



การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง

จังหวัดราชบุรี



นายสันติภาพ ก้วพรหม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

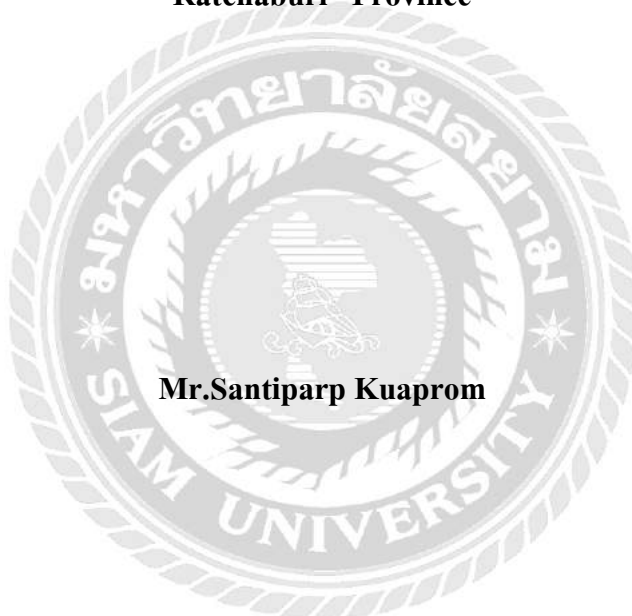
พุทธศักราช 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



Study of Electrical Energy Saving for Muban Chombueng Rajabhat University,

Ratchaburi Province



Mr.Santiparp Kuaprom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Engineering Management

Graduate School

Siam University

2019



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

(สาขาวิชา)

(คณะ)

เรื่อง การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
จังหวัดราชบุรี

Study of Electrical Energy Saving for Muban Chombueng Rajabhat University
Ratchaburi Province

ผู้แต่ง นายสันติภาพ ก้วพรหม

Mr. Santiparp Kuaprom

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ.....เมื่อวันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 62

(ศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชูติมา)

อาจารย์ที่ปรึกษาที่หลัก.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย วิจิรวนิช)

อาจารย์ที่ปรึกษาที่ร่วม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ โสตรโษม)

กรรมการ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุทธชัย บรรเทึงจิตร)

กรรมการ.....

(รองศาสตราจารย์ ศันสนีย์ สุภาภา)

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุทธชัย บรรเทึงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตรฯ

วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง
จังหวัดราชบุรี
โดย : นายสันติภาพ ก้าวพรหม
ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา :
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม :
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ไสตรโยม)
30 / พ.ค. / 62

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า และนำเสนอมาตรการเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคารควบคุม สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ซึ่งเป็นอาคารควบคุมภาครัฐตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 โดยใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ อาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ทั้งหมด 46 อาคาร โดยเลือกอาคารจำนวน 5 อาคาร ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า

ผลการวิจัยพบว่า 1) มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้ามาตลอด แต่แนวโน้มค่าพลังงานไฟฟ้ายังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคารกลุ่มตัวอย่าง พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่ที่ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง สาเหตุหลักคืออุปกรณ์ไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี มีประสิทธิภาพต่ำ และขาดการบำรุงรักษา 2) การศึกษามาตรการต่างๆ เพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าพบว่า มาตรการที่เหมาะสมเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 จำนวน 7 มาตรการ แบ่งเป็น มาตรการด้านระบบแสงสว่าง 3 มาตรการ และมาตรการด้านระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน 4 มาตรการ โดยมีอาคารกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 อาคาร 3) ผลการศึกษาพบว่าทั้ง 7

มาตรการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับไม่ได้นำมาใช้ โดยมาตรการด้านระบบแสงสว่าง ที่ประหยัดพลังงานได้มากที่สุดคือการเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 25.4 W/ชุด คิดเป็นร้อยละ 58.39 ของหลอดชนิดเดิม แต่มีการลงทุนและระยะเวลาคืนทุนที่สูง คือ 2.17 ปี ส่วนมาตรการด้านระบบปรับอากาศที่ประหยัดพลังงานได้สูงสุดคือ มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 12.49 ของการไม่ใช้มาตรการ ซึ่งประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทันทีเมื่อดำเนินมาตรการ ส่วนมาตรการที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้น้อยที่สุดคือบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 7.78 จากการไม่บำรุงรักษา

คำสำคัญ: ระบบแสงสว่าง, ระบบปรับอากาศ, การอนุรักษ์พลังงาน

Abstract

Title : Study of Electrical Energy Saving for Muban Chombueng Rajabhat University,
Ratchaburi Province

By : Mr. Santiparp Kuaprom.

Degree : Master of Engineering

Major Field : Engineering Management

Thesis Advisor:

(Asso. Prof. Dr. Vanchai Rijiravanich)

.....
Arthit Sode-Yome

(Asst. Prof. Dr. Arthit Sode-Yome)

.....
30 / 05 / 19

The purposes of the research were to analyze the electricity power usage and to propose measures to save electricity costs for government controled building, according to the Energy Conservation Promotion Act BE 2535 of Muban Chombueng Rajabhat University, Ratchaburi Province. The buildings located in the university were used to collect research data comprising of 46 buildings. Fire (5) buildings, were used as the sample for this work. The tools used in the research were survey questionnaires and recording of electrical energy usage Kilowatt-hour Meter, Electric power voltage and electric current meter.

The research findings showed that: 1) the university had taken many steps to reduce the use of electricity, but the trend of electrical energy costs has increased continuously. From analyzing electrical energy consumption data of the sample buildings, the proportion of electrical energy usage was mainly in air conditioning and lighting systems. The most common causes of wasteful electrical charge were the old electrical equipment that had been used for over 10 years, with low efficiency and lacked of maintenance;

2) After various measures to save electricity costs were examined, there were seven practical measures implemented to save electricity costs more than 5%, which consisted of 3 measures of lighting systems and 4 measures of separate air conditioning systems. After all measures were taken to experiment with the 5 sample buildings, every measure saved electrical energy more than 5%, compared to not being applied. In regards to lighting system measures, the most energy-saving was switching to use the energy-saving LED lamps. Each set of LED lamps saved electrical energy of 25.4 Watt, representing 58.39% savings from the original type of lamps. In addition, this category has high investment and payback period of 2.17 years. According to the air conditioning system measures, the highest energy-saving category was reducing air conditioning usage by at least 1 hour/day. This measure can save electricity costs by 12.49% compared with non-use guidelines and can save energy costs immediately when implemented. However, the category that saved minimum energy costs was maintenance of a split-type air conditioner, which can save electricity costs, down by 7.78 percent compared with non-maintenance.

Keyword: Lighting system, Air-conditioning system, Energy Conservation

Approved by
.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ โสตรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทึงจิตร ผู้อำนวยการหลักสูตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง อาจารย์ ปุณยิศา กีนดี รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน คุณพงศ์รัช นาคตระกูล ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามทั้งในการศึกษา การทำงานวิจัยและการให้ความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงสุดมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทางคณะผู้บริหาร อาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ได้มอบความช่วยเหลือ สนับสนุนข้อมูลและอนุมัติการดำเนินงานวิจัย รวมถึงยังเป็นที่ปรึกษาในปัญหาต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและสามารถนำผลของงานวิจัยนี้ไปใช้งานได้จริง

สันติภาพ ก้วพรหม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูป	ณ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ขั้นตอนการศึกษา.....	5
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 สมมติฐาน.....	6
1.7 นิยามศัพท์.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ข้อมูลทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี	7
2.2 ความหมายของพลังงาน การวิเคราะห์การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน	9
2.2.1 ความหมายของพลังงาน	10
2.2.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน.....	10
2.2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง	10
2.2.3.1 การเลือกหลอดไฟฟ้า.....	11
2.2.3.2 ชนิดของหลอดไฟฟ้า.....	11
2.2.3.3 บัลลาสต์.....	20

สารบัญ

2.2.3.4	โคมไฟส่องสว่างสว่าง.....	22
2.2.3.5	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง.....	23
2.2.4	การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ.....	26
2.2.4.1	ชนิดของเครื่องทำความเย็น	27
2.2.4.2	หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศและทำความเย็น	27
2.2.4.3	วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	28
2.2.4.4	สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น	29
2.2.4.5	ประสิทธิภาพด้านพลังงาน	30
2.2.4.6	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	31
2.2.4.7	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ.....	34
2.3	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	39
3.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล	39
3.2	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	46
3.3	การออกแบบการศึกษา	48
3.4	การวิเคราะห์ข้อมูล	48
3.5	การกำหนดมาตรการ	48
3.6	การดำเนินมาตรการ	49
บทที่ 4	ผลการศึกษา.....	50
4.1	ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์	51
4.2	ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W.....	54
4.3	ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED	55
4.4	ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด.....	57

สารบัญ

4.5	มาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า	62
4.5.1	อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	63
4.5.2	อาคารอาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์)	70
4.5.3	อาคารอาคาร 12 (วิทยบริการ)	75
4.5.4	อาคารอาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)	79
4.5.5	อาคารอาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	84
บทที่ 5	สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	95
5.1	สรุปผลการศึกษา	95
5.2	อภิปรายผล	96
5.3	ข้อเสนอแนะ	97
บรรณานุกรม		98
ภาคผนวก		100
ประวัติผู้จัดทำ		133

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	ผังแนวไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าภายนอกอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	8
รูปที่ 2.2	หลอดไส้ หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์	12
รูปที่ 2.3	หลอดทั้งสแตน ฮาโลเจน	13
รูปที่ 2.4	หลอดฟลูออเรสเซนต์	14
รูปที่ 2.5	วงจรหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์	15
รูปที่ 2.6	หลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5	16
รูปที่ 2.7	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	18
รูปที่ 2.8	หลอด LED	19
รูปที่ 2.9	บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา	20
รูปที่ 2.10	บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบประสิทธิภาพสูง	21
รูปที่ 2.11	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	21
รูปที่ 2.12	ความดัน-เอนทัลปี ของวัฏจักรการอัดไอหนึ่งขั้นตอน	28
รูปที่ 2.13	วัฏจักรการทำความเย็นโดยการอัดไอ	29
รูปที่ 2.14	ฉลากระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	30
รูปที่ 2.15	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	33
รูปที่ 3.1	ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกแยะระบบ ปี 2559	43
รูปที่ 3.2	ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกแยะระบบ ปี 2560	44
รูปที่ 3.3	ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกแยะระบบ ปี 2559 และปี 2560	44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	รายละเอียดการติดตั้งหม้อแปลงภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	8
ตารางที่ 2.2	ข้อดี-ข้อเสียของหลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์	13
ตารางที่ 2.3	ข้อดี-ข้อเสียของหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์	15
ตารางที่ 2.4	ความยาวหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 กับ T8 และ T12.....	17
ตารางที่ 2.5	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ชนิดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา บัลลาสต์โลว์ลอสต์ และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	22
ตารางที่ 3.1	ข้อมูลประชากรที่ทำการศึกษา (อาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง).....	40
ตารางที่ 3.2	แสดงรายละเอียดสถานที่ติดตั้งหม้อแปลงภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.....	42
ตารางที่ 3.3	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2559 และปี 2560	43
ตารางที่ 3.4	ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบปี 2559.....	44
ตารางที่ 3.5	ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบปี 2560.....	46
ตารางที่ 3.6	กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา (อาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง)	47
ตารางที่ 3.7	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลาสต์แกนเหล็กและระบบปรับอากาศ แบบแยกส่วน	47
ตารางที่ 4.1	ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา 1 ตัว/โคม.....	52
ตารางที่ 4.2	ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว/โคม	52
ตารางที่ 4.3	เปรียบเทียบค่าการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งาน หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W	53
ตารางที่ 4.4	ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W	54
ตารางที่ 4.5	ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งานหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	55
ตารางที่ 4.6	ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งานหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ชนิด LED T8 20W	56
ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด	58
ตารางที่ 4.9 จำนวนพลังงานที่ประหยัดได้ วิธีดำเนินการ และจำนวนเงินลงทุน	89
ตารางที่ 4.10 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามมาตรการ	90
ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนเงินลงทุนตามมาตรการ	91
ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวนพลังงาน จำนวนเงินที่ประหยัดได้ จำนวนเงินลงทุน และระยะเวลาคืนทุน	92



บทที่ 1

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันทั้งในเรื่องส่วนตัว การทำงานหรือการพักผ่อนหย่อนใจ ยังมีสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับชีวิตมากเท่าไร พลังงานไฟฟ้าก็จะถูกนำมาใช้มากขึ้นเท่านั้น จะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราได้บริโภคกันอยู่ขณะนี้ล้วนได้รับมาจากทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น การที่ประชากรมนุษย์ได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากมาขมมหาศาล และมนุษย์นั้นมีความต้องการที่ไม่สิ้นสุด มนุษย์จึงคิดค้น พัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์เอง แต่ภายใต้เงื่อนไขทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงมีความเป็นไปได้ว่าในอนาคตมนุษย์เราอาจไม่เหลือทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้า (หรือน้อยมาก/ไม่นับรวมพลังงานแสงอาทิตย์) และหากโลกมีการใช้พลังงานในระดับที่เป็นอยู่และไม่มี การค้นพบเพิ่มเติมแล้วคาดว่าโลกจะมีแหล่งสำรองน้ำมันใช้ไปได้อีกประมาณ 42 ปี ก๊าซธรรมชาติประมาณ 64 ปี และถ่านหินประมาณ 220 ปี (นับตั้งแต่ปี 2540) การขยายตัวอย่างรวดเร็วทางภาคเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรม รวมทั้งการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการพลังงานภายในประเทศสูงขึ้นโดยตลอดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอัตราการใช้พลังงานในประเทศไทยเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 13 ต่อปี และมีแนวโน้มว่าจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปในอัตราสูงขึ้น

ด้วยเหตุที่ความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประกอบกับแหล่งพลังงานภายในประเทศมีจำกัด จึงจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าเป็นจำนวนมากทำให้สัดส่วนการพึ่งพาจากต่างประเทศสูงกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานทั่วทั้งประเทศคิดเป็นเงินตราต่างประเทศที่สูงเสียไปกว่าปีละ 155,000 ล้านบาท นอกจากนั้นการสำรวจ และพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ ในประเทศไม่เพียงแต่จะใช้เงินลงทุนสูงมากเท่านั้น แต่ยังทำให้เราต้องสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าจำนวนมากอันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอีกด้วย เพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและประหยัดจากการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ ทุกภาคส่วนประเทศจำเป็นต้องร่วมมือร่วมใจในการประหยัดการใช้จ่ายด้านพลังงานด้วยกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยการให้ความสนใจต่อกิจกรรมการใช้พลังงานต่าง ๆ ให้เกิดความสูญเปล่าน้อยที่สุด ซึ่งต้องให้ถือเป็นหน้าที่หลักของส่วนราชการและภาคเอกชนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเรียนรู้ประสบการณ์และมาตรการในการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานร่วมกัน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินธุรกิจทุกประเภท และราคาพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันก็เพิ่มสูงขึ้นมาก โดยจะมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นต่อไป ในปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ และมีการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว รัฐบาลต้องนำเข้าเชื้อเพลิงมาผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือต้องลงทุนในการสร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นมา เพื่อรองรับความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ.2555 ภาพรวมความต้องการไฟฟ้าในระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต(กฟผ.) อยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างมากจากปีก่อน ทั้งในด้านของพลังงานไฟฟ้าสุทธิและพลังงานไฟฟ้าสูงสุดสุทธิ ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 9.05 และ 9.29 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย,2555) กระทรวงพลังงานได้มีแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554-2573) โดยมีเป้าหมายที่จะลดการใช้พลังงาน (energy intensity) ลงร้อยละ 25 ในปี พ.ศ.2573 เทียบกับปี พ.ศ.2548 ซึ่งภาคการผลิตไฟฟ้ายังมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดของประเทศ คือร้อยละ 41 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนทั้งหมด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,2557) รัฐบาลจึงมีนโยบายเพื่อควบคุมการใช้พลังงาน โดยจัดให้มีพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งอาครควบคุมภาครัฐ โดยมหาวิทยาลัยของรัฐจึงเป็นอีกกลุ่มที่ต้องมีการดำเนินการมาตรการการอนุรักษ์พลังงานตาม “พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535” ซึ่งผ่านการพิจารณาจากสภานิติบัญญัติแห่งชาติและได้มีพระบรมราชโองการฯ ให้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2535 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2535

เนื่องจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 มีบทบัญญัติบางประการไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ฝ่ายนิติบัญญัติจึงเห็นสมควรแก้ไขเพิ่มเติมบทบัญญัติดังกล่าวเพื่อให้สามารถกำกับและส่งเสริมการใช้พลังงานการอนุรักษ์พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีโดยสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางการอนุรักษ์พลังงานได้ มีการกำหนดมาตรการด้านประสิทธิภาพของการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ การดำเนินการของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน การมอบหมายให้บุคคลหรือนิติบุคคลตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงาน การใช้พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และคุณภาพวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแทนพนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม จึงได้ตรา “พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550)” ขึ้นใช้บังคับ เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2550 และให้มีผลใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนด 180 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา ซึ่งมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2551 เป็นต้นไปโดยมีกลุ่มเป้าหมายคือโรงงานและอาคารควบคุมที่มีการใช้พลังงานมากกว่า 20 ล้านเมกะจูล ขึ้นไป หรือติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป หรือมีขนาดหม้อแปลงรวมกัน

ตั้งแต่ 1,175 kVA ขึ้นไป มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี เป็นอีกองค์กรหนึ่ง ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติฯ ดังกล่าว อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงานและสถานศึกษา จะใช้พลังงานระบบปรับอากาศร้อยละ 69 และระบบแสงสว่างร้อยละ 15 (อุไรวรรณ พูลสิน, 2545) ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานควรจะมุ่งเน้นไปที่ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง (ซัชชัย จันทะสีลา, 2549)

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง เป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่เลขที่ 46 หมู่ 3 ต.จอมบึง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 310 ไร่ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2497 มีชื่อว่า “วิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง” ซึ่งได้ต้นแบบมาจาก Village Institute ของประเทศตุรกี โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการในขณะนั้น โดยในช่วงแรกได้รับนักศึกษาจากทั่วประเทศ โดยการรับนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ในชนบทจากทั่วประเทศที่มีผลการเรียนดี มาเป็นนักเรียนทุน เข้าเรียนในหลักสูตร 5 ปี โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาการช่างและการเกษตร เมื่อจบการศึกษาจะได้รับคุณวุฒิประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) และไปบรรจุเป็นครูสอนในท้องถิ่นของตนเอง ต่อมาได้รับการปรับเปลี่ยนฐานะเป็นวิทยาลัยครู ซึ่งมีทั้งหมด 36 แห่งทั่วประเทศ และต่อมาได้ยกฐานะขึ้นเป็นสถาบันอุดมศึกษา ตามพระราชบัญญัติวิทยาลัยครู พ.ศ.2518 ต่อมาในปี พ.ศ.2535 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนาม “สถาบันราชภัฏ” แทน “วิทยาลัยครู” เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2535 และมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติสถาบันราชภัฏ เมื่อ พ.ศ.2538 โดยยกฐานะวิทยาลัยครูทุกแห่ง เป็นสถาบันราชภัฏ วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จึงเปลี่ยนฐานะเป็นสถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ตาม พ.ร.บ.สถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2538

ในปี พ.ศ.2547 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.2547 เป็นผลให้สถาบันราชภัฏทุกแห่งทั่วประเทศเปลี่ยนสถานภาพเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีสถานภาพเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นนิติบุคคล สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จึงเปลี่ยนสถานภาพเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง โดยมีผลบังคับใช้ตามพระราชบัญญัตินั้น เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ.2547 เป็นต้นมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง เป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ตามโครงการส่งเสริมและกำกับดูแลอาคารควบคุมภาครัฐ TSIC : ID 93150-0063 จัดอยู่ในกลุ่มอาคารควบคุมกลุ่มที่ 2 : คืออาคารควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไป หรืออาคารควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น ๆ โดยมีปริมาณ

พลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ประเภทอาคาร สถานศึกษา มีจำนวนอาคารทั้งหมด 46 อาคาร หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า 940 000100 หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า 23055298 จำนวนหม้อแปลงไฟฟ้า 14 ชุด รวม 7,235 kVA พลังงานไฟฟ้ารวมในปี พ.ศ.2555 จำนวน 2,564,528.65 kWh ปี พ.ศ.2556 จำนวน 2,655,532.15 kWh ปี พ.ศ.2557 จำนวน 2,762,499.50 kWh และในปี พ.ศ.2558 จำนวน 3,064,364.64 kWh โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2556 ร้อยละ 3.43 ในปี พ.ศ.2557 ร้อยละ 3.87 และในปี พ.ศ.2558 ร้อยละ 9.85 เฉลี่ย 3 ปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.72 ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ แยกเป็นระบบแสงสว่างประมาณร้อยละ 12 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนประมาณร้อยละ 75 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ประมาณร้อยละ 9 และระบบอื่นๆ ประมาณร้อยละ 4

จากการทบทวนสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาดังกล่าวพบว่า มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการตามโครงการส่งเสริมและกำกับดูแลอาคารควบคุมภาครัฐ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้ามาตลอด แต่แนวโน้มค่าพลังงานไฟฟ้ายังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสำรวจและศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า กำหนดมาตรการในการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี และนำเสนอแนวทางในการวิเคราะห์และจัดการให้เกิดการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุม ประเภทสถานศึกษา ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ผลการศึกษาแสดงความจำเป็นในการวางแผนการดำเนินงานในการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแสดงแนวทางการดำเนินงานและผลการประหยัดได้จริงเชิงประจักษ์ เป็นประโยชน์ในการเป็นตัวอย่างให้แก่องค์กรอื่น ๆ ในการประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษามีดังนี้

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารควบคุม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
2. เพื่อนำเสนอมาตรการเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุม ในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ซึ่งเป็นอาคารควบคุมภาครัฐ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

1.3 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยการสำรวจข้อมูลอาคารต่าง ๆ
2. การคัดเลือกสถานที่ในการศึกษา
3. การออกแบบการศึกษาวิจัย
4. การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและวิเคราะห์ข้อมูล
5. การกำหนดมาตรการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า
6. การดำเนินมาตรการและนำเสนอผลการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตการศึกษามีดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อาคารควบคุมในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี
2. ติดตามผลการดำเนินการจัดการการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร หลังจากการกำหนดมาตรการเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษามีดังนี้

1. ทราบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยและอาคารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย
2. การพัฒนาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุม สามารถนำไปใช้ในอาคารควบคุมอื่นๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม
3. บุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ได้รับความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งจะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และทำให้เกิดการจัดการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยฯ

1.6 สมมติฐาน

สมมติฐานของการวิจัยมีดังนี้

1. อาคารควบคุมสามารถกำหนดมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 5%
2. การให้หน่วยงานราชการดำเนินมาตรการลดใช้พลังงานลงให้ได้อย่างน้อย 10%

1.7 นิยามศัพท์

นิยามศัพท์ที่มีสรุปดังนี้

1. อาคารควบคุม หมายถึง อาคารที่มีลักษณะเป็นอาคารหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวกัน อาคารควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรืออาคารควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น ๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550
2. พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่นำไปใช้ในเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ ชั่วโมง หรือ หน่วย หรือ ยูนิด
3. มาตรการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การกำหนดข้อปฏิบัติเพื่อให้บุคลากรกระทำกับอุปกรณ์ และเครื่องจักรเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งการณรงค์ให้ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการศึกษาแนวทางวิเคราะห์การการประหยัพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ศึกษาตามเอกสารผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี
2. ความหมายของพลังงาน การวิเคราะห์การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

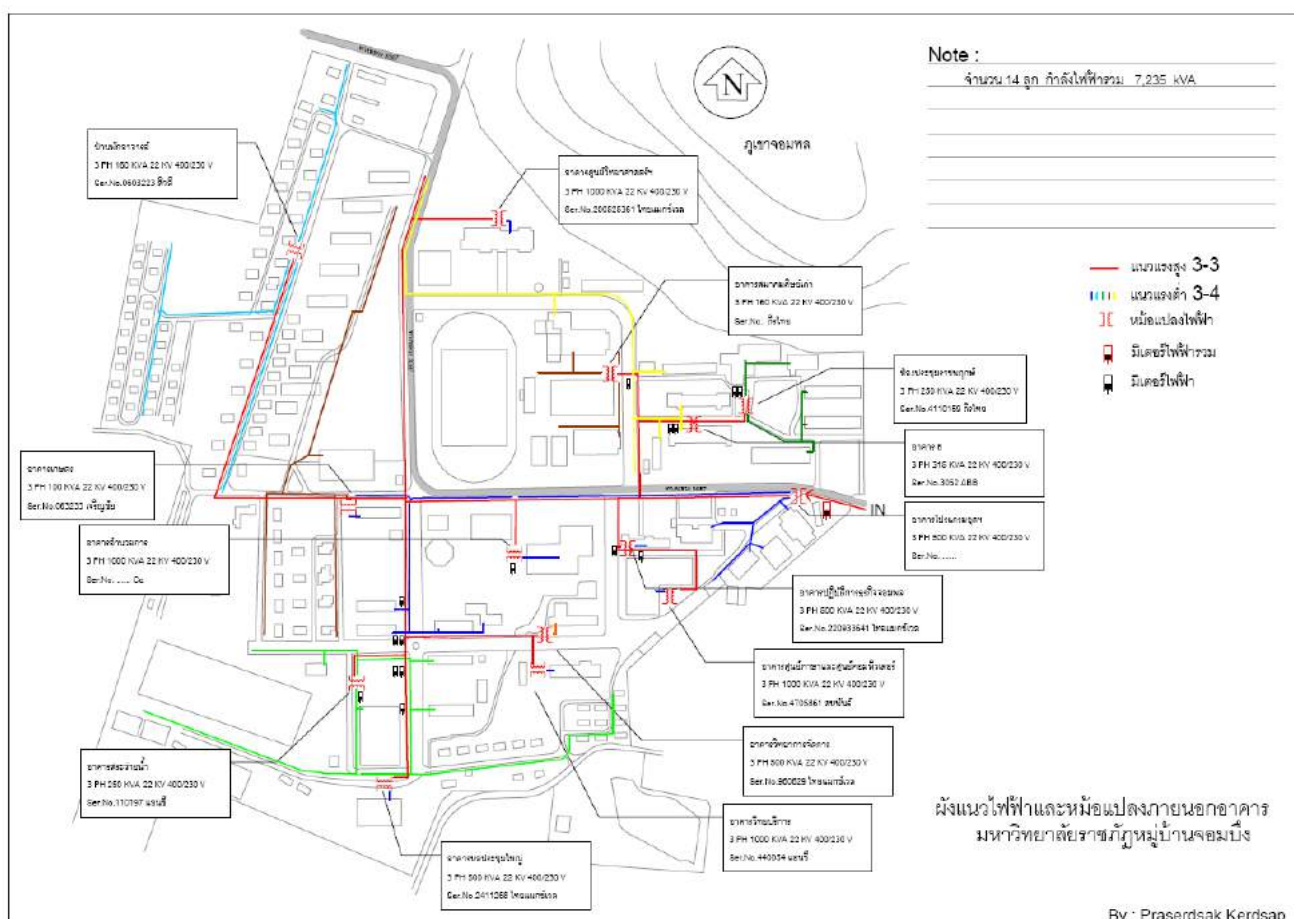
2.1 ข้อมูลทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี เป็นสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่เลขที่ 46 หมู่ 3 ตำบลจอมบึง อำเภอจอมบึง จ.ราชบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 310 ไร่ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2497 ในชื่อว่า "วิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง" ต่อมาได้รับการยกฐานะเป็นวิทยาลัยครู สถาบันราชภัฏ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง เป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ตามโครงการส่งเสริมและกำกับดูแลอาคารควบคุมภาครัฐ TSIC : ID 93150-0063 จัดอยู่ในกลุ่มอาคารควบคุมกลุ่มที่ 2 : คืออาคารควบคุมที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าหรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยสามสิบกิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไปหรืออาคารควบคุมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น ๆ โดยมีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ประเภทอาคาร : สถานศึกษา จำนวนอาคารทั้งหมด 46 อาคาร ชื่อผู้ใช้งานไฟฟ้า : มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง , การไฟฟ้าที่สังกัด : กฟอ.จอมบึง , บัญชีผู้ใช้ไฟ : 020003808699 , หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า : 940 000100 , หมายเลขเครื่องวัดไฟฟ้า : 23055298 จัดอยู่ในประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 4.2.2 (แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์) วิธีคิดเงิน : TOU ที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) ประเภทธุรกิจ : 93150 : มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาที่คล้ายคลึงกัน , ขนาดของกิจการ : กิจการขนาดใหญ่ , CT/VT : 200/5 A. , 22000/110 V. จำนวนหม้อแปลงไฟฟ้า 14 ชุด รวม 7,235 kVA โดยมีรายละเอียดการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้างดงตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการติดตั้งหม้อแปลงภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ลำดับที่	การติดตั้งหม้อแปลง	
	ขนาด (KVA)	จำนวน(เครื่อง)
1	100	1
2	160	2
3	250	2
4	315	1
5	500	4
6	1,000	4
รวม	7,235	14



รูปที่ 2.1 ผังแนวไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้าภายนอกอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง เปิดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 คณะ 1 วิทยาลัย คือ

1. คณะครุศาสตร์
2. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
4. คณะวิทยาการจัดการ
5. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
6. วิทยาลัยมวยไทยศึกษาและการแพทย์แผนไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง มีอาคารที่เปิดใช้งานจำนวนทั้งสิ้น 46 อาคาร มีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งสิ้น 86,767 ตารางเมตร แบ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 33,969 ตารางเมตร และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 52,798 ตารางเมตร

จำนวนบุคลากรรวม 547 คน แบ่งเป็น ข้าราชการสายวิชาการ 89 คน ข้าราชการสายสนับสนุน 12 คน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ 117 คน พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน 115 คน พนักงานราชการ 25 คน อาจารย์พิเศษ 46 คน ลูกจ้างประจำ 19 คน ลูกจ้างชั่วคราวรายเดือน 47 คน ลูกจ้างชั่วคราวรายวัน 12 คน และลูกจ้างชั่วคราวรายวัน 65 คน

2.2 ความหมายของพลังงาน การวิเคราะห์การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

2.2.1 ความหมายของพลังงาน (วิรพล จิระประดิษฐกุล, 2543)

พลังงานไม่ใช่แค่น้ำมัน และในเวลาเดียวกันน้ำมันก็ไม่ใช่พลังงานเพียงรูปแบบเดียว พลังงานเป็นคำไทยที่ผสมกันขึ้นมาจากคำ 2 คำคือพลังและงาน หมายถึงพลังงานต่างๆ ที่นำมาใช้ให้เกิดเป็นงาน ดังนั้นพลังงานจึงไม่ใช่เพียงแค่น้ำมันที่ใช้เติมให้รถวิ่งได้ แต่หมายถึงพลังงานหลายอย่างเช่น ไฟฟ้า น้ำมัน ถ่าน ฟืน และยักรวมไปถึงสิ่งอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานได้อีก เช่น ลม หรือแสงอาทิตย์

พลังงานเป็นกุญแจไขไปสู่การมีอาหารยังชีพ ความสะดวกสบายและการปรับปรุงคุณภาพชีวิต การใช้ประโยชน์จากพลังงานขึ้นอยู่กับปัจจัยสองประการ คือ การมีแหล่งพลังงานและการมีเทคนิคที่จะเปลี่ยนแปลงพลังงานธรรมชาติให้กลายเป็นพลังงานที่เป็นประโยชน์โดยตรงต่อมนุษย์ สำหรับแหล่งพลังงานนั้นมนุษย์ในปัจจุบันรู้ว่ามิได้อยู่ที่ไหนและมากน้อยเพียงไร กระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงให้กลายเป็นความร้อนเป็นที่รู้จักกันมานานเครื่องจักรกลที่ใช้เปลี่ยนพลังงานให้เป็นการใช้ประโยชน์ได้นั้น เท่ากับว่ามนุษย์ใช้พลังงานจากสองแหล่งพร้อมกัน และในปัจจุบันการนำพลังงานมาใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม เพื่อการผลิตและบริการ มีหลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนเชื้อเพลิงต่างๆ ให้เป็นพลังงานความร้อน การขับเคลื่อน เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งนับว่าเป็นพลังงานที่สะดวกในการไปใช้งานมากที่สุด

2.2.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน (วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, 2527)

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานเป็นการศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงาน เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพและแนวทางการประหยัดพลังงาน วิธีการตรวจควรทำอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานนี้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานจากข้อมูลในอดีต เป็นการรวบรวมและการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในปีก่อน ๆ ที่ทางโรงงานจดบันทึกไว้ เพื่อให้ทราบปริมาณการใช้พลังงานทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่ายพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้ ตัวแปรของการใช้พลังงานในแต่ละช่วง

2) การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยเข้าสำรวจในโรงงาน ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังโรงงานเพื่อให้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของโรงงาน กระบวนการผลิต และอุปกรณ์ต่าง ๆ พิจารณابริเวณที่มีการใช้พลังงานสูงสุด ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบง่าย ๆ และบริเวณที่เกี่ยวข้องและขั้นตอนการเข้าสำรวจในโรงงาน เพื่อหาสาเหตุการสูญเสียพลังงาน ทำการสำรวจระบบการใช้พลังงานทุกระบบ ทั้งในช่วงทำการผลิต และช่วงหยุดการผลิต รวมทั้งการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบสภาพการใช้พลังงานของโรงงานนั้น

