การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Electrical Energy Saving in Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

สมหมาย ศรีสุข

Sommai Srisuk

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

2553

ชื่อสารนิพนธ์ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้เขียน นายสมหมาย ศรีสุข
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

…….....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

…….....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์)

คณะกรรมการสอบ

……..ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คำรณ พิทักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา)

……..กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้เขียน นายสมหมาย ศรีสุข
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนของการศึกษาวิจัยดังนี้ (1) สำรวจข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเบื้องต้น (2) ทำแบบสอบถามสำรวจความรู้พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษา (3) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (4) นำเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (5) ติดตามและประเมินผลปี พ.ศ.2549 ถึง 2552 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเรียงตามลำดับดังนี้ ระบบเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและการเรียนการสอนร้อยละ 47.88 และ 23.1 ระบบแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงานร้อยละ 9.65 และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนและสำนักงานร้อยละ 7.11 และ 4.77โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวคือ บุคลากรไม่มีความรู้ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า มีพฤติกรรมการใช้ไม่เหมาะสมและไม่มีการบำรุงรักษาดังนั้นจึงดำเนินการปรับปรุงโดยการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานและจัดอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในอาคาร 19 เพื่อร่วมกันเสนอแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสมและรณรงค์ให้มีการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวอย่างจริงจังต่อเนื่องด้วยการติดโปสเตอร์และสติกเกอร์ หลังจากปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวพบว่าบุคลากรมีความรู้ พฤติกรรมและการบำรุงรักษาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่งผลทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 30,804 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 73,973 บาทในปี พ.ศ.2552 (เปรียบเทียบกับปี พ.ศ.2549) และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานอื่นได้

Minor Thesis Title	Electrical Energy Saving in Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Author	Mr. Sommai Srisuk
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2010

Abstract

The purposes of this study were to analyze the electrical energy consumption and develop the electrical energy saving system for Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The research methodology included 5 steps as follows. The first, the data of electrical energy consumption in specific area were collected. The second, the questionnaires were designed and provided for data collection. The third, all data were analyzed. The fourth, proposed methods for electrical energy saving were applied to all users. Finally, analysis of the results was performed. The T-test statistical technique was used to analyze all data at a 0.05 significant level. Collected data revealed that the major electrical energy was consumed for air conditioning, lighting, and electrical equipment, respectively. Lacking of knowledgement, unpleased behavior, and inappropriate maintenance were the main factors for higher energy consumption. The seminar and training course related to electrical energy saving were provided for all users in the case study building. The specific saving strategy was developed and implemented. This study found that the proposed energy saving system could reduce the electrical energy consumption about 30,804 kWh (or about 73,973 baht) in 2009, comparing to the collected data in 2006. The electrical energy saving system obtained from this study could be applied for other organizations.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพชนา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์ คณะกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งให้แก่ผู้ศึกษา ในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อาจารย์และเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนที่ปฏิบัติงานในอาคาร19 ได้อำนวยความสะดวกอย่างดียิ่งในการใช้สถานที่เก็บข้อมูล สำหรับการวิจัย และปฏิบัติตามแนวทางเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ และขอขอบคุณท่านเจ้าของแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้ผู้ศึกษาสามารถรู้ และเข้าใจนำแนวคิดมาใช้ รวมทั้งการวิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ผลสำเร็จของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งแทนความสำเร็จของผู้ศึกษา เป็นส่วนหนึ่งในการทดแทนพระคุณบิดามารดา ที่ได้ให้กำเนิดชีวิตแล้วมอบความรักที่บริสุทธิ์อบอุ่นและคัดเลือกสิ่งที่ดีงาม โดยเสียสละพร้อมสนับสนุนทุนการศึกษาพร้อมให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา อานิสงส์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้ผู้ศึกษาขอให้ท่านผู้อ่านทุกท่านมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานไฟฟ้าสืบต่อไปอย่างยั่งยืน

สมหมาย ศรีสุข

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(3)
กิตติกรรมประกาศ		(5)
สารบัญ		(6)
รายการตาราง		(8)
รายการภาพประกอบ		(11)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาของปัญหา	1
	1.2 คำสำคัญ	3
	1.3 วัตถุประสงค์	4
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
	1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	5
	2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	29
	3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	29
	3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
	3.2.1 สำรวจสภาพทั่วไปของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19	30
	3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19	32
	3.2.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูงในอาคาร 19	34
	3.2.4 เสนอแนวทางการปฏิบัติและดำเนินการเพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19	43
	3.2.5 ติดตามประเมินผลการปฏิบัติและดำเนินการตามแนวทางลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19	50
	3.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้ และแบบสอบถามด้านความรู้พฤติกรรมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า	50

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย	51
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	60
	5.1 สรุปผลการวิจัย	69
	5.2 ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม		64
ภาคผนวก		66
ประวัติผู้เขียน		163

รายการตาราง

ตารางที่	**หน้า**
2.1 แสดงการเปรียบเทียบระดับค่า *EER* กับมาตรฐานการใช้ไฟฟ้า	11
2.2 แสดงการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ห้อง	12
2.3 แสดงการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับชนิดของห้อง	12
2.4 แสดงคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า	18
2.5 แสดงค่าระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ภายในอาคาร	20
2.6 รายชื่อ ตำแหน่ง และสถานที่ปฏิบัติงานของผู้เชี่ยวชาญ	24
3.1 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศในอาคาร 19	31
3.2 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างในอาคาร 19	32
3.3 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19	32
3.4 แสดงปริมาณและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	33
4.1 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงาน	52
4.2 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	53
4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ของบุคลากรก่อนและหลังจากอบรม	54
4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศของบุคลากรก่อน และหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	54
4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ระบบระบบแสงสว่างของบุคลากรก่อนและหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	55
4.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรก่อนและหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	55
4.7 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2549	56
4.8 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2550	56
4.9 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2551	57
4.10 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2552	58
4.11 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2550	58
4.12 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2551	58

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2552	59
ผก.1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2549	67
ผก.2 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2549	68
ผก.3 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549	69
ผก.4 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบแสงสว่างในอาคารและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549	70
ผก.5 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบแสงสว่างไฟถนนและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549	73
ผก.6 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์ในปี พ.ศ.2549	73
ผก.7 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำหรับการเรียนการสอนในปี พ.ศ.2549	74
ผข.1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2549	76
ผข.2 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 1	77
ผข.3 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 2	79
ผข.4 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 3	81
ผข.5 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 4	83
ผข.6 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 1	85
ผข.7 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 2	87
ผข.8 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 3	89
ผข.9 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 4	91
ผข.10 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	93
ผข.11 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	94
ผข.12 แสดงข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความสะดวก	94
ผข.13 แสดงข้อมูลระบบลิฟต์	95
ผข.14 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนสิงหาคมในปี พ.ศ.2549	95
ผข.15 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกันยายนในปี พ.ศ.2549	96

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ผข.16 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนตุลาคมในปี พ.ศ.2549	97
ผข.17 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนพฤศจิกายนในปี พ.ศ.2549	98
ผข.18 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เดือนธันวาคมในปี พ.ศ.2549	99
ผค แสดงอัตราค่าไฟฟ้าและบริการ	100
ผง.1ผลการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เกี่ยวกับความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19	108
ผง.2 ผลการทดสอบระดับความยากเกี่ยวกับด้านความรู้	113
ผจ.1 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศการเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	114
ผจ.2 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างการเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	127
ผจ.3 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์การเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	131
ผจ.4 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศสำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	140
ผจ.5 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างสำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	143
ผจ.6 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์สำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	146
ผจ.7 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	147
ผจ.8 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์เดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549	148
ผฉ แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดที่ติดตั้งกับขนาดพิกัดติดตั้งที่เหมาะสมระบบเครื่องปรับอากาศและแสงสว่าง	149
ผช.1 แสดงคะแนนแบบสอบถามก่อนการปรับปรุง	152
ผช.2 แสดงคะแนนแบบสอบถามหลังการปรับปรุง	155

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1.1 แผนภูมิแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2
1.2 แผนภูมิแสดงอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2
2.1 รูปแบบพลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า	5
2.2 แสดงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ	7
2.3 แสดงเครื่องเป่าลมเย็น	8
2.4 แสดงเครื่องอัดแต่ละแบบ	8
2.5 แสดงเครื่องควบแน่น	9
2.6 แสดงอุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็น	9
2.7 แสดงอุปกรณ์ประกอบในเครื่องปรับอากาศ	10
2.8 แสดงเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์	11
2.9 ประเภทของหลอดไฟฟ้า	16
2.10 ชนิดของบัลลาสต์	17
3.1 แสดงระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าในอาคาร 19	31
3.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549	34
3.3 แผนภาพแสดงสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในระบบเครื่องปรับเครื่องปรับอากาศ	35
3.4 แผนภูมิแสดงความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า	37
3.5 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง	38
3.6 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดม่านหรือมู่ลี่เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงานก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ	38
3.7 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 9.00 น.	38
3.8 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 16.00 น.	38
3.9 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เก็บเอกสารหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นไว้ในห้องปรับอากาศ	39
3.10 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส	39
3.11 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดประตูหรือหน้าต่างก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ	39
3.12 แผนภูมิแสดงพฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	40
3.13 แผนภูมิแสดงบุคลากรปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์เวลาพักเที่ยง	40

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
3.14 แผนภูมิแสดงบุคลากรดึงปลั๊กคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ออกหลังเลิกใช้งาน	41
3.15 แผนภูมิแสดงบุคลากรปิดสวิตซ์เครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกใช้งาน	41
3.16 แผนภูมิแสดงบุคลากรดึงปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกใช้งาน	41
3.17 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ตั้งโปรแกรมเวลาให้คอมพิวเตอร์ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะไม่ทำงาน	41
3.18 แผนภูมิแสดงการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน	42
3.19 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุง 1914 (ห้องวัฒนธรรม)	46
3.20 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุง 1922 (ห้องเรียน)	47
3.21 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1923 (ห้องเรียน)	47
3.22 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1926 (ห้องคอมพิวเตอร์)	48
3.23 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1937 (ห้องคอมพิวเตอร์)	48
3.24 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1938 (ห้องคอมพิวเตอร์)	49
3.25 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้องสมุดศูนย์ภาษา	49
3.26 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง American Corner	50
5.1 ระบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร	63
ผข.1 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 1	78
ผข.2 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 2	80
ผข.3 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 3	82
ผข.4 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 4	84
ผข.5 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 1	86
ผข.6 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 2	88
ผข.7 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 3	90
ผข.8 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 4	92
ผซ.1 แสดงที่ตั้งอาคาร	158
ผซ.2 แสดงการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า	158
ผซ.3 แสดงการติดตั้งมิเตอร์และระบบควบคุมไฟฟ้า	158
ผซ.4 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศด้านนอกอาคาร	159

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	**หน้า**
ผซ.5 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศด้านในอาคาร	159
ผซ.6 แสดงห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	159
ผซ.7 แสดงการปิดม่านกันความร้อนจากภายนอก	160
ผซ.8 แสดงการวัดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในระบบเครื่องปรับอากาศ	160
ผซ.9 แสดงการรณรงค์การเปิดและปิดระบบเครื่องปรับอากาศ	160
ผซ.10 แสดงการรณรงค์การเปิดและปิดระบบแสงสว่าง	161
ผซ.11 แสดงการรณรงค์การปิดเครื่องพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์	161
ผซ.12 แสดงการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์	161
ผซ.13 แสดงการทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ	162
ผซ.14 แสดงการติดตั้งสวิตซ์เบรกเกอร์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	162

\

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

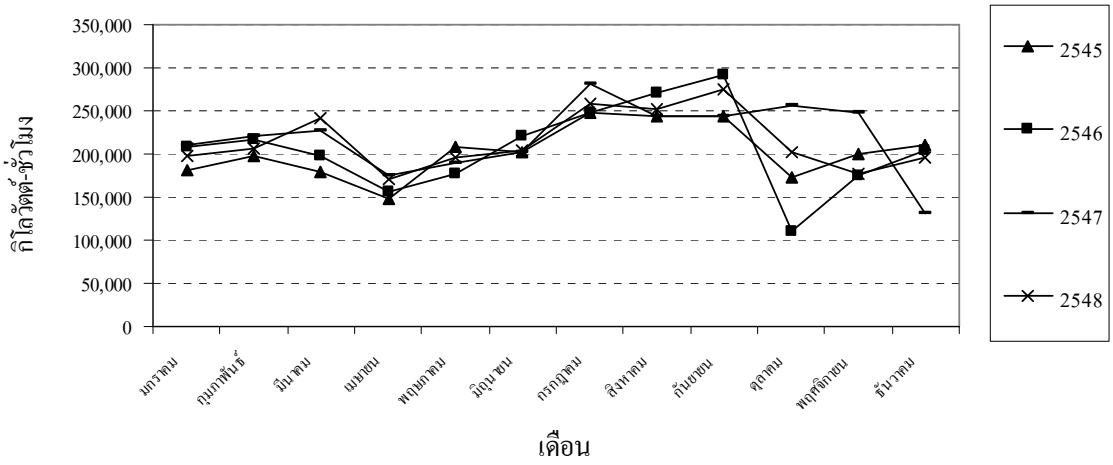
ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้ามาก ทำให้สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ๆ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าถูกประดิษฐ์ขึ้นมา เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เป็นต้น เพื่อตอบสนองความต้องการ และสร้างความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตประจำวัน พลังงานไฟฟ้าจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์มากกว่าพลังงานชนิดอื่นๆ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้ามีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าพลังงานชนิดอื่นๆ สามารถส่งไปตามสายไฟฟ้า และแปลงเป็นพลังงานแบบอื่นได้ง่ายเช่น แปลงเป็นพลังงานกลโดยใช้มอเตอร์ แปลงเป็นพลังงานเสียงโดยใช้ลำโพง แปลงเป็นพลังงานความร้อนโดยใช้ลวดความร้อน แปลงเป็นพลังงานแสงสว่างโดยใช้หลอดไฟ และแปลงเป็นพลังงานแม่เหล็กโดยใช้ขดลวด นอกจากนี้ยังแปลงพลังงานชนิดอื่นๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ง่าย ดังนั้นจึงนิยมแปลงพลังงานชนิดอื่นๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้าก่อนที่จะนำไปใช้งานในรูปแบบพลังงานต่างๆ ต่อไป

การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น การที่จะผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขีดจำกัดนั้น จะต้องใช้ทรัพยากรจากแหล่งธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ ถ่านหิน มีอยู่อย่างจำกัดและมีแนวโน้มว่าจะหมดไป การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) และส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ระดับอุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำท่วม การทำลายระบบนิเวศน์ และยังส่งผลกระทบทางด้านสังคมการเมือง โดยก่อให้เกิดการขัดแย้งระหว่างประชาชนกับผู้ใช้อำนาจรัฐ เช่น ปัญหาการคัดค้านการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลทำให้กำลังผลิตไฟฟ้าสำรองต่ำสุดของประเทศลดลงจึงมีความเสี่ยงที่จะขาดแคลนไฟฟ้าสูงมาก

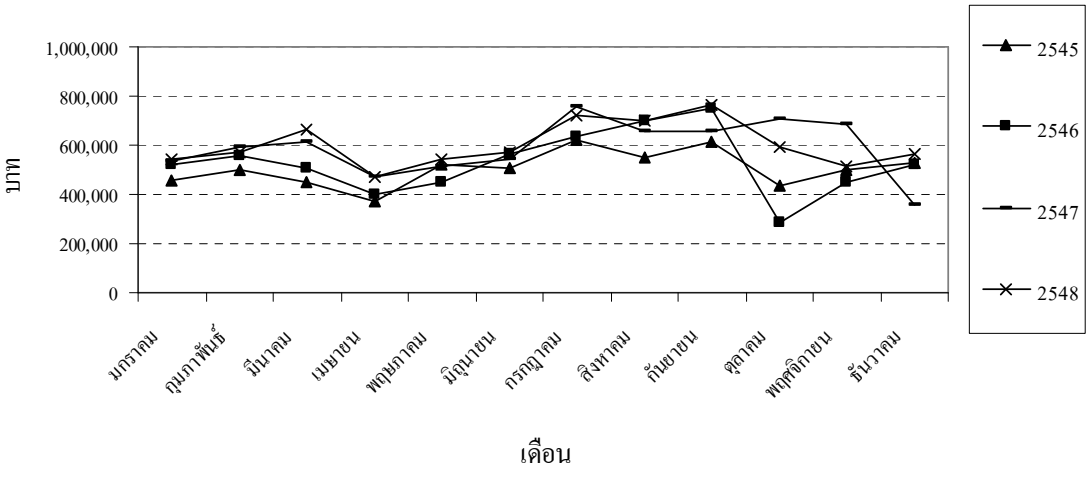
การใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีปริมาณสูงจะทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าโดยรวมของประเทศสูงขึ้นด้วย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในสถานประกอบการ รวมทั้งหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชน ซึ่งมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชเป็นหน่วยงานของรัฐประเภทสถานศึกษาเป็นองค์กรขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่และอาคาร รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชรับไฟฟ้าขนาดแรงดัน 33 กิโลโวลต์

จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า โดยติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดต่างๆ จำนวน 7 ลูก รวม 3,250 กิโลโวลต์แอมป์ จ่ายผ่านมิเตอร์หมายเลข 911-000700 จากแรงดันไฟฟ้าแรงสูง 33 กิโลโวลต์ถูกแปลงเป็นแรงดันต่ำ 400/230 โวลต์ จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัย

จากการรวบรวมใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2548 พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,430,255 2,480,089 2,631,264 และ 2,574,280 กิโลวัตต์ต่อปีตามลำดับดังตารางผนวก ก.1 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปีดังแสดงในภาพประกอบที่ 1.1 เนื่องจากมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้ามากขึ้น และทำให้อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นด้วยโดยผันแปรตามปริมาณการใช้ดังแสดงในตารางผนวก ก.2 และภาพประกอบที่ 1.2



ภาพประกอบที่ 1.1 แผนภูมิแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช



ภาพประกอบที่ 1.2 แผนภูมิแสดงอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการกำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม คืออาคารที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงรวมกันตั้งแต่ 1,175 กิโลโวลต์แอมแปร์ หรือใช้พลังงานสิ้นเปลืองอื่นเทียบเท่ากับพลังงานไฟฟ้าในรอบปีที่ผ่านมาตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป ซึ่งให้เริ่มดำเนินการกับอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่และอาคารของรัฐเป็นลำดับแรก (Chirarattananon, S. and Taweekun, J., 2003) ดังนั้นมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชจึงควรจะดำเนินการตามนโยบายดังกล่าวอย่างเร่งด่วน เพราะเป็นอาคารควบคุมที่ติดตั้งหม้อแปลงรวมมากกว่า 1,175 กิโลโวลต์แอมแปร์ และเป็นหน่วยงานของรัฐ

ในเบื้องต้นผู้วิจัยดำเนินการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดสำหรับการเรียนการสอนในแต่ละอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชในปี พ.ศ. 2549 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 1,265,186 กิโลวัตต์- ชั่วโมง ดังตารางผนวก ก.7 และอาคาร 19 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเป็นลำดับที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ คือ 293,256 กิโลวัตต์- ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 23.18 และมีการติดตั้งมิเตอร์สำหรับวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แน่นอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาวิจัยอาคาร 19 เป็นกรณีศึกษาเพื่อจะได้นำผลการศึกษาไปใช้กับอาคารอื่นๆ ต่อไปในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของทั้งมหาวิทยาลัย

1.2 คำสำคัญ

การจัดการเรียนการสอน หมายถึงการจัดการเรียนการสอนทางด้านคอมพิวเตอร์และภาษา

อาคาร 19 หมายถึงศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษาประกอบด้วยสำนักงาน ห้องประชุม ห้องปฏิบัติการเรียนการสอนทางด้านคอมพิวเตอร์และภาษา ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บุคลากร หมายถึงอาจารย์และเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนปฏิบัติงาน ณ อาคาร19

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19

1.3.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.3.3 เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.4.2 ได้แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.4.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำระบบประหยัดพลังงานไฟฟ้าอาคารอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยทำการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในปีพ.ศ.2549 และจัดทำแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเฉพาะอาคาร19 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชเท่านั้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากหนังสือ เอกสาร วารสาร รายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ เพื่อให้การศึกษาวิจัยมีความครอบคลุมและชัดเจนมากขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

พลังงานที่นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และพลังงานสิ้นเปลือง (Modern Energy) ดังภาพประกอบที่ 2.1 พลังงานหมุนเวียนเกิดขึ้นจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ มีอยู่อย่างไม่จำกัดใช้แล้วไม่หมด นอกจากนี้พลังงานหมุนเวียนรวมถึงชีวมวลจากการเกษตรและกสิกรรม เช่น ชานอ้อย แกลบ และมูลสัตว์ เป็นต้น พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานทางเลือกที่มีความสำคัญมากขึ้น เพราะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าพลังงานในรูปแบบอื่น พลังงานสิ้นเปลืองเป็นพลังงานที่มีอยู่ในจำนวนจำกัด เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หากขุดหรือนำมาใช้ตลอดเวลาพลังงานดังกล่าวนี้ก็จะหมดไป ปัจจุบันมีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเป็นหลัก โดยมีปริมาณการใช้มากกว่าพลังงานหมุนเวียนถึงร้อยละ 95 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550)

