ข

สำหรับผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าสามารถหาได้จากตารางที่ ข.9 ในภาคผนวก ข ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุ (α) ซึ่งมวลของวัสดุสามารถหาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุกับความหนาแน่นของชั้นวัสดุนั้นๆ โดยค่าความหนาแน่นสามารถดูได้จาก ตารางที่ ข.7 ในภาคผนวก ข และระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์หาได้จากตารางที่ ข.8 ภาคผนวก ข

3.2.1รายละเอียดการคำนวณค่าความร้อนผ่านผนังอาคาร (Qverall Thermal Transfer Value : OTTV)

3.2.1.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Transfer Coefficient : U)และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า(Temperature Diferent Equivalent : TD_{eq})

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเป็นส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม หาได้จากสมการที่ 2.5 ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3 ในกรณีที่ ชั้นผนังประกอบไปด้วยชั้นวัสดุ n ชนิด และสมการที่ 2.4 ในกรณีที่ชั้นของผนังประกอบไปด้วย ชั้นวัสดุ n ชนิดและมีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง โดยค่าที่ Δx เป็นความหนาแน่นของชั้นผนังชนิดต่างๆซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการวัดหรือดูจากแบบแปลนอาคาร ส่วนในกรณีกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ นั้น ได้รายละเอียดโครงสร้างไว้ใน ตารางที่ 3.2 ถึงตาราง 3.5 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity Coefficient : K) สามารถดูจากตารางที่ ข. 1 ในภาคผนวก ข

สำหรับผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าสามารถหาได้จากตารางที่ ข.9 ในภาคผนวก ข ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุ (α) ซึ่งมวลของวัสดุสามารถหาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุกับความหนาแน่นของชั้นวัสดุนั้นๆ โดยค่าความหนาแน่นสามารถดูได้จาก ตารางที่ ข.7 ในภาคผนวก ข และระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์หาได้จากตารางที่ ข.8 ภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังและหลังคาของอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U ($w/m^2{}^\circ c$)	พื้นที่(m^2)
N	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	96.3
N	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	96.3
N	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	14.4
N	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	16.4
N	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	76.9
E	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	141.9
E	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	141.9
E	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	43.2
E	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	41.8
E	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	183.8
S	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	96.3
S	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	96.3
S	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	14.4
S	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	16.4
S	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	76.9
W	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	141.9
W	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	141.9
W	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	43.2
W	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	41.8
W	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	183.8
	หลังคาทึบ	คอนกรีต	0.8	1,907
	หลังคาทึบ	หลังคาเมทัลชีท	1.9	1,907

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังและหลังคาของอาคารเรียนรวม

ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U ($w/m^2{}^oc$)	พื้นที่(m^2)
N	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	260.9
N	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	260.9
N	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	28.8
N	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	22.9
N	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	17.4
E	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	930.9
E	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	100.8
E	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	127.9
E	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	162.8
S	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	179.3
S	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	179.3
S	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	28.8
S	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	22.9
S	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	28.2
W	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	621.6
W	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	100.8
W	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	127.9
W	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	363.4
	หลังคาทึบ	คอนกรีต	0.8	1,741.9

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังและหลังคาของอาคารอุตสาหกรรม

ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U ($w/m^2{}^oc$)	พื้นที่(m^2)
N	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	122.0
N	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	21.6
N	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	21.6
N	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	35.4
N	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	88.6
E	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	143.9
E	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	23.4
E	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	23.4
E	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	38.2
E	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	82.6
S	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	48.8
S	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	21.6
S	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	21.6
S	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	35.4
S	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	46.6
W	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	134.2
W	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	23.4
W	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	23.4
W	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	38.2
W	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	84.0
	หลังคาทึบ	คอนกรีต	0.8	1,511.2

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังและหลังคาของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U ($W/m^2°C$)	พื้นที่(m^2)
N	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	88.0
N	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	19.8
N	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	19.8
N	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	12.9
N	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	34.4
E	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	68.3
E	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	19.8
E	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	19.8
E	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	12.2
E	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	18.3
S	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	19.5
S	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	19.8
S	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	19.8
S	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	12.9
S	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	3.2
W	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน	3.1	31.0
W	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	19.8
W	ผนังทึบ	หินแกรนิต	2.9	19.8
W	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	12.2
W	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	9.9
	หลังคาทึบ	คอนกรีต	0.8	1,511.2
	หลังคาทึบ	หลังคาเมทัลชีท	1.9	1,511.2

3.3 การตรวจวัดสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

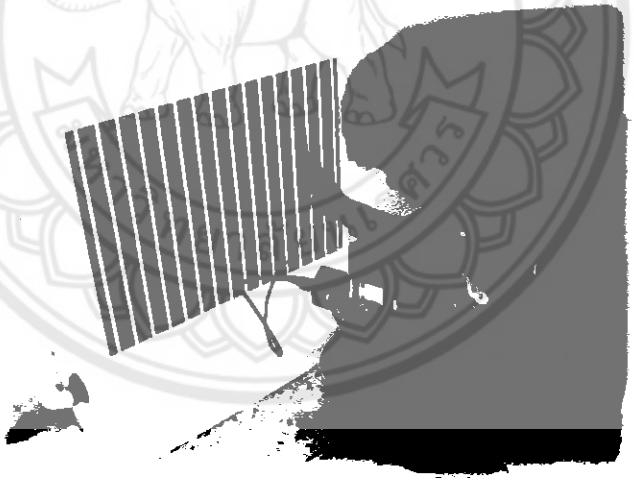
เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุดถ้าสามารถประหยัดพลังงานส่วนนี้ได้ ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ดังนั้นการเก็บข้อมูลของเครื่องปรับอากาศจึงมีความสัมคัญอย่างมาก เพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อหามาตรการในการประหยัดพลังงานต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

1. ตลับเมตร ในหน่วยฟุต (ft)
2. เครื่องวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ (Thermo - Anemometer) ในหน่วยฟุตต่อนาที (FPM) และองศาฟาเรนไฮต์ (°F)
3. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Temp.meter) ในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ (°F) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)

3.3.1ภาพแสดงการใช้เครื่องมือ

3.3.1.1 วิธีการวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



รูปที่ 3.8 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ

จากรูปที่ 3.8 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) และอุณหภูมิที่ด้านอากาศจ่าย (T_s) ในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้หาค่าแอนทาลปีด้านอากาศกลับ(h_r)ในแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chat) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น (q) จากสมการที่ 2.14 ต่อไป

รูปที่ 3.9 แสดงการวัดความเร็วลมที่ด้านอากาศกลับ

รูปที่ 3.10 แสดงการวัดพื้นที่หน้ากากอากาศกลับ

จากรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10 แสดงการวัดค่าความเร็วลมด้านอากาศกลับ (V_r) โดยทำการวัดในแต่ละจุด แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยและแสดงการวัดพื้นที่ด้านอากาศกลับ (A_r) ในหน่วยตางรางฟุต เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศกลับ (CFM) จากสมการที่ 2.15 แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น (q) จากสมการที่ 2.14 ต่อไป

3.3.2 ผลการสำรวจการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจพบว่ามีเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 145 เครื่อง สามารถแบ่งตามขนาดและชั่วโมงการใช้งานตามตารางที่ 3.5 ดังนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงเครื่องปรับอากาศที่แบ่งตามขนาดการใช้งานของอาคารสำนักเลขานุการคณะฯ

ลำดับ	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	ความสามารถการทำความเย็นรวมของแต่ละขนาด	จำนวนเครื่อง	อายุ (ปี)
1	12,000	Split type	24,000	2	13
2	18,000	Split type	72,000	4	13
3	26,000	Split type	130,000	5	13
4	33,000	Split type	330,000	10	13
5	36,000	Split type	216,000	6	13
6	39,000	Split type	390,000	10	13
7	67,000	Split type	817,000	13	13
รวม			1,736,000	50	

ตารางที่ 3.7 แสดงเครื่องปรับอากาศที่แบ่งตามขนาดการใช้งานของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

ลำดับ	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	ความสามารถการทำความเย็นรวมของแต่ละขนาด	จำนวนเครื่อง	อายุ (ปี)
1	13,000	Split type	26,000	2	13
2	17,000	Split type	17,000	1	13
3	21,000	Split type	63,000	3	13
4	26,000	Split type	78,000	3	13
5	39,000	Split type	39,000	1	13
รวม			223,000	10	

ตารางที่ 3.8 แสดงเครื่องปรับอากาศที่แบ่งตามขนาดการใช้งานของอาคารเรียนรวม

ลำดับ	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	ความสามารถการทำความเย็นรวมของแต่ละขนาด	จำนวนเครื่อง	อายุ (ปี)
1	18,000	Split type	24,000	1	13
3	26,000	Split type	130,000	5	13
4	27,000	Split type	330,000	7	13
5	33,000	Split type	216,000	8	13
6	38,000	Split type	836,000	22	13
7	39ม000	Split type	39,000	1	13
8	56,000	Split type	336,000	6	13
9	66,000	Split type	66,000	1	13
10	67,000	Split type	938,000	14	13
11	79,000	Split type	158,000	2	13
รวม			3,073,000	67	

ตารางที่ 3.9 แสดงเครื่องปรับอากาศที่แบ่งตามขนาดการใช้งานของอาคารอุตสาหกรรมเกษตร

ลำดับ	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่องปรับอากาศ	ความสามารถการทำความเย็นรวมของแต่ละขนาด	จำนวนเครื่อง	อายุ (ปี)
1	12,000	Split type	72,000	6	13
2	26,000	Split type	78,000	3	13
3	33,000	Split type	297,000	9	13
รวม			447,000	18	

3.4 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารจะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภท ตามมาตรฐานการส่องสว่างภายในอาคาร สำหรับกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯซึ่งเป็นอาคารประเภทอาคารสำนักงาน ระบุค่ามาตรฐานเท่ากับ 500 -100 LUX ซึ่งกำหนดโดย CIE (Indoor Illuminance Recomcemdation by CIE) ดังแสดงในภาคผนวกตารางที่ ค.2

ในการเก็บข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง เราจะเก็บลักษณะของหลอดไฟชนิดต่างๆ ชั่วโมงการทำงาน พลังงานไฟฟ้า ดังแสดงในภาคผนวกง ตารางที่ ง.2

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

เครื่องมือวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) ในหน่วยของลักซ์

3.4.1แสดงลักษณะของหลอดไฟชนิดต่างๆ ภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

จากการสำรวจภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯพบว่ามีการใช้หลอด ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามขนาดและการติดตั้งแสดงในรูป 3.11 ถึง รูปที่ 3.13

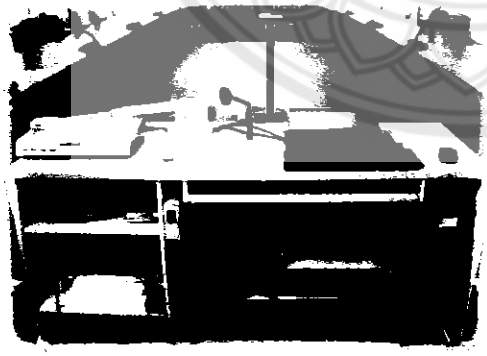
รูปที่ 3.11 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 X 38
ชนิดฝังฝ้า (D) โคมกรองแสง (DF)

รูปที่ 3.12 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 X 38 ขนาด 1 X 26 ชนิดฝังฝ้า (D) โคมตะแกรง (LV)

รูปที่ 3.13 ภาพแสดงหลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ (CFL) ชนิดฝังฝ้า (D) โคมไฟส่องลง (DL)

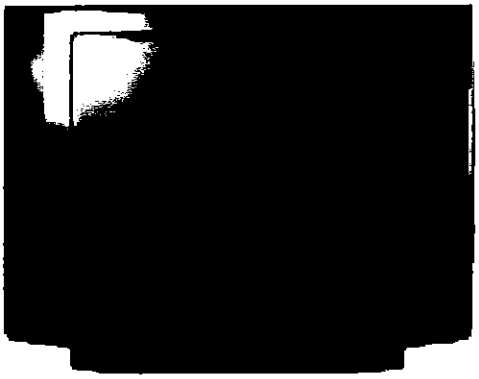
3.5 ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ

การใช้ไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่างๆประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ ตู้เย็น โทรทัศน์ เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ ตู้เย็นเครื่องปริ้น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องทำน้ำเย็น พัดลมดูดอากาศ และอื่นๆดังแสดงในรูปที่ 3.14 ถึง รูปที่ 3.18



รูปที่ 3.14 ภาพแสดงคอมพิวเตอร์ หน้าจอ 14 นิ้ว ขนาด 450 วัตต์

รูปที่ 3.15 ภาพแสดงตู้เย็นขนาดความจุ 2.1 คิวขนาด 50 วัตต์



รูปที่ 3.16 ภาพแสดงโทรทัศน์
ขนาด 110 วัตต์

รูปที่ 3.17 ภาพแสดงไมโครเวฟ
ขนาด 800 วัตต์

รูปที่ 3.18 ภาพแสดงเครื่องทำน้ำเย็น
ขนาด 380 วัตต์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

สำหรับในบทที่ 4 นี้จะเป็นการนำข้อมูลจากการตรวจวัดและวิเคราะห์ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร โดยแต่ละมาตรการจะมีการคำนวณระยะเวลาการคืนทุน มูลค่าปัจจุบัน และอัตราผลตอบแทนการลงทุนทางการเงิน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนดำเนินมาตรการ

4.1 ข้อสมมุติฐาน

4.1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 3.72 บาทต่อหน่วย

4.1.2 ชั่วโมงการทำงานได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่

4.1.3 ฟิล์มกรองแสงราคารวมค่าติดตั้งเท่ากับ 95 บาทต่อตารางฟุต มีอายุการใช้งาน 10 ปี (วันที่ 16 เมษายน 2553) จาก http://www.108film.com

4.1.4 อายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศแยกส่วนเท่ากับ 13 ปี หลังจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 7.7%

4.1.5 พิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศจากการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

4.1.6 พิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆจากป้ายรายละเอียด

4.1.7 เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 80%

4.1.8 ค่าเงินลงทุนการล้างคอยล์เย็น และคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนคิดเป็นเงิน 300 บาทต่อเครื่อง (วันที่ 16 เมษายน 2553) จากผู้ประกอบการในจังหวัดพิษณุโลก

4.1.9 ค่าการสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กธรรมดาเท่ากับ 10 วัตต์ และมีอายุการใช้งาน 10 ปี

4.1.10 อัตราดอกเบี้ย (MRR) ของธนาคารกรุงเทพอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.375 ต่อปี (วันที่ 16 เมษายน 2553) จาก http://www.siamintelligence.com/q1s-npl-increasing/

4.1.11 มูลค่าปัจจุบัน พิจารณาเฉพาะเงินลงทุนเบื้องต้นและค่าที่ประหยัดได้ อัตราผลตอบแทนภายใน พิจารณาเฉพาะตัวค่า อัตราผลตอบแทนการลงทุนทางการเงินไม่คิดอัตราตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์

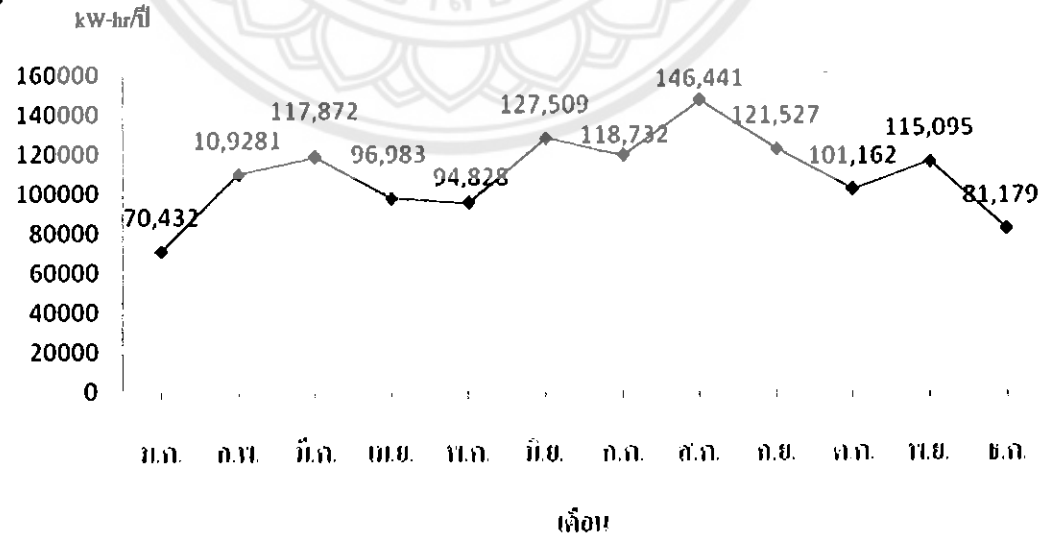
4.1.12 ค่าลงทุนเปลี่ยนสวิตซ์กะตุก คิดเป็นเงิน 75 บาทต่อโคม (วันที่ 16 เมษายน 2553) http://www.numsinonline.com/Product_list.aspx

4.1.13 ถ้าลดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อนได้ทุกๆ 0.5°C จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1.5 %

4.1.14 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เลือกเปลี่ยนเครื่องที่มีค่าสมรรถนะ(Chp) เครื่องปรับอากาศมากกว่า 2 kW/Ton และเปลี่ยนตามขนาดการทำความเย็นเท่าเดิม โดยเครื่องอากาศใหม่มีอัตราส่วนประสิทธิภาพ (EER) เท่ากับ 11

4.1.15 ค่าเงินลงทุนย้ายคอยล์ร้อน คิดตามขนาดเครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 – 20,000 ราคา 2,550 บาท ขนาด 21,000 – 28,000 Btu ราคา 2,750 บาท ขนาด 29,000 – 38,000 Btu ราคา 2,950 บาท ขนาด 39,000 – 48,000 Btu ราคา 3,150 บาท ขนาด 49,000 – 60,000 Btu ราคา 3,550 บาท จาก http://www.arthon-air.com/services.php?op=services06

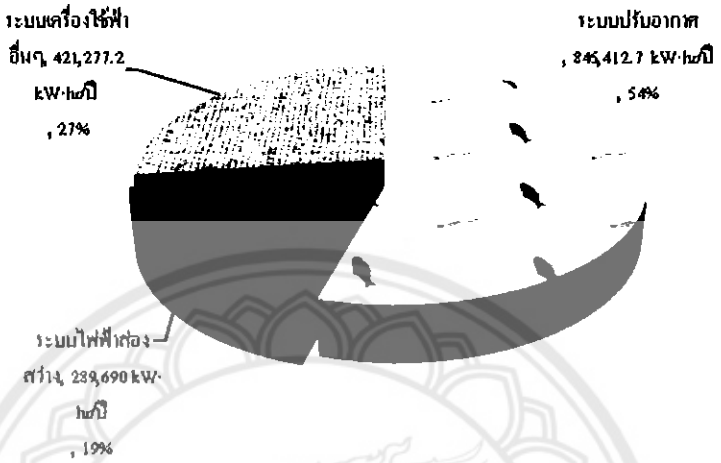
จากกราฟข้อมูลค่าไฟฟ้าปี พ.ศ.2552 เบื้องต้นมาวิเคราะห์พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนตั้งแต่ พ.ศ. 2552 ซึ่งในเดือน สิงหาคม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมากที่สุดเนื่องจากคณะเกษตรฯมีการจัดงานเกษตรนเรศวร เป็นเวลา 5 วัน ส่วนในเดือน ธันวาคม และเดือน มกราคม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยเนื่องจาก ช่วงเดือนดังกล่าวเป็นฤดหนาวจึงมีการใช้ระบบปรับอากาศน้อย



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟการใช้พลังงานในแต่ละเดือนตั้งแต่ พ.ศ. 2552

4.1 สมดุลพลังงานไฟฟ้าในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯพบว่าการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1,556,380 kW-hr/ปี เขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.2

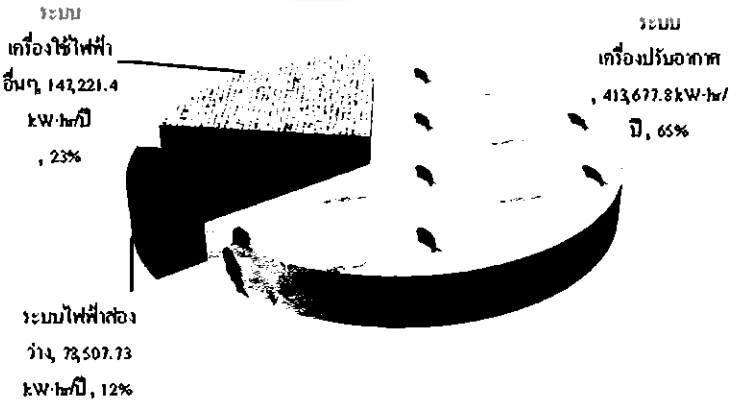


รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบมีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

จากข้อมูลเบื้องต้นเป็นข้อมูลที่แสดงถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ โดยรวมทุกอาคารของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ ซึ่งสามารถดูรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆ ในแต่ละอาคารได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

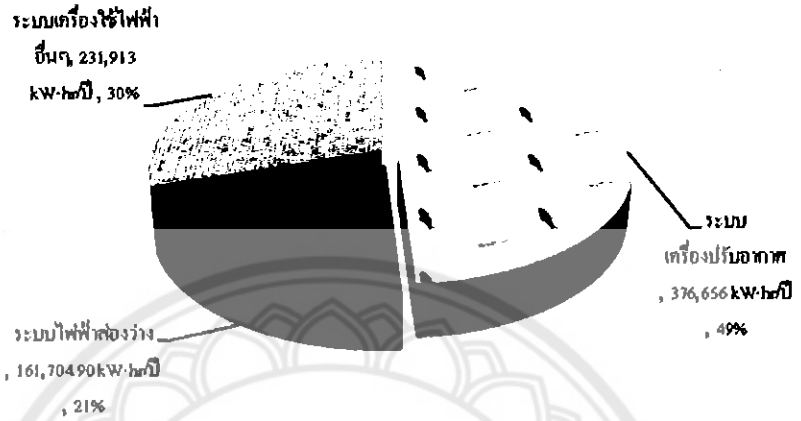
จากการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงานเลขาพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 563,906.4 kW-hr/ปี สามารถเขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

4.2.2 อาคารเรียนรวม

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในอาคารเรียนรวมพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี 608,569.3 kW-hr/ปี สามารถเขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารเรียนรวม มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

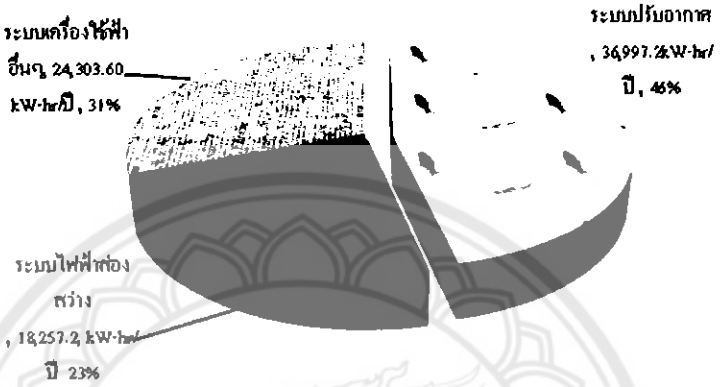
4.2.3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในอาคารอุตสาหกรรมการเกษตรมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี 142,641.1 kW-hr/ปี สามารถเขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารอุตสาหกรรมการเกษตรมีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

4.2.4 อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรมีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 79,558.22 kW-hr/ปี สามารถเขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 4.6

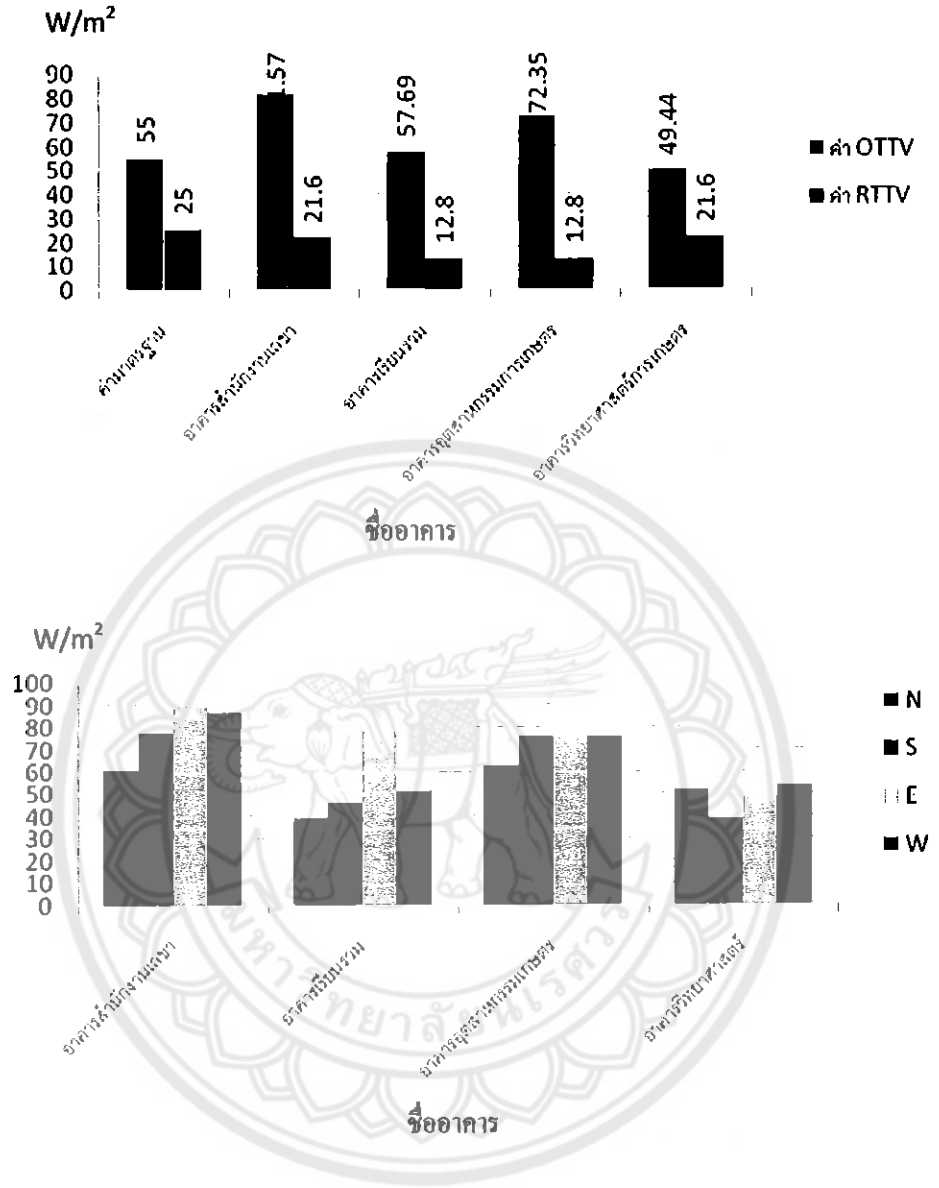


รูปที่ 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกระบบอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

จากการสำรวจข้อมูลพบว่า กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯได้มีการขออนุญาตก่อสร้างก่อนพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประกาศใช้ (วันที่ 12 ธันวาคม 2538) กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯจึงเป็นอาคารเก่า

จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ โดยกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีค่าความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกผ่านผนังและค่าความร้อนที่ถ่ายเทจากหลังคาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงค่า OTTV และ RTTV ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535สำหรับอาคารเก่า

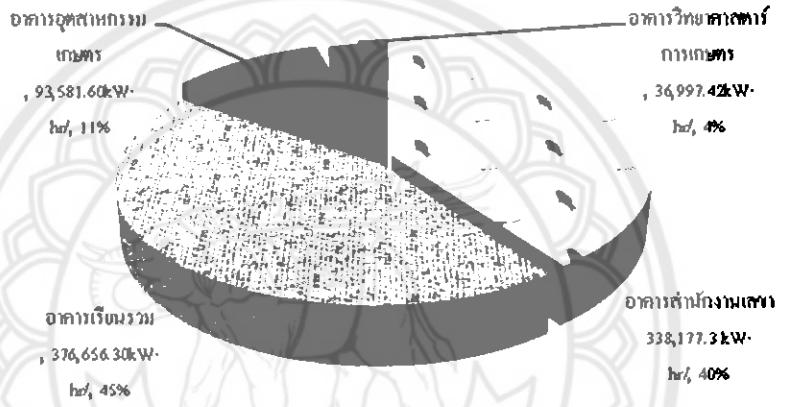
กรอบอาคารสามารถคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV) สรุปได้ดังนี้ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์, อาคารเรียนรวม มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์, อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์, อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร มีค่าผ่านเกณฑ์

ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) สรุปได้ดังนี้ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มีค่าผ่านเกณฑ์, อาคารเรียนรวม มีค่าผ่านเกณฑ์, อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีค่าผ่านเกณฑ์, อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร มีค่าผ่านเกณฑ์

4.3 ผลการวิเคราะห์ การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

ในส่วนของระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีการใช้พลังงาน 845,412.7 kW-hr/ปี ความสามารถในการทำความเย็น 4,031,372 Btu/hr (355.12TON) คิดเป็น 54 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด โดยมีเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนจำนวน 145 เครื่อง

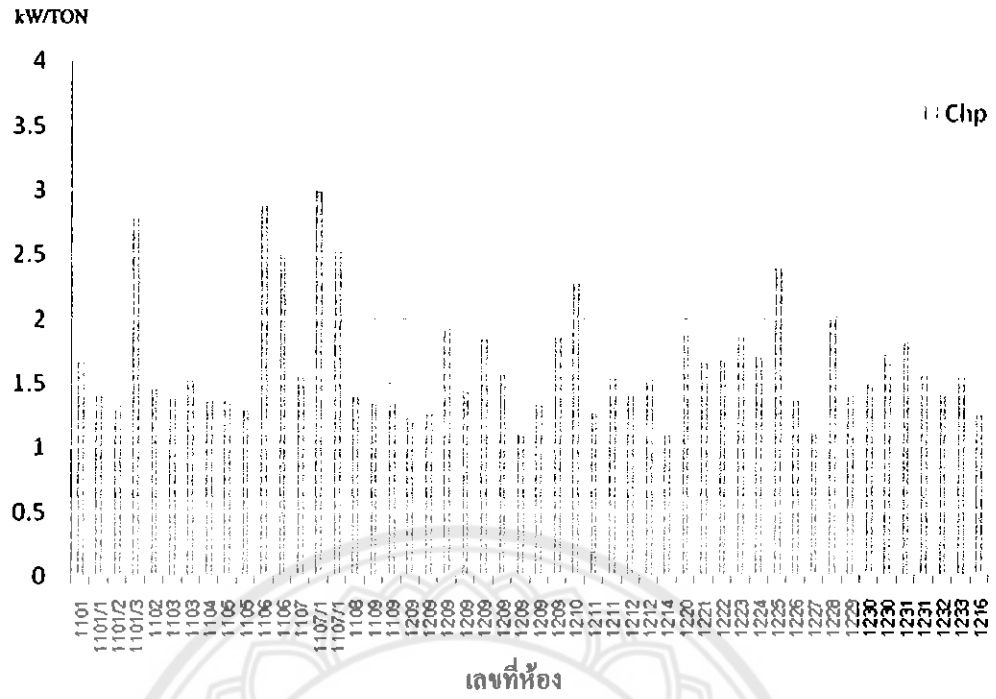
จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ พบว่ามีพลังงานไฟฟ้ารวมกันทั้งหมด 845,412 kW-hr/ปี เขียนกราฟแสดงสมดุลกำลังไฟฟ้าในระบบปรับอากาศได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้กำลังไฟฟ้าระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

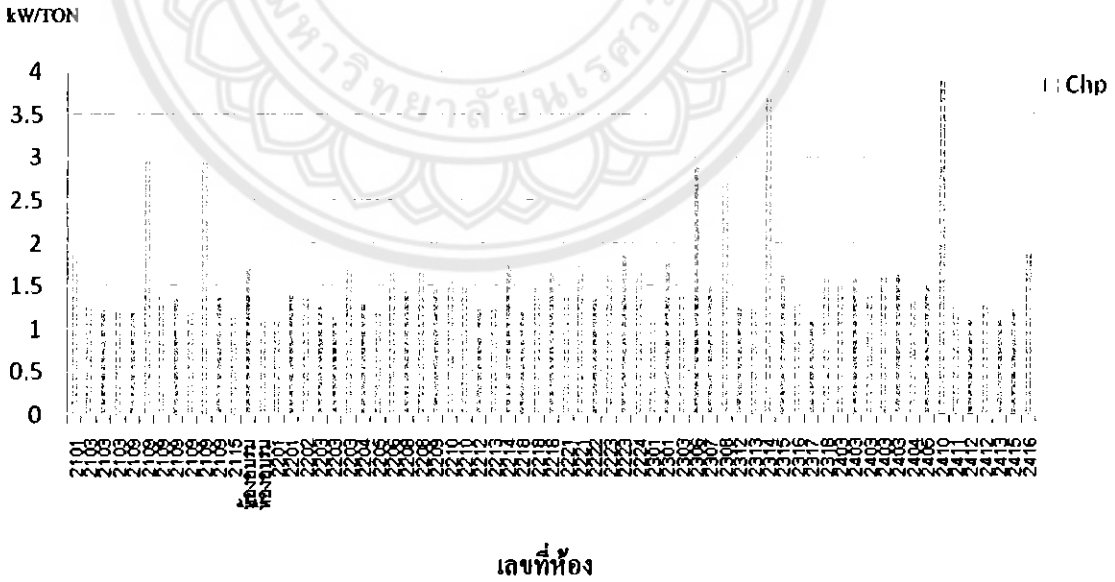
อัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio : EER) ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ส่วนใหญ่ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ 7.6

จากการวิเคราะห์กราฟค่าสมรรถนะ (Chp) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของเครื่องปรับอากาศที่เปิดใช้งานเทียบกับค่ามาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคารเก่าที่กำหนดไม่เกิน 1.61 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.8 ถึง 4.11



รูปที่ 4.9 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

เครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐานจำนวน19เครื่อง

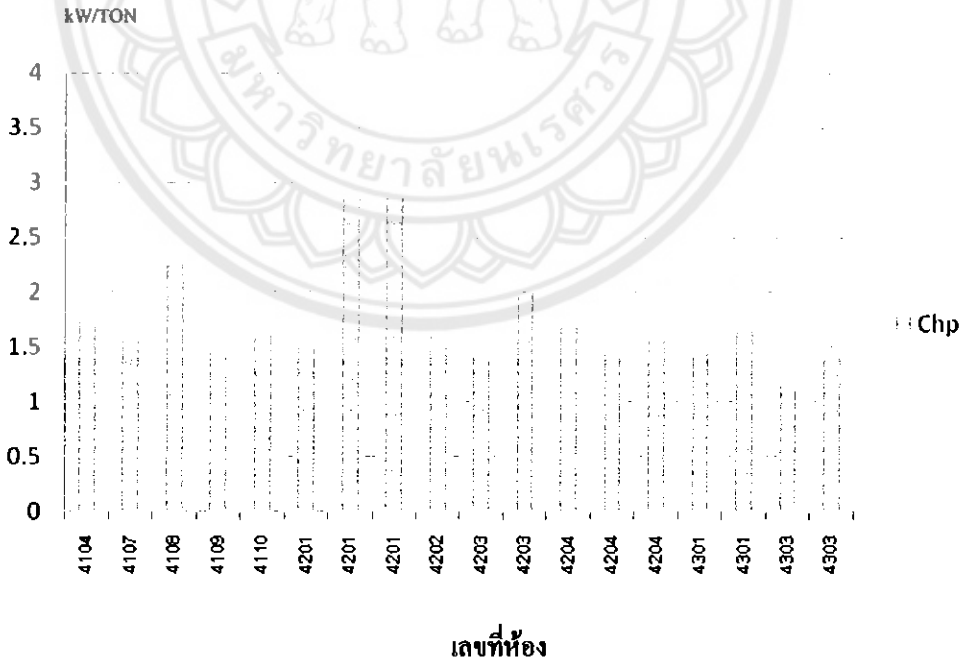


ตารางที่ 4.10 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารเรียนรวม

เครื่องปรับอากาศอาคารเรียนรวมมีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐานจำนวน 21 เครื่อง

รูปที่ 4.11 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารวิทยาศ**าสตร์การเกษตร**

เครื่องปรับอากาศอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรมีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐาน**จำนวน 1 เครื่อง**



รูปที่ 4.12 แสดงกราฟสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

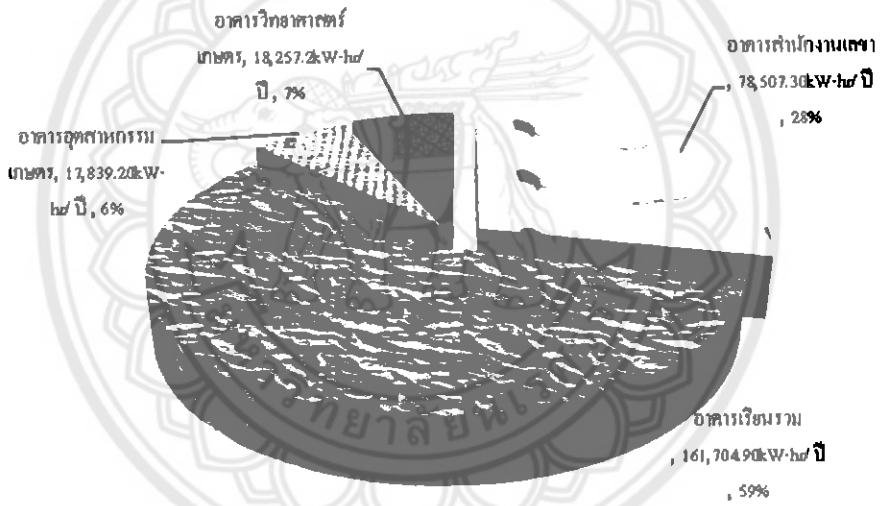
เครื่องปรับอากาศอาคารอุตสาหกรรมเกษตรมีค่าสมรรถนะเกินค่ามาตรฐานจำนวน 7 เครื่อง

กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีค่าสมรรถนะ (Chp) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนผ่านเกณฑ์ จำนวน 97 เครื่อง และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 48 เครื่อง

4.4 ผลการวิเคราะห์ และมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ในส่วนของพลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีการใช้พลังงาน 289,690 kW-hr/ปี คิดเป็น 19 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในคณะเกษตรฯพบว่ามีกำลังไฟฟ้ารวมกันทั้งหมดเป็น 289,690 kW-hr/ ปี เขียนกราฟแสดงสมดุลพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าส่องสว่าง มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

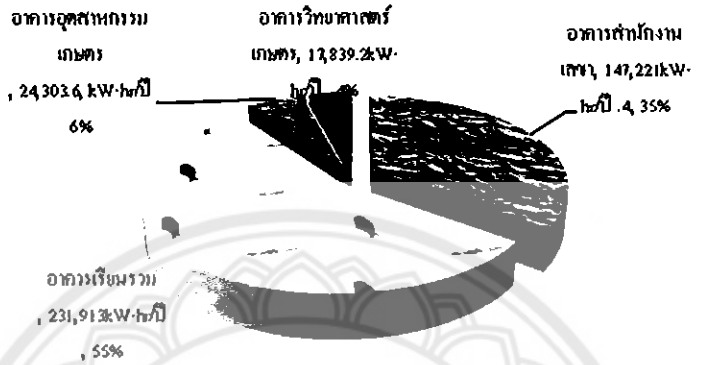
ตารางที่ 4.1 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯกับค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างมาตรฐานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับอาคารเก่า

ชื่ออาคาร	ชนิด	จำนวน (หลอด)	พื้นที่ (m^2)	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (W/m^2)	ค่ามาตรฐานสำหรับอาคารเก่า (W/m^2)	ผลการประเมิน
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ	FL	400	3392.98	12.83	16	ผ่านเกณฑ์
	CFL	96				
อาคารเรียนรวม	FL	908	8326.27	14.52	16	ผ่านเกณฑ์
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	FL	326	749.06	10.11	16	ผ่านเกณฑ์
อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร	FL	376	1738.03	9.04	16	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 4.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามพระราชบัญญัติ

4.5 ผลการวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ

ในส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีการใช้พลังงาน 421,277.2 kW-hr/ปี เขียนกราฟแสดงสมดุลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าส่องสว่าง มีหน่วยเป็น kW-hr/ปี

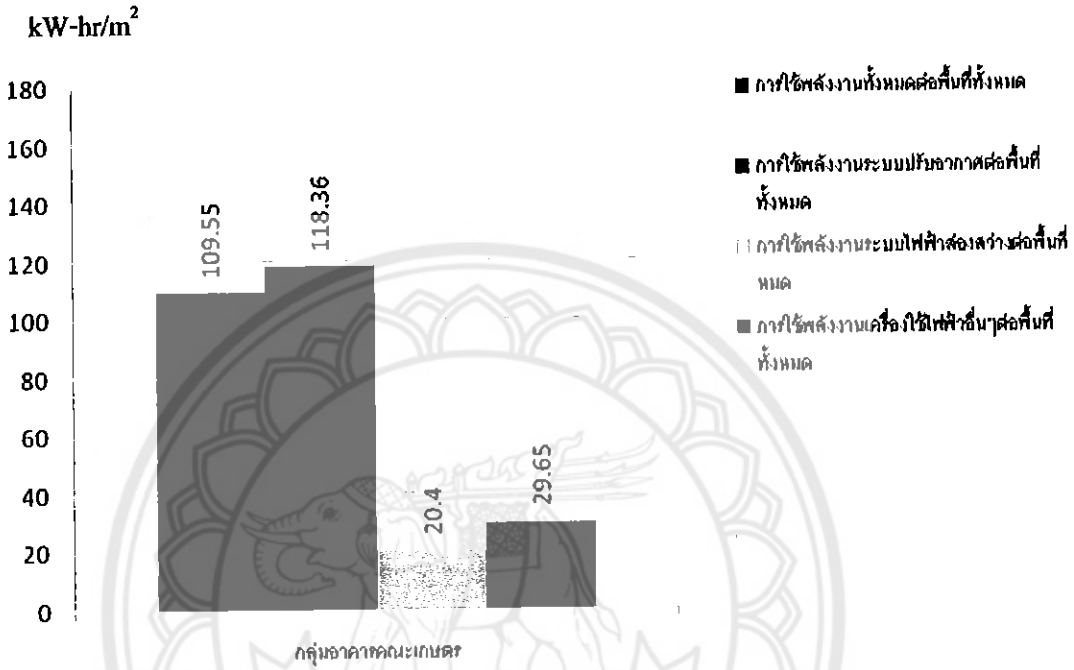
จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าอุปกรณ์อื่นๆ เฉลี่ยต่อพื้นที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าดัชนีการใช้ค่ากำลังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เฉลี่ยต่อพื้นที่ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

อาคาร	พื้นที่ (m^2)	ค่าดัชนีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ (W/m^2)
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ	2213.45	32.29
อาคารเรียนรวม	4706.51	23.12
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	371.28	25.77
อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร	1134.41	6.21

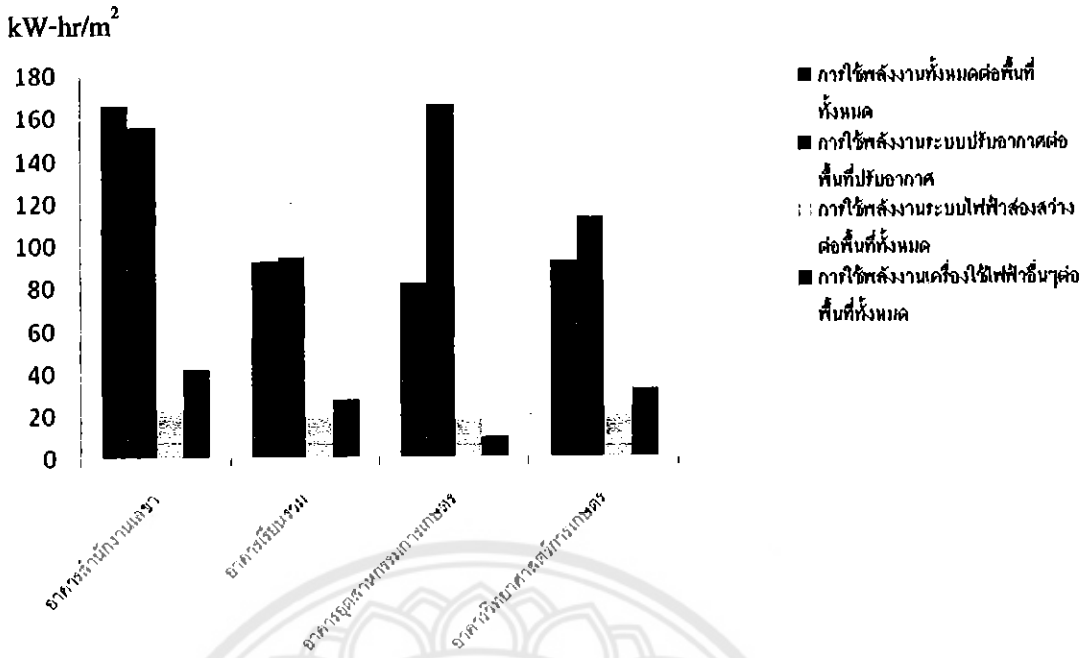
จากตารางที่ 4.4 แสดงให้ทราบถึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าอื่นๆเฉลี่ยต่อพื้นที่ของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

ค่าดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในกลุ่มอาคารคณะเกษตรก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 4.15 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในกลุ่มอาคารคณะเกษตร ก่อนการปรับปรุง จะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศที่สูงมาก



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในแต่ละอาคารก่อนการปรับปรุง

บทที่ 5

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

5.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานของกรอบอาคาร

ในส่วนกรอบอาคารกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังดังนี้ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ เท่ากับ 81.57 W/m^2,อาคารเรียนรวม เท่ากับ 57.69 W/m^2, อาคารอุตสาหกรรมเกษตร เท่ากับ 72.35 W/m^2 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงมีการเสนอมาตรการการติดฟิล์มกรองแสงที่กระจก

5.1.1 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารสำนักงานเลขาที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

กรอบอาคารสำนักงานเลขา มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจกใสมีการนำความร้อนสู่ตัวอาคารซึ่งเป็นภาระของระบบปรับอากาศทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมากขึ้นจึงมีการเสนอการติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาทติดตั้งบริเวณพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 385,194 บาท มีระยะคืนทุน 11 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ - 210,594 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน – 21.66 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก จ

5.1.2 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารเรียนรวมที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

กรอบอาคารเรียนรวม มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจกใสมีการนำความร้อนสู่ตัวอาคารซึ่งเป็นภาระของระบบปรับอากาศทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมากขึ้นจึงมีการเสนอการติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสง

มีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาทติดตั้งบริเวณพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

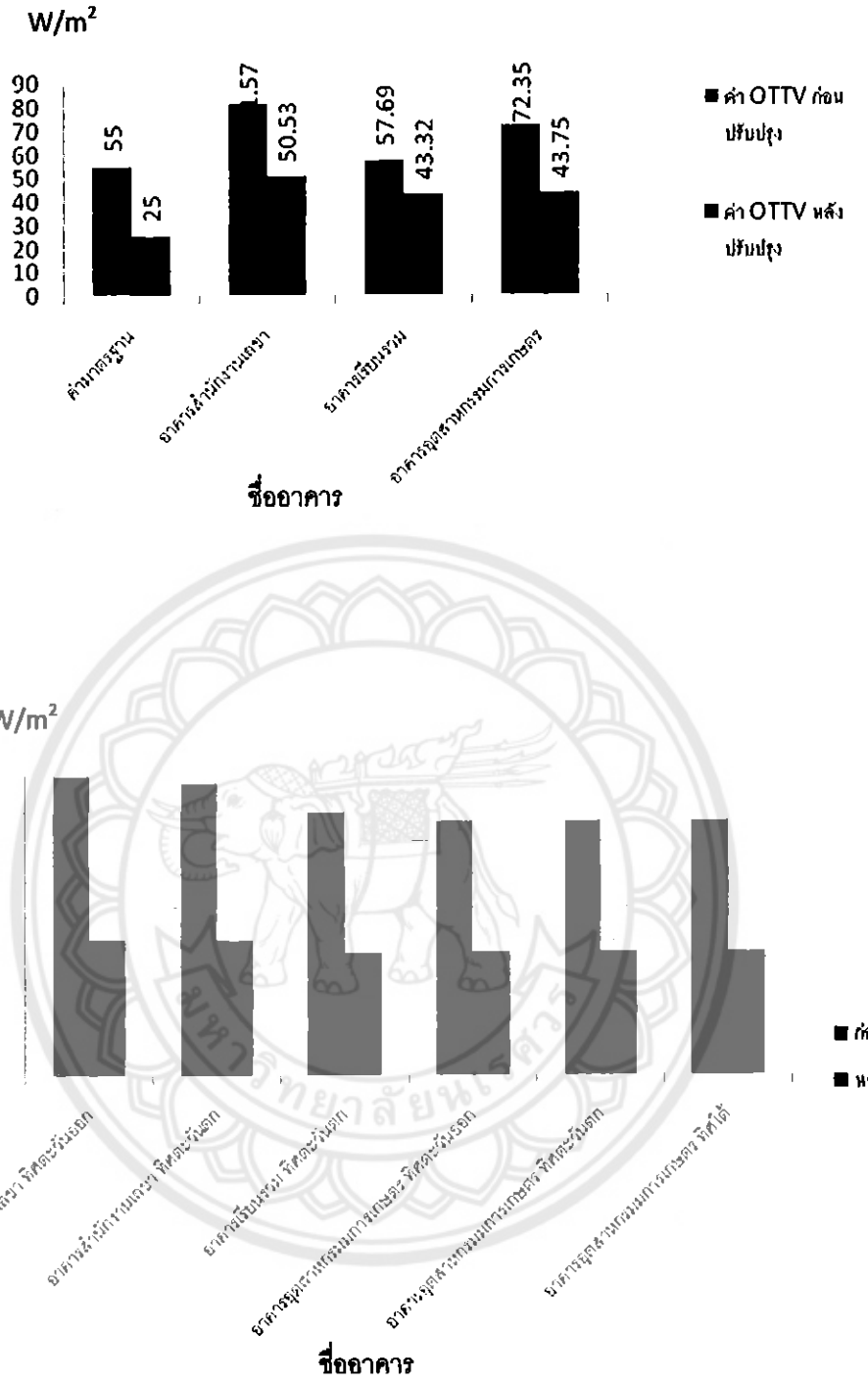
ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 371,545 บาท มีระยะคืนทุน 23 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ -293,710 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน -36.54% รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก จ

5.1.3 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารอุตสาหกรรมการเกษตรที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก ตะวันออก และใต้

กรอบอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจกใสมีการนำความร้อนสู่ตัวอาคารซึ่งเป็นภาระของระบบปรับอากาศทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมากขึ้นจึงมีการเสนอการติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาทติดตั้งบริเวณพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก ตะวันออก และใต้

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 218,06 บาท มีระยะคืนทุน 11 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ - 126,813 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 52.07 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก จ

รูปที่ 5.1 ผนังที่ของอาคารอุตสาหกรรมเกษตรที่เสนอมาตราการติดฟิล์ม



รูปที่ 5.2 แสดงค่า OTTV หลังดำเนินมาตรการเปรียบเทียบค่าก่อนดำเนินมาตรการในอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ, อาคารเรียนรวม, อาคารอุตสาหกรรมเกษตร

5.2.2 มาตรการการย้ายคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขาห้อง 1101, 1101/1, 1109, 1203, 1204, 1205, 1207, 1208, 12011, 1212, 1214, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1230, 1231

จากการสำรวจพบว่าอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ มีการที่วางคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ใต้หลังคา ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้การระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนไม่ดี จึงเสนอมาตรการย้ายพื้นที่วางคอยล์ร้อน การระบายความร้อนที่ดีขึ้นสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 1.5 % ทุกๆ 0.5 ^{0}C

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 61,900 บาท มีระยะคืนทุน 0.18 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 269,007 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 373.07 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ฉ

5.2.3 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ห้อง 4108, 4201, 4203

จากสำรวจพบว่าอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีเครื่องปรับอากาศจำนวน 4 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON จึงเสนอมาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ โดยเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio : EER) สูงกว่า 11.00 Btu/h.Watt

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 110,502 บาท มีระยะคืนทุน 1.68 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 217,524 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 52.07 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ฉ

5.2.4 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารเรียนรวม ห้อง 2109, 2306, 2308, 2314, 2410

จากสำรวจพบว่าอาคารเรียนรวม มีเครื่องปรับอากาศจำนวน 5 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON จึงเสนอมาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ โดยเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio : EER) สูงกว่า 11.00 Btu/h.Watt

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 364,847 บาท มีระยะคืนทุน 1.82 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 638,709 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 47 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ฉ

5.2.5 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ห้อง 1101/3, 1106, 1107/1, 1210, 1225, และ 1228

จากสำรวจพบว่าอาคารสำนักงานเลขา มีเครื่องปรับอากาศจำนวน 6 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON จึงเสนอมาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ โดยเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio : EER) สูงกว่า 11.00 Btu/h.Watt

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 266,701 บาท มีระยะคืนทุน 2.18 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 346,409 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 36.15 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 5.1 แสดงการสรุปมาตราการของเครื่องปรับอากาศและการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง kW-hr/ปี	พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง kW-hr/ปี	พลังงานที่ประหยัดได้ kW-hr/ปี	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืนทุนPB (บาท)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (บาท)	อัตราผลตอบแทนภายใน FIRR (%)
5.2.1	845,412.7	780,315.9	65,096.78	242,160.0	43500	0.18	198,660	456.68
5.2.2	174,930	96,211.5	78,718.5	292,832.8	61,900	0.18	230,933	373.07
5.2.3	29,258.13	11,622.33	17,635.8	65,605.18	110,502	1.68	217,524	52.07
5.2.4	158,174.8	104,220.2	53,954.6	200,711.1	364,847	1.82	638,709	47
5.2.5	75,336.92	42,373.9	32,963.02	122,622.4	266,701	2.18	346,411	36.15

เมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 5 มาตรการจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 248,368 .7 kW-hr/ปี คิดเป็นเงิน 923,931.57 บาท/ปี คิดเป็น 30 % ของพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

5.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ในส่วนของพลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีการใช้พลังงาน 289,690 kW-hr/ปี คิดเป็น 18.61 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด

การกำหนดหมายมาตรการการเลือกพื้นที่ที่มีชั่วโมงการใช้งานสูงและลักษณะของการใช้งานในแต่ละพื้นที่

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

จากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ สามารถแบ่งมาตรการออกเป็น 3 กลุ่มคือ

- มาตรการลดจำนวนหลอดไฟ
- มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุก
- มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss

จากมาตรการทั้ง 3 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 มาตรการลดจำนวนหลอดไฟ 1 หลอดต่อ 1 โคมที่ บริเวณทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

จากการสำรวจพบว่าที่ ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวมเป็นหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1ต่อ 2 จำนวน 109 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 12 ต่อวัน ซึ่งมีแสงสว่างเกินความจำเป็นจึงเสนอให้มีการลดจำนวนหลอดให้เหลือ 1 หลอดต่อ 1 โคมที่ ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม มาตรการนี้สามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่มีค่าลงทุน ได้ผลกำไรทันที รายละเอียดการคำนวณดูภาคผนวก ช

5.3.2 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ห้อง 1102, 1103, 1104, 1105,1107,1108,1109

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารสำนักงานเลขา พบว่าห้องดังกล่าวมีการติดตั้งหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1ต่อ 2 จำนวน 171 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 8.5 ต่อวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 29,953.73 kW-hr/ปี เนื่องจากห้องดังกล่าวมีขนาดใหญ่และบางครั้งอาจมีนิสิตหรือเจ้าหน้าที่เข้าใช้งานไม่เต็มพื้นที่การใช้งาน ถ้าหากมีการติดตั้งสวิตซ์กระตุกก็จะสามารถกระตุกปิดโคมไฟที่ไม่ใช้งานได้และถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้งานก็สามารถเลือกเปิดหลอดไฟได้ตามต้องการ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 12,825 บาท มีระยะคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 76,319 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 70.52 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

5.3.3 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟ อาคารเรียนรวม ห้อง 2101, 2201, 2203, 2208, 2218, 2221, 2317, 2403, 2406, 2408, 2410, 2412, 2413

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารเรียนรวม พบว่าห้องดังกล่าวมีการติดตั้งหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1ต่อ 2 จำนวน 303 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 8.5 ต่อวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 53,075.90 kW-hr/ปี เนื่องจากห้องดังกล่าวมีขนาดใหญ่และบางครั้งอาจมีนิสิตหรือเจ้าหน้าที่เข้าใช้งานไม่เต็มพื้นที่การใช้งาน ถ้าหากมีการติดตั้งสวิตซ์กระตุกก็จะสามารถกระตุกปิดโคมไฟที่ไม่ใช้งานได้และถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้งานก็สามารถเลือกเปิดหลอดไฟได้ตามต้องการ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 22,725 บาท มีระยะคืนทุน 0.57 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 135,227 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 170.52 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

5.3.4 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรห้อง 3101

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร พบว่าห้องดังกล่าวมีการติดตั้งหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1 ต่อ 2 จำนวน 18 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 8.5 ต่อวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,135.02 kW-hr/ปี เนื่องจากห้องดังกล่าวมีขนาดใหญ่และบางครั้งอาจมีนิสิตหรือเจ้าหน้าที่เข้าใช้งานไม่เต็มพื้นที่การใช้งาน ถ้าหากมีการติดตั้งสวิตซ์กระตุกก็จะสามารถกระตุกปิดโคมไฟที่ไม่ใช้งานได้และถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้งานก็สามารถเลือกเปิดหลอดไฟได้ตามต้องการ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 1,350บาท มีระยะคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 8030 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน170.45% รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

มาตรการที่ 5.3.5 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคม อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรห้อง 4201, 4301, 4302, 4303

จากการสำรวจระบบไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร พบว่าห้องดังกล่าวมีการติดตั้งหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1 ต่อ 2 จำนวน 60 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 8.5 ต่อวัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 10,528.08 kW-hr/ปี เนื่องจากห้องดังกล่าวมีขนาดใหญ่และบางครั้งอาจมีนิสิตหรือเจ้าหน้าที่เข้าใช้งานไม่เต็มพื้นที่การใช้งาน ถ้าหากมีการติดตั้งสวิตซ์กระตุกก็จะสามารถกระตุกปิดโคมไฟที่ไม่ใช้งานได้และถ้าหากมีความจำเป็นต้องใช้งานก็สามารถเลือกเปิดหลอดไฟได้ตามต้องการ ซึ่งจะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 4,500 บาท มีระยะคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 16776 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 170.51 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

มาตรการที่ 5.3.6 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

จากการสำรวจพบว่าที่ บริเวณทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวมเป็นหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1 ต่อ 1 จำนวน 109 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 12 ต่อวัน ซึ่งไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม นี้มีชั่วโมงการทำงานที่สูง จึงเสนอมาตรการเปลี่ยนบาลลาสต์ Low Loss ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 21,800 บาท มีระยะคืนทุน 3.33 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 17,434 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 19.89 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

มาตรการที่ 5.3.7 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการสำรวจพบว่าที่ บริเวณทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรเป็นหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1 ต่อ 2 จำนวน 32 โคมมีชั่วโมงการทำงาน 12 ต่อวัน ซึ่งไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรนี้มีชั่วโมงการทำงานที่สูง จึงเสนอมาตรการเปลี่ยนบาลลาสต์ Low Loss ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 6,400 บาท มีระยะคืนทุน 3.33 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 5,120 บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 19.91 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

มาตรการที่ 5.4.8 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 2 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

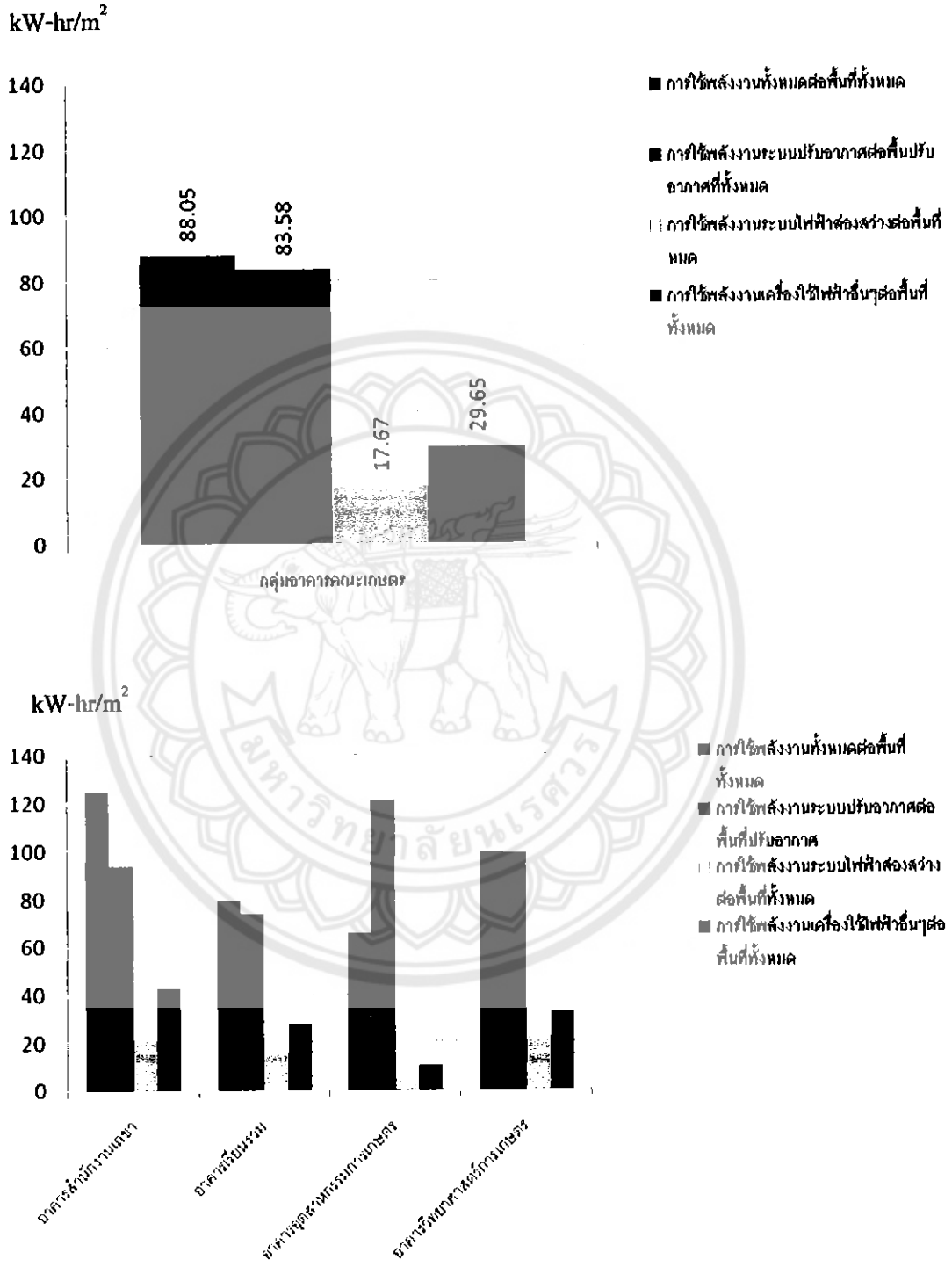
จากการสำรวจพบว่าที่ บริเวณทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรเป็นหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ติดตั้งกับโคมตะแกรง 1 ต่อ 2 จำนวน 8โคมมีชั่วโมงการทำงาน 12 ต่อวัน ซึ่งไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร นี้มีชั่วโมงการทำงานที่สูงจึงเสนอมาตรการเปลี่ยนบาลลาสต์ Low Loss ซึ่งมาตรการนี้ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 1,600 บาท มีระยะคืนทุน 3.33 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,280บาทอัตราผลตอบแทนภายใน 19.91 % รายละเอียดการคำนวณดูที่ภาคผนวก ช

ตารางที่ 5.2 แสดงมาตรการและการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง (kW-hr/ปี)	พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง (kW-hr/ปี)	พลังงานที่ประหยัดได้ (kW-hr/ปี)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะคืนทุนPB (ปี)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (บาท)	อัตราผลตอบแทนภายใน FIRR (%)
5.3.1	33,694.08	16,847.04	16,847.04	62,670.98	-	-	-	-
5.3.2	29,953.73	23,962.99	5,990.74	22,285.57	12,825	0.58	76,319	170.51
5.3.3	53,075.90	42,460.72	10,615.18	39,488.47	22,725	0.57	135,227	170.51
5.3.4	3,135.02	2,504.42	630.60	2,345.83	1,350	0.58	8030	170.45
5.3.5	10,528.08	8,426.06	2,102.02	7,819.51	4,500	0.58	16776	170.51
5.3.6	16,847.04	15,089.09	1,757.95	6,539.57	21,800	3.33	17434	19.89
5.3.7	2,472.96	1,956.87	516.09	1,919.85	6,400	3.33	5,120	19.91
5.3.8	1,296.96	1,140.85	156.11	580.72	1,600	3.33	1,280	19.91

เมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 8 มาตรการจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 38,615.73 kW-hr/ปี คิดเป็นเงิน 143650.52 บาท/ปี คิดเป็น 13.33% ของพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

6.4 ดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่หลังการปรับปรุง (ไม่รวมพื้นที่ลานจอดรถ)



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในกลุ่มอาคารคณะเกษตรหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่ามีการใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศที่ลดลง

บทที่ 6
สรุปโครงการ

จากการที่ได้สำรวจ ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน พบว่ากลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ เป็นอาคารเก่าละได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณานำไปเปรียบเทียบกับค่าตามพระราชบัญญัติอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 และนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อกำหนดมาตรการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงิน จนสามารถสรุปโครงการได้ดังนี้

6.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

ค่ามาตรฐาน OTTV ตามพระราชบัญญัติส่วนของอาคารเก่า เท่ากับ 55 W/m^2 และค่ามาตรฐาน RTTV ตามพระราชบัญญัติส่วนของอาคารเก่าเท่ากับ 25 W/m^2 จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจกรอบอาคารสามารถคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (RTTV) สรุปได้ดังนี้

6.1.1 กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ ค่า OTTV

6.1.1.1 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ 81.57 W/m^2มีค่า OTTV มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์

6.1.1.2 อาคารเรียนรวม 57.69 W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์

6.1.1.3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร 72.35W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์

6.1.1.4 อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร49.44 W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.2 กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ ค่า RTTV

6.1.1.1 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ 21.60 W/m^2 มีค่า RTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.1.2 อาคารเรียนรวม 12.80 W/m^2 มีค่า RTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.1.3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร 12.80W/m^2 ค่า RTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.1.4 อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร 21.60 W/m^2 มีค่า RTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

ค่า RTTV อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ, อาคารเรียนรวม และอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีค่าผ่านเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติแล้วจึงไม่มีเสมอมาตรการ ส่วนค่า OTTV อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ, อาคารเรียนรวม และอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์

ตามพระราชบัญญัติ จึงต้องมีการปรับมาตรการในการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อน โดยจะพิจารณาเสนอมาตรการลดค่าการถ่ายเทความร้อนกรอบอาคารด้านที่มีค่า OTTV สูงๆ ก่อน

ดังนั้นเมื่อทำการดำเนินมาตรการมีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารผ่านเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติ สรุป ได้ดังนี้

6.1.3 กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ ค่า OTTV

6.1.3.1 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ 50.53 W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.3.2 อาคารเรียนรวม 43.332 W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

6.1.3.3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร 43.75 W/m^2 มีค่า OTTV มีค่าผ่านเกณฑ์

จึงสรุปได้ว่าเมื่อทำการดำเนินการติดฟิล์มกรองแสง จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 18,477.51 kW-hr/ปี คิดเป็น 68,736.75 บาท/ปี คิดเป็น2.19 % ของการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมีการลงทุน 974,802 บาท มีระยะคืนทุน 14.18 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -287,434 บาท และมีอัตราตอบแทนภายใน -29.48 % ซึ่งไม่มีความคุ้มทุนต่อการลงทุนเนื่องฟิล์มมีอายุการใช้งาน 10 ปี

6.2 ระบบปรับอากาศ

ในส่วนของระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีการใช้พลังงาน 845,412.7 kW-hr/ปี คิดเป็น 3,144,935.25 บาท/ปี ความสามารถในการทำความเย็น 4,031,372 Btu/hr (355.12 TON) และคิดเป็น 54 %ของการใช้พลังงานทั้งหมด การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระบบปรับอากาศพบว่าค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (Chp) มีค่าตามพระราชบัญญัติของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับอาคารเก่ามีค่าไม่เกิน 1.61 kW/TON

6.2.1 กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ มีค่า Chp ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนผ่านเกณฑ์จำนวน 97 เครื่อง และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 48 เครื่อง

กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ Chp ของเครื่องปรับอากาศมีค่าเกินพระราชบัญญัติ จากการสำรวจพบว่าเครื่องปรับอากาศภายในอาคารอยู่ในสภาพที่ขาดการบำรุงรักษา จึงต้องมีการหามาตรการที่เหมาะสม และมีการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินเพื่อตัดสินใจในการเลือกใช้มาตรการ

มาตรการบำรุงรักษา

จากการดำเนินการตามมาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ การดำเนินงานมาตรการบำรุงรักษาควรมีการทำความสะอาดทุกๆ 1 ปีต่อครั้ง จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 7.7 % จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงิน สามารถสรุปได้ว่ามาตรการนี้เป็นที่

น่าลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวกและอัตราตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้

6.2.2 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงิน ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 43,500 บาท ระยะเวลาคืนทุน0.18 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 198,660 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 456.68 %

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 65,096.78 kW-hr/ปี คิดเป็น 242,160 บาท/ปี

มาตรการย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศ

จากการดำเนินการมาตรการย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศของอาคารสำนักงานนุการคณะฯ

จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 1.5% ทุกๆ 0.5 ^{o}C ที่ลดลง สามารถสรุปได้ว่ามาตรการนี้เป็นที่น่าลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก และอัตราตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้

6.2.3 มาตรการการย้ายคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ห้อง 1101, 1101/1, 1109, 1203, 1204, 1205, 1207, 1208, 12011, 1212, 1214, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1230, 1231

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงิน ใช้เงินลงทุนทั้งหมด 61,900 บาท ระยะเวลาคืนทุน0.18 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 230,933 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 373.07 %

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 78,718.5 kW-hr/ปี คิดเป็น 292,832.8 บาท/ปี

มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

จากการดำเนินการตามมาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ของอาคารสำนักงาน จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ สรุปได้ว่ามาตรการนี้เป็นที่น่าลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก และอัตราตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้

6.2.3.1 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ห้อง 4108, 4201, 4203

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 110,502 บาท ระยะเวลาคืนทุน 1.68 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 110,502 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 52.07 %

6.2.3.1 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารเรียนรวม ห้อง 2109, 2306, 2308, 2314, 2410

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 364,847บาท ระยะเวลาคืนทุน 1.82 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 638,709 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 47 %

6.2.3.1 มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ห้อง 1101/3, 1106, 1107/1, 1210, 1225, และ 1228

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 266,701 บาท ระยะเวลาคืนทุน 2.18 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 346,411 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 36.15 %

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 3 มาตรการจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 104,553.42 kW-hr/ปี คิดเป็น 388,938.72 บาท/ปี

จึงสรุปได้ว่าเมื่อดำเนินการมาตรการทั้ง 5 มาตรการจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 248,368 kW/ปี คิดเป็นเงิน 923,931.56 บาทต่อปี คิดเป็น 29.38 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศทั้งหมดในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

6.3 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ในส่วนของพลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีการใช้พลังงาน 289,690.00 kW-hr/ปี คิดเป็น 1,077,646 บาท/ปี และคิดเป็น 18.61 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด โดยกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระบบไฟฟ้าส่องสว่าง พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยตามพระราชบัญญัติสำหรับอาคารเก่ามีค่าไม่เกิน 16 W/m^2 สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา และโรงพยาบาล/สถานพักฟื้น จากการตรวจวัดและวิเคราะห์พบว่ามีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 9.27 W/m^2 และได้เล็งเห็นศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

6.3.1 กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าผ่านเกณฑ์

มาตรการลดจำนวนหลอดไฟฟ้า

มาตรการลดจำนวนหลอดไฟ 1 หลอดต่อ 1 โคมที่ บริเวณทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเป็นมาตรการที่น่าลงทุน เพราะว่าไม่มีการลงทุนสามารถได้ผลกำไรทันที

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการลดจำนวนหลอดไฟฟ้า จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 16,847.04 kW-hr/ปี คิดเป็น 62,670.98 บาท/ปี

มาตรการสวิตซ์กระตุก

จากการดำเนินมาตรการติดตั้งสวิตซ์กระตุก สามารถสรุปได้ว่ามาตรการนี้เป็นที่น่าลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก และอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามาก่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้

6.3.1.1 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ห้อง 1102, 1103, 1104, 1105,1107,1108,1109

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 12,825 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 76,319 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 170.51 %

6.3.1.2 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟ อาคารเรียนรวม ห้อง 2101, 2201, 2203, 2208, 2218, 2221, 2317, 2403, 2406, 2408, 2410, 2412, 2413

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 22,725บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.57 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 135,227 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 170.51 %

6.3.2.3 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรห้อง 3101

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 1,350บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 8030 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 170.45 %

6.3.2.4 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคม อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรห้อง 4201, 4301, 4302, 4303

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 4,500บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.58 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 16776 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 170.51 %

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 4 มาตรการจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 19,337.54 kW-hr/ปี คิดเป็น 71,935.65 บาท/ปี

มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์สูญเสียต่ำ (Low Loss) แทนการใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก

จากการดำเนินมาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์สูญเสียต่ำ (Low Loss) แทนการใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก สามารถสรุปได้ว่ามาตรการนี้เป็นที่น่าลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก และอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามาก่าอัตราดอกเบี้ยที่กำหนดไว้

6.3.1.5 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 21,800บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.33 ปีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ17,434บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 19.89 %

6.3.1.6 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 6,400บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.33 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 5,120 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 19.91 %