3) การตรวจสอบและการวิเคราะห์ การใช้พลังงานอย่างละเอียด ผลของการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานข้างต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบการใช้พลังงาน ทราบว่าต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยการทำสมดุลพลังงาน เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญ และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งต้องมีการลงทุนที่เหมาะสมมีความเป็นไปได้สูง การวิเคราะห์แนวทางการประหยัดพลังงานโดยการคำนวณผลการคืนทุน จากการลงทุนในมาตรการ การประหยัดพลังงานต่าง ๆ ที่กำหนด

2.2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง (ศิริพรรณ และ พิชัย, 2548)

แสงสว่างทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ ถ้าไม่มีแสงสว่างก็ไม่สามารถทำงานได้ และแสงสว่างยังมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของสายตา อารมณ์ และความรู้สึกของเราด้วย การออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการมองเห็นได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง สบายตา และช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ ยิ่งกว่านั้นการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ตรงกับงานแต่ละประเภท การติดตั้งหลอดไฟฟ้า และใช้ระบบควบคุมการทำงานที่เหมาะสม รวมไปถึงการดูแลรักษาความสะอาดของหลอดไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของอาคารโดยทั่วไปมักมีสัดส่วนเพียงส่วนน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มักจะให้ความสำคัญกับเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ แต่จะมองข้ามความสำคัญ

ของการติดตั้งใช้งานระบบแสงสว่างอย่างเพียงพอ เพราะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองและเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ทั้งที่จริงแล้วการให้แสงสว่างอย่างเหมาะสมในอาคาร มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานนอกจากนี้ยังมีผลต่อขวัญและกำลังใจของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งสามารถลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยจากการทำงานอีกด้วย

ระบบแสงสว่างจะใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.2.3.1 การเลือกหลอดไฟฟ้า

ขั้นตอนการเลือกหลอดไฟฟ้ามี่ดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพของแสงพิจารณาที่ค่าลูเมนต่อวัตต์ ถ้ายิ่งมากยิ่งดีและมีประสิทธิภาพสูง (ลูเมน คือปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอดแสงสว่าง ส่วนวัตต์ คือ พลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกำเนิดแสง) โดยหลอดไส้มีค่า 8 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดแสงจันทร์ 26-58 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 30-83 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดเมทัลฮาไลด์ 67-448 ลูเมนต่อวัตต์ และหลอดโซเดียมความดันสูง 74-132 ลูเมนต่อวัตต์
- 2) อายุการใช้งาน หลอดแสงสว่างราคาถูกอายุจะสั้น จึงต้องเปลี่ยนบ่อย ๆ ซึ่งอาจจะเสียค่าใช้จ่ายแพงกว่าหลอดแสงสว่างราคาแพงแต่อายุการใช้งานนานกว่า เช่น หลอดไส้ราคาถูกกว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า เป็นต้น
- 3) สีของแสงที่มาจากหลอดแสงสว่างต้องเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เช่น สีคลุไวท์ ให้แสงสว่างก่อนไปทางสีขาว หรือเคย์ไลท์ ให้แสงสว่างสีขาวเหมาะสมกับห้องทำงาน ห้องเรียน ชูเปอร์มาเก็ตในห้างสรรพสินค้า ส่วนสีวอร์มไวท์ ให้แสงสว่างก่อนไปทางสีส้ม เหมาะสำหรับห้องนอน ห้องจัดเลี้ยง ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ส่วนการเลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูงของอาคารพาณิชย์ ควรเลือกใช้หลอดไฟตามประเภทของอาคาร เช่น สำนักงานและโรงงานก็ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ร่วมกับโคมไฟที่มีการสะท้อนแสงได้ดี ตามโรงแรมควรเลือกใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งถูกนำมาใช้แทนหลอดไส้ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากเนื่องจากค่าไฟลดลงและอายุการใช้งานนานกว่า 8 เท่า ส่วนตามห้างสรรพสินค้าและร้านขายเสื้อผ้า มักใช้ทักสแตนฮาโลเจนซึ่งมีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูง ซึ่งเหมาะกับงานแสดงสินค้าร่วมกับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเหมาะกับบริเวณทั่วไป

2.2.3.2 ชนิดของหลอดไฟฟ้า

ชนิดต่าง ๆ ของหลอดไฟฟ้ที่นิยมใช้ในอาคาร มีดังนี้

1) หลอดไส้ หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์ เป็นหลอดไฟที่ใช้กันในยุคแรก ๆ บางทีเรียกกันว่าหลอดดวงเทียน เพราะมีแสงแดง ๆ เหมือนแสงเทียน มีทั้งชนิดแก้วใสและแก้วฝ้า กำเนิดแสงจากความร้อน โดยการให้กระแสไหลผ่านไส้หลอดทั้งสแตนที่ม้วนเป็นรูปคอยล์จนมีอุณหภูมิสูง จะเกิดความร้อนยิ่งความร้อนมากขึ้นเท่าใด แสงสว่างที่เปล่งออกมาจากไส้หลอดก็จะมากขึ้นเท่านั้น ภายในหลอดจะเป็นสุญญากาศ หรือบรรจุก๊าซเฉื่อย ได้แก่ ก๊าซอาร์กอนและไนโตรเจน เพื่อลดการระเหยของไส้หลอด ตัวหลอดที่ใช้ในปัจจุบันนี้ได้รับการพัฒนาจากหลอดแก้วใส ทำให้ผิวเป็นฝ้าโดยการเคลือบสารซิลิกาสีขาว เพื่อทำหน้าที่กระจายแสงทำให้หลอดแก้วดูสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิว หลอดชนิดนี้มีดัชนีความถูกต้องของสีสูงถึง 100% ราคาถูก ติดตั้งง่าย ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิด สามารถติดอุปกรณ์เพื่อปรับหรือหรี่แสงได้แต่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนมากกว่าร้อยละ 90 จึงไม่ประหยัดพลังงาน แต่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทที่ต้องการหรี่แสง เช่น ห้องจัดเลี้ยงตามโรงแรม เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 ข้อดี-ข้อเสียของหลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์

ข้อดี	ข้อเสีย
• ราคาหลอดต่ำที่สุด แต่มีค่าเสื่อมสูง • ค่าดัชนีเทียบสีสูงที่สุด ($Ra = 100$) • ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิดใช้งาน • ไม่ต้องใช้บาลาสต์ • หรี่แสงได้ง่าย โดยปรับลดแรงดันไฟฟ้าขาเข้า • มีขนาดและรูปทรงให้เลือกได้มาก • มีขนาดเล็ก เบา ติดตั้ง และควบคุมทิศทางแสงได้ง่าย • กลมกลืนกับโคมไฟได้ดี และมีประกายสวยงาม	• ประสิทธิภาพแสงต่ำ ที่สุด เพียง 8-14 lm/W. • พลังงานที่สูงเกินไปก่อให้เกิดความร้อนสูงกว่า 90% • อายุใช้งานสั้นที่สุด คือ 1,000 ชั่วโมง • ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าเร็วมากเมื่อเทียบกับหลอดประเภทอื่น ๆ • เลือกอุณหภูมิสีไม่ได้ และมีค่าต่ำประมาณ 2,700 K • มีเฉพาะหลอดขนาดกำลังวัตต์ต่ำ



รูปที่ 2.2 หลอดไส้ หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์

2) หลอดทั้งสแตน ฮาโลเจน เป็นหลอดที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อนโดยการให้กระแสไหลผ่านไส้หลอดที่ทำด้วยทั้งสแตนจนร้อน แล้วเปล่งแสงออกมา เช่นเดียวกับหลอด อินแคนเดสเซนต์ ต่างกันตรงที่มีการบรรจุสารตระกูลฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอรีน โบรมีนและฟลูออรีน ลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ สารที่เติมเข้าไปนี้จะป้องกันการระเหิดตัวของไส้หลอด ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3,000-3,400 องศาเซลวิน ช่วยให้หลอดมีอายุยาวนานขึ้นกว่าหลอด อินแคนเดสเซนต์ ราว 2-3 เท่า คือ 1,500-3,000 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอด incandescent คือประมาณ 12 - 22 lm/w และสีของลำแสงขาวกว่าคือมีอุณหภูมิสีประมาณ 2,800 องศาเซลวิน ทำให้มีค่าดัชนีความถูกต้องของสีสูงถึง 100% ปกติหลอดจะมีลักษณะยาวตรง แต่ก็มีรูปทรงอย่างอื่นเพื่อให้เหมาะกับลักษณะงานที่ต่างกัน เช่นหลอดที่ใช้ใน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ หรือเครื่องฉายสไลด์เป็นต้น



รูปที่ 2.3 หลอดทั้งสแตน ฮาโลเจน

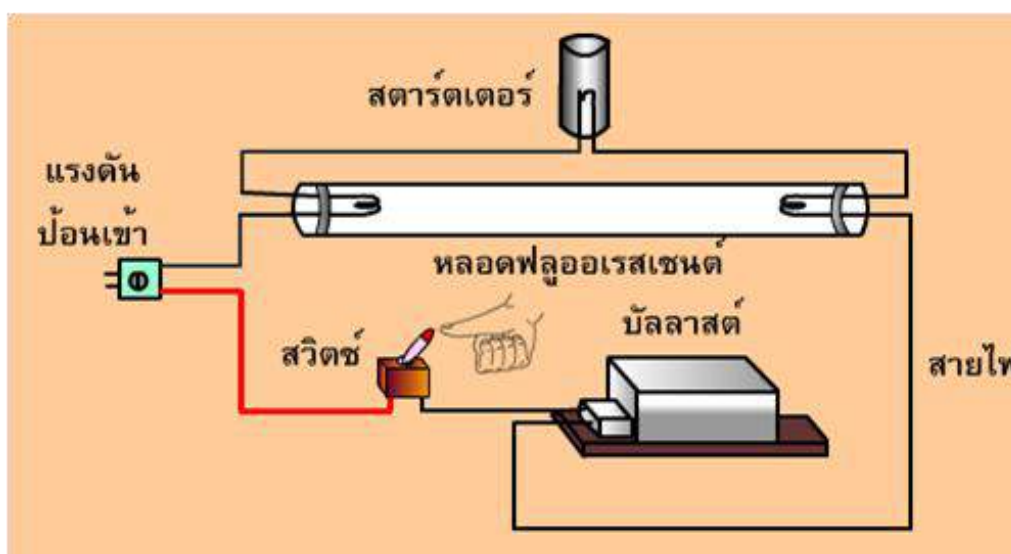
3) หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือบางที่เรียกกันว่า หลอดนีออนเป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้กันมากที่สุดตามอาคารบ้านเรือน เป็นหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพแสงและอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ มีคุณสมบัติเด่นจะมีสีของแสงที่เหมาะสมกับระดับความสว่างในการทำงาน คือ หลอดยูทิลไวท์ ซึ่งมีระดับแสงสว่างที่ต้องการในพื้นที่สำนักงานตลประมาณ 500 ลักซ์ นอกจากนี้สีของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ยังมีให้เลือกหลายโทนสีตั้งแต่วอร์มไวท์ จนถึงเดย์ไลท์ จะมีโครงสร้างภายในหลอดที่เหมือนกันจะต่างกันเพียงสารเรืองแสงที่อยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ให้แสงแตกต่างกันเท่านั้น



รูปที่ 2.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด Discharge Lamp ภายในหลอดจะบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยประเภทอาร์กอนและไอปรอทบริเวณหลอดแก้วด้านใน เคลือบด้วยสารเรืองแสงก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดจะแตกตัวเป็นไอออนเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองข้างของหลอดมีค่าสูงพอ ความต้านทานภายในหลอดก็จะต่ำลง ทันทีทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดแก้วไปกระทบไอปรอททำให้ไอปรอทเปล่งรังสี อัลตราไวโอเลตออกมาและจะกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบผิวด้านในของหลอดแก้ว หลอดจึงสว่างขึ้น

โดยปกติวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประกอบด้วยมีบาลาสต์ (ขดลวดพันบนแกนเหล็ก) และสตาร์ทเตอร์ โดยบาลาสต์จะต่ออนุกรมกับหลอดทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ไหลเข้าสู่ขั้วหลอดส่วนสตาร์ทเตอร์จะต่ออนุกรมกับขั้วหลอดทั้งสองข้าง ทำหน้าที่จุดหลอดและถูกตัดออกมาจากวงจรเมื่อหลอดติดแล้ว



รูปที่ 2.5 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (หลอดผอม) มีกำลังส่องสว่างสูงเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา T12 แต่กินไฟน้อยกว่า มีประสิทธิภาพแสงสูงกว่าและมีขนาดเรียวกะทัดรัด สามารถนำไปสวมกับขาหลอดเดิมได้ทันที โดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์หรือสตาร์ทเตอร์ มีการผลิตสารเคลือบเรืองแสง ซึ่งฉาบไว้ด้านในของหลอดแก้วซึ่งได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงสามารถทำให้หลอดมีขนาดเล็กลง ซึ่งความกว้างของหลอดวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 2.6 เซนติเมตร (T8) มีกำลังไฟฟ้า เป็นขนาด 18 วัตต์ มีความยาว 60 เซนติเมตร ปลั๊กการส่องสว่าง 1,030 ลูเมนส์ อายุการใช้งาน 7,500 ชั่วโมงและขนาด 36 วัตต์ ความยาว 120 เซนติเมตร ปลั๊กการส่องสว่าง 2,600 ลูเมนส์ อายุการใช้งาน 7,500 ชั่วโมง หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (หลอดผอม) สามารถใช้แทนหลอดรุ่นเก่า T12 (หลอดอ้วน) ได้ทันที และสามารถประหยัดไฟได้ 10 % และปัจจุบันเพิ่มอายุใช้งานนานถึง 20,000 ชั่วโมง

ตารางที่ 2.3 ข้อดี-ข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อดี	ข้อเสีย
- อายุใช้งานค่อนข้างยาวนาน คือ 10,000-13,000 ชั่วโมง - ค่าดัชนีเทียบสีค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (Ra=63-85) - มีอุณหภูมิสีให้เลือกได้ครบทุกโทนสี - อุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบข้างต่ำที่สุด - เป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบกระจายแสงจึงไม่จ้าแรงแสงตา	- ประสิทธิภาพแสงยังไม่สูง - ใช้เวลา 2-3 วินาทีจึงให้แสงสว่าง และมีการกระพริบ (ยกเว้นชนิดติดเร็วหรือเมื่อใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์) - ต้องใช้บัลลาสต์ (และสตาร์ทเตอร์เมื่อใช้ชนิดอุ่นไส้) - มีแต่หลอดขนาดกำลังต่ำ ต้องติดตั้งจำนวนมาก

4) หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดใหม่ ในปี พ.ศ.2538 ได้มีการแนะนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ รุ่นล่าสุด เรียกกันว่าหลอด TL5 (T5) หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ซูเปอร์ TLD ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 5 หุน (16 มิลลิเมตร) หลอด T5 จึงมีขนาดเล็กกว่าหลอดผอม (T8) ประมาณร้อยละ 40 และเล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (T12) ร้อยละ 60 และมีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงถึง 104 lm/W. ของหลอด TLD และ 68 lm/W. ของหลอดอ้วน โดยหลอด TL5 นี้ ออกแบบมาให้ใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น โดยหลอด T5 เริ่มต้นในปี พ.ศ.2550 โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ได้เริ่มโครงการผลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หลอดผอมใหม่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพหลอดผอมให้ประหยัดไฟได้มากขึ้น หลอดผอมใหม่เบอร์ 5 ขนาด 28 วัตต์ เมื่อนำมาใช้แทนหลอดผอมเดิมซึ่งมีขนาด 36 วัตต์ จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากกว่า หลอดผอมเดิมถึงร้อยละ 30 ขณะที่ให้แสงสว่างเท่ากัน โดยมีอายุการใช้งานนานถึง 20,000 ชั่วโมง

หลอด T5 เป็นหลอดซึ่งออกแบบมาเพื่อการใช้งานกับระบบความถี่สูง หรือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำให้ การจุดติดหลอดเกิดขึ้นรวดเร็วกว่า และไม่เกิดการกระพริบเหมือนการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเก่า ที่จุดติดด้วยบัลลาสต์แกนเหล็กและสตาร์ทเตอร์ส่งผลให้อายุของหลอดยาวนานขึ้น หลอด T5 มีทั้งแบบธรรมดา (Standard output) กับ แบบความเข้มสูง (High output) จำนวนวัตต์ของหลอด T5 ธรรมดา คือ 14, 21, 28 และ 35 วัตต์ ส่วนแบบความเข้มสูงคือ 24, 39, 54 และ 80 วัตต์ ส่วนมากที่ใช้คือขนาด 14 วัตต์ (1,200 ลูเมน) เป็นหลอดสั้นใช้แทนหลอด T8/18วัตต์ (1,300 ลูเมน) และขนาด 28 วัตต์ (2,700 ลูเมน) เป็นหลอดยาวใช้แทนหลอด T8/36วัตต์ (2,600 ลูเมน) หรือแบบ T8/36วัตต์super lumen (3,200 ลูเมน) หลอด T5 และ T5 HO มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 20,000 ชั่วโมง เท่ากับหลอด T8 และ T12 มาตรฐาน



รูปที่ 2.6 หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5

หลอด T5 ไม่สามารถใส่แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาได้ทันที เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางไฟฟ้าทำให้หลอด T5 ไม่สามารถเปลี่ยนใส่แทนหลอด T8 (หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา) ได้ หลอด T5 จะสั้นกว่าหลอด T8 และ T12 หลอด T5 ใช้เบ้าขาคู่ขนาดเล็ก (G5) ส่วนหลอด T8 และ T12 ใช้เบ้าขาคู่ขนาดกลาง (G13) นอกจากนี้หลอด T5 ต้องใช้บัลลาสต์เฉพาะสำหรับหลอด T5 โดยทั่วไปบัลลาสต์สำหรับหลอด T5 ไม่สามารถใช้กับหลอด T8 และ T12 ได้ หลอด T5 ทำงานที่ความถี่ สูงกว่า 20 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยทั่วไปบัลลาสต์หลอด T5 มีขนาดเล็กกว่าบัลลาสต์หลอด T8 ทำให้สามารถใช้กับโคมแบบบางได้ บัลลาสต์หลอด T5 ส่วนใหญ่มี Total harmonic distortion ต่ำกว่าร้อยละ 15 และตัวประกอบกำลังสูงกว่า 0.95 ซึ่งจะช่วยให้อายุการใช้งานของสายไฟฟ้า หม้อแปลง และอุปกรณ์ อื่น ๆ เนื่องจากหลอด T5 มีขนาดเล็ก ทำให้มีอุณหภูมิสูงซึ่งนำไปสู่การแตกตัวของตัวหลอด บัลลาสต์หลอด T5 จึงมีวงจรตัดไฟ เมื่อหลอดหมดอายุการใช้งานหรือทำงานผิดปกติด้วย 57 และสามารถดัดแปลงติดตั้งใช้กับโคมฟลูออเรสเซนต์เดิม ขั้วหลอด G13 ได้

ตารางที่ 2.4 ความยาวหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 กับ T8 และ T12

ขนาดความยาว (ฟุต)	ขนาดความยาวที่วัดได้	
	หลอด T5 (มม.)	หลอด T8 และ T12 (มม.)
2	549	590
3	849	895
4	1,149	1,199

5) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและเพื่อใช้แทนหลอดไส้ที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิมมีขนาดกะทัดรัดและมีกำลังส่องสว่างสูง ใช้หลักการเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพียงแต่เป็นหลอดที่ย่อขนาดลง บาลาสต์และสตาร์ทเตอร์มีขนาดเล็กลง และบรรจุอยู่ในหลอด สามารถเปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ทันที หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างทั่วไปที่ต้องการความสวยงาม มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า หรือ 8,000 ชั่วโมง และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ ประมาณ 4 เท่า



รูปที่ 2.7 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

6) หลอด LED หรือ **Light-emitting Diode** มีลักษณะเป็นหลอดไฟขนาดเล็ก หลักการทำงานจะต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะเพียงจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปเพียงเล็กน้อยก็สามารถเปล่งแสงออกมาได้ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัจจุบันยังทำให้หลอด LED สามารถเปล่งแสงได้หลากหลายสี ไม่ว่าจะเป็นสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน สามารถเลือกนำไปใช้งานได้หลากหลายประเภท เช่น นำไปเป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างนาฬิกาดิจิตอล รีโมทคอนโทรล เครื่องคิดเลข โทรศัพท์ ไฟจราจร หรือแม้แต่ไฟท้ายรถยนต์

สำหรับหลอด LED เพื่อการใช้งานในอาคารอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือหลอด LED ที่ใช้ในงานตกแต่งเพิ่มความสวยงาม และอีกลักษณะคือหลอด LED ที่ใช้กับงานแสงสว่างทั่วไปภายในบ้าน ซึ่งโดยมากมักใช้หลอด LED แสงสีขาวเป็นหลัก

หลอด LED ที่ใช้กับงานแสงสว่างทั่วไปภายในบ้านมีความคุ้มค่าและประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพในการให้พลังงานแสงสว่างในระดับสูงถึง 120 ลูเมน/วัตต์ อีกทั้งยังมีลักษณะของการกระจายแสงที่ส่องเฉพาะจุดด้านหน้า จึงทำให้หลอด LED มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดไฟแบบไส้ สามารถใช้งานได้ยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมง ในขณะที่หลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งาน 10,000-13,000 ชั่วโมง และเพียง 1,000-2,000 ชั่วโมงสำหรับหลอดไฟมีไส้ ในระยะยาวการใช้หลอด LED จึงนับว่าคุ้มค่ามาก และด้วยคุณภาพของวัสดุที่ผลิตจากพลาสติกคงทน จึงทำให้หลอด LED มีคุณสมบัติทนทาน สามารถรองรับการสะท้อนและการใช้งานที่ต้องมีการเปิดปิดบ่อยครั้งได้ และยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากรังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเล็ต สารปรอท และไม่เกิดการกะพริบที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสายตา ที่สำคัญยังมีการปล่อยความร้อนออกมาน้อยมากเมื่อเทียบกับหลอดไฟมีไส้ ที่ปล่อยพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ออกมาถึง 90% ของพลังงานทั้งหมด หลอด LED จึงช่วยให้ประหยัดพลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศ และปลอดภัยต่อการสัมผัสอีกด้วย จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ให้ความคุ้มค่าในระยะยาวนี้ จึงนับเป็นนวัตกรรมทางเลือกที่สามารถตอบโจทย์ความใส่ใจในการลดใช้พลังงานได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.8 หลอด LED

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการเปลี่ยนหลอดไส้มาใช้หลอดประเภทคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก จะสามารถลดค่าภาระความร้อนในบริเวณพื้นที่ที่มีการปรับอากาศลงได้ด้วย

ข้อดีของหลอด LED คือ ประหยัดค่าไฟได้ถึง 75% อายุการใช้งานนานกว่า 50,000 ชั่วโมง ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดภาวะเรือนกระจก ปล่อยความร้อนออกมาน้อยมาก ทำให้อาคารลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในส่วนเครื่องปรับอากาศ ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานได้มากขึ้น สามารถเปิด-ปิด ได้บ่อยครั้ง โดยไม่มีปัญหาขาดหรือเสียหาย เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา ให้แสงสว่างได้ทันทีเมื่อเปิดสวิตช์ มีอายุการใช้งานยาวนาน มากกว่า 50,000 ชั่วโมง หากเปิดใช้งานวันละ 10-12 ชั่วโมง สามารถใช้งานได้นานถึง 11 ปี ให้แสงสว่างโดยปราศจากรังสี UV ซึ่งไม่มีผลทำให้สีของวัตถุ ภาพวาด ภาพเขียน ภาพถ่ายเสื่อมลง หรือทำให้พื้นผิวเสียหายได้ ไม่ต้องใช้บัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ หลอด LED มีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนมากกว่า ไม่เปราะบางเหมือนหลอดหลอดหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ วัสดุทำจากอลูมิเนียม และพีซีอะคริลิก จึงไม่แตกง่าย สามารถให้พลังงานแสงสว่างได้สูงถึง 70 ลูเมน/วัตต์ เมื่อเทียบกับหลอดไฟชนิดอื่น แสงของหลอด LED มีคุณภาพเหนือกว่ามาก (ในอนาคตอันใกล้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงถึง 150 ลูเมน/วัตต์ หรือมากกว่านั้น) หากชำรุด สามารถนำมาซ่อมแซมได้ ช่วยลดภาวะโลกร้อน ไม่เพิ่มอุณหภูมิของโลกให้สูงขึ้น และช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ของโลกให้ลดลง ให้แสงบริสุทธิ์ใส และไม่กระพริบ ดังนั้นแสงที่สบายตา และปลอดภัยกับสุขภาพไม่ใช่เพียงแค่การให้มองเห็นเท่านั้น แต่ยังสามารถลดอาการปวดหัวและลดความเหนื่อยล้าจากการมองเห็นแสงที่กระพริบด้วย ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่บ่อยๆ และติดตั้งง่าย

2.2.3.3 บัลลาสต์

บัลลาสต์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์จ่ายให้เหมาะสมและจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ในตอนเริ่มต้น

1) **บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา** บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นบัลลาสต์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ แกนเหล็กประกอบขึ้นมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกันและพันรอบด้วยขดลวดทองแดงจะต่ออนุกรมกับหลอด เมื่อเริ่มป้อนไฟฟ้าให้กับวงจร ตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กเมื่อผ่านกระแสไฟ แกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัวทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้น เรียกว่า Ballast Losses บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่อยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction (ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5) โดยบัลลาสต์ชนิดนี้จะมีพลังงานสูญเสียประมาณ 10-14 วัตต์การสูญเสียพลังงานอยู่ในช่วง 9-13 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพของวัสดุแกนเหล็ก ขดลวดที่นำมาใช้ และขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้าซึ่งจะทำให้บัลลาสต์มีอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วง 55-70 °C



รูปที่ 2.9 บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา

2) **บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบประสิทธิภาพสูง หรือบัลลาสต์โลว์ลอส (Low Lost Ballast)** เป็นบัลลาสต์ที่พัฒนาโดยใช้แกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดี มีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้เกิดกำลังสูญเสียของขดลวดและกำลังสูญเสียจากการอิ่มตัวของแกนเหล็กน้อยลง ซึ่งการสูญเสียพลังงานโดยรวมจะลดลงเหลือ 5-6 วัตต์ต่อตัวแล้วแต่คุณภาพและขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ส่วนอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 35-50 °C



รูปที่ 2.10 บัลลาสต์ชนิดลดกระแสหลักแบบประสิทธิภาพสูง

3) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใช้คู่กับหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อทดแทนบาลาสต์แบบแกนเหล็กโดยอาศัยหลักการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ในการลดกำลังสูญเสียของบาลาสต์ แต่ยังสามารถที่จะควบคุมกระแสที่ผ่านหลอดและจุดหลอดได้ในตอนเริ่มต้น โดยไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ มีการสูญเสียพลังงานน้อยประมาณ 1-2 วัตต์ สามารถขับเคลื่อนหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตั้งแต่ 1-4 หลอดอย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEC 929 แนะนำให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ไม่ต่ำกว่า 25 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสามารถเปิดติดทันที ไม่กระพริบ ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ทำให้อายุการใช้งานของหลอดแสงสว่างนานขึ้น 2 เท่าของหลอดแสงสว่างที่ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดา นอกจากนี้ยังมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าบัลลาสต์แบบธรรมดา 30-50 % ทั้งนี้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการสูญเสียพลังงานน้อยกว่าการใช้บัลลาสต์แบบลดกระแสหลักธรรมดาที่ต่อกับหลอดไฟ ประมาณ 11 วัตต์ต่อหลอด โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ต่อกับบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กแบบธรรมดา 10 วัตต์ จะใช้พลังงาน 46 วัตต์ หากเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะใช้พลังงานเพียง 35 วัตต์ นอกจากนี้ยังประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ เพราะมีความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่างเกิดขึ้นน้อยอีกด้วย ทั้งนี้ การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ทั้ง 3 ชนิด แสดงดังตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.11 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของบัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา
บัลลาสต์โลว์ลอสต์ และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

หลอดไฟที่ใช้	บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา	บัลลาสต์โลว์ลอสต์	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W
Lamp Consumption	36 W	36 W	32 W
Ballast Loss	10 W	6 W	4 W
System consumption	46 W	42 W	36 W
Comparison Index	100 %	91 %	78 %

ที่มา : เกษร เพ็ชรราช (2539). การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

2.2.3.4 โคมไฟส่องสว่าง (Luminaires)

โคมไฟนอกจากทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น บาลาสต์แล้ว ยังมีหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายใด ๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัจจุบันมีผู้ผลิตโคมไฟแบบต่าง ๆ มากมายวัสดุที่ใช้ทำโคมไฟเพื่อกรองแสงไม่ให้จ้าเกินไปก็มีหลายชนิด ในการเลือกใช้งานโคมไฟ จึงไม่ควรเลือกโดยคำนึงถึงแต่ความสวยงามเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติเฉพาะอื่น ๆ นอกจากพิจารณาถึงการให้แสงสว่างที่เพียงพอแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันแสงจ้า ความปลอดภัย รวมถึงความยากง่ายในการซ่อมบำรุงด้วย

ประเภทของโคมส่องสว่างที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังนี้

1. **โคมดาวน์ไลท์** ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฮาโลเจน และหลอด CFL ส่วนมากติดตั้งไว้ที่ฝ้าเพดานเพื่อความสวยงาม
2. **โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์** มีทั้งโคมเปลือยและโคมแบบมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสะท้อนแสง
3. **โคมไฟส่องอาคาร** มักใช้กับหลอด HID ชนิด Double Ended ใช้สำหรับส่องภายนอกอาคาร

โคมไฟที่ใช้กันแพร่หลายในอาคาร ได้แก่ โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งได้มีการพัฒนาให้ผิวด้านในมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงจากหลอดไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างให้มากขึ้น เรียกว่าโคมประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะไม่ดูดกลืนและกักแสงไว้แต่จะช่วยสะท้อนความสว่างให้กลับลงมายังพื้นที่ใช้งานได้เกือบเท่าตัว ทำให้ลดจำนวนหลอดแสงสว่างลงได้ในขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่น จากเดิมใช้หลอดไฟฟ้า 4 หลอดต่อโคม จะสามารถลดลงเหลือ 2 หลอดต่อโคม โดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมายังใกล้เคียงกับของเดิม นอกจากนี้สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพโคมเก่าที่ติดตั้งอยู่แล้ว โดยใช้แผ่นอลูมิเนียมสะท้อนแสงสามารถลดปริมาณหลอดไฟฟ้าจาก 4 หลอดเหลือ 2 หลอด หรือจาก 2 หลอด เป็น 1 หลอดได้ ขณะที่ความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและต้นทุนต่ำกว่าเปลี่ยนทั้งโคม แต่ต้องระมัดระวังเรื่องวัสดุที่ใช้แผ่นสะท้อนแสงที่ใช้ในการปรับปรุงโคมไฟฟ้าเดิมหรือในโคมประสิทธิภาพสูง ต้องมีการขึ้นรูปที่เหมาะสม เนื่องจากมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งกับประสิทธิภาพของโคม บางครั้งแผ่นสะท้อนแสงที่พับขึ้นรูปไม่ดี อาจทำให้มุมการสะท้อนแสงมีโฟกัสไปที่หลอด ซึ่งทำให้อุณหภูมิของหลอดเพิ่มขึ้น อายุการใช้งานหลอดลดลง และให้แสงแยกว่าโคมที่ไม่มีแผ่นสะท้อนแสงก็ได้ มีโคมไฟฟ้าบางประเภทใช้งานได้ดีและอายุการใช้งานอาจจะสั้นจึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้งาน

2.2.3.5 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง มีแนวทางการดำเนินการดังนี้

1. การออกแบบอาคารให้ได้รับแสงสว่างจากแสงธรรมชาติ
2. การเลือกวิธีให้แสงสว่างที่ตรงกับความต้องการ
3. การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม
4. การเดินสายไฟและการเปิด-ปิดสวิตช์ต้องเป็นวิธีที่สะดวก
5. การจัดสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสม
6. การควบคุมการทำงานและการซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสม

1) การออกแบบอาคารให้ได้รับแสงสว่างจากแสงธรรมชาติ

ก่อนการออกแบบระบบแสงสว่างต้องทราบถึงช่วงเวลาการใช้งานสำหรับอาคารที่ใช้งานเฉพาะเวลากลางวัน สามารถออกแบบให้ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ได้เต็มที่ และอาคารที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง การออกแบบระบบแสงสว่างต้องมีหลอดไฟฟ้าไว้ในเวลากลางคืนได้อย่างเต็มที่ โดยปกติการออกแบบระบบแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ควรเป็นแบบอ้อม (Indirect Lighting) ซึ่งจะช่วยลดความร้อนภายในห้อง

2) การเลือกวิธีให้แสงสว่างที่ตรงกับความต้องการ (ศิริพรรณ และ พิชัย, 2548)

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง มีวิธีให้แสงสว่างในอาคารจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะของงานที่ทำ เช่น อาคารโดยทั่วไปมีวิธีการให้แสงสว่าง 2 แบบคือ