ภาพประกอบที่ 2.1 รูปแบบพลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

2.1.1 การส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ามีลักษณะการส่งจ่ายกระแสจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ส่งเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันสูง ผ่านระบบสายส่งไฟฟ้าแรงดันสูง เข้าสู่สถานีไฟฟ้าย่อย และส่งไปยังบ้านพักอาศัย สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ก็จะไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่งสู่โรงงานผลิตอีกครั้ง ซึ่งเป็นการไหลครบวงจรของกระแสไฟฟ้า การใช้กระแสไฟฟ้า สำนักงานการไฟฟ้าจะพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทภายในบ้านหรือหน่วยงานต่างๆ ระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ มีทิศทางการเคลื่อนที่สลับกัน กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอยู่ 2 ชนิดคือ ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวประกอบด้วยสายไฟฟ้าจำนวน 2 สาย คือสายที่มีไฟเรียกว่าสายไฟ สายเฟสหรือสายไลน์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร L (Line) สายที่ไม่มีไฟเรียกว่าสายนิวตรอน หรือสายศูนย์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร N (Neutral) แรงดันไฟฟ้าที่ใช้มีขนาด 220 โวลต์ ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก

ระบบไฟฟ้าสามเฟสประกอบด้วยสายไฟจำนวน 4 สาย โดยแบ่งเป็นสายไฟ 3 สายและสายนิวตรอน 1 สาย ระบบไฟฟ้าสามเฟสสามารถต่อใช้งานเป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียวได้ โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งกับสายนิวตรอน แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวตรอนมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลต์ ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบไฟฟ้าสามเฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าระบบเฟสเดียวถึง 3 เท่า จึงเหมาะสมกับสถานที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูง ระบบไฟฟ้าสามเฟสไม่สามารถนำมาใช้กับระบบแสงสว่างหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามบ้านได้โดยตรงจะต้องมีการแยกให้เป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียว 3 ชุด แล้วกระจายไปตามจุดต่างๆ ที่มีการใช้กระแสไฟฟ้า

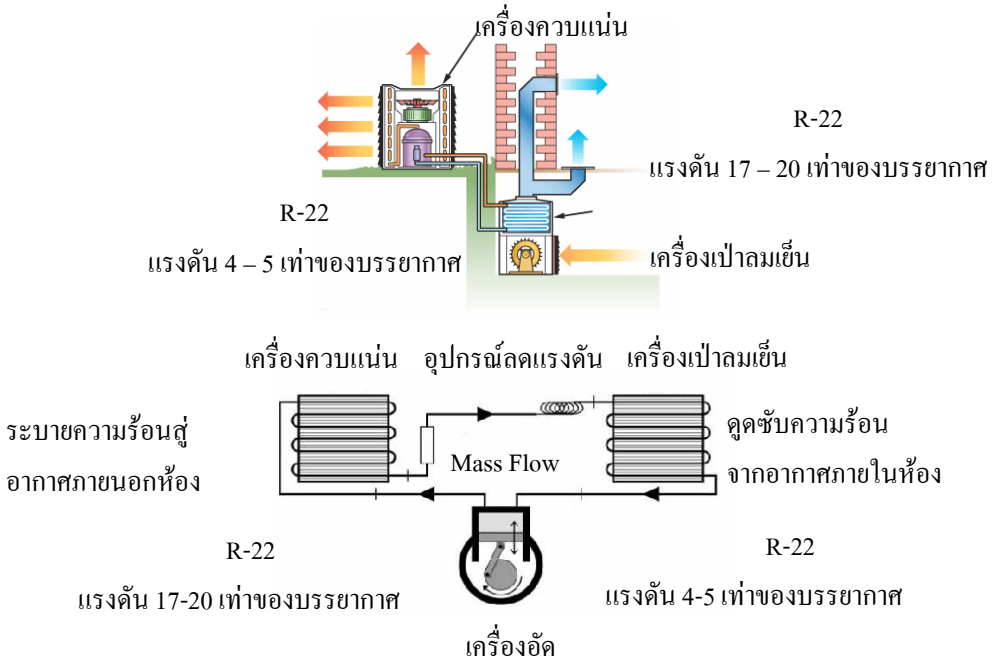
2.1.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร

การที่จะนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาใช้ในอาคารจะต้องทราบหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนั้นก่อน เพราะจะได้นำมาใช้งานให้ถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2.1.2.1 ระบบเครื่องปรับอากาศ

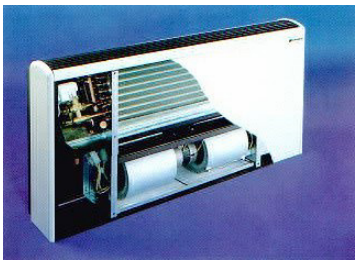
อาคารโดยทั่วไปมีการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ การหมุนเวียนถ่ายเทอากาศ ลดฝุ่นละอองของอากาศภายในห้องปรับอากาศเนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องมิดชิด การปรับอากาศช่วยลดมลพิษ กลิ่นและเสียงจากภายนอกอาคาร จึงมีความรู้สึกสบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ในขณะทำงานทำให้มีอากาศเสียเกิดขึ้นภายในอาคาร จึงต้องมีการดูดอากาศเสียนั้นทิ้งแล้วนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก

เข้ามาแทนที่ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศในอาคารสูงร้อยละ 60 – 70 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550) อุปกรณ์ในระบบเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.2



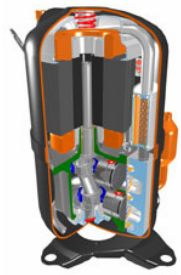
ภาพประกอบที่ 2.2 แสดงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

เครื่องเป่าลมเย็น (Evaporator) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศในห้องปรับอากาศที่จะทำการหมุนเวียน สารทำความเย็นจะรับความร้อนจากอากาศเพื่อทำให้ระเหยเป็นไอ ดังนั้นเครื่องเป่าลมเย็นจึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงในการแลกเปลี่ยนความร้อน และจะต้องบำรุงรักษาแผงกรองอากาศอยู่เสมอเพื่อให้สารทำความเย็นระเหยกลายเป็นไอได้เร็วที่สุด ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำความสะอาดแผงกรองอากาศอย่างน้อยปีละครั้งสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 5 – 10 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.3

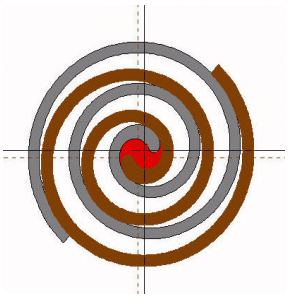


ภาพประกอบที่ 2.3 แสดงเครื่องเป่าลมเย็น
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

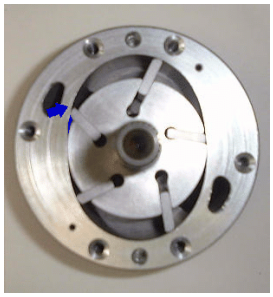
เครื่องอัด (Compressor) ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันที่เหมาะสมให้กับสารทำความเย็น เพื่อให้สารทำความเย็นสามารถควบแน่นเป็นของเหลวได้ เครื่องอัดจะใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบเครื่องปรับอากาศ เครื่องอัดมี 3 แบบคือ แบบลูกสูบ แบบก้นหอย และแบบโรตารี่ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.4



(ก) แบบลูกสูบ



(ข) แบบก้นหอย



(ค) แบบโรตารี่

ภาพประกอบที่ 2.4 แสดงเครื่องอัดแต่ละแบบ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

เครื่องควบแน่น (Condensing Unit) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับอากาศโดยรอบเพื่อทำให้สารทำความเย็นควบแน่นเป็นของเหลว หากสารทำความเย็นควบแน่นเป็นของเหลวได้เร็วก็จะทำให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ดังนั้นเครื่องควบแน่นจึงต้องบำรุงรักษาอยู่เสมอ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.5

ภาพประกอบที่ 2.5 แสดงเครื่องควบแน่น

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

อุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็น ทำหน้าที่ลดแรงดันของสารทำความเย็นไปที่ความดันที่เหมาะสม เพื่อให้สารทำความเย็นระเหยกลายเป็นไอ อุปกรณ์ลดแรงดันนี้จะทำการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นให้เหมาะสมกับภาระการทำความเย็น อุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็นมี 2 แบบคือ แคปปิลาริ่ทิ้ว (Capillary Tube) และเอ็กซ์แปนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.6

(ก) แคปปิลาริ่ทิ้ว

(ข) เอ็กแปนชั่นวาล์ว

ภาพประกอบที่ 2.6 แสดงอุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็น

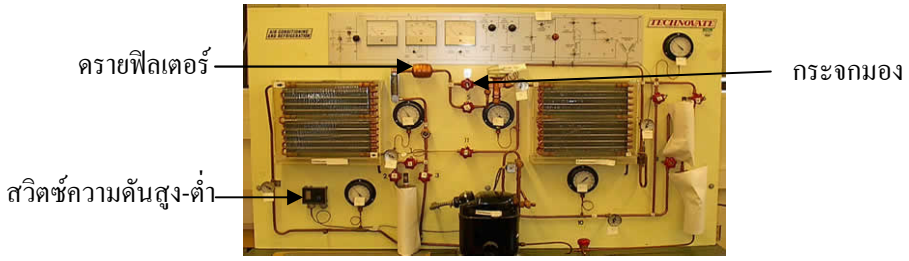
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

ดรายเออร์ฟิลเตอร์ (Dryer Filter) ทำหน้าที่ดูดความชื้นและกรองหรือดักสิ่งสกปรกที่มากับสารทำความเย็นทำให้สารทำความเย็นสะอาด ถ้าสารทำความเย็นมีความชื้นหรือมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนจะทำให้เครื่องอัดชำรุดเสียหายอายุการใช้งานสั้นลง

กระจกมองน้ำยา (Sight Glass) ติดตั้งอยู่ใกล้ๆ กับดรายเออร์ฟิลเตอร์ทำหน้าที่บอกลักษณะของสถานะและความชื้นของสารทำความเย็น เครื่องปรับอากาศที่ทำงานปกติ กระจกมองน้ำยาจะต้องใส ไม่มีฟองอากาศ และแผ่นสีตรงกลางของกระจกมองน้ำยาจะต้องเป็นสีน้ำเงินหรือสีม่วง ถ้าเป็นสีส้มหรือสีเหลืองแสดงว่าสารทำความเย็นมีความชื้น

สวิตซ์ความดันสูง – ต่ำ ทำหน้าที่หยุดการทำงานของเครื่องอัด เพื่อไม่ให้เครื่องอัดชำรุดเสียหายเมื่อสารทำความเย็นมีความดันสูงและต่ำเกินพิกัดที่ตั้งไว้ สาเหตุที่ความดันสารทำความเย็นสูงกว่าปกติอาจเกิดจากเครื่องควบแน่นไม่สามารถระบายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือการ

ตั้งอุปกรณ์ลดแรงดันสารทำความเย็นผิดพลาด และลดต่ำลงกว่าปกติอาจเกิดจากสารทำความเย็นรั่วไหลออกจากระบบ ปกติสารทำความเย็นด้านความดันสูงจะมีความดันอยู่ที่ 250 - 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยจะตั้งสวิตซ์ความดันสูงไว้ที่ 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และด้านต่ำจะอยู่ที่ 60 - 75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยจะตั้งสวิตซ์ความดันต่ำไว้ที่ 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว การติดตั้งดรายฟิลเตอร์ กระจกมองน้ำยาและสวิตซ์ความดันสูง-ต่ำ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.7



ภาพประกอบที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ประกอบในเครื่องปรับอากาศ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

เทอร์โมสตัท (Thermostat) ทำหน้าที่เปิดปิด ตั้งอุณหภูมิและควบคุมการทำงานระบบอื่นๆ ของเครื่องปรับอากาศ มี 2 ชนิด คือ เทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดติดผนังมีสายและแบบไร้สาย มีความแม่นยำสูงกว่าเทอร์โมสตัทแบบไบเมททัล (Bimetal) การทำงานของเทอร์โมสตัทใช้อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณความร้อนคือ เมื่ออุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศลดลงใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ เทอร์โมสตัทจะทำหน้าที่หยุดการทำงานของเครื่องอัด และเครื่องอัดอากาศจะทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้ร่างกายรู้สึกสบายและช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า หากตั้งอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียสจะเพิ่มค่าพลังงานไฟฟ้าขึ้นร้อยละ 10 ต่อองศาเซลเซียส (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

อุปกรณ์หน่วงเวลา (Timer) ทำหน้าที่หน่วงเวลาการทำงานของเครื่องอัดขณะที่เครื่องอัดทำงานแล้วหยุดทำงานทันที หากต้องการที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ทันทีเครื่องอัดจะยังไม่ทำงานจนกว่าความดันด้านสูงและด้านต่ำมาอยู่ในระดับความดันที่ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นเครื่องอัดจึงจะเริ่มทำงาน อุปกรณ์หน่วงเวลาจะใช้ร่วมกับเทอร์โมสตัทแบบไบเมททัล สำหรับเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ออกแบบวงจรไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้แล้วดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.8

ภาพประกอบที่ 2.8 แสดงเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์

สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศเป็นสารประกอบ เครื่องปรับอากาศระบายความร้อนด้วยอากาศส่วนมากจะใช้สารทำความเย็น HCFC22 หรือ R22 ซึ่งเป็นสารประกอบของไฮโดรเจน คลอรีน และฟลูออไรด์ในสัดส่วนที่เหมาะสม คุณสมบัติของสารทำความเย็นจะต้องไม่ติดไฟ ไม่มีกลิ่น เปลี่ยนแปลงสถานะกลับไปกลับมาได้ดี มีอุณหภูมิในการควบแน่นและระเหยที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง และต้องไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกและทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการทำความเย็นกับพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในเครื่องปรับอากาศหรือค่า Energy Efficiency Ratio *(EER)* มีหน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ เครื่องปรับอากาศที่มีค่า *EER* สูง จะมีประสิทธิภาพสูงและใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ปัจจุบันมีการเปรียบเทียบระดับค่า *EER* กับมาตรฐานการใช้ไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบระดับค่า *EER* กับ มาตรฐานการใช้ไฟฟ้า

ระดับค่า *EER*	มาตรฐานการใช้ไฟฟ้า
10.6 ขึ้นไป	เบอร์ 5
9.6-10.6	เบอร์ 4
8.6-9.6	เบอร์ 3
7.6-8.6	เบอร์ 2
ต่ำกว่า 7.6	เบอร์ 1

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้ามากและมีราคาแพง วิธีลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าควรติดตั้งให้เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ห้อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ ค่าติดตั้งค่าบำรุงรักษาและค่าไฟฟ้าก็จะแพงขึ้น และการติดตั้งขนาดเล็กเกินไปความเย็นจะไม่เพียงพอทำให้

เครื่องอัดทำงานตลอดเวลา สูญเสียพลังงานไฟฟ้าอายุการใช้งานสั้น โดยทั่วไปห้องทำงานติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศขนาด 900 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ที่ความสูงของห้องไม่เกิน 3 เมตร ควรจะเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่และชนิดของห้องดังแสดงในตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 แสดงการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ห้อง

พื้นที่ห้องตามความสูง 3 เมตร (ตารางเมตร)	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมง)
13 – 14	8,000
16 – 17	10,000
20	12,000
23 – 24	14,000
30	20,000
40	24,000

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

ตารางที่ 2.3 แสดงการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับชนิดของห้อง

ชนิดห้องที่ใช้งาน	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร)
ห้องนอน	500 - 600
ห้องทำงานทั่วไป	750 - 900
ห้องอาหาร	800 - 1,000
ห้องพักคนไข้	600 - 750
ห้องตรวจโรค	600 - 750
ห้องผ่าตัด	1,200 - 1,500
ห้องประชุม ห้องเรียน ห้องคอมพิวเตอร์	800 - 1,000

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

การคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในอุปกรณ์ไฟฟ้า ในทางฟิสิกส์มีหน่วยเป็นจูล การคิดค่าไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน สำนักงาน หรือหน่วยงานราชการนั้น คำนวณจากพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการทำให้เกิดงานขึ้นของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ -ชั่วโมง (Kilowatt-hour หรือ kWh) ซึ่งเป็นหน่วยใหญ่กว่าจูล หน่วย กิโลวัตต์ - ชั่วโมง มาจากกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์และเวลาเป็นชั่วโมงเมื่อแปลงค่ากิโลวัตต์-ชั่วโมงเป็นหน่วยพลังงานจูล จะได้ 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เท่ากับ 1,000 วัตต์ x 3,600 วินาที มีค่าเท่ากับ 3.6×10^6 วัตต์ต่อวินาที หรือ 3.6×10^6 จูล และกำลังไฟฟ้า คืองานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลาบนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน สำนักงานหรือหน่วยงานราชการ เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ W คืองานมีหน่วยเป็นจูล และ t คือ เวลามีหน่วยเป็นวินาที หรือกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 1 จูลต่อวินาที สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ดังสมการที่ 2.1 แต่ในทางไฟฟ้านั้นเป็นการไม่สะดวกที่จะหางานไฟฟ้าเป็นจูล จึงแปลงการหากำลังไฟฟ้ามาอยู่ในรูปของแรงดันและกระแส เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ V คือ แรงดันมีหน่วยเป็นโวลต์ และ I คือ กระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์ สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ดังสมการที่ 2.2

$$P = \frac{W}{t} \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

$$P = V.I \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

ในการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ การคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในระบบเครื่องปรับอากาศ โดยมีการสำรวจและวัดข้อมูลดังนี้ ขนาดพิกัดที่ติดตั้ง พื้นที่ห้อง จำนวนเครื่อง จำนวนวันใช้งานต่อเดือน จำนวนชั่วโมงใช้งานต่อวัน การทำงานของเครื่องอัด และกำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังสมการที่ 2.3

$$\textit{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{\boldsymbol{P \times H \times C}}{\boldsymbol{100}} \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

เมื่อ *พลังงานไฟฟ้า* คือ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในระบบเครื่องปรับอากาศ (กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อเดือน) หรือ (kWhต่อเดือน)

P คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ (กิโลวัตต์)

H คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อเดือน)

C คือ การทำงานของเครื่องอัด (Compressor %)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบเครื่องปรับอากาศ โดยการหาค่า EER เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการใช้ไฟฟ้า และหาขนาดพิกัดที่ติดตั้งต่อพื้นที่เพื่อเปรียบเทียบขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ห้อง ดังสมการที่ 2.4 และ 2.5

$$EER = \frac{B}{P} \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

เมื่อ *EER* (*Energy Efficiency Ratio)* คือประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ
B คือ ขนาดพิกัดที่ติดตั้งในระบบเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมง)
P คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ (วัตต์)

$$\textit{ขนาดพิกัดที่ติดตั้งต่อพื้นที่} = \frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{A}} \qquad \text{สมการที่ 2.5}$$

เมื่อ *ขนาดพิกัดที่ติดตั้งต่อพื้นที่* คือ ขนาดพิกัดที่ติดตั้งในระบบเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ (บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร) หรือ (Btu/hr)/m^2)
B คือ ขนาดพิกัดที่ติดตั้งในระบบเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมง)
A คือ ขนาดพื้นที่ห้อง (ตารางเมตร)

2. 1.2.2 ระบบแสงสว่าง

แสงสว่างมีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก จะมองเห็นสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้เพราะแสงสว่างที่ได้จากแหล่งกำเนิดไปสะท้อนกับวัตถุมาเข้าตาของเรา แสงได้จากธรรมชาติ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ หรือกำเนิดจากสิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้น เช่นหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ซึ่งคุณสมบัติของแสงสว่างมีดังนี้

ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) และฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) เป็นปริมาณของแสงทั้งหมดที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงมีหน่วยเป็นลูเมน เช่น หลอดไส้ขนาด 75 วัตต์ มีความเข้มของการส่องสว่าง 960 ลูเมน หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด18 วัตต์ มีความเข้มของการส่องสว่าง 1,300 ลูเมน หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ มีความเข้มของการส่องสว่าง 3,250 ลูเมน หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ มีความเข้มของการส่องสว่าง 900 ลูเมน

ระดับความส่องสว่าง (Luminous) เป็นปริมาณของแสงทั้งหมดที่ตกกระทบพื้นที่ผิวต่อ 1 ตารางเมตร เป็นค่าที่บอกว่าพื้นที่นั้นได้รับแสงสว่างเพียงพอหรือไม่ ดังนั้นระดับความส่อง