6.3.1.6 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการวิเคราะห์มูลค่าทางการเงินใช้เงินลงทุนทั้งหมด 1,600 บาท ระยะเวลาคืนทุน 3.33 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,280 บาทและอัตราตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับ 19.91 %

ดังนั้นเมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 3 มาตรการจะสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 9,040.14 kW-hr/ปี คิดเป็น 33,629.32 บาท/ปี

สรุปได้ว่า เมื่อดำเนินการตามมาตรการทั้ง 8 มาตรการ จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 38,615.73 kW-hr/ปี คิดเป็นเงิน 143,650.51 บาท/ปี คิดเป็น 2.48 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

6.4 สรุปมาตรการปรับปรุงการใช้พลังงานภายในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

เมื่อดำเนินตามมาตรการทั้งหมดจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 305,461.94 kW-hr / ปี คิดเป็นเงิน 1,136,315.81 บาทต่อปี คิดเป็น 19.63 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

6.5 วิจารณ์โครงงาน

6.6.1 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

เนื่องจากใช้โปรแกรมในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV จึงทำให้ค่าที่คำนวณได้เกิดคลาดเคลื่อน โดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a

6.6.2 ระบบปรับอากาศ

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด เป็นเครื่องมือที่ใส่แบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่อ่อนลงอาจทำให้เครื่องมือได้คลาดเคลื่อนและเมื่อนำมาคำนวณมีผลทำให้ผลการคำนวณมีการคลาดเคลื่อนควรมีการเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยๆเพื่อความแม่นยำในการวัด

6.6.3 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

เนื่องจากไม่ได้มีการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าจริงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ได้ใช่ค่าจากป้ายแสดงรายละเอียดจึงทำให้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อน ควรใช้ค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดจริงเพื่อผลการคำนวณที่แม่นยำ

6.6.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ

เนื่องจากไม่ได้มีการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าจริงของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ แต่ได้ใช่ค่าจากป้ายแสดงรายละเอียดจึงทำให้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อน ควรใช้ค่ากำลังไฟฟ้าจากการตรวจวัดจริงเพื่อผลการคำนวณที่แม่นยำ

6.6.5 อื่นๆ

เนื่องจากชั่วโมงการทำงานได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

6.6 ข้อเสนอแนะ

6.7.1 ในการปรับแก้ OTTV ควรเลือกด้านที่มีค่า OTTV สูงเป็นอันดับแรกก่อน ถ้ายังไม่ผ่านเกณฑ์ให้ทำการปรับแก้ด้านที่มีค่า OTTV รองลงมาตามลำดับ

6.7.2 ในการติดฟิล์มกรองแสงที่ผนังด้านเดียวกันให้ติดฟิล์มกรองแสงที่มีคุณสมบัติเดียวกันทั้งหมดเพื่อความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรม

เอกสารอ้างอิง

1. EDWARD G.PITA. Air Conditioning Principles and Systems. Fourth Edition America:Prentice,2002

2. ไกรสิทธิ์ โปร่งแสง และคณะ. เอกสารประกอบการกำหนดเป้าหมาย และจัดทำแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล.คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549

3. ธงไชย ชุมนุมวัฒน์ และคณะ. เอกสารประกอบการกำหนดเป้าหมาย และจัดทำแผนโครงการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษาสำนักงานหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล.คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551

4. อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แดนลา. เอกสารประกอบการเรียนวิชา วิศวกรรมการปรับอากาศและการระบายอากาศ (Air-Conditioning and Ventilation Engineering) , 2552

5. วัชระ มั่งวิทิตกุล.คู่มือการจัดการพลังงานแบบครบวงจร(กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม),2548

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หลักเกณฑ์การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานให้มีหน่วยเป็นเมกกะจูล

ก.1 กรณีไฟฟ้า

กรณีพลังงานไฟฟ้าให้คำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) แล้วคูณด้วย 3.60

ก.2 กรณีความร้อนจากไอน้ำ

กรณีความร้อนจากไอน้ำให้คำนวณปริมาณความร้อนจากไอน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่าโดยใช้สมการที่ ก.1

$$E_s = (h_s - h_w)(S)(e_{ff}) \qquad (ก.1)$$

โดยที่ E_s คือ ปริมาณความร้อนจากไอน้ำเป็นแหล่งพลังงานเทียบเท่า มีหน่วยเป็น MJ/Y

h_s คือ ค่า Enthalpy ของไอน้ำที่ใช้ มีหน่วยเป็น MJ/TON

h_w คือ ค่า Enthalpy ของน้ำที่อุณหภูมิ 27 °C และความดัน 1 atm ในที่นี้ให้ใช้ค่าเท่ากับ 113 MJ/TON

e_{ff} คือ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า ในที่นี้ให้ใช้ค่า 0.45

ก.3 กรณีพลังงานสิ้นเปลืองอื่น

กรณีพลังงานสิ้นเปลืองอื่นให้คำนวณปริมาณความร้อนจากพลังงานสิ้นเปลืองอื่นเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า โดยใช้สมการที่ ก.2

$$E_s = (F)(HHV)(e_{ff}) \qquad (ก.2)$$

โดยที่ E_s คือ ปริมาณความร้อนจากพลังงานสิ้นเปลืองอื่นเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า มีหน่วยเป็น MJ/Y

F คือ ปริมาณการใช้พลังงานสิ้นเปลือง มีหน่วยเป็น น้ำหนัก/ปี หรือปริมาณมีหน่วยเป็น MJ/น้ำหนัก หรือ MJ/ปริมาตร

HHV คือ ค่าความร้อนสูง (Higher Heating Value) ของพลังงานสิ้นเปลือง มีหน่วยเป็น MJ/น้ำหนัก หรือ MJ/ปริมาตร

(e_{ff}) คือ ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า ให้ใช้ค่า 0.45

ภาคผนวก ข

ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุต่างๆ

ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิต หรือสถาบันทดสอบที่เชื่อถือได้ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างนั้นๆให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ลำดับที่	วัสดุ	สัมประสิทธิ์ค่าการนำความร้อน (W/m °C)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	0.198
2	แผ่นกันฉนวนแอสเบสทอส	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	1.226
4	บิทูเมน (bitumen)	1.298
5	อิฐ	
	แห้งหรือแบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	0.807
	ความชื้น 6%	1.211
	ผนัง(ไม่ฉาบปูน)	1.154
6	คอนกรีต	1.442
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดของความหนาแน่นต่างๆ	
	ความหนาแน่น 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.303
	ความหนาแน่น 1120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.346
	ความหนาแน่น 1280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fiber board)	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส(ใยแก้ว)	
	แบบม้วน (blank)	0.038
	แบบแผ่น (ring board)	0.033
	แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)	0.038

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	สัมประสิทธิ์ค่าการนำความร้อน (W/m °C)
11	แผ่นกระจก	1.053
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	0.035
13	แผ่นยิปซัม	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด	
	มาตรฐาน	0.216
	ปานกลาง	0.123
15	โลหะ	
	โลหะผสมของอะลูมิเนียม	211
	ทองแดงที่มีขายเชิงพานิชย์	385
	เหล็กกล้า	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว	
	ยิปซัม	0.191
	ปูนฉาบน้ำหนักเบา	0.063
	ปูนฉาบน้ำหนักปานกลาง	0.274
	เพอร์ไลต์	0.115
	ปูนผสมทราย	0.533
	เวอร์มิคิวไลต์	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
18	โพลีสไตรีนแบ่งขยายตัว	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	0.713
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	0.375

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	สัมประสิทธิ์ค่าการนำความร้อน (W/m °C)
22	หิน	
	หินทราย	1.298
	แกรนิต	2.927
	หินอ่อน	1.296
23	กระเบื้อง	0.836
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	0.138
	ไม้อัด	0.065
	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	0.065
	ไม้อัดชิปบอร์ด	0.144
	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	0.086
	หินล้าง,กรวดล้าง	0.115

ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ(Air Film) สำหรับวัสดุใดแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีของวัสดุนั้น วัสดุที่มีผิวด้านและไม่สะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าการแผ่รังสีสูงวัสดุที่มีมันและผิวสะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าการแผ่รังสีต่ำค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางต่อไปนี้ตาราง ข.2 สำหรับผนังอาคารทึบ,ตารางที่ ข.3 สำหรับผนังอาคาร 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง,ตารางที่ ข.4 สำหรับหลังอาคาร,ตารางที่ ข.5 สำหรับหลังคาที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลางและตารางที่ ข.6 สำหรับเพดาน

ตารางที่ ข.2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหนังอาคารทึบ

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m^2 °C/W)	
	ที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	ที่ผิวผนังด้านใน (R_o)
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120	0.044
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299	-

ตารางที่ ข.3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผนังสองชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในตามความกว้างของช่องว่างอากาศ (m^2 °C/W)		
	5 mm.	20 mm.	100 mm.
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606

กรณีช่องว่างอากาศในผนัง ที่ความกว้างอยู่ระหว่าง 5 mm. ถึง 20 mm. และ 20 mm. ถึง 100 mm. ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear Interpolation) เพื่อหาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างในอากาสมีความกว้างมากกว่า 100 mm. ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 mm.

ตารางที่ ข.4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังอาคาร

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m^2 °C/W)			
	ที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i) ตามมุมเอียงต่างๆจากแนวระดับ			ที่มีด้านนอกช่องหลังคา (R_o) ทุกมุมเอียงทั่วไป
	0 องศา	22.5 องศา	45 องศา	
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.162	0.148	0.133	0.055
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.801	0.595	0.595	-

ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงอยู่ระหว่าง 0 องศา ถึง 22.5 องศา และระหว่าง 22.5 องศา ถึง 45 องศา ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear Interpolation) เพื่อหาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงมุม

เอียงดังกล่าว ในกรณีที่มีมุมเอียงมากกว่า 45 องศา ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่มุมเอียง 45 องศา

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังอาคารที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำหลังคาและมุมเอียงหลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในตามความกว้างของช่องว่างอากาศ (m^2 °C/W)		
	5 mm.	20 mm.	1 .
1.ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
1.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.174
1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ			
1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
2. ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
2.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ			
2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ			
	0.250	0.572	1.423
	0.250	0.571	1.095
	0.250	0.570	0.768

กรณีช่องว่างอากาศในผนัง ที่ความกว้างอยู่ระหว่าง 5 mm. ถึง 20 mm. และ 20 mm. ถึง 100 mm. ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear Interpolation) เพื่อหาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างในอากาสมีความกว้างมากกว่า 100 mm. ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 mm.

ตารางที่ ข.6 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับเพดาน

ชนิดของวัสดุที่ทำเพดานใต้หลังคา	ค่าต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวเพดานใต้หลังคา (m^2 °C/W)
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356

ข.3 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

ข.3.1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารสำหรับผนังขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงอาทิตย์ของวัสดุที่ทำผนังมวลของวัสดุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของวัสดุ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับผิวของวัสดุและสีที่ใช้ทาวัสดุ

ข.3.1.1 มวลของวัสดุที่ทำผนัง

ได้มาจากผลคูณระหว่างความหนาแน่นกับวัสดุนั้นๆ (หน่วยเป็น kg/m^3) กับความหนาแน่นของวัสดุนั้น (หน่วยเป็น m) โดยที่ความหนาแน่นของวัสดุที่ทำผนังให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือที่รับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความหนาแน่นของวัสดุนั้นๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ ข.7

ตารางที่ ข.7 แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น (kg/m)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	1,860
2	แผ่นกันฉนวนแอสเบสทอส	720
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	2,240
4	บิทูเมน (bitumen)	0
5	อิฐ (ก) แห้งหรือแบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก (ข) ความชื้น 6% (ค) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)	1,760 1,872
6	คอนกรีต	2,400
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดของความหนาแน่นต่างๆ	960 1,120 1,280
8	แผ่นไม้ก๊อก	145
9	แผ่นไฟเบอร์ (fiber board	264
10	ไฟเบอร์กลาส(ใยแก้ว) (ก) แบบม้วน (blank) (ข) แบบแผ่น (ring board) (ค) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
11	แผ่นกระจก	2,512
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น	32
13	แผ่นยิปซัม	880

14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด	
	(ก) มาตรฐาน	1,024
	(ข) ปานกลาง	640
15	โลหะ	
	โลหะผสมของอะลูมิเนียม	2,672
	ทองแดงที่มีขายเชิงพานิชย์	8,784
	เหล็กกล้า	7,840
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว	
	ยิปซัม	880
	ปูนฉาบน้ำหนักเบา	377
	น้ำหนักขนาดกลาง	1,104
	เพอร์ไลต์	616
	ปูนผสมทราย	1568
18	โพลีสไตรีนแบ่งขยายตัว	16
19	โพลียูรีเทน โฟม	24
20	วัสดุทำพื้น PVC	1,360
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	1,200
22	กระเบื้องหลังคา	1,890
23	หิน	
	หินทราย	2,000
	แกรนิต	2,640
	หินอ่อน	2,640
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	608
	ไม้เนื้อแข็ง	702
	ไม้อัด	528
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
26	ไม้อัดชิปบอร์ด	800
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400
28	หินล้าง , กรวด	2,245

ข.3.2 ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์

ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนัง

ชนิดต่างๆ ที่จะใช้ประกอบหาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าให้ใช้ค่าตามตาราง ข.8

ตารางที่ ข.8 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ตามวัสดุผนังและสีที่ใช้ภายนอก

วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา)	หมายเหตุ
ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมมาร์เคลือบ อลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วย อลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง	น้อยกว่า 0.2	วัสดุที่มีผิว สะท้อนแสง
อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แลกเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา	มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.4	วัสดุที่มีผิวอ่อน
วัสดุที่ทาผิวอลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้างสีขาว	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง	มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.6	วัสดุที่มีผิวสี ปานกลาง
คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง	มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.8	วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ลาดผิวด้วยแอสฟัลต์ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุมุงหลังคาสีเขียว หินฉนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือ สี เขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แลกเกอร์สีน้ำเงินแก่ สีเทาแก่ แลกเกอร์สีดำ สีดำธรรมดา สีดำเรียบมาก	มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.0	วัสดุที่มีผิวสีเข้ม

ข.3.3 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า

จากค่ามวลของวัสดุที่ทำผนังซึ่งคำนวณได้จากค่าความหนาแน่นของวัสดุในตารางที่ ข.7 และระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุในตารางที่ ข.8 สามารถนำมาหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ตามมวลของวัสดุที่ทำผนังและระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้ตามตารางที่ ข.9

ตารางที่ ข.9 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าสำหรับผนังอาคาร

มวลของวัสดุที่ทำผนัง(kg/ m^2)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(°C) ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์(แอลฟา)				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์(แอลฟา)				
	0.1 0 ถึง 0.2	0.3 มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.4	0.5 มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.6	0.7 มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.8	0.9 มากกว่า 0.8 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 1.0
0 – 125	14	15	16	17	18
126 – 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ ข.10 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าสำหรับผนังอาคาร

มวลของวัสดุที่ทำผนัง(kg/ m^2)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(°C) ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์(แอลฟา)			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์(แอลฟา)			
	0.1 0 ถึง 0.2	0.3 มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.4	0.5 มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.6	0.7 มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.8
0 – 50	20	24	28	17
51 – 200	11	12	13	14
เกินกว่า 200	9	10	11	12

ข.4 การคำนวณค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Factor : SF)

ข.4.2การคำนวณค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์สำหรับผนังอาคาร

ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์สำหรับผนังที่รับแสงในแนวตั้งจะขึ้นอยู่กับมุมเอียงของผนัง ในทิศทางต่างๆ และในการคำนวณหาค่า SF จึงต้องอาศัยค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : CF)ตามตารางที่ ข.11 จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์จาก สมการเลขที่ ข.1

$$SF = (160)(CF) \qquad (ข.1)$$

โดยที่ SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF) มีหน่วยเป็น W/m^2

CF คือ ค่าตัวปรับแก้ (Correction Factor : CF)

ตารางที่ ข.11 แสดงค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : C) สำหรับผนังที่รับแสง

ทิศมุมเอียงองศา	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
70	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75	0.96	1.14	1.04	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80	0.87	1.05	1.33	1.04	1.37	1.37	1.28	1.02
85	0.78	0.96	1.22	1.29	1.25	1.25	1.17	0.93
90	0.70	0.87	1.12	1.11	1.13	1.13	0.84	0.84

ข.4.2 การคำนวณค่าตัวประกอบรังสีแสงอาทิตย์สำหรับหลังคาอาคาร

ค่าตัวประกอบรังสีแสงอาทิตย์สำหรับหลังคาที่รับแสงในแนวระดับจะขึ้นอยู่กับมุมเอียงของหลังคาในแนวทิศทางต่างๆ และในการคำนวณหาค่า SF จึงต้องอาศัยค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : CF) ตามตารางที่ ข.12 จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์จากสมการที่ ข.2

$$SF = (370)(CF) \qquad (ข.2)$$

โดยที่ SF คือ ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF) มีหน่วยเป็น W/m^2

CF คือ ค่าตัวปรับแก้ (Correction Factor : CF)

ตารางที่ ข.12 แสดงค่าตัวประกอบปรับแก้ (Correction Factor : CF) สำหรับหลังอาคาร

ทิศมุม เอียง องศา	เหนือ	ตะวันออกและ ตะวันตกเฉียงเหนือ	ตะวันออกและ ตะวันตก	ตะวันออกและ ตะวันตกเฉียงใต้	ใต้
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01
10	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02
15	0.93	0.95	0.998	1.01	1.02
20	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02
25	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01
30	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99
35	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97
40	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95
45	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92
50	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88
55	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84
60	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80
65	0.50	0.58	0.65	0.75	0.75

ภาคผนวก ค

มาตรฐานการส่องสว่างภายในอาคาร กำหนดโดย CIE

(Commission International Elairge)

ตารางที่ ค.1 มาตรฐานการส่องสว่างภายในอาคาร กำหนดโดย CIE

การแบ่งชนิด	ความส่องสว่าง (Lux)	ลักษณะการทำงาน
การส่องสว่างในบริเวณที่ไม่ค่อยใช้งานหรือบริเวณที่มีความส่องสว่าง	20-50	สถานที่สาธารณะที่บริเวณรอบๆมืด
	50-100	ใช้บอกทิศทางเวลาเข้าออก
	100-200	ห้องที่ทำงานไม่ได้ใช้ตลอดเวลา เช่นห้องเก็บของ
การใช้แสงสว่างที่เป็นพื้นที่ในห้องทำงานทั่วไป	200-500	งานใช้สายตาเงื่อนไขกำหนด เช่น งานเครื่องกลที่ไม่ละเอียด ห้องเรียน
	500-1,000	งานที่ต้องการใช้สายตามาก เช่น งานเครื่องกลธรรมดา สำนักงาน
	1,000-2,000	งานที่ต้อการใช้สายตามาก เช่น งานแกะสลัก การตรวจสอบงานในโรงงานทอผ้า
การส่องสว่างที่พื้นที่เดิมที่ใช้งานละเอียดที่ต้องการใช้สายตามาก	2,000-5,000	งานที่ต้องใช้สายตามากและระยะเวลานาน เช่น งานประกอบวงจรละเอียด หรือ นาฬิกา
	5,000-10,000	งานที่ต้องใช้สายตามากพิเศษ เช่น การประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เล็กมาก
	10,000-20,000	งานที่ต้องใช้สายตามากพิเศษจริงๆ เช่น งานผ่าตัดของศัลยแพทย์

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

ลำดับเครื่อง	ขนาด (Btu/hr)	Thermostat	อายุ (ปี)	hr / วัน	วัน / ปี	% การทำงาน	พื้นที่หน้ากาก (ft^2)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft^3/min)	ลมจ่าย			ลมกลับ			$h_a - h_r$ (Btu/lb)	Q (Btu/hr)	TR (TON)	กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ (kw)	Chp (kw/TON)	พลังงานไฟฟ้ารวม (Kw/ปี)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (w / m^2)	EER (Btu/hr) /w
										Temp (F)	ความชื้น (%RH)	เอนทัลปี h_a (Btu/lb)	Temp (F)	ความชื้น (%RH)	เอนทัลปี h_r (Btu/lb)							
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น1																							
1101	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	226	752.58	64.8	55.34	23.39	76.7	48.34	28.80	5.41	18342.25	1.52	2.56	1.67	4874.24	88.42	7.16
1101/1	39000	BT	13	8.5	280	80	3.33	270.5	1082.00	64.7	61.01	24.14	72.7	67.87	30.30	6.16	30021.54	2.50	3.51	1.40	6683.04	87.46	8.55
1101/2	39000	BT	13	4	280	80	2.00	295	590.00	68.2	57.31	25.53	79.3	66.21	34.60	9.07	24102.22	2.01	2.67	1.33	2392.32	121.75	9.02
1101/3	18000	BT	13	8.5	280	80	3.33	314	1045.62	66.4	60.11	24.96	78.1	50.25	26.68	1.72	8094.46	0.67	1.87	2.78	3560.48	81.26	4.32
1102	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	261.5	698.21	70.9	47.56	25.35	85.0	68.99	40.37	15.02	47201.71	3.93	5.77	1.46	10986.08	45.46	8.18
1103	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	275	734.25	63.5	53.21	22.43	80.3	72.21	37.05	14.62	48321.01	4.02	5.54	1.38	10548.16	43.65	8.72
	36000	BT	13	8.5	280	80	3.34	294.8	984.63	67.8	55.56	25.03	77.2	62.21	31.45	6.42	28465.63	2.37	3.64	1.53	6930.56	28.68	7.82
1104	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	325	867.75	63.6	58.33	23.18	82.2	64.02	36.14	12.96	50641.25	4.22	5.75	1.36	10948	45.31	8.80
1105	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	373	995.91	63.2	50.24	21.88	75.8	68.54	32.73	10.85	48643.14	4.05	5.56	1.36	10586.24	55.26	8.74
	67000	BT	0.33	8.5	280	80	2.67	304.5	813.02	59.8	60.35	21.50	73.8	76.21	32.60	11.10	40610.35	3.38	4.35	1.29	8282.4	43.24	9.33
1106	13000	BT	13	12	365	80	2.00	285	570.00	63.4	60.21	23.34	70.6	50.21	25.77	2.43	6234.21	0.52	1.50	2.88	5256	107.44	4.15
	13000	BT	13	12	365	80	2.00	315	630.00	65.4	57.64	24.04	70.6	59.21	26.31	2.27	6435.24	0.54	1.35	2.51	4730.4	96.70	4.76
1107	67000	BT	13	8.5	280	80	2.22	340.5	755.91	60.0	64.37	22.08	73.0	72.26	31.24	9.16	31158.61	2.59	4.02	1.55	7654.08	33.05	7.75
1107/1	16500	BT	13	12	365	80	2.83	258	730.14	63.0	55.21	22.45	70.0	50.00	24.92	2.47	8124.03	0.68	2.03	2.99	7113.12	38.30	4.00
	12500	BT	13	12	365	80	2.22	413	916.86	63.5	63.54	23.43	70.2	50.01	24.96	1.53	6324.18	0.52	1.33	2.52	4660.32	25.09	4.75
1108	67000	BT	13	8.5	280	80	3.56	167	594.52	66.3	52.45	23.74	81.9	78.46	42.17	18.43	49324.43	4.11	5.76	1.40	10967.04	45.39	8.56
1109	67000	BT	13	8.5	280	80	2.22	314	697.08	66.9	54.36	24.35	80.9	78.36	39.51	15.16	47564.21	3.96	5.32	1.34	10129.28	41.92	8.94
	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	289	771.63	53.1	61.25	18.41	76.8	68.36	32.81	14.4	50035.45	4.16	5.57	1.34	10605.28	43.89	8.98
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น2																							
1201	30000	BT	13	8.5	280	80	4.00	255	1020.00	64.2	55.67	23.18	73.6	60.37	29.32	6.14	28182.60	2.34	2.87	1.23	5464.4	5464.4	9.81
1202	39000	BT	13	8.5	280	80	4.00	285.5	1142.00	62.7	53.48	22.07	73.8	59.64	29.21	7.14	36692.46	3.05	3.85	1.26	7330.4	7330.4	9.53
1203	67000	BT	13	8.5	280	80	3.33	295.5	984.02	68.6	63.57	26.79	75.5	71.35	32.89	6.10	27011.35	2.25	4.34	1.92	8263.3	8263.3	6.22
1204	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	278	925.74	71.5	58.34	27.63	78.2	63.59	33.17	5.54	23078.69	1.92	2.77	1.44	5274.0	5274.0	8.33
1205	39000	BT	13	8.5	280	80	3.33	265	882.45	69.6	63.59	27.40	77.5	70.03	34.11	6.71	26645.57	2.22	4.10	1.84	7806.4	7806.4	6.49
1206	39000	BT	13	8.5	280	80	3.33	275	915.75	67.5	65.34	26.41	76.8	71.31	33.87	7.46	30741.73	2.56	4.02	1.57	7654.0	7654.0	7.64
1207	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	278.5	927.41	71.1	57.34	27.81	79.3	63.54	33.73	5.92	24706.20	2.05	2.31	1.12	4398.2	4398.2	10.69

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

1208	26000	BT	13	8.5	280	80	4.00	373	1492.00	69.2	55.64	25.82	78.1	50.20	28.56	2.74	18452.19	1.53	2.05	1.33	3903.2	3903.2	9.0
1209	30000	BT	13	8.5	280	80	4.00	257.5	1030.00	74.0	64.17	30.34	79.6	69.31	34.68	4.34	20154.25	1.67	3.14	1.86	5978.5	5978.5	6.41
1210	17000	BT	13	8.5	280	80	4.00	354	1416.00	66.4	59.32	24.84	73.1	50.41	26.09	1.25	8024.35	0.66	1.52	2.27	2894.0	2894.0	5.27
1211	67000	BT	13	8.5	280	80	3.33	368	1225.44	71.2	50.21	25.88	81.5	63.54	35.33	9.45	52140.35	4.34	5.56	1.27	10586.	10586.	9.37
	44000	BT	13	8.5	280	80	3.33	286	952.38	71.0	64.23	28.39	79.4	70.23	35.43	7.04	30214.05	2.51	3.88	1.54	7387.5	7387.5	7.78
1212	39000	BT	13	8.5	280	80	3.33	216.5	720.95	79.2	66.21	34.38	84.9	76.34	42.22	7.84	25462.50	2.12	3.01	1.41	5731.0	5731.0	8.45
	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	255.5	850.82	70.3	63.36	27.79	78.2	66.24	33.01	5.22	20014.65	1.66	2.56	1.53	4874.2	4874.24	7.81
1214	67000	BT	13	8.5	280	80	4.00	582.5	2330.00	73.3	66.24	30.28	79.25	70.01	34.81	4.53	47556.02	3.96	4.31	1.10	8206.2	8206.2	11.03
1220	39000	BT	13	8.5	280	80	4.00	345	1380.00	70.5	59.63	27.26	78.21	65.35	31.39	4.13	25654.31	2.13	4.01	1.87	7635.0	7635.0	6.39
1221	39000	BT	13	8.5	280	80	4.00	275	1100.00	74.0	67.25	30.96	79.1	72.32	35.83	4.87	24131.48	2.01	3.34	1.66	6359.3	6359.3	7.22
1222	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	373	1242.09	69.5	55.41	25.94	75.0	58.36	29.27	3.33	18645.57	1.55	2.61	1.68	4969.4	4969.4	7.14
1223	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	295.5	984.02	71.9	55.34	27.32	87.2	64.32	31.30	3.98	17656.35	1.47	2.74	1.86	5216.9	5216.9	6.44
1224	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	375	1248.75	61.1	53.24	21.26	71.6	46.21	24.75	3.49	19654.25	1.63	2.82	1.72	5369.2	5369.2	6.96
1225	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	295	982.35	72.5	60.35	28.62	79.3	64.17	32.51	3.89	17213.22	1.43	3.43	2.39	6530.7	6530.72	5.01
1226	38000	BT	13	8.5	280	80	4.00	216	864.00	70.1	57.54	26.65	83.5	64.35	34.24	7.59	29543.21	2.46	3.35	1.36	6378.4	6378.4	8.81
1227	67000	BT	13	8.5	280	80	4.00	293	1172.00	80.6	62.36	34.66	85.4	78.65	43.67	9.01	47545.21	3.96	4.37	1.11	8320.4	8320.48	10.87
1228	30000	BT	13	8.5	280	80	4.00	373	1492.00	65.5	55.68	23.80	83.5	48.25	26.51	2.71	18254.05	1.52	3.08	2.02	5864.3	5864.32	5.92
1229	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	293	1172.00	66.4	55.68	24.28	74.3	59.59	28.49	3.98	21034.29	1.75	2.51	1.43	4779.0	4779.04	8.38
1230	36000	BT	13	8.5	280	80	4.00	492	1968.00	72.2	60.20	28.37	76.6	65.24	31.36	2.99	26547.55	2.12	3.30	1.49	6283.2	6283.2	8.04
	36000	BT	13	8.5	280	80	3.33	354	1178.82	59.5	59.24	21.21	68.2	63.44	25.82	4.61	24458.35	2.00	3.51	.1.72	6683.0	6683.04	6.96
1231	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	373.5	1243.76	63.0	65.54	23.84	72.2	55.54	27.43	3.59	20103.27	1.67	3.05	1.82	5807.2	5807.2	6.59
	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	314	1045.62	61.3	55.36	21.62	70.2	62.36	25.09	3.47	16354.26	1.36	2.12	1.56	4036.4	4036.4	7.71
1232	36000	BT	13	8.5	280	80	4.00	275	1100.00	68.7	64.35	26.97	76.4	67.21	32.75	5.78	28654.85	2.38	3.42	1.43	6511.6	6511.6	8.37
1233	39000	BT	13	8.5	280	80	4.00	356	1424.00	72.4	60.21	28.53	81.4	52.87	32.85	4.32	27653.14	2.30	3.56	1.54	6778.2	6778.2	7.76
1216	67000	BT	13	8.5	280	80	2.67	570	1521.90	68.5	54.32	25.21	73.3	70.25	31.09	5.88	40316.59	3.35	4.20	1.25	7996.8	7996.8	9.59
อาคารเรียนรวม ชั้น 1																							
2101	--- เสีย ---																						
	38000	BT	13	8.5	280	80	4.00	225	900.00	64.6	58.01	23.67	72.6	65.40	29.64	5.97	24178.5	2.01	3.90	1.94	8891.68	46.57	6.19
2103	56000	BT	13	8.5	280	80	3.41	373.5	1273.63	56.1	55.91	19.23	78.6	45.3280	27.29	8.06	46201.35	3.85	4.87	1.26	8986.88	25.59	9.48
	56000	BT	13	8.5	280	80	3.41	352	1200.32	62.3	55.34	21.92	76.1	57.35	30.30	8.38	45315.11	3.77	4.67	1.23	8891.68	24.54	9.70
	56000	BT	13	8.5	280	80	3.41	337	1149.17	67.5	58.21	25.28	78.5	67.12	34.28	9.00	46546.33	3.87	4.72	1.21	9424.8	24.80	9.86
2109	67000	BT	13	8.5	280	80	3.33	342.5	1140.52	63.5	57.32	22.99	76.7	67.35	32.96	9.97	51210.37	4.26	5.12	1.20	5673.92	15.96	10.00

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

	*** เสีย ***																					
	*** เสีย ***																					
	67000	BT	13	8.5	280	80	1.80	304.5	548.10	68.4	63.22	26.61	79.1	68.37	34.97	8.09	19953.58	1.66	4.95	2.98	9424.8	15.43	4.03
	30000	BT	13	8.5	280	80	2.22	295	654.90	71.2	54.39	26.74	82.8	59.21	35.51	8.77	25845.62	2.15	2.98	1.39	5673.92	9.29	8.67
	30000	BT	13	8.5	280	80	2.22	287.5	638.25	73.0	57.95	28.47	83.3	63.18	36.98	8.51	24441.78	2.03	2.75	1.35	5236	8.57	8.88
	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	275	915.75	67.8	60.18	25.77	75.9	64.28	31.67	5.90	24313.16	2.02	2.51	1.24	4779.04	7.82	9.68
	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	255.5	850.81	82.7	58.72	35.30	85.4	62.55	38.53	3.23	12366.52	1.03	3.03	2.94	5769.12	9.44	4.08
	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	278	925.74	74.2	61.24	29.89	81.9	36.73	36.73	6.84	28494.27	2.37	3.24	1.36	6168.96	10.10	8.79
2115	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	255	849.15	75.0	59.22	30.01	86.4	64.28	39.91	9.90	36800.00	3.15	3.56	1.14	6778.24	96.32	10.33
ห้องอบรม	55000	BT	13	8.5	280	80	2.67	295.5	788.98	52.6	55.35	17.64	68.8	65.21	27.18	9.54	33870.91	2.82	4.88	1.73	9291.52	122.12	6.94
	18699	BT	13	8.5	280	80	2.67	248.5	663.49	67.2	63.21	26.54	76.3	67.25	32.60	6.06	18080.01	1.45	1.75	1.21	3332	43.79	10.33
อาคารเรียนรวม ชั้น 2																							
2201	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	275	915.75	75.8	62.45	31.22	84.2	65.38	38.34	7.12	29316.60	2.44	2.68	1.10	5102.72	21.22	3.22
	30000	BT	13	8.5	280	80	3.33	216	816.48	72.2	59.35	28.24	80.4	64.37	35.00	6.76	24837.32	2.06	2.87	1.39	5464.48	22.73	9.67
2202	67000	BT	13	8.5	280	80	5.55	314	1189.92	75.5	61.28	30.76	85.2	67.21	39.74	8.98	48084.66	4.00	5.50	1.37	10472	88.02	7.69
2203	67000	BT	13	8.5	280	80	5.55	248.5	1379.17	74.3	63.55	30.42	83.7	71.26	39.57	9.15	56787.53	4.70	5.98	1.27	11385.9	23.86	6.62
	67000	BT	13	8.5	280	80	5.55	256.5	1423.75	75.3	65.55	31.52	85.4	72.34	41.44	9.92	63522.72	5.29	6.02	1.14	11462.0	24.02	5.35
	38000	BT	13	8.5	280	80	1.83	287	525.21	61.4	54.67	21.26	74.5	60.24	29.88	8.62	20372.50	1.69	2.87	1.69	5464.48	11.45	8.13
	*** เสีย ***																						
2204	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	216	719.28	62.3	58.34	22.51	75.0	65.81	31.36	8.85	28645.32	2.38	3.02	1.35	5102.72	48.33	5.84
2205	67000	BT	13	8.5	280	80	3.78	275	1039.5	68.6	57.65	25.81	78.1	63.25	33.01	7.20	33679.80	2.80	3.48	1.24	5464.48	41.62	4.02
2206	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	334	891.78	58.2	55.61	20.17	70.6	64.21	27.95	7.78	31193.91	2.59	4.31	1.66	10472	157.52	4.01
2208	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	322	859.74	53.8	54.87	18.11	67.4	60.21	25.54	7.43	28745.40	2.39	3.46	1.44	11385.9	41.38	4.38
	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	314	838.38	56.3	60.22	19.78	70..5	60.69	28.84	9.06	22852.26	1.90	3.15	1.66	11462.0	37.67	7.33
2209	67000	BT	13	8.5	280	80	3.78	236	892.35	77.4	68.61	33.72	85.7	76.02	42.84	9.12	36622.04	3.05	4.49	1.47	5464.48	53.70	4.38
2210	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	275	915.75	50.1	58.14	16.82	66.2	66.25	25.77	8.95	36881.83	3.07	4.80	1.56	9139.2	106.1	8.15
	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	294.5	980.68	53.2	57.36	18.08	66.5	66.21	25.94	7.86	34662.60	2.88	4.50	1.56	8568	103.78	7.99
2212	67000	BT	13	8.5	280	80	3.80	314	1193.20	52.9	54.31	17.68	66.5	61.44	25.21	7.53	40431.58	3.36	4.12	1.23	7844.48	93.46	9.17
2213	67000	BT	13	8.5	280	80	3.78	268.5	1014.93	65.2	57.33	23.89	77.1	63.35	32.32	8.43	38364.35	3.19	3.97	1.24	7558.88	91.55	8.84
2214	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	216	719.28	71.4	55.62	27.08	82.3	60.75	35.53	8.45	27350.62	2.27	4.00	1.76	7616	16.74	11.44
2216	*** เสีย ***																						
2218	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	269	895.77	65.0	56.37	23.64	81.1	64.35	32.27	8.63	34787.22	2.88	3.50	1.22	6664	14.65	0.14