1. วิธีให้แสงสว่างแบบเท่ากันตลอด หรือแบบทั่วไป (General Lighting)
2. วิธีให้แสงสว่างแบบเฉพาะตำแหน่ง หรือขึ้นอยู่กับงาน (Task-ambient Lighting)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการให้แสงสว่างทั้ง 2 วิธี ได้แก่ปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- ระดับความสว่างที่ต้องการ
- ระดับการใช้สายตา
- ความสะดวกในการซ่อมบำรุง
- ความสะดวกในการติดตั้ง
- ความสบายตาและปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ
- ความสว่างที่บริเวณต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันมากกว่า 10 เท่าตัว

ในการประหยัดพลังงานนั้นควรใช้วิธีการให้แสงสว่างทั้ง 2 วิธีร่วมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากันในการให้ความสว่างที่สูงกว่า และสภาพแวดล้อมที่ดีกว่าได้

3) การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม

การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม มีอยู่ 2 แนวทางการพิจารณา ดังนี้

1. การเลือกหลอดไฟฟ้า จำเป็นต้องเลือกหลอดที่ให้ความสว่างเหมาะสมกับงานและสภาพที่ใช้ และการจัดให้ช่วงเวลาการเปิดไฟสั้นลง ก็สามารถลดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ลงได้ สำหรับอาคารที่มีเพดานสูงจะใช้หลอดแสงจันทร์หรือหลอดโซเดียมความดันไอสูง นอกจากนั้นการใช้หลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) สูงติดตั้งที่ตำแหน่งที่จำเป็นและเปิดในเวลาที่เป็นที่จำเป็นเท่านั้นก็จะช่วยในการประหยัดพลังงานอีกเช่นกัน

2. การเลือกชนิดของหลอดต้องคำนึงถึงสีของแสง (Light Color) และฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดด้วย การเลือกอย่างเหมาะสมจะทำให้ได้แสงสว่างมากขึ้น เช่น ถ้าหากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ติดตั้งอยู่เป็นแบบ Day light แล้วเปลี่ยนมาเป็นแบบ White light สามารถเพิ่มความสว่างได้ 30% ถ้าใช้เฉพาะตำแหน่งควรใช้โคมชนิดที่มีการสะท้อนแสงจะทำให้แสงสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 70%

3. การเลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงมีเกณฑ์ดังนี้

- การเลือกโคมที่มีประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมกับงานเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยประหยัดพลังงานได้มาก
- การเลือกใช้บาลาสต์ที่มีค่าสูญเสียต่ำ โดยพิจารณาจากสภาพการใช้งานให้เหมาะสมประเภทบาลาสต์ที่จะใช้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยประหยัดพลังงานได้มาก

4) การเดินสายไฟและการเปิด-ปิดสวิตช์ต้องเป็นวิธีที่สะดวก

การเดินสายไฟและการเปิด-ปิดสวิตช์ต้องเป็นวิธีที่สะดวก มีแนวทางการดำเนินการดังนี้

1. การเปิด - ปิดสวิตช์ ทำได้ 2 วิธี คือ

- การปิดทั้งหมด ในเวลาหยุดพักเที่ยงหรือหยุดพักการทำงานทั้งหมดในอาคารให้ทำการปิดไฟทั้งหมดโดยปิดที่ตู้จ่ายไฟหลักหรือปิดสวิตช์ที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด
- การปิดไฟบางส่วน ในกรณีต่อไปนี้นำให้ปิดไฟสถานที่หรือที่ปฏิบัติงานแต่ละแห่งบริเวณที่แสงธรรมชาติเข้าถึงได้ เช่น บริเวณริมหน้าต่าง เป็นต้น
- การปิดบริเวณที่จะไม่ใช้ในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น ไฟส่องสว่างเฉพาะตำแหน่งที่ปฏิบัติงาน เป็นต้น

2. การเดินสาย ในการออกแบบการเดินสายเพื่อให้ได้ผลในการประหยัดพลังงานนั้นควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- บริเวณที่สามารถใช้แสงธรรมชาติ ให้ติดตั้งสวิตช์ที่สามารถเปิด/ปิดแบบง่าย ๆ ใช้งานได้สะดวก เช่น แยกสายและสวิตช์ของหลอดไฟฟ้า แนวริมหน้าต่างจากแนวอื่น
- วงจรของหลอดไฟฟ้าจะต้องแบ่งตาม Line ของการนั่งปฏิบัติงานไม่เช่นนั้นเวลาทำงานล่วงเวลาจะทำให้ต้องเปิดไฟในส่วนที่ไม่จำเป็นด้วย
- ถ้าใช้วิธีปิดไฟบางดวงและหลอดที่ใช้เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์และปิดโดยการถอดหลอดออกจะมีผลเสีย คือ ขั้วริมหลอดจะเป็นสนิมและจะมีการสูญเสียที่บาลาสต์ในขณะที่ไม่มีหลอด ดังนั้นจึงควรจะติดหลอดไว้แล้วติดสวิตช์ไว้ทางด้านปฐภูมิของอุปกรณ์ เพื่อทำการปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
- ถ้าใช้วิธีปิดไฟบางดวงกรณีที่มีความสว่างตามตำแหน่งต่าง ๆ สูญเสียความสม่ำเสมอให้ติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง เฉพาะตำแหน่งระหว่างอุปกรณ์ส่องสว่างทั่วพื้นที่อย่างเหมาะสมเพื่อปรับปรุงความสว่างให้ใกล้เคียงกัน

5) การจัดสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสม

การจัดสภาพแวดล้อมภายใน คือ ฝ้าผนังและพื้นเพดานควรเลือกวิธีการใช้สีที่ให้ผลในการส่องสว่างสูงสุด ดังนั้นการทำฝ้าผนังและเครื่องจักรให้เป็นสีสว่างจะช่วยให้การใช้กำลังไฟฟ้าให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่ นอกจากนี้การทำความสะอาดฝ้าผนังและการทาสีใหม่จะให้ผลในการส่องสว่าง เพิ่มมากขึ้น

6) การควบคุมการทำงานและการซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสม

ไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งด้านนอกของอาคาร ถ้าใช้ระบบปิดแบบอัตโนมัติหรือระบบตั้งเวลาได้ก็จะไม่ต้องใช้คนในการปิดซึ่งจะให้ผลในการประหยัดพลังงาน นอกจากนี้การทำความสะอาดตัวหลอด อุปกรณ์ประกอบ และทำการเปลี่ยนหลอดทุก ๆ ช่วงเวลาที่เหมาะสมจะช่วยรักษาสภาพการส่องสว่างให้ดียิ่งขึ้น เพราะเมื่อมีละอองมาจับที่ตัวหลอดหรือที่อุปกรณ์ที่ใช้รวมก็จะทำให้ปริมาณฟลักซ์ของแสงลดลงโดยเฉพาะหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ไม่ว่าจะเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดใดหากนำไปใช้ในที่ ๆ มีฝุ่นละอองมากก็ควรทำความสะอาดบ่อยขึ้น เพราะพบว่าหลอดที่มีคุณสมบัติเหมือนกันเมื่อนำไปใช้ในที่ ๆ มีฝุ่นละอองน้อยกับในที่ ๆ มีฝุ่นละอองมาก เมื่อใช้งานไปได้ 20 เดือนโดยใช้ในเงื่อนไขเดียวกันจะปรากฏว่าความสว่าง จะแตกต่างกันมากกว่า 30% เพราะฉะนั้นบริเวณใช้งานที่มีฝุ่นละอองจับได้ง่าย การวัด การเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างเป็นประจำโดยใช้เครื่องวัดความสว่าง วัดและบันทึกค่าความสว่างที่เปลี่ยนไป เนื่องจากตัวหลอดเสื่อมและมีฝุ่นละอองมาจับที่อุปกรณ์แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เป็นข้อมูลประกอบในการจัดระบบบำรุงรักษาที่เหมาะสม

2.2.4 การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

การทำงานของระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก จากการสำรวจพบว่า ระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด การอนุรักษ์พลังงานระบบทำความเย็นและปรับอากาศให้ได้ผลจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงาน ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ ตลอดจนการเลือกใช้งานอย่างเหมาะสม

การทำความเย็น คือ การลดและการรักษาระดับอุณหภูมิของภายในห้องหรือวัตถุต่าง ๆ ให้ต่ำกว่าปกติ เช่น การทำความเย็นในตู้เย็น ตู้แช่ ตู้แช่ ห้องเย็น โรงน้ำแข็ง เป็นต้น การเกิดความร้อนในเครื่องทำความเย็นรวมทั้งเครื่องปรับอากาศที่มีใช้อยู่ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องปรับอากาศรถยนต์ เครื่องปรับอากาศในบ้าน เครื่องปรับอากาศในอาคาร หรือการทำความเย็นในโรงงาน

อุตสาหกรรมทั่วไปจะมีหลักการเบื้องต้นในการทำให้เกิดความเย็นเหมือนกัน คือ การทำให้สารทำความเย็น (Refrigerant) เปลี่ยนสถานะ เพราะขณะเปลี่ยนสถานะสารทุกชนิดต้องการความร้อนแฝงเพื่อการระเหย ดังนั้นถ้าเราทำให้สารนี้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอจะเกิดการดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิลดลงจึงเกิดความเย็นขึ้น

ขนาดของเครื่องทำความเย็นจะบอกเป็น Btu/hr (หน่วยอังกฤษ) kcal/hr (หน่วยเมตริก) kW (หน่วย SI) หรือบอกขนาดเป็นตัน โดย 1 ตันความเย็นมีค่า 12,000 Btu/hr ซึ่งมีที่มาจากคำจำกัดความคือ 1 TR (Ton of Refrigeration) = Heat required to melt 1 U.S. ton of ice (2,200 lb) at 0°C per 24 hour. ซึ่งมีความหมายคือ 1 ตันความเย็น เป็นความเย็นที่ได้จากการเสียความร้อนไปใช้ในการหลอมละลายน้ำแข็งหนัก 1 ตัน ที่อุณหภูมิ 0°C หมดในเวลา 24 ชั่วโมง

ความสามารถในการทำความเย็นมีหน่วยวัด คือ

ตันความเย็น = 12,000 บีทียู/ ชั่วโมง = 3.52 กิโลวัตต์ความเย็น

2.2.4.1 ชนิดของเครื่องทำความเย็น

เครื่องทำความเย็นที่มีใช้อยู่ทั่วไปจะทำงานโดยอาศัยระบบใดระบบหนึ่ง ดังนี้

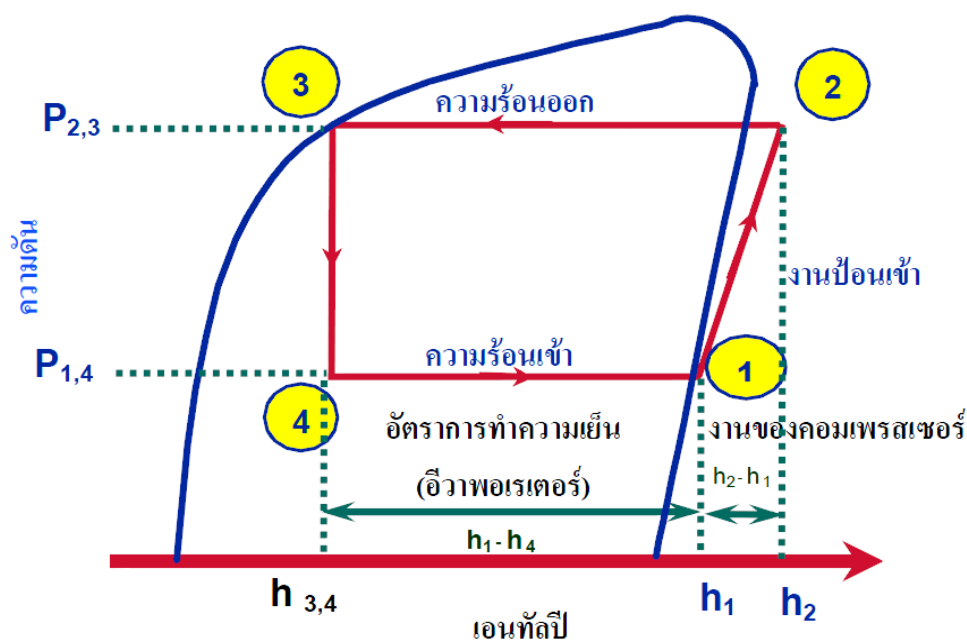
1. ระบบใช้กลไก (Mechanical) เป็นระบบที่สร้างความเย็นที่นิยมแพร่หลายมากที่สุดซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า การทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression)
2. ระบบไม่ใช้กลไก (Non Mechanical) เป็นระบบที่สร้างหรือทำความเย็นให้เกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนใด ๆ ปัจจุบันได้แก่การทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption)

2.2.4.2 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศและทำความเย็น

หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศและทำความเย็นมีดังต่อไปนี้

1. คอนเดนเซอร์ (Condenser) หรือบางทีเรียกว่าคอยล์ร้อน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นที่มีสภาพเป็นก๊าซร้อนให้เกิดการควบแน่นเป็นของเหลว คอยล์ร้อนที่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศสำหรับบ้านพักอาศัยเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled)
2. อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ทำความเย็น ซึ่งเกิดจากการระเหยของสารทำความเย็นเหลวกลายเป็นก๊าซ โดยอาศัยความร้อนรอบ ๆ อีวาพอเรเตอร์
3. อุปกรณ์ลดความดัน คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์ เพื่อให้เกิดการระเหยและลดความดันลง เช่น Thermal Expansion Valve (TEV) และ Capillary Tube เป็นต้น

4. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนสารทำความเย็น ทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นในสภาพก๊าซและอัดให้เกิดความดันสูงซึ่งมีความร้อนเพิ่มขึ้นด้วย คอมเพรสเซอร์มีทั้งชนิดที่เป็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) และแบบโรตารี (Rotary Compressor) หรืออาจเป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressor) และ แบบสกรู (Screw Compressor) ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่



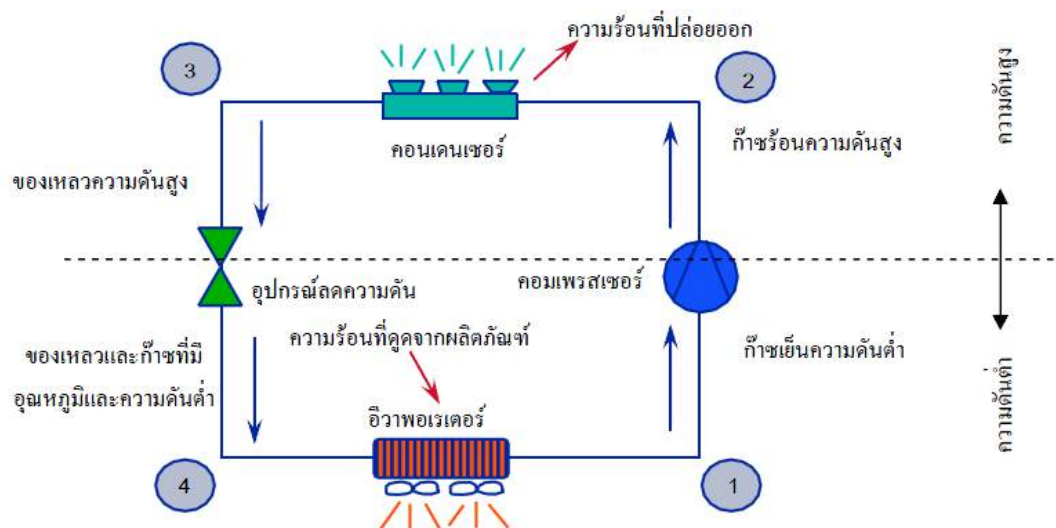
รูปที่ 2.12 ความดัน-เอนทัลปี ของวัฏจักรการอัดไอหนึ่งขั้นตอน

2.2.4.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ มีรายละเอียด ดังนี้

1. กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบ Isentropic Compression โดยคอมเพรสเซอร์ จะทำการอัดสารทำความเย็นในสถานะไออิ่มตัวให้มีความดันเท่ากับความดันที่คอยล์ร้อน
2. กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่ความดันคงที่ได้ โดยสารทำความเย็น ที่อยู่ในสถานะไอแดง (Superheated Vapor) จะถูกทำให้เย็นลงจนเกิดการกลั่นตัวของสารทำความเย็น
3. กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการขยายตัว หรือกระบวนการลดความดัน โดยสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะของเหลวจะถูกลดความดันลงมากลายเป็นของผสมที่ความดันตรงคอยล์เย็น
4. กระบวนการ 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนที่ความดันคงที่ ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเดือดจนกลายเป็นไออิ่มตัว

เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ (Compression Refrigeration)



รูปที่ 2.13 วงจรการทำความเย็นโดยการอัดไอ

2.2.4.4 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of Performance ; COP)

สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นถูกกำหนดโดยใช้คำว่า สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance ; COP) และโดยส่วนใหญ่นิยมใช้อักษรย่อว่า COP แทน โดยที่สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น (COP) มีความหมายอย่างเดียวกับคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ที่ใช้กับเครื่องยนต์

COP ของเครื่องทำความเย็น คือ ค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของการทำความเย็น โดยเปรียบเทียบระหว่างผลของความร้อนที่ได้ต่องานที่ให้กับระบบ หรือค่าความร้อนที่สามารถดึงออกจากบริเวณการทำความเย็นที่อีวาพอเรเตอร์ต้องการ สำหรับอัดสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์

$$\text{COP} = \frac{\text{ความเย็นที่ได้จากอีวาพอเรเตอร์ (หน่วยเป็นวัตต์ความเย็น, } W_R)}{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้าคอมเพรสเซอร์ (หน่วยเป็นวัตต์, } W)} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

หมายเหตุ ค่าการแปลงหน่วยจาก 1 kW = 1.341 HP = 3,412.66 Btu/hr

2.2.4.5 ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER)

ค่า EER คือ อัตราส่วนระหว่างความสามารถให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Btu/hr) ต่อกำลังไฟฟ้า (Watt) ที่เครื่องปรับอากาศใช้มีหน่วยเป็น Btu/hr/W ดังนั้นถ้าจะซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ควรเลือกเครื่องที่มีค่า EER สูง จะทำให้ได้รับความเย็นเท่ากัน แต่เสียเงินค่าไฟฟ้าน้อยกว่า หรือในทางกลับกัน หากจ่ายค่าไฟฟ้าเท่ากันก็จะได้รับความเย็นมากกว่าจากเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER สูงนั่นเอง

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ} = \frac{\text{ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)}}$$

สำนักงานจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ดำเนินการรณรงค์ส่งเสริมให้ประชาชนใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ วันที่ 3 ธันวาคม 2534 และได้เปิดตัวอย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2536 ภายใต้ชื่อ “โครงการ ประชา่วมใจ ประหยัดไฟฟ้า” (Together Conservation) และได้ดำเนินการโครงการ “ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5” มาโดยตลอด



รูปที่ 2.14 ฉลากระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

เดือน เมษายน 2538 กำหนดมาตรฐานการทดสอบ (มอก.1155-2536) และเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพ เดือน มกราคม 2539 ได้จำแนกระดับประสิทธิภาพด้านพลังงานออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 5 ระดับประสิทธิภาพดีมาก	EER ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป
ระดับที่ 4 ระดับประสิทธิภาพดี	EER ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10.6
ระดับที่ 3 ระดับประสิทธิภาพปานกลาง	EER ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 9.6
ระดับที่ 2 ระดับประสิทธิภาพพอใช้	EER ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.6
ระดับที่ 1 ระดับประสิทธิภาพต่ำ	EER ต่ำกว่า 7.6

จะเห็นว่า ระดับที่ 5 เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานดีที่สุด ดังนั้นจึงมีการทำตลาดแสดงระดับประสิทธิภาพดังกล่าวติดบนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่วางจำหน่ายทั่วไป เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้ซื้อทราบ

เดือน กันยายน 2548 กำหนดมาตรฐานการทดสอบ (มอก.1155-2536) และเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพ เดือน มกราคม 2549 (เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ.2006) ได้กำหนดปรับเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 5 ค่า EER ตั้งแต่ 10.6 Btu/hr/W ขึ้นไป เป็น ตั้งแต่ 11.0 Btu/hr/W ขึ้นไป

เดือน พฤษภาคม 2550 ปรับเปลี่ยนรูปแบบตลาด ฯ เป็น เกณฑ์พลังงานปี 2008

เดือน พฤษภาคม 2552 กำหนดมาตรฐานการทดสอบ (มอก.1155-2536) และเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพ เดือน มกราคม 2554 (เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ.2011) ได้กำหนดปรับเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 5 ค่า EER ตั้งแต่ 11.0 Btu/hr/W ขึ้นไป เป็น ตั้งแต่ 11.6 Btu/hr/W ขึ้นไป

เดือน กันยายน 2557 กำหนดแยกเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพตามชนิดเครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable speed/Inverter และชนิด Fixed speed สำหรับเครื่องปรับอากาศ ชนิด Variable speed/Inverter ได้กำหนดมาตรฐานการทดสอบ (ISO 5151 และ ISO 16358-1) เพื่อหาค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (SEER) พร้อมกำหนดเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพเบอร์ 5 ขนาดไม่เกิน 8,000 วัตต์ ค่า SEER ตั้งแต่ 15.00 Btu/hr/W ขึ้นไป และขนาด 8,000- 12,000 วัตต์ ค่า SEER ตั้งแต่ 14.00 Btu/hr/W ขึ้นไป และได้กำหนดการเริ่มติดฉลาก ฯ เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ.2015

2.2.4.6 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Air Conditioner)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เป็นเครื่องที่แยกมาจากเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างโดยแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่อยู่นอกห้องเรียกว่า Outdoor Unit หรือ Condensing Unit ภาคที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า Indoor Unit หรือ Evaporator Unit หรือเชิงพาณิชย์อาจเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit : FCU) หรือที่มีลักษณะเป็นตู้เรียกว่า เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit : AHU)

เครื่องปรับอากาศเหล่านี้ จะอาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ เพราะมักจะเป็นเครื่องๆ ที่มีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง (0.75 -30 ตัน) ตำแหน่งที่วาง Condensing Unit (CDU) จะต้องระบายอากาศได้ดี และหากติดตั้งในอาคารสูง จะต้องพิจารณาผลจากแรงลมที่จะมาปะทะอาคาร โดยทั่วไป CDU ไม่ควรอยู่ห่างจาก FCU หรือ AHU เกิน 15 เมตร เนื่องจากจะผลกับประสิทธิภาพของเครื่อง และปัญหาระบบน้ำมันหล่อลื่นภายในระบบ ซึ่งจะมีผลกับการทำงานและอายุของคอมเพรสเซอร์ หากมีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งท่อน้ำยาไกลกว่านี้ จะต้องมั่นใจว่ามีความรู้ทางด้านเทคนิคการเดินท่อน้ำยาที่ถูกต้อง เช่น การขยายขนาดท่อน้ำยา และการทำ Oil Trap รวมทั้งการกำหนดความลาดเอียงของท่อ

การพิจารณาที่ตั้ง Condensing Unit ควรจะทราบถึงลักษณะของเครื่องที่จะใช้ด้วย เพราะมีทั้งรุ่นที่เป่าลมร้อนด้านข้าง และรุ่นที่เป่าลมร้อนขึ้นด้านบน รวมทั้งลักษณะการนำลมเข้ามาระบายความร้อนของเครื่องว่าลมเข้าในลักษณะใด เพื่อให้เครื่องระบายความร้อนได้ดี นอกจากนี้

จะต้องพิจารณาไม่ให้ลมร้อนที่เป่าออกจากเครื่องย้อนกลับมาที่เครื่องอีก เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลงอย่างมาก

ผู้นำสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในปัจจุบัน เห็นที่จะต้องยกให้ญี่ปุ่น โดยผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศญี่ปุ่นเป็นผู้คิดในการออกแบบให้เครื่องเครื่องมีขนาดกระทัดรัด สวยงาม และประหยัดไฟ ซึ่งก็อาจจะมีผลมาจากความคับแคบของสถานที่ในประเทศญี่ปุ่นเอง ความเป็นระเบียบของคนญี่ปุ่น และกฎหมายควบคุมความดังของเสียงของเครื่องปรับอากาศ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แพง และความท้าทายทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศญี่ปุ่น รวมทั้งค่าแรงในการบริการที่แพง ทำให้มีการออกแบบเครื่องปรับอากาศให้ชาวบ้านธรรมดา สามารถติดตั้ง และซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศได้ด้วยตัวเอง แผงกรองอากาศสามารถถอดออกทำความสะอาดได้ง่ายกว่าเครื่องปรับอากาศในอดีตเป็นอย่างมาก

การควบคุมอุณหภูมิ โดยทั่วไปอาศัยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เรียกว่า เทอร์โมสตัท (Thermostat) เพื่อควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ให้หยุดหรือเดินตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้เทอร์โมสตัทรุ่นหลังๆ นี้ ที่มีคุณภาพจะเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความแม่นยำสูงกว่าเดิม ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีขึ้น และช่วยในการประหยัดไฟฟ้า

อุปกรณ์ที่เราจะพบว่ามีทั้งรุ่นที่เป็นรีโมท (Remote) แบบมีสาย หรือไร้สาย สามารถตั้งเวลาได้ มี Mode การทำงานมากขึ้น เช่น Econo Mode เพื่อประหยัดพลังงาน และ Sleep Mode เพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นหลังจากที่เราหลับแล้ว ซึ่งอัตราการเดินของหัวใจต่ำลง และจะรู้สึกหนาวหากอุณหภูมิไว้ เช่น ขณะก่อนที่จะหลับ นอกจากนี้ยังมีรุ่นที่ใช้ Fuzzy Logic Control ที่จะทำให้ระบบควบคุมสั่งการ

ทำงานของเครื่องปรับอากาศ มีความคิดใกล้เคียงกับสมองของคนมากขึ้นเครื่องๆ รุ่นใหม่ ๆ บางรุ่นยังมีเครื่องฟอกอากาศ (Air Cleaner) ติดตั้งมาภายในเครื่อง FCU เลยเนื่องจาก มีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality - IAQ) กันมากขึ้น



รูปที่ 2.15 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนรุ่นใหม่ ยังเน้นที่การใช้ที่ติดตั้ง Condensing Unit (CDU) น้อยลง โดยออกแบบให้เครื่อง Condensing Unit เครื่องเดียวสามารถที่จะใช้กับ Fan-coil ได้หลาย ๆ ชุด เครื่องปรับอากาศแบบนี้ในสมัยแรก ก็เหมือนกับการเอา Condensing Unit หลาย ๆ ชุดมารวมกันไว้ในตัวเดียว แต่ในรุ่นใหม่จะใช้คอมเพรสเซอร์ที่ปรับรอบได้ ประกอบกับถังสารทำความเย็น และน้ำมันหล่อลื่น และใช้วาล์วอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการจ่ายสารทำความเย็นไปยัง Fan-coil Unit จุดเด่นของเครื่องรุ่นใหม่ก็คือ Fan-coil Unit แต่ละตัวสามารถเปิดปิดได้โดยอิสระและสามารถมีขนาดที่แตกต่างกันได้

การทำความเย็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ติดตั้งใช้งานในอาคารควบคุมมีขนาดพิกัด (Capacity) ของเครื่องปรับอากาศใช้ในหน่วย “วัตต์” สำหรับเครื่องปรับอากาศระบุหน่วยเป็น “บีทียูต่อชั่วโมง” ให้แปลงหน่วยเป็น “วัตต์”

ขนาดทำความเย็น 3,412 บีทียูต่อชั่วโมง เท่ากับ 1 วัตต์

ขนาดทำความเย็น 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง เท่ากับ 3,516 วัตต์

ขนาดทำความเย็น 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง เท่ากับ 1 ตันทำความเย็น

2.2.4.7 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศที่ดีควรเริ่มต้นจากสถานศึกษาต้องทราบประเภทของเครื่องปรับอากาศและขนาดทำความเย็นมีหน่วยเป็น btu ต่อชั่วโมง หรือตันความเย็น (1 ตันความเย็นเท่ากับ 12,000 btu ต่อชั่วโมง) และค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์;kW) ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดและสถานที่ติดตั้งในบริเวณต่างๆของอาคารเพื่อเป็นฐานข้อมูลการใช้งานและใช้พิจารณาหามาตรการปรับปรุงต่อไป ซึ่งสถานศึกษาสามารถสำรวจข้อมูลได้เอง การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศสามารถทำได้ทั้งที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศและพฤติกรรมของผู้ใช้และลดแหล่งกำเนิดความร้อนทั้งจากภายในและป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร ซึ่งมีผลต่อภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศและที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์เก่าเป็นอุปกรณ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าหรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานดังนี้ (คู่มือชุดความรู้การอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานศึกษา ,2550)

1) มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ปรับอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่ต้องการเท่านั้นและไม่ควรตั้งอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 25 °C
- กำหนดเวลาเปิดปิด ที่เหมาะสมเพื่อควบคุมเวลาใช้งานเท่าที่จำเป็น
- สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วนส่วน ตามพื้นที่ที่มีการใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารที่ปรับอากาศ
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็นเพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนภายในอาคาร
- ตรวจสอบเช็คเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องปรับอากาศทำงานปกติหรือไม่และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป
- ทำความสะอาดแผ่นกรองเป็นประจำทุกเดือน
- ปิดประตูและหน้าต่างให้สนิทเพื่อป้องกันลมเย็นรั่วออกจากบริเวณปรับอากาศ
- ปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่มีการใช้งาน

2) มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ปลุกต้นไม้รอบอาคารเพื่อช่วยให้ร่มเงา
- ติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังหรือใต้เพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้นเพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งมู่ลี่หรือม่านกันแสงแดดส่องผ่านกระจกหน้าต่างเพื่อลดความร้อนจากภายนอก เข้ามาในบริเวณที่ปรับอากาศ

- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อน หรือฟิล์มกรองแสงเพื่อลดแสงแดดส่องผ่านกระจกหน้าต่าง
- ดำเนินการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- เปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงหรือที่มีค่าประหยัดไฟเบอร์ 5

มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารควบคุมควรจะเน้นในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างเนื่องจากระบบปรับอากาศมีอัตราการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูงคิดเป็นร้อยละ 60 เมื่อทำการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในระบบปรับอากาศได้ย่อมทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ลดลงได้มากเช่นกัน (กฤติมา มะลิวัลย์,2553) การดำเนินการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศสามารถลดการใช้กำลังไฟฟ้าลงได้ถึง 9.62 % (ธีระพงษ์ แสงสุวรรณ,2553) การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้งานสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เปิดเครื่องปรับอากาศและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ซึ่งอาจนำระบบควบคุม Timer switch มาใช้ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศแทนผู้ใช้งาน ซึ่งก็สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เช่นกัน(ชัชชัย จันทะสีลา,2549) การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ซึ่งมาตรการนี้เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานเกิน 10 ปี ขึ้นไป เนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและมีการใช้พลังงานมากกว่ามาตรฐานอาคารเก่าที่ 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(ก),2556) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศจะให้ผลประหยัดสูงที่สุด เนื่องจากสามารถทำได้กับเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง ขณะที่มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง จะขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป (วิรัตน์ นุ่มดี, กิตติศักดิ์ วิธินันทกิจดี และณัฐพล รุ่งประแสง,2557)

2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุตรบำรุง ธรรมโชติ (2541) ทำการวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์:กรณีศึกษาอาคารพหลโยธิน ธนาคารกสิกรไทย โดยศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน เพื่อนำเสนอวิธีการประหยัดพลังงานที่เป็นไปได้ หลังจากได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและระบบอื่น ๆ ภายในอาคารดังกล่าวและนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปริมาณการใช้พลังงานพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการประหยัดได้ 12 แนวทาง คือ (1)ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบป้องกันในเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน (2)ปรับปรุงการบำรุงรักษาห่อฉนวนเย็น (3)การติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (4)การติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง (5) การติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท (6)การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังห้องส่งลมเย็นประจำชั้น

(7)การใช้โคมไฟฟ้าชนิดสะท้อนแสง (8)การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดประหยัดพลังงาน (9)การใช้ บาลาสต์ชนิดกำลังสูญเสียต่ำ (10)การติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง (11)การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (12)การย้ายภาระหม้อแปลงไฟฟ้ามารวมกัน จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและเงินลงทุนรวมทั้งผลกระทบ ที่จะเกิดขึ้นแล้วสามารถดำเนินการประหยัดพลังงานจริงได้เพียง 6 แนวทาง คือ แนวทางที่ (1) (2) (6) (7) (8) และ (9) หลังจากได้ดำเนินการทั้ง 6 แนวทางนี้แล้ว และได้วัดค่าการใช้พลังงานพร้อมการ วิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่า พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 2,814,996 บาท/เดือนและเมื่อปรับปรุงแล้วลดลงเหลือประมาณ 2,630,686 บาท/เดือน หรือลดลง 184,310 บาท/ เดือนจึงสรุปได้ว่าวิธีการดังกล่าวสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 6.5 %

ปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ (2549) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการ อนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหา ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาด ย่อม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ คู่มือวิทยากร เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรมและ แบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โดยนำไปทดลองจัดฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 โรงงาน ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานระดับผู้บริหาร ผู้จัดการ หัวหน้างาน และพนักงานระดับปฏิบัติงานที่มี หน้าที่รับผิดชอบในพื้นที่ของโรงงาน เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกอบรมจบในแต่ละบทเรียนแล้ว ให้ ทำแบบทดสอบหลังบทเรียน และเมื่อได้รับการฝึกอบรมครบทุกบทเรียนแล้ว จึงทำแบบทดสอบหลัง ฝึกอบรม จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ผลจากการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมชุดนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.29/82.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นนี้ มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้