สว่างจึงมีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์ ระดับความส่องสว่างมีความสำคัญต่อการทำงาน ถ้ามีค่าส่องสว่างมากเกินไปเป็นการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น และความสว่างน้อยเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานไม่ดี เช่น สำนักงานจะมีระดับส่องสว่างที่ 400 - 500 ลักซ์ ห้องนั่งเล่น 100 ลักซ์ ไฟถนน 5 - 30 ลักซ์ ห้องเรียน ห้องบรรยายรวม ห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด ห้องอ่านหนังสือ 500 ลักซ์ ห้องศิลปะ งานพิมพ์ ห้องคอมพิวเตอร์ 500 ลักซ์ บันได ลิฟต์ 150 ลักซ์

กำลังงานของหลอดไฟฟ้าและประสิทธิภาพการส่องสว่างคือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าใช้เพื่อทำให้เกิดความสว่างมีหน่วยเป็นวัตต์และประสิทธิภาพการส่องสว่างคือ อัตราส่วนการส่องสว่างต่อกำลังวัตต์ของหลอดไฟฟ้า มีหน่วยเป็นลูเมนต่อวัตต์ หลักการให้แสงสว่างจะต้องเข้าถึงพื้นที่ ที่จะใช้แสงสว่างเพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น แสงสว่างที่โต๊ะทำงาน แสงสว่างที่ลานจอดรถ แสงสว่างในห้องทำงานโดยทั่วไปขนาดติดตั้ง 7 – 10 วัตต์ต่อตารางเมตร และติดตั้งได้ไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตรจะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานและประหยัดพลังงานไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารแต่ละชนิดแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้ หลอดไส้ (Incandescent Lamp) หลักการทำงานคือ ทำให้ไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตนร้อนโดยใช้กระแสไฟฟ้า เมื่อไส้หลอดร้อนขึ้นก็จะได้แสงสว่างออกมา หลอดไส้ธรรมดาทำจากหลอดแก้วปิดสนิทภายในหลอดแก้วบรรจุก๊าซเฉื่อยหรือเป็นอุปกรณ์เปล่งแสงพร้อมทั้งให้ความร้อนเมื่อไฟฟ้าไหลผ่าน โดยปกติจะให้แสง 1 ส่วนและให้ความร้อน 9 ส่วน จัดเป็นหลอดที่ไม่อนุรักษ์พลังงานและมีอายุการใช้งานสั้น 1,000 ชั่วโมง

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Flurescent Lamps) หลักการทำงานคือ ใช้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ปลายขั้วของหลอดทั้ง 2 ข้าง เพื่อกระตุ้นให้อิเลคตรอนที่ขั้วอิเลคโตรดวิ่งออก และวิ่งข้ามขั้วที่มีความต่างศักย์สูงไปยังขั้วที่มีความต่างศักย์ต่ำ โดยขณะที่ทำการจุดติดหลอดครั้งแรกจะใช้สตาร์ทเตอร์และบัลลาสต์ช่วยในการทำให้ความต่างศักย์ที่ขั้วทั้งสองมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมปกติ ในขณะที่อิเลคตรอนวิ่งข้ามจากอีกขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง อิเลคตรอนจะชนเข้ากับอะตอมของก๊าซปรอทและกระตุ้นทำให้อะตอมของก๊าซปรอทคายพลังงานออกมาในรูปของแสงอัลตร้าไวโอเลต และจะวิ่งออกไปจากผนังในทุกทิศทาง ผ่านสารฟอสเฟอร์ที่เคลือบอยู่ด้านในของผนังหลอดที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนแสงอัลตร้าไวโอเลตไปเป็นแสงสว่างในระดับสายตาที่มนุษย์มองเห็น เมื่อหลอดไฟฟ้าติดบัลลาสต์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปที่หลอดไฟฟ้าให้มีค่าสม่ำเสมอ และเหมาะสมต่อการทำงานของหลอดไฟฟ้า

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamps) หลักการทำงานและคุณสมบัติต่างๆ เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่หลอดมีขนาดเล็กกว่า หลอดคอมแพคฟลูออ

เรสเซนซ์มี 2 แบบคือ แบบที่ติดตั้งบัลลาสต์ไว้ภายนอกซึ่งสามารถเลือกบัลลาสต์ชนิดต่างๆ ร่วมกับหลอดได้ และแบบที่ติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ไว้ภายในแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ แกนหลอดเดียวมีขนาดกำลังไฟฟ้าเป็น 5, 7, 9 และ11 วัตต์ แกนหลอดคู่มีขนาดกำลังไฟฟ้าเป็น 10, 13, 18 และ 26 วัตต์ และสามแกนมีขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า 20 และ 25 วัตต์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.9

(ก) หลอดไส้ (ข) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (ค)หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ภาพประกอบที่ 2.9 ประเภทของหลอดไฟฟ้า
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

บัลลาสต์ (Ballast) เป็นอุปกรณ์ควบคุมกระแสไฟฟ้าในระบบแสงสว่างสำหรับหลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์และประเภทหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟให้มีค่าที่เหมาะสมสม่ำเสมอตามแต่ละประเภทของหลอดไฟ ขณะที่หลอดไฟผ่านขบวนการจุดติดแล้ว ค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) หรือค่าความต้านทานการไหลของไฟฟ้าของหลอดนั้นจะมีค่าติดลบ หมายถึงกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวหลอดไฟมากเพราะไม่มีตัวต้านทาน ทำให้หลอดไฟฟ้าขาดและเสียหาย ดังนั้นจึงต้องใช้บัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจรเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรแทนหลอดไฟ บัลลาสต์ที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

บัลลาสต์แบบแกนเหล็กทั่วไป ได้แก่ บัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดา (Magnetic Ballast) และบัลลาสต์แบบแกนเหล็กชนิดสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำ (Low Watt Loss Ballast) บัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดาเป็นแกนเหล็กที่ประกอบขึ้นมาจากการนำแผ่นเหล็กมาเรียงกันและพันโดยรอบด้วยขดลวดทองแดงซึ่งทำหน้าที่จ่ายแรงดันที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการวิ่งของอิเลคตรอนจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งของหลอดไฟ จำกัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟภายหลังการจุดติดเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ควบคุมการไหลกระแสให้มีค่าที่สม่ำเสมอ รักษาเสถียรภาพของแรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟมีค่าแรงดันป้อนเข้าเปลี่ยนแปลง บัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กนี้จะมีการสูญเสียพลังงานในตัวมันเองสูงถึงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับพลังงานที่จ่ายให้กับระบบแสงสว่าง พลังงานที่สูญเสียนี้ออกมาในรูปของความร้อน มีค่ากำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์ และอุณหภูมิขณะใช้งานในช่วงระหว่าง 55 - 70 องศา

เซลเซียส สำหรับบัลลาสต์แบบแกนเหล็กชนิดสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำ (Low Watt Loss Ballast) หรือบัลลาสต์ประหยัดไฟฟ้าเป็นบัลลาสต์แบบแกนเหล็กที่ผลิตโดยใช้วัสดุแกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดีขึ้นคือ แกนเหล็กมีความสูญเสียต่ำและขนาดลวดทองแดงที่ใหญ่ขึ้น จำนวนรอบของขดลวดที่พันบนแกนเหล็กมีน้อยลงโดยมีค่ากำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์ และอุณหภูมิขณะใช้งานในช่วงระหว่าง 35 - 50 องศาเซลเซียส

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้สูงประมาณ 20 - 40 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อใช้ในการจุดหลอดไฟ เมื่อใช้บัลลาสต์ชนิดนี้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จะทำให้ใช้กำลังไฟฟ้าในการจุดหลอดไฟลดลงเหลือ 32 วัตต์ โดยมีค่ากำลังสูญเสียในบัลลาสต์ 4 วัตต์ แต่ระดับความส่องสว่างยังเท่าเดิม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.10

(ก) บัลลาสต์แบบแกนเหล็ก

(ข) บัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์

ภาพประกอบที่ 2.10 ชนิดของบัลลาสต์

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ขนาดกำลังวัตต์ ปริมาณการส่องสว่าง ประสิทธิผลการส่องสว่าง ความสว่างต่อพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม แสงสว่างจะต้องเข้าถึงพื้นที่ใช้สอยจึงจะส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยระดับความส่องสว่างในพื้นที่แต่ละประเภทจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า

ชนิดหลอดไฟฟ้า	ขนาด (วัตต์)	จำนวนวัตต์รวมบัลลาสต์	ปริมาณการส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิผลการส่องสว่าง (ลูเมนต่อวัตต์)	ความส่องสว่าง (ลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์)
หลอดไส้	40	-	430	10.75	10.75
	60	-	730	12.16	12.16
	75	-	960	12.8	12.8
	100	-	1,380	13.8	13.8
หลอดฟลูออเรสเซนต์	18	28	1,300	46.43	46.43
	36	46	3,250	70.65	70.65
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์บัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก	9	9	450	50	50
	13	13	650	50	50
	18	18	900	50	50
	25	25	1,200	48	48
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์บัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิกส์	7	7	400	57.14	57.14
	11	11	600	54.54	54.54
	15	15	900	60	60
	20	20	1,200	60	60

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ชนิดหลอดไฟฟ้า	ขนาด (วัตต์)	จำนวนวัตต์ รวมบัลลาสต์	ปริมาณการส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิผลการส่องสว่าง (ลูเมนต่อวัตต์)	ความส่องสว่าง (ลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์)
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	7	12.7	400	31.49	31.49
บัลลาสต์ภายนอก	9	13.7	600	43.79	43.79
	11	16	900	56.25	56.25

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าระดับความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ภายในอาคาร

ประเภทของพื้นที่	ระดับความส่องสว่าง (ลักซ์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)
ห้องทำงานทั่วไป	500	7 - 10
ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด	500	7 - 10
ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องประชุม	500	7 - 10
ห้องครัว	500	7 - 10
ห้องโถง ห้องน้ำ	200	2 - 5
ห้องเก็บของ บันได ระบบลิฟต์ ทางหนีไฟ	150	2 - 4

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

การคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในระบบแสงสว่าง โดยมีการสำรวจข้อมูลดังนี้ ชนิดของหลอดไฟฟ้า แบบการติดตั้ง ชนิดฝาครอบโคม ชนิดของแผ่นสะท้อนแสง ชนิดของบัลลาสต์ จำนวนหลอดต่อโคม และจำนวนโคม ขนาดพื้นที่ห้อง จำนวนวันใช้งานต่อเดือน จำนวนชั่วโมงใช้งานต่อวัน การใช้งานเฉลี่ย เพื่อคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ติดตั้ง และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังสมการที่ 2.6 และ 2.7

$$P = (W + L) \times N \qquad \text{สมการที่ 2.6}$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบแสงสว่าง (วัตต์)
W คือ ขนาดหลอดไฟฟ้า (วัตต์)
L คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในบัลลาสต์ (วัตต์)
N คือ จำนวนหลอดไฟฟ้า (หลอด)

$$\textit{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{P \times H \times D}{1{,}000} \qquad \text{สมการที่ 2.7}$$

เมื่อ *พลังงานไฟฟ้า* คือ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในระบบแสงสว่าง
(กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อเดือน) หรือ (kWhต่อเดือน)

P คือ กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบแสงสว่าง (วัตต์)

H คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อเดือน)

D คือ การใช้งานเฉลี่ย (%)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง โดยการหากำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งต่อพื้นที่ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของพื้นที่ ดังสมการที่ 2.8

$$\textit{กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่} = \frac{P}{A} \qquad \text{สมการที่ 2.8}$$

เมื่อ *กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่* คือ กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบแสงสว่างต่อพื้นที่ (วัตต์ต่อตารางเมตร) หรือ (W/m^2)

P คือ กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบแสงสว่าง (วัตต์)

A คือ ขนาดพื้นที่ห้อง (ตารางเมตร)

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการเรียนการสอน และสำนักงาน อุปกรณ์อำนวยความสะดวก และระบบลิฟต์ โดยมีการสำรวจข้อมูลดังนี้ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวนวันใช้งานต่อเดือน จำนวนชั่วโมงใช้งานต่อวัน เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังสมการที่ 2.9

$$\textit{พลังงานไฟฟ้า} = P \times H \qquad \text{สมการที่ 2.9}$$

เมื่อ *พลังงานไฟฟ้า* คือ พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในอุปกรณ์ไฟฟ้า(กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อเดือน) หรือ (kWhต่อเดือน)

P คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในอุปกรณ์ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

H คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อเดือน)

2.1.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

ในการลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้นก่อนที่จะมีการลงทุนจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่กำลังจะลงทุนว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจลงทุน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่นิยมนำมาใช้คือ ระยะเวลาในการ

คืนทุน (Simple Payback Period) ผลที่ได้รับจากการประเมินการลงทุนโดยวิธีนี้จะทำให้ทราบว่าจะได้รับเงินคืนทุนช้าหรือเร็วเท่าไร เช่นการปรับปรุงบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กธรรมดา มีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในบัลลาสต์สูงโดยเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กชนิดสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำ (Low Watt Loss Ballast) จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ ดังสมการที่ 2.10

$$\textit{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = \left(\frac{\left(NxL\right) - \left(NxLW\right)}{1000} \right) xH \qquad \text{สมการที่ 2.10}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อมีการเปลี่ยนชนิดของบัลลาสต์ (กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อเดือน)

เมื่อ N คือ จำนวนหลอดไฟฟ้า (หลอด)
L คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในบัลลาสต์ชนิดธรรมดา (วัตต์)
LW คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในบัลลาสต์ชนิดกำลังสูญเสียต่ำ (วัตต์)
H คือ จำนวนชั่วโมงการใช้งาน (ชั่วโมงต่อเดือน)

อัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดเมื่อคิดในระยะเวลา 1 ปี ดังสมการที่ 2.11

$$\textit{อัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้(บาทต่อปี)} = P \times B \times 12 \qquad \text{สมการที่ 2.11}$$

เมื่อ P คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง)
B คือ ราคาพลังงานไฟฟ้า (บาท)

ระยะเวลาคืนทุน (ปี) เมื่อปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดโดยการเปรียบเทียบระหว่างเงินลงทุนในการปรับเปลี่ยนกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ ดังสมการที่ 2.12

$$\textit{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{\textit{เงินลงทุน}}{\textit{อัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้}} \qquad \text{สมการที่ 2.12}$$

2.1.4 ประชากร

ในทางสถิติประชากร(Population) หมายถึง กลุ่มหรือทุกหน่วยทั้งหมดที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ซึ่งอาจเป็นกลุ่มของคน สิ่งของ หน่วยงาน องค์กรหรือสิ่งต่างๆ เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัย ดังนั้นการกำหนดประชากรจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสตร์, 2547)

2.1.5 การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้กรอกแบบสอบถามเอง และชุดของคำถามในแบบสอบถามผู้วิจัยจะสร้างขึ้นเองหรือใช้แบบสอบถามที่เป็นมาตรฐานที่มีผู้อื่นสร้างไว้แล้วก็ได้ การสร้างแบบสอบถามมีลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมข้อมูลโดยพิจารณาทฤษฎีและวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อให้ได้เค้าโครงและกรอบของคำถามที่สอดคล้องกับเรื่องที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 การเลือกชนิดของคำถาม คำถามที่ใช้ในแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ คำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ ผู้ตอบจะต้องเขียนคำตอบเองตามความคิดอิสระ และคำถามปลายปิดคือ คำถามที่เตรียมคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตามความต้องการ คล้ายๆ แบบทดสอบ ผู้ตอบไม่มีอิสระในการตอบ จะต้องเลือกคำตอบตามที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 กำหนดคำถามที่ต้องการ การกำหนดคำถามที่ต้องการได้มาจากขั้นที่ 1 โดยจับสาระที่ต้องการถาม แล้วนำมาจัดกลุ่มเป็นประเด็น โดยให้คำถามครอบคลุมทุกประเด็นของวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 4 ร่างแบบสอบถาม การร่างแบบสอบถามแยกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่เป็นคำถาม

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพ การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามเป็นสิ่งที่มีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย เทคนิคการตรวจสอบทำได้โดยการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอย่างน้อย 3 คนโดยในการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านดังตารางที่ 2.6 แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการวัด ดังสมการที่ 2.13

ขั้นที่ 6 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 2.6 รายชื่อ ตำแหน่ง และสถานที่ปฏิบัติงานของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ	ตำแหน่ง	สถานที่ปฏิบัติงาน
ดร.สมบูรณ์ สารสิทธิ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.ธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ	อาจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.รอยพิมพ์ใจ เพชรกุล	อาจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad \text{สมการที่ 2.13}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence)

R คือ คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคำถามแต่ละข้อ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยมีการกำหนดคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้ ดังนี้

+1 หมายถึง คำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

-1 หมายถึง คำถามนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ค่า $IOC \geq 0.5$ คำถามนั้นวัดตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ค่า $IOC < 0.5$ คำถามนั้นวัดไม่ตรงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากนั้นปรับแบบสอบถามฉบับร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มที่ทำการศึกษาจำนวน 20 คน และรวบรวมข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าระดับความยาก (Level of difficulty) ของแบบสอบถามคือ สัดส่วนหรือร้อยละของผู้ตอบถูกแต่ละข้อต่อจำนวนทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังสมการที่ 2.14 เป็นรายข้อ

$$P = \frac{R}{N} \qquad \text{สมการที่ 2.14}$$

เมื่อ P คือ ระดับความยาก

R คือ จำนวนผู้สอบถูกในข้อนั้น

N คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

ค่า P ระหว่าง 0.20 – 0.80 ถือว่าแบบสอบถามข้อนั้นมีระดับความยากใช้ได้

2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีความมุ่งหมายเพื่อสรุปผลของการสำรวจหรือเก็บรวบรวมข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์แล้วให้อยู่ในรูปที่จะตอบปัญหาของการวิจัยได้ เมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูลมาแล้วก็ต้องนำมาแปลงเป็นตัวเลขอาจโดยการให้คะแนนหรือโดยการแจกแจงความถี่ แล้วก็นำไปวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้ระเบียบวิธีสถิติที่เหมาะสมและจะต้องกำหนดวิธีวิเคราะห์ข้อมูลไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ขั้นวางแผนการวิจัย ผู้วิจัยจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลหรือรายละเอียดของข้อเท็จจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์และแปรความหมายโดยอาศัยระเบียบวิธีสถิติเพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือสังเกตและการจดบันทึกข้อมูลมีความละเอียดถี่ถ้วนและเที่ยงตรงที่สุด โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างของกลุ่มประชากร 2 กลุ่มด้วย t-test

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน(2548) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการอนุรักษ์พลังงานของโรงพยาบาลวิภาวดี เลขที่ 51/3 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร เริ่มโครงการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2543 ได้มีการดำเนินการทั้งด้านบริหารจัดการและการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขั้นตอนคือ การกำหนดนโยบาย จัดตั้งคณะกรรมการประหยัดพลังงาน รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์การใช้พลังงาน กำหนดเป้าหมายและแผนงาน รวบรวมและคัดเลือกโครงการประหยัดพลังงานที่เหมาะสม กำหนดแผนปฏิบัติและดำเนินกิจกรรมตามแผน และประเมินผลงาน โรงพยาบาลกำหนดกลยุทธ์แนวทางหลักดังนี้คือ มีการจัดฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานแต่ละแผนก นำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานต่อคณะกรรมการโครงการโดยให้รางวัลกับหน่วยงานที่ประหยัดพลังงานดีเด่น และรณรงค์ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารอย่างต่อเนื่อง ด้านบริหารจัดการมีการควบคุมการเปิดปิด และการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมถึงกำหนดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง การดำเนินการของฝ่ายวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงและจัดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จากนโยบายดังกล่าวโรงพยาบาลประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ร้อยละ 10 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงาน

สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่11 จังหวัดนครศรีธรรมราช (2548) ได้ดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พลังงานในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เลขที่ 435 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าลงให้มากที่สุดตาม

นโยบายของรัฐบาล ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อกิจของสงฆ์ การดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์จะต้องอาศัยความร่วมมือจากพระภิกษุสามเณรและผู้ที่เกี่ยวข้องในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร เพื่อให้เกิดการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งได้ดำเนินการปรับปรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น หลอดแสงจันทร์ขนาด 250 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้ชุดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 59 ชุด บัลลาสต์ธรรมดาขนาด 18 และ 36 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์สูญเสียต่ำ (Low Watt Loss Ballast) ขนาด 18 วัตต์และ 36 วัตต์ จำนวน 390 ชุด โคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้ชุดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด18 วัตต์ จำนวน 31 ชุด โคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 2x36 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้ชุดโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 1x36 วัตต์ จำนวน 97 ชุดหลอดไส้ขนาด 100 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 14 วัตต์ จำนวน 50 ชุด หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 25 วัตต์ เปลี่ยนมาใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 65 ชุด ค่าใช้จ่ายและการคำนวณผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้า วัดพระมหาธาตุวรมหาวิหารใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2547 จำนวน 30,135 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง ค่าใช้จ่าย 76,001 บาทต่อเดือน หรือ 912,012 บาทต่อปี ผลจากการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าใหม่ดังกล่าว ทำให้ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลดลง 13,621 บาทต่อเดือนหรือ 163,452 บาทต่อปี