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	238	792.54	55.5	60.42	19.42	70.0	66.00	28.06	8.64	30813.95	2.56	3.80	1.48	7235.2	15.90	9.16
	38000	BT	13	8.5	280	80	3.33	255	849.15	56.0	55.68	19.16	69.6	62.54	27.22	8.06	30793.23	2.57	4.30	1.67	8187.2	40.70	2.91
	--- เสีย ---																						
2221	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	255	849.15	66.0	68.35	25.97	77.7	72.25	32.78	6.81	26017.60	2.16	2.95	1.37	5616.8	54.71	4.11
	--- เสีย ---																						
	33000	BT	13	8.5	280	80	3.33	196	652.68	73.2	66.54	30.27	80.6	71.23	36.89	6.62	19443.33	1.62	2.83	1.74	5388.32	54.71	8.38
2222	26000	BT	13	8.5	280	80	2.67	275	734.25	74.9	65.87	29.60	84.7	72.55	35.24	5.64	18624.32	1.55	2.10	1.35	3998.4	33.19	7.18
2223	33000	BT	13	8.5	280	80	2.67	274	731.58	69.6	69.48	30.24	81.9	75.24	36.63	6.39	21051.19	1.75	2.86	1.63	5445.44	91.95	3.07
	33000	BT	13	8.5	280	80	2.67	334	891.78	66.5	58.34	26.37	81.5	64.25	31.87	5.50	22063.87	1.83	3.44	1.87	6549.76	91.95	2.83
2224	26000	BT	13	8.5	280	80	2.67	293	780.31	69.5	55.34	24.55	80.9	64.25	29.54	4.99	17542.24	1.46	2.45	1.68	4664.8	38.72	3.48
อาคารเรียนรวม ชั้น 3																							
2301	79000	BT	13	8.5	280	80	6.00	389	2334.00	60.5	63.28	22.01	71.1	65.44	28.24	6.23	65433.69	5.45	5.96	1.09	526.864	128.86	10.97
	79000	BT	13	8.5	280	80	6.00	325.5	1953.00	63.0	54.26	22.32	72.8	59.34	28.62	6.30	55367.55	4.61	6.38	1.77	563.992	128.86	8.678
2302	--- เข้าไม่ได้ ---																						
2303	39000	BT	13	8.5	280	80	2.89	295	852.55	72.8	66.12	29.92	81.1	72.36	37.60	7.68	29464.12	2.45	3.45	1.41	304.98	68.77	8.54
2306	38000	BT	13	8.5	280	80	1.80	276	496.80	60.8	59.19	21.85	72.2	65.34	29.37	7.52	16811.71	1.40	4.04	2.88	357.136	80.54	4.16
2307	58000	BT	13	8.5	280	80	2.67	334	891.78	70.7	62.38	27.87	81.6	67.54	36.77	8.90	35715.78	2.97	3.45	1.52	304.98	90.51	10.35
2308	38000	BT	13	8.5	280	80	1.80	352	633.60	59.6	59.67	21.31	70.6	64.25	28.13	6.82	19438.43	1.61	4.04	2.71	357.136	86.92	4.81
2312	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	314	838.38	65.8	62.25	24.94	78.5	66.14	33.98	9.04	34105.29	2.84	3.45	1.25	304.98	37.07	9.88
2313	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	285	760.95	61.5	58.74	22.15	75.2	64.19	31.16	9.01	30852.71	2.57	4.04	1.24	357.136	72.82	7.63
2314	--- เสีย ---																						
	38000	BT	13	8.5	280	80	1.80	236	424.8	61.7	52.37	21.44	72.2	59.22	28.22	6.78	12960.65	1.08	3.99	3.69	352.716	41.66	3.24
2315	67000	BT	13	8.5	280	80	5.56	334	1857.04	76.0	57.26	30.24	80.6	60.18	34.11	3.87	32340.35	2.70	4.44	1.64	392.496	60.85	7.28
2316	26000	BT	13	8.5	280	80	2.89	254	734.06	72.5	58.18	28.21	81.4	64.24	34.95	6.74	22264.03	1.85	2.48	1.34	219.232	33.99	8.97
2317	67000	BT	13	8.5	280	80	2.89	297.5	859.44	76.6	50.21	22.56	84.2	70.21	35.83	14.27	55216.24	4.60	5.11	1.11	451.724	44.24	10.80
2318	26000	BT	13	8.5	280	80	2.89	314	907.46	68.0	55.74	26.11	83.6	61.02	31.02	4.91	20035.33	1.66	2.67	1.60	236.028	53.22	7.50
อาคารเรียนรวม ชั้น 4																							
2401	--- เสีย ---																						
2402	--- เข้าไม่ได้ ---																						
2403	27000	BT	13	8.5	280	80	3.00	293.5	879.00	75.0	52.32	23.34	85.2	60.21	28.14	4.80	19002.51	1.58	2.45	1.54	4664.8	98.68	7.75
	27000	BT	13	8.5	280	80	3.00	255	765.00	71.8	53.01	21.09	85.0	61.21	27.25	6.16	21235.22	1.76	2.82	1.59	5369.2	98.68	7.53
	27000	BT	13	8.5	280	80	3.00	316	948.00	80.6	55.32	26.56	90.6	64.25	31.25	4.69	20035.54	1.66	2.30	1.38	4379.2	98.68	8.71
	27000	BT	13	8.5	280	80	3.00	275	825.00	66.2	60.12	27.39	77.5	68.24	32.65	5.26	19564.17	1.63	2.60	1.60	4950.4	98.68	7.52

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

	*** เสีย ***																					
	27000	BT	13	8.5	280	80	3.00	217	651.00	74.0	60.00	28.04	82.0	62.00	35.21	7.17	21026.22	1.75	2.45	1.64	4664.8	98.68	8.58
2404	38000	BT	13	8.5	280	80	1.80	373.5	672.30	59.7	55.55	24.52	75.3	71.01	35.14	10.62	21026.22	2.67	2.82	1.33	5369.2	79.51	7.45
2405	36000	BT	13	8.5	280	80	3.00	216	648.00	58.4	52.34	22.42	76.1	68.32	32.78	10.36	21026.22	2.51	2.30	1.52	4379.2	76.55	9.14
2406	*** เสีย ***																					
	*** เสีย ***																					
2408	*** เสีย ***																					
2410	38000	BT	13	8.5	280	80	2.67	275	734.25	65.9	66.01	25.56	74.1	55.10	28.57	3.01	9945.42	0.83	3.24	3.90	6168.9	27.32	3.06
	*** เสีย ***																					
2411	36000	BT	13	8.5	280	80	3.00	376	1128.00	62.0	63.25	24.57	78.5	69.21	30.12	5.55	28215.87	2.35	3.01	1.28	5731.04	60.01	9.37
2412	27000	BT	13	8.5	280	80	3.33	405	1348.65	59.1	68.21	31.87	71.0	72.35	35.25	3.38	20546.35	1.71	1.91	1.11	3636.64	35.50	10.75
	27000	BT	13	8.5	280	80	3.33	413.5	1376.96	58.6	64.21	29.81	70.7	68.11	33.21	3.40	21548.64	1.79	2.30	1.28	4379.2	35.50	9.36
2413	56000	BT	13	8.5	280	80	3.61	315.5	1138.96	66.2	54.32	23.47	81.5	70.21	32.51	9.04	50213.11	3.86	4.32	1.12	8225.28	36.43	11.62
2415	56000	BT	13	8.5	280	80	3.61	197.5	712.98	70.5	63.15	28.01	82.9	75.22	38.02	10.03	51462.15	3.87	4.75	1.23	9044	94.69	10.83
2416	38000	BT	13	8.5	280	80	1.80	247.5	445.50	75.2	55.35	25.72	85.0	68.31	35.21	9.49	31054.77	2.58	4.97	1.92	9462.88	181.65	6.24
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 1																							
4104	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	274.5	914.09	68.5	57.00	25.65	75.4	63.00	31.05	5.40	22212.38	1.85	3.21	1.73	6111.84	78.29	**7.82**
4107	12000	BT	13	8.5	280	80	2.00	281.5	563.00	70.5	59.00	27.15	76.5	62.00	31.60	4.45	11274.07	0.93	1.45	1.55	2760.8	75.32	**7.53**
4108	12000	BT	13	8.5	280	80	2.67	196	523.32	67.80	66.00	27.00	78.8	50.00	30.50	3.50	8242.29	0.68	1.53	2.25	2913.12	73.59	**7.35**
4109	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	275	1100.00	66.6	63.00	25.51	75.5	65.00	31.54	6.03	29848.50	2.48	3.59	1.45	6835.36	76.70	**7.6**
4110	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	265.5	1026.00	71.8	58.00	27.75	78.1	66.00	33.65	5.90	27240.30	2.27	3.64	1.60	6930.56	48.50	**7.77**
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 2																							
4201	12000	BT	13	8.5	280	80	2.67	246	656.82	71.7	57.20	27.51	81.0	60.42	33.72	6.21	18354.83	1.52	2.31	1.51	4398.24	60.47	7.94
	12000	BT	13	8.5	280	80	2.67	257.5	687.52	73.2	55.12	28.03	80.8	59.33	31.44	3.41	7562.32	0.63	1.80	2.85	3427.2	60.47	4.20
	12000	BT	13	8.5	280	80	2.67	166.5	444.56	75.7	61.36	30.84	86.1	64.25	34.49	3.65	7314.86	0.61	1.75	2.86	3332	60.47	4.17
4202	12000	BT	13	8.5	280	80	2.00	236.5	473.00	68.0	62.87	28.13	80.9	66.21	31.94	3.81	8123.50	0.67	1.10	1.62	2094.4	45.83	7.38
4203	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	293	975.69	76.7	55.27	29.05	83.0	61.20	33.50	4.45	19543.25	1.62	2.34	1.43	4455.36	52.10	8.35
	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	304	1012.22	56.4	59.32	27.25	71.8	69.35	31.34	4.09	18654.31	1.55	3.12	2.00	5940.48	52.10	5.97
4204	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	256.5	1026.00	60.0	60.21	20.17	71.0	67.55	25.68	5.51	25462.32	2.12	3.56	1.68	6778.24	76.72	7.15
	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	284	1136.00	68.0	60.58	29.25	77.8	70.31	36.07	5.18	26485.11	2.20	3.18	1.44	6054.72	76.72	8.32
	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	275	1100.00	65.3	61.25	27.00	78.0	68.12	32.19	5.19	25687.43	2.14	3.31	1.55	6302.24	76.72	7.76
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 3																							
4301	*** เสีย ***																					

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	226	904.00	73.1	56.11	28.17	81.7	62.21	35.41	7.24	29452.32	2.45	3.53	1.44	6721.12	18.28	8.34
	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	186.5	746.00	65.2	53.25	23.26	75.5	59.01	30.28	7.02	23566.14	1.96	3.21	1.64	6111.84	18.28	7.34
4303	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	277.5	1110.00	63.5	54.21	23.56	74.2	61..00	29.84	6.28	31368.60	2.61	3.01	1.15	5731.04	67.70	10.42
	33000	BT	13	8.5	280	80	4.00	295	1180.00	67.3	50.31	23.88	73.9	60.25	29.44	5.56	29523.60	2.46	3.51	1.43	6683.04	67.70	8.41
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร ชั้น 1																							
3101	39600	BT	13	8.5	280	80	2.67	345.5	922.49	66.4	55.63	24.28	76.6	62.21	31.72	7.44	30884.97	2.57	4.21	1.64	2.70	45.74	7.33
	*** เสีย ***																						
3102	17000	BT	13	8.5	280	80	2.00	191	382.00	52.9	56.39	17.86	68.1	61.18	26.10	8.24	14164.56	1.18	1.84	1.55	3503.36	120.97	7.69
3103	13000	BT	13	8.5	280	80	2.00	198.5	397.00	69.8	58.67	26.68	79.2	63.17	33.80	7.12	12719.88	1.05	1.20	1.14	2284.8	78.89	10.59
3106	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	148	492.84	58.3	52.38	19.86	74.0	64.61	30.43	10.57	23441.93	1.95	2.37	1.22	4512.48	38.95	9.89
	*** เสีย ***																						
3107	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	275.5	917.42	68.5	63.24	26.67	75.5	68.30	32.24	5.57	22995.13	1.91	2.83	1.48	5388.32	145.18	8.12
	*** เสีย ***																						
	13000	BT	13	8.5	280	80	2.00	197.5	395.00	72.0	58.31	29.17	81.9	63.14	35.81	6.65	11820.37	0.98	1.36	1.38	2589.44	145.18	8.69
3108	26000	BT	13	8.5	280	80	3.33	256.5	854.14	66.8	62.54	25.56	75.7	67.13	32.14	6.58	25291.08	2.10	2.54	1.21	4836.16	122.88	9.95
3109	21000	BT	13	8.5	280	80	2.00	284.5	569.00	71.0	58.36	27.34	80.6	63.54	34.95	7.61	19485.40	1.62	2.10	1.29	4836.16	78.37	9.27
3111	21000	BT	0.33	8.5	280	80	2.00	267.5	535.00	65.1	60.00	24.22	76.1	68.35	32.69	8.47	20391.53	1.69	2.05	1.21	3903.2	81.76	9.94
	*** เสีย ***																						
3112	21000	BT	13	8.5	280	80	2.00	275	550.00	68.2	60.35	26.08	79.0	68.48	34.92	8.40	20790.00	1.73	2.70	1.56	5140.8	37.59	7.21
	*** เสีย ***																						

ตารางที่ ง.2 การเก็บข้อมูลของระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

ห้อง	พื้นที่ (???)	ลักษณะของหลอดและโคมไฟที่ใช้							กำลังไฟฟ้า			ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	วันทำงานต่อปี	พลังงานไฟฟ้าต่อปี	ดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่
		ชนิดของหลอดไฟ	ขนาด(w)		การติดตั้ง	ลักษณะโคมไฟ	จำนวน (โคม)	จำนวนหลอดต่อโคม (หลอด)	หลอด (w)	บัลลาสต์(w)	รวม (w)				
			หลอด	บัลลาสต์											
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น1															
1101	28.95	FL	36	10	C	LV	4	2	288	80	368	8.5	280	700.67	12.71
1101/1	40.13	FL	36	10	C	DF	10	2	720	200	920	8.5	280	1751.68	22.93
1101/2	21.93	FL	36	10	C	LV	4	2	288	80	368	8.5	280	700.67	16.78
1101/3	23.01	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	11.99
1102	126.9	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.12
1103	126.9	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.12
1104	126.9	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.12
1105	100.6	FL	36	10	C	LV	23	2	1656	460	2116	8.5	280	4028.86	21.03
1105/1	26.3	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	3.50
1106	13.96	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	13.18
1107	121.6	FL	36	10	C	LV	23	2	1656	460	2116	8.5	280	4028.86	17.36
1107/1	53	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	1.74
1108	126.9	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.12
1109	126.9	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.12
R111	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R112	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
ไฟทางเดิน	489	CFL	26	-	B	DL	88	1	2288	-	2288	4	280	2050.48	4.19
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น2															
AG1201	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1202	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1876.51	18.17
AG1203	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.18
AG1204	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.18
AG1205	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.18
AG1206	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.18
AG1207	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

AG1208	39.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	20.97
AG1209	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1210	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1211	53.82	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	10.26
AG1212	53.82	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	10.26
AG1213	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1214	39.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	20.97
AG1216	28.08	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.55
AG1220	39.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	20.97
AG1221	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1222	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.17
AG1223	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.17
AG1224	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.17
AG1225	30.37	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	18.17
AG1226	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1227	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1228	39.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	20.97
AG1229	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1230	53.82	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	10.26
AG1231	53.82	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	10.26
AG1232	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
AG1233	45.56	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	18.17
R121	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R122	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
ไฟทางเดิน	529.04	CFL	26	-	B	DL	96	1	2496	-	2496	4	280	2236.41	4.22
อาคารเรียนรวม ชั้นที่ 1															
AG2101	83.74	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	13.18
AG2102	18.48	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	14.94
AG2103	190.29	FL	36	10	C	LV	30	2	2160	600	2760	8.5	280	5255.04	14.50
AG2104	15.84	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	5.81
AG2105	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2106	27.36	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	3.36

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

AG2107	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2109	320.73	FL	36	10	C	LV	45	2	3240	900	4140	8.5	280	7882.56	12.91
AG2113	18.24	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	5.04
AG2215	39.96	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	13.81
AG2119	39.96	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	13.81
AG2117	18.24	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	5.04
R211	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R212	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R213	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R214	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
ไฟทางเดิน	1882.1	FL	36	10	C	LV	109	2	7848	2180	10028	12	280	33694.08	17.9
อาคารเรียนรวม ชั้นที่ 2															
AG2201	126.24	FL	36	10	C	LV	25	2	1800	500	2300	8.5	280	4379.2	18.22
AG2202	62.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	13.25
AG2203	250.58	FL	36	10	C	LV	36	2	2592	720	3312	8.5	280	6306.05	13.21
AG2204	62.48	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	13.25
AG2205	83.6	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	9.90
AG2206	27.36	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.73
AG2208	83.6	FL	36	10	C	LV	15	2	1080	300	1380	8.5	280	2627.52	16.51
AG2209	83.6	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	9.90
AG2210	45.24	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.20
		FI	18	10	C	LV	8	2	288	160	448	24	365	3139.58	9.90
AG2212	43.36	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.73
AG2213	44.08	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.52
AG2214	43.36	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.73
AG2215	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2216	43.36	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.73
AG2217	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2218	238.9	FL	36	10	C	LV	22	2	1584	440	2024	8.5	280	3835.70	8.47
AG2219	44.08	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.52
AG2220	27.36	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.73
AG2221	105.64	FL	36	10	C	LV	15	2	1080	300	1380	8.5	280	2627.52	13.06

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

AG2222	63.27	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	13.09
AG2223	68.51	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	12.08
AG2224	63.27	FL	36	10	C	LV	9	2	648	180	828	8.5	280	1576.51	13.09
AG2225	36.96	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	14.94
R221	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R222	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R223	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R224	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	61.3
ไฟทางเดิน	515.73	FL	36	10	C	LV	34	2	884	68	884	4	280	792.06	1.53
อาคารเรียนรวม ชั้นที่ 3															
AG2301	95.76	FL	36	10	C	LV	15	2	1080	300	1380	8.5	280	2627.52	14.41
AG2302	เข้าไม่ได้														
AG2303	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2304	50.16	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	14.67
AG2305	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2306	50.16	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	14.67
AG2307	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2308	50.16	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	14.67
AG2309	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2310	72.96	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	10.09
AG2311	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2312	95.76	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	11.53
AG2313	44.08	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	12.52
AG2314	95.76	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	11.53
AG2315	72.96	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	15.13
AG2316	72.96	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	15.13
AG2317	115.5	FL	36	10	C	LV	20	2	1440	400	1840	8.5	280	3503.36	15.93
AG2318	50.16	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	14.67
AG2320	50.16	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	14.67
AG2322	50.16	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	3.67
AG2324	27.36	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.73
R231	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ(ต่อ)

R232	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R233	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R234	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
ไฟทางเดิน	395.46	FL	36	-	B	DL	28	1	728	-	728	4	280	652.28	1.64
อาคารเรียนรวม ชั้นที่ 4															
AG2401	45.14	FL	36	10	C	LV	4	2	288	80	368	8.5	280	700.67	8.15
AG2402	เข้าไม่ได้														
AG2403	132.24	FL	36	10	C	LV	28	2	2016	560	2576	8.5	280	4904.70	19.48
AG2404	45.14	FL	36	10	C	LV	4	2	288	80	368	8.5	280	700.67	8.15
AG2405	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2406	118.56	FL	36	10	C	LV	24	2	1728	480	2208	8.5	280	4204.03	18.62
AG2407	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2408	118.56	FL	36	10	C	LV	24	2	1728	480	2208	8.5	280	4204.03	18.62
AG2409	6.22	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	14.79
AG2410	118.56	FL	36	10	C	LV	20	2	1440	400	1840	8.5	280	3503.36	15.52
AG2411	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2412	118.56	FL	36	10	C	LV	24	2	1728	480	2208	8.5	280	4204.03	18.62
AG2413	118.56	FL	36	10	C	LV	20	2	1440	400	1840	8.5	280	3503.36	15.51
AG2414	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2415	50.16	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	11.00
AG2416	27.36	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.73
R241	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R242	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R243	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
R244	30	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.33	6.13
ไฟทางเดิน	395.46	FL	36	10	C	LV	28	1	728	-	728	4	280	652.28	1.64
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร															
AG31.01	92.04	FL	36	10	C	LV	18	2	1296	360	1656	8.5	280	3135.02	17.99
AG3102	15.21	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	48.39
AG3103	15.21	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	12.09
AG3104	15.21	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	12.09
AG3105	30.42	FL	36	10	C	LV	4	2	288	80	368	8.5	280	700.67	24.19

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

AG3106	60.84	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102	18.15
		FL	36	10	C	LV	8	1	288	80	368	8.5	280	700.67	6.05
		FL	18	10	C	BT	61	1	1098	610	1708	14	365	3252.03	18.07
AG3107	28.86	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	15.50
AG3108	20.67	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	13.35
AG3109	20.67	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	13.35
AG3110	20.67	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	13.35
AG3111	20.67	FL	36	10	C	LV	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	13.35
AG3112	46.02	FL	36	10	C	LV	8	2	576	160	736	8.5	280	1401.34	15.99
AG3113	เข้าไม่ได้														
AG3114	เข้าไม่ได้														
AG3115	เข้าไม่ได้														
AG3116	4.8	FL	36	10	C	LV	1	1	36	10	46	4	280	41.21	8.58
AG3117	4.8	FL	36	10	C	LV	1	1	36	10	46	4	280	41.21	8.58
AG3118	4.8	FL	36	10	C	LV	1	1	36	10	46	4	280	41.21	8.58
R311	16.38	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	11.23
R312	16.38	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	11.23
ไฟทางเดิน	315.41	FL	36	10	C	LV	13	1	468	130	598	4	280	535.8	1.69
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น1															
AG4101	176.77	FL	36	10	C	LV	18	2	1296	360	1656	8.5	280	3153.02	9.37
		FL	36	10	C	DF	3	2	216	60	276	8.5	280	525.50	1.56
AG4102	40.81	FL	36	10	C	LV	5	2	360	100	460	8.5	280	875.84	11.27
AG4103	22	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	8.36
AG4104	41	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	4.49
AG4105	13.12	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.02
AG4106	13.12	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.02
AG4107	19.25	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	9.56
AG4108	20.79	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	8.85
AG4109	46.8	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.02	23.59
AG4110	46.8	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.02	23.59
R411	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11
R412	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11

ตารางที่ ง.1 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

ไฟทางเดิน	329.92	FL	36	10	C	LV	16	1	576	160	736	12	280	2472.96	7.5
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น2															
AG4201	96.9	FL	36	10	C	LV	14	2	1008	280	1288	8.5	280	2452.35	13.29
AG4202	24	FL	36	10	C	LV	1	2	72	20	92	8.5	280	175.17	3.83
AG4203	60.84	FL	36	10	C	LV	6	2	432	120	552	8.5	280	1051.01	9.07
AG4204	130.98	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.02	8.43
AG4205	32.39	FL	36	10	C	LV	3	2	108	60	168	8.5	280	319.872	5.19
R421	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11
R422	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11
ไฟทางเดิน	104.2	FL	36	10	C	LV	8	1	288	80	368	12	280	1296.96	12.4
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น3															
AG4301	241.20	FL	36	10	C	LV	18	2	1296	360	1656	8.5	280	3153.02	6.87
AG4302	32.76	FL	36	10	C	LV	12	2	864	240	1104	8.5	280	2102.01	33.70
AG4303	74.88	FL	36	10	C	LV	16	2	1152	320	1472	8.5	280	2802.69	19.66
R431	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11
R432	13.04	FL	36	10	C	LV	2	2	144	40	184	8.5	280	350.34	14.11
ไฟทางเดิน	91.26	FL	36	10	C	LV	8	1	288	80	368	4	280	329.72	3.61

หมายเหตุ FL=หลอดฟลูออเรสเซนต์ CFL= หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ H=หลอดฮาโลเจน C=การติดบนเพดาน B=การฝังในเพดาน S=การติดเพดาน DF(Diffuser)=โคมกรองแสง DL(Down light)=โคมไฟดาวน์ไลท์ BT(Bare Type)=โคมแบบเปิดโล่ง ไม่มีกรอบ LV(Louver)=โคมตะแกรง

ตารางที่ ง.3การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

ห้อง	พื้นที่ (m^2)	การใช้ภายในห้องเครื่องปรับอากาศ		อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน	ใช้งาน(ชม/วัน)	วัน/ปี	Load Factor	กำลังไฟฟ้า (kW)	ค่าความต้องการไฟฟ้า (kw-hr)	พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ (w/m^2)
		ใช้	ไม่ใช้								
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น1											
1101	28.95	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	2.41
		/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	24.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	6.9
1101/1	40.13	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	8.97
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.49
1101/2	21.93	/	-	พัดลม	1	5	280	0.8	0.04	89.6	1.82
1101/3	23.01	/	-	คอมพิวเตอร์	9	8	280	0.8	3.24	7257.6	140.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	5	1	280	0.2	0.5	280	21.73
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	7.38
		/	-	แฟกซ์	1	1	280	0.8	0.8	1792	34.76
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	3.04
1102	126.9	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	5.67
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	0.78
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.55
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	5.04
		/	-	กระติกน้ำร้อน	2	8	280	0.8	1.08	2419.2	8.51
1103	126.9	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	2.83
		/	-	โปรเจคเตอร์	1	8	280	0.8	0.19	425.6	1.49
1104	126.9	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	2.83
		/	-	โปรเจคเตอร์	1	8	280	0.8	0.19	425.6	1.49
		/	-	ลำโพง	2	3	280	0.2	0.1	56	0.78
1105	100.6	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	14.31
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	1.98
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	1.69
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.69

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

1106	13.96	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	322.56	103.15
1107	121.6	/	-	คอมพิวเตอร์	9	8	280	0.8	3.24	7257.6	26.64
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	1.64
1107/1	53	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	13.58
1108	126.9	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	2.83
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	0.78
		/	-	โทรทัศน์	3	8	280	0.8	0.51	1142.4	4.01
		/	-	พัดลม	1	5	280	0.8	0.2	448	1.57
1109	126.9	/	-	คอมพิวเตอร์	49	8	280	0.8	17.64	39513.6	139
		/	-	พัดลม	26	1	280	0.8	1.04	2329.6	8.19
อาคารสำนักงานและบำนุการคณะฯ ชั้น2											
1201	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	15.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.19
1202	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	3	8	280	0.8	1.08	2419.2	23.7
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.19
1203	30.37	/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	5.59
1204	30.37	/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	5.59
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	2.3
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	21
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	2.3
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	17.78
1205	30.37	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	23.7
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	3.29
1206	30.37	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	403.2	23.7
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	6.58
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	2.3
1207	30.37	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	23.7
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	6.58
		/	-	พัดลม	1	1	280	0.8	0.04	89.6	1.31
1208	39.48	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	18.23
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	5.06
		/	-	กระติกน้ำร้อน	2	8	280	0.8	1.08	2419.2	27.35

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

1209	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	31.6
		/	-	ปริ้นเตอร์	4	1	280	0.2	0.4	224	8.77
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	11.85
1210	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	7.9
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.19
1211	53.82	/	-	คอมพิวเตอร์	5	8	280	0.8	1.8	4032	33.44
		/	-	ปริ้นเตอร์	4	1	280	0.2	0.4	224	7.432
		/	-	แฟกซ์	1	1	280	0.8	0.8	1792	14.86
1212	53.82	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	6.688
		/	-	โปรเจคเตอร์	1	8	280	0.8	0.19	425.6	3.53
		/	-	ลำโพง	2	3	280	0.2	0.1	56	1.85
1213	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	7.9
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.19
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	11.85
1214	39.48	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	18.23
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	13.67
1216	28.08	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	12.82
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	6.05
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	2.49
1220	39.48	/	-	คอมพิวเตอร์	3	8	280	0.8	1.08	2419.2	27.35
		/	-	ปริ้นเตอร์	3	1	280	0.2	0.3	168	7.59
1221	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	15.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.19
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.53
1222	30.37	/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	5.59
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	2.3
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	21.07
1223	30.37	/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	17.78
1224	30.37	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	47.41
		/	-	ปริ้นเตอร์	4	1	280	0.2	0.4	232	13.17
1225	30.37	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	11.85

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

1226	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	31.6
		/	-	ปริ้นเตอร์	3	1	280	0.2	0.3	168	6.58
1227	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	7.9
1228	39.48	/	-	คอมพิวเตอร์	3	8	280	0.8	1.08	2419.2	27.35
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.53
1229	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	15.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	4.38
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	11.85
1230	53.82	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	13.37
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	1.85
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.3
1231	53.82	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	13.37
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	3.71
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	10.03
1232	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	15.8
		/	-	ปริ้นเตอร์	3	1	280	0.2	0.3	168	6.58
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.53
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	11.85
		/	-	เฟกซ์	1	1	280	0.8	0.8	1792	17.55
1233	45.56	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	15.80
		/	-	โทรทัศน์	1	5	280	0.8	0.17	380.8	3.73
อาคารเรียนรวม ชั้น 1											
2101	83.74	/	-	คอมพิวเตอร์	10	8	280	0.8	36	80640	429.9
		/	-	ปริ้นเตอร์	5	1	280	0.2	0.5	280	5.97
		/	-	เครื่องถ่ายเอกสาร	1	8	280	0.8	1.23	2755.2	14.68
2102	18.48	/	-	เครื่องถ่ายเอกสาร	2	8	280	0.8	2.46	5510.4	133.11
		/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	2.16
2103	190.29	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	1.89

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

		/	-	เครื่องฉายสไลด์	2	8	280	0.8	0.28	627.2	1.47
2104	15.84	/	-	ปั๊มน้ำ	3	12	280	0.5	5.6	7840	353.53
2105	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2106	27.36	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2107	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2109	320.73	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	1.12
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	0.43
		/	-	ลำโพง	4	8	280	0.2	0.26	145.6	0.81
2113	18.24	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2115	36.96	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	9.74
		/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	1.082
2117	18.24	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2119	36.96	/	-	คอมพิวเตอร์	5	8	280	0.8	1.8	4032	48.7
		/	-	พัดลม	1	1	280	0.8	0.2	89.6	5.411
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	1.89
อาคารเรียนรวม ชั้น 2											
2201	126.24	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	2.85
		/	-	เครื่องเสียง	1	8	280	0.8	0.1	224	0.79
2202	62.48	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	5.76
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	2.24
2203	250.58	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	1.43
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	0.55
		/	-	เครื่องเสียง	1	1	280	0.8	0.1	224	0.39
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	0.67
		/	-	ลำโพง	2	3	280	0.2	0.1	56	0.39
2204	62.48	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	5.76
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	2.24
2205	83.6	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	4.3
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	1.67
2206	27.36	/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	6.21
		/	-	กระติกน้ำร้อน	2	8	280	0.8	1.08	2419.2	39.47

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

2208	83.6	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.83
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	7.65
		/	-	พัดลม	2	1	280	0.8	0.08	179.2	0.95
		/	-	ตู้แช่แข็ง	1	8	365	0.8	0.9	1168	10.76
		/	-	ตาชั่ง	4	8	280	0.8	1.6	3584	19.13
		/	-	กล้องจุลทรรศ์	9	8	280	0.8	1.2	2688	14.35
		/	-	เครื่องนับจำนวนจุลทรีย์	1	8	280	0.8	0.02	44.8	0.23
		/	-	เครื่องบ่ม	1	8	280	0.8	0.3	672	3.58
2209	83.6	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	4.3
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	1.67
		/	-	เครื่องเสียง	1	1	280	0.8	0.1	224	1.19
2210	45.24	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	7.95
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	3.09
2212	43.36	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	8.30
		/	-	ตู้เย็น	2	24	365	0.8	0.14	408.8	3.22
2213	44.08	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	8.16
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	2.26
2214	43.36	/	-	คอมพิวเตอร์	3	8	280	0.8	1.08	2419.2	24.9
		/	-	ปริ้นเตอร์	4	1	280	0.2	0.4	224	9.22
		/	-	พัดลม	3	8	280	0.8	0.12	268.8	2.76
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	3.92
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.61
2215	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2216	43.36	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	8.3
2217	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2218	238.9	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	1.5
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	0.41
		/	-	พัดลม	10	1	280	0.8	0.4	896	1.67
2219	44.08	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	8.16
2220	27.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2221	105.64	/	-	ตู้ควบคุมอุณหภูมิ	1	2	280	0.8	0.3	672	

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

											2.83
		/	-	หม้อความดันไอน้ำ	2	2	280	0.8	0.4	896	3.78
		/	-	อ่างควบคุมอุณหภูมิ	2	2	280	0.8	0.6	1344	5.67
		/	-	โทรทัศน์	4	8	280	0.8	0.68	1523.2	6.43
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.66
		/	-	เครื่องเสียง	1	8	280	0.8	0.1	224	0.94
2222	63.27	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	5.68
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	2.21
		/	-	เครื่องเสียง	1	8	280	0.8	0.1	224	1.58
2223	68.51			เครื่องควบคุมอุณหภูมิ	2	2	280	0.8	0.06	134.4	0.87
				เครื่องฆ่าเชื้อ	1	2	280	0.8	0.03	67.2	0.43
				ตู้ปลอดเชื้อ	1	2	280	0.8	0.03	67.2	0.43
				ตู้แช่	2	8	365	0.8	0.9	2628	13.13
				เครื่องอบ	4	2	280	0.8	1.2	2688	17.51
		/	-	ตู้เย็น	2	24	365	0.8	0.14	408.8	2.04
		/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	5.25
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	1.459
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	9.34
				เครื่องชั่ง	2	2	280	0.8	0.8	1792	11.67
2224	63.27	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	5.68
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	2.21
		/	-	เครื่องเสียง	1	8	280	0.8	0.1	224	1.58
2225	36.96	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	9.74
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	3.78
		/	-	เครื่องเสียง	1	8	280	0.8	0.1	224	2.7
อาคารเรียนรวม ชั้น 3											
2301	95.76	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	7.51
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	6.68
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.73

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

				ตู้แช่	2	8	365	0.8	0.9	2628	9.398
2302	27.36	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	2.92
2303	50.16	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	1.59
2304	50.16	/	-	พัดลม	3	8	280	0.8	0.12	268.8	2.39
2305	50.16	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	1.59
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.39
2306	50.16	/	-	พัดลม	4	8	280	0.8	0.16	358.4	3.18
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.39
2307	50.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2308	50.16	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.39
2309	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2310	72.96	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	4.93
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	4.93
2311	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2312	95.76	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	15.03
		/	-	ปริ้นเตอร์	3	1	280	0.2	0.3	168	3.13
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.73
2313	44.08	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.58
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	14.51
				ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	20.41
2314	95.76	/	-	คอมพิวเตอร์	3	8	280	0.8	1.08	2419.2	11.27
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	2.08
				เครื่องอัดสี	1	2	280	0.8	0.03	67.2	0.31
				เครื่องเหวี่ยงสาร	1	2	280	0.8	0.05	112	0.522
2315	72.96	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.95
2316	72.96	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	4.93
		/	-	พัดลม	4	8	280	0.8	0.16	358.4	2.19
2317	115.5	/	-	ตู้เย็น	2	24	365	0.8	0.16	358.4	1.38
				เครื่องชั่ง	2	2	280	0.8	0.9	2016	7.79
				ตู้ปลอดเชื้อ	1	2	280	0.8	0.03	67.2	0.25
2318	50.16	/	-	พัดลม	4	8	280	0.8	0.16	358.4	3.18
2320	50.16	/	-	คอมพิวเตอร์	10	8	280	0.8	3.6	8064	71.77

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	3.98
		/	-	โทรทัศน์	1	8	280	0.8	0.17	380.8	3.38
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.34
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	12.75
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	3	280	0.8	0.54	1209.6	10.76
2322	50.16	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	1.59
2324	27.36	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	2.92
อาคารเรียนรวม ชั้น 4											
2401	45.14	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.55
2402	27.36	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	2.92
2403	132.24	/	-	คอมพิวเตอร์	25	8	280	0.8	9	20160	68.05
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	0.75
		/	-	แฟกซ์	1	1	280	0.8	0.8	1792	6.049
2404	45.14	/	-	คอมพิวเตอร์	4	8	280	0.8	1.44	3225.6	31.9
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	4.43
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.55
		/	-	ไมโครเวฟ	1	3	280	0.8	0.64	1433.6	14.17
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	11.96
2405	50.16	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	14.35
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	1.99
2406	118.56	/	-	ตู้เย็น	3	24	365	0.8	0.21	613.8	1.77
		/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	0.33
2407	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2408	118.56	/	-	พัดลม	8	8	280	0.8	0.32	716.8	2.69
2409	6.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2410	118.56	/	-	พัดลม	8	8	280	0.8	0.32	716.8	2.69
2411	50.16	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	7.177
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	1.99
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.39
2412	118.56	/	-	คอมพิวเตอร์	1	8	280	0.8	0.36	806.4	3.03
		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	1.180
2413	118.56	/	-	คอมพิวเตอร์	6	8	280	0.8	2.16	3024	18.21

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

		/	-	เครื่องฉายสไลด์	1	8	280	0.8	0.14	313.6	1.18
2414	50.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2415	50.16	/	-	คอมพิวเตอร์	6	8	280	0.8	2.16	3024	43.0
		/	-	ปริ้นเตอร์	2	1	280	0.2	0.2	112	3.987
		/	-	กระติกน้ำร้อน	1	8	280	0.8	0.54	1209.6	10.765
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	1.395
2416	27.36	/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	2.55
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น1											
4101	176.77	/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	0.22
4102	40.81	/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	0.98
4103	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4104	41	/	-	พัดลม	4	8	280	0.8	0.16	358.4	3.9
4105	13.12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4106	13.12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4107	19.25	/	-	พัดลม	1	8	280	0.8	0.04	89.6	2.077
4108	20.79	/	-	พัดลม	8	8	280	0.8	0.32	716.8	15.39
				ตู้อบ	1	8	280	0.8	0.5	1120	24.05
				ตู้บ่มเชื้อ	1	8	280	0.8	0.3	672	14.43
4109	46.8	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	448	1.709
				ตู้แช่	2	8	365	0.8	0.9	2628	19.23
4110	46.8	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	448	1.709
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 2											
4201	96.9	/	-	พัดลม	9	8	280	0.8	0.36	806.4	3.715
		/	-	ตู้เย็น	2	24	365	0.8	0.14	408.8	1.444
4202	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4203	60.84	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	1.15
4204	130.98	/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.53
4205	32.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 3											
4301	241.2	/	-	โทรทัศน์	12	8	280	0.8	2.04	4569.6	8.45
		/	-	พัดลม	14	8	280	0.8	0.56	1254.4	2.32
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.29