ศิริพรรณ ชงชัย (2550) ทำการวิจัยเรื่องการอนุรักษ์พลังงานสำหรับห้องอิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมสร้างมาตรการและ ทดลองแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน โดยนำเสนอเทคนิคและวิธีการอนุรักษ์พลังงานสำหรับห้อง อิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร แนวทางการวิจัยเริ่มจาก 1)ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้งานพลังงานพบว่า อาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร 51% ระบบปรับอากาศ 40% ระบบแสง สว่างและอุปกรณ์อื่น ๆ 9% 2)ตรวจวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบชุดและแบบ แยกส่วน 3)วิเคราะห์แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสามารถสรุปเป็นมาตรการ ได้ 2 มาตรการ คือ การ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยการใช้สเปย์น้ำฉีด บริเวณแผงระบายความร้อน ของชุดระบายความร้อน (Condensing Unit) และการเพิ่มประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง โดยการเปลี่ยน บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดาเป็นบาลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงเป็นมาตรการด้านการอนุรักษ์

พลังงานไฟฟ้าที่สามารถดำเนินการและแสดงผลการประหยัดได้จริง 4)ดำเนินการทดลองตามมาตรการทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 22,702.97 kWh/ปี

ศิริพรรณ ชงชัย (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรณีศึกษาสำหรับบริษัท คาสเซอร์ฟีด โฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานภายในโรงงาน วิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน สร้างมาตรการและทดลองแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ถ่ายทอดแนวทางการอนุรักษ์อย่างเหมาะสมให้กับพนักงานโรงงานมีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องลดการสูญเสียด้านพลังงานเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์โดยการให้คำมั่นสัญญาของผู้บริหารระดับสูงที่จะให้ผู้บริหารและพนักงานทุกคนจัดทำการลดการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของโรงงานให้ทุกคนมีส่วนร่วม โดยนำเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการเข้ามาบริหารจัดการเรื่องคนและเครื่องจักร ซึ่งจากโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการได้มีการสร้างทีมงานกลุ่มกิจกรรมย่อย ที่มีแนวทางการคิดที่จะแก้ไขปัญหาด้วยแนวทางของกิจกรรม 5 ส เสนอมาตรการแก้ไขปัญหามาเพื่อการประหยัดพลังงานในโรงงานมีผลการประหยัดรวมกันมากกว่า 611,455 บาทต่อปี

สมศักดิ์ สมบูรณ์ (2549) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นและให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรม สามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารได้ โดยคัดเลือกกลุ่มประชากรที่เข้าฝึกอบรมคือ วิศวกร ช่างเทคนิคด้านระบบไฟฟ้าที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ทั้งหมด 8 บริษัท จำนวน 20 คน มาฝึกอบรมตามหลักสูตรที่ได้กำหนดไว้ ตามวัตถุประสงค์ พฤติกรรม โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดหลังจบหัวข้อแต่ละหน่วย (E1) และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังจบทุกหน่วย (E2) หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (E1/ E2) ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.45/85.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผู้เข้าฝึกอบรมที่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมนี้มีความรู้เพิ่มขึ้นจริง และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ออกแบบระบบควบคุม และการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สิทธิโชค แซ่ฟุ้ง (2549) ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเก็บข้อมูลและคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถรับข้อมูลผ่านทาง Key board และรับข้อมูลโดยตรงจากเครื่องมือวัดผ่านระบบอินเตอร์เฟสและสามารถพิมพ์รายงานได้ทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการ

รับข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โปรแกรมทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศจะถูกสร้างขึ้นจากภาษา Visual Basic.Net และติดต่อกับเครื่องวัดอุณหภูมิและวัดความชื้นสัมพัทธ์ 2 ชุด ประกอบด้วยเครื่องวัดความเร็วลม 1 ตัว เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า 1 ตัว ด้วย USB Port NI 6008 วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่สร้างขึ้น กระทำโดยการเปรียบเทียบค่า จัดความสามารถทำความเย็น (R), อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER), สัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) และระดับหมายเหตุผลผลิตพลังงาน จากการคำนวณของโปรแกรมที่สร้างขึ้นกับการคำนวณด้วยทฤษฎีที่ใช้สร้างโปรแกรม หากค่าที่ได้อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม โปรแกรมจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ผลการวิจัยโปรแกรมที่สร้างขึ้นได้ใช้วัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของอาคารศูนย์วัฒนธรรมไทย-ฝรั่งเศส สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และใช้วัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของบริษัทเอสเซอร์ฟิค อ.เพชรเกษม กรุงเทพฯ ฯ พบว่าผลจากการคำนวณของโปรแกรมกับทางทฤษฎีเท่ากัน การวิจัยยังพบว่าขณะทดสอบเครื่องปรับอากาศหากมีการเพิ่มหรือลดปริมาณโหลดในห้องทดสอบขณะทำการวัดเก็บข้อมูล จะได้ค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบเปลี่ยนแปลงค่าไปชั่วขณะด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าและสร้างมาตรการเพื่อลดค่ากระแสไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยผู้ศึกษาได้สำรวจจัดเก็บข้อมูลโดยการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารของกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีดำเนินการศึกษาของงานศึกษานี้มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การคัดเลือกสถานที่
3. การออกแบบการศึกษา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การกำหนดมาตรการ
6. การดำเนินมาตรการ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเริ่มจากศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยการสำรวจข้อมูลอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัย โดยมีทั้งหมด 46 อาคาร ซึ่งเป็นประชากรทั้งหมดแล้วคัดเลือกอาคารเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 อาคาร โดยแต่ละอาคารดูปีที่เปิดใช้งานอาคาร ระยะเวลาใช้งานอาคาร และพื้นที่ใช้สอยทั้งแบบปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

การคัดเลือกอาคารตามที่คุณศึกษาได้พิจารณาว่าเหมาะสมในการศึกษครั้งนี้ และจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร โดยใช้วิธีการสำรวจและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารกลุ่มตัวอย่างต่างๆ โดยใช้เครื่องมือวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter) 3 เฟส 4 สาย 50 เอิร์ท ประจำอาคารจำนวน 5 เครื่อง และบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง โดยใช้เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าแรงสูงชนิด TOU (TOU Kilowatt hour Meter) ชนิด 3 เฟส 4 สาย การบันทึกข้อมูลจะทำการจดบันทึกข้อมูลในทุกวันที่ 27 ของเดือนที่ลงท้ายด้วย “ยน” และทุกวันที่ 28 ของเดือนที่ลงท้ายด้วย “คม” ส่วนเดือนกุมภาพันธ์ จะจดบันทึกในวันที่ 28 ซึ่งการจดบันทึกดังกล่าวจะตรงกับการจดบันทึกข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้า โดย เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

(Clamp-on power meter) โดยเน้นที่อุปกรณ์ระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานประมาณร้อยละ 12 และ 76 จากการใช้พลังงานทั้งหมดของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ตามลำดับ

การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า จะทำให้ทราบถึงพื้นฐานการใช้พลังงานในแต่ละอาคารและแต่ละอุปกรณ์ ข้อมูลเหล่านี้ ได้มาจากการวัดส่วนหนึ่ง และจากการจดบันทึกย้อนหลังส่วนหนึ่ง การสอบถามและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองระยะเวลาในการเก็บข้อมูลในการศึกษาศึกษาครั้งนี้ ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง วันที่ 1 กรกฎาคม 2560 ถึง วันที่ 25 ธันวาคม 2560 รวมระยะเวลา 6 เดือน

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลประชากรที่ทำการศึกษา (อาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง)

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)		
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม
1	อาคาร 1 (คณะวิทยาศาสตร์ ฯ)	2511	8	250	896	1,579	2,475
2	อาคาร 2 (คณะมนุษยศาสตร์ ฯ)	2513	8	250	580	1,533	2,113
3	อาคาร 3	2514	8	250	834	1,156	1,990
4	อาคาร 4	2515	8	250	428	1,714	2,142
5	อาคาร 5	2517	8	250	284	1,340	1,624
6	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	2522	8	340	1,664	587	2,251
7	อาคาร 7	2518	8	250	260	1,588	1,848
8	อาคาร 8	2516	8	250	1,408	734	2,142
9	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ ฯ)	2537	8	340	2,112	3,655	5,767
10	อาคาร 10	2540	8	250	32	128	160
11	อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)	2540	8	340	2,304	2,130	4,434
12	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	2541	8	340	2,688	2,279	4,967
13	อาคาร 13 (ร.ร.อนุบาลทานตะวัน)	2541	8	250	64	384	448
14	อาคาร 14 (อำนวยการและเรียนรวม)	2551	8	340	5,000	2,120	7,120
15	สำนักศิลปวัฒนธรรม	2497	8	250	459	309	768
16	โรงฝึกงานช่างไม้	2497	8	250	40	924	964
17	อาคารเรียนเกษตรศาสตร์	2498	8	250	135	461	596
18	อาคารหอประชุมเก่า	2512	8	250	0	1,146	1,146

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลประชากรที่ทำการศึกษา (อาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง) (ต่อ)

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)		
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม
19	โรงฝึกงานช่างโลหะ	2513	8	250	36	545	581
20	อาคารเรียนศิลปะ	2514	8	250	68	1,084	1,152
21	ร้านสวัสดิการ	2514	8	340	96	183	279
22	อาคารเรียนดนตรี	2514	8	250	48	1,152	1,200
23	ศูนย์อาหาร	2515	8	250	28	1,271	1,299
24	อาคารคหกรรม	2517	8	250	21	473	494
25	อาคารเรียนพลศึกษา	2521	8	250	73	1,020	1,094
26	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพธุรกิจจอมพล	2535	8	365	1,030	1,230	2,260
27	สโมสรอาจารย์/ข้าราชการ	2539	8	250	269	71	340
28	อาคารฝ่ายยานพาหนะ	2540	8	250	32	288	320
29	อาคารสระว่ายน้ำ	2540	8	250	0	4,369	4,369
30	โรงกรองน้ำ	2540	8	250	0	126	126
31	อาคารกองพัฒนานักศึกษา	2543	8	250	0	749	749
32	อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	2548	8	340	4,352	4,260	8,612
33	หอประชุมใหม่ (2,000 ที่นั่ง)	2548	8	250	2,385	0	2,385
34	อาคารสมาคมศิษย์เก่า	2548	8	250	24	648	672
35	อาคารปฏิบัติการแปรรูปอาหาร	2551	8	250	0	1,882	1,882
36	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพครูพันธุ์บึง	2559	8	250	1,472	1,408	2,880
37	หอพักหญิง(หอไม้3)	2500	14	250	0	237	237
38	หอพักหญิง(หอไม้4)	2500	14	250	0	237	237
39	หอพักหญิง(นิรนาม)	2514	14	250	0	1,200	1,200
40	หอพักหญิง(ปฐมนารี)	2514	14	250	0	1,200	1,200
41	หอพักหญิง(ร่มโพธิ์)	2515	14	250	0	1,200	1,200
42	หอพักหญิง(แคทราย)	2516	14	250	0	1,200	1,200
43	หอพักชาย(มิ่งขวัญ)	2516	14	250	0	1,200	1,200
44	หอพักนารีรัตน์	2552	14	250	0	1,600	1,600

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลประชากรที่ทำการศึกษา (อาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง) (ต่อ)

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)		
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม
45	หอพักแก้วกัลยา	2552	14	250	0	1,600	1,600
46	อาคารพัสดุ	2559	8	250	64	476	540
รวม					33,969	52,798	86,767

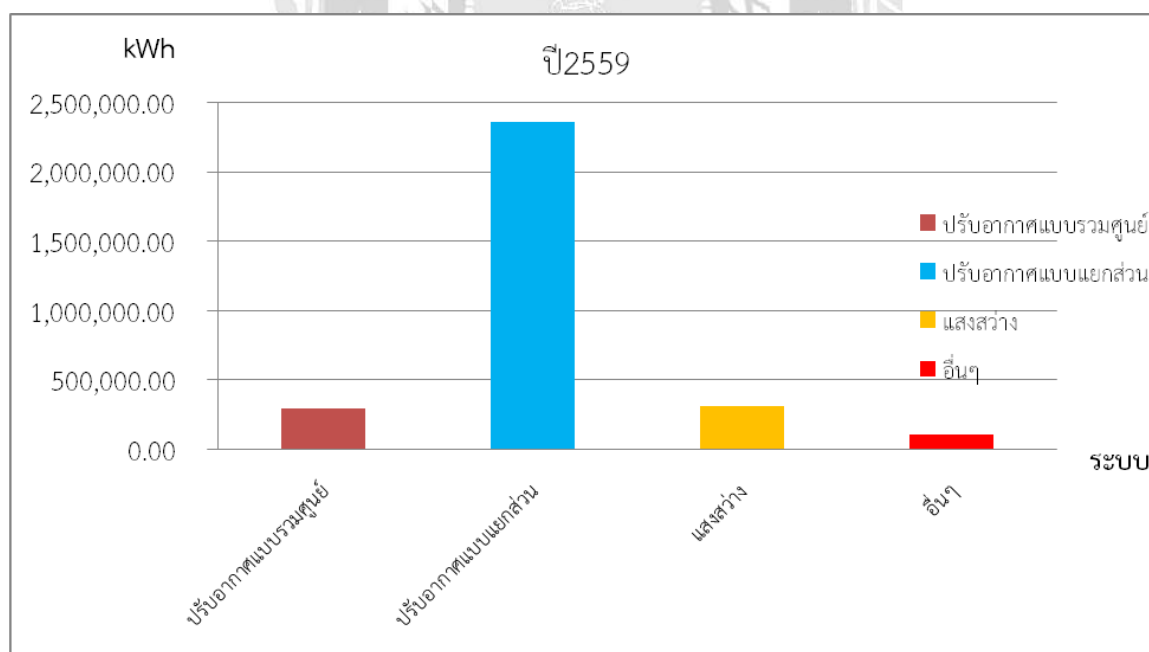
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดสถานที่ติดตั้งหม้อแปลงภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ลำดับที่	การติดตั้งหม้อแปลง	
	สถานที่ติดตั้ง	ขนาด (KVA)
1	อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	1,000
2	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ)	1,000
3	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	1,000
4	อาคาร 14 (อำนวยการและเรียนรวม)	1,000
5	อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)	500
6	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพครูพันธุ์บึง	500
7	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพธุรกิจจอมพล	500
8	หอประชุมใหม่ (2,000 ที่นั่ง)	500
9	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	315
10	อาคาร 8	250
11	สระว่ายน้ำ	250
12	อาคารสมาคมศิษย์เก่า	160
13	บ้านพักอาจารย์	160
14	อาคารเกษตร	100
รวม		7,235

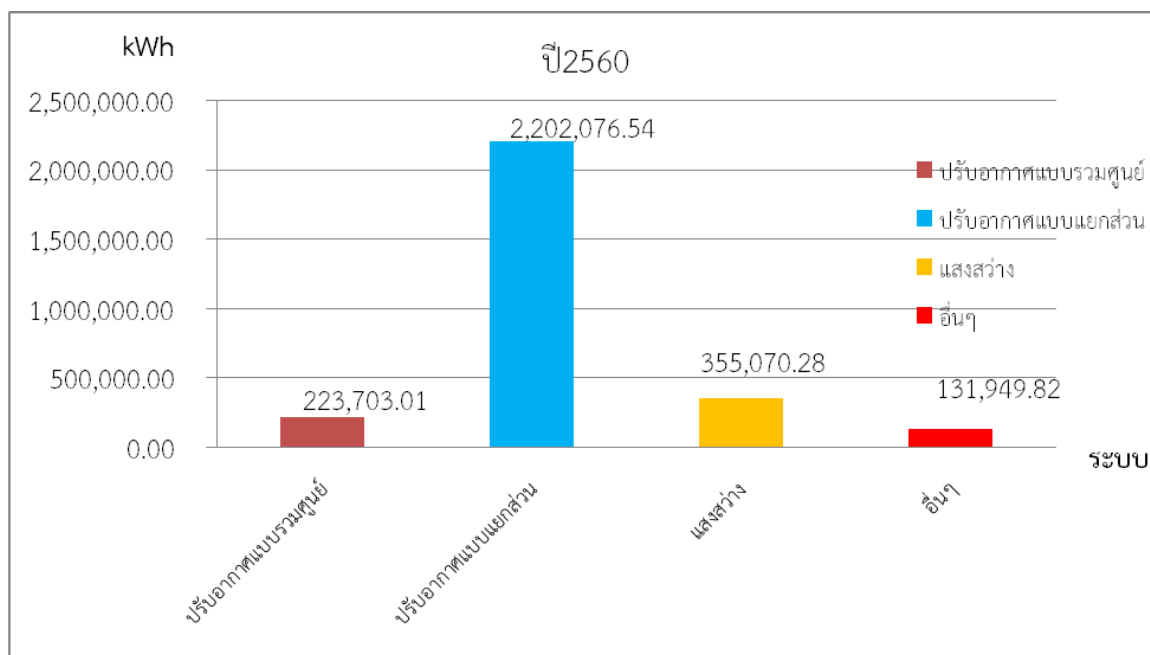
ตารางที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2559 และปี 2560

ระบบ	การใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2559		การใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2560	
	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี	ร้อยละ	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี	ร้อยละ
ปรับอากาศแบบรวมศูนย์	298,271.78	9.68	223,703.01	7.68
ปรับอากาศแบบแยกส่วน	2,360,291.14	76.60	2,202,076.54	75.60
แสงสว่าง	313,986.51	10.19	355,070.28	12.19
อื่นๆ	108,770.60	3.53	131,949.82	4.53
รวม	3,081,320.02	100.00	2,912,799.65	100.00

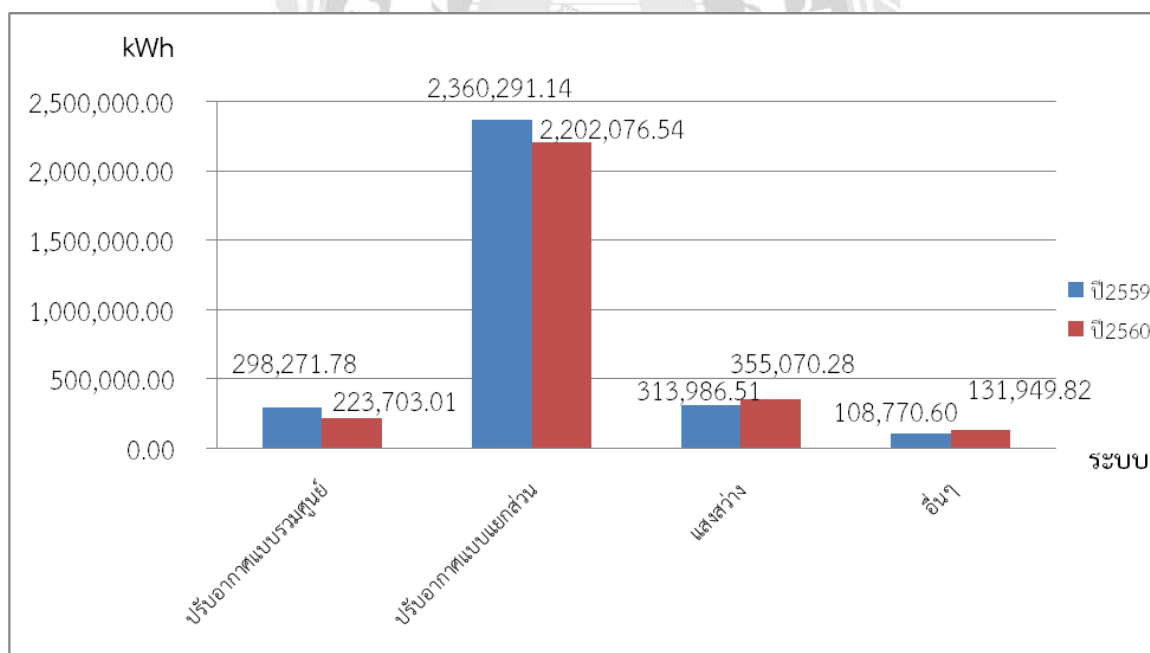
จากข้อมูลในตารางที่ 3.3 พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบปี 2559 และปี 2560 มีสัดส่วนการใช้ส่วนใหญ่อยู่ที่ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและระบบแสงสว่าง โดยมีจำนวนร้อยละรวมกันในปี 2559 ร้อยละ 86.79 และในปี 2560 ร้อยละ 87.79 ดังแสดงในรูปที่ 3.1-3.3 ผู้ศึกษาจึงพิจารณามุ่งเน้นมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าไปที่ระบบระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและแสงสว่าง



รูปที่ 3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ ปี 2559



รูปที่ 3.2 ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกจากระบบ ปี 2560



รูปที่ 3.3 ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกจากระบบ ปี 2559 และปี 2560

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบปี 2559

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด			พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์- ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)			
ม.ค.	992.58	671.12	671.12	246,284.00	1,033,777.50	4.20
ก.พ.	1,056.65	644.16	711.97	254,329.99	1,084,344.76	4.26
มี.ค.	1,113.00	911.13	714.72	316,386.00	1,347,409.36	4.26
เม.ย.	1,386.00	1,008.00	822.00	302,010.01	1,287,805.47	4.26
พ.ค.	1,095.86	774.41	781.71	263,152.00	1,023,234.18	3.89
มิ.ย.	689.19	571.88	645.20	207,930.00	798,454.54	3.84
ก.ค.	927.47	721.36	721.36	218,396.01	841,429.78	3.85
ส.ค.	1,166.04	887.70	744.76	306,180.01	1,220,166.06	3.99
ก.ย.	1,185.36	853.16	687.06	288,564.00	1,157,355.32	4.01
ต.ค.	1,070.42	718.60	643.75	267,754.00	1,059,759.93	3.96
พ.ย.	930.94	690.70	660.67	245,949.00	967,908.29	3.94
ธ.ค.	520.81	374.10	4,768.00	164,385.00	616,473.96	3.75
รวม				3,081,320.02	12,438,119.15	
เฉลี่ย				256,776.67	1,036,509.93	4.02

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในรอบปี 2560

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด			พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/กิโลวัตต์- ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)			
ม.ค.	801.17	479.20	838.61	224,552.00	856,640.60	3.81
ก.พ.	957.53	688.23	590.98	222,552.00	886,516.00	3.98
มี.ค.	1,304.16	876.94	734.53	314,498.00	1,269,254.06	4.04
เม.ย.	1,211.31	743.14	631.67	251,179.99	1,002,018.55	3.99
พ.ค.	1,006.55	808.18	947.78	241,793.00	960,465.42	3.97
มิ.ย.	645.67	491.59	697.03	205,881.69	807,295.37	3.92
ก.ค.	763.65	602.11	675.53	205,963.99	807,545.40	3.92
ส.ค.	1,172.00	1,021.74	803.87	295,928.99	1,217,952.37	4.12
ก.ย.	1,233.90	1,053.33	789.99	297,113.00	1,246,829.32	4.20
ต.ค.	1,028.62	953.54	758.32	264,287.00	1,085,325.87	4.11
พ.ย.	888.75	843.56	670.33	236,874.00	978,567.45	4.13
ธ.ค.	550.30	572.31	491.60	152,175.99	602,383.44	3.96
รวม				2,912,799.65	11,720,793.85	
เฉลี่ย				242,733.30	976,732.82	4.01

3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

จากจำนวนประชากรคืออาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ทั้งหมด 46 อาคาร ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คืออาคารจำนวน 5 อาคาร ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากอาคารที่มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายการเสไฟฟ้าโดยตรง แต่ละอาคาร มีการติดตั้งมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter) โดยมิเตอร์ ๑ ที่ติดตั้งต้องไม่ชำรุดสามารถอ่านค่าได้สมบูรณ์ มีเวลาทำงานปีละ 340 วัน ใช้ระบบแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็ก และใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จำนวนมาก มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารมาก ลำดับที่ 1-5 คือ 1) อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ 2) อาคาร 9 : ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 3) อาคาร 12 : วิทยบริการ 4) อาคาร 11 : คณะวิทยาการจัดการ และ 5) อาคารอาคาร 6 : บัณฑิตวิทยาลัย แสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.6 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา (อาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง)

ลำดับ ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)		
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม
1	อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	2548	8	340	4,352	4,260	8,612
2	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ)	2537	8	340	2,112	3,655	5,767
3	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	2541	8	340	2,688	2,279	4,967
4	อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)	2540	8	340	2,304	2,130	4,434
5	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	2522	8	340	1,664	587	2,251
รวมพื้นที่กลุ่มตัวอย่าง					20,288	8,651	28,939
รวมพื้นที่ทุกอาคาร					33,969	52,798	86,767
ร้อยละ					59.73	16.39	33.35

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้มีพื้นที่ใช้สอยรวม 28,939 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.35 ของพื้นที่ใช้สอยรวมทุกอาคารในมหาวิทยาลัย มีพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศรวม 20,288 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 59.73 ของพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศรวมทุกอาคาร และมีพื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศรวม 8,651 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.36 ของพื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศรวมทุกอาคาร และเมื่อคิดพื้นที่กลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศร้อยละ 70.11 และพื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ ร้อยละ 29.89

ตารางที่ 3.7 จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลาสต์แกนเหล็กและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ที่	ชื่ออาคาร	พื้นที่ ใช้สอย (ตรม.)	ฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลาสต์ แกนเหล็ก (ชุด)	ระบบปรับอากาศ แบบแยกส่วน	
				จำนวน (ชุด)	BTU
1	อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์	11,520	776	113	3,612,423
2	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ)	5,767	568	51	1,218,132
3	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	4,967	1,254	83	2,416,500
4	อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)	4,434	531	51	1,446,686
5	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	2,251	139	46	998,401
รวม		28,939	28,939	331	9,019,719

3.3 การออกแบบการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษากครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้จัดลำดับในการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานศึกษา
2. ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัย
3. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยและอาคารตัวอย่าง
4. ศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย
5. วิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปผลการศึกษา

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดค่าพลังงานในระบบต่าง ๆ ทางด้านไฟฟ้าของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ทั้งสองส่วนคือ มิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter) 3 เฟส 4 สาย 50 เอิร์ท ประจำอาคารทั้ง 5 อาคาร และ จากมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าแรงสูงชนิด TOU (TOU Kilowatt hour Meter) ชนิด 3 เฟส 4 สาย ของมหาวิทยาลัย ฯ ทุกเดือน ติดต่อกัน 6 เดือน ทั้งก่อนและหลังดำเนินการในปี พ.ศ.2559-2560 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยการจำแนกออกเป็น การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร และการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละประเภทอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจว่าในแต่ละอาคารใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าใดเพื่อหาแนวทางสร้างมาตรการพลังงานที่เหมาะสมในแต่ละส่วน โดยกำหนดออกมาในรูปของมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างคร่าวๆที่เหมาะสม เพื่อนำไปประเมินความเป็นไปได้โดยสังเขปอีกครั้ง

3.5 การกำหนดมาตรการ

นำข้อมูลที่ได้ศึกษามาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและสร้างมาตรการด้านการประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 7 มาตรการ ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W
3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED
4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

5. มาตรการลดชั่วโมงการทำงานเครื่องปรับอากาศและปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที
6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ ที่ 25-26 องศาเซลเซียส
7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี

3.6 การดำเนินมาตรการ

โดยนำมาตรการประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าของระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ไปใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งติดตามผลการดำเนินการมาตรการประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าของอาคาร หลังจากการกำหนดมาตรการ



บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการศึกษา เรื่อง “การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี” จากกลุ่มตัวอย่างคือ อาคารที่มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยตรงแต่ละอาคาร มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยตรงแต่ละอาคาร มีการติดตั้งมิเตอร์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter) โดยมีมิเตอร์ ๑ ที่ติดตั้งต้องไม่ชำรุดสามารถอ่านค่าได้สมบูรณ์ มีเวลาทำงานปีละ 340 วัน ใช้ระบบแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็ก และใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จำนวนมาก มีพื้นที่ใช้สอยของอาคารมาก ลำดับที่ 1- 5 จากทั้งหมด 46 อาคาร โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 อาคารคือ

1. อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์
2. อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์)
3. อาคาร 12 (วิทยบริการ)
4. อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)
5. อาคารอาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)

สร้างมาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าให้กับกลุ่มตัวอย่าง 5 อาคาร โดยมุ่งเน้นที่ประเภทของการใช้พลังงานที่มีสัดส่วนความสิ้นเปลืองสูงคือระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ โดยสร้างมาตรการจำนวน 7 มาตรการ คือ

1. มาตรการเปลี่ยนใช้บัลลัสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W
3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED
4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)
5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง /วัน กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที
6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี

ผู้ศึกษาคำเนินการสำรวจ ตรวจสอบวัดประสิทธิภาพบัลลาสต์ หลอดไฟฟ้า และเครื่องปรับอากาศ โดยนำผลการตรวจวัดนำมาวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อการศึกษาหาวิธีการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมาตรการที่สร้างขึ้นจำนวน 7 มาตรการนำไปปฏิบัติเพื่อความเหมาะสมตามสภาพของอาคาร เพื่อเป็นแนวทางและให้เกิดการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถแสดงผลการประหยัดได้จริง โดยแสดงในรูปแบบของตารางดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์
2. ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W
3. ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED
4. ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ก่อนและหลังล้างทำความสะอาด
5. มาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า

4.1 ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของบัลลาสต์

แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในอาคาร ทั้งในด้านความสว่างเพื่อให้เกิดความสบายในการทำงาน และในด้านการตกแต่งเพื่อให้สถานที่มีความสวยงามน่าเชื่อถือ ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของอาคาร โดยทั่วไปมักมีสัดส่วนเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ทั้งหมดของอาคาร

การตรวจวัดจะใช้หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 w ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ยี่ห้อ BOVO รุ่น BA5-20 เปรียบเทียบกับบัลลาสต์ประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น EB-C 136 TL-D 220-240V EP+ ดำเนินการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง จากการใช้บัลลาสต์ต่างชนิดกัน

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของบาลาสต์ ทำการวัดเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้า(A) แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) กำลังไฟฟ้า (W) ที่ใช้งานจริง จำนวน 10 ครั้ง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือวัดที่ใช้ คือเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Clamp-on Power Meter) เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Watt Meter) โวลต์มิเตอร์ (Volt Meter)
2. การตรวจวัดบาลาสต์ โดยนำมาใช้งานกับโคมฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 วัตต์
 - 1) การต่อบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา กับโคมฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 วัตต์
 - 2) การต่อบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ กับโคมฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 1 x 36 วัตต์

การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากการใช้บัลลาสต์ต่างชนิด ประกอบด้วยบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า มีรายละเอียดการตรวจวัดดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา 1 ตัว/โคม

Record No.	Average Volt	Average Amp	Average Watt	Average PF
1	225.7	0.40	43.00	0.48
2	226.30	0.41	43.00	0.46
3	223.90	0.40	43.00	0.46
4	224.40	0.40	44.00	0.47
5	227.30	0.41	44.00	0.45
6	227.00	0.41	44.00	0.46
7	226.80	0.41	44.00	0.46
8	226.70	0.41	43.00	0.46
9	226.40	0.41	44.00	0.46
10	226.60	0.41	43.00	0.46
Average	226.10	0.41	43.50	0.46

ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ขนาด 1 x 36 วัตต์ ยี่ห้อ BOVO รุ่น BA5-20 มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย 226.10 V, ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.41 A, ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 43.50 W และ ค่า Power Factor 0.46

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว/โคม

Record No.	Average Volt	Average Amp	Average Watt	Average PF
1	222.2	0.20	37.00	0.81
2	222.4	0.20	36.00	0.81
3	222.7	0.20	36.00	0.81
4	222.5	0.20	36.00	0.81
5	222.3	0.20	34.00	0.78
6	222.2	0.20	35.00	0.81

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว/โคม (ต่อ)

Record No.	Average Volt	Average Amp	Average Watt	Average PF
7	222.2	0.20	37.00	0.82
8	222.8	0.20	37.00	0.81
9	223.2	0.21	38.00	0.83
10	223.1	0.20	36.00	0.81
Average	222.6	0.20	36.20	0.81

ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ร่วมกับบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 1 x 36 วัตต์ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น EB-C 136 TL-D 220-240V EP+ มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย 222.60 V, ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.20 A, ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 36.20 W และ ค่า Power Factor 0.81

เปรียบเทียบค่าการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการต่อใช้บัลลาสต์ ทั้ง 2 ชนิดจากการต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบ 1 x 36 W ตามตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งาน
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W

ชนิดบัลลาสต์	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	เพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF)
แกนเหล็กธรรมดา	226.1	0.41	43.50	0.46
อิเล็กทรอนิกส์	222.6	0.20	36.20	0.81

จากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพบัลลาสต์ทั้ง 2 ชนิด โดยมีการต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W สามารถสรุปค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา มีค่ากำลังไฟฟ้า 43.50 W
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีค่ากำลังไฟฟ้า 36.20 W

ดังนั้น หากเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าระหว่างบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดากับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง 7.3 W คิดเป็นร้อยละ 16.78

4.2 ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W

การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W ประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28 W Philips Master TL5 HE 28W/830 และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ Philips EB-Ci 1-2 14-28W 220-240V 50/60 Hz ด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า มีรายละเอียดการตรวจวัดดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W