กรมส่งเสริมสหกรณ์ เลขที่ 12 ถนนกรุงเกษม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร (2548) ได้ปฏิบัติตามมาตรการการประหยัดพลังงานไฟฟ้า คือ การใช้มาตรการควบคุม และตรวจสอบพร้อมติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าและเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ควบคุมการใช้ไฟฟ้าในแต่ละชั้นและมีคำสั่งมอบให้ข้าราชการปฏิบัติตามมาตรการอย่างจริงจัง มอบความรับผิดชอบให้แต่ละบุคคลเพื่อนำไปปฏิบัติเต็มความสามารถ ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 43.71

กรมการประกันภัย กระทรวงพาณิชย์ เลขที่ 44/100 ถนนนนทบุรี 1 อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี (2548) ได้รณรงค์ให้บุคลากรทุกคนมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง เช่น ตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 26 องศาเซลเซียสและให้เปิดใช้งานในเวลา 9.30 น.ถึง 11.30 น. และเวลา 13.30 น.ถึง 16.00 น. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้ปิดเวลาพักเที่ยง ถอดหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่แสงสว่างมากเกินความจำเป็น เครื่องคอมพิวเตอร์ปิดจอภาพเวลาพักเที่ยงหรือไม่มีการใช้งานเกิน 15 นาที เครื่องใช้ไฟฟ้าถอดปลั๊กหลังเลิกใช้งาน กำหนดเวลาการใช้ลิฟต์ขึ้นลง 1-2 ชั้น ให้มีการเดินแทนการใช้ลิฟต์ ห้องทำงานที่ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกในช่วงบ่ายให้ปิดไฟ และเปิดมู่ลี่เพื่อให้รับแสงจากภายนอก จากแนวปฏิบัติดังกล่าวสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 30

สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม6 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (2548) ได้รณรงค์ประชาสัมพันธ์เพื่อขอความร่วมมือจากผู้บริหาร และบุคลากรทุกคน ประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามมาตรการต่างๆ โดยมีแนวทางหลักดังนี้ ปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 12.00 – 13.00 น. และไม่ให้เปิดเครื่องปรับอากาศระหว่างปฏิบัติงานนอกเวลาราชการตั้งอุณหภูมิของระบบเครื่องปรับอากาศที่ 25 – 26 องศาเซลเซียส ตรวจเช็คทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเดือนละ 1 ครั้ง ห้องทำงานที่ติดเครื่องปรับอากาศดูแลการเปิดปิดประตูเข้าออก และปิดช่องว่างให้สนิทเช่น บานประตูหน้าต่าง ช่องพัดลมระบายอากาศ ย้ายสิ่งของหรือเอกสารที่ไม่จำเป็นออกจากห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ กำหนดให้ลิฟต์หยุดเฉพาะชั้นและกำหนดเวลาการใช้ลิฟต์ รณรงค์ให้มีการเดินขึ้นลงแทนการใช้ลิฟต์ ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในเวลา 12.00 – 13.00 น. โดยให้เปิดได้เท่าที่จำเป็น ทำความสะอาดโคมไฟฟ้าเป็นประจำทุก 3 เดือน ลดจำนวนหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่ไม่จำเป็น ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าเช่น เครื่องทำน้ำเย็น กระติกน้ำร้อน เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโทรสารและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ หลังเลิกงานและวันหยุดราชการ ใช้บัลลาสต์ประหยัดไฟฟ้าหรือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์คู่และใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ขนาด 18 วัตต์ และ 38 วัตต์ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 30.67

ภาษิต ทินนาม (2545) ได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานผลิตเครื่องเรือนไม้ยางพารา ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานพบว่าโรงงานมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 11.73 หน่วยต่อลูกบาศก์ฟุตและมีค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานในการผลิตชุดเครื่องเรือนเท่ากับ 50 หน่วยต่อชุด และได้เสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 11 แนวทาง โดยหลังจากวิเคราะห์ถึงระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนพบว่ามี 9 แนวทางที่มีความเหมาะสมในการลงทุน คาดว่าหากนำแนวทางต่างๆ ไปปฏิบัติครบทุกแนวทางจะใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 1,111,625 บาทและสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 288,625 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 3.85 ปี

อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค (2546) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า กรณีศึกษาบริษัท เจเอเอส ฟุตแฟร์ จำกัด เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตรองเท้าซึ่งในปี พ.ศ.2549 มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 111,600 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 204,000 บาทต่อปี ในปีดังกล่าวมีการผลิต 144,000 คู่ คิดเป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อรองเท้า 1 คู่ ซึ่งคิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ กระบวนการผสม การฉีด การประกอบ จากการศึกษาสาเหตุของการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้ามากคือ ระบบแสงสว่าง ระบบเครื่องจักรกล และค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ซึ่งมีค่าต่ำ 0.81 จึงได้เสนอมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

คือ ปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งนำไปติดตั้งโรงงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ปีละ 23,796 กิโลวัตต์- ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 47,592 บาท อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 0.1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อรองเท้า 1 คู่ โดยใช้เงินลงทุน 18,000 บาท จะมีจุดคุ้มทุนที่ระยะเวลา 5 เดือน

คงฤทธิ์ พรชุติ (2548) ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารมูลนิธิพัฒนาอีสาน ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจำนวนห้องพัก 22 ห้อง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 12 ห้อง ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 10 ห้อง รวมทั้งห้องอาหารและห้องประชุม จากการสำรวจพบว่าอาคารดังกล่าวมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 117,490 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 477,840 บาทต่อปี และได้เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงในมาตรการต่างๆ โดยมีการประเมินความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน ผลการวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานที่สามารถดำเนินการได้ มี 4 มาตรการ คือ การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศภายในห้องประชุม 1 เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งใช้เงินลงทุน 266,400 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 116,673 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.28 ปี และภายในห้องพักจำนวน 4 ห้อง ใช้เงินลงทุน 63,600 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 31,131 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.04 ปี การติดตั้งฉนวนกันความร้อนเหนือฝ้าเพดานภายในห้องประชุม 1 ใช้เงินลงทุน 40,250 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 19,435 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.07 ปี และติดตั้งฉนวนกันความร้อนเหนือฝ้าเพดานภายในห้องประชุม 2 ใช้เงินลงทุน 34,650 บาท คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 14,767 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2.35 ปี

จะเห็นได้ว่าหน่วยงานแต่ละแห่งมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่คล้ายกัน คือ ระบบเครื่องปรับอากาศจะใช้วิธีควบคุมเวลาเปิดปิด กำหนดอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และทำความสะอาดเดือนละ 1 ครั้ง ส่วนการใช้ลิฟต์มีการกำหนดเวลาการใช้และกำหนดชั้นที่ขึ้นลง ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ มีการปิดเมื่อไม่ใช้งาน นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในโรงงาน การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงภายในห้องต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ของห้องแต่ละห้อง และให้ความสำคัญกับการติดตั้งฉนวนกันความร้อนเหนือฝ้าเพดานในแต่ละห้อง วิธีการดังกล่าวนี้แสดงถึงมาตรการที่ทำให้หน่วยงานประสบความสำเร็จในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาในการคืนทุนจากการติดตั้งใช้เวลาไม่นาน โดยเฉลี่ยประมาณ 2 ปี แต่ในมหาวิทยาลัยยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ประกอบกับน่าจะนำมาตรการข้างต้นมาปรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยได้ เนื่องจากมีลักษณะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน และเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้ดำเนินการศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชในครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะอาคาร19 (ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา) เนื่องจากเป็นอาคารสำหรับการเรียนการสอนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเป็นลำดับที่ 1 ของมหาวิทยาลัยเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารการเรียนการสอนอื่นๆ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล โดยการรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละห้อง ความรู้ พฤติกรรมการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ณ อาคาร 19 เพื่อนำผลการศึกษามาเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ตลอดจนการตรวจสอบติดตามผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงหลังจากที่ได้ปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าว โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ณ อาคาร 19 มีดังนี้

1. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) ใช้สำหรับวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (AutoCAD) ใช้สำหรับเขียนแบบแปลนในอาคาร

3. แบบสอบถาม (Questionnaire) ใช้สำหรับสำรวจความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ณ อาคาร 19

4. เทคนิคการวิเคราะห์งานทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการคือ แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) ใช้สำหรับวิเคราะห์ลำดับของสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภท และแผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ใช้สำหรับวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในอาคาร 19

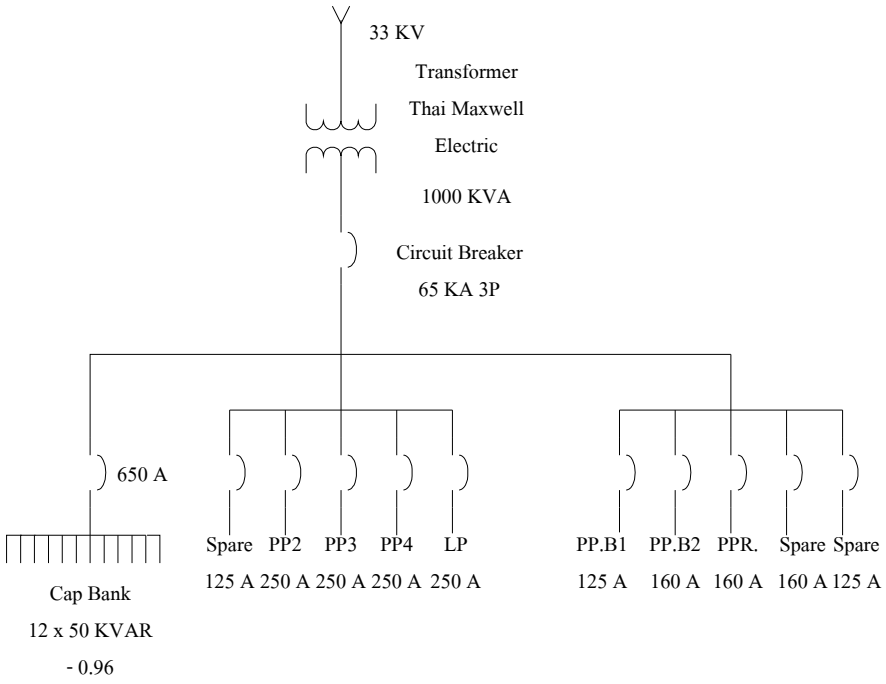
5. สถิติ t-test (2- Sample t) ใช้สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างก่อนการปฏิบัติตามแนวทางการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้ากับหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานเพื่อศึกษาวิจัยเรื่องนี้โดยการสำรวจสภาพทั่วไปในอาคาร 19 ระบบจ่ายไฟฟ้า พื้นที่ใช้สอย จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน จำนวนวันการใช้งานต่อเดือน เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ จากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละส่วน และความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมี 6 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สำรวจสภาพทั่วไปของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

สำหรับการศึกษาวิจัยนี้เริ่มดำเนินการสำรวจข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นภาคเรียนที่ 2/2548 และภาคเรียนที่ 1/2549 โดยมีรายละเอียดดังนี้ อาคาร 19 เป็นอาคารเรียนเอนกประสงค์ที่มีทั้งหมด 4 ชั้น และมีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 5,070.85 ตารางเมตร โดยใช้เป็นห้องเรียนในรายวิชาด้านคอมพิวเตอร์ ด้านภาษา และห้องสำนักงาน มีนักศึกษาที่หมุนเวียนมาใช้ห้องทั้งหมด 3,632 คน และมีบุคลากรประจำอาคารทั้งหมด 40 คนโดยแบ่งเป็นสายผู้สอน 16 คน สายสนับสนุน 24 คน อาคาร 19 ใช้พลังงานไฟฟ้าที่รับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขนาดแรงดัน 33 กิโลโวลต์และส่งเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 กิโลโวลต์แอมป์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือ 380 โวลต์ ส่งต่อไปยังตู้ระบบควบคุมซึ่งติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และติดตั้งคาปาซิเตอร์ (Capacitor) 50 กิโลวาร์ (KVAR) จำนวน 12 ตัวเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ในระบบจำหน่ายให้สูงขึ้นเป็น 0.96 ทำให้ลดพลังงานไฟฟ้าสูญเสียในสายจำหน่าย ลดแรงดันไฟฟ้าตก ระดับแรงดันไฟฟ้ามีความมั่นคงมากขึ้น อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.1 โดยพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวถูกนำไปใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทที่ติดตั้งในอาคาร 19 ดังแสดงในตารางที่ 3.1-3.3



ภาพประกอบที่ 3.1 แสดงระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าในอาคาร 19

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศในอาคาร 19

ชั้นที่	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดพิกัดติดตั้งรวม (บีทียูต่อชั่วโมง)
1	652.77	15	558,991
2	827.30	28	907,434
3	1,178.69	24	814,172
4	736.62	15	748,762
รวม	3,395.38	82	3,029,359

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างในอาคาร 19

ชั้นที่	ชื่อห้อง พื้นที่ห้อง (ตร.ม)	จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอด)		กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
		18 วัตต์	36 วัตต์	
1	759.23	2	138	6,404
2	1,235.43	-	206	9,476
3	1,556.01	68	204	11,288
4	1,520.18	500	66	17,036
รวม	5,070.85	570	614	44,204

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์)
1	อุปกรณ์ในการเรียนการสอน	41.53
2	อุปกรณ์ในสำนักงาน	6.7
3	อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	10.264
4	ระบบลิฟต์	2.20
รวม		60.694

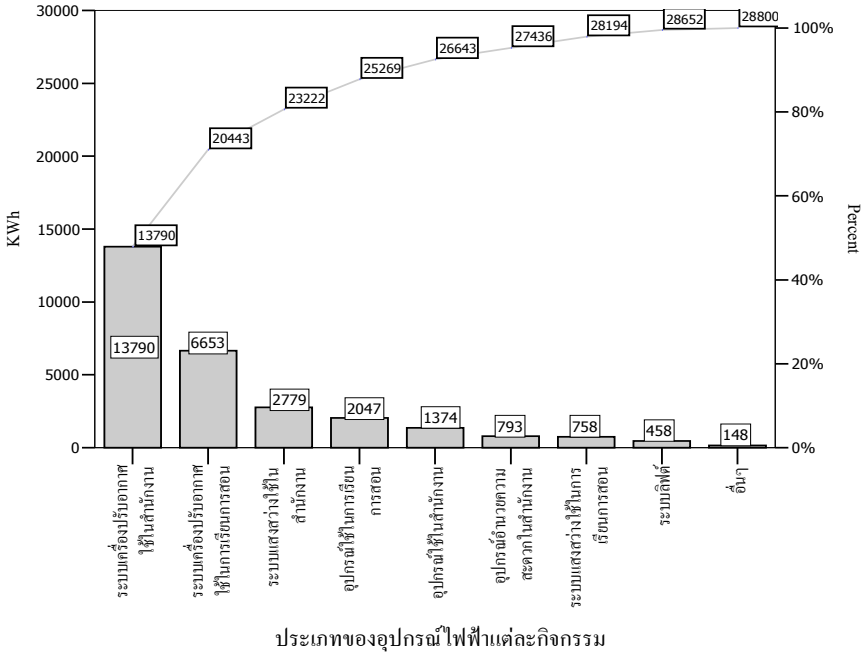
3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละห้องเรียนและสำนักงานในอาคาร 19 พบว่าประกอบด้วย ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์การเรียนการสอน อุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์อำนวยความสะดวก และระบบลิฟต์ โดยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ที่จดบันทึกจากมิเตอร์ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ในปี พ.ศ. 2549 แสดงในตารางผนวก ข.1 และได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ของเดือนกรกฎาคมเป็นตัวอย่าง เพราะในเดือนอื่นๆ มีปริมาณสัดส่วนการใช้ที่เหมือนกันดังแสดงในตารางผนวก ข.14 ถึง ข.18 ในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 28,800 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ซึ่งเมื่อสำรวจระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสำนักงาน การเรียนการสอนตามตารางสอนแต่ละห้อง

เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทโดยใช้สมการที่ 2.3, 2.6, 2.7, และ 2.9 จากนั้นหาสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละระบบโดยใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) เพื่อจะได้ทราบว่าระบบใดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด จากผลการวิเคราะห์พบว่าสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบเรียงตามลำดับดังนี้ ระบบเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและการเรียนการสอน (ร้อยละ47.88 และ 23.1) ระบบแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงาน (ร้อยละ 9.65) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนและสำนักงาน (ร้อยละ 7.11 และ 4.77) ดังแสดงในตารางที่ 3.4 และภาพประกอบที่ 3.2 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนหรือ Department of Alternative Energy Development Efficiency (2005) พบว่าสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทในอาคารเรียงตามลำดับดังนี้ ระบบเครื่องปรับอากาศ (ร้อยละ 56) อุปกรณ์สำนักงาน (ร้อยละ 17) และระบบแสงสว่าง (ร้อยละ 16) เมื่อได้สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงแล้วจึงทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	13,790	47.88
2	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	6,653	23.10
3	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	2,779	9.65
4	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	2,047	7.11
5	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,374	4.77
6	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	793	2.75
7	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	758	2.63
8	ระบบลิฟต์	458	1.59
9	อื่นๆ	148	0.52
รวม		28,800	100

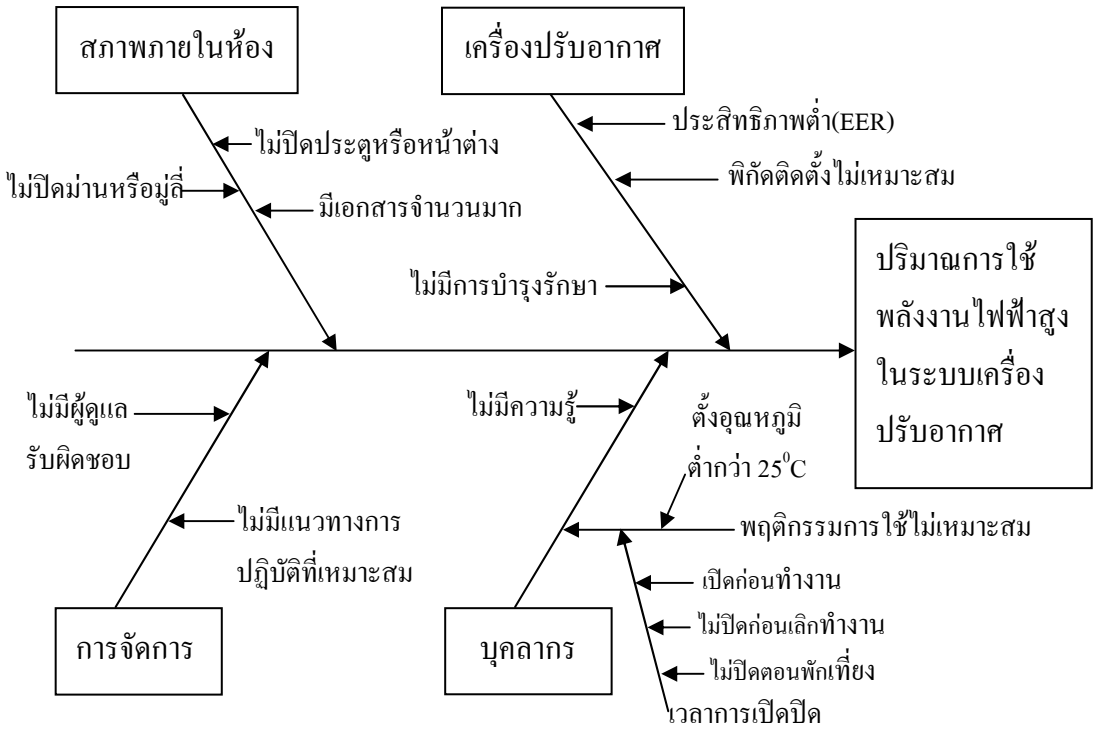


ภาพประกอบที่ 3.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549

3.2.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูงในอาคาร 19

การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูงในอาคาร 19 ดำเนินการโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ประกอบกับการคำนวณประสิทธิภาพของระบบและการเปรียบเทียบขนาดติดตั้งที่เหมาะสมกับพื้นที่ห้องและชนิดของห้องตามมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานดังตารางที่ 2.1 ถึง 2.5 และใช้แบบสอบถามสำรวจความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในอาคาร 19

ก. ภาพประกอบที่ 3.3 ที่สรุปให้เห็นว่าสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศสูง คือ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต่ำ พิกัดติดตั้งไม่เหมาะสม ไม่มีการบำรุงรักษา ภายในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศมีเอกสารจำนวนมาก ไม่ปิดประตูหรือหน้าต่าง ไม่ปิดม่านหรือมู่ลี่ นอกจากนี้บุคลากรไม่มีความรู้เรื่องการใช้เครื่องปรับอากาศและมีพฤติกรรมการใช้ที่ไม่เหมาะสม ประกอบกับไม่มีผู้ดูแลรับผิดชอบและไม่มีแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อสนับสนุนผลการิเคราะห์จากแผนภาพจึงดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการติดตั้งของระบบเครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง และอุปกรณ์สำนักงานโดยละเอียดต่อไป