ตารางที่ ง.3 การเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าอื่นๆของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

		/	-	ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	3.73
4302	32.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4303	74.88	/	-	พัดลม	6	8	280	0.8	0.24	537.6	3.205
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	0.934
		/	-	เครื่องทำน้ำเย็น	1	8	280	0.8	0.07	156.8	0.934
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร ชั้น 1											
3101	92.04	/	-	พัดลม	6	8	280	0.8	0.24	537.6	2.6
3102	15.21	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	47.33
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	6.57
3103	15.21	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3104	15.21	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3105	15.21	/	-	พัดลม	2	8	280	0.8	0.08	179.2	5.25
				ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	59.17
3106	60.84	/	-	พัดลม	3	8	280	0.8	0.12	268.8	1.97
				ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	14.79
				ตู้บ่มเชื้อ	1	8	280	0.8	0.3	672	4.93
3107	28.86	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3108	20.67	/	-	ตู้เย็น	2	24	365	0.8	0.14	408.8	6.77
		/	-	ตู้แช่	1		365	0.8	0.9	2628	43.54
3109	20.67	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3110	20.67	/	-	ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	43.54
3111	20.67	/	-	คอมพิวเตอร์	2	8	280	0.8	0.72	1612.8	34.83
		/	-	ปริ้นเตอร์	1	1	280	0.2	0.1	56	4.83
		/	-	พัดลม	3	8	280	0.8	0.12	268.8	5.805
		/	-	ตู้เย็น	1	24	365	0.8	0.07	204.4	3.38
3112	46.02	/	-	พัดลม	4	8	280	0.8	0.16	358.4	3.47
		/	-	ตู้แช่	1	8	365	0.8	0.9	2628	19.55
		/	-	ตู้ควบคุมอุณหภูมิ	1	8	280	0.8	2.2	4928	47.8

* = ห้องที่เข้าการตรวจวัดไม่ได้

ตารางที่ ง .4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จุดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

หมายเหตุ * คือห้องที่ไม่สามารถเข้าได้

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น1					
1101	28.95	363	344	353.5	12.21
1101/1	40.13	680	540	610	14.83
1101/2	21.93	418	300	359	16.37
1101/3	23.01	777	281	529	23
1102	126.9	399	311	358.75	2.82
1103	126.9	338	298	309	2.43
1104	126.9	376	289	339	2.67
1105	100.6	268	190	230	2.28
1105/1	26.3	79	57	68	2.58
1106	13.96	103	91	97	0.94
1107	121.6	573	158	358.2	2.94
1107/1	53	76	52	64	1.2
1108	126.9	287	148	42.5	0.33
1109	126.9	269	228	245.25	1.93
R111	30	134	98	116	3.86
R112	30	112	87	99.5	3.3
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น2					
1201	45.56	292	200	256.75	5.63
1202	45.56	363	238	287.75	6.31
1203	30.37	254	173	205.5	6.76
1204	30.37	285	186	235.5	7.75
1205	30.37	317	222	259.5	8.54
1206	30.37	210	163	186	6.12
1207	45.56	356	244	291.75	6.4
1208	39.48	300	211	263	6.66
1209	45.56	726	412	540.5	11.86
1210	45.56	607	197	457.25	10.03
1211	53.82	781	434	596	10.07
1212	53.82	217	153	195	3.63
1213	45.56	492	144	294	6.45

ตารางที่ ง .4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
1214	39.48	340	232	269.25	6.81
1216	28.08	242	169	205.5	7.31
1220	39.48	312	170	271	6.86
1221	45.56	283	147	218.5	4.79
1222	30.37	279	74	181	5.95
1223	30.37	298	175	255.3	8.4
1224	30.37	269	245	257	8.46
1225	30.37	316	178	266.5	8.77
1226	45.56	441	221	306.25	6.72
1227	45.56	942	197	454.25	9.97
1228	39.48	214	148	177.5	4.49
1229	45.56	400	261	320	7.02
1230	53.82	632	471	529	9.82
1231	53.82	313	230	260.3	4.83
1232	45.56	496	364	345.43	7.58
1233	45.56	376	317	343.75	7.54
R121	30	110	97	103.5	3.45
R122	30	121	101	111	3.7
อาคารเรียนรวม ชั้น 1					
2101	83.74	316	184	204	2.43
2102	18.48	274	241	257.5	13.93
2103	190.29	242	199	224.33	1.17
2104	15.84	208	27	117.5	7.41
2105	6.22	112	86	99	15.9
2106	27.36	143	105	124	4.53
2107	6.22	114	78	96	15.43
2109	320.73	290	223	254.66	0.79
2113	18.24	108	97	102.5	5.62
2115	36.96	142	86	114	3.08
2117	18.24	124	112	118	6.47
2119	39.96	123	67	95.5	2.38
R211	30	143	85	114	3.8
R212	30	177	58	117.5	3.91

ตารางที่ ง.4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
R213	30	145	76	110.5	3.68
R214	30	163	89	126	4.2
อาคารเรียนรวม ชั้น 2					
2201	126.24	349	228	288.5	2.28
2202	62.48	261	212	234.5	3.75
2203	250.58	265	88	200	0.79
2204	62.48	266	230	248.25	3.97
2205	83.6	231	170	206.25	2.46
2206	27.36	161	138	149.5	5.46
2208	83.6	413	325	360.5	4.31
2209	83.6	239	202	223.83	2.67
2210	45.24	266	116	195	4.3
2212	43.36	333	256	305	7.03
2213	44.08	214	145	175.75	3.98
2214	43.36	335	193	282	6.5
2215	6.22	103	65	84	13.5
2216	43.36	223	178	203	4.68
2217	6.22	94	76	85	13.6
2218	238.9	395	300	364.66	1.52
2219	44.08	278	165	197	4.67
2220	27.36	156	117	132	4.82
2221	105.64	261	235	250.25	2.36
2222	63.27	400	302	334.75	5.25
2223	68.51	377	301	334.75	4.88
2224	63.27	485	253	260.75	4.12
2225	36.96	297	253	278	7.52
R221	30	211	86	148	4.95
R222	30	178	94	136	4.53
R223	30	125	101	113	3.76
R224	30	132	79	105.5	3.51
อาคารเรียนรวม ชั้น 3					
2301	95.76	476	294	364.5	3.8
2302	27.36	312	256	274	10.01

ตารางที่ ง .4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จุดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
2303	50.16	860	450	648	12.9
2304	50.16	362	245	304.25	6.06
2305	50.16	200	131	165.5	3.3
2306	50.16	296	200	247.5	4.93
2307	50.16	234	136	197	3.92
2308	50.16	192	120	154.5	3.08
2309	6.22	134	79	106.5	17.12
2310	72.96	247	165	182	2.5
2311	6.22	151	94	122.5	19.6
2312	95.76	365	265	299	3.12
2313	44.08	242	178	215	4.8
2314	95.76	275	185	233.75	2.44
2315	72.96	297	218	261	3.57
2316	72.96	400	270	363.75	4.98
2317	115.5	427	270	378	3.27
2318	50.16	644	379	518.25	10.33
2320	50.16	280	260	270	5.38
2322	50.16	342	255	287	5.72
2324	27.36	311	213	253	9.24
R231	30	231	112	171.5	5.71
R232	30	211	186	198.5	6.61
R233	30	189	98	143.5	4.78
R234	30	205	109	157	5.23
อาคารเรียนรวม ชั้น 4					
2401	45.14	995	414	705.5	15.63
2402	27.36	296	158	173	6.32
2403	132.24	507	300	392.16	2.96
2404	45.14	197	132	164.5	3.64
2405	50.16	290	201	245.5	4.89
2406	118.56	515	294	398.5	3.36
2407	6.22	131	87	109	17.52
2408	118.56	457	197	385.75	3.25
2409	6.22	123	97	110	17.68

ตารางที่ ง .4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จุดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
2410	118.56	1760	725	1101.25	9.28
2411	50.16	310	226	268	5.34
2412	118.56	390	197	320	2.7
2413	118.56	360	298	328.75	2.77
2414	50.16	214	140	177	3.52
2415	50.16	263	247	255	5.08
2416	27.36	360	267	313.5	11.45
R241	30	185	130	157.5	5.25
R242	30	163	105	134	4.46
R243	30	197	101	149	4.96
R244	30	134	99	116.5	3.88
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น1					
4101	176.77	514	348	442.5	2.5
4102	40.81	243	239	240	5.88
4103	22	324	287	305	13.86
4104	41	507	213	343.75	8.38
4105	13.12	*	*	*	*
4106	13.12	*	*	*	8
4107	19.25	247	105	176	9.14
4108	20.79	251	230	240.5	11.56
4109	46.8	1700	350	887.5	18.96
4110	46.8	1620	410	868.75	18.56
R411	13.04	252	147	199.5	15.3
R412	13.04	160	93	126.5	9.7
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 2					
4201	96.9	490	190	393.25	4.05
4202	24	478	438	458	19.08
4203	60.84	443	70	301.75	4.96
4204	130.98	705	129	412.5	3.15
4205	32.39	1580	1205	1392.5	43.01
R421	13.04	185	97	141	10.81
R422	13.04	201	83	142	10.88

ตารางที่ ง .4 การเก็บข้อมูลความส่องสว่างของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ (ต่อ)

กำหนดให้ 1 m^2 = 1 จุดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

ห้อง	พื้นที่(m^2)	Max(Lux)	Min(Lux)	Average(Lux)	Lux (Average)/m^2
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 3					
4301	241.2	302	230	250.75	1.04
4302	32.76	333	209	248	7.5
4303	74.88	1635	455	893	11.3
R431	13.04	221	112	166.5	12.76
R432	13.04	274	86	180	13.8
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 4					
4401	26.55	2160	422	1291	48.62
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร ชั้น 1					
3101	92.04	1265	232	647.25	7.03
3102	15.21	333	302	317.5	20.87
3103	15.21	114	105	109.5	7.2
3104	15.21	120	85	102.5	6.73
3105	30.42	1340	585	926.5	30.45
3106	60.84	963	363	538	8.84
3107	28.86	517	202	410.5	14.22
3108	20.67	436	415	212.75	10.3
3109	20.67	158	82	120	5.8
3110	20.67	147	120	133.3	6.44
3111	20.67	284	214	249	12.04
3112	46.02	300	165	219	4.75
3113	*	*	*	*	*
3114	*	*	*	*	*
3115	*	*	*	*	*
3116	4.8	*	*	*	*
3117	4.8	*	*	*	*
3118	4.8	121	107	114	23.75
R311	16.38	154	78	116	7.08
R312	16.38	135	96	115.5	7.05

ภาคผนวก จ

รายละเอียดการวิเคราะห์ศักยภาพของการประหยัดพลังงาน ของการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

มาตรการที่ 5.1.1 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแคดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแคดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 81.57 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 50.52 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง $= (OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง})\,(A)\,(2.845 \times 10^{-4})$

$= (81.57 - 50.52)(376.68)(2.845 \times 10^{-4})$

= 3.32 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$= (\text{Load A/C}_{ลดลง})\,(hr_{เฉลี่ย}/D)\,(D/Y)\,(kW_{เฉลี่ย}/\text{TON})$ (% Operation) (% Compressor)

= (3.32) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)

= 9,387.1 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (9,387.1) X (3.72) บาท/ปี

= 34,920 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปี ราคาตารางฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 376.68ตารางเมตร หรือ 4,054.68 ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 385,194 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	385,194	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	11	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-210,594	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	-21.66	%

มาตรการที่ 5.1.2 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารเรียนรวมที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

อาคารเรียนรวม ทิศตะวันตก

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 57.69 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 43.32 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง $= (OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง})\,(A)\,(2.845 \times 10^{-4})$

$= (57.69 - 43.32)(363.42)(2.845 \times 10^{-4})$

= 1.48 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$= (\text{Load A/C}_{ลดลง})\,(hr_{เฉลี่ย}/D)\,(D/Y)\,(kW_{เฉลี่ย}/TON)$ (% Operation) (% Compressor)

= (1.48) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)

= 4,184.61 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (4,184.61) X (3.72) บาท/ปี

=15,566.75 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปีราคาตาราง ฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 363.42ตารางเมตร หรือ 3,911ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 371,545 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	371,545	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	23	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-293,710	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	-36.54	%

มาตรการที่ 5.1.3 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารอุตสาหกรรมการเกษตรที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก, ตะวันออก และใต้

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 72.35 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 43.75 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง $= (OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง})\ (A)\ (2.845 \times 10^{-4})$

$= (72.35 - 43.75)(213.24)(2.845 \times 10^{-4})$

= 1.735 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$= (Load\ A/C_{ลดลง})\ (hr_{เฉลี่ย}/D)\ (D/Y)\ (kW_{เฉลี่ย}/TON)$ (% Operation) (% Compressor)

= (1.735) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)

= 4,905.8 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (4,905.8) X (3.72) บาท/ปี

= 18,250 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปี ราคาตารางฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 213.24 ตารางเมตร หรือ 2,295.4 ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 218,063 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	218,063	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	11	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	- 126,813	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	- 23.43	%

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดการวิเคราะห์ศักยภาพของการประหยัดพลังงาน ของระบบปรับอากาศและการน่าลงทุนของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

มาตรการที่ 5.3.1: บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 1 ปีต่อครั้งสำหรับเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่าเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งานจำนวน 145 เครื่อง มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 845,412.7 kW-hr/ปี และหลังจากการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอพบว่าจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 7.7 %

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 845,412.7 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = (845,412.7) X (1 - 0.077)

= 780,315.92 kW-hr/ปี

ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 845,412.7 - 780,315.92

= 65,096.78 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (65,096.78) X (3.72)

= 242,160.02 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีค่าเท่ากับ 300 บาทต่อเครื่อง และมีการรักษาบำรุงทุกๆ 1 ปีต่อครั้ง ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จำนวน 145 เครื่อง

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	43,500	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	0.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	198,660	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	456.68	%

มาตรการที่ 5.3.2: มาตรการการย้ายพื้นที่วางคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเฉยานุการคณะฯ

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่าเครื่องปรับอากาศ มีจำนวน 22 เครื่อง มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 174,930 kW-hr/ปี และหลังจากการย้ายพื้นที่การวางคอยล์ร้อนพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 1.5 % ทุกๆ 0.5 ^{0}C ที่ลดลง

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 174,930 kW-hr/ ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 96,211.5 kW-hr/ ปี

ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด = 174,930 - 96,211.5

= 78,718.5 kW-hr/ ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (78,718.5) X (3.72)

= 292,832.82 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คิดตามขนาด Btu และความยาวท่อ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จำนวน 22 เครื่อง

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	61,900	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	0.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	296,007	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	**373.07**	**%**

มาตรการที่ 5.3.3 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 4 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 29,258.13 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 29,258.13 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 11,622.33 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 29,258.13 – 11,622.33

= 17,635.8 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (17,635.8) X (3.72)

= 65,605.18 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 110,502 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	110,502	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	1.68	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	217,524	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	52.07	%

มาตรการที่ 5.3.4 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารเรียนรวม ห้อง 2109, 2306, 2308, 2314, 2410

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 5 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 158,174.8 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 158,174.8 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 104,220.2 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 158,174.8 – 104,220.2

= 53,954.6 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (53,954.6) X (3.72)

= 200,711.12 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 364,847 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	364,847	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	1.82	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	638,709	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	47	%

มาตรการที่ 5.3.5 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารสำนักงานเฉขานุการคณะฯ ห้อง 1101/3, 1106, 1107/1, 1210, 1225, และ 1228

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 6 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 75,336.92 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 75,336.92 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 42,373.9 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 75,336.92 – 42,373.9

= 32,963.02 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (32,963.02) X (3.72)

= 122,622.44 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 266,701 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	266,701	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	2.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	346,409	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	36.15	%

ภาคผนวก ช

รายละเอียดการวิเคราะห์ศักยภาพของการประหยัดพลังงานของ

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการลงทุนของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ

มาตรการ ที่ 5.3.1 มาตรการลดจำนวนหลอดไฟ 1หลอดต่อ 1 โคมที่ ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

พื้นที่การใช้งาน : อาคารเรียนรวม

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของหลอด) X (จำนวนหลอด)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 33,694.08 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 16,847.04 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 33,694.08 – 16,847.04

= 16,847.04 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (16,847.04) X (3.72)

= 62,670.98 บาท/ปี

ไม่มีการลงทุนเมื่อดำเนินการได้ผลประหยัดทันที

มาตรการที่ 5.3.2 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟในห้อง 1102,1103,1104,1105,1107,1108,1109 อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 171 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 29,953.73 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 23,962.99 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 29,953.73 – 23,962.99

= 5,990.74 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (5,990.74) X (3.72)

= 22,285.57 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 171 ตัว เป็นเงิน 12,825 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	12,825	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	76319	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.52	%

มาตรการที่ 5.3.3 มาตรการติดตั้งสวิทซ์กระตุกกับโคมไฟในห้อง 2101, 2201, 2203, 2208, 2218, 2221, 2317, 2403, 2406, 2408, 2410, 2412, 2413 อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทซ์กระตุกจำนวน 303 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 53,075.90kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 42,460.72kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 53,075.90– 42,460.72

= 10,615.18 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (10,615.18) X (3.72)

= 39,488.47 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตซ์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 303 ตัว เป็นเงิน 22,725 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	22,725	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.57	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	135,227	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.51	%

มาตรการที่ 5.3.4 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรห้อง 3101

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 18 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 3,135.02 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 2,504.42 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 3,135.02 – 2504.42

= 630.60 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (630.60) X (3.72)

= 2,345.83 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 18 ตัว เป็นเงิน 1,350 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	1,350	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	8030	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.45	%

มาตรการที่ 5.3.5 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคม อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรห้อง 4201, 4301, 4302, 4303

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 60 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 10,528.08 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 8,426.06 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 10,528.08 – 8,426.06

= 2,102.02 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (2,102.02) X (3.72)

= 7,819.51 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 60 ตัว เป็นเงิน 4,500 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	4,500	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	16776	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.51	%

มาตรการที่ 5.3.6 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 109 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 16,847.04 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 15,089.09 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 16,847.04 – 15,089.09

= 1,757.95 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (1,757.95) X (3.72)

= 6,539.57 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 109ตัวคิดเป็นเงิน 21,800 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	21,800	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	17434	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	**19.89**	**%**

มาตรการที่ 5.3.7 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 32 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 2,472.96 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 1,956.87 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 2,472.96 – 1,956.87

= 516.09 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (516.09) X (3.72)

= 1,919.85 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 32 ตัวคิดเป็นเงิน 6,400 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	6,400	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	5,120	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

มาตรการที่ 5.4.8 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 2 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 8 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 1,296.96 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 1,140.85 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 1,296.96 – 1,140.85

= 1,56.11 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (156.11) X (3.72)

= 580.7292 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 8 ตัวคิดเป็นเงิน 1,600 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	1,600	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,280	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

ภาคผนวก ซ

เอกสารประกอบคำบรรยาย

ฟิล์มกรองแสง

ความหมายฟิล์มกรองแสง

ฟิล์มกรองแสง คือ วัสดุโปร่งแสงชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการกรองแสงที่ส่องผ่านให้มีปริมาณแสงลดลง ส่วนมากทำด้วยวัสดุโพลิเอสเตอร์เป็นวัสดุประเภทเดียวกับที่ทำพลาสติก

ชนิดของฟิล์มกรองแสง

1. ฟิล์มกรองแสงทั่วไปหรือฟิล์มกรองแสงย้อมสี มีคุณสมบัติในการลดแสงสว่างที่ผ่านเข้ามาทางกระจกเท่านั้น มิได้มีคุณสมบัติในการลดความร้อน หรือมีเพียงระดับน้อยเท่านั้น หากฟิล์มกรองแสงทั่วไปนี้ผลิตมาจากโพลีเอสเตอร์คุณภาพสูงจะมีคุณสมบัติในการลดรังสีอุลตร้าไวโอเล็ตด้วย

2. ฟิล์มกรองแสงลดความร้อน หรือฟิล์มเคลือบไฮโลหะมีคุณสมบัติในการลดความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางกระจก สีของฟิล์มจะแตกต่างกันไปตามประเภทของไฮโลหะที่นำมาเคลือบและสามารถย้อมสีของฟิล์มให้มีสีต่าง ๆ ได้

ประเภทฟิล์มกรองแสง

แบ่งตามประเภทการใช้งาน

1. การป้องกันภัยจากเศษกระจก โดยใช้ฟิล์มนิรภัย (Safety Film) คือ ในอาคารสูง ฟิล์มนิรภัยจะช่วยปิดกระจกไม่ให้หลุดร่วงลงมาทำอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน ในอาคาร, ที่พักอาศัย เศษกระจกอาจทำอันตรายกับคนที่คุณรักได้ การติดฟิล์มนิรภัยยังมีประโยชน์อื่นๆ ที่ได้รับอีกคือ ในฟิล์มนิรภัยบางรุ่นมีการเคลือบสารหรือโลหะที่ช่วยในการลดความร้อนจากแสงแดดอยู่ด้วย

2. การป้องกันความร้อน, ประหยัดพลังงาน (Building Film) คือ การติดฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความร้อนจากภายนอก เป็นการประหยัดพลังงานโดยตรง ฟิล์มกรองแสงสามารถสร้างความสวยงามภายนอกและไม่บดบังทัศนวิสัยในการมองจากภายใน สร้างความเป็นส่วนตัว ฟิล์มกรองแสงสามารถลดแสงจ้าจากภายนอก ทำให้รู้สึกสบายตายิ่งขึ้น

3. การติดฟิล์มกรองแสงเพื่อตกแต่ง (Decorative Film) ฟิล์มกรองแสงสามารถติดตั้งเป็นลวดลายต่างๆ เพื่อความสวยงาม รวมถึงประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่นการลดรังสีอุลตร้าไวโอเลต หรือการสร้างความเป็นส่วนตัว

แบ่งตามคุณภาพ

1. กลุ่มฟิล์มกรองแสงราคาถูก ที่เรามักเรียกกันว่า พลาสติกย้อมสี ราคาต่อตารางฟุตตั้งแต่ 5 บาท จนถึง 15 บาท คุณสมบัติ สามารถลดความร้อนได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ อายุการใช้งานสั้นประมาณ 1-2 ปี คุณภาพค่อนข้างต่ำ

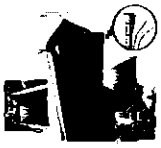
2. กลุ่มฟิล์มกรองแสงที่ราคาปานกลาง ซึ่งมักจะผลิตจากวัสดุที่มีการนำชั้นปรอทมาเคลือบเพื่อช่วยในการสะท้อนแสงที่ตกกระทบกระจก จะมีเป็นฟิล์มที่มีปรอทเจาะรูที่มีความต้านความร้อน แตกต่างกันที่ความเข้มของสี และความเข้มของปรอทที่เคลือบขึ้นเอง แต่ละยี่ห้อจะแตกต่างกันด้วยคุณภาพการที่เหนือกว่ากัน รวมทั้งเนื้อฟิล์มที่มองทะลุได้สบายตากว่ากัน และสีที่แตกต่างกันให้เลือกใช้งาน ฟิล์มเกรดนี้ราคาจะอยู่ระหว่างตารางฟุตละ 30-100 บาท

3.กลุ่มฟิล์มกรองแสงคุณภาพสูง ประกอบไปด้วยเนื้อโลหะ 7layer ที่เป็น silver และ platinum อายุการใช้งานประมาณ 5-7 ปี สามารถลดความร้อนได้สูงถึง 70% ราคาต่อตารางฟุตประมาณ 400-500 บาท

ตารางเปรียบเทียบความร้อน ระหว่างดวงอาทิตย์กับหลอดไฟ

แหล่งความร้อน	ดวงอาทิตย์	หลอดไฟ (สปอร์ตไลท์)
แสงสว่าง	44%	10-20%
รังสีอินฟราเรด	53%	80-90%
รังสีบูวีหรืออุลตร้าไวโอเลต	3%	น้อยมาก
รวม	**100%**	**100%**

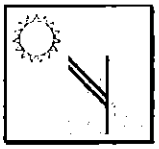
คุณสมบัติเฉพาะของฟิล์ม (FILM SPECIFICATION)

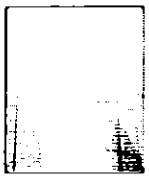


คุณสมบัติหลักๆ 4 ตัว คือ
1. ปริมาณแสงส่องผ่านได้
(VISIBLE LIGHT TRANSMITTED)
2.ความสามารถในการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต
(ULTRA VIOLET BLOCK)
3. ความสามารถในการสะท้อนกลับของแสง
(VISIBLE LIGHT REFLECTED)
4.ความสามารถในการลดความร้อน
(TOTAL SOLAR ENERGY REJECTED)

1. ปริมาณแสงส่องผ่านได้ คือปริมาณของแสงที่ส่องผ่านกระจกที่ติดฟิล์ม ฟิล์มที่มีค่าปริมาณแสงส่องผ่านน้อยจะเป็นฟิล์มที่มีความเข้มมากกว่าฟิล์มที่มีปริมาณแสงส่องผ่านมาก คือ ตัวเลขยิ่งมากยิ่งใสนั่นเอง

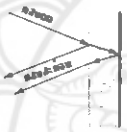
2. ความสามารถในการป้องกันรังสีอุลตร้าไวโอเลต คือปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่ถูกป้องกันไว้ไม่ให้ผ่านเข้ามา โดยคิดเป็นโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณรังสีทั้งหมดในแสงแดด ฟิล์มในปัจจุบันช่วยปิดกั้นรังสี อุลตร้าไวโอเลตที่เป็นอันตรายได้ถึง 99 %





3. ความสามารถในการสะท้อนกลับของแสงได้ คือปริมาณของแสงที่ถูกสะท้อนกลับเมื่อกระทบกับกระจกที่ติดฟิล์ม โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณแสงทั้งหมดก่อนส่องผ่านกระจกที่ติดฟิล์ม การเลือกฟิล์มที่มีค่าการสะท้อนมากก็จะมีผลกระทบต่อผู้อื่นมาก ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสม

4. ความสามารถในการลดความร้อน คือปริมาณพลังงานความร้อนที่ถูกป้องกันไว้ไม่ให้ผ่านกระจก โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับพลังงานความร้อนทั้งหมดในแสงแดด ฟิล์มในปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมพลังงานจากดวงอาทิตย์ ฟิล์มเคลือบกระจกช่วยลดความร้อนได้ถึง 78% เมื่อติดตั้งกับกระจกที่ไม่ผ่านกระบวนการพิเศษ



ประโยชน์ของฟิล์ม

1.ช่วยลดความร้อนจากแสงแดด
2. ป้องกันรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) จากแสงแดด
3.ช่วยลดแสงจ้า ให้ความรู้สึกสบายตา
4.ช่วยให้เครื่องปรับอากาศภายในตัวอาคารไม่ต้องทำงานหนัก ประหยัดไฟฟ้า
5.ให้ความปลอดภัย ลดอันตรายที่เกิดจากการแตกกระจายของเศษกระจก เพราะฟิล์มจะช่วยยึดเศษกระจกไว้ด้วยกัน
6.ให้ความเป็นส่วนตัว โดยไม่บดบังทัศนวิสัยภายนอกอาคาร ให้ความสวยงามกับตัวอาคาร

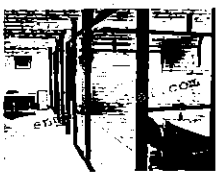
สิ่งที่น่ารู้เกี่ยวกับฟิล์ม

- ค่าพลังงานความร้อนผ่านโดยรวม TSER คือ ค่าที่วัดการลดพลังงานแสงอาทิตย์โดยรวมทั้งจากในรูปแบบ แสงสว่าง แสงอินฟาเรดและ รังสียูวี ค่านี้ยิ่งมากยิ่งลดพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะส่องผ่านได้ดี
- ฟิล์มสารองแสงส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษทางด้านการมองเห็น เช่น ในช่วงกลางวันหากเรามองจากภายนอกจะมองไม่เห็นภายในหรือเห็นแค่ลางๆ (ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของฟิล์ม) แต่ในช่วงกลางคืนหากเปิดไฟภายในเมื่อมองจากภายนอกจะสามารถมองเห็นภายในได้ คือ ด้านที่มีแสงว่าจะสามารถมองเห็นด้านที่สว่างกว่าได้
- การติดฟิล์มนิรภัยมีส่วนช่วยให้การแตกตัวของกระจกลดน้อยลงบ้าง แต่ในกระจกบางประเภทหากติดฟิล์มที่มีสีเข้มเข้าไป จะเป็นตัวเพิ่มอัตราการแตกของกระจกมากขึ้น เกิดจากความร้อนที่สะสมอยู่ที่ฟิล์มและกระจกนั่นเอง
- ฟิล์มบางชนิดบางยี่ห้อเป็นฟิล์มชนิดย้อมสีหรือสีในกาว เมื่อนำไปติดที่กระจกอาคารโดยเฉพาะด้านที่ถูกแสงแดดมากๆ จะมีการซีดจางของเนื้อฟิล์มเร็ว
- การทำความสะอาดฟิล์มกรองแสง ควรใช้ผ้าละอาด ผ้าปุ่มหรือฟองน้ำร่วมกับน้ำยาทำความสะอาดฟิล์ม เพื่อกำจัดสกปรกบนมัน และไม่ควรนำวัสดุที่ลักษณะเป็นของแข็งหรือผิวไม่เรียบเช็ดถูที่กระจกเป็นอันขาด
- ห้ามใช้น้ำยาเช็ดกระจกหรือสารเคมีที่มีส่วนประกอบของแอมโมเนีย (NH_4) เพราะอาจทำให้ ชั้นกันรอยของฟิล์มเสียหายได้

ตัวอย่างของฟิล์ม

- ฟิล์มกรองแสง แบบ ONE WAY ข้างนอกมองไม่เห็นข้างใน แต่ข้างใน สามารถมองเห็นข้างนอกได้

- ฟิล์มกรองแสง ชนิดฝ้า สำหรับ บังสายตา เหมาะสำหรับติดในออฟฟิส หรือ บ้านที่ต้องการบังสายตาเพื่อความเป็นส่วนตัว



การทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มกรองแสง

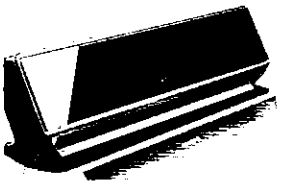
1. ทดสอบจากห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test)

ค่าที่ทดสอบก็มีค่าแสงส่องผ่าน ค่าUV ค่าสะท้อนแสง ค่ากันความร้อนจากอินฟราเรด ค่ากันความร้อนโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์การกันความร้อน เป็นต้น

2. การทดสอบโดยผู้ประกอบการ (Commercial Test)

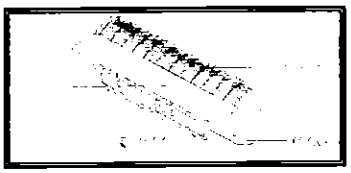
เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องวัด (Power Meter หรือ Solar Meter) เพื่อให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือ ค่าที่ได้แสดงถึงค่าการกันความร้อน และค่าอื่นๆได้

คู่มือการติดตั้ง
เครื่องปรับอากาศชนิดติดตั้งในห้อง

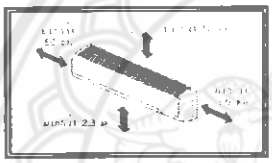


ลักษณะของเครื่องปรับอากาศ

ชุดติดตั้งภายใน

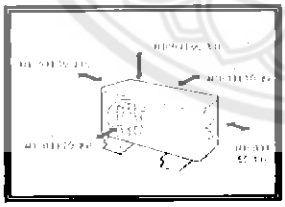


ตำแหน่งในการติดตั้งตัวเครื่องติดตั้งภายใน



ชุดติดตั้งภายนอก

ตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องติดตั้งภายนอก



ความยาวและความต่างระดับท่อ

7k, 9k, 9k	3/8"	1/4"	7.5	7	15	20
11k,12k, 14k	1/2"	1/4"	7.5	7	15	20
	1/2"	1/4"	7.5	15	30	20
18k,24k, 24k	5/8"	1/4"	7.5	15	30	20
	5/8"	1/4"	7.5	15	30	30

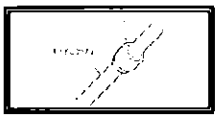
การตรวจสอบก่อนติดตั้ง

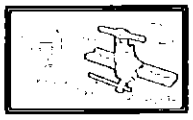
ขั้นตอนการตรวจสอบก่อนการติดตั้งเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในภายหลัง

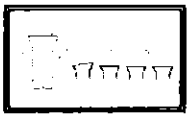
1. ตรวจสอบรายการอุปกรณ์ที่ส่งมาพร้อมกับเครื่องปรับอากาศให้ครบถ้วนตามรายการ
2. ตรวจสอบตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งว่าเหมาะสมหรือไม่ ตามข้อแนะนำในการเลือกตำแหน่งการติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร

งานบานท่อ

ปัญหาหลักสำหรับการรั่วไหลของสารทำความเย็นคือความเสียหายในการบานท่อ ควรดำเนินการอย่างถูกต้อง

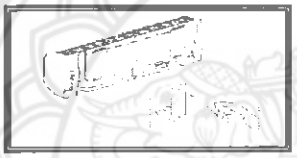


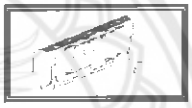


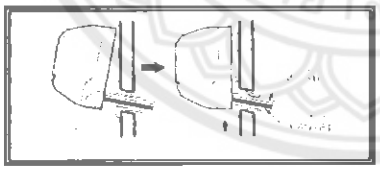


		A
mm	in	mm
6.35	1/4	0~0.5
9.52	3/8	0~0.5
12.7	1/2	0~0.5
15.88	5/8	0~1.0
19.05	3/4	1.0~1.5

การต่อท่อ ด้านตัวเครื่องภายใน



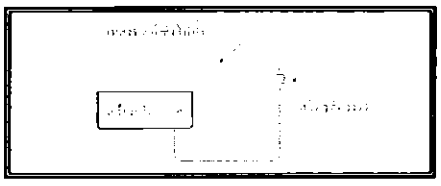




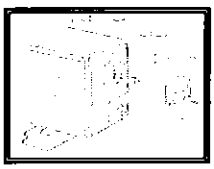
การเชื่อมต่อกับเครื่องภายนอก

mm	inch	kg.m
6.35	1/4	1.8
9.52	3/8	4.2
12.7	1/2	5.5
15.88	5/8	6.6
19.05	3/4	6.6

การเชื่อมต่อสายไฟ

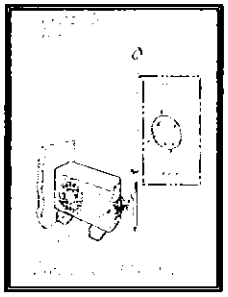


การต่อสายไฟกับตัวเครื่องภายนอก



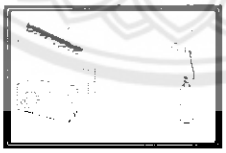
วิธีตรวจสอบการระบายน้ำ

การจัดรูปแบบท่อ

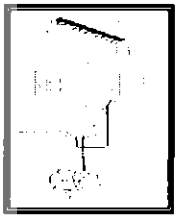


การไล่ลม

การไล่ลมด้วยปั๊มสูญญากาศ



การทำสูญญากาศ



การติดตั้งเครื่องภายนอก

1.ยึดตัวเครื่องภายนอกด้วยโบล์ทกับนัทขนาด 10 มม. อย่างแน่นหนาและจัดให้อยู่แนวพื้นคอนกรีตหรือแท่นที่มั่นคง

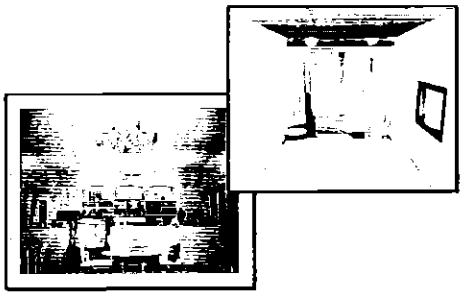
2.เมื่อติดตั้งบนผนัง หลังคา หรือระเบียง ต้องรองรับน้ำหนักของที่ยึดให้แน่นด้วยตะปูและสายไฟควรอยู่ในระยะกระชับของลมและแผ่นดินไหว

3.ในกรณีการสั่นสะเทือนของตัวเครื่องทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของท่อยึดตัวเครื่องด้วยบุชป้องกันการสะเทือน

การประเมินประสิทธิภาพ

ชนิดของสารทำความเย็น	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นขาออก	ความดันของการทำความเย็น
R-22	35 °C	4 ~ 5 kg/cm²G
R-410A	35 °C	8.5 ~ 9.5 kg/cm²G

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



หลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างภายในอาคารและภายนอกอาคาร ส่วนใหญ่ระนิยมใช้ หลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดก๊าซดิสชาร์จ ซึ่งหลอดไฟแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียเปรียบต่างกัน ในการเลือกใช้จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ของลักษณะการติดตั้ง และบริเวณที่ต้องการให้แสงสว่าง ในปัจจุบันนิยมหลอดไฟให้เลือกมากมาย แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและประหยัดด้วยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1.ชนิดของหลอดไส้ (Incandessent Lamp)
2.ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์(FLUORESCENT LAMP)
3.ชนิดของหลอดก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge Lamp)

1.ชนิดของหลอดไส้ (Incandessent Lamp)