Record No.	Average Volt	Average Amp	Average Watt	Average PF
1	222.3	0.16	31.02	0.97
2	222.2	0.14	31.05	0.98
3	222.5	0.16	31.03	0.97
4	222.5	0.16	31.02	0.97
5	222.3	0.15	30.50	0.96
6	222.3	0.16	31.02	0.98
7	222.2	0.16	31.10	0.97
8	222.7	0.16	31.04	0.97
9	223.2	0.16	31.12	0.97
10	223.1	0.16	31.05	0.97
Average	222.5	0.16	31.00	0.97

ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28 W Philips Master TL5 HE 28W/830 และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ Philips EB-Ci 1-2 14-28W 220-240V 50/60 Hz มีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย 222.50 V, ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.16 A, ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 31 W และ ค่า Power Factor 0.97

เปรียบเทียบค่าการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการต่อใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก ต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบ 1 x 36 W และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5/28 W ตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งานหลอดไฟ

ฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และหลอดไฟฟ้า

ประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ชนิดหลอด / บัลลาสต์	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	เพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF)
1 x 36 W / แกนเหล็ก ธรรมดา	226.10	0.41	43.50	0.46
T5 1 x 28 W/ อิเล็กทรอนิกส์	222.50	0.16	31.00	0.97

จากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W (ความสว่าง 2,500 ลูเมน) บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และ หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถสรุปค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดามีค่ากำลังไฟฟ้า 43.50 W
- หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีค่ากำลังไฟฟ้า 31 W

ดังนั้น หากเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าระหว่างหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และ หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5 1 x 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง 12.5 W คิดเป็นร้อยละ 28.74

4.3 ผลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED

จากการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากการใช้หลอดไฟฟ้าหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED ประกอบด้วยหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED เพียงอย่างเดียวซึ่งการทำงานไม่ต้องใช้บัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์ สามารถติดตั้งได้กับขาหลอดและโคมไฟฟ้าเดิมที่ใช้สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W โดยอุปกรณ์การทดสอบ คือหลอด LED T8 : Philips T8 Essential LEDtube 1200mm 20W 2,100 lumens 30,000 ชม. ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า มีรายละเอียดการตรวจวัดดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED

Record No.	Average Volt	Average Amp	Average Watt	Average PF
1	222.3	0.08	18.02	0.95
2	222.2	0.07	18.05	0.94
3	222.5	0.08	18.03	0.96
4	222.5	0.08	18.02	0.96
5	222.3	0.08	18.50	0.95
6	222.3	0.08	18.02	0.94
7	222.2	0.08	18.10	0.96
8	222.7	0.08	18.04	0.96
9	223.2	0.08	18.12	0.94
10	223.1	0.08	18.05	0.95
Average	222.5	0.08	18.10	0.95

ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากการต่อใช้งานหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W Philips T8 Essential LEDtube 1200mm 20W 2,100 lumens 30,000 ชม. มีค่าแรงเคลื่อน ไฟฟ้าเฉลี่ย 222.50 V, ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.08 A, ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 18.10 W และ ค่า Power Factor 0.95

เปรียบเทียบค่าการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการต่อใช้บัลลาสต์แกนเหล็ก ต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบ 1 x 36 W และหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W Philips T8 Essential LEDtube 1200mm 20W 2,100 lumens 30,000 ชม. ตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลสรุปการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากการต่อใช้งาน

หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และ
หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W

ชนิดหลอด / บัลลาสต์	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	เพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF)
1 x 36 W / แกนเหล็กธรรมดา	226.10	0.41	43.50	0.46
LED T8 20 W/ ไม่ต่อผ่านบัลลาสต์	222.5	0.08	18.10	0.95

จากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W (ความสว่าง 2,500 ลูเมน) บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W ไม่ต่อผ่านบัลลาสต์สามารถสรุปค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา มีค่ากำลังไฟฟ้า 43.50 W
- หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W ไม่ต่อผ่านบัลลาสต์ มีค่ากำลังไฟฟ้า 18.1 W

ดังนั้น หากเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าระหว่างหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา และ หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานชนิด LED T8 20W ไม่ต่อผ่านบัลลาสต์ มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง 25.4 W คิดเป็นร้อยละ 58.39

4.4 ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด

ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศจะต้องมีการบำรุงรักษาล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นประจำ เพื่อให้เครื่องปรับอากาศยังคงประสิทธิภาพการทำงานที่ดีอยู่เสมอ โดยทั่วไปมักจะทำการล้างเครื่องปรับอากาศ (ล้างใหญ่) อย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง แต่หากเครื่องปรับอากาศไม่ได้รับการล้างทำความสะอาดเลย หรือวงจรการล้างทำความสะอาดยาวนานเกินกว่า 1 ปี ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจะลดต่ำลง ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นควรจัดให้มีแผนการบำรุงรักษาล้างทำความสะอาด เครื่องปรับอากาศเป็นประจำ ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลงได้

ผู้ศึกษาตรวจวัดและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จากกลุ่มตัวอย่าง 1 อาคาร คืออาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์การใช้อาคารคือใช้ในการเรียนการสอน การฝึกอบรมด้านภาษาต่างประเทศและด้านคอมพิวเตอร์ ให้บริการคณาจารย์ด้านภาษาต่างประเทศและด้านคอมพิวเตอร์ ทุกห้องมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ มีเวลาใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 340 วัน เท่ากับ 2,720 ชั่วโมง/ปี โดยอาคารอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ มีลักษณะทรงกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าสูง 4 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 8,612 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 4,352 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.52 พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 4,260 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 49.48 มีเครื่องปรับอากาศจำนวน 113 เครื่อง ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 3,612,423 Btu/hr หรือ 301.04 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี

การตรวจวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จะทำการตรวจสอบโดยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำมาคำนวณหาค่าทางไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง แล้วทำการวิเคราะห์ตาม ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด

ที่	สถานที่ใช้งาน	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	ก่อนล้าง			หลังล้าง			ร้อยละ
					กระแส A	กำลังไฟฟ้า kW	EER	กระแส A	กำลังไฟฟ้า kW	EER	
1	Computer Lab 1	1	Eminent	25,262	11.14	2.45	10.31	10.56	2.32	10.87	5.21
2	Computer Lab 1	1	Eminent	25,262	11.21	2.47	10.24	10.23	2.25	11.22	8.74
3	Computer Lab 1	1	Eminent	18,329	8.44	1.86	9.87	7.83	1.72	10.64	7.23
4	Computer Lab 1	1	Eminent	25,262	11.89	2.62	9.66	10.81	2.38	10.62	9.08
5	Computer Lab 1	1	Eminent	25,262	12.12	2.67	9.47	11.24	2.47	10.22	7.26
6	Computer Lab 1	1	Eminent	25,262	11.32	2.49	10.14	10.38	2.28	11.06	8.30
7	พุทธรักษา	1	Star Air	26,600	12.75	2.81	9.48	11.67	2.57	10.36	8.47
8	พุทธรักษา	1	Star Air	26,600	12.90	2.84	9.37	11.82	2.60	10.23	8.37
9	ห้องรับรอง	1	Mitsubishi	25,262	10.86	2.39	10.57	10.18	2.24	11.28	6.23
10	ห้อง Canteen	1	Eminent	18,329	8.12	1.79	10.26	7.66	1.69	10.88	5.67
11	ห้อง Canteen	1	Yoshidenki	26,600	12.26	2.70	9.86	11.38	2.50	10.62	7.18
12	ห้องสำนักงาน	1	Tasaki	36,100	16.82	3.70	9.76	15.47	3.40	10.61	8.03
13	ห้องพักอาจารย์ 1	1	Eminent	25,262	11.85	2.61	9.69	10.77	2.37	10.66	9.11
14	ห้องพักอาจารย์ 1	1	Eminent	25,262	12.28	2.70	9.35	11.34	2.49	10.13	7.65
15	ห้องพักอาจารย์ 2	1	Eminent	19,150	8.59	1.89	10.13	7.97	1.75	10.92	7.22
16	ห้องพักอาจารย์ 2	1	Eminent	19,150	8.52	1.87	10.22	7.95	1.75	10.95	6.69
17	ห้องประชุม	1	Star Air	26,600	12.93	2.84	9.35	11.78	2.59	10.26	8.89
18	Conference room	1	Star Air	26,600	12.85	2.83	9.41	11.77	2.59	10.27	8.40
19	Conference room	1	Star Air	26,600	12.87	2.83	9.39	11.79	2.59	10.26	8.39
20	Computer network	2	Eminent	25,262	11.38	2.50	10.09	10.58	2.33	10.85	7.03
21	Computer network	2	Eminent	25,262	11.55	2.54	9.94	10.74	2.36	10.69	7.01
22	ห้อง Server	2	Star Air	38,130	18.12	3.99	9.57	16.68	3.67	10.39	7.95
23	ห้อง Server	2	Star Air	38,130	18.35	4.04	9.45	16.97	3.73	10.21	7.52
24	ห้อง Server	2	Star Air	38,130	18.70	4.11	9.27	17.02	3.74	10.18	8.98
25	Computer network	2	Eminent	18,329	8.03	1.77	10.38	7.65	1.68	10.89	4.73
26	Computer Lab 2	2	Star Air	38,130	18.07	3.98	9.59	17.19	3.78	10.08	4.87
27	Computer Lab 2	2	Star Air	38,130	18.23	4.01	9.51	17.15	3.77	10.11	5.92
28	Computer Lab 2	2	Star Air	38,130	17.98	3.96	9.64	16.90	3.72	10.26	6.01
29	Computer Lab 2	2	Star Air	38,130	18.03	3.97	9.61	16.95	3.73	10.23	5.99

ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด (ต่อ)

ที่	สถานที่ใช้งาน	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	ก่อนล้าง			หลังล้าง			ร้อยละ
					กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	
30	Computer Training	2	Star Air	38,130	17.87	3.93	9.70	16.79	3.69	10.32	6.04
31	Computer Training	2	Star Air	38,130	18.35	4.04	9.45	16.97	3.73	10.21	7.52
32	Computer Training	2	Star Air	38,130	18.42	4.05	9.41	17.04	3.75	10.17	7.49
33	Laboratory 1	2	Star Air	38,130	18.29	4.02	9.48	17.21	3.79	10.07	5.90
34	Laboratory 1	2	Star Air	38,130	18.94	4.17	9.15	17.06	3.75	10.16	9.93
35	Laboratory 1	2	Star Air	38,130	18.22	4.01	9.51	17.14	3.77	10.11	5.93
36	Language Laboratory 3	2	Eminent	25,262	11.80	2.60	9.73	10.72	2.36	10.71	9.15
37	Language Laboratory 3	2	Eminent	25,262	11.82	2.60	9.71	10.74	2.36	10.69	9.14
38	Language Laboratory 3	2	Tasaki	37,400	17.98	3.96	9.45	16.48	3.63	10.32	8.34
39	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Tasaki	37,400	18.75	4.13	9.07	16.90	3.72	10.06	9.87
40	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Eminent	25,262	12.02	2.64	9.55	10.84	2.38	10.59	9.82
41	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Eminent	25,262	11.93	2.62	9.63	10.98	2.42	10.46	7.96
42	Language Laboratory 4	2	Eminent	25,262	11.76	2.59	9.76	10.87	2.39	10.56	7.57
43	Language Laboratory 4	2	Eminent	25,262	11.78	2.59	9.75	10.81	2.38	10.62	8.23
44	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	26,600	12.21	2.69	9.90	11.13	2.45	10.86	8.85
45	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,100	14.43	3.17	10.11	13.35	2.94	10.93	7.48
46	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,100	14.81	3.26	9.85	13.78	3.03	10.59	6.95
47	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,100	15.09	3.32	9.67	13.85	3.05	10.53	8.22
48	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,100	14.84	3.26	9.83	13.66	3.01	10.68	7.95
49	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	26,600	13.11	2.88	9.22	12.03	2.65	10.05	8.24
50	Training Room 1	3	Eminent	25,262	11.94	2.63	9.62	10.86	2.39	10.57	9.05
51	Training Room 1	3	Eminent	25,262	11.49	2.53	9.99	10.71	2.36	10.72	6.79
52	Training Room 2	3	Eminent	25,262	12.02	2.64	9.55	10.94	2.41	10.50	8.99

ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด (ต่อ)

ที่	สถานที่ใช้งาน	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	ก่อนล้าง			หลังล้าง			ร้อยละ
					กระแส A	กำลังไฟฟ้า kW	EER	กระแส A	กำลังไฟฟ้า kW	EER	
53	Training Room 2	3	Eminent	25,262	12.05	2.65	9.53	10.97	2.41	10.47	8.96
54	Training Room 3	3	Eminent	25,262	11.86	2.61	9.68	10.78	2.37	10.65	9.11
55	Training Room 3	3	Eminent	25,262	11.79	2.59	9.74	10.71	2.36	10.72	9.16
56	Training Room 3	3	Eminent	25,262	12.36	2.72	9.29	11.28	2.48	10.18	8.74
57	Training Room 4	3	Eminent	25,262	12.45	2.74	9.22	11.37	2.50	10.10	8.67
58	Training Room 4	3	Eminent	25,262	11.92	2.62	9.63	10.84	2.38	10.59	9.06
59	Training Room 4	3	Eminent	25,262	11.71	2.58	9.81	10.93	2.40	10.51	6.66
60	Training Room 5	3	Eminent	18,329	8.84	1.94	9.42	7.96	1.75	10.47	9.95
61	Training Room 5	3	Eminent	18,329	8.58	1.89	9.71	7.85	1.73	10.61	8.51
62	Recording Studio	3	Eminent	18,329	8.47	1.86	9.84	7.80	1.72	10.68	7.91
63	Record Room	3	Star Air	19,322	8.95	1.97	9.81	8.07	1.78	10.88	9.83
64	ห้องพักอาจารย์	3	Eminent	18,329	8.58	1.89	9.71	7.73	1.70	10.78	9.91
65	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,262	12.05	2.65	9.53	10.97	2.41	10.47	8.96
66	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,262	11.84	2.60	9.70	10.76	2.37	10.67	9.12
67	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,262	12.22	2.69	9.40	11.14	2.45	10.31	8.84
68	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,262	12.01	2.64	9.56	10.93	2.40	10.51	8.99
70	คอมพิวเตอร์ Lab 7	3	Eminent	25,262	12.09	2.66	9.50	11.01	2.42	10.43	8.93
71	คอมพิวเตอร์ Lab 7	3	Eminent	25,262	11.92	2.62	9.63	10.84	2.38	10.59	9.06
72	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,262	11.71	2.58	9.81	10.83	2.38	10.60	7.51
73	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,262	12.12	2.67	9.47	11.04	2.43	10.40	8.91
74	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,262	12.29	2.70	9.34	11.21	2.47	10.24	8.79
75	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,262	11.82	2.60	9.71	10.74	2.36	10.69	9.14
76	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,262	11.71	2.58	9.81	10.71	2.36	10.72	8.54
77	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,262	12.11	2.66	9.48	11.03	2.43	10.41	8.92
78	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,262	11.85	2.61	9.69	10.77	2.37	10.66	9.11
79	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,262	11.55	2.54	9.94	10.64	2.34	10.79	7.88
80	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,262	11.93	2.62	9.63	10.85	2.39	10.58	9.05
81	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	26,600	12.22	2.69	9.89	11.24	2.47	10.76	8.02
82	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,100	14.81	3.26	9.85	13.73	3.02	10.63	7.29

ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด (ต่อ)

ที่	สถานที่ใช้งาน	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	ก่อนล้าง			หลังล้าง			ร้อยละ
					กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	
83	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,100	14.88	3.27	9.81	13.80	3.04	10.57	7.26
84	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,100	14.95	3.29	9.76	13.87	3.05	10.52	7.22
85	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,100	14.75	3.25	9.89	13.67	3.01	10.67	7.32
86	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	26,000	11.92	2.62	9.91	10.84	2.38	10.90	9.06
87	ประชุม	4	Star Air	26,600	12.27	2.70	9.85	11.19	2.46	10.81	8.80
88	Computer Lab 8	4	Star Air	38,130	18.18	4.00	9.53	16.89	3.72	10.26	7.10
89	Computer Lab 8	4	Star Air	38,130	18.52	4.07	9.36	16.92	3.72	10.24	8.64
90	Computer Lab 9	4	Star Air	38,130	17.75	3.91	9.76	16.67	3.67	10.40	6.08
91	Computer Lab 9	4	Star Air	38,130	17.82	3.92	9.73	16.74	3.68	10.35	6.06
92	Computer Lab 10	4	Star Air	38,130	18.02	3.96	9.62	16.94	3.73	10.23	5.99
93	Computer Lab 10	4	Star Air	38,130	18.78	4.13	9.23	17.10	3.76	10.14	8.95
94	ห้องรับรองวิทยากร	4	Star Air	19,000	8.76	1.93	9.86	7.98	1.76	10.82	8.90
95	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	29.08	6.40	9.52	27.34	6.01	10.13	5.98
96	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	28.52	6.27	9.71	26.18	5.76	10.57	8.20
97	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	28.68	6.31	9.65	26.60	5.85	10.41	7.25
98	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	27.91	6.14	9.92	26.43	5.81	10.47	5.30
99	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	28.21	6.21	9.81	26.13	5.75	10.59	7.37
100	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Star Air	60,900	28.01	6.16	9.88	25.93	5.70	10.68	7.43
101	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Eminent	36,200	17.93	3.94	9.18	16.26	3.58	10.12	9.31
102	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Eminent	36,200	17.79	3.91	9.25	16.21	3.57	10.15	8.88
103	ห้องประชุมศูนย์ภาษา	4	Eminent	36,200	17.82	3.92	9.23	16.34	3.59	10.07	8.31
104	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	29.05	6.39	9.53	26.97	5.93	10.26	7.16
105	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	29.02	6.38	9.54	26.94	5.93	10.28	7.17
106	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	28.78	6.33	9.62	26.60	5.85	10.41	7.57
107	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	28.91	6.36	9.58	26.83	5.90	10.32	7.19
108	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	28.21	6.21	9.81	26.13	5.75	10.59	7.37
109	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Star Air	60,900	29.01	6.38	9.54	26.93	5.92	10.28	7.17
110	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Eminent	36,200	17.23	3.79	9.55	16.15	3.55	10.19	6.27
111	ห้องประชุมศูนย์คอม ฯ	4	Eminent	36,200	17.07	3.76	9.64	15.79	3.47	10.42	7.50

ตารางที่ 4.8 การตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังล้างทำความสะอาด (ต่อ)

ที่	สถานที่ใช้งาน	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด (BTU)	ก่อนล้าง			หลังล้าง			ร้อยละ
					กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	กระแส A	กำลัง ไฟฟ้า kW	EER	
112	ห้องควบคุมระบบ	4	Eminent	25,262	11.87	2.61	9.67	10.79	2.37	10.64	9.10
113	ห้องรับรอง	4	Eminent	25,262	11.55	2.54	9.94	10.47	2.30	10.97	9.35
รวม				3,612,423	1,703	375	9.64	1,571	346	10.45	7.78

จากการตรวจวัดและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Split Type) จากอาคารกลุ่มตัวอย่างคืออาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ จำนวน 113 เครื่อง ทุกเครื่องมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ขาดการบำรุงรักษา สภาพหุ้ระบายความร้อนสกปรกและมีฝุ่นจับ ปริมาณมาก ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 3,612,423 Btu/hr หรือ 301.04 ton พบว่าก่อนทำการล้างเครื่องปรับอากาศ กระแสไฟฟ้ารวม 1,703 A กำลังไฟฟ้ารวม 375 kw. เฉลี่ยใช้กำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นเท่ากับ 1.24 kw./ton ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (EER) 9.64 หลังจากล้างเครื่องปรับอากาศ กระแสไฟฟ้ารวมลดลงเหลือ 1,571 A กำลังไฟฟ้ารวมลดลงเหลือ 346 kw. เฉลี่ยใช้กำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นเท่ากับ 1.14 kw./ton ประสิทธิภาพด้านพลังงาน (EER) สูงขึ้นที่ 10.45 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้เฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 7.78 เมื่อพิจารณาเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ไม่เท่ากัน น้อยที่สุดร้อยละ 5.30 และมากที่สุด ร้อยละ 9.95 โดยเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กจะมีร้อยละการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่กว่า เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพด้านพลังงาน (EER) หลักจากล้างเครื่องปรับอากาศค่าประสิทธิภาพด้านพลังงาน (EER) เฉลี่ยอยู่ที่ 10.45 ซึ่งยังไม่ถึงค่าระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 (เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ.2006) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 11.0 Btu/hr/W ขึ้นไป เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี

4.5 มาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า

ผู้ศึกษาได้สร้างมาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 อาคาร โดยมุ่งเน้นที่ประเภทของการใช้พลังงานที่มีสัดส่วนความสิ้นเปลืองสูง ได้แก่ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ โดยสร้างมาตรการขึ้นจำนวน 7 มาตรการ คือ

1. มาตรการเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED
4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)
5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ หรือปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที
6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) และตั้งอุณหภูมิ ไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี

โดยนำมาตรการที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามความเหมาะสมของอาคาร ในการดำเนินการทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง จากการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์ประจำอาคารกลุ่มตัวอย่าง ที่บันทึกไว้ก่อนก่อนดำเนินการ หลังจกดำเนินการ และจากการวิเคราะห์คำนวณหาประสิทธิภาพมาตรการต่าง ๆ มีรายละเอียดแยกเป็นรายอาคารดังนี้

4.5.1 อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์

อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ ลักษณะอาคารเป็นอาคารแนวราบรูปทรงสี่เหลี่ยมสูง 4 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 8,612 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 4,352 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.52 พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 4,260 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 49.48 มีพื้นที่ใช้สอยมากเป็นอันดับ 1 จากทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็กจำนวน 776 ชุด และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีเครื่องปรับอากาศจำนวน 113 เครื่อง ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 3,612,423 Btu/hr หรือ 301.04 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เมื่อดำเนินมาตรการจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเรียงตามมาตรการได้ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จากการสำรวจระบบแสงสว่างของอาคาร พบว่า มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ต่อใช้งานร่วมกับบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จำนวน 776 หลอด เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน 340 วัน/ปี ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาท/kWh

จากการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ต่อใช้งานร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ มีการใช้กำลังไฟฟ้า 43.50 วัตต์/หลอด ดังนั้น หากดำเนินการเปลี่ยนมาใช้บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จากการตรวจวัดมีการใช้กำลังไฟฟ้า 36.20 วัตต์/หลอด ค่ากำลังไฟฟ้าที่ลดลง 7.3 W คิดเป็นร้อยละ 16.78 เมื่อเปลี่ยนเปลี่ยนมาใช้บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดาที่มีกำลังสูญเสียมากกว่า จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	= $776 \times (43.50 / 1,000)$
	= 33.76 kW
กำลังไฟฟ้าบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	= $776 \times (36.20 / 1,000)$
	= 28.09 kW
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้	= $(33.76 - 28.09) \times 8 \times 340$
	= 15,408.26 kWh/ปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	= $15,408.26 \times 4$ (บาท/kWh)
	= 61,633.02 บาท/ปี
* บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 150 บาท/ตัว และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง	
การลงทุน	= 776×150
	= 116,400 บาท
ระยะเวลากินทุน	= $116,400 / 61,633.02$
	= 1.89 ปี

2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W ในอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ (ความสว่าง 2,300-2850 ลูเมน) เป็นหลัก ต่อใช้งานร่วมกับบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จำนวน 776 หลอด เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลามากกว่า 6 เดือน ความสว่างของหลอดจะเริ่มลดน้อยลง ทำให้บางจุดมีแสงสว่างไม่เพียงพอ เมื่อเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 36 w เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (T5/28W) ซึ่งจะให้แสงสว่างสูงกว่า (ความสว่างของหลอด STLD ประมาณ 3,200 - 3,350 ลูเมน) โดยที่ใช้ กำลังไฟฟ้าลดลง 12.50 w ต่อหลอด โดยลงทุนติดตั้งหลอด T5/28W ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น Master TL5 HE 28W/830 พร้อม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น EB-Ci 1-2 14-28W 220-240V ใหม่ทั้งหมด 776 ชุด จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	= $776 \times (43.50 / 1,000)$
	= 33.76 kW
กำลังไฟฟ้าหลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	= $776 \times (31.00 / 1,000)$
	= 24.06 kW
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้	= $(33.76 - 24.06) \times 8 \times 340$
	= 26,384 kWh/ปี
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	= $26,384 \times 4$ (บาท/kWh)
	= 105,536 บาท/ปี

* หลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 300 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}\text{การลงทุน} &= 776 \times 300 \\ &= 232,800 \text{ บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 232,800 / 105,536 \\ &= 2.21 \text{ ปี}\end{aligned}$$

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED ในอาคารมีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ (ความสว่าง 2,300 - 2850 ลูเมน) เป็นหลัก ต่อใช้งานร่วมกับบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จำนวน 776 หลอด โดยทำการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา 36 w เป็นหลอดประหยัดพลังงานชนิด LED T8 : Philips T8 Essential LEDtube 1200mm 20W 2,100 lumens ใช้กำลังไฟฟาลดลง 25.40 w ต่อหลอด แสงของหลอดกระจายเป็นวงกว้าง ให้ความสว่างชัดเจน เสมือนจริงถึง 80% ไม่มีรังสี UV และรังสีอินฟราเรด ให้ความร้อนน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ถึง 15% มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 30,000 ชั่วโมง โดยลงทุนติดตั้งหลอด LED T8 ทั้งหมด 776 ชุด จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 776 \times (43.50 / 1,000) \\ &= 33.76 \text{ kW} \\ \text{กำลังไฟฟ้าหลอด LED 20 w Philips Essential t T8} &= 776 \times (18.1 / 1,000) \\ &= 14.05 \text{ kW} \\ \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้} &= (33.76 - 14.05) \times 8 \times 340 \\ &= 53,612.29 \text{ kWh/ปี} \\ \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 53,612.29 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\ &= 214,449.15 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

* หลอด LED 20 w Philips Ecofit T8 ราคา 600 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}\text{การลงทุน} &= 776 \times 600 \\ &= 465,600 \text{ บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 465,600 / 214,449.15 \\ &= 2.17 \text{ ปี}\end{aligned}$$

4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 113 เครื่อง ที่ติดตั้งในบริเวณต่าง ๆ รวมคิดเป็นความสามารถในการทำความเย็น 3,612,423 Btu/hr หรือ 301.04 Ton ส่วนใหญ่ยังขาดการบำรุงรักษา

ที่สม่ำเสมอ ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) และแฟนคอยล์ (Fan Coil) อยู่ในสภาพสกปรก มีฝุ่นละอองจับที่กริบบระบายความร้อน ควรมีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้การระบายความร้อนของระบบและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศดีขึ้น เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน 340 วัน/ปี 2,720 ชั่วโมง/ปี อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาท/kWh จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ	= 3,612,423 Btu/hr
	= 3,612,423/12000
	= 301.04 ton
* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton	
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= 301.04 x 1.24 (kW/ton)
	= 373.28 kW
* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	= 373.28 x 8 x 340 x 0.76
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี	= 771,652.09 kWh/ปี
* หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 7.78	
ดังนั้น หลังจากล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ	
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้	= 771,652.09 x (7.78 / 100)
	= 60,034.53 kWh/ปี
จำนวนเงินที่ประหยัดได้	= 60,034.53 x 4 บาท/kWh
	= 204,138.13 บาท/ปี
การลงทุน (ล้าง 2 ครั้ง/ปี) ครั้งละ 400 บาท	= 113 (เครื่อง) x 400 x 2
	= 79,100 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= 45,000 / 126,173.51
	= 0.38 ปี

5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิด เครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 100 เครื่อง ที่ติดตั้งในบริเวณห้องต่าง ๆ ความสามารถในการทำความเย็นรวม 3,612,423 Btu/hr หรือ 301.04 Ton เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน 340 วัน/ปี 2,720 ชั่วโมง/ปี อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาท/kWh

ดังนั้น หากลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน จะทำให้ประหยัดพลังงานลงได้มาก และไม่ต้องมีการลงทุนสามารถคืนทุนทันทีนับตั้งแต่เริ่มดำเนินการ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423/12000 \\
 &= 301.04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &= 373.28 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย 76 เปอร์เซ็นต์} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน

$$\begin{aligned}
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 &= 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 771,652.09 - 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 96,456.51 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 96,456.51 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 385,826.04 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

6. **มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส** การควบคุมอุณหภูมิการปรับอากาศโดยการใช้เทอร์โมสแตทชนิดธรรมดา ซึ่งรับความร้อนโดยตรงเข้ามาในแผ่นโลหะผสม (Bi-meter) ที่มีความต้านทานภายในค่อนข้างสูงและความแม่นยำ (Accuracy) ต่ำ ในการที่จะสั่งงานให้เครื่องปรับอากาศสามารถเดินและหยุดการทำงานได้ที่จุดซึ่งกำหนดให้มีการปรับตั้งอุณหภูมิไว้ โดยเครื่องปรับอากาศจะมีระยะเวลาในการทำงานนานมากขึ้นเพื่อให้ความเย็นต่ำไปกว่าจุดกำหนดจึงหยุดการทำงาน และทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศสูงขึ้น จนเกินกว่าจุดที่ปรับตั้งเทอร์โมสแตทไว้ อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องเพิ่มระยะเวลาทำงานและใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น ในการทำอุณหภูมิของพื้นที่ปรับอากาศให้ต่ำลงได้อีก การเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์เทอร์โมสแตทชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท เพื่อควบคุมอุณหภูมิและการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จะทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Stability) โดยจะมีความแม่นยำในการสั่งงานให้เครื่องปรับอากาศสามารถเดินและหยุดเครื่องได้ที่จุดซึ่งกำหนดการปรับตั้งอุณหภูมิไว้

การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศของอาคาร มีการใช้อุปกรณ์เทอร์โมสตัทอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดรับความร้อนจากโลหะผสม (Bi-meter) ติดตั้งในเครื่องปรับอากาศ และชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท หากดำเนินการเปลี่ยนจากอุปกรณ์เทอร์โมสตัทชนิดรับความร้อนจากโลหะผสม ที่ติดตั้งในเครื่องปรับอากาศไปใช้อุปกรณ์เทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัทเพื่อควบคุมอุณหภูมิและการทำงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

การเปลี่ยนเทอร์โมสตัทชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท (Electronic Thermostat) จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลงได้ประมาณ 10 % (จากรายงานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &&= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &&&= 3,612,423/12000 \\
 &&&= 301.04 \text{ ton} \\
 * &\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ} &&1.24 \text{ kW/ton} \\
 &\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &&= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &&&= 373.28 \text{ kW} \\
 * &\text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย} &&76 \text{ เปอร์เซ็นต์} \\
 &\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &&= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 &\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &&= 771,652.09 \text{ kWh/ปี} \\
 * &\text{หลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท คาดว่าจะประหยัดได้} && \\
 &\text{เฉลี่ยร้อยละ 10} && \\
 &\text{ดังนั้น หลังจากล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ} && \\
 &\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานไฟฟ้าได้} &&= 771,652.09 \times (10 / 100) \\
 &&&= 77,165.21 \text{ kWh/ปี} \\
 &\text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &&= 77,165.21 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &&&= 308,660.83 \text{ บาท/ปี} \\
 &\text{การลงทุน 1,000 บาท/เครื่อง} &&= 113 (\text{เครื่อง}) \times 1,000 \\
 &&&= 113,000 \text{ บาท/ปี} \\
 &\text{ระยะเวลาคืนทุน} &&= 113,000 / 308,660.83 \\
 &&&= 0.37 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เครื่องปรับอากาศภายในอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี มีผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานสูง เมื่อทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 เกณฑ์พลังงาน ปี ค.ศ.2011 (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6 Btu/hr/W) ในการทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เกิดการใช้พลังงานภายในอาคารลดลงเป็นไปอย่างคุ้มค่า

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการทำความเย็นพบว่าค่าการใช้กระแสไฟฟ้าต่อตันความเย็น มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load) หรือที่ภาระใช้งานจริง (Actual Load) สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของอาคารเก่า เท่ากับ 1.61 kW/ton (พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538) ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงจะมีค่าที่ 1.03-1.25 kW/ton และมีเครื่องปรับอากาศที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานเมื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้และคิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 20 % เมื่อดำเนินการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\ &= 3,612,423 / 12000 \\ &= 301.04 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ} & 1.24 \text{ kW/ton} \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 373.28 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* หลังเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 20} \\ \text{ดังนั้น เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6)} \\ \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (20 / 100) \\ &= 154,330.42 \text{ kWh/ปี} \\ \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 154,330.42 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\ &= 617,321.67 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{การลงทุน} &= 301.04 \text{ (ton)} \times 16,000 \text{ (บาท/ton)} \\
 &= 4,816,564 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 4,816,564 / 360,495.74 \\
 &= 7.80 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

4.5.2 อาคารอาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์)

อาคารอาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์) ลักษณะอาคารเป็นอาคารแนวราบรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสูง 4 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวม 5,767 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 2,112 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 3,655 ตารางเมตร มีพื้นที่ใช้สอยมากเป็นอันดับ 2 จากทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ.2537 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็กจำนวน 568 ชุด และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 51 เครื่อง ซึ่งทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 1,218,132 Btu/hr หรือ 101.5 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เมื่อดำเนินการมาตรการจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเรียงตามมาตรการได้ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 24.71 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (36.20 / 1,000) \\
 &= 20.56 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (24.71 - 20.56) \times 8 \times 340 \\
 &= 11,278.21 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 11,278.21 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 45,112.83 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

* บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 150 บาท/ตัว และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 150 \\
 &= 85,200 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 85,200 / 45,112.83 \\
 &= 1.89 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 33.76 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (31.00 / 1,000) \\
 &= 17.61 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 17.61) \times 8 \times 340 \\
 &= 19,312 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 19,312 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 77,248 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 300 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง} \\
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 300 \\
 &= 107,400 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 107,400 / 77,248 \\
 &= 2.21 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 33.76 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด LED 20 w Philips Essential t T8} &= 568 \times (18.1 / 1,000) \\
 &= 10.28 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 10.28) \times 8 \times 340 \\
 &= 39,241.98 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 39,241.98 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 156,967.94 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลอด LED 20 w Philips Ecofit T8 ราคา 600 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง} \\
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 600 \\
 &= 340,800 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 340,800 / 156,967.94 \\
 &= 2.17 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 1,218,132 \text{ Btu/hr} \\ &= 1,218,132/12000 \\ &= 101.51 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 101.51 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 125.87 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 260,205.99 \text{ kWh/ปี*}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{* หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 7.78} \\ \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (7.78 / 100) \\ &= 60,034.53 \text{ kWh/ปี} \\ \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 60,034.53 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\ &= 204,138.13 \text{ บาท/ปี} \\ \text{การลงทุน (ล้าง 2 ครั้ง/ปี) 400 บาท/เครื่อง} &= 113 \text{ (เครื่อง)} \times 400 \times 2 \\ &= 79,100 \text{ บาท/ปี} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 45,000 / 126,173.51 \\ &= 0.38 \text{ ปี}\end{aligned}$$

5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 1,218,132 \text{ Btu/hr} \\ &= 1,218,132/12000 \\ &= 101.51 \text{ ton}\end{aligned}$$

* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 101.51 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 125.87 \text{ kW}\end{aligned}$$

* เครื่องปรับอากาศที่มึการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76

$$\begin{aligned}\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 260,205.99 \text{ kWh/ปี} \\ \text{ดังนั้น ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน} & \\ \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ &= 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\ &= 771,652.09 - 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\ &= 96,456.51 \text{ kWh/ปี} \\ \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 96,456.51 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\ &= 385,826.04 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

* ไม่ต้องการลงทุน สามารถประหยัดได้ทันที

6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 1,218,132 \text{ Btu/hr} \\ &= 1,218,132/12000 \\ &= 101.51 \text{ ton}\end{aligned}$$

* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 101.51 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 125.87 \text{ kW}\end{aligned}$$

* เครื่องปรับอากาศที่มึการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76

$$\begin{aligned}\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\ \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 260,205.99 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

* หลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 10 ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 260,205.99 \times (10 / 100) \\ &= 26,020.60 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

จำนวนเงินที่ประหยัดได้	= 26,020.60 x 4 บาท/kWh
	= 104,082.40 บาท/ปี
การลงทุน	= 51 (เครื่อง) x 1,000 (บาท/เครื่อง)
	= 51,000 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= 51,000 / 104,082.40
	= 0.49 ปี

7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ผลในการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ	= 1,218,132 Btu/hr
	= 1,218,132/12000
	= 101.51 ton
* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton	
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= 101.51 x 1.24 (kW/ton)
	= 125.87 kW
* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	= 378.28 x 8 x 340 x 0.76
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี	= 260,205.99 kWh/ปี
* หลังเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 20	
ดังนั้น เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6)	
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้	= 260,205.99 x (20 / 100)
	= 52,041.20 kWh/ปี
จำนวนเงินที่ประหยัดได้	= 52,041.20 x 4 บาท/kWh
	= 208,164.79 บาท/ปี
การลงทุน	= 101.51 (ton) x 16,000 (บาท/ton)
	= 1,624,146 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= 1,624,146 / 208,164.79
	= 7.80 ปี

4.5.3 อาคารอาคาร 12 (วิทยบริการ)

อาคารอาคาร 12 (วิทยบริการ) ลักษณะอาคารเป็นอาคารแนวราบรูปทรงสี่เหลี่ยมสูง 4 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวม 4,967 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 2,688 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 2,279 ตารางเมตร มีพื้นที่ใช้สอยมากเป็นอันดับ 3 จากทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ.2541 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็กจำนวน 1,254 ชุด และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 83 เครื่อง ซึ่งทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 2,416,500 Btu/hr หรือ 201 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เมื่อดำเนินมาตรการจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าเรียงตามมาตรการได้ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 24.71 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (36.20 / 1,000) \\
 &= 20.56 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (24.71 - 20.56) \times 8 \times 340 \\
 &= 11,278.21 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 11,278.21 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 45,112.83 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

* บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 150 บาท/ตัว และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 150 \\
 &= 85,200 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลากู้ทุน} &= 85,200 / 45,112.83 \\
 &= 1.89 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 33.76 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (31.00 / 1,000) \\
 &= 17.61 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 17.61) \times 8 \times 340 \\
 &= 19,312 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 19,312 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 77,248 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 300 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง} \\
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 300 \\
 &= 107,400 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 107,400 / 77,248 \\
 &= 2.21 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 33.76 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด LED 20 w Philips Essential t T8} &= 568 \times (18.1 / 1,000) \\
 &= 10.28 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 10.28) \times 8 \times 340 \\
 &= 39,241.98 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 39,241.98 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 156,967.94 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลอด LED 20 w Philips Ecofit T8 ราคา 600 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง} \\
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 600 \\
 &= 340,800 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 340,800 / 156,967.94 \\
 &= 2.17 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &&= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &&&= 3,612,423/12000 \\
 &&&= 301.04 \text{ ton} \\
 &\text{* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 &\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &&= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &&&= 373.28 \text{ kW} \\
 &\text{* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 &\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &&= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 &\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &&= 771,652.09 \text{ kWh/ปี} \\
 &\text{* หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 7.78} \\
 &\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &&= 771,652.09 \times (7.78 / 100) \\
 &&&= 60,034.53 \text{ kWh/ปี} \\
 &\text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &&= 60,034.53 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &&&= 204,138.13 \text{ บาท/ปี} \\
 &\text{การลงทุน (ล้าง 2 ครั้ง/ปี) 400 บาท/เครื่อง} &&= 113 \text{ (เครื่อง)} \times 400 \times 2 \\
 &&&= 79,100 \text{ บาท/ปี} \\
 &\text{ระยะเวลาคืนทุน} &&= 45,000 / 126,173.51 \\
 &&&= 0.38 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &&= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &&&= 3,612,423/12000 \\
 &&&= 301.04 \text{ ton} \\
 &\text{* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 &\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &&= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &&&= 373.28 \text{ kW} \\
 &\text{* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 &\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &&= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76
 \end{aligned}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี $= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}$
 ดังนั้น ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน
 คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้ $= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76$
 $= 675,195.57 \text{ kWh/ปี}$
 $= 771,652.09 - 675,195.57 \text{ kWh/ปี}$
 $= 96,456.51 \text{ kWh/ปี}$
 จำนวนเงินที่ประหยัดได้ $= 96,456.51 \times 4 \text{ บาท/kWh}$
 $= 385,826.04 \text{ บาท/ปี}$
 * ไม่ต้องมีการลงทุน สามารถประหยัดได้ทันที

6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ $= 3,612,423 \text{ Btu/hr}$
 $= 3,612,423/12000$
 $= 301.04 \text{ ton}$
 * ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton
 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ $= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)}$
 $= 373.28 \text{ kW}$
 * เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76
 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ $= 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76$
 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี $= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}$
 * หลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 10 ดังนั้น
 คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้ $= 771,652.09 \times (10 / 100)$
 $= 77,165.21 \text{ kWh/ปี}$
 จำนวนเงินที่ประหยัดได้ $= 77,165.21 \times 4 \text{ บาท/kWh}$
 $= 308,660.83 \text{ บาท/ปี}$
 การลงทุน $= 113 \text{ (เครื่อง)} \times 1,000 \text{ (บาท/เครื่อง)}$
 $= 113,000 \text{ บาท/ปี}$
 ระยะเวลาคืนทุน $= 113,000 / 308,660.83$
 $= 0.37 \text{ ปี}$

7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ผลในการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ	= 3,612,423 Btu/hr
	= 3,612,423/12000
	= 301.04 ton
* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton	
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= 301.04 x 1.24 (kW/ton)
	= 373.28 kW
* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย 76 เปอร์เซ็นต์	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	= 373.28 x 8 x 340 x 0.76
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี	= 771,652.09 kWh/ปี
* หลังเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 20	
ดังนั้น เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6)	
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้	= 771,652.09 x (20 / 100)
	= 154,330.42 kWh/ปี
จำนวนเงินที่ประหยัดได้	= 154,330.42 x 4 บาท/kWh
	= 617,321.67 บาท/ปี
การลงทุน	= 301.04 (ton) x 16,000 (บาท/ton)
	= 4,816,564 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= 4,816,564 / 360,495.74
	= 7.80 ปี

4.5.4 อาคารอาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)

อาคารอาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ) ลักษณะอาคารเป็นอาคารแนวราบรูปทรงสี่เหลี่ยมสูง 4 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวม 4,434 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 2,304 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 2,130 ตารางเมตร มีพื้นที่ใช้สอยมากเป็นอันดับ 4 จากทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ.2540 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36w บัลลัสต์แกนเหล็กจำนวน 531 ชุด และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 51 เครื่อง ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 1,446,686 Btu/hr หรือ 120.5 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เมื่อดำเนินมาตรการจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ตามมาตรการได้ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าบาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	$= 568 \times (43.50 / 1,000)$
	$= 24.71 \text{ kW}$
กำลังไฟฟ้าบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	$= 568 \times (36.20 / 1,000)$
	$= 20.56 \text{ kW}$
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้	$= (24.71 - 20.56) \times 8 \times 340$
	$= 11,278.21 \text{ kWh/ปี}$
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	$= 11,278.21 \times 4 \text{ (บาท/kWh)}$
	$= 45,112.83 \text{ บาท/ปี}$
* บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 150 บาท/ตัว และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง	
การลงทุน	$= 568 \times 150$
	$= 85,200 \text{ บาท}$
ระยะเวลาคืนทุน	$= 85,200 / 45,112.83$
	$= 1.89 \text{ ปี}$

2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	$= 568 \times (43.50 / 1,000)$
	$= 33.76 \text{ kW}$
กำลังไฟฟ้าหลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	$= 568 \times (31.00 / 1,000)$
	$= 17.61 \text{ kW}$
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้	$= (33.76 - 17.61) \times 8 \times 340$
	$= 19,312 \text{ kWh/ปี}$
คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้	$= 19,312 \times 4 \text{ (บาท/kWh)}$
	$= 77,248 \text{ บาท/ปี}$
* หลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 300 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง	
การลงทุน	$= 568 \times 300$
	$= 107,400 \text{ บาท}$
ระยะเวลาคืนทุน	$= 107,400 / 77,248$
	$= 2.21 \text{ ปี}$

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 33.76 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าหลอด LED 20 w Philips Essential t T8} &= 568 \times (18.1 / 1,000) \\
 &= 10.28 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 10.28) \times 8 \times 340 \\
 &= 39,241.98 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 39,241.98 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 156,967.94 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลอด LED 20 w Philips Ecofit T8 ราคา 600 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง} \\
 \text{การลงทุน} &= 568 \times 600 \\
 &= 340,800 \text{ บาท} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 340,800 / 156,967.94 \\
 &= 2.17 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จะสามารถประหยัด พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423 / 12,000 \\
 &= 301.04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &= 373.28 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ประหยัดได้เฉลี่ย 7.78 เปอร์เซ็นต์} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (7.78 / 100) \\
 &= 60,034.53 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 60,034.53 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 204,138.13 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{การลงทุน (ล้าง 2 ครั้ง/ปี) 400 บาท/เครื่อง} &= 113 (\text{เครื่อง}) \times 400 \times 2 \\
 &= 79,100 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 45,000 / 126,173.51 \\
 &= 0.38 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423 / 12000 \\
 &= 301.04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 (\text{kW/ton}) \\
 &= 373.28 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 * \text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 &= 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 771,652.09 - 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 96,456.51 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 96,456.51 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 385,826.04 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

* ไม่ต้องการลงทุน สามารถประหยัดได้ทันที

6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423 / 12000 \\
 &= 301.04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 373.28 \text{ kW}\end{aligned}$$

* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} = 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} = 771,652.09 \text{ kWh/ปี}$$

* หลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 10 ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (10 / 100) \\ &= 77,165.21 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 77,165.21 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\ &= 308,660.83 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{การลงทุน} &= 113 \text{ (เครื่อง)} \times 1,000 \text{ (บาท/เครื่อง)} \\ &= 113,000 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ระยะเวลากินทุน} &= 113,000 / 308,660.83 \\ &= 0.37 \text{ ปี}\end{aligned}$$

7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ผลในการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\ &= 3,612,423 / 12000 \\ &= 301.04 \text{ ton}\end{aligned}$$

* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\ &= 373.28 \text{ kW}\end{aligned}$$

* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย 76 เปอร์เซ็นต์

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} = 378.28 \times 8 \times 340 \times 0.76$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} = 771,652.09 \text{ kWh/ปี}$$

* หลังเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 20

ดังนั้น เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6)

$$\begin{aligned}
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (20 / 100) \\
 &= 154,330.42 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 154,330.42 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 617,321.67 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{การลงทุน} &= 301.04 \text{ (ton)} \times 16,000 \text{ (บาท/ton)} \\
 &= 4,816,564 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 4,816,564 / 360,495.74 \\
 &= 7.80 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

4.5.5 อาคารอาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)

อาคารอาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย) ลักษณะอาคารเป็นอาคารแนวราบรูปทรงสี่เหลี่ยมสูง 3 ชั้น โครงสร้างทั่วไปเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ใช้ระบบพื้นสำเร็จรูป มีพื้นที่ใช้สอยรวม 2,251 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ใช้สอยปรับอากาศ 1,664 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยไม่ปรับอากาศ 587 ตารางเมตร มีพื้นที่ใช้สอยมากเป็นอันดับ 4 จากทุกอาคารกลุ่มตัวอย่าง เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ.2522 มีจำนวนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 w บัลลัสต์แกนเหล็กจำนวน 139 ชุด และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 51 เครื่อง ขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 16,000 Btu/hr จนถึง 60,000 Btu/hr ขนาดทำความเย็นรวม 1,446,686 Btu/hr หรือ 120.5 ton ซึ่งเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี เมื่อดำเนินมาตรการจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ตามมาตรการได้ดังนี้

1. มาตรการเปลี่ยนบัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลัสต์แกนเหล็กธรรมดา จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กำลังไฟฟ้าบัลลัสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\
 &= 24.71 \text{ kW} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าบัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (36.20 / 1,000) \\
 &= 20.56 \text{ kW} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (24.71 - 20.56) \times 8 \times 340 \\
 &= 11,278.21 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 11,278.21 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\
 &= 45,112.83 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

* บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 150 บาท/ตัว และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}\text{การลงทุน} &= 568 \times 150 \\ &= 85,200 \text{ บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 85,200 / 45,112.83 \\ &= 1.89 \text{ ปี}\end{aligned}$$

2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\ &= 33.76 \text{ kW} \\ \text{กำลังไฟฟ้าหลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์} &= 568 \times (31.00 / 1,000) \\ &= 17.61 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 17.61) \times 8 \times 340 \\ &= 19,312 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 19,312 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\ &= 77,248 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

* หลอด T5 28 w บาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ราคา 300 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง

$$\begin{aligned}\text{การลงทุน} &= 568 \times 300 \\ &= 107,400 \text{ บาท} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 107,400 / 77,248 \\ &= 2.21 \text{ ปี}\end{aligned}$$

3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าหลอด 36 w บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา} &= 568 \times (43.50 / 1,000) \\ &= 33.76 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าหลอด LED 20 w Philips Essential t T8} &= 568 \times (18.1 / 1,000) \\ &= 10.28 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= (33.76 - 10.28) \times 8 \times 340 \\ &= 39,241.98 \text{ kWh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้} &= 39,241.98 \times 4 \text{ (บาท/kWh)} \\ &= 156,967.94 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

* หลอด LED 20 w Philips Ecofit T8 ราคา 600 บาท/ชุด และมหาวิทยาลัยดำเนินการเอง	
การลงทุน	= 568 x 600
	= 340,800 บาท
ระยะเวลาคืนทุน	= 340,800 / 156,967.94
	= 2.17 ปี

4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ	= 3,612,423 Btu/hr
	= 3,612,423/12000
	= 301.04 ton
* ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ 1.24 kW/ton	
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	= 301.04 x 1.24 (kW/ton)
	= 373.28 kW
* เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	= 373.28 x 8 x 340 x 0.76
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี	= 771,652.09 kWh/ปี
* หลังการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ประหยัดได้เฉลี่ย 7.78 เปอร์เซ็นต์	
คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้	= 771,652.09 x (7.78 / 100)
	= 60,034.53 kWh/ปี
จำนวนเงินที่ประหยัดได้	= 60,034.53 x 4 บาท/kWh
	= 204,138.13 บาท/ปี
การลงทุน (ล้าง 2 ครั้ง/ปี) 400 บาท/เครื่อง	= 113 (เครื่อง) x 400 x 2
	= 79,100 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= 45,000 / 126,173.51
	= 0.38 ปี

5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423/12000 \\
 &= 301.04 \text{ ton} \\
 * \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &= 373.28 \text{ kW} \\
 * \text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{ดังนั้น ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง/วัน} \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 &= 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 771,652.09 - 675,195.57 \text{ kWh/ปี} \\
 &= 96,456.51 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 96,456.51 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 385,826.04 \text{ บาท/ปี} \\
 * \text{ไม่ต้องมีการลงทุน สามารถประหยัดได้ทันที}
 \end{aligned}$$

6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423/12000 \\
 &= 301.04 \text{ ton} \\
 * \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ } 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &= 373.28 \text{ kW} \\
 * \text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี}
 \end{aligned}$$

* หลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ 10 ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (10 / 100) \\
 &= 77,165.21 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 77,165.21 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 308,660.83 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{การลงทุน (1,000 บาท/เครื่อง)} &= 113 \times 1,000 \\
 &= 113,000 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 113,000 / 308,660.83 \\
 &= 0.37 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ผลในการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดรวมของเครื่องปรับอากาศ} &= 3,612,423 \text{ Btu/hr} \\
 &= 3,612,423 / 12,000 \\
 &= 301.04 \text{ ton} \\
 * \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นก่อนล้าง เท่ากับ} & 1.24 \text{ kW/ton} \\
 \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้} &= 301.04 \times 1.24 \text{ (kW/ton)} \\
 &= 373.28 \text{ kW} \\
 * \text{เครื่องปรับอากาศที่มีการทำงานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย} & 76 \text{ เปอร์เซ็นต์} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 373.28 \times 8 \times 340 \times 0.76 \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดปี} &= 771,652.09 \text{ kWh/ปี} \\
 * \text{หลังเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง คาดว่าจะประหยัดได้เฉลี่ยร้อยละ} & 20 \\
 \text{ดังนั้น เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High Efficiency ; EER ไม่ต่ำกว่า 11.6)} & \\
 \text{คาดว่าจะประหยัดได้พลังงานได้} &= 771,652.09 \times (20 / 100) \\
 &= 154,330.42 \text{ kWh/ปี} \\
 \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้} &= 154,330.42 \times 4 \text{ บาท/kWh} \\
 &= 617,321.67 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{การลงทุน} &= 301.04 \text{ (ton)} \times 16,000 \text{ (บาท/ton)} \\
 &= 4,816,564 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 4,816,564 / 617,321.67 \\
 &= 7.80 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

จากการดำเนินมาตรการเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ทั้ง 7 มาตรการ สามารถสรุปข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ 1,442,750.41 kWh/ปี เงินลงทุน 16,973,456 บาท และระยะเวลาคืนทุน โดยแสดงข้อมูลแยกตามอาคารกลุ่มตัวอย่าง ตามมาตรการและภาพรวม ดังแสดงตามตารางที่ 4.9 – 4.12

ตารางที่ 4.9 จำนวนพลังงานที่ประหยัดได้ วิธีดำเนินการ และจำนวนเงินลงทุน

ที่	มาตรการ	พลังงานไฟฟ้า ที่ประหยัดได้	วิธีดำเนินการ	จำนวนเงิน ลงทุน (บาท)
1	ใช้บัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์	7.3 W /ชุด =16.78 %	เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้ากับ บัลลาสต์แกนเหล็ก ต่อกับหลอด 1X 36 W	150 / ชุด
2	ใช้หลอด T5/28W	12.5 W /ชุด = 28.74 %	เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้ากับ บัลลาสต์แกนเหล็ก ต่อกับหลอด 1X 36 W	300 / ชุด
3	ใช้หลอดชนิด LED	25.4 W /ชุด = 58.39 %	เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้ากับ บัลลาสต์แกนเหล็ก ต่อกับหลอด 1X 36 W	600 / ชุด
4	บำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศ	ประมาณ 7.78 %	วัดประสิทธิภาพก่อนล้างและ หลังล้าง จำนวน 10 เครื่อง (12,000–36,000 btu)	800 /เครื่อง (400 x 2 ครั้ง)
5	ลดเวลาใช้ เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน	ประมาณ 12.5 %	คอมเพรสเซอร์เฉลี่ยร้อยละ 76	-ไม่ต้องลงทุน
6	ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม อุณหภูมิชนิด อิเล็กทรอนิกส์เทอร์ โมสตัท (25 ⁰ C)	ประมาณ 10 %	ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	1,000 /เครื่อง
7	เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูง	ประมาณ 20 %	ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	16,000 /ton

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงตามมาตรการ

ที่	อาคาร มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)					
		ศูนย์ภาษา	อาคาร 9	อาคาร 12	อาคาร 11	อาคาร 6	รวม
1	ใช้บัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์	15,408.26	11,278.21	24,899.42	10,543.54	2,759.98	64,889.41 (7)
2	ใช้หลอด T5/28W	26,384.00	19,312.00	42,636.00	18,054.00	4,726.00	111,112.00 (6)
3	ใช้หลอดชนิด LED	53,612.29	39,241.98	86,636.35	36,685.73	9,603.23	225,779.58 (3)
4	บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	60,034.53	20,244.03	40,159.60	24,042.34	16,592.34	161,072.83 (5)
5	ลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน	96,456.51	32,525.75	64,523.77	38,628.45	26,658.64	258,793.11 (2)
6	ติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท	77,165.21	26,020.60	51,619.02	30,902.76	21,326.91	207,034.49 (4)
7	ใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง	154,330.42	52,041.20	103,238.04	61,805.51	42,653.82	414,068.98 (1)
รวม		483,391.22	200,663.76	413,712.19	220,662.33	124,320.92	1,442,750.41

* (ลำดับ)

จากตารางพบว่าในภาพรวมของอาคารกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 อาคาร เมื่อดำเนินมาตรการทั้ง 7 มาตรการ สามารถประหยัดพลังงานได้รวม 1,442,750.41 kWh/ปี โดยมาตรการที่ 7 คือมาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี สามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุดเป็นอันดับแรก สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 414,068.98 kWh/ปี อันดับที่สองได้แก่มาตรการที่ 5 คือมาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน

15 นาฬิกา สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 258,793.11 kWh/ปี และมาตรการที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้น้อยที่สุดได้แก่ มาตรการที่ 1 คือมาตรการเปลี่ยนบาลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทน บาลาสต์แกนเหล็กธรรมดา สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 64,889.41 kWh/ปี

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนเงินลงทุนตามมาตรการ

ที่	อาคาร มาตรการ	เงินลงทุน (บาท)					
		ศูนย์ภาษา	อาคาร 9	อาคาร 12	อาคาร 11	อาคาร 6	รวม
1	ใช้บัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์	116,400	85,200	188,100	79,650	20,850	490,200 (4)
2	ใช้หลอด T5/28W	232,800	170,400	376,200	159,300	41,700	980,400 (5)
3	ใช้หลอดชนิด LED	465,600	340,800	752,400	318,600	83,400	1,960,800 (6)
4	บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	90,400	40,800	66,400	40,800	36,800	275,200 (2)
5	ลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน	-	-	-	-	-	- (1)
6	ติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท	113,000	51,000	83,000	51,000	46,000	344,000 (3)
7	เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง	4,816,564	1,624,176	3,222,000	1,928,915	1,331,201	12,922,856 (7)
รวม		5,834,764	2,312,376	4,688,100	2,578,265	1,559,951	16,973,456

* (ลำดับ)

จากตารางพบว่าในภาพรวมของอาคารกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 อาคาร เมื่อดำเนินมาตรการทั้ง 7 มาตรการ จะใช้เงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 16,973,456 บาท โดยมาตรการอันดับแรกสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุน ได้แก่มาตรการที่ 5 คือมาตรการลดเวลาใช้เครื่อง

ปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที อันดับที่สองได้แก่มาตรการที่ 4 คือมาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ใช้เงินลงทุน 275,200 บาท และมาตรการที่ใช้เงินลงทุนสูงที่สุดได้แก่มาตรการที่ 7 คือ มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี โดยใช้เงินลงทุนจำนวน 12,922,856 บาท

ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวนพลังงาน จำนวนเงินที่ประหยัดได้ จำนวนเงินลงทุน และระยะเวลาคืนทุน

ที่	มาตรการ	พลังงานไฟฟ้า ที่ประหยัดได้ (kW/h/ปี)	จำนวนเงิน ที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	จำนวนเงิน ลงทุน (บาท/ปี)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)
1	ใช้บัลลาสต์แบบ อิเล็กทรอนิกส์	64,889.41 (7 : 4.50 %)	259,557.64 (7 : 4.50 %)	490,200 (4 : 2.89%)	1.89 (4)
2	ใช้หลอด T5/28W	111,112.00 (6 : 7.70%)	444,448.00 (6 : 7.70%)	980,400 (5 : 5.78%)	2.21 (6)
3	ใช้หลอดชนิด LED	225,779.58 (3 : 15.65%)	903,118.32 (3 : 15.65%)	1,960,800 (6 : 11.55%)	2.17 (5)
4	บำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศ	161,072.83 (5 : 11.16 %)	644,291.32 (5 : 11.16 %)	275,200 (2 : 1.62%)	0.43 (3)
5	ลดเวลาใช้เครื่อง ปรับอากาศ 1 ชั่วโมง / วัน	258,793.11 (2 : 17.49 %)	1,035,172.44 (2 : 17.49 %)	- (1 : 0.00 %)	ทันที (1)
6	ติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท	207,034.49 (4 : 14.35%)	828,137.96 (4 : 14.35%)	344,000 (3 : 2.03%)	0.42 (2)
7	เปลี่ยนเครื่อง ปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูง	414,068.98 (1 : 28.70%)	1,656,275.92 (1 : 28.70%)	12,922,856 (7 : 76.14%)	7.80 (7)
รวม		1,442,750.41 (100 %)	5,771,001.60 (100 %)	16,973,456 (100 %)	

* (ลำดับ : ร้อยละ)

จากตารางพบว่าในภาพรวมของอาคารกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 อาคาร เมื่อดำเนินมาตรการทั้ง 7 มาตรการ สามารถสรุปภาพรวมการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง โดยพิจารณาเป็นรายมาตรการทั้งด้านจำนวนเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ เงินลงทุน และระยะเวลาคืนทุน หากพิจารณาในทุกด้านแล้ว จะเห็นว่ามาตรการที่ 5 คือมาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที เป็นมาตรการที่น่าสนใจที่สุด สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 258,793.11 kW/h/ปี จำนวนเงินที่ประหยัดได้จำนวน 1,035,172.44 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 17.49 จากทุกมาตรการ และไม่มีระยะเวลาคืนทุนเนื่องจากไม่ต้องใช้เงินลงทุน ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทันทีเมื่อดำเนินมาตรการ หากมีการลดใช้น้อยกว่าหรือมากกว่า 1 ชั่วโมง/วัน ก็จะมีผลต่อการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตามสัดส่วนเวลาที่เปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาด้านระยะเวลาคืนทุน พบว่ามาตรการที่ 6 คือมาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสแตท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส กับมาตรการที่ 4 คือ มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) มีระยะเวลาคืนทุนใกล้เคียงกันคือ 0.42 ปี และ 0.43 ปี ตามลำดับ โดยการลงทุนจะใช้เงินลงทุนจำนวน 344,000 บาท และ 275,200 บาท ตามลำดับ ซึ่งมาตรการที่ 6 จะใช้เงินลงทุนมากกว่ามาตรการที่ 4 จำนวน 98,800 บาท ซึ่งสามารถประหยัดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 828,137.96 บาท และจำนวน 644,291.32 บาท คิดเป็นร้อยละ 14.35 และ 11.16 จากทุกมาตรการ ตามลำดับ และมาตรการที่ 6 สามารถประหยัดเงินค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่ามาตรการที่ 4 จำนวน 183,846.64 บาท หากต้องเลือกระหว่างมาตรการที่ 6 กับมาตรการที่ 4 ควรพิจารณาเลือกมาตรการที่ 6 เนื่องจากมีสัดส่วนการลงทุนต่อค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ อยู่ที่ 2.41 และ 2.34 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาด้านจำนวนเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ พบว่ามาตรการที่ 7 คือมาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 414,068.98 kW/h/ปี จำนวนเงินที่ประหยัดได้ 5,771,001.60 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 28.70 จากทุกมาตรการ ซึ่งเป็นมาตรการที่สามารถประหยัดได้มากที่สุด แต่ต้องใช้เงินลงทุนมากที่สุดจำนวน 12,922,856 บาท คิดเป็นร้อยละ 76.14 จากทุกมาตรการ และมีระยะเวลาคืนทุนนานที่สุดอยู่ที่ 7.80 ปี เช่นเดียวกัน หากมีงบประมาณเพียงพอก็ควรเลือกใช้มาตรการนี้ เพราะในช่วง 5 ปีแรก จะลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง มีเพียงค่าบำรุงรักษาเท่านั้น

มาตรการด้านแสงสว่างที่ควรพิจารณา ได้แก่ มาตรการที่ 3 คือ มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้จำนวน 225,779.58 kW/h/ปี จำนวนเงินที่ประหยัดได้ 903,118.32 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 15.65 จากทุกมาตรการ ซึ่งเป็นมาตรการที่สามารถประหยัดได้มากที่สุดในมาตรการด้านแสงสว่าง ต้องใช้เงินลงทุนมากที่สุดจำนวน 1,960,800 บาท ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.17 ปี นานกว่ามาตรการที่ 1 คือมาตรการเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 1.89 ปี และสั้นกว่ามาตรการที่ 2 คือมาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.21 ปี เนื่องจากแนวโน้มของหลอดไฟฟ้าชนิด LED มีราคาถูกลง ทำให้ระยะเวลาคืนทุนลดลง หรืออาจเลือกหลอดชนิด LED ที่มีราคาถูกลงแต่อาจจะมีคุณภาพลดลง ระยะเวลาคืนทุนลดลงเช่นกัน และเมื่อเปลี่ยนเป็นหลอดชนิด LED แล้ว จะได้หลอดไฟฟ้าใหม่ ให้แสงสว่างเต็มประสิทธิภาพ มีอายุการใช้งานถึง 30,000 ชม. มีการรับประกันและส่งเสริมภาพลักษณ์ด้านการอนุรักษ์พลังงานอีกด้วย หากเลือกมาตรการเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ มาตรการนี้อาจมีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่า ลงทุนน้อยกว่า แต่หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ยังคงใช้หลอด 36 w เดิม มีอายุการใช้งานนาน บางหลอดมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่างลดลงมาก และหลอดอาจจะขาดระหว่างใช้งาน ต้องใช้งบประมาณในการจัดซื้อหลอดเพื่อเปลี่ยนใหม่ และอุณหภูมิขณะทำงานก็มีความร้อนสูงกว่าหลอดชนิด LED ซึ่งเป็นภาระต่อเครื่องปรับอากาศอีกด้วย ส่วนมาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W มีระยะเวลาคืนทุนนานกว่า และมีแนวโน้มราคาค่อนข้างคงที่ จึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจน้อยกว่า มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการศึกษา เรื่อง “การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี” การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและสร้างมาตรการด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ซึ่งเป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คืออาคารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ซึ่งมีทั้งหมด 46 อาคาร โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 5 อาคาร คือ

1. อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์
2. อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์)
3. อาคาร 12 (วิทยบริการ)
4. อาคาร 11 (คณะวิทยาการจัดการ)
5. อาคารอาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)

กลุ่มตัวอย่างสามารถกำหนดมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 5% พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้การสร้างมาตรการให้กับกลุ่มตัวอย่างและติดตามผลการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานหลังจากการกำหนดมาตรการ 60 วัน

5.1 สรุปผลการศึกษา

การสรุปผลการศึกษา ผู้ศึกษาขอเสนอเป็นภาพรวมและข้อสรุปผลการศึกษาที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ตั้งไว้ดังนี้ ผลการศึกษปรากฏว่า แนวทางวิเคราะห์การการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 พร้อมสร้างมาตรการด้านการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุม เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่สามารถแสดงผลการประหยัดได้จริง ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้มีการติดตามผลการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานหลังจากการกำหนดมาตรการ 60 วัน จากการวิเคราะห์มาตรการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า ทำให้ได้มาตรการที่สามารถนำไปใช้ได้จำนวน 7 มาตรการ แต่ได้นำไปปฏิบัติ 3 มาตรการ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ได้ร้อยละ 7.63 ประกอบด้วย มาตรการที่สร้างขึ้นจำนวน 7 มาตรการ คือ

1. มาตรการเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W
3. มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED
4. มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)
5. มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที
6. มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท (Electronic Thermostat) ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
7. มาตรการใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปีและได้นำไปปฏิบัติ 3 มาตรการ คือ
 - 1) มาตรการเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W
 - 2) มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)
 - 3) ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25-26 องศาเซลเซียส มาตรการตั้งเวลาเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศ และปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาเพื่อประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ประกอบด้วย 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การคัดเลือกสถานที่ 3) การออกแบบการศึกษา 4) การวิเคราะห์ข้อมูล 5) การกำหนดมาตรการ และ 6) การดำเนินมาตรการ

ผลการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่า พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่ที่ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง สาเหตุการสิ้นเปลืองค่าพลังงานไฟฟ้าที่พบบ่อยคือ อุปกรณ์ไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี มีประสิทธิภาพต่ำ และขาดการบำรุงรักษา

แนวทางการแก้ปัญหาหลังวิเคราะห์สาเหตุ ได้กำหนดมาตรการที่เหมาะสมกับการปฏิบัติในมหาวิทยาลัยฯ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 จำนวน 7 มาตรการ แบ่งเป็น มาตรการด้านระบบแสงสว่าง 3 มาตรการ คือ 1) การเปลี่ยนใช้บัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ 2) การเปลี่ยนใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง T5/28W และ 3) การเปลี่ยนใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED และมาตรการด้านระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน 4 มาตรการ คือ 1) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 2) การลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน กำหนดเวลาปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานหรือเลิกสอน 15 นาที 3) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิชนิดอิเล็กทรอนิกส์เทอร์โมสตัท ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส และ 4) การใช้เครื่องปรับอากาศ

ประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำและมีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี แล้วนำมามาตรการที่กำหนดขึ้นไปทดลองใช้กับอาคารกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 อาคาร

ผลการศึกษาพบว่าภายหลังจากนำมามาตรการทั้งหมดมาใช้ ทุกมาตรการมีความเหมาะสมสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับไม่ได้นำมาใช้ ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ โดยมาตรการด้านระบบแสงสว่าง ที่ประหยัดพลังงานได้มากที่สุดคือการเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด LED สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 25.4 W/ชุด คิดเป็นร้อยละ 58.39 ของหลอดชนิดเดิม แต่มีการลงทุนและระยะเวลากืนทุนที่สูง คือ 2.17 ปี ส่วนมาตรการด้านระบบปรับอากาศที่ประหยัดพลังงานได้สูงสุดคือ มาตรการลดเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง/วัน สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 12.49 ของการไม่ใช้มาตรการ ซึ่งประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทันทีเมื่อดำเนินมาตรการ ส่วนมาตรการที่ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้น้อยที่สุด คือบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 7.78 จากการไม่บำรุงรักษา

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ในการพิจารณาใช้มาตรการต่างๆ อยู่กับการลงทุนในแต่ละมาตรการ ซึ่งใช้เวลาในการพิจารณาพอสมควรเนื่องจากมหาวิทยาลัยฯ ยังขาดงบประมาณในการดำเนินการและมีเวลาน้อย บางมาตรการที่ไม่มีการลงทุนอาจสามารถที่จะดำเนินการได้เลยทันที บางมาตรการอาจเกิดความไม่สะดวกกับผู้ใช้อาคารบางส่วนซึ่งมีความเคยชินในการปฏิบัติตน สำหรับการถ่ายทอดความรู้มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้กับผู้ปฏิบัติ ผู้เข้ารับการถ่ายทอดมีความรู้และมีระดับการศึกษาที่แตกต่างกันทำให้การถ่ายทอดจะต้องเริ่มตั้งแต่พื้นฐาน ควรกำหนดคุณสมบัติให้ชัดเจน เพื่อให้ได้กลุ่มผู้ปฏิบัติที่มีความรู้พื้นฐานตามที่กำหนดและทำให้การถ่ายทอดความรู้ได้ถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น และอาจสร้างมาตรการขยายเพิ่มเติมไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างอื่นที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก เช่นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ลิฟต์ ตู้น้ำเย็น เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2556). กฎกระทรวง.