ภาพประกอบที่ 3.3 แผนภาพแสดงสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในระบบเครื่องปรับเครื่องปรับอากาศ

ข. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบเครื่องปรับอากาศโดยการคำนวณหาค่า EER และขนาดพิกัดที่ติดตั้งต่อพื้นที่ด้วยสมการที่ 2.4 และ 2.5 จากการสำรวจพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร 19 เป็นแบบชนิดแยกส่วนโดยติดตั้งใน 30 ห้อง จำนวน 82 เครื่อง มีขนาดพิกัดติดตั้งรวม 3,029,359 บีทียูต่อชั่วโมง พื้นที่ปรับอากาศรวม 3,395.38 ตารางเมตร ซึ่งเมื่อคำนวณค่า EER พบว่ามีค่าเท่ากับ 11.99 และนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานในตารางที่ 2.1 ได้เท่ากับเบอร์ 5 ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงประหยัดพลังงานไฟฟ้า และขนาดพิกัดติดตั้งต่อพื้นที่ปรับอากาศรวม 892.2 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เมื่อวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับข้อกำหนดมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในตารางที่ 2.3 พบว่าทั้งอาคารมีขนาดพิกัดติดตั้งเหมาะสมคือ มีขนาดพิกัดติดตั้งอยู่ระหว่าง 750 – 1,000 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นขนาดพิกัดติดตั้งที่เหมาะสมสำหรับห้องทำงานทั่วไป ห้องประชุม ห้องเรียน ห้องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในตารางผนวก ฉ ดังนั้นประสิทธิภาพและขนาดพิกัดการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศในอาคาร 19 ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น

ค. วิเคราะห์กำลังไฟฟ้าติดตั้งของระบบแสงสว่างโดยการคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งต่อพื้นที่ด้วยสมการที่ 2.8 เพื่อนำผลการคำนวณไปเปรียบเทียบกับระดับความส่องสว่างตาม

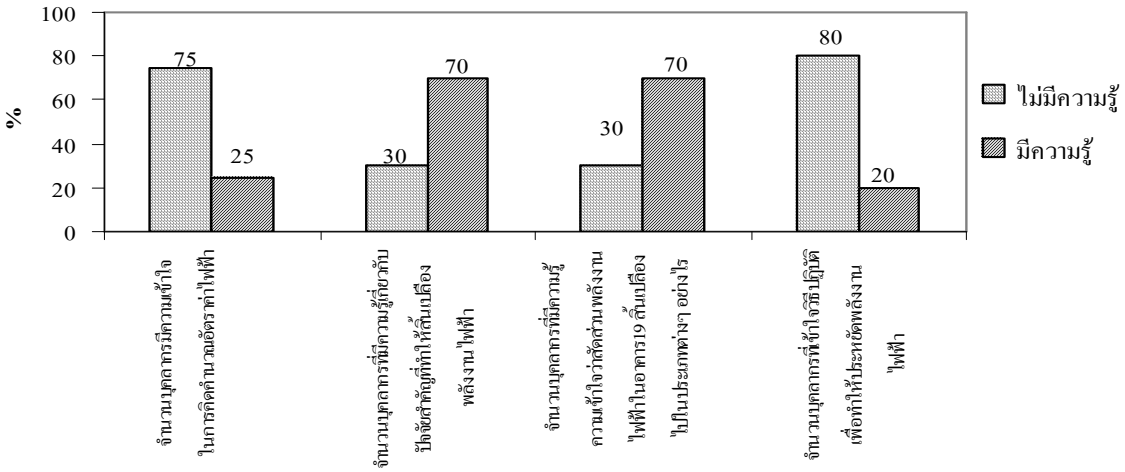
ประเภทของห้องตามข้อกำหนดมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน จากการสำรวจพบว่าในอาคาร 19 ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 570 หลอด ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 614 หลอด กำลังไฟฟ้าติดตั้งรวม 44,204 วัตต์ พื้นที่ติดตั้ง 5,070.85 ตารางเมตร ดังนั้นกำลังไฟฟ้าติดตั้งต่อพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งอาคารคือ 8.72 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางผนวก ฉ ซึ่งกำลังติดตั้งดังกล่าวเหมาะสมกับห้องทำงานทั่วไปตามข้อกำหนดมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานดังตารางที่ 2.5 คือ 7- 10 วัตต์ต่อตารางเมตรแต่ไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งต่อพื้นที่ของระบบแสงสว่างในอาคาร 19 ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น

ง. สำรวจและวิเคราะห์ความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรครั้งที่ 1 (ก่อนการปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า) โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ผ่านการทดสอบคุณภาพทั้งด้านความตรงตามเนื้อหาและระดับความยากของแบบสอบถามดังแสดงในตารางผนวก ง.1-ง.2 ไปสำรวจบุคลากรที่ปฏิบัติงานในอาคาร 19 จำนวน 40 คนซึ่งเป็นประชากรของการศึกษาวิจัยด้วยตนเอง และผู้วิจัยรวบรวมแบบสอบถามเก็บกลับมาทันทีและตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบในแบบสอบถามทุกฉบับเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าร้อยละของการปฏิบัติในแต่ละด้าน และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการเสนอแนวทางการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า และเป็นข้อมูลเปรียบเทียบหลังจากปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวโดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ ได้แก่ คณะที่สังกัดหรือหน่วยที่ปฏิบัติในปัจจุบัน ตำแหน่งหรืองานที่ปฏิบัติ

ตอนที่ 2 เป็นการสำรวจความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งแบ่งลักษณะคำถามแต่ละด้านดังนี้

▪ ด้านความรู้ เป็นคำถามให้เลือกตอบทั้งหมด 6 ข้อ โดยในแต่ละข้อถ้าผู้ตอบแบบสอบถามตอบถูกได้ 1 คะแนนและถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน จากข้อมูลพบว่าบุคลากรไม่มีความรู้เรื่องการคิดคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าและวิธีปฏิบัติเพื่อทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าร้อยละ 75 และ 80 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.4 ส่งผลให้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ถูกวิธีทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า



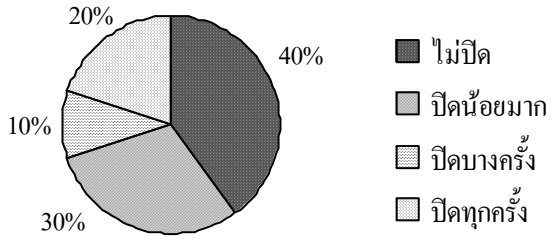
ภาพประกอบที่ 3.4 แผนภูมิแสดงความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า

▪ ด้านพฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นคำถามให้เลือกตอบและวัดพฤติกรรมการใช้จากลักษณะการปฏิบัติและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภท โดยแบ่งมาตราการประเมิน (Rating Scale) เป็น 4 ระดับตามแนวความคิดของลิเคิร์ส (Likert's Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

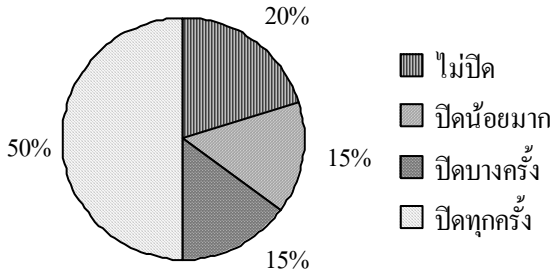
ไม่ปฏิบัติ	เท่ากับ	1
ปฏิบัติน้อยมาก	เท่ากับ	2
ปฏิบัติบางครั้ง	เท่ากับ	3
ปฏิบัติทุกครั้ง	เท่ากับ	4

• พฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบุคลากรในอาคาร 19 มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.5– 3.11 โดยเรียงลำดับดังนี้

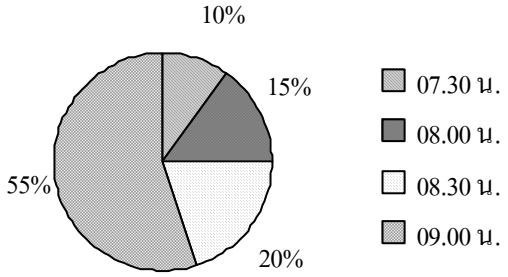
1) ไม่ปิดเครื่องปรับอากาศ ในเวลาพักเที่ยง ปิดน้อยมาก และปิดบางครั้งรวมเป็นร้อยละ80
2) เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาทำงาน (9.00 น.) ร้อยละ45 และหลังเวลาเลิกงาน (16.00 น.) ร้อยละ60
3) ไม่ปิดม่านหรือมู่ลี่ ปิดน้อยมาก และปิดบางครั้งรวมเป็นร้อยละ50
4) เก็บเอกสารหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นไว้ในห้องปรับอากาศร้อยละ 20
5) ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียสร้อยละ15
6) ไม่ปิดประตูหน้าต่างก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศร้อยละ 5



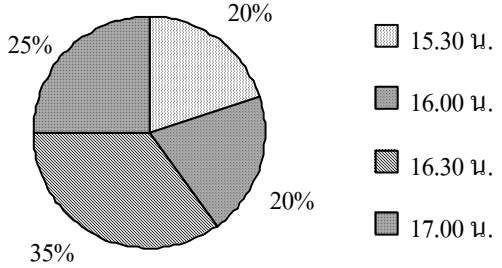
ภาพประกอบที่ 3.5 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง



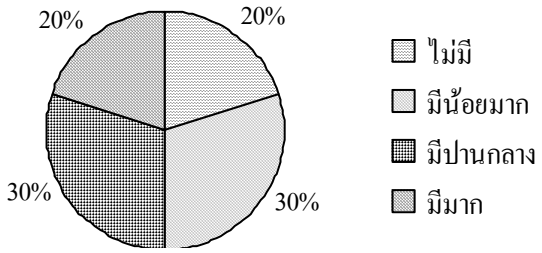
ภาพประกอบที่ 3.6 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดม่านหรือมู่ลี่เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงานก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ



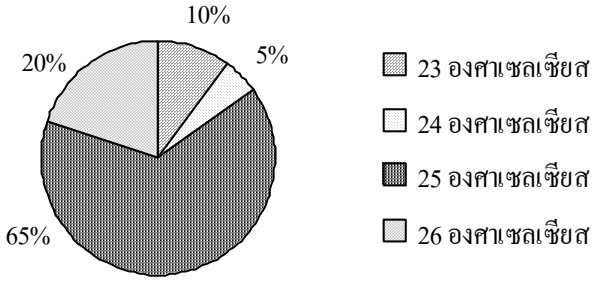
ภาพประกอบที่ 3.7 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 9.00 น.



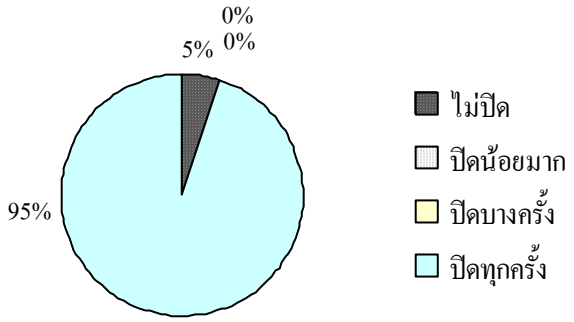
ภาพประกอบที่ 3.8 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 16.00 น.



ภาพประกอบที่ 3.9 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่เก็บเอกสารหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นไว้ในห้องปรับอากาศ



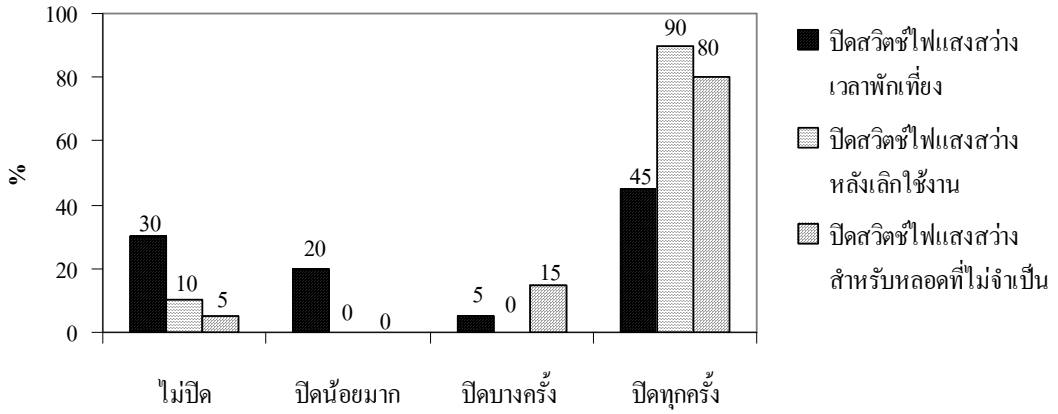
ภาพประกอบที่ 3.10 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบที่ 3.11 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ปิดประตูหรือหน้าต่างก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ

- พฤติกรรมการใช้แสงสว่าง จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าบุคลากรในอาคาร 19 มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในการใช้แสงสว่าง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.12 โดยเรียงลำดับดังนี้

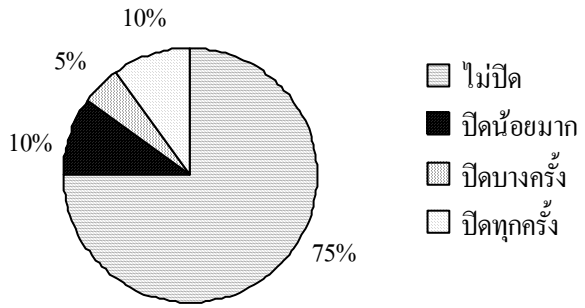
1) ไม่ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง ปิดน้อยมาก และปิดบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 55
2) ไม่ปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างหลอดที่ไม่จำเป็น และปิดบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 20
3) ไม่ปิดไฟแสงสว่างหลังเลิกใช้งานคิดเป็นร้อยละ 10



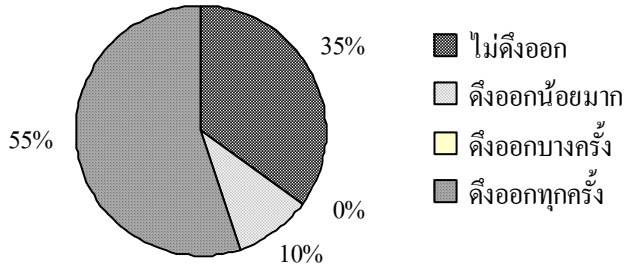
ภาพประกอบที่ 3.12 แผนภูมิแสดงพฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง

• พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบุคลากรมีพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงานไม่เหมาะสมทำให้ไม่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.13 – 3.17 โดยเรียงลำดับดังนี้

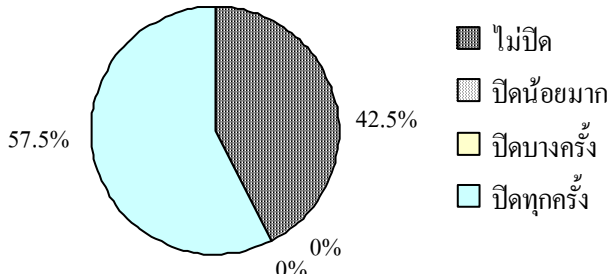
1) ไม่ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์เวลาพักเที่ยง ปิดน้อยมากและปิดบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 90
2) ไม่ดึงปลั๊กคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ออกและดึงออกน้อยมากหลังเลิกใช้งานรวมเป็นร้อยละ 45
3) ตั้งโปรแกรมเวลาให้คอมพิวเตอร์ปิดหน้าจออัตโนมัติ ขณะไม่ทำงาน 20 นาที คิดเป็นร้อยละ 20
4) ไม่ปิดสวิตช์เครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกใช้งานคิดเป็นร้อยละ 42.5
5) ไม่ดึงปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารออกหลังเลิกใช้งานและดึงบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 40



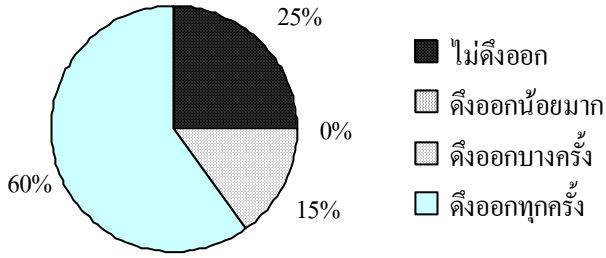
ภาพประกอบที่ 3.13 แผนภูมิแสดงบุคลากรปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์เวลาพักเที่ยง



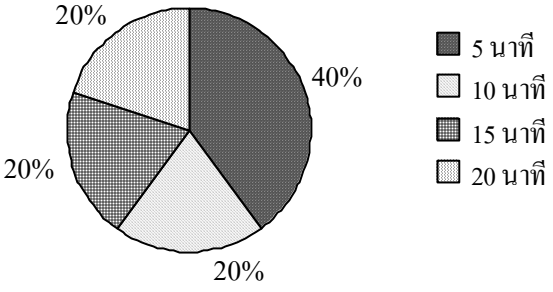
ภาพประกอบที่ 3.14 แผนภูมิแสดงบุคลากรดึงปลั๊กคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ออกหลังเลิกใช้งาน



ภาพประกอบที่ 3.15 แผนภูมิแสดงบุคลากรปิดสวิตซ์เครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกใช้งาน



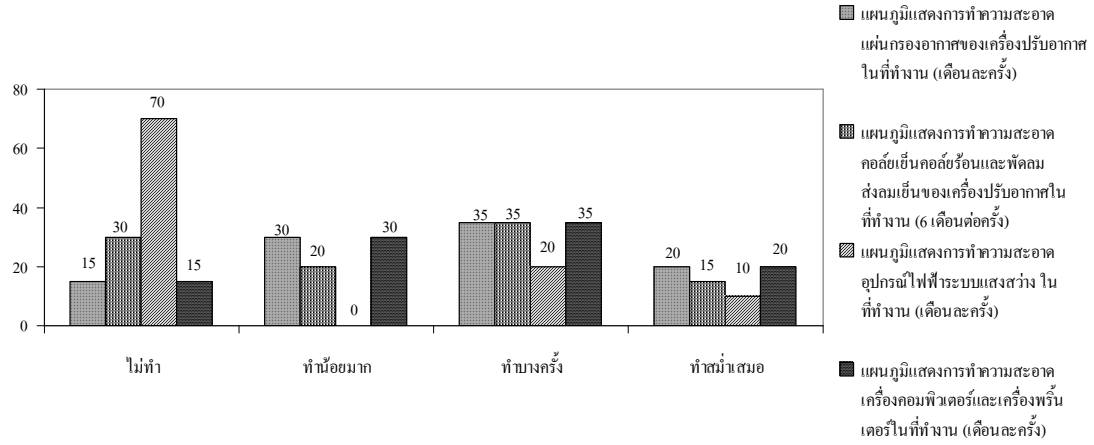
ภาพประกอบที่ 3.16 แผนภูมิแสดงบุคลากรดึงปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกใช้งาน



ภาพประกอบที่ 3.17 แผนภูมิแสดงบุคลากรที่ตั้งโปรแกรมเวลาให้คอมพิวเตอร์ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะไม่ทำงาน

• การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบุคลากรมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมทำให้ไม่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.18 โดยเรียงลำดับดังนี้

1) ไม่ทำความสะอาดคอล์ยเย็น คอล์ยร้อนและพัดลมส่งลมเย็น ทำน้อยมาก และบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 85
2) ไม่ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศ ทำน้อยมาก และบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 80
3) ไม่ทำความสะอาดอุปกรณ์ระบบแสงสว่างและทำบางครั้งรวมเป็นร้อยละ 90
4) ไม่ทำความสะอาดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ ทำน้อยมากและบางครั้ง รวมเป็นร้อยละ 80



ภาพประกอบที่ 3.18 แผนภูมิแสดงการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดสรุปได้ว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สูงในอาคาร 19 คือ บุคลากรไม่มีความรู้ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า มีพฤติกรรมการใช้ไม่เหมาะสม คือ ไม่ปิดเครื่องปรับอากาศและแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 9.00 น. และเปิดเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 16.00 น. ไม่ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง ไม่มีการบำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นจะต้องหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการกับปัจจัยดังกล่าวเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

3.2.4 เสนอแนวทางการปฏิบัติและดำเนินการเพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

การเสนอแนวทางที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุง เปลี่ยนแปลงด้านความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ลดลง โดยได้ดำเนินการดังนี้

ก. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ประกาศนโยบายอนุรักษ์พลังงานเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานซึ่งมหาวิทยาลัยได้กำหนดให้การอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของหน่วยงานสอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง ประกาศนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 ซึ่งต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยนำระบบการจัดการพลังงานมาใช้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานซึ่งเป็นนโยบายของรัฐบาล ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน มหาวิทยาลัยจึงประกาศนโยบายอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษามีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการพลังงานในหน่วยงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยถือเป็นหน้าที่