แสงสว่างที่ได้จากหลอดไส้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด ซึ่งที่อุณหภูมิสูง ไส้หลอดจะแผ่รังสีแสง ออกมาได้สีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นการออกแบบหลอดไส้จะต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการเป็นไส้หลอด แสงที่ได้จากการผ่านของไส้หลอดจะทำมาจากลวดทังสเตน ไส้หลอดทังสเตนจะมีจุดหลอมเหลวที่สูง ความดันไอต่ำ ความเค้นสูง จึงดึงเป็นเส้นได้ แสงที่ได้จะใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติที่ได้จากดวงอาทิตย์ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. หลอดไส้ธรรมดา
2. หลอดไส้ทังสเตน – ฮาโลเจน

1.1 หลอดไส้ธรรมดา (Standard Incandescent Lamp)

หลอดไส้ เป็นหลอดที่มีกระเปาะแก้วหุ้มภายในอกมีทั้งแก้วใส แก้วฝ้า และแบบสี ภายในเป็น กระเปาะสุญญากาศ บรรจุแก๊สไนโตรเจนและอาร์กอนไว้ เพื่อให้ไส้หลอดระเหยช้ามีรูปทรงหลายแบบ ขั้วหลอดเป็นแบบเขี้ยว และแบบเกลียวมีขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 25 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์ 100 วัตต์ 200 วัตต์

ลักษณะการติดตั้งกับโคม

1.2 หลอดทังสเตน – ฮาโลเจน

หลอดไส้ทังสเตน – ฮาโลเจน หรือ หลอดไอโอดีน หรือ หลอดฮาโลเจน เหมือนกับหลอดไส้ธรรมดาแต่หลอดไส้นั้นเมื่อ ได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอจับที่กระเปาะแก้วทำให้ร้อนอายุการใช้งานของ หลอดจึงต่ำจึงมีการบรรจุสารระดูลฮาโลเจนลงไปในหลอดแก้วเพื่ออายุการใช้งานสูงกว่าหลอดไส้ธรรมดาสารเหล่านั้นได้แก่ไอโอดีนโลหรีนโบรมีนและฟลูออรีนลักษณะของหลอดเป็นไส้หลอดยาว

คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของหลอดไส้

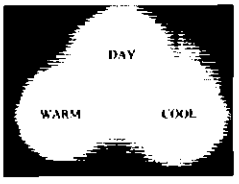
1. สะดวก ง่ายประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไม่มีอุปกรณ์ประกอบมาก
2. แสงค่อนข้างแดง ให้ผลทางด้านการมองเห็นวัตถุอื่น ๆ ค่อนข้างต่ำ
3. ขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอดมีตั้งแต่ขนาด 1-2000วัตต์
4. มีอายุการใช้งานประมาณ 750 - 1,000 ชั่วโมง
5. หลอดทังสเตน - ฮาโลเจน มีอายุการใช้งานประมาณ 2,500 - 3,000 ชั่วโมง
6. เหมาะสมในการติดตั้งในพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างน้อย เช่น ห้องเก็บของขนาดเล็ก ไฟประดับ และตามเฉลียงบ้าน

2.ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์(FLUORESCENT LAMP)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดเรืองแสง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเรียวยาว หรือดัดเป็นวงกลม การทำงาน ของหลอดอาศัยหลักการปล่อยประจุก๊าซผ่านขั้วอิเล็กโทรด ทำให้เกิดแสงอัลตราไวโอเลตได้มากระทบเข้ากับผิวในหลอดแก้วที่ฉาบไว้ด้วยสารเรืองแสงที่เรียกว่า ฟอสฟอร์ ตัวสารเรืองแสงนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแสง อัลตราไวโอเลตซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ให้กลายมาเป็นแสงสว่างที่ปรากฏแก่สายตาของ มนุษย์ ขนาดที่นิยมใช้คือ 18 วัตต์ มีความยาว 60 เซนติเมตร และ 36 วัตต์ มีความยาว 120 เซนติเมตร มีอายุการใช้งานประมาณ 8,000 - 15,000 ชั่วโมง

สีของหลอดมี 3 แบบคือ

Daylight แสงสีขาวปนฟ้าจะทำให้ดูสว่างมากกว่าแบบอื่น ๆ
Cool White แสงสีขาวเย็นของหลอด จะทำให้ไม่ระคายเคืองต่อสายตา
warm white แสงสีส้มนวล สำหรับสร้างบรรยากาศให้อุ่นนวล



หลอดฟลูออเรสเซ็นต์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ชนิด

1. หลอดฟลูออเรสเซ็นต์แบบขั้วไส้หลอด (Preheat Start Lamp)
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดทันที (Instant Start Lamp)
3. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Lamp)
4. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบคอมแพค (Compact Lamp)

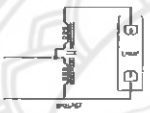
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่าง ๆ

2.1หลอดฟลูออเรสเซ็นต์แบบขั้วไส้หลอด (Preheat Start Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วไส้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่ใช้ทั่วไปตามบ้านเรือนที่พักอาศัย อาคารสำนักงานต่างๆจะมีประกอบประกอบอยู่ ดังนี้ บัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์เป็นตัวช่วยให้หลอดติด โดยอาศัยขั้วไส้หลอดให้ร้อนทำให้อิเล็คตรอน ทั้งสองข้างวิ่งหากันโดยผ่านก๊าซอาร์กอน และไอปรอท ทำให้เกิดแสงอัลตรา ไวโอเลต ไปกระทบกับสารฟอสเฟอร์ที่ฉาบด้านในหลอดก็จะเปล่งแสงสีต่าง ๆ ออกมา

2.2หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดทันที (Instant Start Lamp)

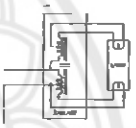
เป็นหลอดแบบจุดติดทันที เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ไม่ต้องใช้ สตาร์ทเตอร์เป็นตัวทำให้ไส้หลอดร้อนก่อน อีกทั้งจะไม่กระพริบก่อนติด แต่ใช้บัลลาสต์เป็นตัวกำหนดแรงดันขณะเริ่มติดหลอดให้สูงขณะทำงานแรงดันจะลดลงเท่ากับ แรงดันปกติทำให้ร้อนติดเร็วกว่า ดังนั้นหลอดชนิดนี้จึงมี 2 ขา คือขั้วละขา (Single pin)



ลักษณะวงจร

2.3หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Lamp)

เป็นหลอดที่รวมเอาข้อดีของหลอดทั้งสองแบบแรกเข้าด้วยกัน ทำให้หลอดติดเร็วภายในเวลา 2 นาที ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ โดยอาศัยการสร้างขดลวดความร้อน (Heating Coil) ขึ้นใน บัลลาสต์เพื่อให้หลอดติดง่าย และมักจะมีคาปาซิสเตอร์ในตัวเพื่อแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ หลอดมีอายุการใช้งานประมาณ2,000 ชั่วโมง เหมาะสมกับงานที่ต้องการใช้งานของหลอดบ่อยๆ เช่น เพดานสูง ๆ หรือโคมไฟถนน



2.4หลอดฟลูออเรสเซ็นต์แบบคอมแพค (Compact Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซ็นต์แบบคอมแพคเป็นหลอดขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อประหยัด พลังงาน มีขนาดเล็กกระทัดรัดมีกำลัง การส่องสว่างสูง มีสตาร์ทเตอร์อยู่ภายในหลอด มีทั้งแบบบัลลาสต์ภายใน และภายนอกหลอด ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว และแบบขั้วเสียบหลอดชนิดนี้มีอายุ การใช้งานประมาณ 8,000 ชั่วโมง ปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน และหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก

คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

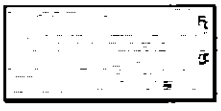
1. ถ้าเป็นหลอดให้แสงเหมือนกลางวัน (Day Light) จะมีแสงสีขาวนวล ให้คุณสมบัติการมองเห็นได้ดีกว่าหลอดไส้ อินแคนเดสเซนต์ 6-8 เท่า ในขณะที่หลอดมีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน
2. ขนาดของกำลังไฟฟ้ามีตั้งแต่ 4วัตต์จนถึง 225 วัตต์ มีทั้งแบบกระบอก ยาว และวงกลมอายุใช้งานประมาณ 8,000 - 15,000 ชั่วโมง สำหรับหลอดแบบขั้วไส้หลอด
3. ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
4. เหมาะสำหรับนำไปใช้งานที่ต้องการแสงสว่างมากเห็นได้ชัดเจน
5. หลอดมีประสิทธิภาพสูง

หลอดไฟ T5

คือ หลอดที่ประหยัดไฟมากที่สุดในปัจจุบัน หลอดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กลง ใช้กำลังไฟเพียง 28 W แต่ให้ความสว่างมากกว่าหลอดผอม T8 36w ในปัจจุบัน ในขณะที่กำลังไฟน้อยลง แต่ให้แสงสว่างที่มากกว่าเดิม

ประโยชน์ของหลอด T5

เป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงานมากที่สุด เพราะมีขนาดเล็กกว่าประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดผอม หลอด T8 ถึง 40% และเล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (T12) เกือบ 60%



เปรียบเทียบขนาดหลอด T12 T8 และ T5

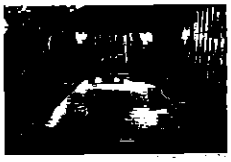
การพิจารณาใช้งาน

1. กรณีที่ใช้กับเพดานสูงเกินกว่า 5-7 เมตร หลอดประเภทนี้ไม่เหมาะเพราะต้องใช้จำนวนโคมมากหรืออายุการใช้งาน ไม่มากพอ
2. ถ้าจำเป็นต้องใช้หลอดประเภทนี้ที่เพดานสูงเกินกว่า 7 เมตร เช่นที่ใช้ในหลืบ เป็นต้น อาจใช้หลอดและวงจรแบบสตาร์ท(Rapid start) ซึ่งมีอายุการใช้งานประมาณ 20000 ชม.
3. การใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ควรเลือกสีหลอดใช้ให้ถูกต้องจะทำให้คุณภาพการให้แสงดีขึ้น สีของหลอด ฟลูออเรสเซนต์มีทั้งหลอดเดไลท์ (6500 K) คูลไวท์ (4200- 4500 K) และวอร์มไวท์ (2700-3000K)

4. ความส่องสว่างกับชนิดสีของหลอดที่แนะนำให้ใช้เป็นพื้นฐานเท่านั้น บางครั้งอาจไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ ดังกล่าว

5. หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปหรือฮาโลฟอสเฟตเมื่อใช้งานไปนาน จะมีปริมาณแสงลดลง15-20%

6. หลอดฟลูออเรสเซนต์มีฮาร์มอนิกส์มากน้อยขึ้นอยู่บัลลาสต์ที่ใช้ร่วมกับหลอด



3.ชนิดของหลอดก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge Lamp)

หลอดก๊าซดิสชาร์จ เป็นหลอดที่บรรจุภายในอาศัยการแตกตัวของอะตอมของก๊าซเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ผ่านโครงสร้างของอะตอมของก๊าซที่บรรจุ ไปครบวงจรยังอิเล็กโทรดอีกข้างหนึ่ง ทำให้อะตอมแตกตัวเป็นแสงสว่างขึ้น มีความเข้มของแสงสูงและควบคุมการกระจายแสงดีกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์

โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. หลอดปรอทความดันไอสูง (High Pressure Mercury Vapor Lamp)
2. หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamps)
3. หลอดโซเดียมความดันสูง (High Pressure Sodium Lamps)
4. หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamps)

3.1หลอดปรอทความดันไอสูง หรือหลอดแสงจันทร์ (High Pressure Mercury Vapor Lamps)

เป็นหลอดที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลวงปิดหัวปิดท้ายหลอด ปรอทความดันไอสูงเป็นหลอดที่อาศัยการอาร์คจึงต้องอาศัยบัลลาสต์เพื่อควบคุมกระแสที่ไหลผ่าน ใช้เวลาจุดหลอด 3 -7 นาที จนกว่าหลอดจะสว่างสมบูรณ์ มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 24,000 ชั่วโมง เหมาะสมกับงานที่ต้องการความถูกต้องของสีและความสว่างที่เย็น สบายตา เช่น สนามกีฬา ไฟส่องป้าย ลานจอดรถ

3.2หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamps)

มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาวรี สีใส ใช้บัลลาสต์แบบหลอดแสงจันทร์ แต่จะมีตัวจุดไส้หลอด เรียกว่าอิกนิเตอร์ (Igniter) เป็นตัวช่วยประสิทธิภาพสูง กว่าหลอดแสงจันทร์ คือเพิ่มขึ้น 50 % ใช้เวลาในการจุดหลอด 3 นาทีอายุการใช้งานเฉลี่ย 24,000 ชั่วโมง เหมาะสมกับงาน ที่ต้องการความถูกต้องของสีมากและสว่างมาก เช่น สนามกีฬา ไฟส่องป้าย ลานจอดรถ ไฟถนนเป็นต้น

3.3หลอดโซเดียมความดันสูง (High Pressure Sodium Lamps)

ลักษณะหลอดเป็นรูปทรงกระบอกยาว มีอุปกรณ์ประกอบวงจร คือบัลลาสต์ และอิกนิเตอร์ แต่ภายในหลอดอาร์คจะบรรจุก๊าซโซเดียมแสงจากหลอดโซเดียมความดันสูงเกิดกระแสไหลผ่านไอของโซเดียม แสงที่ได้จะออกค่อนข้างเหลือง ใช้เวลาในการจุดหลอด 3 - 7 นาที มีอายุการใช้งาน 8,000 - 24,000 ชั่วโมง เหมาะสมกับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องของสีมากและสว่างมาก เช่น โรงงานเหล็ก ไฟถนน เป็นต้น

3.4หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamps)

มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเรียวยาว มีความยาวกว่าหลอดปรอทแรงดันสูง ตัวหลอดใช้ร่วมกับบัลลาสต์ และอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ ตัวหลอดไม่มีแผ่นโลหะโซเดียมรวมกับไส้หลอด ตัวหลอดมีสองชั้น ช้างในบรรจุ ก๊าซโซเดียม อาร์กอน นีออน ตัวแก้ว ด้านนอกเป็นแก้วใสครอบหลอดแก้วอาร์โก้ ผิวเคลือบด้วย อินเดียมออกไซด์ให้มีสีอินฟาเรด

คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของหลอดก๊าซดิสชาร์จ

1. เหมาะสมกับงานที่ต้องการแสงสว่างสูงทั้งภายในอาคารและนอกอาคาร
2. ใช้เวลาในการจุดหลอด 5- 10 นาที ถ้าดับต้องรอเวลาติดใหม่
3. ให้แสงสว่างสูงประหยัดในการติดตั้งหลอดประเภทอื่นหลาย ๆดวง
4. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ประมาณ 24,000 ชั่วโมง
5. มีแสงสว่างสูงแต่มีขนาดของหลอดเท่ากับหลอดไส้ทั่วไป
6. ไม่มีผลต่อแรงดัน อุณหภูมิ และความชื้นต่าง ๆ

โคมไฟฟ้า

การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่เหมาะกับงานก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มาก โคมไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจะบอกค่าประสิทธิภาพของโคมไว้ (luminaire efficiency) ค่า luminaire efficiency จะบอกให้เราทราบว่าโคมดังกล่าวจะให้แสงออกมาจากโคมเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดโคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงประกอบด้วย

แบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ โคมที่ใช้ในอาคาร และโคมที่ใช้นอกอาคาร และแต่ละประเภท ก็สามารถ แบ่งย่อยได้อีก ตามลักษณะการกระจายแสงและการติดตั้ง

โคมไฟฟ้า

การเลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่เหมาะกับงานก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มาก โคมไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจะบอกค่าประสิทธิภาพของโคมไว้ (luminaire efficiency) ค่า luminaire efficiency จะบอกให้เราทราบว่าโคมดังกล่าวจะให้แสงออกมาจากโคมเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดโคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงประกอบด้วย

แบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ โคมที่ใช้ในอาคาร และโคมที่ใช้นอกอาคาร และแต่ละประเภท ก็สามารถ แบ่งย่อยได้อีก ตามลักษณะการกระจายแสงและการติดตั้ง

โคมไฟส่องลง (Downlight)

โคมไฟส่องลง หมายถึง โคมไฟที่ให้แสงลงด้านล่าง เหมาะสำหรับใช้งานส่องสว่างทั่วไปอาจจะเป็น ชนิดฝัง ติดลอย แขวน หรือ กึ่งฝังกึ่งลอย

ชนิดติดลอย ชนิดฝัง

โคมไฟส่องขึ้น

โคมไฟส่องขึ้น หมายถึง โคมไฟที่ให้แสงขึ้นไปด้านบนเพื่อให้แสงสะท้อนที่เพดาน และแสงดังกล่าวก็จะตกกระทบมาที่พื้นที่ทำงาน โคมดังกล่าวเหมาะสำหรับงานที่เพดานสูง และเพดานมีสีอ่อน ใช้กับบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสง สำหรับบริเวณที่ความส่องส่องน้อย ประมาณ 200-300 ลักซ์ และสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ต้องการแสงสะท้อนเนื่องจากโคมไฟส่องลง

โคมฟลูออเรสเซนต์

สามารถสรุปเป็นชนิดหลักๆได้ดังนี้

ก. โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือย (Bare Type Luminaires)

ข. โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน (Industrial Luminaire)

ค. โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser Luminaire)

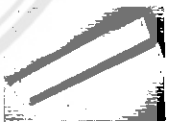
ง. โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver Luminaire)

โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือย (Bare Type Luminaires)

โคมฟลูออเรสเซนต์เปลือยใช้กับงานที่ต้องการแสงออกด้านข้างที่ติดตั้ง สำหรับเพดานที่ไม่สูงมากนักโดยทั่วไปไม่เกิน 4 เมตร และไม่มีกีดกันมากนักกับแสงบางตาจากหลอด เช่น ห้องเก็บของ ที่จอดรถ พื้นที่ที่มีชั้นวางของที่จอดรถ และในพื้นที่ใช้งานไม่บ่อยและไม่ต้องการความสวยงามมาก

โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงาน

โคมฟลูออเรสเซนต์โรงงานเป็นโคมที่มีแผ่นสะท้อนแสงเพื่อควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ แผ่นสะท้อนแสงอาจทำจากแผ่นอลูมิเนียม แผ่นเหล็กแผ่นสีขาว หรือวัสดุอื่นที่มีการสะท้อนแสงสูง



โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser luminaire)

โดยทั่วไปแผ่นกรองแสงมี 3 แบบด้วยกันคือ

1.แบบเกร็ดแก้ว (Prismatic diffuser)

2.แบบขาวขุ่น (Opal diffuser)

3.แบบผิวส้ม (Stipple diffuser)

โคมไฟดังกล่าวมีแผ่นกรองแสงปิดหลอดทั้งหมดเพื่อลดแสงบาดตาจากหลอด โคมประเภทนี้มีทั้งแบบติดฝังฝ้าหรือติดลอยหรือแบบตั้งพื้น โคมไฟประเภทนี้เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการแสงบาดตาจากหลอดต่ำและไม่ต้องการความเข้มส่องสว่างสูงมากนัก เช่น ในพื้นที่โรงพยาบาลที่ไม่ให้แสงรบกวนคนไข้ ห้องประชุมที่ไม่ต้องการแสงบาดตาและแสงสว่างมาก

แบบเกร็ดแก้ว แบบขาวขุ่น

โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver luminaire)

โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงมีทั้งแบบติดลอยและฝังฝ้า ลักษณะของโคมไฟประกอบด้วยแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างและอาจมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดเพิ่มเข้ามาเพื่อสะท้อนแสงและควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ส่วนตัวของจะสามารถลดแสงบาดตา

จำแนกออกได้เป็น 4 ชนิดคือ

1.โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบลักษณะ

2.โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบพาราโบลิกจรุ๊ส

3.โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบช่องผึ้

ตะแกรงแบบลักษณะ ⬅

ตะแกรงแบบพาราโบลิกจรุ๊ส ⬅

ตะแกรงแบบช่องผึ้ ⬅

ปัจจัยในการพิจารณาเลือกโคม

1. ความปลอดภัยของดวงโคม (Safety) ดวงโคมจะต้องได้รับรองมาตรฐานความปลอดภัยมอก. ควรมีสายดินเพื่อป้องกันไฟรั่วกรณีติดตั้งนอกอาคาร

2. ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous flux) หมายถึง ปริมาณแสงของหลอด หน่วยเป็น ลูเมน

3. ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous effciency) หมายถึง จำนวนปริมาณแสงต่อวัตต์ หน่วยเป็น ลูเมนวัตต์ (lm/w)

4.ความถูกต้องของสี (Color rendering) หมายถึง ความถูกต้องของสีวัตถุเมื่อถูกส่องด้วยแสงจากหลอดไฟ ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

5. อุณหภูมิสี (Color temperature) ของหลอด มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin)

6.มุมองศาการใช้งาน (Burning position) เป็นองศาในการติดตั้งหลอดตามที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งมีผลต่อหลอดบางชนิด

7. อายุการใช้งาน (Life) เป็นอายุโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็นชั่วโมง

8. สถานที่ (Place) โดยหลอดไฟต้องเหมาะสมกับสถานที่นั้น ๆ เช่น ห้องเรียน และ สนามกีฬาต้องการใช้หลอดไฟต่างกัน

ภาคผนวก ฌ

ข้อแนะนำเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

1.เครื่องปรับอากาศ

1.1 ควรเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีสลากประหยัดไฟ โดยเป็นสติกเกอร์ติดอยู่ที่เครื่องปรับอากาศซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมก.)เป็นผู้ตรวจสอบและรับรองคุณภาพ โดยกำหนดเป็นตัวเลขดังนี้

เลข 5 ดีมาก	หมายถึง	ประสิทธิภาพสูงสุด
เลข 4 ดี	หมายถึง	ประสิทธิภาพสูง
เลข 3 ปานกลาง	หมายถึง	ประสิทธิภาพปานกลาง
เลข 2 พอใช้	หมายถึง	ประสิทธิภาพพอใช้
เลข 1 ต่ำ	หมายถึง	ประสิทธิภาพต่ำ

1.2 ควรเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับห้องที่ต้องการติดตั้ง โดยที่ความสูงของห้องไม่เกิน 3 เมตร ควรเลือกขนาดตามตารางต่อไปนี้

พื้นที่ห้องตามความสูงไม่เกิน 3 เมตร(ตารางเมตร)	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ(บีทียู/ชั่วโมง)
13-14	7,000-9,000
16-17	9,000-12,000
20	11,000-13,000
23-24	13,000-16,000
30	18,000-20,000
40	24,000

1.3 ชนิดของเครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้ในบ้านอยู่อาศัย ในปัจจุบันมีจำหน่ายในท้องตลาด 3 ชนิดคือ

1.3.1 ชนิดติดหน้าต่าง จะเหมาะสมกับห้องที่มีลักษณะที่ติดกับวงกบหน้าต่าง ติดกระจกช่องแสงติดตาย บานกระทุ้ง บานเกล็ด เป็นต้น มีขนาดตั้งแต่ 9,000-24,000 บีทียู/ชั่วโมง มีค่าประสิทธิภาพ(EER=บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)ตั้งแต่ 7.5-10 บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

1.3.2 ชนิดแยกส่วนติดฝาผนังหรือแขวน เหมาะสมกับที่มีลักษณะทึบจะติดตั้งได้สวยงามแต่จะมีราคาแพงกว่าเมื่อเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศชนิดต่างๆ ที่มีขนาดเท่ากัน (บีทียู/ชั่วโมง) เครื่องปรับอากาศชนิดนี้ส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า และจะมีสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติแบบอิเลคทรอนิกส์สำหรับควบคุมอุณหภูมิความเย็นของห้อง มีขนาดตั้งแต่ 8,000-24,000 บีทียู/ชั่วโมง มีค่า EER ตั้งแต่ 7.5-13 บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

1.3.3 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนตั้งพื้น จะเหมาะสมกับที่มีลักษณะห้องที่เป็นกระจกทั้งหมด ผนังทึบซึ่งไม่อาจเจาะช่องเพื่อติดตั้งได้ เมื่อเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศชนิดต่างๆ ที่มีขนาดเท่ากัน เครื่องปรับอากาศนิดนี้ส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่า มีขนาดตั้งแต่ 8,000-24,000 บีทียู/ชั่วโมง มีค่า EER ตั้งแต่ 7.5-13 บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

วิธีใช้เครื่องปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน

1. ติดตั้งในที่ที่เหมาะสม คือต้องสูงจากพื้นพอสมควร สามารถเปิด-ปิดปุ่มต่างๆ ได้สะดวกและเพื่อให้ความเย็นเป่าออกจากเครื่องได้หมุนเวียนภายในห้องจากทั่วถึง

2. อย่าให้ความเย็นรั่วไหล ควรจะปิดประตูหรือหน้าต่างให้มิดชิด

3. ปรับปุ่มต่างๆ ให้เหมาะสมเมื่อเริ่มเปิดเครื่องควรตั้งความเร็วลมไปที่ตำแหน่งสูงสุด เมื่อความเย็นพอเหมาะแล้วให้ตั้งอุณหภูมิไปที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส

4. หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และตะแกรง รวมทั้งชุดคอนเดนเซอร์ เพื่อให้อากาศผ่านเข้าได้สะดวกจะประหยัดไฟโดยตรง

5. ใช้พัดลมเป่าอากาศเท่าที่จำเป็น

6. ควรปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่มีความจำเป็นต้องใช้

7. ในฤดูหนาวขณะที่อากาศไม่ร้อนมากเกินไป ไม่ควรเปิดเครื่องปรับอากาศ

8. หมั่นตรวจสอบ ล้าง ทำความสะอาดตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด

9.หน้าต่างหรือบานกระจกควรป้องกันรังสีความร้อนที่จะเข้ามาดังนี้

-ใช้อุปกรณ์บังแดดภายนอกมิให้กระจกถูกแสงแดด เช่น ผ้าใบ แผงกันแดด หรือร่มเงาต้นไม้

-ใช้กระจกหรือติดฟิล์มที่สะท้อนรังสีความร้อน

-ใช้อุปกรณ์บังแดดภายใน เช่น ผ้าม่าน มู่ลี่ (กระจกด้านทิศใต้ให้ใช้ใบอยู่ในแนวนอนกระจกทิศตะวันออก-ตกให้ใช้ใบที่อยู่ในแนวดิ่ง)

10. ผนังหรือเพดานโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านที่มีแสงแดดส่องจะเก็บความร้อนไว้มาก ทำให้มีการสูญเสียพลังงานมาก จึงควรป้องกันดังนี้

-บุด้วยฉนวนกันความร้อนหรือแผ่นฟิล์มอะลูมิเนียมสะท้อนรังสีความร้อน

-ทำที่บังแดด/หลังคา/ปลูกต้นไม้ด้านนอก

11. พยายามใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ ไฟส่องสว่างก็เป็นตัวให้ความร้อน จึงควรปิดเมื่อไม่มีความจำเป็น

12. ชุดคอนเดนเซอร์ที่ใช้ระบายความร้อนสู่ภายนอก

-ควรถูกแสงแดดให้น้อยที่สุด

-ขจัดสิ่งกีดขว้างทางลมให้ระบายได้สะดวก

-อย่าติดตั้งปะทะกับลมธรรมชาติโดยตรง

คำแนะนำเรื่องความปลอดภัยของเครื่องปรับอากาศ

1.ควรต่อระบบสายดินกับเครื่องปรับอากาศและทดสอบไฟรั่วด้วยไขควงลองไฟ

2.เครื่องตัดไฟขนาดไม่เกิน 30 mA. หากป้องกันวงจรของเครื่องปรับอากาศด้วย อาจมีปัญหาเครื่องตัดไฟรั่วทำงานบ่อยขึ้น ควรหลีกเลี่ยงโดยการแยกวงจรออก และใช้ขนาด 100 mA. ป้องกันอีกชั้นหนึ่ง

3.ติดตั้งเบรกเกอร์หรือสวิตซ์อัตโนมัติและควบคุมวงจรไฟฟ้า

4.กรณีมีไฟตกหรือไฟดับ ถ้าไม่มีสวิตซ์ปลดสับเองอัตโนมัติต้องรีบปิดเครื่องทันทีก่อนที่จะมีไฟมาและควรรอระยะเวลาประมาณ 3-5 นาที ก่อนที่จะสับสวิตซ์เข้าใหม่

5.หมั่นตรวจสอบขั้วและการเข้าสายของจุดต่างๆอยู่เสมอ

6.ดูข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

การดูแลโดยช่างซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ

ควรใช้ช่างเครื่องปรับอากาศมาดูแลตรวจสภาพเครื่องปรับอากาศทุก 4-6 เดือน/ครั้ง ซึ่งจะมีการให้บริการดูแลทั่วไปดังนี้

1.ล้างแผ่นกรองฟิลเตอร์ ตรวจสอบการระบายน้ำออกจากเครื่องเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลย้อนกลับและหยดอยู่ภายในห้อง

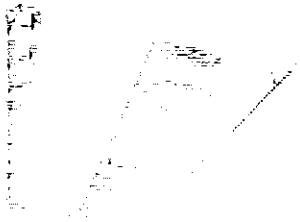
2.ทำความสะอาดส่วนคอนเดนเซอร์หรือชุดระบายความร้อนที่อยู่นอกบ้าน ซึ่งมีโอกาสถูกฝุ่นละอองตลอดเวลา ถ้าไม่ได้ทำการล้างบ่อยๆ จะมีฝุ่นเกาะมากที่ช่องระบายอากาศ ทำให้การระบายความร้อนไม่มีประสิทธิภาพ และทำให้เครื่องทำงานหนักมากขึ้น

3.ตรวจสอบน้ำยาความเย็นให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

2. การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

ควรเลือกใช้โคมไฟแบบสะท้อนแสง แทนแบบเดิมที่ใช้ฝาครอบพลาสติกปิดควรให้หลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ ซึ่งมีคำแนะนำใช้ดังนี้

-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบผอมขนาด 18 วัตต์ และ 16 วัตต์ มีความส่องสว่างเท่ากับหลอด 20 วัตต์ และ 40 วัตต์แต่ประหยัดกว่าสามารถใช้แทนกันได้ และควรใช้บัลลาสต์ภายนอกจะมีขาเสียบเพื่อต่อกับบัลลาสต์ที่อยู่ภายนอก



ข้อควรปฏิบัติเพื่อการประหยัดไฟฟ้าแสงสว่างมีดังนี้

1.ปิดสวิตซ์ไฟ เมื่อไม่มีการใช้งาน

2.ในบริเวณที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างมากนัก เช่น เฉลียง ทางเดิน ห้องน้ำ ควรใช้หลอดที่มีวัตต์ต่ำ โดยอาจใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาดไม่เกิน 18 วัตต์ ด้วย

สำหรับบริเวณที่ต้องการแสงสว่างปกตินั้น หลอดผอมขนาด 36 วัตต์ จะมีประสิทธิภาพการให้แสง (ลูเมน/วัตต์) สูงกว่าหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในทั่วไปไม่ต่ำกว่า 10% และยิ่งจะมีประสิทธิภาพการให้แสงมากขึ้นถ้าเป็นหลอดผอมชนิดซุปเปอร์และใช้บัลลาสต์ประหยัดไฟร่วมด้วย ดังนั้นจำนวนหลอดไฟที่ใช้และการกินไฟของหลอดผอมก็จะน้อยกว่าหลอดประหยัดไฟ

3.หมั่นทำความสะอาดขั้วหลอด และตัวหลอด รวมทั้งโคมไฟและโป๊ะไฟต่างๆ

4.ผนังหรือเฟอร์นิเจอร์อย่าใช้สีคล้ำๆ หรือทึบๆ เพราะสีพวกนี้จะดูดแสง ทำให้ห้องดูมืดกว่าห้องที่ทาสีอ่อนๆ เช่นสีขาว หรือสีขาวนวล

5.เลือกใช้โคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงซึ่งมีแผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมเคลือบโลหะเงิน จะสามารถลดจำนวนไฟลงได้โดยแสงสว่างยังคงเท่าเดิม

6.เลือกใช้ไฟตั้งโต๊ะในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเฉพาะแห่ง เช่นพื้นที่อ่านหนังสือ

7.ให้ใช้บัลลาสต์ประหยัดไฟฟ้าควบคู่กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยบัลลาสต์ประหยัดไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

7.1แบบแกนเหล็กประหยัดไฟฟ้า (Low-Loss Magnetic Ballast)

7.2แบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)

8.ในการเลือกซื้อหลอดไฟ โดยเฉพาะหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้น ให้สังเกตการณ์ส่องสว่าง (ลูเมน หรือ Lm) ที่กล่องด้วย เนื่องจากในแต่ละรุ่นจะมีค่าลูเมนไม่เท่ากัน ส่งผลให้มีราคาแตกต่างกัน เช่น หลอดผอม 36 วัตต์ หรือ 40 วัตต์ จะให้แสงประมาณ 2,000-2,600 ลูเมน หลอดชนิดซุปเปอร์จะให้แสง 3,300 ลูเมน หลอดไฟฟ้า 11 วัตต์ (หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 11 วัตต์ หรือหลอดตะเกียบ) จะให้แสงประมาณ 500-600 ลูเมน เป็นต้น นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงการกินไฟภายในบัลลาสต์ด้วย ซึ่งบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาจะกินไฟมาก ส่วนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะกินไฟน้อยกว่า

ข้อแนะนำในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

ตู้เย็น ตู้แช่

การเลือกซื้อตู้เย็น ตู้แช่ มีคำแนะนำให้พิจารณาก่อนซื้อดังนี้

-เลือกขนาดให้พอเหมาะกับความต้องการของครอบครัว

-ตู้เย็นแบบประตูเดียวกินไฟน้อยกว่าแบบ 2 ประตู

-ควรวางตู้เย็นให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

-ตั้งสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับของที่ใส่

-อย่าเปิดตู้เย็นทิ้งไว้นานๆ และอย่านำของร้อนไปแช่โดยเด็ดขาด

-หมั่นละลายน้ำแข็งเมื่อเห็นน้ำแข็งเกาะหนามาก

หม้อต้มน้ำร้อน (กาต้มน้ำ หรือกระติกน้ำร้อน)

วิธีใช้หม้อต้มน้ำร้อนอย่างประหยัดพลังงานและปลอดภัย

1.ควรใส่น้ำให้พอเหมาะกับความต้องการ

2.ถอดปลั๊กทันทีเมื่อเลิกใช้งาน

-เมื่อน้ำเดือดต้องถอดปลั๊กทันที

-อย่าเสียบปลั๊กทิ้งไว้โดยไม่มีคนอยู่

3.ขณะใช้งานควรวางบนพื้นที่ไม่ติดไฟ และไม่ควรวางใกล้วัสดุติดไฟ

4.หม้อต้มน้ำร้อนต้องตัดสายดิน แม้ว่าจะมีฉนวนหุ้มภายนอกหรือไม่ก็ตาม เนื่องจากจะมีไฟรั่วมากับที่เทน้ำ หรือกดให้ไหลออกมากับท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากนำภาชนะโลหะรองรับน้ำอาจถูกไฟดูดได้ (สามารถทดสอบได้ด้วยไขควงลองไฟ)

5.ดูข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

พัดลมดูดอากาศ

วิธีใช้พัดลมดูดอากาศให้ประหยัดพลังงานและปลอดภัย

1.ควรปิดพัดลมทุกครั้งเมื่อไม่มีคนอยู่หรือเลิกใช้

2.ควรปิดหน้าต่าง เพื่อใช้ลมธรรมชาติช่วยถ่ายเทอากาศภายในห้องและหมั่นทำความสะอาดใบพัดและตะแกรง

3.ดูข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

หม้อหุงข้าว

ควรเลือกขนาดให้พอเหมาะกับการใช้งานและข้อแนะนำดังนี้

จำนวนคนที่รับประทาน(คน)	ขนาดหม้อหุงข้าวที่ควรใช้(ลิตร)	กินไฟประมาณ (วัตต์)
1-3	1	450
4-5	1.5	550
6-8	2	600
8-10	2.8	1,000
10-12	3	1,350

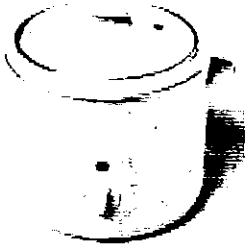
วิธีใช้หม้อหุงข้าวให้ประหยัดพลังงานและปลอดภัย

1.ต้องต่อสายดินให้กับหม้อหุงข้าว และหมั่นใช้ไขควงลองไฟทดสอบอยู่เสมอ

2.ขั้วต่อสายที่ต่อสายที่หม้อหุงข้าวและที่เต้ารับต้องเสียบให้แน่นสนิท

3.เมื่อเลิกใช้งานควรถอดปลั๊กออกจากเต้ารับ

4.ดูข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย



พัดลม

วิธีใช้พัดลมเพื่อให้ประหยัดพลังงาน

1.ควรใช้พัดลมตั้งพื้นหรือตั้งโต๊ะแทนพัดลมเพดาน เพราะจะกินไฟน้อยกว่าพัดลมดอดเพดานประมาณครึ่งหนึ่ง

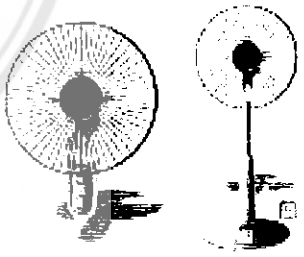
2.อย่าเปิดพัดลมทิ้งไว้เมื่อไม่มีเมื่อไม่มีคนอยู่