เข้าถึงได้จาก http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=131&lang=th .

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2559). แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573). เข้าถึงได้จาก

http://www.enconfund.go.th/pdf/index/EEDP_Thai.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2550). คู่มือชุดความรู้การอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานศึกษา. เข้าถึงได้จาก

http://www2.dede.go.th/km_berc/downloads/menu4B2.pdf

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2555). สถานการณ์ไฟฟ้ากับสถานะเศรษฐกิจไทย. เข้าถึงได้จาก

http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=326&Itemid=146

กฤติมา มะลิวัลย์. (2553). การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนโดยการใช้กระบวนการ

สิ่งแวดล้อมศึกษา:กรณีศึกษาโรงเรียนหนองจอกพิทยาสรรพ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ.

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

เกสร เพ็ชรราช. (2539). การจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ซัชชัย จันทะสีลา. (2549). การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับ

สถานพยาบาล กรณีศึกษาอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต,

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธีระพงษ์ แสงสุวรรณ. (2553). การศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่ได้รับการทำความ

สะอาด. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

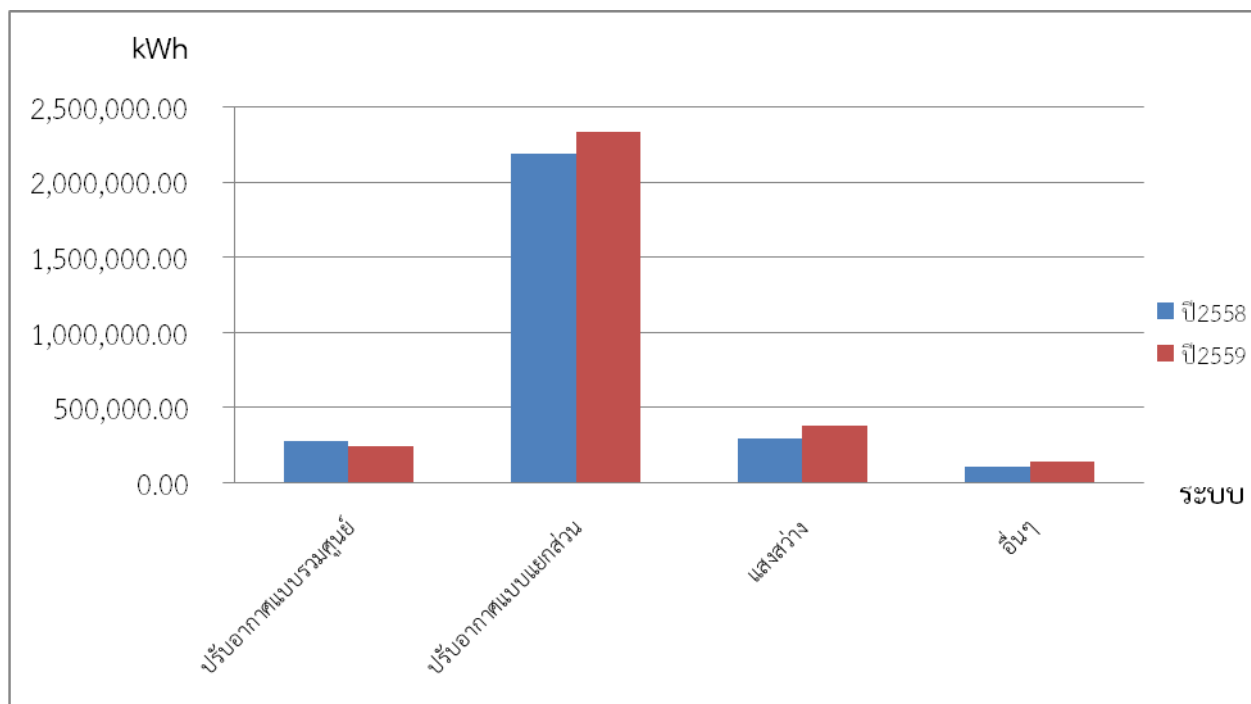
บุตรบำรุง ธรรมโชติ. (2541). การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์ : กรณีศึกษาอาคารหลโยธิน

ธนาคารกสิกรไทย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

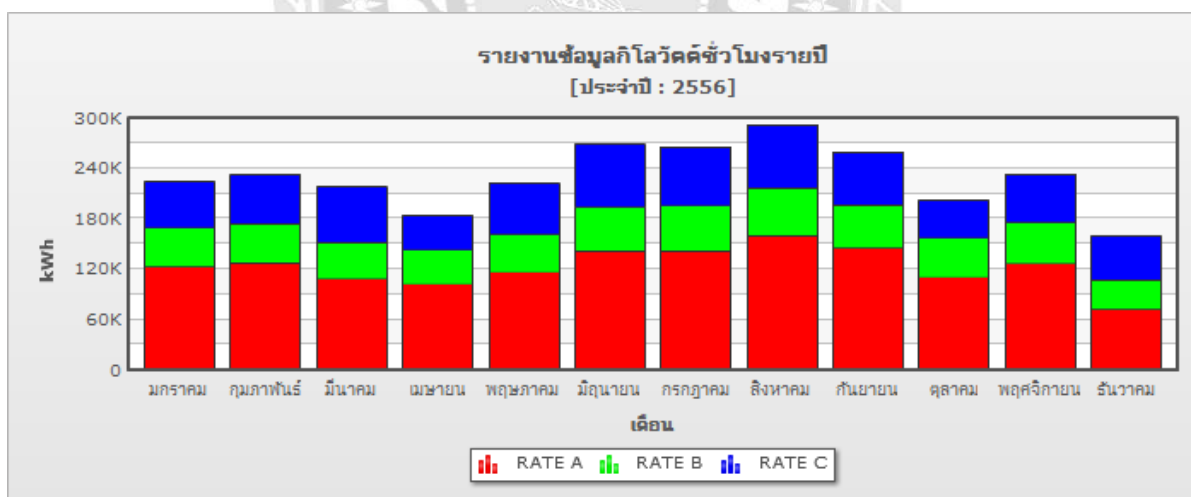
- ปิ่นพงษ์ ยอดสะคุณ. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า สำหรับ
อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม*. วิทยานิพนธ์หาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิรัตน์ นุ่มดี, กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์ และณัฐพล รุ่งประแสง. (2557). *การอนุรักษ์พลังงานในวิทยาลัย
เทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค)* (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชม
งคลภาคตะวันออก วิทยาเขตบางพระ
- วิวัฒน์ ดันตะพานิชกุล. (2527). *คู่มือการประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).
- วีรพล จิระประดิษฐกุล. (2543). *สถานการณ์สิ่งแวดล้อมและสุขภาพในประเทศไทย : พลังงาน
(รายงานการวิจัย) นนทบุรี : สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข*
- ศิริพรรณ ธงชัยและพิชัย อัยภูมิมงคล. (2548). *การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริพรรณ ธงชัย. (2550). *การอนุรักษ์พลังงานสำหรับห้องอิเล็กทรอนิกส์สื่อสาร*(รายงานการวิจัย).
กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริพรรณ ธงชัย. (2550). *การอนุรักษ์พลังงานแบบบูรณาการสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรณีศึกษา
สำหรับบริษัท คาสเซอร์ฟิค โฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน)* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ : สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมศักดิ์ สมบูรณ์. (2549). *การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบ
ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร*. วิทยานิพนธ์หาบัณฑิต, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สิทธิโชค แซ่ฝูง. (2549). *โปรแกรมหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน*. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุไรวรรณ พูลสิน. (2545). *การอนุรักษ์พลังงานในอาคารนอกชายฝั่งควบคุมสองแห่ง*.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาคผนวก

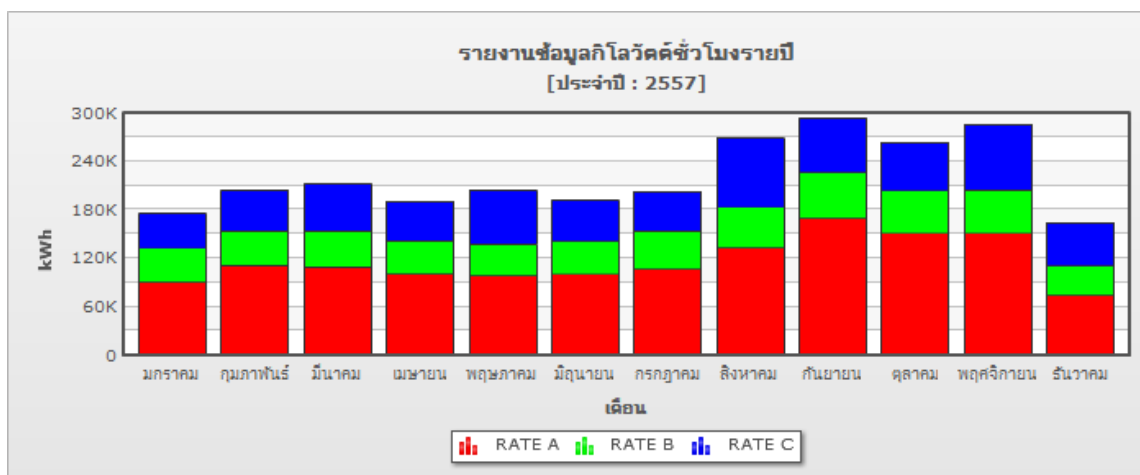




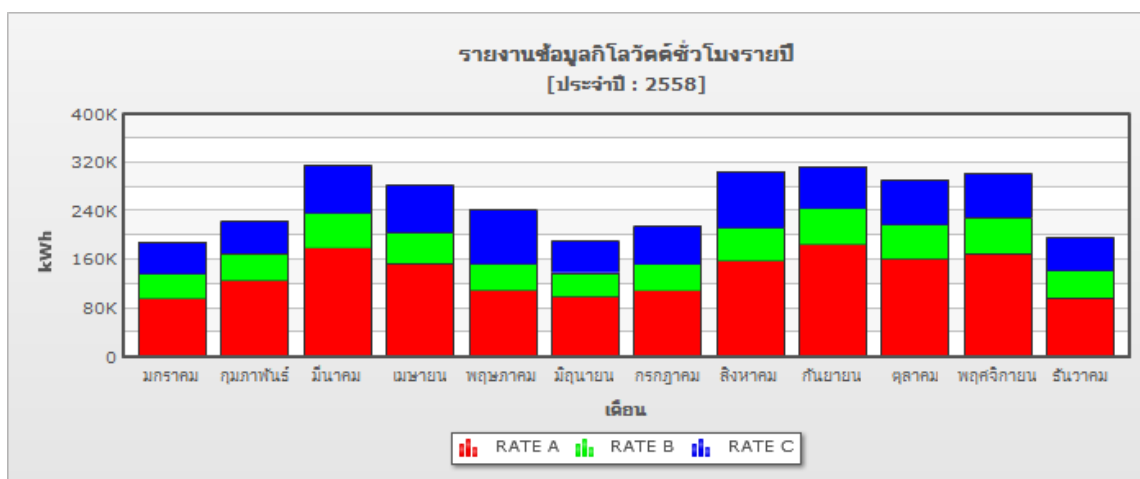
แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง



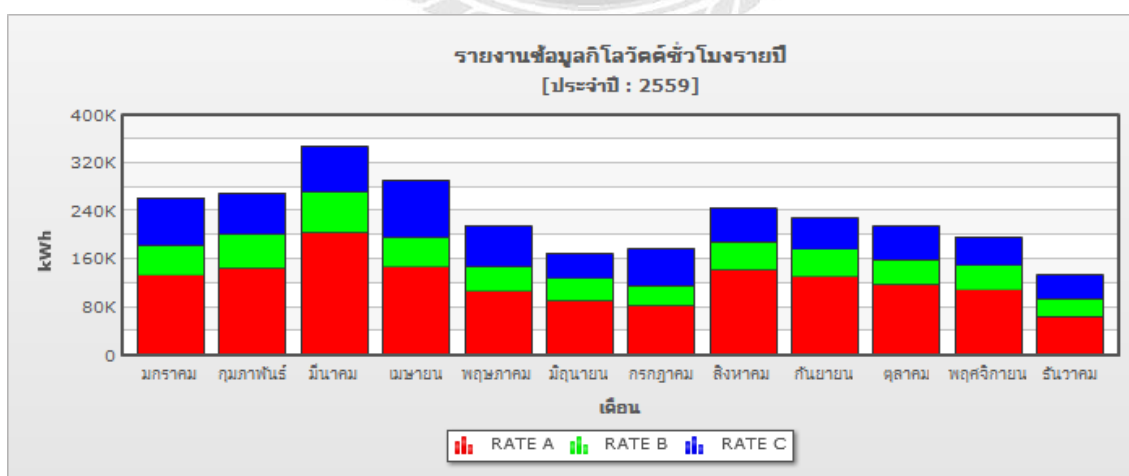
แสดงรายงานข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้ารายปี ประจำปี 2556 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง



แสดงรายงานข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้ารายปี ประจำปี 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง



แสดงรายงานข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้ารายปี ประจำปี 2558 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง



แสดงรายงานข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้ารายปี ประจำปี 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

รายละเอียดการใช้งานอาคาร ในรอบปี 2558

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร (ตารางเมตร)				
					(1) พื้นที่ใช้สอย			(2)	(3) =(1)+(2) รวม
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม	พื้นที่จอด รถในตัว อาคาร	
1	อาคาร 1	2511	8	250	896	1,579	2,475	-	2,475
2	อาคาร 2	2513	8	250	580	1,533	2,113	-	2,113
3	อาคาร 3	2514	8	250	834	1,156	1,990	-	1,990
4	อาคาร 4	2515	8	250	428	1,714	2,142	-	2,142
5	อาคาร 5	2517	8	250	284	1,340	1,624	-	1,624
6	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	2522	8	340	1,664	587	2,251	-	2,251
7	อาคาร 7	2518	8	250	260	1,588	1,848	-	1,848
8	อาคาร 8	2516	8	250	1,408	734	2,142	-	2,142
9	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ)	2537	8	340	2,112	3,655	5,767	-	5,767
10	อาคาร 10	2540	8	250	32	128	160	-	160
11	อาคาร 11	2540	8	340	2,304	2,130	4,434	-	4,434
12	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	2541	8	340	2,688	2,279	4,967	-	4,967
13	อาคาร 13 (โรงเรียนสาธิต อนุบาลทันทะวัน)	2541	8	250	64	384	448	-	448
14	สำนักศิลปวัฒนธรรม	2497	8	250	459	309	768	-	768
15	โรงฝึกงานช่างไม้	2497	8	250	40	924	964	-	964
16	อาคารเรียนเกษตรศาสตร์	2498	8	250	135	461	596	-	596
17	อาคารหอประชุมเก่า	2512	8	250	0	1,146	1,146	-	1,146
18	โรงฝึกงานช่างโลหะ	2513	8	250	36	545	581	-	581
19	อาคารเรียนศิลปะ	2514	8	250	68	1,084	1,152	-	1,152
20	ร้านสวัสดิการ	2514	8	340	96	183	279	-	279
21	อาคารเรียนดนตรี	2514	8	250	48	1,152	1,200	-	1,200
22	ศูนย์อาหาร	2515	8	250	28	1,271	1,299	-	1,299
23	อาคารคหกรรม	2517	8	250	21	473	494	-	494
24	อาคารเรียนพลศึกษา	2521	8	250	73	1,020	1,094	-	1,094

รายละเอียดการใช้งานอาคาร ในรอบปี 2558 (ต่อ)

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร (ตารางเมตร)				
					(1) พื้นที่ใช้สอย			(2) พื้นที่จอด รถในตัว อาคาร	(3) =(1)+(2) รวม
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม		
25	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพธุรกิจ จอมพล	2535	8	365	1,030	1,230	2,260	-	2,260
26	สโมสรอาจารย์ข้าราชการ	2539	8	250	269	71	340	-	340
27	อาคารฝ่ายยานพาหนะ	2540	8	250	32	288	320	-	320
28	อาคารสระว่ายน้ำ	2540	8	250	0	4,369	4,369	-	4,369
29	โรงกรองน้ำ	2540	8	250	0	126	126	-	126
30	อาคารกองพัฒนานักศึกษา	2543	8	250	0	749	749	-	749
31	อาคารศูนย์ภาษาและ คอมพิวเตอร์	2548	8	340	11,520	0	11,520	-	11,520
32	หอประชุมใหม่ (2,000 ที่นั่ง)	2548	8	250	0	2,385	2,385	-	2,385
33	อาคารสมาคมศิษย์เก่า	2548	8	250	24	648	672	-	672
34	อาคารอเนกประสงค์ (อาคาร อำนวยการและเรียนรวม)	2551	8	340	5,000	2,120	7,120	-	7,120
35	อาคารปฏิบัติการแปรรูป อาหาร	2551	8	250	0	1,882	1,882	-	1,882
36	หอพักหญิง(หอไม้3)	2500	14	250	0	237	237	-	237
37	หอพักหญิง(หอไม้4)	2500	14	250	0	237	237	-	237
38	หอพักหญิง(นิรนาม)	2514	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
39	หอพักหญิง(ปฐมนารี)	2514	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
40	หอพักหญิง(ร่มโพธิ์)	2515	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
41	หอพักหญิง(แคทราย)	2516	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
42	หอพักชาย(มิ่งขวัญ)	2516	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
43	หอพักนารีรัตน์	2552	14	250	0	1,600	1,600	-	1,600
44	หอพักแก้วกัลยา	2552	14	250	0	1,600	1,600	-	1,600
รวม					32,433	50,914	83,347		83,347

รายละเอียดการใช้งานอาคาร ในรอบปี 2559

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร (ตารางเมตร)				
					(1) พื้นที่ใช้สอย			(2)	(3) =(1)+(2) รวม
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม	พื้นที่จอด รถในตัว อาคาร	
1	อาคาร 1	2511	8	250	896	1,579	2,475	-	2,475
2	อาคาร 2	2513	8	250	580	1,533	2,113	-	2,113
3	อาคาร 3	2514	8	250	834	1,156	1,990	-	1,990
4	อาคาร 4	2515	8	250	428	1,714	2,142	-	2,142
5	อาคาร 5	2517	8	250	284	1,340	1,624	-	1,624
6	อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)	2522	8	340	1,664	587	2,251	-	2,251
7	อาคาร 7	2518	8	250	260	1,588	1,848	-	1,848
8	อาคาร 8	2516	8	250	1,408	734	2,142	-	2,142
9	อาคาร 9 (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ)	2537	8	340	2,112	3,655	5,767	-	5,767
10	อาคาร 10	2540	8	250	32	128	160	-	160
11	อาคาร 11	2540	8	340	2,304	2,130	4,434	-	4,434
12	อาคาร 12 (วิทยบริการ)	2541	8	340	2,688	2,279	4,967	-	4,967
13	อาคาร 13 (โรงเรียนสาธิต อนุบาลทันทะวัน)	2541	8	250	64	384	448	-	448
14	สำนักศิลปวัฒนธรรม	2497	8	250	459	309	768	-	768
15	โรงฝึกงานช่างไม้	2497	8	250	40	924	964	-	964
16	อาคารเรียนเกษตรศาสตร์	2498	8	250	135	461	596	-	596
17	อาคารหอประชุมเก่า	2512	8	250	0	1,146	1,146	-	1,146
18	โรงฝึกงานช่างโลหะ	2513	8	250	36	545	581	-	581
19	อาคารเรียนศิลปะ	2514	8	250	68	1,084	1,152	-	1,152
20	ร้านสวัสดิการ	2514	8	340	96	183	279	-	279
21	อาคารเรียนดนตรี	2514	8	250	48	1,152	1,200	-	1,200
22	ศูนย์อาหาร	2515	8	250	28	1,271	1,299	-	1,299
23	อาคารคหกรรม	2517	8	250	21	473	494	-	494
24	อาคารเรียนพลศึกษา	2521	8	250	73	1,020	1,094	-	1,094

รายละเอียดการใช้งานอาคาร ในรอบปี 2559 (ต่อ)

ที่	ชื่ออาคาร	ปี พ.ศ. ที่เปิด ใช้งาน	เวลาทำงาน		พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร (ตารางเมตร)				
					(1) พื้นที่ใช้สอย			(2) พื้นที่จอด รถในตัว อาคาร	(3) =(1)+(2) รวม
			ชั่วโมง /วัน	วัน/ ปี	ปรับ อากาศ	ไม่ปรับ อากาศ	รวม		
25	อาคารปฏิบัติการวิชาชีพธุรกิจ จอมพล	2535	8	365	1,030	1,230	2,260	-	2,260
26	สโมสรอาจารย์/ข้าราชการ	2539	8	250	269	71	340	-	340
27	อาคารฝ่ายยานพาหนะ	2540	8	250	32	288	320	-	320
28	อาคารสระว่ายน้ำ	2540	8	250	0	4,369	4,369	-	4,369
29	โรงกรองน้ำ	2540	8	250	0	126	126	-	126
30	อาคารกองพัฒนานักศึกษา	2543	8	250	0	749	749	-	749
31	อาคารศูนย์ภาษาและ คอมพิวเตอร์	2548	8	340	11,520	0	11,520	-	11,520
32	หอประชุมใหม่ (2,000 ที่นั่ง)	2548	8	250	0	2,385	2,385	-	2,385
33	อาคารสมาคมศิษย์เก่า	2548	8	250	24	648	672	-	672
34	อาคารอเนกประสงค์ (อาคาร อำนวยการและเรียนรวม)	2551	8	340	5,000	2,120	7,120	-	7,120
35	อาคารปฏิบัติการแปรรูป อาหาร	2551	8	250	0	1,882	1,882	-	1,882
36	อาคารปฏิบัติการครุภัณฑ์บึง	2559	8	250	1,472	1,408	2,880	-	2,880
37	หอพักหญิง(หอไม้3)	2500	14	250	0	237	237	-	237
38	หอพักหญิง(หอไม้4)	2500	14	250	0	237	237	-	237
39	หอพักหญิง(นิรนาม)	2514	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
40	หอพักหญิง(ปฐมนารี)	2514	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
41	หอพักหญิง(ร่มโพธิ์)	2515	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
42	หอพักหญิง(แคทราย)	2516	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
43	หอพักชาย(มิ่งขวัญ)	2516	14	250	0	1,200	1,200	-	1,200
44	หอพักนักเรียน	2552	14	250	0	1,600	1,600	-	1,600
45	หอพักแก้วกัลยา	2552	14	250	0	1,600	1,600	-	1,600
46	อาคารพัสดุ	2559	8	250	64	476	540	-	540
รวม					33,969	52,798	6,767		86,767

รายละเอียดไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 W อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์				จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)
			มี	ไม่มี							
1	ห้องน้ำชาย	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
2	ห้องน้ำชาย	1	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
3	ห้องน้ำหญิง	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
4	ห้องน้ำหญิง	1	/		1	5	แกนเหล็ก	5	2548	8	340
5	ห้องเก็บอุปกรณ์(หญิง)	1	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
6	ห้องเก็บอุปกรณ์(ชาย)	1	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
7	บอร์ดหน้าห้องคอมพิวเตอร์	1	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
8	ห้องโถง	1	/		2	3	แกนเหล็ก	66	2548	8	340
9	ห้องBusiness English	1	/		1	25	แกนเหล็ก	25	2548	8	340
10	Pining Room	1		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
11	หน้าศูนย์ภาษา	1	/		2	25	แกนเหล็ก	50	2548	8	340
12	สำนักงานศูนย์คอมพิวเตอร์	1	/		1	27	แกนเหล็ก	27	2548	8	340
13	LABCOM 1	1	/		1	24	แกนเหล็ก	27	2548	8	340
14	ห้องทำบัตรนักศึกษา	1	/		1	8	แกนเหล็ก	8	2548	8	340
15	ห้องรับเสด็จ	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
16	ห้องน้ำในห้องรับเสด็จ	1	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2548	8	340
17	ห้องโถง ชั้น 2	2	/		2	19	แกนเหล็ก	38	2548	8	340
18	ห้องน้ำหญิง	2	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
19	ห้องน้ำหญิง	2	/		1	5	แกนเหล็ก	5	2548	8	340
20	ห้องเก็บอุปกรณ์(หญิง)	2	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
21	ห้องน้ำชาย	2	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
22	ห้องน้ำชาย	2	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
23	ห้องเก็บอุปกรณ์(ชาย)	2	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
24	บรอดหน้าห้อง (ห้อง 2)	2	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2548	8	340
25	ห้อง 2	2	/		1	16	แกนเหล็ก	16	2548	8	340
26	Laboroatories	2	/		1	16	แกนเหล็ก	16	2548	8	340
27	Language Laborator 3	2	/		1	15	แกนเหล็ก	16	2548	8	340

รายละเอียดไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ 36 W อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ร.ท.	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมงทำงาน (ชม./วัน)	วันทำงาน (วัน/ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวนหลอด/โคม	จำนวนโคม	ชนิดบัลลาสต์				จำนวนหลอดไฟ (หลอด)
			มี	ไม่มี							
28	Language Laborator 3	2	/		1	3	แกนเหล็ก	3	2548	8	340
29	ห้องโถงข้างหน้า	3	/		2	21	แกนเหล็ก	42	2548	8	340
30	ห้องโถงข้างหน้า	3	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
31	ห้องน้ำหญิง	3	/		1	5	แกนเหล็ก	5	2548	8	340
32	ห้องน้ำชาย	3	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
33	ห้องน้ำหญิง	3	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2548	8	340
34	Trainingloom	3	/		1	16	แกนเหล็ก	16	2548	8	340
35	Trainingloom 1	3	/		1	12	แกนเหล็ก	12	2548	8	340
36	Trainingloom 2	3	/		1	12	แกนเหล็ก	12	2548	8	340
37	Trainingloom 4	3	/		1	18	แกนเหล็ก	18	2548	8	340
38	Trainingloom 5	3	/		1	12	แกนเหล็ก	12	2548	8	340
39	ห้องประชุม	4	/		4	54	แกนเหล็ก	216	2548	8	340
40	ห้องเก็บของข้างหลัง	4	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
41	ห้องข้างห้องประชุม	4	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
42	หน้าห้องประชุม	4	/		1	8	แกนเหล็ก	8	2548	8	340
43	ห้องเก็บของข้างห้องประชุม	4	/		1	12	แกนเหล็ก	12	2548	8	340
44	ห้องเก็บของข้างห้องประชุม	4		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2548	8	340
45	ห้องน้ำหญิง	4	/		1	5	แกนเหล็ก	5	2548	8	340
46	ห้องน้ำชาย	4	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2548	8	340
47	ห้องโถง	4	/		2	30	แกนเหล็ก	60	2548	8	340
รวม								776			

รายละเอียดคอมพิวเตอร์และไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์
อาคาร 9 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	คอมพิวเตอร์				หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ คอมพิวเตอร์	จำนวน คอมพิวเตอร์	ชนิด บัลลาสต์	จำนวน หลอดไฟ (หลอด)			
			มี	ไม่มี							
1	917	1		/	2	6	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
2	915	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
3	914	1		/	2	-	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
4	913	1		/	2	5	แกนเหล็ก	10	2537	8	340
5	914	1		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
6	ทางเดินทั้งหมด	1		/	1	29	แกนเหล็ก	29	2537	8	340
7	ทางเดินทั้งหมด	1		/	8	8	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
8	919	1		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
9	คอมพิวเตอร์	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
10	9111	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
11	รองคณบดีฝ่ายวิชาการ	1		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
12	พิพิธภัณฑ์ผลและเมล็ด	1		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
13	ห้องน้ำหญิง	1		/	2	2	แกนเหล็ก	2	2537	8	340
14	925	2		/	2	8	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
15	926	2		/	2	8	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
16	928	2		/	2	8	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
17	ทางเดินทั้งหมด	2		/	1	25	แกนเหล็ก	25	2537	8	340
18	ปฏิบัติการฟิสิกส์	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
19	ห้องเครื่องมือฟิสิกส์	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
20	ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 2	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
21	ปฏิบัติการBiodicse	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
22	ปฏิบัติการของเหลว	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
23	ห้องเครื่องมือฟิสิกส์ 2	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
24	ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 3	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
25	ปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
26	เครื่องมือไฟฟ้า 2	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
27	เครื่องมือฟิสิกส์ 3	2		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340

รายละเอียดคอมพิวเตอร์และไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์
อาคาร 9 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน หลอดไฟ (หลอด)					
			มี	ไม่มี							
28	ปฏิบัติการเคมี 5	3		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
29	ปฏิบัติการเคมี 4	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
30	ปฏิบัติการเคมี 4	3		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
31	สำนักงานเคมี	3		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
32	ห้องปฏิบัติการ HPLC	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
33	ปฏิบัติการGL	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
34	ปฏิบัติการประยุกต์	3		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
35	ห้องปฏิบัติการ wivis	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
36	ห้องปฏิบัติการFTIR	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
37	931	3		/	2	12	แกนเหล็ก	24	2537	8	340
38	ห้องปฏิบัติการเคมี	3		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
39	933	3		/	2	12	แกนเหล็ก	24	2537	8	340
40	หนังสือพิมพ์	3		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
41	หนังสือพิมพ์	3		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2537	8	340
42	934	3		/	2	8	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
43	1274	4		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
44	943	4		/	2	12	แกนเหล็ก	24	2537	8	340
45	หนังสือพิมพ์	4		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
46	หนังสือพิมพ์	4		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2537	8	340
47	944	4		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
48	945	4		/	2	8	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
49	946	4		/	2	4	แกนเหล็ก	6	2537	8	340
50	947 ห้องเตรียมอาหารเนื้อเยื่อ	4		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2537	8	340
51	948	4		/	2	4	แกนเหล็ก	6	2537	8	340
52	949	4		/	2	4	แกนเหล็ก	6	2537	8	340
53	กลาง (ทางเดิน)	4		/	1	12	แกนเหล็ก	12	2537	8	340