มหาวิทยาลัยจึงประกาศนโยบายอนุรักษ์พลังงานเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานดังนี้

1. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จะดำเนินการและพัฒนาระบบการจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม โดยกำหนดให้การอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานของหน่วยงานสอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรพลังงานขององค์กรอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับการทำงาน

3. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จะกำหนดแผนและเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละปี และสื่อสารให้คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

4. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ถือว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้บริหารทุกระดับ คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาที่จะให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนด ติดตามตรวจสอบ และรายงานต่อคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

5. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จะให้การสนับสนุนด้านบุคลากร ด้านงบประมาณ การฝึกอบรม และการมีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อคิดเห็นเพื่อพัฒนางานด้านพลังงาน

6. ผู้บริหารและคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานจะทบทวนและปรับปรุงนโยบาย เป้าหมายและแผนการดำเนินงานด้านพลังงานทุกปี

จึงประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ ……กรกฎาคม พ.ศ.2549

(นายฉัตรชัย ศุกระกาญจน์)

อธิการบดี

ข. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงาน โดยผู้วิจัยได้รับการแต่งตั้งเป็นกรรมการในการดำเนินงานด้วย

คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ที่...../2549

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงาน

เพื่อให้การดำเนินงานตามมาตรการประหยัดพลังงานของมหาวิทยาลัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพบรรลุวัตถุประสงค์ของ ก.พ.ร. ตัวชี้วัดที่ 8 ระดับความสำเร็จของการดำเนินงานตามมาตรการประหยัดพลังงาน ซึ่งก่อให้เกิดการประหยัดทุกภาคส่วนและเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับประชาชน ทั้งด้านการใช้ไฟฟ้าและน้ำมัน จึงแต่งตั้งคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงานดังนี้

1.นายสุรพล เรืองรอง	ประธานคณะทำงาน
2. นายอำพล ศิริพันธ์	กรรมการ
3. นายปิติ จันทรุไทย	กรรมการ
4. นายสมหมาย ศรีสุข	กรรมการ
5. นายสุรชัย วังบุญคง	กรรมการและเลขานุการ
6. นายมงคล จุลโพธิ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

โดยมีหน้าที่รับผิดชอบคือ

1. ทบทวนแผนปฏิบัติการลดใช้พลังงานไฟฟ้า
2. จัดทำแผนติดตามผลการลดการใช้พลังงานและรายงานผลต่อมหาวิทยาลัย

สั่ง ณ วันที่.....กรกฎาคม พ.ศ. 2549

(นายฉัตรชัย ศุกระกาญจน์)

อธิการบดี

ค. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชมีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดอบรมบุคลากรในอาคาร 19 เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

กำหนดการโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง “การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร”
ระหว่างวันที่…… เดือน…….. พ.ศ…….
ณ ห้องประชุม1915 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

กำหนดการ	
เวลา 08.30- 09.00 น.	ลงทะเบียน รับเอกสารการอบรม
เวลา 09.00- 09.30 น.	กล่าวเปิดอบรม โดย....ประธานคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงาน
เวลา 09.30- 10.30 น.	ข้อมูลทั่วไป ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และปัจจัยที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 สูงกว่าอาคารอื่นๆ
เวลา 10.- 30-10.45 น.	รับประทานอาหารว่าง
เวลา 10.- 45-12.00 น.	การสร้างจิตสำนึกด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร
เวลา 12.00-13.00 น.	รับประทานอาหารเที่ยง
เวลา 13.00-14.00 น.	นำเสนอตัวอย่างหน่วยงานที่ดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประสบผลสำเร็จ
เวลา 14.00 -14.15 น.	รับประทานอาหารว่าง
เวลา 14.15 -15.15 น.	บุคลากรระดมความคิดเห็นเพื่อเสนอแนะแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19
เวลา 15.15-15.45 น.	สรุปข้อเสนอแนะแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมและแบ่งหน้าที่การดูแลรับผิดชอบในแต่ละชั้น
เวลา 15.45- 16.00 น.	พิธีปิด โดย... ผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา

ผลจากการระดมความคิดเห็นของบุคลากรในอาคาร 19 ทุกคนเห็นด้วยกับแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าดังนี้

- ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง (12.00 – 13.00 น.)
- เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเข้าทำงาน 30 นาที และปิดก่อนเลิกงาน 30 นาที (รวม 1 ชั่วโมง)
- ปิดระบบแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)

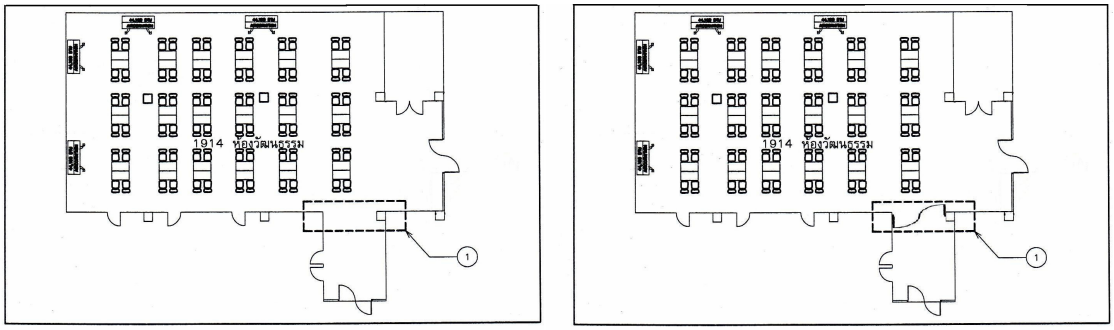
- ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)

- บำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศทั้งระบบทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เพราะจากการทดสอบหลังจากทำความสะอาดทำให้กำลังไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องอัดลดลงร้อยละ 7

- รณรงค์เพื่อกระตุ้นให้มีการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยการติดโปสเตอร์วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณห้องสำนักงานเพื่อช่วยเตือนให้บุคลากรประหยัดพลังงานไฟฟ้า และติดสติ๊กเกอร์เวลาการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศด้านล่างเทอร์โมสตัทด้านล่างสวิตซ์เปิดปิดระบบแสงสว่าง บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อกระตุ้นให้บุคลากรปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง (ภาพประกอบในภาคผนวก ซ)

นอกจากนี้ยังมีผลจากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วนที่ไม่เหมาะสมดังแสดงในภาคผนวก ฉ และไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ทันทีในระหว่างการศึกษาวิจัยคือ การปรับปรุงห้องและการติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ใช้สอยของห้อง ดังนั้นเพื่อให้การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงควรจะมีการปรับปรุงในห้องต่างๆ ดังนี้

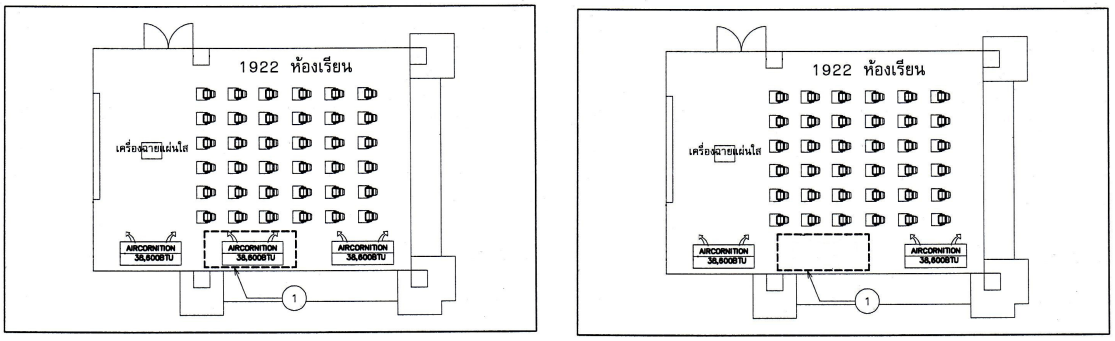
ห้อง 1914 (ห้องวัฒนธรรม) พื้นที่ห้อง 246.48 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 176,400 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 715.8 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (750 – 1000) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 ติดตั้งประตูกั้นระหว่างห้องเก็บของกับห้องวัฒนธรรมเพื่อลดพื้นที่ปรับอากาศ ขนาดพิกัดติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 791 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.19



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.19 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุง 1914 (ห้องวัฒนธรรม)

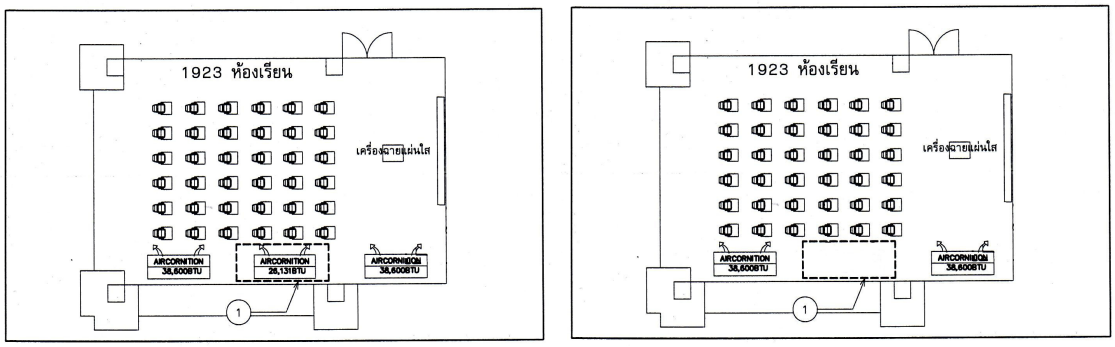
ห้อง 1922 (ห้องเรียน) พื้นที่ห้อง 90.85 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 115,800 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 1274.63 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงเกินค่ามาตรฐาน (800 – 1000) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1ย้ายเครื่องปรับอากาศขนาด 38,600 บีทียูต่อชั่วโมง ออก 1 เครื่อง ขนาดพิกัดติดตั้งลดลงเหลือ 849.75 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.20



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.20 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุง 1922 (ห้องเรียน)

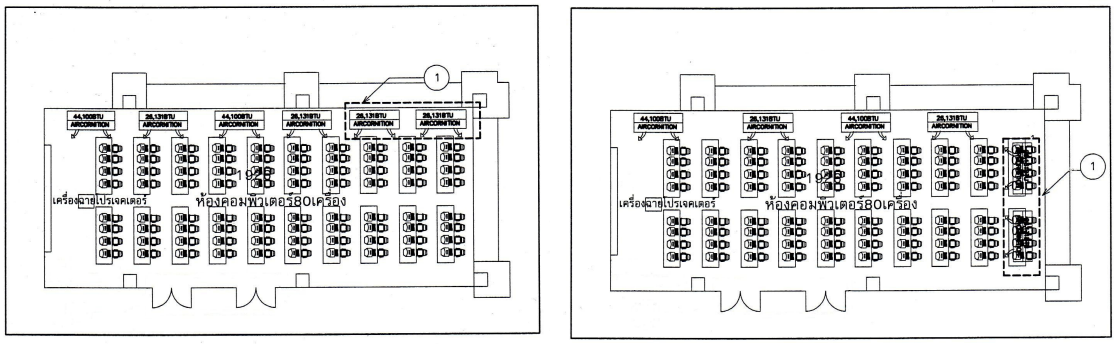
ห้อง 1923 (ห้องเรียน) พื้นที่ห้อง 91.20 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 103,331 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 1,133.02 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงเกินค่ามาตรฐาน (800 – 1000) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 ย้ายเครื่องปรับอากาศขนาด 26, 131 บีทียูออก 1 เครื่อง ขนาดพิกัดติดตั้งลดลงเหลือ 846.49 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.21



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.21 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1923 (ห้องเรียน)

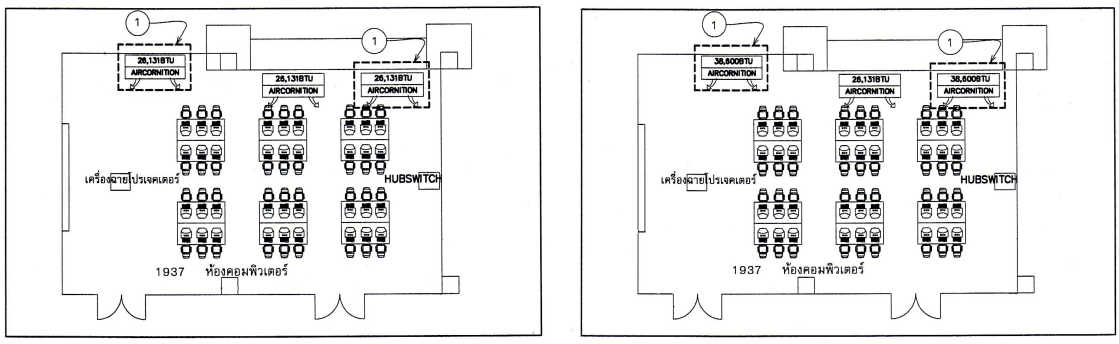
ห้อง 1926 (ห้องคอมพิวเตอร์) พื้นที่ห้อง 154.84 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 192,724 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 1,244.67 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงเกินค่ามาตรฐาน (800 – 1000) แต่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ 80 เครื่อง เครื่องขยายเสียง 1 เครื่อง เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน จึงต้องติดตั้งขนาดเครื่องปรับอากาศพิกัดสูง ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 ย้ายตำแหน่งเครื่องปรับอากาศขนาด 26,131 บีทียู ต่อชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง มายังด้านหลังห้อง ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.22



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.22 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1926 (ห้องคอมพิวเตอร์)

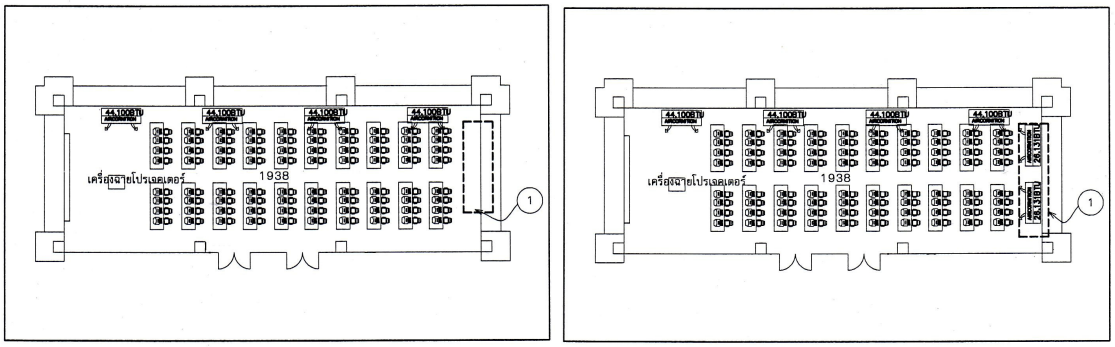
ห้อง 1937 (ห้องคอมพิวเตอร์) พื้นที่ห้อง 113.71 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 78,393 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 689.41 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (800 – 1000) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศขนาด 26,131 จำนวน 1 เครื่อง เป็นขนาด 38,600 บีทียูต่อชั่วโมงจากห้อง 1922 ขนาดพิกัดติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 800 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรดังแสดงภาพประกอบที่ 3.23



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.23 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1937 (ห้องคอมพิวเตอร์)

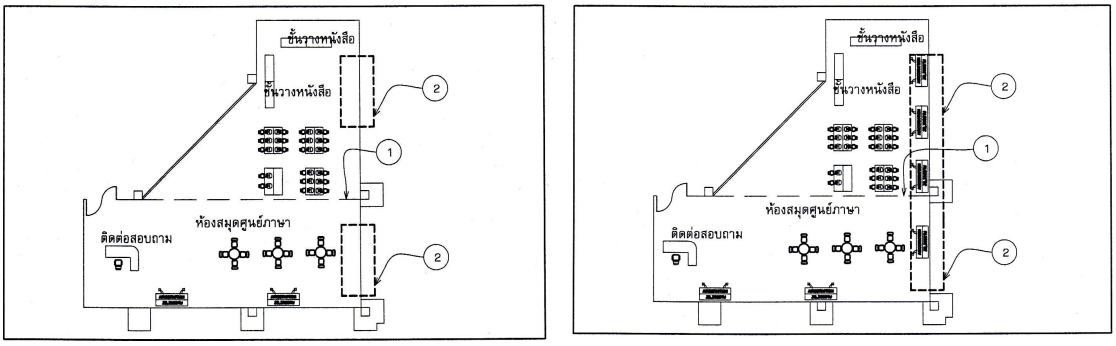
ห้อง 1938 (ห้องคอมพิวเตอร์) พื้นที่ห้อง 255.96 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 176,400 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 689.17 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (800 – 1000) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 26,131 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งย้ายมากจากห้อง 1923 และ1937 ขนาดพิกัดติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 893.35 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรดังแสดงภาพประกอบที่ 3.24



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.24 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง 1938 (ห้องคอมพิวเตอร์)

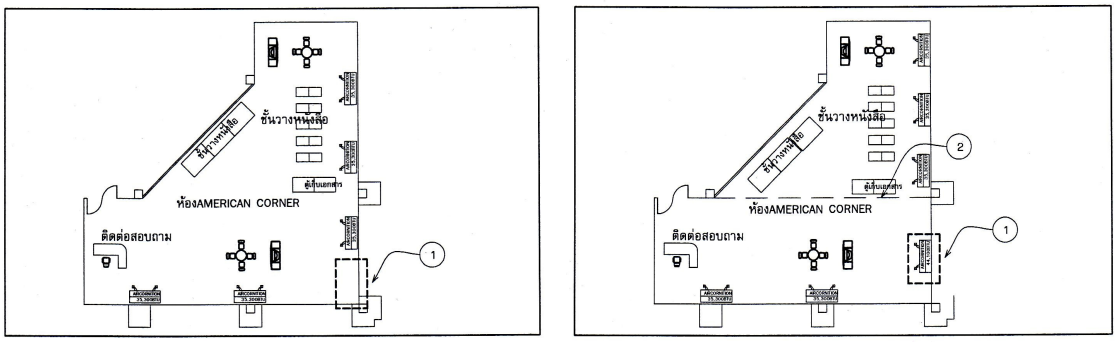
ห้องสมุดศูนย์ภาษา พื้นที่ห้อง 287.01 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 70,600 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 245.98 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (750 – 900) ควรปรับปรุงตำแหน่งที่ 1 ติดตั้งบานเฟี้ยมกั้นห้องเมื่อต้องการใช้พื้นที่เฉพาะด้านหน้า และตำแหน่งที่ 2 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่ม 4 เครื่อง ขนาด 38,600 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 784 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.25



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.25 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้องสมุดศูนย์ภาษา

ห้อง American Corner พื้นที่ห้อง 287.01 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 176,500 บีทียูต่อชั่วโมง ขนาดพิกัดติดตั้ง 614.96 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ขนาดติดตั้งเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (750 – 900) ควรปรับปรุงดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 เพิ่มเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องขนาด 44,100 บีทียูต่อชั่วโมง จำนวน 1 เครื่องขนาดพิกัดติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 768.61 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และตำแหน่งที่ 2 ติดตั้งบานเฟี้ยมกั้นห้องเมื่อต้องการใช้พื้นที่เฉพาะด้านหน้า ดังแสดงภาพประกอบที่ 3.26



ปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง

ภาพประกอบที่ 3.26 แสดงสภาพปัจจุบันและวิธีการปรับปรุงห้อง American Corner

3.2.5 ติดตามประเมินผลการปฏิบัติและดำเนินการตามแนวทางลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

การติดตามประเมินผลการปฏิบัติและดำเนินการตามแนวทางลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าโดยการสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 และส่งแบบสอบถามไปยังประชากรกลุ่มเป้าหมายเดิมอีกครั้งโดยใช้แบบสอบถามชุดเดียวกันกับครั้งที่ 1 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับก่อนการปฏิบัติตามแนวทางการลดพลังงานไฟฟ้า

3.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้ และแบบสอบถามด้านความรู้ พฤติกรรมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความแตกต่างก่อนการปฏิบัติตามแนวทางการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้ากับหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าว่ามีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ด้วยวิธีทางสถิติ t-test (2- Sample t) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในอาคาร 19 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 293,256 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นร้อยละ 23.18 ซึ่งสูงเป็นอันดับ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ ในมหาวิทยาลัย โดยมีสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเรียงตามลำดับคือ ระบบเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและการเรียนการสอน (ร้อยละ47.88 และ 23.1) ระบบแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงาน (ร้อยละ 9.65) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนและสำนักงาน (ร้อยละ 7.11 และ 4.77) เมื่อวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวพบว่าปัจจัยหลักคือ บุคลากรไม่มีความรู้ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า มีพฤติกรรมการใช้ไม่เหมาะสมโดยไม่ปิดเครื่องปรับอากาศและแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 9.00 น. และเปิดเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 16.00 น. ไม่ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง ไม่มีการบำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าวลงจึงต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทางมหาวิทยาลัยเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าวจึงได้ดำเนินการโดยการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานและมีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงานซึ่งผู้วิจัยได้รับการแต่งตั้งเป็นกรรมการในการดำเนินงานด้วย โดยในการดำเนินงานได้จัดอบรมให้ความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในอาคาร 19 และร่วมกันเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อลดปัจจัยดังกล่าวลงโดย

1. ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง (12.00 – 13.00 น.)
2. เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเข้าทำงาน 30 นาที (9.00 น.) และปิดก่อนเลิกงาน 30 นาที (16.00 น.)
3. ปิดระบบแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)
4. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)
5. บำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศทั้งระบบทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เพราะจากการทดสอบหลังจากทำความสะอาดทำให้กำลังไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องอัดลดลงร้อยละ 7

6. รณรงค์เพื่อกระตุ้นให้มีการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยการติดโปสเตอร์วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณห้องสำนักงานเพื่อช่วยเตือนให้บุคลากรประหยัดพลังงานไฟฟ้า และติดสติ๊กเกอร์เวลาการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศด้านล่างเทอร์โมสตัท ด้านล่างสวิตซ์เปิดปิดระบบแสงสว่าง บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อกระตุ้นให้บุคลากรปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Ouyang, J. และ Hokao, K. (2009)

ผลจากการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ลดลง 30,804 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 10.5 และคิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมด98,573 บาท แต่ใช้เงินลงทุนในการทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ 24,600 บาท ดังนั้นการดำเนินการดังกล่าวทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 73,973 บาทในปี พ.ศ.2552 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2549 ดังตารางที่ 4.1-4.2 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2548) ได้ศึกษาวิจัยกรณีศึกษาการอนุรักษ์พลังงานของโรงพยาบาลวิภาวดี กรมการประกันภัย กระทรวงพาณิชย์ (2548) และสำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม (2548) สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 10.30 และ 30.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงาน

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	ปริมาณพลังงาน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)			
	ก่อนการปฏิบัติ	หลังจากปฏิบัติ	ลดลงต่อเดือน	ลดลงต่อปี
ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง	13,790	13,453	337	4,044
เปิดเครื่องปรับอากาศหลังทำงาน 30 นาทีและปิดก่อนเลิกงาน 30 นาที	13,453	12,849	604	7,248
ทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ	21,166	19,685	1,481	17,772
ปิดแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง	2,779	2,722	57	684
ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง	1,374	1,286	88	1,056
รวม			2,567	30,804

หมายเหตุ ข้อมูลในปี พ.ศ.2552

ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	รวมเป็นเงินลงทุน (บาท)	ค่าพลังงานที่ประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
1.ระบบเครื่องปรับอากาศ			
1.1 ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง	ไม่มีการลงทุน	12,941	-
1.2 เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเข้าทำงาน 30 นาที และปิดก่อนเลิกงาน 30 นาที(รวม 1 ชั่วโมง)	ไม่มีการลงทุน	23,194	-
1.3 ทำความสะอาดคอล์ยเย็นคอล์ยร้อนเครื่องปรับอากาศทุก6 เดือน จำนวน 82 เครื่องๆ ละ 300 บาท	24,600	56,870	0.43
2. ระบบแสงสว่าง			
2.1 ปิดระบบแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง	ไม่มีการลงทุน	2,189	-
3. อุปกรณ์สำนักงาน			
3.1 ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง	ไม่มีการลงทุน	3,379	-
รวม	24,600	98,573	-

หมายเหตุ ข้อมูลในปี พ.ศ.2552

หลังจากปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวได้ติดตามประเมินผลการปฏิบัติโดยการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนกับหลังจากปฏิบัติตามแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าพบว่าบุคลากรมีความรู้และพฤติกรรมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ ดังตารางที่ 4.3-4.6

1. ผลการวิเคราะห์ด้านความรู้

หลังจากดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวพบว่าบุคลากรมีความรู้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 45.8 เป็น 65.4 ค่า T-Value = -5.46 P-Value = 0.000 หมายถึงบุคลากรมีความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4. 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความรู้ของบุคลากรก่อนและหลังจากอบรม

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
Before personnel Know	40	45.8	17.6	-5.46	0.000
After personnel Know	40	65.4	14.3		

2. ผลการวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ

หลังจากดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวบุคลากรมีค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศเปลี่ยนแปลงจาก 2.996 เป็น 3.208 T-Value = -2.29 P-Value = 0.025 ซึ่งทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าบุคลากรมีพฤติกรรมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศของบุคลากรก่อนและหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
Before Air condition behavior	40	2.996	0.459	-2.29	0.025
After Air condition behavior	40	3.208	0.363		

3. ผลการวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง

หลังจากดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวพบว่าบุคลากรมีพฤติกรรมดีขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยจาก 3.350 เป็น 3.742 T-Value = -3.29 P-Value = 0.002 ซึ่งทดสอบทางสถิติแล้วพบว่ามีพฤติกรรมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ระบบระบบแสงสว่างของบุคลากรก่อนและหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
Before Light behavior	40	3.350	0.645	-3.29	0.002
After Light behavior	40	3.742	0.389		

4. ผลการวิเคราะห์ด้านการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

หลังจากดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวพบว่าค่าเฉลี่ยพฤติกรรมของบุคลากรในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงจาก 2.313 เป็น 2.738 T-Value = -3.10 P-Value = 0.003 ซึ่งทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าพฤติกรรมดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรก่อนและหลังเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
Before Maintenance	40	2.313	0.630	-3.10	0.003
After Maintenance	40	2.738	0.596		

จะเห็นได้ว่าเมื่อบุคลากรผ่านการอบรมและปฏิบัติตามแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของแต่ละระบบลดลง คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้เป็น 73,973 บาทต่อปี และเมื่อติดตามประเมินผลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร19 ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการเสนอแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า พบว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษาลดลงดังแสดงในตารางที่ 4.7 – 4.10 และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.11 – 4.13 ดังนั้นแนวทางการปฏิบัติดังกล่าวน่าจะนำไปใช้กับอาคารอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในลักษณะเดียวกันกับผลการศึกษานี้ เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของทุกอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2549

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	จำนวนนักศึกษา	พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน)
30 มกราคม 2549	20,856	1,291	16.2
28 กุมภาพันธ์ 2549	20,640	1,291	16.0
28 มีนาคม 2549	20,160	1,291	15.6
28 เมษายน 2549	19,200	1,291	14.9
28 พฤษภาคม 2549	19,920	1,291	15.4
28 มิถุนายน 2549	23,760	2,341	10.1
28 กรกฎาคม 2549	28,800	2,341	12.3
28 สิงหาคม 2549	28,560	2,341	12.2
28 กันยายน 2549	28,560	2,341	12.2
28 ตุลาคม 2549	28,800	2,341	12.3
28 พฤศจิกายน 2549	27,600	3,046	9.1
28 ธันวาคม 2549	26,400	3,046	8.7

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2550

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	จำนวนนักศึกษา	พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน)
30 มกราคม 2550	23,760	3,046	7.8
28 กุมภาพันธ์ 2550	25,200	3,046	8.3
28 มีนาคม 2550	22,560	3,046	7.4
28 เมษายน 2550	21,120	3,046	6.9
28 พฤษภาคม 2550	23,760	3,046	7.8
28 มิถุนายน 2550	33,120	2,913	11.4
28 กรกฎาคม 2550	32,640	2,913	11.2
28 สิงหาคม 2550	33,600	2,913	11.5
28 กันยายน 2550	32,400	2,913	11.1

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	จำนวนนักศึกษา	พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน)
28 ตุลาคม 2550	26,400	2,913	9.1
28 พฤศจิกายน 2550	34,080	3,179	10.7
28 ธันวาคม 2550	36,480	3,179	11.5

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2551

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	จำนวนนักศึกษา	พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน)
30 มกราคม 2551	26,160	3,179	8.2
28 กุมภาพันธ์ 2551	25,200	3,179	7.9
28 มีนาคม 2551	29,520	3,179	9.3
28 เมษายน 2551	18,480	3,179	5.8
28 พฤษภาคม 2551	20,400	3,179	6.4
28 มิถุนายน 2551	30,480	5,327	5.7
28 กรกฎาคม 2551	32,160	5,327	6.0
28 สิงหาคม 2551	35,040	5,327	6.6
28 กันยายน 2551	34,800	5,327	6.5
28 ตุลาคม 2551	26,400	5,327	5.0
28 พฤศจิกายน 2551	32,400	5,287	6.1
28 ธันวาคม 2551	35,280	5,287	6.7

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2552

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	จำนวนนักศึกษา	พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน)
30 มกราคม 2552	26,160	5,287	4.9
28 กุมภาพันธ์ 2552	24,480	5,287	4.6
28 มีนาคม 2552	15,600	5,287	3.0
28 เมษายน 2552	15,840	5,287	3.0
28 พฤษภาคม 2552	23,520	5,287	4.4
28 มิถุนายน 2552	35,520	8,008	4.4
28 กรกฎาคม 2552	26,400	8,008	3.3
28 สิงหาคม 2552	31,920	8,008	4.0
28 กันยายน 2552	31,920	8,008	4.0
28 ตุลาคม 2552	20,880	8,008	2.6
28 พฤศจิกายน 2552	23,520	6,750	3.5
28 ธันวาคม 2552	25,440	6,750	3.8

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2550

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
2549	12	12.92	2.69	3.57	0.002
2550	12	9.56	1.83		

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2551

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
2549	12	12.92	2.69	7.32	0.000
2551	12	6.68	1.21		

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนนักศึกษาในปี พ.ศ.2549 กับ 2552

	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
2549	12	12.92	2.69	11.35	0.000
2552	12	3.792	0.720		

จากข้อมูลในตารางที่ 4.7 – 4.10 แสดงถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษา (กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน) ระยะเวลาก่อนดำเนินการใน ปี พ.ศ.2549 และระหว่างดำเนินการ พ.ศ.2550 - พ.ศ.2551 เปรียบเทียบกับหลังดำเนินการในปี พ.ศ.2552 จะเห็นได้ว่าจำนวนนักศึกษาที่มาใช้ห้องเรียนในอาคาร 19 มีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ ปี พ.ศ.2549 ซึ่งก่อนดำเนินการมีค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาจำนวน 12.92 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน ระหว่างดำเนินการจำนวน 9.56 และ 6.68 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคน หลังจากดำเนินการค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษาจำนวน3.792 กิโลวัตต์- ชั่วโมงต่อคนซึ่งมีค่าลดลงดังแสดงในตารางที่ 4.11- 4.13 แสดงให้เห็นถึงแนวทางปฏิบัติการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง จึงสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เลขที่1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19 (ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา) เนื่องจากอาคาร 19 มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเป็นอันดับ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆในมหาวิทยาลัย ดังนั้นจึงทำการศึกษาเรื่องนี้โดยการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวและเพื่อเสนอแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

สำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (AutoCAD) สำหรับเขียนแบบเปลนของอาคารและเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ พื้นที่ใช้สอย จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน จำนวนวันการใช้งานต่อเดือน เพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละประเภท วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า ความรู้ พฤติกรรมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของบุคลากรในอาคาร 19 โดยใช้แบบสอบถาม และจากข้อมูลดังกล่าวนำมาประกอบการเสนอแนวทางเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทในอาคาร 19 เรียงตามลำดับคือ ระบบเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและการเรียนการสอน (ร้อยละ47.88 และ 23.1) ระบบแสงสว่างที่ใช้ในสำนักงาน (ร้อยละ 9.65) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนและสำนักงาน (ร้อยละ 7.11 และ 4.77) เมื่อวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวพบว่าปัจจัยหลักคือ บุคลากรไม่มีความรู้ในเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า มีพฤติกรรมการใช้ไม่เหมาะสมโดยไม่ปิดเครื่องปรับอากาศและแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง เปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 9.00 น. และเปิดเครื่องปรับอากาศหลังเวลา 16.00 น. ไม่ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง ไม่มีการบำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าวลงจึงต้องปรับปรุง เปลี่ยนแปลงด้านความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทางมหาวิทยาลัยเห็นความสำคัญของปัญหา

ดังกล่าวจึงได้ดำเนินการโดยการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานและมีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านการลดใช้พลังงานซึ่งผู้วิจัยได้รับการแต่งตั้งเป็นกรรมการในการดำเนินงานด้วย โดยในการดำเนินงานได้จัดอบรมให้ความรู้เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในอาคาร 19 และร่วมกันเสนอแนวทางปฏิบัติเพื่อลดปัจจัยดังกล่าวลงโดย

1. ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง (12.00 – 13.00 น.)
2. เปิดเครื่องปรับอากาศหลังเข้าทำงาน 30 นาที (9.00 น.) และปิดก่อนเลิกงาน 30 นาที (16.00 น.)
3. ปิดระบบแสงสว่างในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)
4. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ในเวลาพักเที่ยง (12.00 - 13.00 น.)
5. บำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศทั้งระบบทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เพราะจากการทดสอบหลังจากทำความสะอาดทำให้กำลังไฟฟ้าและเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องอัดลดลงร้อยละ 7
6. รณรงค์เพื่อกระตุ้นให้มีการปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยการติดโปสเตอร์วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณห้องสำนักงานเพื่อช่วยเตือนให้บุคลากรประหยัดพลังงานไฟฟ้า และติดสติ๊กเกอร์เวลาการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศด้านล่างเทอร์โมสตัท ด้านล่างสวิตซ์เปิดปิดระบบแสงสว่าง บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อกระตุ้นให้บุคลากรปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

หลังจากปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าวและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอีกครั้งในปี พ.ศ. 2550 - 2552 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับปีพ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการปฏิบัติตามแนวทาง พบว่าบุคลากรมีความรู้ พฤติกรรมและการบำรุงรักษาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha =$ 0.05 ส่งผลทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อนักศึกษาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ และสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 98,573 บาท แต่ใช้เงินลงทุนในการทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ 24,600 บาท ดังนั้นการดำเนินการดังกล่าวทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 73,973 บาทในปี 2552 เมื่อเทียบกับปี 2549

5.2 ข้อเสนอแนะ

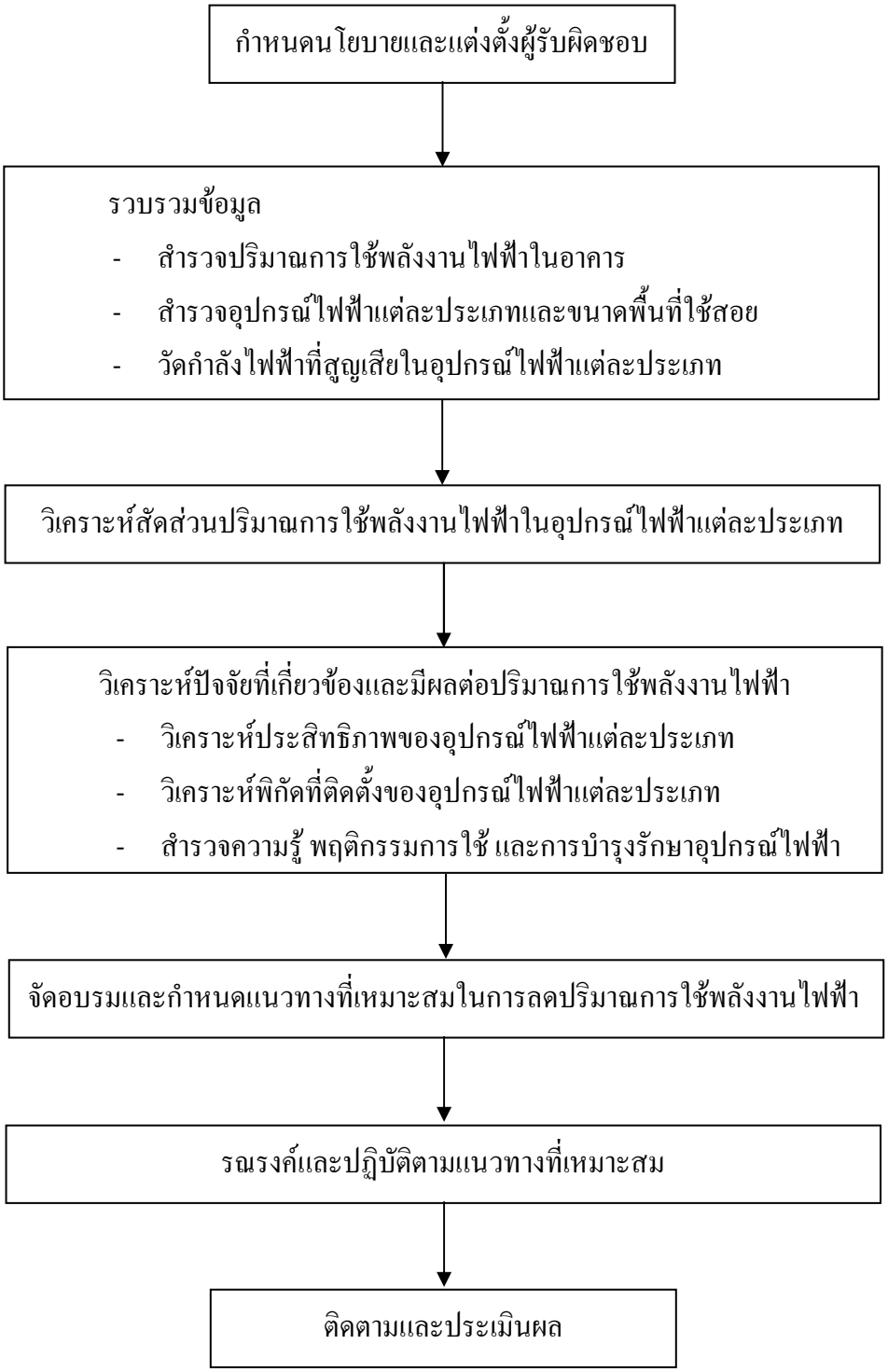
จากการศึกษาวิจัยการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2552 สามารถเสนอแนะผลการศึกษาออกเป็น 2 ด้านคือ ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

5.2.1 ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาวิจัยสามารถนำมาจัดทำระบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับอาคารอื่นๆ ต่อไปได้ดังนี้คือ กำหนดนโยบายและแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ และดำเนินการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเพื่อทราบสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงและกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละประเภท ดังแสดงในภาพประกอบที่ 5.1

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

เนื่องด้วยข้อจำกัดต่างๆ ของผู้ศึกษาในครั้งนี้ ยังขาดสิ่งที่น่าสนใจซึ่งผู้ศึกษาเห็นว่าควรจะมีการเพิ่มเติม สำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป คือ ควรจะมีการศึกษาออกแบบระบบการติดตั้งเวลาการเปิดและปิดระบบเครื่องปรับอากาศและระบบแสงสว่างอัตโนมัติ เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพประกอบที่ 5.1 ระบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2546. **การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอาจารย์สายอาชีพ**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547. **ข้อแนะนำสำหรับขั้นตอนการปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุมที่เป็นส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจ**.(เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2549. **คู่มือการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงาน**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2550. **การจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานสำหรับหน่วยงานของรัฐและจังหวัด เล่มที่4**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาและการส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2535. **กฎกระทรวงออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาและการส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2535. **พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม กฎกระทรวง ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2535. **พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน**. (เอกสารประกอบการอบรม)

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2545. **แนวทางอื่นๆในการประหยัดพลังงานสำหรับอาคาร แผนงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย**. (เอกสารประกอบการอบรม)

คงฤทธิ์ พรชุติ. 2548. **การประหยัดพลังงานไฟฟ้าอาคารมูลนิธิพัฒนาอีสาน**. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2542. **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย**. กรุงเทพฯ: เจริญดีการพิมพ์.
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภายิต ทินนาม. 2545. **การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานผลิตเครื่องเรือนไม้ยางพารา**. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. วิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสตร์. 2547. **ระเบียบวิธีการวิจัย**. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.

สำนักงานพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพื้นที่ 11. 2548. รายงาน**สรุปผลการดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พลังงานในวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร**.

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2549. **รางวัลหน่วยงานราชการลดการใช้พลังงานดีเด่น**. (เอกสารประกอบการอบรม)

อนุชิต เผชิญสุขชนะโชค. 2550. **การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมรองเท้า**. กรุงเทพฯ: สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม

Chirarattananon, S. and Taweekun, J. 2003. A Technical Review of Energy Conservation Programs for Commercial and Government Buildings in Thailand, J. **Energy Convers Mgmt**. 44: 743-762.

Kofoworola, O.F. and Gheewala, S.H. 2009. Life Cycle Energy Assessment of a Typical Office Building in Thailand, J. **Energy and Buildings**. 41: 1076-1083.