3.เมื่อเลิกใช้แล้วควรปิดพัดลมและถอดปลั๊กออก

4.ปรับระดับความเร็วพอสมควร

5.เลือกขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6.ควรเปิดหน้าต่างใช้ลมธรรมชาติแทนถ้าทำได้



คำแนะนำด้านความความปลอดภัยของพัดลม

1.ไม่ควรมีวัสดุติดไฟใกล้พัดลม เช่น ผ้าม่าน กองกระดาษ หรือหนังสือ

2.ควรเป็นพัดลมชนิดมีฉนวนประเภท 2 มิฉะนั้นต้องมีสายดิน

3.หมั่นตรวจสอบไฟรั่วด้วยไขควงลองไฟเสมอ

4.พัดลมที่เปิดแล้วไม่หมุนหรือหยุดหมุนจะร้อนและเกิดไฟไหม้ได้ให้รีบปิดพัดลมแล้วถอดปลั๊กเพื่อส่งซ่อมต่อไป

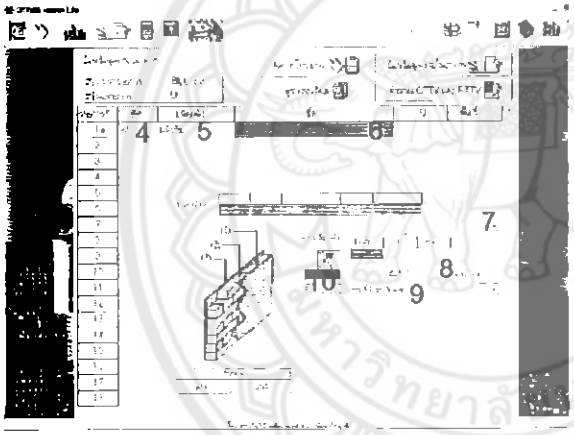
6.อย่าพยายามเปิดพัดลม เพื่อระบายอากาศในบริเวณที่มีสารระเหยที่ไวไฟ เช่น ก๊าซหุงต้ม ทินเนอร์หรือไอน้ำมันเชื้อเพลิง

7.ดูข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย

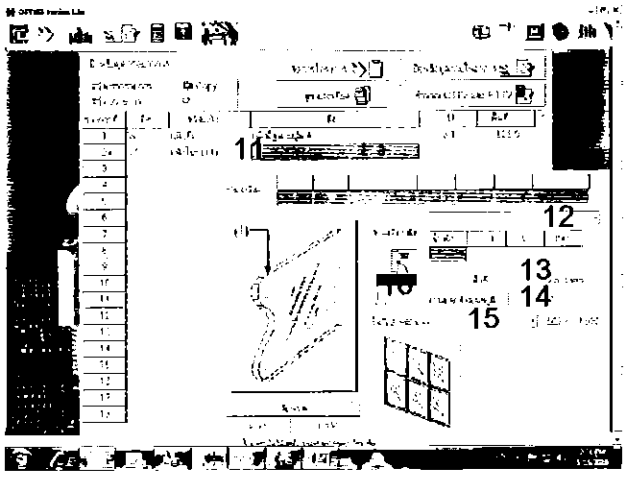
ภาคผนวก ฎ

วิธีการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความร้อนผ่านกรอบอาคาร

1. เมื่อเปิดโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a ดังรูป เลือกที่ปุ่มซ้ายมือเพื่อเริ่มการใช้งาน
2. เลือกโครงการเดิมที่มีการบันทึกไว้ หรือเลือกสร้างข้อมูลโครงการใหม่
3. กรอกรายละเอียดโครงการ

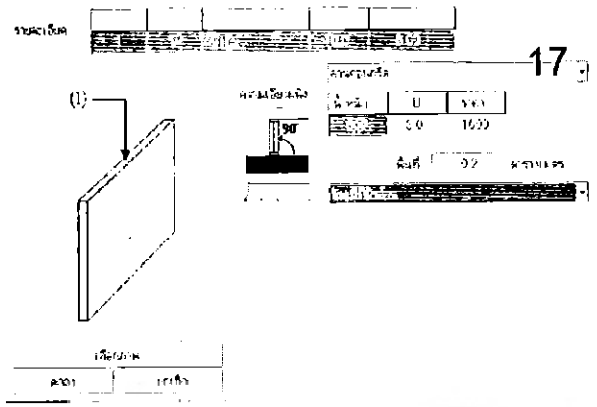


4. ใส่ทิศที่ต้องการจะคำนวณ
5. เลือกชนิดวัสดุที่ต้องการจะคำนวณ
6. คับเบิ้ลคลิกที่ช่อง ชื่อ จะปรากฏตารางข้อมูลวัสดุ
7. เลือกชนิดผนังที่จะใช้ในการคำนวณ
8. ใส่พื้นที่ของวัสดุในด้านนั้นๆ
9. เลือกสีวัสดุ
10. ปรับมุมเอียงของผนัง เมื่อผนังของอาคารที่ต้องการคำนวณมีความเอียงของผนัง



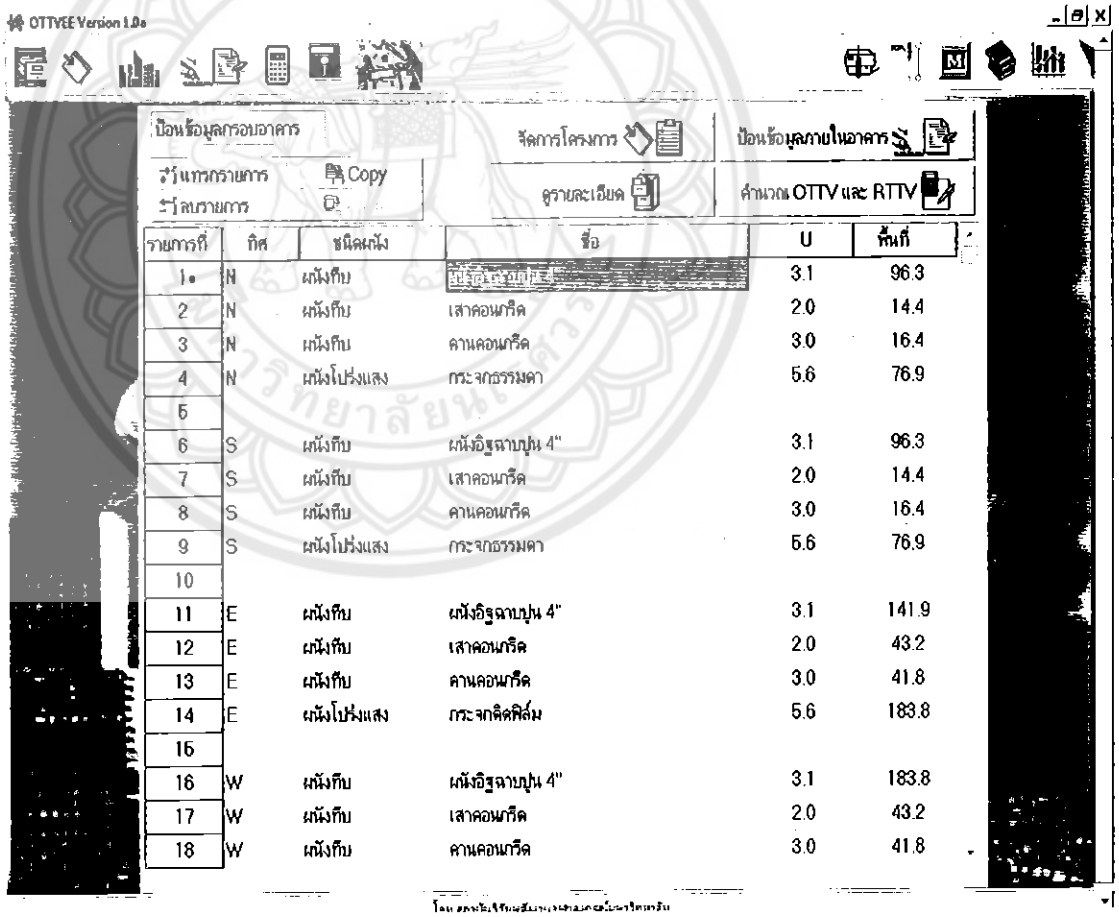
11. ถ้าผนังในด้านนั้นมีส่วนที่เป็นกระจกอยู่ด้วย จึงต้องมีการใส่รายละเอียดเพิ่ม
12. เลือกชนิดของกระจก
13. ใส่พื้นที่ของกระจกในทิศนั้นๆ
14. ใส่ความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งเมืองไทยนิยมใช้ที่ 5 องศาเซลเซียส
15. หากมีอุปกรณ์บังแดดก็สามารถเลือกได้
16. หากกระจกมีความเอียง ก็สามารถใส่องศาความเอียงของกระจกได้

เนื่องจากผนังของอาคารแต่ละอาคาร จะต้องประกอบด้วย เสา คาน จึงต้องใส่รายละเอียดเพิ่มเข้าไป



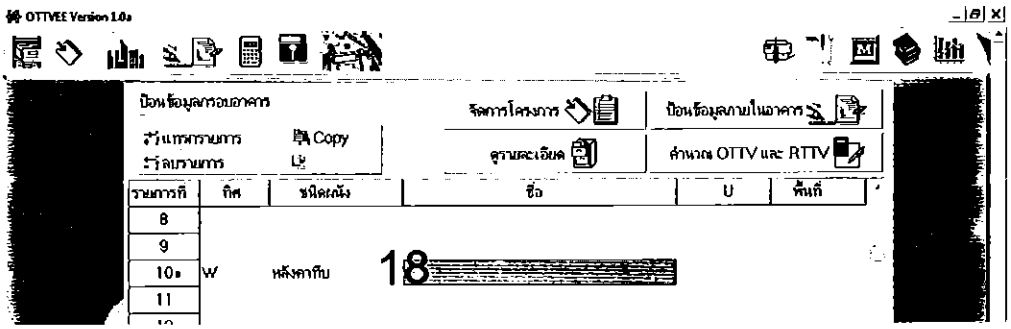
17. เลือกชนิดของผนัง เลือกที่คานคอนกรีต หรือเสาคอนกรีตแล้วแต่จะพิจารณา แล้วใส่รายละเอียดแล้วกดตกลง

ตัวอย่างการใส่รายละเอียดของผนังในด้านต่างๆ



รายการที่	ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U	พื้นที่
1	N	ผนังทึบ	[illegible]	3.1	96.3
2	N	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	14.4
3	N	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	16.4
4	N	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	76.9
5					
6	S	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน 4"	3.1	96.3
7	S	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	14.4
8	S	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	16.4
9	S	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา	5.6	76.9
10					
11	E	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน 4"	3.1	141.9
12	E	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	43.2
13	E	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	41.8
14	E	ผนังโปร่งแสง	กระจกติดฟิล์ม	5.6	183.8
15					
16	W	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน 4"	3.1	183.8
17	W	ผนังทึบ	เสาคอนกรีต	2.0	43.2
18	W	ผนังทึบ	คานคอนกรีต	3.0	41.8

ส่วนการคำนวณค่า RTTV สามารถคำนวณได้ดังนี้



18. **ส่วนข**อง RTTV เลือกทิศใดก็ได้ เนื่องจาก RTTV จะไม่นำทิศมาคำนวณ ส่วนผนังให้เลือก**หลังคาทึบ หรือ หลังคาโปร่ง-แสง** แล้วดับเบิ้ลคลิกที่ช่องแล้วใส่รายละเอียด เมื่อใส่รายละเอียดทั้งหมดแล้ว คำนวณ OTTV และ RTTV **แล้วจะได้**ค่า OTTV และ RTTV ดังนี้

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ	การตรวจวัดกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ชื่อบริเวณ	อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ
ชนิดบริเวณ	อาคารสำนักงาน
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	2,168.0 ตารางเมตร
ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.)	3 เมตร

ค่า OTTV ของอาคาร	95.98	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า RTTV ของอาคาร	12.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	29.63	134.96	69.31	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	28.72	199.93	105.35	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	29.63	199.16	93.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	26.88	192.71	101.10	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	12.00	-	12.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ชื่อโครงการ การตรวจวัดกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทเหน้าที่-2ศวร

ชื่อบริเวณ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (ตร.ม.)	U (W/ตร.ม.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังทึบ	96.3	3.100	10.0	-	-	2,986.23
	รายการที่-2	ผนังโปร่งแสง	76.9	5.610	5.0	111.4	0.960	10,374.04
	รายการที่-3	ผนังทึบ	16.4	3.000	10.0	-	-	493.20
	รายการที่-4	ผนังทึบ	14.4	2.000	10.0	-	-	288.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			127.2	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			3,767.43	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			29.63	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			76.9	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			10,374.04	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			134.96	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			69.31	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (ตร.ม.)	U (W/ตร.ม.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-6	ผนังทึบ	141.9	3.100	10.0	-	-	4,400.14
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	183.8	5.610	5.0	179.0	0.960	36,754.84
	รายการที่-8	ผนังทึบ	41.8	3.000	10.0	-	-	1,252.80
	รายการที่-9	ผนังทึบ	43.2	2.000	10.0	-	-	864.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			226.9	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			6,516.94	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			28.72	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			183.8	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			36,754.84	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			199.93	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			105.35	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (ตร.ม.)	U (W/ตร.ม.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-11	ผนังทึบ	96.3	3.100	10.0	-	-	2,986.23

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ชื่อโครงการ การตรวจวัดกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาเหน้าที่-3ควร
ชื่อบริเวณ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

รายการที่-12	ผนังโปร่งแสง	76.9	5.610	5.0	178.2	0.960	15,309.46
รายการที่-13	ผนังทึบ	16.4	3.000	10.0	-	-	493.20
รายการที่-14	ผนังทึบ	14.4	2.000	10.0	-	-	288.00
รวม	พื้นที่ผนังทึบ				127.2	ตารางเมตร	
	Q ของผนังทึบ				3,767.43	วัตต์	
	ค่า OTTV ของผนังทึบ				29.63	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	
	พื้นที่ผนังโปร่งแสง				76.9	ตารางเมตร	
	Q ของผนังโปร่งแสง				15,309.46	วัตต์	
	ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง				199.16	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	
	ค่า OTTV ของผนังด้านนี้				93.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่	U	TD	SF	SC	Q
	รายการที่-16	ผนังทึบ	141.9	3.100	10.0	-	-	4,400.14
	รายการที่-17	ผนังโปร่งแสง	183.8	5.610	5.0	171.5	0.960	35,427.66
	รายการที่-18	ผนังทึบ	41.8	2.000	10.0	-	-	835.20
	รายการที่-19	ผนังทึบ	43.2	2.000	10.0	-	-	864.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ				226.9	ตารางเมตร	
		Q ของผนังทึบ				6,099.34	วัตต์	
		ค่า OTTV ของผนังทึบ				26.88	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง				183.8	ตารางเมตร	
		Q ของผนังโปร่งแสง				35,427.66	วัตต์	
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง				192.71	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้				101.10	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่	U	TD	SF	SC	Q
	รายการที่-21	หลังคาทึบ	1,907.0	0.500	24.0	-	-	22,884.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ				1,907.0	ตารางเมตร	
		Q ของผนังทึบ				22,884.00	วัตต์	
		ค่า OTTV ของผนังทึบ				12.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร	
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง				-	ตารางเมตร	

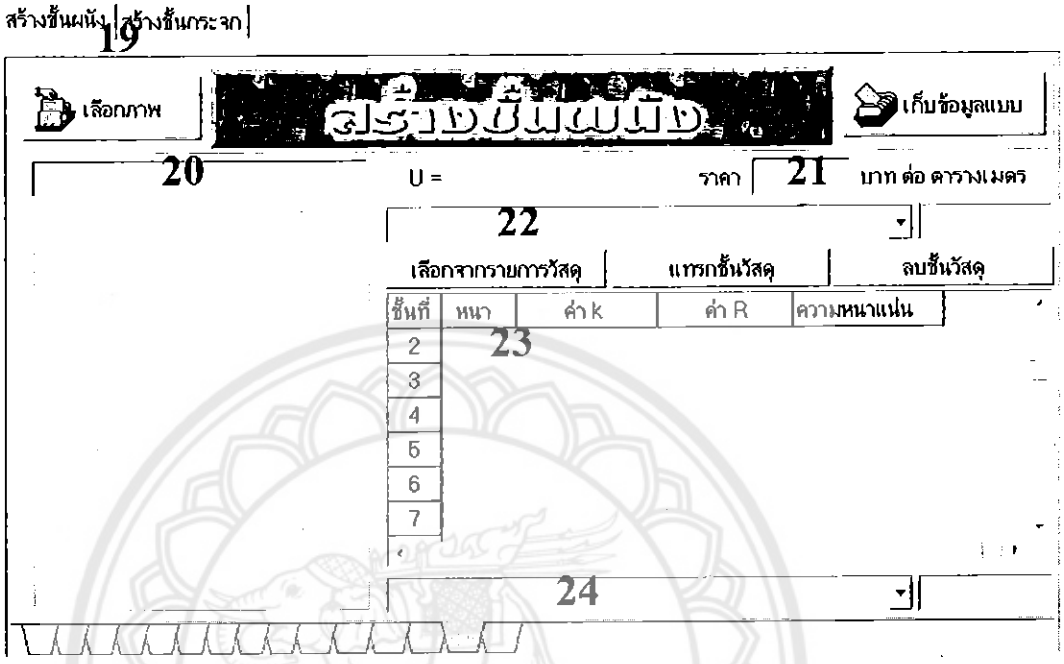
Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ชื่อโครงการ การตรวจวัดกลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาเหน้าที่-4ควร
ชื่อบริเวณ อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ

Q ของผนังโปร่งแสง	-	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้	12.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

*หมายเหตุ สามารถสร้างวัสดุเพื่อใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

คลิกที่ แล้วจะมีตารางให้กรอกข้อมูล



19. สามารถเลือกสร้างผนังทึบ หรือผนังโปร่งแสง ได้

20. สามารถใส่ชื่อวัสดุได้

21. สามารถใส่ราคาของวัสดุเพื่อใช้ในการคำนวณ การลงทุน และผลตอบแทนได้

22. ใส่ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี

23. ดับเบิ้ลคลิกที่ช่องชั้นวัสดุ แล้วเลือกวัสดุ หรือใส่ชื่อวัสดุ และค่าต่างของวัสดุ ได้

จากนั้นคลิกที่ช่องเก็บข้อมูลและสามารถนำวัสดุที่สร้างมาใช้ในการคำนวณโดย กลับไปที่หน้าการข้อมูลกรอบอาคารและเลือกวัสดุที่สร้างขึ้นมาได้ตามต้องการ

ภาคผนวก ฏ

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

1.นายภูมิศักดิ์ จันลา

เกิดเมื่อ วันที่ 1 ตุลาคม 2530

บ้านเลขที่ 5/1 หมู่ 1 ต.ศิลา อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์ 67120

ประวิติการศึกษา จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม ต.นาซำ อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์

จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเมืองราดวิทยาคม ต.นาซำ อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์

2.นายไธพัตย์ พรปิยะพัฒน์

เกิดเมื่อ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2529

บ้านเลขที่ 30/2 หมู่ 3 ต.บ้านกร่าง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวิติการศึกษา จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจ่านกร้อง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจ่านกร้อง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

3.นายสุรพันธ์ พรมสัน

เกิดเมื่อ วันที่ 29 กรกฎาคม 2530

บ้านเลขที่ 1/10 หมู่ 1 ต.บ้านแก่ง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย 64130

ประวิติการศึกษา จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านแก่ง อ.บ้านแก่ง จ.สุโขทัย

จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านแก่ง อ.บ้านแก่ง จ.สุโขทัย

การบริหารการจัดการด้านพลังงาน

สำหรับผู้บริหารระดับสูง

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

สืบเนื่องจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้เจ้าของอาคารหรือผู้บริหารมีหน้าที่ต้องอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารของตนให้เป็นไปตามมาตรฐาน จากการสำรวจข้อมูลเบื้องตนพบว่ากลุ่มอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกเป็นอาคารที่มีการใช้พลังงานค่อนข้างมาก พลังงานส่วนใหญ่ใช้ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง และสาธารณูปโภคอื่นๆ โดยจะต้องดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานดังกล่าวเพื่อเสนอ วิธีการบริหารจัดการด้านพลังงานภายในอาคาร กำหนดเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงานเพื่อเสนอต่อผู้บริหารของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

กลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1,556,380 kW-hr/ปี แบ่งเป็นการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ 845412.7 kW-hr/ปี คิดเป็น 54 % การใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง 421277.2 kW-hr/ปี คิดเป็น 27 % การใช้พลังงานในส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 289690 kW-hr/ปี คิดเป็น 19 % ได้มีการสำรวจพบว่ามาตรการ ที่จะใช้ในการลงทุนมี 3 กลุ่มมาตรการ คือ มาตรการกรอบอาคาร มาตรการระบบปรับอากาศ และมาตรการระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ส่วนมาตารการที่ไม่ต้องลงทุนใช้มาตรการล้างกรองอากาศแทน

อาคารสำนักงานห้องสมุดมีมาตรการกรอบอาคาร โดยใช้เงินลงทุน 974,802 บาท สามารถประหยัดพลังงานได้ 18,477.51 kW-hr/ปีของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ คิดเป็น 2.19 % ของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ คิดเป็นเงิน 68,736.75 บาท สามารถคืนเงินทุนได้ 14.18 ปี มาตรการมาตรการระบบปรับอากาศโดยใช้เงินลงทุน847,450 บาท สามารถประหยัดพลังงานได้ 248,368 kW/ปี คิดเป็น 29.38 % ของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ คิดเป็นเงิน 923,931.56 บาท สามารถคืนทุนได้ 0.92 ปี มาตรการระบบไฟฟ้าส่องสว่าง โดยใช้เงินลงทุน 71,200บาท สามารถประหยัดพลังงานได้ 38,615.73 kW-hr/ปีของการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างคิดเป็น 2.48 % ของการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่าง คิดเป็นเงิน 143,650.51 บาท สามารถคืนทุนได้ 0.5 ปี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.ดร.ชนินทร์ ธัมพรสถิรคณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ขอขอบคุณ คุณไชยยุทธ์ ช้างทอง เจ้าหน้าที่งานอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา ที่ได้กรุณาชี้แนะ และแนะนำข้อมูลตลอดจนการเอาใจใส่ดูแลโครงงานนี้สม่ำเสมอ ขอขอบคุณ ดร.ภาณุ พุทธวงศ์ ดร.ศลิษา วีรพันธ์ ที่ได้ตรวจสอบโครงงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ได้มีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายพรอันประเสริฐทั้งหลายจงเกิดกับผู้มีพระคุณทุกท่านดังกล่าวมาข้างต้นนี้ และขอมอบความดีของโครงงานนี้ให้แก่ บิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา

นายภูมิศักดิ์ จันลา
นายไชพัดย์ พรปิยะพัฒน์
นายสุรพันธ์ พรมสัน

สารบัญ

หน้าที่

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

บทที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ชื่ออาคาร

1.2 ชื่อนิติบุคคล

1.3 ที่อยู่

1.4 ประเภทอาคาร

1.5 เวลาทำงาน

1.6 พื้นที่อาคาร

1.7 ดัชนีการใช้พลังงาน

1.8 แผนผังและทิศของอาคาร

1.9 ลักษณะของอาคาร

บทที่ 2 ระดับการใช้พลังงานก่อนการดำเนินการตามแผน

2.1 ระดับการใช้พลังงาน

2.2 ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานก่อนการดำเนินการตามแผน

บทที่ 3 เป้าหมายการดำเนินงาน

3.1 สรุปเป้าหมายในการดำเนินงาน

3.2 ข้อสมมุติฐาน

3.3 รายละเอียดมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

บทที่ 4 เอกสารประกอบ

4.1เอกสารเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก วิเคราะห์ทางการเงิน

ภาคผนวก ข วิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

ภาคผนวก ค คำนวณและวิเคราะห์ระบบปรับอากาศ

ภาคผนวก ง คำนวณและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ภาคผนวก จ แผนผังโครงสร้างคณะการจัดการด้านพลังงาน

ภาคผนวก ฉ ตารางตำแหน่งและหน้าที่ความรับผิดชอบภายในโครงสร้างการจัดการพลังงาน

บทที่ 1

1. ข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ชื่ออาคาร : อาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

1.2 ชื่อนิติบุคคล : มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ที่อยู่ : อาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 99/9 หมู่ 9 ตำบล ท่าโพธิ์ อำเภอ เมือง จังหวัด พิษณุโลก 65000

ไทรศัพท์ : 055-962710

ไทรสาร : 055-962709

เว็บไซต์ : http://www.agi.nu.ac.th/agi2010/index.php

1.4 ประเภทอาคาร : สถานศึกษา

1.5 เวลาทำงาน : 8.5 ชั่วโมงต่อวัน, 280 วันต่อปี

1.6 พื้นที่ของอาคาร :

พื้นที่ทั้งหมด 14,206.34 ตารางเมตร

- พื้นที่ไม่ปรับอากาศ 7,063.36 ตารางเมตร
- พื้นที่ปรับอากาศ 7,142.98 ตารางเมตร

1.7 ดัชนีการใช้พลังงาน(ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)

1.7.1 อาคารสำนักงานเลขา

การใช้พลังงานทั้งหมดต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 563,905 / 3,392.98

= 166.19 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบปรับอากาศต่อพื้นที่มีการปรับอากาศทั้งหมด

= 338,177.3 / 2,183.08

= 151.97 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 78,507.73 / 3,392.98

= 23.13 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 147,221.40 / 3,392.98

= 42.51 kW-hr/m^2

1.7.2อาคารเรียนรวม

การใช้พลังงานทั้งหมดต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 563,905 / 8,326.27

= 92.51 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบปรับอากาศต่อพื้นที่มีการปรับอากาศทั้งหมด

= 376,656.3 / 3,988.85

= 94.42 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 161,704.9 / 8,326.27

= 19.42 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 231,913 / 8,326.27

= 27.85 kW-hr/m^2

1.7.3 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

การใช้พลังงานทั้งหมดต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 142,641.06 / 1,738.03

= 82.55 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบปรับอากาศต่อพื้นที่มีการปรับอากาศทั้งหมด

= 93,581.6 / 562.24

= 166.44 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 31,220.26 / 1,738.03

= 17.96 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 17,839.2 / 1,738.03

= 10.26 kW-hr/m^2

1.7.4 อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

การใช้พลังงานทั้งหมดต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 69,557.68 / 749.06

= 92.85 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบปรับอากาศต่อพื้นที่มีการปรับอากาศทั้งหมด

= 36,997.42 / 329.19

= 112.38 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานระบบไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 18,257.20 / 749.06

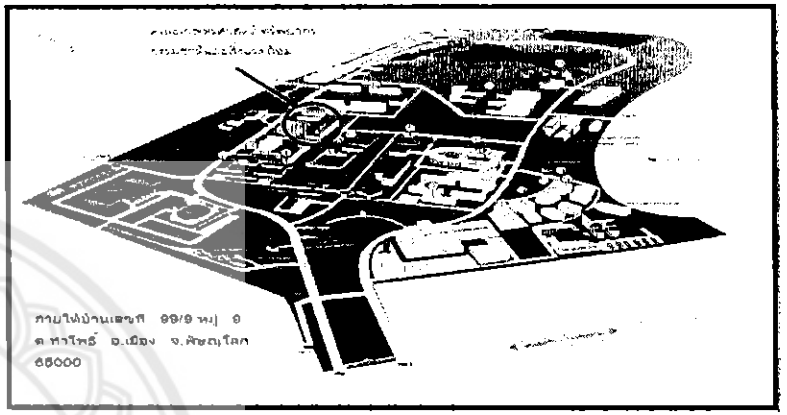
= 24.37 kW-hr/m^2

การใช้พลังงานในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆต่อพื้นที่ทั้งหมด

= 24,303.6 / 749.06

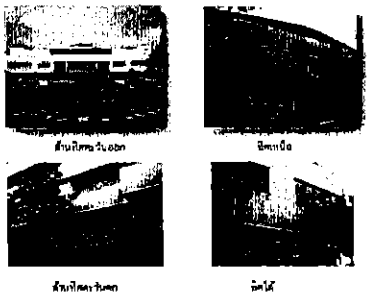
= 32.44 kW-hr/m^2

1.8 แผนผังและทิศทางของอาคาร

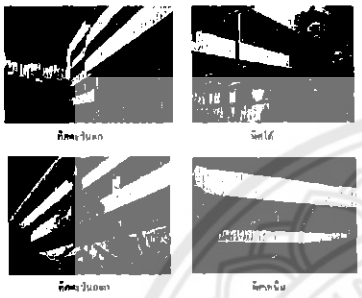


รูปแสดงที่ตั้งคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

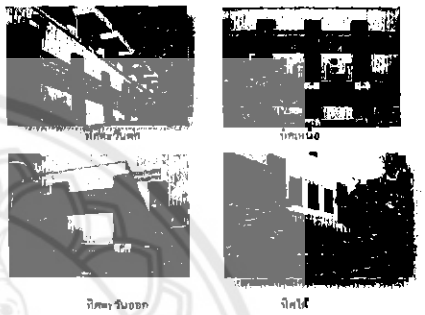
1.9 ลักษณะของกรอบอาคาร



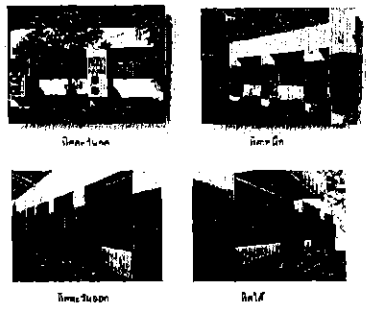
รูป 3.3 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารสำนักงานเกษตร



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารเรียนรวม



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะกรอบของอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกรอบอาคารของอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

2.1ระดับการใช้พลังงาน

ประเภทอาคาร	ระดับการใช้พลังงาน	
	kW-hr/ปี	MJ/ปี
สถานศึกษา	1,556,380	5,602,968

2.2 ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานตามกฎกระทรวง

ค่าการถ่ายเทความร้อน	OTTV		RTTV	
	ค่ามาตรฐาน (W/m^2)	ค่าการตรวจวัด (W/m^2)	ค่ามาตรฐาน (W/m^2)	ค่าการตรวจวัด (W/m^2)
อาคารสำนักงานเลขานุการ	55	81.57	25	21.6
อาคารเรียนรวม	55	57.69	25	12.8
อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร	55	72.35	25	12.8
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	55	49.44	25	21.6

2.3 ระบบปรับอากาศ

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น1				
1101	Split Type	2.16	1.61	1.67
1101/1	Split Type	3.25	1.61	7.4
1101/2	Split Type	3.25	1.61	1.33
1101/3	Split Type	1.5	1.61	2.78
1102	Split Type	5.58	1.61	1.46
1103	Split Type	5.58	1.61	1.38
		3	1.61	1.53
1104	Split Type	5.58	1.61	1.36
1105	Split Type	5.58	1.61	1.36
		5.58	1.61	1.29
1106	Split Type	1.08	1.61	2.88
		1.08	1.61	2.51

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
1107	Split Type	5.58	1.61	1.55
1107/1	Split Type	1.37	1.61	2.99
		1.04	1.61	2.52
1108	Split Type	5.58	1.61	1.4
1109	Split Type	5.58	1.61	1.34
		5.58	1.61	1.34
อาคารสำนักงานเลขานุการคณะฯ ชั้น2				
1201	Split Type	2.5	1.61	1.23
1202	Split Type	3.25	1.61	1.26
1203	Split Type	5.58	1.61	1.92
1204	Split Type	2.5	1.61	1.44
1205	Split Type	3.25	1.61	1.84
1206	Split Type	3.25	1.61	1.57
1207	Split Type	2.16	1.61	1.12
1208	Split Type	2.16	1.61	1.33
1209	Split Type	2.5	1.61	1.86
1210	Split Type	1.41	1.61	2.27
1211	Split Type	5.58	1.61	1.27
	--- เสีย ---			
1212	Split Type	3.25	1.61	1.41
	--- เสีย ---			
1214	Split Type	5.58	1.61	1.1
1220	Split Type	3.25	1.61	1.87
1221	Split Type	3.25	1.61	1.66
1222	Split Type	2.5	1.61	1.68
1223	Split Type	2.16	1.61	1.86
1224	Split Type	2.75	1.61	1.72
1225	Split Type	2.5	1.61	2.39
1226	Split Type	3.16	1.61	1.36
1227	Split Type	5.58	1.61	1.11
1228	Split Type	2.5	1.61	2.02
1229	Split Type	2.75	1.61	1.43

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
1230	Split Type	3	1.61	1.49
		*** เสีย ***		
1231	Split Type	2.5	1.61	1.82
		*** เสีย ***		
1232	Split Type	3	1.61	1.43
1233	Split Type	3.25	1.61	1.54
1216	Split Type	5.58	1.61	1.25
อาคารเรียนรวม ชั้น 1				
2101	Split Type	*** เสีย ***		
		3.16	1.61	1.94
2103	Split Type	4.66	1.61	1.26
		4.66	1.61	1.23
		4.66	1.61	1.21
2109	Split Type	5.58	1.61	1.2
		*** เสีย ***		
		*** เสีย ***		
		5.58	1.61	2.98
		2.5	1.61	1.39
		2.5	1.61	1.35
		2.16	1.61	1.24
		2.75	1.61	2.94
		2.75	1.61	1.36
2115	Split Type	3.16	1.61	1.14
ห้องอบรม	Split Type	4.58	1.61	1.73
		1.55	1.61	1.21
อาคารเรียนรวม ชั้น 2				
2201	Split Type	2.5	1.61	1.1
		2.5	1.61	1.39
2202	Split Type	5.58	1.61	1.37
2203	Split Type	5.58	1.61	1.27
		5.58	1.61	1.14
		3.16	1.61	1.69
		*** เสีย ***		

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
2204	Split Type	2.75	1.61	1.35
2205	Split Type	5.58	1.61	1.24
2206	Split Type	3.16	1.61	1.66
2208	Split Type	3.16	1.61	1.44
		3.16	1.61	1.66
2209	Split Type	5.58	1.61	1.47
2210	Split Type	3.16	1.61	1.56
		3.16	1.61	1.56
2212	Split Type	5.58	1.61	1.23
2213	Split Type	5.58	1.61	1.24
2214	Split Type	3.16	1.61	1.76
2216	Split Type	*** เสีย ***		
2218	Split Type	3.16	1.61	1.22
		3.16	1.61	1.48
		3.16	1.61	1.67
		*** เสีย ***		
2221	Split Type	2.75	1.61	1.37
		*** เสีย ***		
		2.75	1.61	1.74
2222	Split Type	2.16	1.61	1.35
2223	Split Type	2.75	1.61	1.63
		2.75	1.61	1.87
2224	Split Type	2.16	1.61	1.68
อาคารเรียนรวม ชั้น 3				
2301	Split Type	6.58	1.61	1.09
		6.58	1.61	1.77
2302	Split Type	*** เสีย ***		
2303	Split Type	3.25	1.61	1.41
2306	Split Type	3.16	1.61	2.88
2307	Split Type	4.83	1.61	1.52
2308	Split Type	3.16	1.61	2.71
2312	Split Type	3.16	1.61	1.25
2313	Split Type	3.16	1.61	1.24

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
2314	Split Type	*** เสีย ***		
		3.16	1.61	3.69
2315	Split Type	5.58	1.61	1.64
2316	Split Type	2.16	1.61	1.34
2317	Split Type	5.58	1.61	1.11
2318	Split Type	2.16	1.61	1.6
อาคารเรียนรวม ชั้น 4				
2401	Split Type	*** เสีย ***		
2402	Split Type	*** เสีย ***		
2403	Split Type	2.25	1.61	1.54
		2.25	1.61	1.59
		2.25	1.61	1.38
		2.25	1.61	1.6
		*** เสีย ***		
		2.25	1.61	1.64
2404	Split Type	3.16	1.61	1.33
2405	Split Type	3	1.61	1.52
2406	Split Type	*** เสีย ***		
		*** เสีย ***		
2408	Split Type	*** เสีย ***		
2410	Split Type	3.16	1.61	3.9
		*** เสีย ***		
2411	Split Type	3	1.61	1.28
2412	Split Type	2.25	1.61	1.11
		2.25	1.61	1.28
2413	Split Type	4.66	1.61	1.12
2415	Split Type	4.66	1.61	1.23
2416	Split Type	3.16	1.61	1.92
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 1				
4104	Split Type	2.16	1.61	1.73
4107	Split Type	1	1.61	1.55
4108	Split Type	1	1.61	2.25
4109	Split Type	2.75	1.61	1.45

ลำดับเครื่อง	เครื่องปรับอากาศ	ขนาด(TON)	ค่ามาตรฐาน (kW/TON)	ค่าที่ได้จากการวัด (kW/TON)
4110	Split Type	2.75	1.61	1.6
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 2				
4201	Split Type	1	1.61	1.51
		1	1.61	2.85
		1	1.61	2.86
4202	Split Type	1	1.61	1.62
4203	Split Type	2.16	1.61	1.43
		2.16	1.61	2
4204	Split Type	2.75	1.61	1.68
		2.75	1.61	1.44
		2.75	1.61	1.55
อาคารอุตสาหกรรม ชั้น 3				
4301	Split Type	*** เสีย ***		
		2.75	1.61	1.44
		2.75	1.61	1.64
4303	Split Type	2.75	1.61	1.15
		2.75	1.61	1.43
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร ชั้น 1				
3101	Split Type	3.3	1.61	1.64
		*** เสีย ***		
3102	Split Type	1.41	1.61	1.55
3103	Split Type	1.08	1.61	1.14
3106	Split Type	2.16	1.61	1.22
		*** เสีย ***		
3107	Split Type	2.16	1.61	1.48
		*** เสีย ***		
		1.08	1.61	1.38
3108	Split Type	2.16	1.61	1.21
3109	Split Type	1.75	1.61	1.29
3111	Split Type	1.75	1.61	1.21
		*** เสีย ***		
3112	Split Type	1.75	1.61	1.56
		*** เสีย ***		