รายละเอียดคอมพิวเตอร์และไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์
อาคาร 9 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ				หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์	จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)			
			มี	ไม่มี							
54	ริมระเบียง	4		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2537	8	340
55	ปฏิบัติจุลชีววิทยา	4		/	2	2	แกนเหล็ก	24	2537	8	340
56	ห้องกล้องจุลทัศน์	4		/	2	6	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
57	ปฏิบัติการชีววิทยา 4	4		/	2	5	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
58	ทางเดินกลาง	4		/	1	2	แกนเหล็ก	5	2537	8	340
59	ห้องน้ำหญิง	4		/	1	8	แกนเหล็ก	2	2537	8	340
60	9416	4		/	2	2	แกนเหล็ก	16	2537	8	340
61	9415	4		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
62	ปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์	4		/	2	6	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
63	ปฏิบัติการ DNA	4		/	2	1	แกนเหล็ก	12	2537	8	340
64	นอกห้องปฏิบัติการ DNA	4		/	1	2	แกนเหล็ก	1	2537	8	340
65	ห้อง Hod	4		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
66	ห้องปฏิบัติการชีววิทยา 4	4		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
67	ห้องปฏิบัติการสาหร่าย	4		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2537	8	340
68	ทางเดินกลาง	4		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2537	8	340
69	ริมระเบียง	4		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2537	8	340
รวม								568			

รายละเอียดไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคาร 12 วิทยาลัยการ

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำ นวน โคม	ชนิด บัลลาสต์				จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)
			มี	ไม่ มี							
1	ห้องงานสิ่งพิมพ์ต่อเนื่อง	1	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
2	ห้องบรรณรักษ์	1	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
3	ห้องสำนักงาน	1	/		2	5	แกนเหล็ก	10	2541	8	340
4	ห้องสำนักงาน	1	/		2	3	แกนเหล็ก	6	2541	8	340
5	โถงทางเข้า	1	/		2	7	แกนเหล็ก	14	2541	8	340
6	ทางเดินในอาคาร	1	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
7	ห้องน้ำชาย	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
8	ห้องน้ำหญิง	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
9	ห้องเตรียมอาหาร	1	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
10	ห้องเก็บของ	1	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
11	ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	1	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
12	บริการชั้น 1	1	/		2	65	แกนเหล็ก	130	2541	8	340
13	ห้องผู้อำนวยการ	2	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
14	ห้องงานบริการสิ่งพิมพ์	2	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
15	ห้องคอมพิวเตอร์	2	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
16	ห้องค้นคว้าอาจารย์	2	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
17	ห้องค้นคว้าอาจารย์	2	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
18	บริการชั้น 2	2	/		2	66	แกนเหล็ก	132	2541	8	340
19	บริการชั้น 2	2	/		1	3	แกนเหล็ก	3	2541	8	340
20	ห้องน้ำชาย	2	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
21	ห้องน้ำหญิง	2	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
22	ห้องเตรียมอาหาร	2	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
23	ห้องเก็บของ	2	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
24	ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	2	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
25	โถงทางเข้าหน้าลิฟท์	2	/		2	6	แกนเหล็ก	12	2541	8	340
26	ทางเดินในอาคาร	2	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340

รายละเอียดโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าลู่ออเรสเซนส์ อาคาร 12 วิทยาลัยการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อน แสง	จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์	จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)				
											มี
27	ห้องสารนิเทศพิเศษ	3	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
28	ห้องวิทยพัฒนา	3	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
29	ห้อง INTERNET	3	/		2	4	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
30	ห้องค้นคว้าอาจารย์	3	/		2	1	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
31	ห้องค้นคว้าอาจารย์	3	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
32	บริการชั้น 3	3	/		2	66	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
33	บริการชั้น 3	3	/		1	3	แกนเหล็ก	132	2541	8	340
34	ห้องน้ำชาย	3	/		1	2	แกนเหล็ก	3	2541	8	340
35	ห้องน้ำหญิง	3	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
36	ห้องเตรียมอาหาร	3	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
37	ห้องเก็บของ	3	/		1	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
38	ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	3	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
39	โถงทางเข้าหน้าลิฟท์	3	/		2	6	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
40	ทางเดินในอาคาร	3	/		2	4	แกนเหล็ก	12	2541	8	340
41	ห้องวิเคราะห์หัตถมูล	4	/		2	2	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
42	ห้องควบคุมระบบ	4	/		2	2	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
43	ห้องงานพัฒนาทรัพยากร	4	/		2	4	แกนเหล็ก	4	2541	8	340
44	ห้องค้นคว้าอาจารย์	4	/		2	1	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
45	ห้องค้นคว้าอาจารย์	4	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
46	บริการชั้น 4	4	/		2	66	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
47	บริการชั้น 4	4	/		1	3	แกนเหล็ก	132	2541	8	340
48	ห้องน้ำชาย	4	/		1	2	แกนเหล็ก	3	2541	8	340
49	ห้องน้ำหญิง	4	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
50	ห้องเตรียมอาหาร	4	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
51	ห้องเก็บของ	4	/		1	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
52	ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	4	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
53	โถงทางเข้าหน้าลิฟท์	4	/		2	6	แกนเหล็ก	12	2541	8	340
54	ทางเดินในอาคาร	4	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340

รายละเอียดโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าลู่ออเรสเซนส์ อาคาร 12 วิทยาลัยการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อน แสง	จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์	จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)				
											มี
55	ห้องปฏิบัติการ 1	5	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
56	ห้องปฏิบัติการ 2	5	/		2	9	แกนเหล็ก	18	2541	8	340
57	บริการชั้น 5	5	/		2	66	แกนเหล็ก	132	2541	8	340
58	บริการชั้น 5	5	/		1	3	แกนเหล็ก	3	2541	8	340
59	ห้องน้ำชาย	5	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
60	ห้องน้ำหญิง	5	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
61	ห้องเตรียมอาหาร	5	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
62	ห้องเก็บของ	5	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
63	ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	5	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
64	โถงทางเข้าหน้าลิฟท์	5	/		2	6	แกนเหล็ก	12	2541	8	340
65	ทางเดินในอาคาร	5	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
66	ห้องเจ้าหน้าที่	6	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
67	ห้องอัดเสียง 1	6	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
68	ห้องอัดเสียง 2	6	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
69	ห้องโสต	6	/		2	3	แกนเหล็ก	6	2541	8	340
70	ห้องประชุม	6	/		2	22	แกนเหล็ก	44	2541	8	340
71	ห้องวีดีโอ	6	/		2	8	แกนเหล็ก	16	2541	8	340
72	บริการ	6	/		2	36	แกนเหล็ก	72	2541	8	340
73	ทางเดินในอาคาร	6	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
74	ห้องปฏิบัติการ 1	6	/		2	4	แกนเหล็ก	8	2541	8	340
75	ห้องปฏิบัติการ 2	6	/		2	9	แกนเหล็ก	18	2541	8	340
76	บริการชั้น 5	6	/		2	66	แกนเหล็ก	132	2541	8	340
77	ห้องน้ำชาย	6	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
78	ห้องน้ำหญิง	6	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
79	ห้องเตรียมอาหาร	6	/		2	1	แกนเหล็ก	2	2541	8	340
80	ห้องเก็บของ	6	/		1	1	แกนเหล็ก	1	2541	8	340
81	โถงทางเข้าหน้าลิฟท์	6	/		2	6	แกนเหล็ก	12	2541	8	340
								1,254			

รายละเอียดคอมพิวเตอร์และหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคาร 11 คณะวิทยาการจัดการ

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	คอมพิวเตอร์			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อน แสง	จำนวน หลอด/ คอม	จำนวน คอม	ชนิด บัลลาสต์	จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)				
											มี
1	ห้องน้ำชาย	1		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
2	ห้องเก็บของ	1		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
3	ห้องน้ำหญิง	1		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
4	1113	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
5	1114	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
6	1115	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
7	1116	1		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
8	ห้องน้ำอาจารย์	1		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
9	ทางเดินและบันได	1		/	1	15	แกนเหล็ก	15	2540	8	340
10	ห้องพักอาจารย์	1		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
11	โถงโล่ง	1		/	2	12	แกนเหล็ก	24	2540	8	340
12	ห้องน้ำชาย	2		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
13	ห้องเก็บของ	2		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
14	ห้องน้ำหญิง	2		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
15	1123	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
16	คอมพิวเตอร์	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
17	คอมพิวเตอร์	2		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
18	สำนักงานคณะ	2		/	3	7	แกนเหล็ก	21	2540	8	340
19	สำนักงานคณะ	2		/	2	10	แกนเหล็ก	20	2540	8	340
20	ห้องน้ำอาจารย์	2		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
21	ทางเดินและบันได	2		/	1	10	แกนเหล็ก	10	2540	8	340
22	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	2		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
23	ห้องน้ำชาย	3		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
24	ห้องเก็บของ	3		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
25	ห้องน้ำหญิง	3		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
26	1133	3		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
27	1134	3		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
28	1135	3		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340

รายละเอียดคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคาร 11 คณะวิทยาการจัดการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์				จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)
			มี	ไม่มี							
29	ห้องประชุม 1138	3		/	2	16	แกนเหล็ก	32	2540	8	340
30	ห้องน้ำอาจารย์	3		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
31	ทางเดินและบันได	3		/	1	15	แกนเหล็ก	15	2540	8	340
32	ห้องพักอาจารย์	3		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
33	ห้องน้ำชาย	4		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
34	ห้องเก็บของ	4		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
35	ห้องน้ำหญิง	4		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
36	1143	4		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
37	1144	4		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
38	1145	4		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
39	1148	4		/	2	16	แกนเหล็ก	32	2540	8	340
40	ห้องน้ำอาจารย์	4		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
41	ทางเดินและบันได	4		/	1	15	แกนเหล็ก	15	2540	8	340
42	ห้องพักอาจารย์	4		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
43	ห้องน้ำชาย	5		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
44	ห้องเก็บของ	5		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
45	ห้องน้ำหญิง	5		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
46	1153	5		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
47	1154	5		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
48	1155	5		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
49	1158	5		/	2	16	แกนเหล็ก	32	2540	8	340
50	ห้องน้ำอาจารย์	5		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
51	ทางเดินและบันได	5		/	1	15	แกนเหล็ก	15	2540	8	340
52	ห้องพักอาจารย์	5		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
53	ห้องน้ำชาย	6		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
54	ห้องเก็บของ	6		/	1	1	แกนเหล็ก	1	2540	8	340
55	ห้องน้ำหญิง	6		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2540	8	340
56	ห้องปฏิบัติการเงิน	6		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340

รายละเอียดคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคาร 11 คณะวิทยาการจัดการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	คอมพิวเตอร์			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ คอมพิวเตอร์	จำนวน คอมพิวเตอร์	ชนิด บัลลาสต์				จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)
			มี	ไม่มี							
57	ห้องปฏิบัติการวิทยุ	6		/	2	6	แกนเหล็ก	12	2540	8	340
58	ห้องพักอาจารย์	6		/	2	2	แกนเหล็ก	4	2540	8	340
59	ห้องควบคุมสตูดิโอ	6		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
60	ห้องถ่ายสตูดิโอ	6		/	2	4	แกนเหล็ก	8	2540	8	340
61	ห้องน้ำอาจารย์	6		/	1	3	แกนเหล็ก	3	2540	8	340
62	ทางเดินและบันได	6		/	1	11	แกนเหล็ก	11	2540	8	340
63	ห้องพักอาจารย์	6		/	2	3	แกนเหล็ก	6	2540	8	340
								531			

รายละเอียดโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคาร 6 (บัณฑิตวิทยาลัย)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	โคมไฟ			หลอดไฟ		ปี พ.ศ. ที่ ติดตั้ง	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./ วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ ปี)	
			ผิวสะท้อนแสง		จำนวน หลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิด บัลลาสต์				จำนวน หลอด ไฟ (หลอด)
			มี	ไม่มี							
1	ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย	1	/		1	8	แกนเหล็ก	8	2522	8	340
2	ห้องศูนย์การเรียนรู้ สถานที่	1	/		1	18	แกนเหล็ก	18	2522	8	340
3	ห้องประชุมชั้น 1	1	/		3	4	แกนเหล็ก	12	2522	8	340
4	ห้องคอมพิวเตอร์บัณฑิตวิทยาลัย	1	/		1	3	แกนเหล็ก	3	2522	8	340
5	ห้องรองคอมพิวเตอร์บัณฑิต	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2522	8	340
6	ห้องรองคอมพิวเตอร์บัณฑิต	1	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2522	8	340
7	ห้องประชุมกาญจนาภิเษก	2	/		2	12	แกนเหล็ก	24	2522	8	340
8	ห้องประชุมกาญจนาภิเษก	2	/		1	2	แกนเหล็ก	2	2522	8	340
9	ห้องประชุมอินทนิล	2	/		1	4	แกนเหล็ก	4	2522	8	340
10	ห้องน้ำหญิง	2		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2522	8	340
11	ห้องน้ำชาย	2		/	1	2	แกนเหล็ก	2	2522	8	340
12	ห้องพักอาจารย์ภาควิชาคอมฯ	3	/		1	9	แกนเหล็ก	9	2522	8	340
13	ส่วนที่ 2 ห้องพักอาจารย์	3	/		1	9	แกนเหล็ก	9	2522	8	340
14	ห้องปฏิบัติการคอมฯ 5	3		/	1	12	แกนเหล็ก	12	2522	8	340
15	ห้องพักอาจารย์ภาควิชาคอมฯ	3	/		1	9	แกนเหล็ก	9	2522	8	340
16	ส่วนที่ 2 ห้องพักอาจารย์	3	/		1	9	แกนเหล็ก	9	2522	8	340
17	ห้องปฏิบัติการคอมฯ 5	3		/	1	12	แกนเหล็ก	12	2522	8	340
								139			

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
1	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	26,000	>10	8	340
2	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,000	>10	8	340
3	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,000	>10	8	340
4	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,000	>10	8	340
5	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	32,000	>10	8	340
6	ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	Star Air	26,000	>10	8	340
7	ประชุม	4	Star Air	26,000	>10	8	340
8	Computer Lab 8	4	Eminent	18,000	>10	8	340
9	Computer Lab 8	4	Eminent	18,000	>10	8	340
10	ห้องรับรองวิทยากร	4	Star Air	19,000	>10	8	340
11	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
12	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
13	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
14	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
15	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
16	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
17	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
18	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
19	ห้องประชุม	4	Eminent	60,000	>10	8	340
20	ห้องรับรอง	4	Eminent	18,000	>10	8	340
21	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	26,000	>10	8	340
22	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,000	>10	8	340
23	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,000	>10	8	340
24	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,000	>10	8	340
25	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	32,000	>10	8	340
26	Computer Self-Access Learning	3	Star Air	26,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
27	Training Room 1	3	Eminent	25,000	>10	8	340
28	Training Room 1	3	Eminent	25,000	>10	8	340
29	Training Room 2	3	Eminent	25,000	>10	8	340
30	Training Room 2	3	Eminent	25,000	>10	8	340
31	Training Room 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
32	Training Room 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
33	Training Room 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
34	Training Room 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
35	Training Room 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
36	Training Room 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
37	Training Room 5	3	Eminent	18,000	>10	8	340
38	Training Room 5	3	Eminent	18,000	>10	8	340
39	Recording Studio	3	Eminent	18,000	>10	8	340
40	Record Room	3	Star Air	19,000	>10	8	340
41	ห้องพักอาจารย์	3	Eminent	18,000	>10	8	340
42	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
43	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
44	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
45	คอมพิวเตอร์ Lab 3	3	Eminent	25,000	>10	8	340
46	คอมพิวเตอร์ Lab 7	3	Eminent	25,000	>10	8	340
47	คอมพิวเตอร์ Lab 7	3	Eminent	25,000	>10	8	340
48	คอมพิวเตอร์ Lab 7	3	Eminent	25,000	>10	8	340
49	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,000	>10	8	340
50	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,000	>10	8	340
51	คอมพิวเตอร์ Lab 5	3	Eminent	25,000	>10	8	340
52	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
53	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,000	>10	8	340
54	คอมพิวเตอร์ Lab 6	3	Eminent	25,000	>10	8	340
55	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
56	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
57	คอมพิวเตอร์ Lab 4	3	Eminent	25,000	>10	8	340
58	Computer network	2	Eminent	18,000	>10	8	340
59	Computer network	2	Eminent	18,000	>10	8	340
60	ห้อง Server	2	Star Air	38,000	>10	8	340
61	ห้อง Server	2	Star Air	19,000	>10	8	340
62	ห้อง Server	2	Star Air	19,000	>10	8	340
63	Computer network	2	Eminent	18,000	>10	8	340
64	Computer Lab 2	2	Star Air	38,000	>10	8	340
65	Computer Lab 2	2	Star Air	38,000	>10	8	340
66	Computer Lab 2	2	Star Air	38,000	>10	8	340
67	Computer Lab 2	2	Star Air	38,000	>10	8	340
68	Computer Training	2	Star Air	38,000	>10	8	340
69	Computer Training	2	Star Air	38,000	>10	8	340
70	Computer Training	2	Star Air	38,000	>10	8	340
71	Laboratory 1	2	Star Air	38,000	>10	8	340
72	Laboratory 1	2	Star Air	38,000	>10	8	340
73	Laboratory 1	2	Star Air	38,000	>10	8	340
74	Language Laboratory 3	2	Eminent	25,000	>10	8	340
75	Language Laboratory 3	2	Eminent	25,000	>10	8	340
76	Language Laboratory 3	2	Tasaki	37,000	>10	8	340
77	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Tasaki	37,000	>10	8	340
78	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Eminent	25,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
79	โรงภาพยนตร์เล็ก	2	Eminent	25,000	>10	8	340
80	Language Laboratory 4	2	Eminent	25,000	>10	8	340
81	Language Laboratory 4	2	Eminent	25,000	>10	8	340
82	Computer Lab 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
83	Computer Lab 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
84	Computer Lab 1	1	Eminent	18,000	>10	8	340
85	Computer Lab 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
86	Computer Lab 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
87	Computer Lab 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
88	พุทธรักษา	1	Star Air	26,000	>10	8	340
89	พุทธรักษา	1	Star Air	26,000	>10	8	340
90	ห้องรับรอง	1	Mitsubishi	25,000	>10	8	340
91	ห้อง Canteen	1	Eminent	18,000	>10	8	340
92	ห้อง Canteen	1	Yoshidenki	26,000	>10	8	340
93	ห้องสำนักงาน	1	Tasaki	36,000	>10	8	340
94	ห้องพักอาจารย์ 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
95	ห้องพักอาจารย์ 1	1	Eminent	25,000	>10	8	340
96	ห้องพักอาจารย์ 2	1	Eminent	19,000	>10	8	340
97	ห้องพักอาจารย์ 2	1	Eminent	19,000	>10	8	340
98	ห้องประชุม	1	Star Air	26,000	>10	8	340
99	Conference room	1	Star Air	26,000	>10	8	340
100	Conference room	1	Star Air	26,000	>10	8	340
รวม				2,940,000			

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

อาคาร 9 : ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
1	911	1	Star Air	25,000	>10	8	340
2	9110	1	Star Air	25,000	>10	8	340
3	9112	1	Star Air	12,956	>10	8	340
4	9112	1	Star Air	25,000	>10	8	340
5	9113	1	Star Air	25,000	>10	8	340
6	9113	1	Star Air	25,000	>10	8	340
7	ห้องควบคุม	1	Star Air	12,956	>10	8	340
8	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
9	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
10	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
11	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
12	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
13	ห้องประชุม 1	1	Star Air	36,000	>10	8	340
14	912	1	Star Air	25,600	>10	8	340
15	912	1	Star Air	25,600	>10	8	340
16	ห้องประชุม 2	1	Star Air	25,600	>10	8	340
17	ห้องประชุม 2	1	Star Air	25,600	>10	8	340
18	913	1	Star Air	25,600	>10	8	340
19	913	1	Star Air	12,857	>10	8	340
20	913	1	Star Air	25,592	>10	8	340
21	915	1	Star Air	12,857	>10	8	340
22	915	1	Star Air	12,857	>10	8	340
23	918	1	Star Air	12,857	>10	8	340
24	9211	2	Star Air	25,600	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
อาคาร 9 : ศูนย์วิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
25	9219	2	Star Air	25,600	>10	8	340
26	9219	2	Star Air	25,600	>10	8	340
27	922	2	Star Air	25,600	>10	8	340
28	926	2	Star Air	25,600	>10	8	340
29	926	2	Star Air	25,600	>10	8	340
30	928	2	Star Air	35,000	>10	8	340
31	939	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
32	9310	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
33	9311	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
34	9313	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
35	9314	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
36	9317	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
37	9318	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
38	9318	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
39	932	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
40	935	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
41	937	3	Fujibishi	25,600	>10	8	340
42	9412	4	Star Air	25,600	>10	8	340
43	9413	4	Star Air	25,600	>10	8	340
44	9414	4	Star Air	25,600	>10	8	340
45	9418	4	Star Air	25,600	>10	8	340
46	942	4	Star Air	25,600	>10	8	340
47	944	4	Star Air	25,600	>10	8	340
48	946	4	Star Air	25,600	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
อาคาร 9 : ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
49	947	4	Star Air	25,600	>10	8	340
50	948	4	Star Air	25,600	>10	8	340
51	949	4	Star Air	25,600	>10	8	340
รวม				1,218,132			

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 12 : วิทยบริการ

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
1	ห้องบรรณรักษ์	1	EMINENT	18,000	>10	8	340
2	ห้องสำนักงาน	1	EMINENT	25,000	>10	8	340
3	ห้องสำนักงาน	2	EMINENT	25,000	>10	8	340
4	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
5	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
6	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
7	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
8	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
9	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
10	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
11	บริการชั้น 1	1	EMINENT	34,000	>10	8	340
12	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
13	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
14	ห้องผู้อำนวยการ	2	EMINENT	18,000	>10	8	340
15	ห้องงานบริการสิ่งพิมพ์	2	EMINENT	18,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 12 : วิทยบริการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
16	ห้องคอมพิวเตอร์	2	EMINENT	18,000	>10	8	340
17	ห้องคอมพิวเตอร์	2	EMINENT	18,000	>10	8	340
18	ห้องคั่นควาอาจารย์	2	EMINENT	2,500	>10	8	340
19	ห้องคั่นควาอาจารย์	2	EMINENT	12,500	>10	8	340
20	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
21	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
22	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
23	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
24	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
25	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
26	บริการชั้น 2	2	EMINENT	34,000	>10	8	340
27	ห้องสารนิเทศพิเศษ	3	EMINENT	18,000	>10	8	340
28	ห้องวิทยพัฒนา	3	EMINENT	18,000	>10	8	340
29	ห้อง INTERNET	3	EMINENT	18,000	>10	8	340
30	ห้อง INTERNET	3	EMINENT	18,000	>10	8	340
31	ห้องคั่นควาอาจารย์	3	EMINENT	12,500	>10	8	340
32	ห้องคั่นควาอาจารย์	3	EMINENT	12,500	>10	8	340
33	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
34	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
35	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
36	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
37	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
38	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
39	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
40	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340
41	บริการชั้น 3	3	EMINENT	34,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 12 : วิทยบริการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
42	ห้องวิเคราะห์หมวดหมู่	4	Fujibish	18,000	>10	8	340
43	ห้องควบคุมระบบ	4	Fujibish	18,000	>10	8	340
44	ห้องงานพัฒนาทรัพยากร	4	Fujibish	18,000	>10	8	340
45	ห้องงานพัฒนาทรัพยากร	4	Fujibish	18,000	>10	8	340
46	ห้องค้นคว้าอาจารย์	4	Fujibish	12,500	>10	8	340
47	ห้องค้นคว้าอาจารย์	4	Fujibish	12,500	>10	8	340
48	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
49	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
50	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
51	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
52	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
53	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
54	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
55	บริการชั้น 4	4	Fujibishi	24,500	>10	8	340
56	บริการชั้น 4	4	Comfort	24,500	>10	8	340
57	ห้องปฏิบัติการ 1	5	Fujibish	38,000	>10	8	340
58	ห้องปฏิบัติการ 1	5	Fujibish	38,000	>10	8	340
59	ห้องปฏิบัติการ 2	5	Fujibish	38,000	>10	8	340
60	ห้องปฏิบัติการ 2	5	Fujibish	38,000	>10	8	340
61	ห้องหนังสืออ้างอิงและค้นคว้า	5	Comfort	35,000	>10	8	340
62	ห้องหนังสืออ้างอิงและค้นคว้า	5	Comfort	35,000	>10	8	340
63	ห้องหนังสืออ้างอิงและค้นคว้า	5	Comfort	35,000	>10	8	340
64	ห้องหนังสืออ้างอิงและค้นคว้า	5	Comfort	35,000	>10	8	340
65	ห้องอัดเสียง 1	6	Comfort	12,500	>10	8	340
66	ห้องอัดเสียง 2	6	Comfort	12,500	>10	8	340
67	ห้องโสต	6	Comfort	38,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 12 : วิทยบริการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
68	ห้องโสต	6	Comfort	38,000	>10	8	340
69	ห้องประชุม	6	Comfort	38,000	>10	8	340
70	ห้องประชุม	6	Comfort	38,000	>10	8	340
71	ห้องประชุม	6	Comfort	38,000	>10	8	340
72	ห้องประชุม	6	Comfort	38,000	>10	8	340
73	ห้องประชุม	6	Comfort	38,000	>10	8	340
74	ห้องวีดีโอ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
75	ห้องวีดีโอ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
76	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
77	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
78	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
79	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
80	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
81	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
82	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
83	บริการ	6	Comfort	38,000	>10	8	340
รวม				2,416,500			

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 11 : คณะวิทยาการจัดการ

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
1	1115	1	Star Air	25,000	>10	8	340
2	1115	1	Star Air	25,000	>10	8	340
3	ห้องพักอาจารย์	1	Star Air	25,000	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 11 : คณะวิทยาการจัดการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
4	ห้องคอมคณะ	2	Star Air	25,000	>10	8	340
5	ห้องคอมคณะ	2	Star Air	25,000	>10	8	340
6	ห้องคอมคณะ	2	Star Air	25,000	>10	8	340
7	ห้องคอมคณะ	2	Star Air	25,000	>10	8	340
8	ห้องคอมคณะ	2	Star Air	25,000	>10	8	340
9	ห้องพักอาจารย์	2	Star Air	25,000	>10	8	340
10	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
11	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
12	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
13	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
14	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
15	ห้องสำนักงานคณะ	2	Star Air	38,700	>10	8	340
16	ห้องคณบดี	2	Star Air	12,500	>10	8	340
17	1134	3	Central Air	18,493	>10	8	340
18	1134	3	Central Air	18,493	>10	8	340
19	ห้องประชุม 1138	3	Central Air	38,700	>10	8	340
20	ห้องประชุม 1138	3	Central Air	38,700	>10	8	340
21	ห้องประชุม 1138	3	Central Air	38,700	>10	8	340
22	ห้องประชุม 1138	3	Central Air	38,700	>10	8	340
23	ห้องประชุม 1138	3	Central Air	38,700	>10	8	340
24	ห้องพักอาจารย์	3	Star Air	25,000	>10	8	340
25	1148	4	Central Air	38,700	>10	8	340
26	1148	4	Central Air	38,700	>10	8	340
27	1148	4	Central Air	38,700	>10	8	340
28	1148	4	Central Air	38,700	>10	8	340
29	1148	4	Central Air	38,700	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 11 : คณะวิทยาการจัดการ (ต่อ)

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
30	ห้องพักอาจารย์	4	Star Air	25,000	>10	8	340
31	1158	5	Central Air	38,700	>10	8	340
32	1158	5	Central Air	38,700	>10	8	340
33	1158	5	Central Air	38,700	>10	8	340
34	1158	5	Central Air	38,700	>10	8	340
35	1158	5	Central Air	38,700	>10	8	340
36	ห้องพักอาจารย์	5	Star Air	25,000	>10	8	340
37	ปฏิบัติการการการเงินและบัญชี	6	Star Air	25,000	>10	8	340
38	ปฏิบัติการการการเงินและบัญชี	6	Star Air	25,000	>10	8	340
39	ห้องปฏิบัติการวิทยุ	6	Star Air	25,000	>10	8	340
40	ห้องปฏิบัติการวิทยุ	6	Star Air	25,000	>10	8	340
41	ห้องปฏิบัติการวิทยุ	6	Star Air	12,500	>10	8	340
42	ห้องปฏิบัติการวิทยุ	6	Star Air	12,500	>10	8	340
43	ห้องพักอาจารย์	6	Star Air	25,000	>10	8	340
44	ห้องควบคุมสตูดิโอ	6	Star Air	12,500	>10	8	340
45	ห้องควบคุมสตูดิโอ	6	Star Air	12,500	>10	8	340
46	ห้องควบคุมสตูดิโอ	6	Star Air	12,500	>10	8	340
47	ห้องถ่ายสตูดิโอ	6	Star Air	18,000	>10	8	340
48	ห้องถ่ายสตูดิโอ	6	Star Air	18,000	>10	8	340
49	ห้องถ่ายสตูดิโอ	6	Star Air	18,000	>10	8	340
50	ห้องถ่ายสตูดิโอ	6	Star Air	18,000	>10	8	340
51	ห้องพักอาจารย์	6	Star Air	25,000	>10	8	340
รวม				1,446,686			

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 6 : บัณฑิตวิทยาลัย

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
1	ห้องคอมพิวเตอร์บัณฑิตวิทยาลัย	1	Fujibishi	38,000	>10	8	340
2	ห้องรองคอมพิวเตอร์	1	Fujibishi	36,000	>10	8	340
3	ห้องรองคอมพิวเตอร์	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
4	ห้องประชุมชั้น 1	1	Fujibishi	13,000	>10	8	340
5	ห้องศูนย์การเรียนรู้ สถานที่	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
6	ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย	1	Fujibishi	13,000	>10	8	340
7	โถงสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย	1	Fujibishi	35,000	>10	8	340
8	โถงสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย	1	Fujibishi	18,000	>10	8	340
9	รองอธิการ (เก่า)	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
10	ผอ.สำนักงานอธิการบดี	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
11	งานธุรการ	1	Fujibishi	19,190	>10	8	340
12	งานธุรการ	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
13	งานทรัพย์สิน	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
14	งานสภาฯ	1	Fujibishi	18,300	>10	8	340
15	งานอาคารสถานที่	1	Fujibishi	25,592	>10	8	340
16	งานอาคารสถานที่	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
17	งานบุคคล	1	Fujibishi	18,300	>10	8	340
18	งานบุคคล	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
19	งานการเงิน	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
20	งานการเงิน	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
21	งานพัสดุ	1	Fujibishi	18,000	>10	8	340
22	งานพัสดุ	1	Fujibishi	12,857	>10	8	340
23	ประชาสัมพันธ์ (เก่า)	1	Fujibishi	25,592	>10	8	340
24	ประชาสัมพันธ์ (เก่า)	1	Fujibishi	13,800	>10	8	340

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อาคาร 6 : บัณฑิตวิทยาลัย

ที่	ชื่อห้อง	ชั้น	ยี่ห้อ	ขนาด ทำความเย็น (Btu/h)	อายุ อุปกรณ์ (ปี)	ชั่วโมง ทำงาน (ชม./วัน)	วัน ทำงาน (วัน/ปี)
25	ห้องเครือข่ายคอมพิวเตอร์	2	Fujibishi	28,000	>10	8	340
26	ห้องเครือข่ายคอมพิวเตอร์	2	Fujibishi	25,000	>10	8	340
27	โครงการความร่วมมือ (เก่า)	2	Fujibishi	28,000	>10	8	340
28	ห้องที่ปรึกษา (เก่า)	2	Fujibishi	25,000	>10	8	340
29	สำนักวิจัย (เก่า)	2	Fujibishi	28,000	>10	8	340
30	สำนักวิจัย (เก่า)	2	Fujibishi	28,000	>10	8	340
31	ห้องเรียนคอมฯ 2	3	Fujibishi	25,800	>10	8	340
32	ห้องเรียนคอมฯ 3	3	Fujibishi	25,800	>10	8	340
33	ห้องเรียนคอมฯ 3	3	Fujibishi	25,800	>10	8	340
34	ห้องเรียนคอมฯ 3	3	Fujibishi	25,800	>10	8	340
35	ห้องเรียนคอมฯ 4	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
36	ห้องเรียนคอมฯ 4	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
37	ห้องเรียนคอมฯ 4	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
38	ห้องเรียนคอมฯ 5	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
39	ห้องเรียนคอมฯ 5	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
40	ห้องเรียนคอมฯ 5	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
41	ห้องเรียนคอมฯ 6	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
42	ห้องเรียนคอมฯ 6	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
43	ห้องเรียนคอมฯ 6	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
44	ห้องเรียนคอมฯ 7	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
45	ห้องเรียนคอมฯ 7	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
46	ห้องเรียนคอมฯ 7	3	Fujibishi	25,000	>10	8	340
รวม				998,401			

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล	นายสันติภาพ ก้าวพรหม
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2516
ภูมิลำเนา	24/ 17 หมู่ 1 ต.จอมบึง อ.จอมบึง จ.ราชบุรี 70150 รหัสไปรษณีย์ 70150
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม แขนงเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันราชภัฏพระนคร (บางเขน) ปัจจุบัน บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสยาม
ประวัติการทำงาน	ปี 2538 – 2539 บริษัท ไอบีเอ็ม ประเทศไทย ปี 2539 – 2540 บริษัท บาร์โค้ดแอนด์ไอดี ซิสเต็มส์ ปี 2540 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จ.ราชบุรี