2.4 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	พื้นที่ (m^2)	ขนาดแสงสว่างติดตั้ง(kW)	ค่ามาตรฐาน (W/m^2)	ค่าจากการตรวจวัด (W/m^2)
อาคารสำนักงานเลขานุการ	3,392.98	43.608	16	12.83
อาคารเรียนรวม	8,326.27	77.308	16	14.52
อาคารอุตสาหกรรมเกษตร	1,738.03	15.716	16	9.04
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	749.06	10	16	10.11

2.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ

อาคาร	ค่าพลังงานไฟฟ้าอื่นๆ (W/m^2)
อาคารสำนักงานเลขานุการ	32.29
อาคารเรียนรวม	23.12
อาคารอุตสาหกรรมเกษตร	6.21
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	25.77

3.1 สรุปเป้าหมายในการดำเนินงาน

กลุ่มมาตรการ	มาตรการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าประหยัดได้		ระยะคืนทุน PB (ปี)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (บาท)	อัตราผลตอบแทนภายใน FIRR (%)
			พลังงาน kW-hr/ปี	เงิน (บาท/ปี)			
กรอบอาคาร	1	385,194	9,387.1	34,920	11	-210,594	-21.66
	2	371,545	4,184.61	15,566.75	23	-293,710	-36.54
	3	218,063	4,905.8	18,250	11	-12,6813	-23.43
ระบบปรับอากาศ	4	43,500	65,096.78	242,160.0	0.18	198,660	456.68
	5	61,900	78,718.5	292,832.8	0.18	230,933	373.07
	6	110,502	17,635.8	65,605.18	1.68	217,524	52.07
	7	364,847	53,954.6	200,711.1	1.82	638,709	47
	8	266,701	32,963.02	122,622.4	2.18	346,411	36.15
ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	9	-	16,847.04	62,670.98	-	-	-
	10	12,825	5,990.74	22,285.57	0.58	76,319	170.51
	11	22,725	10,615.18	39,488.47	0.57	135,227	170.51
	12	1,350	630.60	2,345.83	0.58	8030	170.45

สรุปเป้าหมายในการ (ต่อ)

กลุ่มมาตรการ	มาตรการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าประหยัดได้		ระยะคืนทุนPB (ปี)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (บาท)	อัตราผลตอบแทนภายใน FIRR (%)
			พลังงาน kW-hr/ปี	เงิน (บาท/ปี)			
ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	13	4,500	2,102.02	7,819.51	0.58	16776	170.51
	14	21,800	1,757.95	6,539.57	3.33	17434	19.89
	15	6,400	516.09	1,919.85	3.33	5,120	19.91
	16	1,600	156.11	580.72	3.33	1,280	19.91

3.2 ข้อสมมุติฐาน

3.2.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 3.72 บาทต่อหน่วย

3.2.2 ชั่วโมงการทำงานได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่

3.2.3 ฟิล์มกรองแสงราคารวมค่าติดตั้งเท่ากับ 95 บาทต่อตารางฟุต มีอายุการใช้งาน 10 ปี(วันที่ 16 เมษายน 2553) จาก http://www.108film.com

3.2.4 อายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศแยกส่วนเท่ากับ 13 ปี หลังจากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 7.7%

3.2.5 พิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศจากการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

3.2.6 พิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆจากป้ายรายละเอียด

3.2.7 เปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 80%

3.2.8 ค่าเงินลงทุนการล้างคอยล์เย็น และคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนคิดเป็นเงิน 300 บาทต่อเครื่อง (วันที่ 16 เมษายน 2553) จากผู้ประกอบการในจังหวัดพิษณุโลก

3.2.9 ค่าการสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กธรรมดาเท่ากับ 10 วัตต์ และมีอายุการใช้งาน 10 ปี

3.2.10 อัตราดอกเบี้ย (MRR) ของธนาคารกรุงเทพอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.375 ต่อปี (วันที่ 16 เมษายน 2553) จาก http://www.siamintelligence.com/q1s-npl-increasing/

3.2.11มูลค่าปัจจุบัน พิจารณาเฉพาะเงินลงทุนเบื้องต้นและค่าที่ประหยัดได้ อัตราผลตอบแทนภายใน พิจารณาเฉพาะตัวค่า อัตราผลตอบแทนการลงทุนทางการเงินไม่คิดอัตราตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์

3.2.12 ค่าลงทุนเปลี่ยนสวิตช์กะตุก คิดเป็นเงิน 75 บาทต่อโคม (วันที่ 16 เมษายน 2553) จาก http://www.numsinonline.com/Product_list.aspx/

3.2.13 ถ้าลดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อนได้ทุกๆ 0.5°C จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1.5 %

3.2.14 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เลือกเปลี่ยนเครื่องที่มีค่าสมรรถนะ(Chp) เครื่องปรับอากาศมากกว่า 2 kW/Ton และเปลี่ยนตามขนาดการทำความเย็นเท่าเดิม โดยเครื่องอากาศใหม่มีอัตราส่วนประสิทธิภาพ (EER) เท่ากับ 11

3.2.15 ค่าเงินลงทุนย้ายคอยล์ร้อน คิดตามขนาดเครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 – 20,000 ราคา 2,550 บาท ขนาด 21,000 – 28,000 Btu ราคา 2,750 บาท ขนาด 29,000 – 38,000 Btu ราคา 2,950 บาท ขนาด 39,000 – 48,000 Btu ราคา 3,150 บาท ขนาด 49,000 – 60,000 Btu ราคา 3,550 บาท จาก http://www.arthon-air.com/services.php?op=services06

3.3 รายละเอียดการอนุรักษ์พลังงาน

รายละเอียดการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานของกรอบอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

มาตรการที่ 1 การติดฟิล์มกรองแสง

1.ชื่อมาตารการ : การติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม

สถานที่ทำการปรับปรุง : พื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกอาคารสำนักงานเลขานุการ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

ฟิล์มกรองแสง จำนวน	จำนวน 4,054.68 ตารางฟุต	
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	9,387.1	34,920
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	-	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	-	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	385,194 บาท	
6. ระยะเวลาคืนทุน	11 ปี	
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	- 210,594 บาท	
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	- 21.66 %	

9.การดำเนินการปรับปรุง

เมื่อทำการปรับปรุงค่า OTTV แล้วมีการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศลดลง

มาตรการที่ 2 การติดฟิล์มกรองแสง

1.ชื่อมาตารการ : การติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม

สถานที่ทำการปรับปรุง : พื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกอาคารเรียนรวม ทิศตะวันตก

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

ฟิล์มกรองแสง จำนวน	จำนวน 3,911 ตารางฟุต	
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	4,184.61	15,566.75
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	-	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	-	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	371,545	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	23	ปี

7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	- 293,710	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	-36.54 %	

9.การดำเนินการปรับปรุง

เมื่อทำการปรับปรุงค่า OTTV แล้วมีการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศลดลง

มาตรการที่ 3 การติดฟิล์มกรองแสง

1.ชื่อมาตารการ : การติดฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม

สถานที่ทำการปรับปรุง : พื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

ฟิล์มกรองแสง จำนวน	จำนวน 2,295.4 ตารางฟุต	
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	4,905.8	18,250
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	-	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	-	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	218,063	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	11	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	- 126,813	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	- 23.43	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

เมื่อทำการปรับปรุงค่า OTTV แล้วมีการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศลดลง

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานของระบบปรับอากาศ

มาตรการที่ 4 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

1.ชื่อมาตารการ : การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 1 ปี ต่อครั้ง

สถานที่ทำการปรับปรุง : คณะเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 145 เครื่อง	
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	65,096.78	242,160.0
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	845,412.7	

4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	780,315.9	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	43,500	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.18	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	198,660	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	456.68	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศโดยหลังจากการดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศคาด ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจะประหยัดได้ 7.7 %

มาตรการที่ 5 การย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศ

1.ชื่อมาตารการ : การย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขานุการ

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารสำนักงานเลขานุการ

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน	22	เครื่อง
	kW-hr/ปี		บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	78,718.5		292,832.8
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	174,930		
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	96,211.5		
5. เงินลงทุนทั้งหมด	61,900		บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.18		ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	230,933		บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	373.07		%

9.การดำเนินการปรับปรุง

ย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศโดยหลังจากการดำเนินการย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศคาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจะประหยัดได้ 1.5 % ทุกๆ 0.5 ^{o}C

มาตรการที่ 6 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศอาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ห้อง 4108, 4201, 4203

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน	4	เครื่อง
	kW-hr/ปี		บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	17,635.8		65,605.18
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	29,258.13		
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	11,622.33		
5. เงินลงทุนทั้งหมด	110,502		บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	1.68		ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	217,524		บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	52.07		%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศโดยหลังจากการดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศคาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลง

มาตรการที่ 7 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศอาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม ห้อง 2109, 2306, 2308, 2314, 2410

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน	5	เครื่อง
	kW-hr/ปี		บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	53,954.6		200,711.1
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	158,174.8		
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	104,220.2		
5. เงินลงทุนทั้งหมด	364,847		บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	1.82		ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	638,709		บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	47		%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศโดยหลังจากการดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศคาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลง

มาตรการที่ 8 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขา

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารสำนักงานเลขา ห้อง 1101/3, 1106, 1107/1, 1210, 1225, 1228

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน 6	เครื่อง
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	32,963.02	122,622.4
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	75,336.92	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	42,373.9	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	266,701	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	2.18	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	346,409	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	36.15	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศโดยหลังจากการดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศคาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลดลง

มาตรการการอนุรักษ์พลังงานของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

มาตรการที่ 9 การลดจำนวนหลอด

1.ชื่อมาตารการ : การลดจำนวนหลอดไฟ 1 หลอดต่อ 1 โคม อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : ทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 109	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	65,096.78	242,160.0
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	845,412.7	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	780,315.9	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	-	
6. ระยะเวลาคืนทุน	-	
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-	
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	-	

9.การดำเนินการปรับปรุง

ลดจำนวนหลอดโดยหลังจากการดำเนินการลดจำนวนหลอดคาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างจะลดลง

มาตรการที่ 10 การติดตั้งสวิตช์กระตุก

1.ชื่อมาตารการ : การมาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟ อาคารสำนักงานเลขา

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารสำนักงานเลขา ห้อง 1102, 1103, 1104, 1105,1107,1108,1109

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 171	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	5,990.74	22,285.57
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	29,953.73	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	23,962.99	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	12,825	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.58	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	76,319	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	170.51	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การติดตั้งสวิตช์กระตุกโดยหลังจากการดำเนินการติดตั้งสวิตช์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 11 การติดตั้งสวิตช์กระตุก

1.ชื่อมาตารการ : การมาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟ อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม ห้อง 2101, 2201, 2203, 2208, 2218, 2221, 2317, 2403, 2406, 2408, 2410, 2412, 2413

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 303	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	10,615.18	39,488.47
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	53,075.90	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	42,460.72	

5. เงินลงทุนทั้งหมด	22,725	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.57	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	135,227	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	170.51	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การติดตั้งสวิตช์กระตุกโดยหลังจากการดำเนินการติดตั้งสวิตช์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 12 การติดตั้งสวิตช์กระตุก

1.ชื่อมาตารการ : การมาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟ อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรห้อง 3101

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 18	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	630.60	2,345.83
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	3,135.02	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	2,504.42	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	1,350	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.58	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	8030	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	170.45	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การติดตั้งสวิตช์กระตุกโดยหลังจากการดำเนินการติดตั้งสวิตช์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 13 การติดตั้งสวิตช์กระตุก

1.ชื่อมาตารการ : การมาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟ อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรห้อง 4201, 4301, 4302, 4303

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 60	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี

2. ค่าการประหยัด	2,102.02	7,819.51
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	10,528.08	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	8,426.06	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	4,500	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	0.58	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	16,776	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	170.51	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การติดตั้งสวิตช์กระตุกโดยหลังจากการดำเนินการติดตั้งสวิตช์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 14 : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม ไฟทางเดินชั้น 1

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 109	โคม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	1,757.95	6,539.57
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	16,847.04	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	15,089.09	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	21,800	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	17,434	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	19.89	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนบัลลาสต์โดยหลังจากการดำเนินการบัลลาสต์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 15 : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ไฟทางเดินชั้น 1

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 32	โดม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	516.09	1,919.85
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	2,472.96	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	1,956.87	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	6,400	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	5,120	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนบัลลาสต์โดยหลังจากการดำเนินการบัลลาสต์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

มาตรการที่ 16 : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss

1.ชื่อมาตารการ : การเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ไฟทางเดินชั้น 2

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง

หลอดไฟ	จำนวน 8	โดม
	kW-hr/ปี	บาท/ปี
2. ค่าการประหยัด	156.11	580.72
3. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงก่อนการปรับปรุง	1,296.96	
4. ระดับการใช้พลังงานอ้างอิงหลังการปรับปรุง	1,140.85	
5. เงินลงทุนทั้งหมด	1,600	บาท
6. ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,280	บาท
8.อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

9.การดำเนินการปรับปรุง

การเปลี่ยนบัลลาสต์โดยหลังจากการดำเนินการบัลลาสต์คาดว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าส่องสว่างลดลง

4.1 เอกสารเครื่องมือที่ใช้งานตรวจวัด

ลำดับที่	เครื่องมือวัด	ค่าที่ได้	หน่วย
1	เทอร์โมมิเตอร์	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส
2	เครื่องมือวัดความเร็วลม	ความเร็วลม	เมตร/วินาที
3	เครื่องมือวัดความชื้น	ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซนต์
4	ตลับเมตร	ขนาด	เมตร
5	แอมมิเตอร์	กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์
6	โวลต์มิเตอร์	แรงดันไฟฟ้า	โวลต์
7	ลักซ์มิเตอร์	ความเข้มแสง	ลักซ์ (ลูเมน/ตารางเมตร)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางการเงิน

วิธีวิเคราะห์การเงิน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ค่าของเงินคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาคือระยะเวลาคืนทุน (Simple Pay Back : PB) กลุ่มที่ 2 ค่าของเงินเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) และอัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return : FIRR)

1. ระยะเวลาคืนทุน (Simple Pay Back : PB)

ระยะคืนทุน คือ ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการจ่ายคืนเงินเงินทุนเริ่มต้นของโครงการซึ่งคำนวณได้จาก

$$PB = \frac{I}{S}$$

โดยที่ PB คือ ระยะเวลาคืนทุน มีหน่วยเป็นปี

I คือ เงินลงทุนเริ่มต้น หน่วยเป็น บาท

S_m คือ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี มีหน่วยเป็น บาท/ปี

2.มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV- Net Present Value) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประหยัดที่จะได้รับแต่ละปีตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปี

$$P = A[\frac{(1+i)-1)}{i(1+i)}]$$

$$NPV = I + A\left[\frac{(1+i)-1)}{i(1+i)}\right]$$

โดยที่ A คือ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีที่คงที่ มีหน่วยเป็น บาท/ปี

i คือ อัตราลดค่า มีหน่วยเป็น บาท

n คือ จำนวนปี มีหน่วยเป็น บาท

I คือ เงินลงทุนเริ่มต้น มีหน่วยเป็น บาท

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีหน่วยเป็น บาท

P คือ มูลค่าปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

3.อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return : FIRR)

ประเภทของอัตราผลตอบแทนภายใน

1.อัตราผลตอบแทนภายในทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Internal Rate of Return : ELRR) เป็นผลตอบแทนที่แท้จริงต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม คำนึงถึงต้นทุนและผลได้ของทุกคนในระบบเศรษฐกิจมูลค่าของเงินลงทุน และอัตราค่าพลังงาน จะคำนวณจากข้อมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งก็คือราคาตลาดไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม หักด้วยภาษีนำเข้า ไม่คิดอัตราดอกเบี้ยและอัตราเงินเฟ้อ ทั้งนี้เนื่องจากเงินภาษีและดอกเบี้ยเป็นเพียงเงินที่ถ่ายเทจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยไม่มีการใช้ทรัพยากรใดๆ จึงไม่จัดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

2. อัตราผลตอบแทนภายในทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return : FIRR) เป็นผลตอบแทนต่อผู้ลงทุนโครงการโดยตรง โดยมูลค่าของเงินลงทุน อัตราค่าพลังงานจะคิดจากมูลค่าที่ผู้ลงทุนจ่ายจริง และจะคำนึงถึงอัตราดอกเบี้ย ภาษีต่างๆ ที่จ่ายออกไปทั้งหมด

3. ในที่นี้ IRR จะหมายถึง FIRR เนื่องจากเป็นผลตอบแทนต่อผู้ลงทุนโดยตรงส่วนการวิเคราะห์ EIRR นั้นใช้หลักการเดียวกัน เพียงแต่ต้องใช้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการคำนวณ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิใช้สำหรับตัดสินใจเลือกโครงการที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุดในขณะที่อัตราผลตอบแทน (IRR) บอกให้ทราบผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน

อัตราผลตอบแทนภายใน คือ อัตราลดค่าที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์

IRR คือ i ที่ทำให้ NPV=0

โครงการที่มีค่า IRR มากกว่าค่า i ที่กำหนดจะคุ้มค่าต่อการทุน ส่วนต่างก็คือกำไรจากการลงทุนโครงการ

ภาคผนวก ข

วิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน

ผลจากการสำรวจ

จากการสำรวจข้อมูลพบว่าอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมได้มีการขออนุญาตก่อสร้างก่อนพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประกาศใช้วันที่ (12 ธันวาคม 2538) อาคารคณะเกษตรฯ จึงเป็นอาคารเก่า

จากการถ่ายเทความร้อนวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯมีค่าการถ่ายเทความร้อนดังนี้

อาคาร	ประเภทกรอบอาคาร	OTTV (W/m^2)	RTTV (W/m^2)	ค่ามาตรฐานสำหรับอาคารเก่า (W/m^2)	ผลการประเมิน
อาคารสำนักงานเลขานุการ	หลังคา	-	21.6	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	81.57	-	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
อาคารเรียนรวม	หลังคา	-	12.8	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	57.69	-	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร	หลังคา	-	12.8	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	72.35	-	55	ไม่ผ่านเกณฑ์
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	หลังคา	-	21.6	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	49.44	-	55	ผ่านเกณฑ์

จากการตรวจวัดค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคารกลุ่มอาคารคณะเกษตรฯ พบว่ามีค่า OTTV เกินเกณฑ์มาตรฐานของการถ่ายเทความร้อนกรอบอาคาร และค่า RTTV มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา ดังนั้น จึงมีการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

อาคาร	ประเภทกรอบอาคาร	OTTV (W/m^2)	RTTV (W/m^2)	ค่ามาตรฐานสำหรับอาคารเก่า (W/m^2)	ผลการประเมิน
อาคารสำนักงานเลขานุการ	หลังคา	-	21.6	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	50.53	-	55	ผ่านเกณฑ์
อาคารเรียนรวม	หลังคา	-	12.8	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	43.32	-	55	ผ่านเกณฑ์
อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร	หลังคา	-	12.8	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	43.75	-	55	ผ่านเกณฑ์
อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร	หลังคา	-	21.6	25	ผ่านเกณฑ์
	ผนังอาคาร	49.44	-	55	ผ่านเกณฑ์

เมื่อทำการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารพบว่าค่า OTTV และค่า RTTV มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติอาคารเก่า

ข้อเสนอแนะ

ค่าการถ่านเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV)

อาคารรสำนักงานห้องสมุดต้องดำเนินการปรับปรุงของกรอบอาคารเพื่อให้ค่า OTTV ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การปรับปรุงค่า OTTV ให้ลดลงเป็นการลดปริมาณความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคารส่งผลให้ภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศลดลง ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศจะลดลง

การวิเคราะห์ OTTV ของอาคารพบว่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงควรปรับปรุงในส่วนการลดปริมาณการแผ่รังสีความร้อน และนำความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารที่ผ่านมาในผนังโปร่งแสงของอาคารส่วนใหญ่ เป็นกระจกโดยสามารถเปลี่ยนเป็นกระจกสีชา หรือโดยการติดตั้งฟิล์มกันความร้อนที่กระจกของอาคารจะมีผลให้ค่า OTTV ลดลง

การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังหลังคา (RTTV)

อาคารสำนักงานห้องสมุดไม่ต้องดำเนินการปรับปรุงของหลังคาเพื่อให้ค่า RTTV ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปรับปรุงค่า RTTV ให้ลดปริมาณความร้อนจากภายนอกที่เข้าสู่ตัวอาคารส่งผลให้ภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศลดลง ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศจะลดลง

การป้องกันความร้อนเข้าสู่หลังคาที่เหมาะสมทำได้โดยตัดแต่งพื้นที่ใต้หลังคา และส่วนภายในอาคารที่ต้องการให้มีความร้อนแพร่ผ่านเข้ามาน้อยที่สุดโดยการใช้ฉนวนหรือการระบายความร้อนภายใต้หลังคา แต่วิธีดังกล่าวยังมีข้อติดขัดอยู่ที่ความสามารถในการระบายความร้อนออกจากพื้นที่ด้วยการไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ เนื่องจากการแตกต่างของอุณหภูมิที่ต้องการภายในอาคารและอุณหภูมิใต้หลังคาที่มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นความเร็วลมที่ใช้สำหรับการระบายจึงมีค่าสูงมากกว่าที่ใช้การระบายตามธรรมชาติ จึงไม่เพียงพอที่จะป้องกันความร้อนจากหลังคา จึงจำเป็นต้องใช้ฉนวนเข้ามาป้องกันความร้อนจากพื้นที่ใต้หลังคาเพิ่ม

มาตรการที่ 1 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารสำนักงานเลขาที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

อาคารสำนักงานเลขา ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 81.57 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 50.52 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง $= (OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง}) (A) (2.845 \times 10^{-4})$

$= (81.57 - 50.52)(376.68)(2.845 \times 10^{-4})$

= 3.32 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$= (\text{Load } A/C_{ลดลง}) (hr_{เฉลี่ย}/D) (D/Y) (kW_{เฉลี่ย}/TON) (\%\ Operation) (\%\ Compressor)$

$= (3.32) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)$

= 9,387.1 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (9,387.1) X (3.72) บาท/ปี

= 34,920 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปีราคาตารางฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 4,054.68 ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 385,194 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	385,194	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	11	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-210,594	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	-21.66	%

มาตรการที่ 2 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารเรียนรวมที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก

อาคารเรียนรวม ทิศตะวันตก

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 57.69 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 43.32 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง = $(OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง})$ (A) (2.845×10^{-4})

= (57.69 – 43.32)(363.42)(2.845×10^{-4})

= 1.48 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (Load $A/C_{ลดลง}$) ($hr_{เฉลี่ย}/D$) (D/Y) ($kW_{เฉลี่ย}$/TON) (% Operation) (% Compressor)

= (1.48) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)

= 4,184.61 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (4,184.61) X (3.72) บาท/ปี

=15,566.75 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปีราคาตารางฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 3,911ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 371,545 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	371,545	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	23	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	-293,710	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	-36.54	%

มาตรการที่ 3 มาตรการติดฟิล์มกรองแสงกรอบอาคารอุตสาหกรรมการเกษตรที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันตก, ตะวันออก และใต้

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงรุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้มการลด การลดความร้อนจากแสงแดดมีค่า 79 % แสงส่องผ่านมีค่า 15% การส่องผ่าน UV มีค่า 1% ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่า 0.24 การสะท้อนแสงมีค่า 60% ค่าส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์มีค่า 12% ราคาพร้อมติดตั้งตารางฟุตละ 95 บาท ติดตั้งบริเวณที่เป็นพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และทิศใต้

OTTV ก่อนการปรับปรุง = 72.35 W/m^2

OTTV หลังการปรับปรุง = 43.75 W/m^2

ภาระที่เครื่องปรับอากาศลดลง = $(OTTV_{ก่อน} - OTTV_{หลัง})$ (A) (2.845×10^{-4})

= (72.35 – 43.75)(213.24)(2.845×10^{-4})

= 1.735 TON

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (Load $A/C_{ลดลง}$) ($hr_{เฉลี่ย}/D$) (D/Y) ($kW_{เฉลี่ย}$/TON) (% Operation) (% Compressor)

= (1.735) (8.5) (280) (1.65) (0.9) (0.8)

= 4,905.8 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (4,905.8) X (3.72) บาท/ปี

= 18,250 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งฟิล์มกรองแสง Laminar รุ่น XR20SISRCD/PS สีเงินเข้ม อายุการใช้งาน 10 ปีราคาตารางฟุตละ 95 บาทพร้อมติดตั้งพื้นที่กระจก 2,295.4 ตารางฟุต คิดเป็นเงิน 218,063 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	218,063	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	11	ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	- 126,813	บาท
อัตราตอบแทนภายใน	- 23.43	%

ภาคผนวก ค

มาตรการที่ 4: การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 1 ปีต่อครั้งสำหรับเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่าเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งานจำนวน 145 เครื่อง มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 845,412.7 kW-hr/ปี และหลังจากการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอพบว่าจะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ 7.7 %

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 845,412.7 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = (845,412.7) X (1 - 0.077)

= 780,315.92 kW-hr/ปี

ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 845,412.7 - 780,315.92

= 65,096.78 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (65,096.78) X (3.72)

= 242,160.02 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีค่าเท่ากับ 300 บาทต่อเครื่อง และมีการรักษาบำรุงทุกๆ 1 ปีต่อครั้ง ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จำนวน 145 เครื่อง

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	43,500	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	0.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	198,660	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	456.68	%

มาตรการที่ 5: มาตรการการย้ายคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอาคารสำนักงานเลขา

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่าเครื่องปรับอากาศ มีจำนวน 22 เครื่อง มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 174,930 kW-hr/ปี และหลังจากการย้ายพื้นที่การวางคอยล์ร้อนพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 1.5 % ทุกๆ 0.5 ^{o}C ที่ลดลง

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 174,930 kW-hr/ ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 96,211.5 kW-hr/ ปี

ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด = 174,930 - 96,211.5

= 78,718.5 kW-hr/ ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (78,718.5) X (3.72)

= 292,832.82 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการย้ายคอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คิดตามขนาด Btu และความยาวท่อ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จำนวน 22 เครื่อง

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	61,900	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	0.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	296,007	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	373.07	%

มาตรการที่ 6 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 4 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 29,258.13 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 29,258.13 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 11,622.33 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 29,258.13 – 11,622.33

= 17,635.8 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (17,635.8) X (3.72)

= 65,605.18 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 110,502 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	110,502	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	1.68	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	217,524	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	52.07	%

มาตรการที่ 7 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารเรียนรวม ห้อง 2109, 2306, 2308, 2314, 2410

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 5 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 158,174.8 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 158,174.8 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 104,220.2 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 158,174.8 – 104,220.2

= 53,954.6 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (53,954.6) X (3.72)

= 200,711.12 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 364,847 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	364,847	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	1.82	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	638,709	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	47	%

มาตรการที่ 8 : มาตรการการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่อาคารสำนักงานเลขา ห้อง 1101/3, 1106, 1107/1, 1210, 1225, และ 1228

จากการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานพบว่ามีเครื่องปรับอากาศ 6 เครื่อง ที่มีสมรรถนะการทำความเย็น (Chiller performance : Chp) เกิน 2 kW/TON มีอัตราการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 75,336.92 kW-hr/ปี และหลังจากการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่

พิจารณาประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 75,336.92 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 42,373.9 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 75,336.92 – 42,373.9

= 32,963.02 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= (32,963.02) X (3.72)

= 122,622.44 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้ง 6 เครื่อง มีค่าเท่ากับ 266,701 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	266,701	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	2.18	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	346,409	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	36.15	%

ภาคผนวก ง

มาตรการ ที่ 9 มาตรการลดจำนวนหลอดไฟ 1หลอดต่อ 1 โคมที่ ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

พื้นที่การใช้งาน : อาคารเรียนรวม

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของหลอด) X (จำนวนหลอด)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 33,694.08 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 16,847.04 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 33,694.08 – 16,847.04

= 16,847.04 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (16,847.04) X (3.72)

= 62,670.98 บาท/ปี

ไม่มีการลงทุนลงมือทำได้ผลกำไรทันที

มาตรการที่ 10 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟในห้อง 1102,1103,1104,1105,1107,1108,1109 อาคารสำนักงานเลขา

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารสำนักงานเลขา

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 171 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี

x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 29,953.73 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 23,962.99 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 29,953.73 – 23,962.99

= 5,990.74 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (5,990.74) X (3.72)

= 22,285.57 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 171 ตัว เป็นเงิน 12,825 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	12,825	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	76319	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.52	%

มาตรการที่ 11 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟในห้อง 2101, 2201, 2203, 2208, 2218, 2221, 2317, 2403, 2406, 2408, 2410, 2412, 2413 อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 303 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี

x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 53,075.90kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 42,460.72kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 53,075.90– 42,460.72

= 10,615.18 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (10,615.18) X (3.72)

= 39,488.47 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 303 ตัว เป็นเงิน 22,725 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	22,725	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.57	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	135,227	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.51	%

มาตรการที่ 12 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคมไฟอาคารวิทยาศาสตร์การเกษตรห้อง 3101

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารวิทยาศาสตร์การเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 18 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 3,135.02 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 2,504.42 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 3,135.02 – 2504.42

= 630.60 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (630.60) X (3.72)

= 2,345.83 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 18 ตัว เป็นเงิน 1,350 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	1,350	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	8030	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.45	%

มาตรการที่ 13 มาตรการติดตั้งสวิทช์กระตุกกับโคม อาคารอุตสาหกรรมการเกษตรห้อง 4201, 4301, 4302, 4303

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : สวิทช์กระตุกจำนวน 60 ตัว

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = จำนวนหลอด x จำนวนวัตต์ x ชั่วโมงการทำงานต่อปี x %การกระตุก

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 10,528.08 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 8,426.06 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 10,528.08 – 8,426.06

= 2,102.02 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (2,102.02) X (3.72)

= 7,819.51 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสวิตช์กระตุกรวมราคาค่าติดตั้งราคาตัวละ 75 บาท จำนวน 60 ตัว เป็นเงิน 4,500 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	4,500	บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	0.58	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	16776	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	170.51	%

มาตรการที่ 14 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารเรียนรวม

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารเรียนรวม

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 109 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 16,847.04 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 15,089.09 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 16,847.04 – 15,089.09

= 1,757.95 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (1,757.95) X (3.72)

= 6,539.57 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 109 ตัวคิดเป็นเงิน 21,800 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	21,800	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	17434	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	19.89	%

มาตรการที่ 15 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 1 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 32 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่งโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 2,472.96 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 1,956.87 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 2,472.96 – 1,956.87

= 516.09 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (516.09) X (3.72)

= 1,919.85 บาท/ปี

การลงทุน

ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 32 ตัว คิดเป็นเงิน 6,400 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	6,400	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	5,120	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

มาตรการที่ 16 มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss ที่ไฟทางเดินชั้น 2 อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

สถานที่ทำการปรับปรุง : อาคารอุตสาหกรรมการเกษตร

จำนวนอุปกรณ์ที่ทำการปรับปรุง : บัลลาสต์แกนเหล็กชนิด Low Loss 8 ตัว

พลังงานไฟฟ้า = (พลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์) X (จำนวนบัลลาสต์)

X (ชั่วโมงการทำงาน) X (วันทำงานต่อปี) X (%การทำงาน)

พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง = 1,296.96 kW-hr/ปี

พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง = 1,140.85 kW-hr/ปี

และ

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 1,296.96 – 1,140.85

= 156.11 kW-hr/ปี

คิดเป็นค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ

= (156.11) X (3.72)

= 580.7292 บาท/ปี

การลงทุน

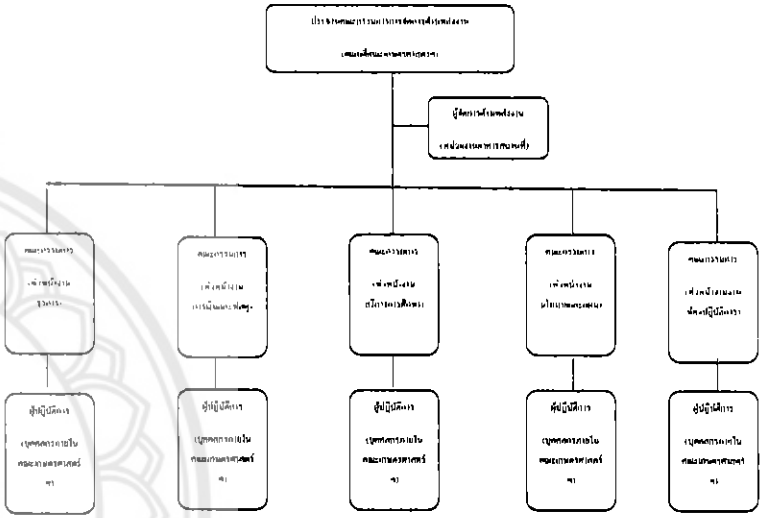
ค่าใช้จ่ายการติดตั้งบัลลาสต์ Low Loss ตัวละ 200 บาท ติดตั้งที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม จำนวน 8 ตัว

คิดเป็นเงิน 1,600 บาท

รวมเป็นเงินลงทุนทั้งสิ้น	1,600	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.33	ปี
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,280	บาท
อัตราผลตอบแทนภายใน	19.91	%

ภาคผนวก ข

แผนผังโครงสร้างหน่วยการจัดด้านพลังงาน



ภาคผนวก ฉ

ตำแหน่ง	หน้าที่ความรับผิดชอบ
ประธานคณะกรรมการด้านการจัดการพลังงาน (คณบดีคณะเกษตรฯ)	- กำหนดนโยบาย วิสัยทัศน์ทิศทางการดำเนินงานทางด้านพลังงาน - กำหนดเป้าหมายและมาตรการหลักการขององค์กร - ทบทวนและดูแลให้มีการปรับปรุงและระบบจัดการพลังงานอย่างสม่ำเสมอ - กำหนดวาระประชุมอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
ผู้จัดการพลังงาน (หน่วยอาคารสถานที่)	- ให้คำปรึกษาทางด้านพลังงานแก่คณะผู้บริหารและเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้แก่คณะผู้บริหาร - รายงานต่อคณะผู้บริหารถึงสภาพความเป็นจริงของระบบผลปฏิบัติตามระบบการจัดการพลังงานต่อผู้บริหารระดับสูงเพื่อนำไปใช้ในการทบทวนการจัดการและเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงระบบการจัดการพลังงาน - ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการด้านพลังงานและกระตุ้นจิตใต้สำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานกับพนักงานทั้งองค์กร - ดูแลระบบการจัดการพลังงานที่จัดทำขึ้นให้มีการนำไปใช้และดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนด - ตรวจสอบระบบการจัดการพลังงาน
คณะกรรมการบริหารด้านพลังงาน หัวหน้างานธุรการ หัวหน้างานการเงินและพัสดุ	- ทบทวนผลการดำเนินการด้านพลังงานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง - ทบทวนความเหมาะสมของเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานเป็นครั้งคราว - กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบด้านพลังงานให้แก่ทีมงาน
หัวหน้างานนโยบายและแผน	ระดับปฏิบัติการ

	- ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้พนักงานในฝ่ายทราบ - วิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมของพนักงานในฝ่าย
หัวหน้างานห้องปฏิบัติการ	- ประเมินผลข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือรายงานของทีมงานระดับปฏิบัติการ - ควบคุมดูแลการจัดซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นำมาใช้งานภายในสำนักหอสมุดโดยเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ที่ประสิทธิภาพสูง - ดำเนินการประชุมตามวาระ
หัวหน้างานนโยบายและแผน	- ประสานงานระหว่างผู้จัดการพลังงานกับคณะกรรมการและผู้ปิบัติการ - จดบันทึกวาระการประชุม - ประเมินผลการประชุม
หัวหน้างานบริการสาระสนเทศ	- จัดทำใบความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน - จัดทำป้ายเกี่ยวกับการลดใช้พลังงาน - มีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอย่างน้อยปีละ 3 ครั้ง
ปฏิบัติการทีมงาน 1. ปฏิบัติการทีงานธุรการ 2. ปฏิบัติทีมงานการเงินและพัสดุ 3. ปฏิบัติทีมงานนโยบายและแผน 4. ปฏิบัติทีมงานบริการการศึกษา 5. ปฏิบัติทีมงานห้องปฏิบัติการ	- ควรตรวจสอบอุปกรณ์ชำรุดและแจ้งให้ฝ่ายซ่อมบำรุงแก้ไขปรับปรุง - เสนอข้อคิดเห็นหรือปัญหาในการอนุรักษ์พลังงาน - ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้พนักงานในฝ่ายทราบ
หัวหน้างานนโยบายและแผน	- การร่างโต้ตอบจดหมาย หนังสือราชการ การพิมพ์หนังสือราชการอื่นๆ - การให้บริการติดต่อ โทรศัพท์ โทรสาร - อำนวยประสานงานที่เกี่ยวข้องกับสำนักงานเลขานุการ