Ouyang J. and Hokao K. 2009. Energy-Saving Potential by Improving Occupants' Behavior in Urban Residential Sector in Hangzhou City, China, J. **Energy and Buildings**. 41: 711-720.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าใน
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ตารางผนวก ก.1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2549

เดือน / ปี พ.ศ.	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ – ชั่วโมง)				
	2545	2546	2547	2548	2549
มกราคม	181,285	207,391.50	210,172.50	197,580	166,440
กุมภาพันธ์	198,354	217,098	221,490	206,400	210,480
มีนาคม	179,311	198,198	227,700	241,080	216,720
เมษายน	147,675	156,064	175,635	170,200	166,560
พฤษภาคม	208,012	177,034.50	189,900	196,740	175,440
มิถุนายน	201,105	221,350.50	201,060	204,960	190,260
กรกฎาคม	247,626	248,328	281,340	257,580	251,640
สิงหาคม	242,712	271,840.50	244,620	251,820	295,530
กันยายน	242,712	292,500	244,623	274,860	274,776
ตุลาคม	172,800	111,361.50	255,762	201,660	233,436
พฤศจิกายน	198,963	175,410	248,180.33	176,580	224,688
ธันวาคม	209,700	203,512.50	130,782	194,820	263,880
รวม	2,430,255	2,480,089	2,631,264	2,574,280	2,669,850

ตารางผนวก ก.2 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2549

เดือน / ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า (บาท)				
	2545	2546	2547	2548	2549
มกราคม	455,025	521,192	538,612	544,076	482,436
กุมภาพันธ์	497,869	555,892	596,192	568,362	652,904
มีนาคม	450,071	506,370	613,736	663,902	672,264
เมษายน	370,664	398,670	470,578	468,727	516,639
พฤษภาคม	522,110	452,657	512,600	541,771	544,190
มิถุนายน	504,774	566,580	542,257	572,194	609,701
กรกฎาคม	623,365	636,344	760,053	719,114	806,442
สิงหาคม	553,567	696,496	660,425	703,034	947,122
กันยายน	611,329	752,135	660,411	767,366	880,600
ตุลาคม	435,348	284,622	704,339	593,242	730,567
พฤศจิกายน	501,511	449,443	683,353	511,833	703,185
ธันวาคม	527,581	521,261	360,165	564,714	825,863
รวม	6,053,214	6,341,662	7,102,721	7,218,335	8,371,913

ตารางผนวก ก.3 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	อาคาร	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง)
1	อาคาร 1 สำนักงานอธิการบดี	742,210	65,126
2	อาคาร 2 คณะวิทยาการจัดการ *	756,762	64,751
3	อาคาร 3 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ *	391,832	26,709
4	อาคาร 4 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ *	847,079	119,113
5	อาคาร 5 สหกรณ์	61,000	6,426
6	อาคาร 6 คณะครุศาสตร์ *	275,659	45,795
7	อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม *	135,000	2,862
8	อาคาร 713 โรงงานก่อสร้าง *	18,300	428
9	อาคารสำนักงานคณบดี	75,000	4,252
10	อาคารโรงฝึกงานก่อสร้าง *	36,000	1,317
11	อาคาร 7 โรงฝึกเซรามิกส์ *	25,000	3,287
12	อาคาร 9 อาคารบัณฑิตวิทยาลัย *	538,902	50,712
13	อาคารเรียน 11 *	528,348	58,688
14	อาคาร 12 คณะครุศาสตร์ *	441,858	38,893
15	อาคาร 13 ศูนย์วิทยาศาสตร์ *	1,488,800	66,630
16	อาคาร 14 เคียงคีรี	967,528	62,378
17	อาคาร 15 ศูนย์วิทยบริการ	4,333,084	177,108
18	อาคารเรียนรวม 16 *	152,000	3,744
19	อาคารสารสนเทศ	25,974	2,263
20	อาคารสโมสรข้าราชการ	30,800	2,517
21	สโมสรนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ	100,000	1,518
22	อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี *	294,300	11,782
23	อาคารเรียนนาฏศิลป์ *	61,400	3,346
24	อาคารโรงเรียนสาธิต *	37,800	3,609
25	อาคารศิลปกรรมศาสตร์ *	106,948	12,064
26	อาคารเกษตร 1 *	56,600	1,894

ตารางผนวก ก.3 (ต่อ)

ลำดับที่	อาคาร	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง)
27	อาคารเกษตร 3 *	25,000	2,716
28	อาคารเกษตร 4 *	114,200	8,298
29	อาคารศูนย์ศิลปวัฒนธรรม	269,900	26,657
30	อาคารพยาบาล	835,612	56,899
31	อาคาร 19 (ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา)*	3,029,359	245,323
รวม		16,802,255	1,177,105

หมายเหตุ *อาคารสำหรับการเรียนการสอน

ตารางผนวก ก.4 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบแสงสว่างในอาคารและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	อาคาร	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	อาคาร 1 สำนักงานอธิการบดี	14,632	26,695
2	อาคาร 2 คณะวิทยาการจัดการ *	16,607	20,463
3	อาคาร 3 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ *	6,300	9,964
4	อาคาร 4 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ *	15,436	27,133
5	อาคาร 5 สหกรณ์	1,544	2,989
6	อาคาร 6 คณะครุศาสตร์ *	17,748	30,195
7	อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม *	4,871	5,947
8	อาคาร 712 โรงฝึกงานไฟฟ้ากำลัง *	1,112	2,365
9	อาคาร 713 โรงงานก่อสร้าง *	1,344	1,839
10	อาคารเรียนก่อสร้าง *	1,270	2,229
11	อาคารโรงฝึกงานก่อสร้าง *	2,530	4,065
12	อาคารโรงฝึกงานโลหะ *	1,334	2,106
13	อาคาร 7 โรงฝึกเซรามิกส์ *	8,262	5,622

ตารางผนวก ก.4 (ต่อ)

ลำดับที่	อาคาร	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
14	อาคาร 8 คหกรรมศาสตร์ *	2,898	2,815
15	อาคาร 9 อาคารบัณฑิตวิทยาลัย *	12,758	19,757
16	อาคารเรียน 11 *	17,180	41,545
17	อาคาร 12 คณะครุศาสตร์ *	16,316	31,597
18	อาคาร 13 ศูนย์วิทยาศาสตร์ *	56,441	82,445
19	อาคาร 14 เคียงคีรี	21,762	45,000
20	อาคาร 15 ศูนย์วิทยบริการ	55,065	98,623
21	อาคารเรียนรวม 16 *	27,226	34,919
22	อาคาร 17 สำนักงานกิจการนักศึกษา	27,506	46,507
23	อาคารเรียน 18 *	11,280	29,238
24	อาคารสารสนเทศ	1,076	2,383
25	อาคารสโมสรข้าราชการ	572	594
26	สโมสรนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ	1,330	479
27	อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี *	10,362	17,499
28	อาคารเรียนนาฏศิลป์ *	3,742	3,885
29	อาคารโรงเรียนสาธิต *	2,900	2,980
30	อาคารโรงอาหารโรงเรียนสาธิต	552	321
31	อาคารศิลปกรรมศาสตร์ *	16,630	7,975
32	อาคารพละศึกษา (โรงยิม) *	10,238	13,539
33	อาคารเกษตร 1 *	3,040	5,980
34	อาคารเกษตร 2 *	1,748	336
35	อาคารเกษตร 3 *	4,014	1,227
36	อาคารเกษตร 4 *	3,128	2,014
37	อาคารเรือนเพาะชำ *	276	60
38	อาคารหอประชุม	5,072	2,598
39	อาคารโรงอาหาร	10,548	14,729
40	อาคารศูนย์ศิลปวัฒนธรรม	25,904	19,114
41	อาคารพยาบาล	13,866	19,374

ตารางผนวก ก.4 (ต่อ)

ลำดับที่	อาคาร	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
42	อาคารเรือนไทย	1,680	15
43	อาคารหอพัก 5 ขวัญสุดา	7,912	15,659
44	อาคารหอพัก 7 พนมรัตน์	7,558	12,636
45	อาคารหอพัก 8 พนัดแก้ว	3,064	3,633
46	อาคารหอพัก 9 แววมยุรา	3,856	5,179
47	อาคารหอพัก 11 ศรีไพร	3,008	4,048
48	อาคารบ้านพักอาจารย์ 112 หลัง	51,744	57,343
49	อาคารบ้านพักคนงาน 15 หลัง	3,600	6,221
50	อาคาร20 *	11,280	29,238
51	อาคาร 19(ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา) *	44,204	42,441
รวม		594,326	865,558

หมายเหตุ *อาคารสำหรับการเรียนการสอน

ตารางผนวก ก.5 แสดงรายละเอียดกำลังการติดตั้งระบบแสงสว่างไฟถนนและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ชนิดหลอดไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้ง (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	2,852	7,287
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3,404	8,697
3	หลอดฟลูออเรสเซนต์	184	470
4	หลอดฟลูออเรสเซนต์	1,380	3,526
5	หลอดฟลูออเรสเซนต์	3,325	8,496
6	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	352	899
7	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	928	2,371
8	หลอดสปอร์ตไลต์	200	511
9	หลอดสปอร์ตไลต์	400	1,022
10	หลอดสปอร์ตไลต์	800	2,044
11	หลอดแสงจันทร์	15,580	39,807
รวม		29,405	75,130

ตารางผนวก ก.6 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์ในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	อาคาร	ชั่วโมงการใช้งาน/วัน (ชั่วโมง)	จำนวนวัน/เดือน (วัน)	จำนวนเดือน/ปี (เดือน)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	พลังงานที่ใช้ทั้งปี (kWh/ปี)
1	ศูนย์วิทยาศาสตร์ *	8	26	12	1.36	3,395
2	เคียงคีรี	12	30	12	1.08	4,666
3	ศูนย์วิทยบริการ	8	26	12	1.42	3,544
4	เรียนรวม 16 *	8	26	12	1.17	2,920
5	อาคาร 19 *	8	26	12	1.10	2,746
		8	26	12	1.10	2,746
รวม						20,017

หมายเหตุ *อาคารสำหรับการเรียนการสอน

ตารางผนวก ก.7 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำหรับการเรียนการสอนในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	อาคาร	ระบบเครื่องปรับอากาศ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ระบบแสงสว่าง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ระบบลิฟต์	รวม
1	อาคาร 2 คณะวิทยาการจัดการ	64,751	20,463	-	85,214
2	อาคาร 3 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์	26,709	9,964	-	36,673
3	อาคาร 4 คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์	119,113	27,133	-	146,246
4	อาคาร 6 คณะครุศาสตร์	45,795	30,195	-	75,990
5	อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	2,862	5,947	-	8,809
6	อาคาร 712 โรงฝึกงานไฟฟ้ากำลัง	-	2,365	-	2,365
7	อาคาร 713 โรงงานก่อสร้าง	428	1,839	-	2,267
8	อาคารเรียนก่อสร้าง	-	2,229	-	2,229
9	อาคารโรงฝึกงานก่อสร้าง	1,317	4,065	-	5,382
10	อาคารโรงฝึกงานโลหะ	-	2,106	-	2,106
11	อาคาร 7 โรงฝึกเซรามิกส์	3,287	5,622	-	8,909
12	อาคาร 8 คหกรรมศาสตร์	-	2,815	-	2,815
13	อาคาร 9 อาคารบัณฑิตวิทยาลัย	50,712	19,757	-	70,469
14	อาคารเรียน 11	58,688	41,545	-	100,233
15	อาคาร 12 คณะครุศาสตร์	38,893	31,597	-	70,490
16	อาคาร 13 ศูนย์วิทยาศาสตร์	66,630	82,445	3,395	152,470
17	อาคารเรียนรวม 16	3,744	34,919	2,920	41,583
18	อาคารเรียน 18	-	29,238	-	29,238
19	อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	11,782	17,499	-	29,281
20	อาคารเรียนนาฏศิลป์	3,346	3,885	-	7,231
21	อาคารโรงเรียนสาธิต	3,609	2,980	-	6,589
22	อาคารศิลปกรรมศาสตร์	12,064	7,975	-	20,039
23	อาคารพละศึกษา (โรงยิม)	-	13,539	-	13,539
24	อาคารเกษตร 1	1,894	5,980	-	7,874

ตารางผนวก ก.7 (ต่อ)

ลำดับที่	อาคาร	ระบบเครื่องปรับอากาศ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ระบบแสงสว่าง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ระบบลิฟต์	รวม
25	อาคารเกษตร 2	-	336	-	336
26	อาคารเกษตร 3	2,716	1,227	-	3,943
27	อาคารเกษตร 4	8,298	2,014	-	10,312
28	อาคารเรือนเพาะชำ	-	60	-	60
29	อาคาร20	-	29,238	-	29,238
30	อาคาร 19 (ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา)	245,323	42,441	5,492	293,256
รวม		771,961	481,418	11,807	1,265,186

ภาคผนวก ข ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19

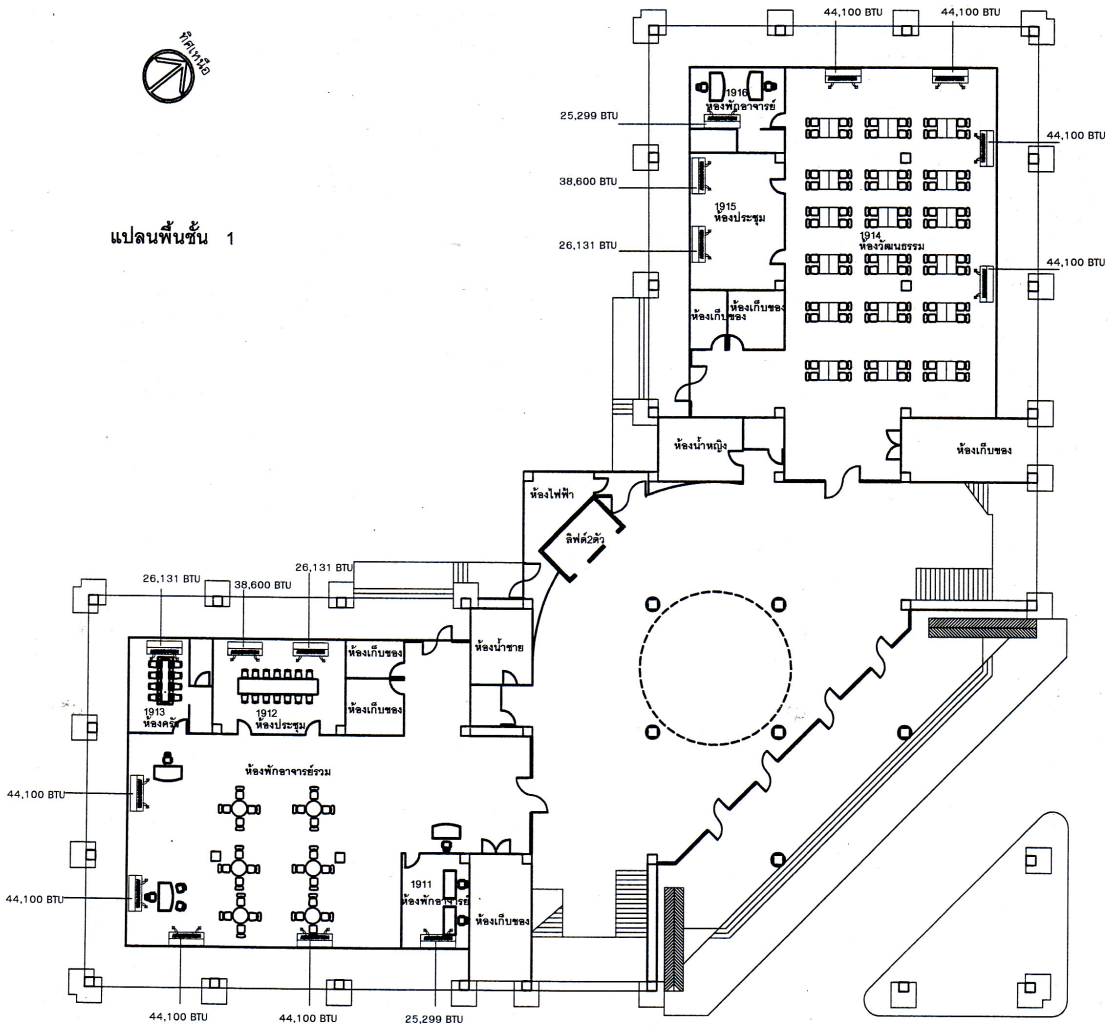
ตารางผนวก ข.1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 19 ในปี พ.ศ.2549

วัน / เดือน / ปี	หน่วยไฟฟ้าที่มิเตอร์ (กิโลวัตต์ – ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า (บาท)
30 มกราคม 2549	20,856	66,877
28 กุมภาพันธ์ 2549	20,640	66,184
28 มีนาคม 2549	20,160	64,645
28 เมษายน 2549	19,200	61,567
28 พฤษภาคม 2549	19,920	63,875
28 มิถุนายน 2549	23,760	76,189
28 กรกฎาคม 2549	28,800	92,350
28 สิงหาคม 2549	28,560	91,580
28 กันยายน 2549	28,560	91,580
28 ตุลาคม 2549	28,800	92,350
28 พฤศจิกายน 2549	27,600	88,502
28 ธันวาคม 2549	26,400	84,654
รวม	293,256	940,355

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้า 3.20 บาทต่อกิโลวัตต์- ชั่วโมง

ตารางผนวก ข.2 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 1

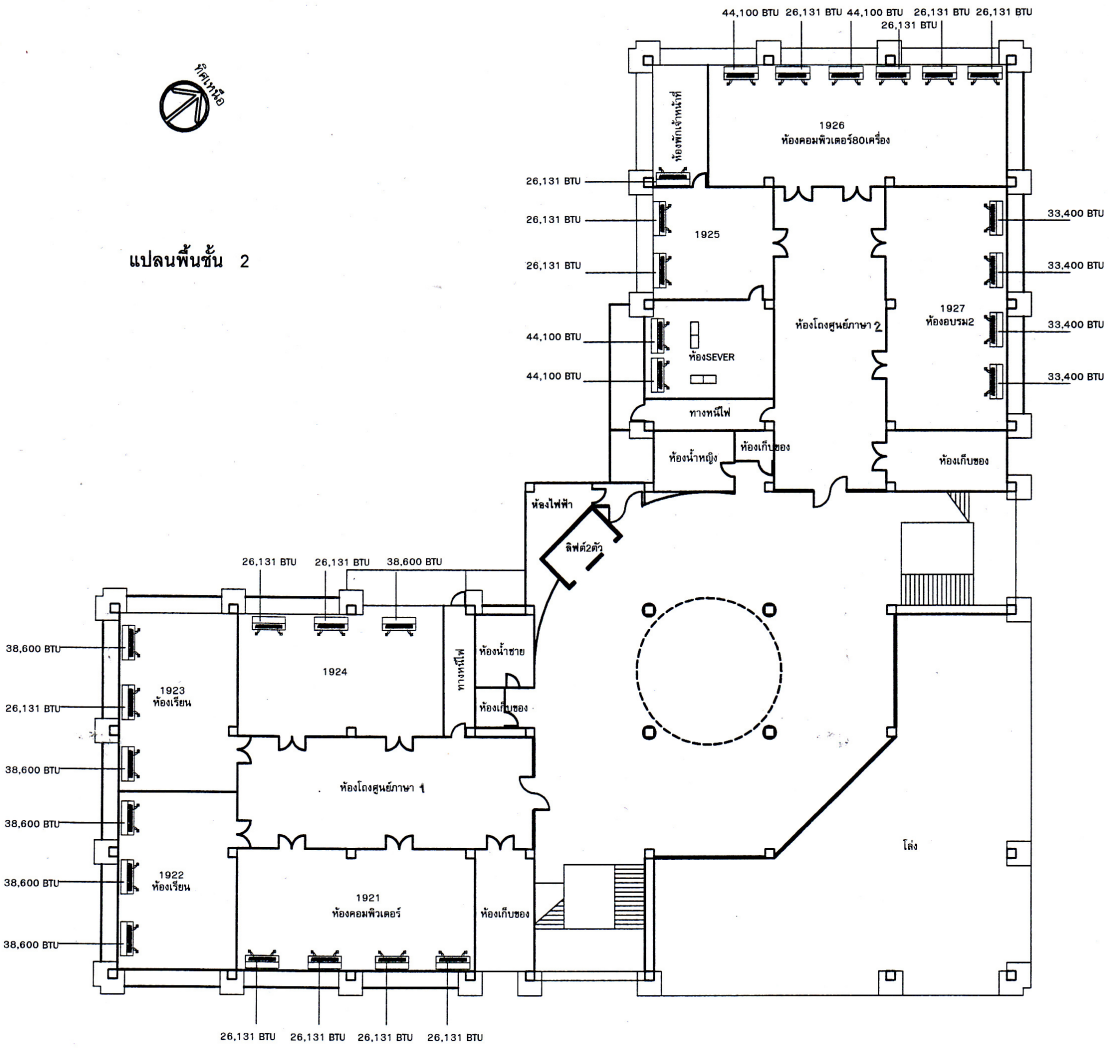
ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดพิกัดติดตั้งรวม (บีทียูต่อชั่วโมง)
1	1911 (ห้องพักอาจารย์)	30.81	25,299	1	25,299
2	ห้องพักอาจารย์รวม	215.67	44,100	4	176,400
3	1912 (ห้องประชุม)	49.00	38,600 26,131	1 1	38,600 26,131
4	1913 (ห้องครัว)	30.81	26,131	1	26,131
5	1914 (ห้องวัฒนธรรม)	246.48	44,100	4	176,400
6	1915 (ห้องประชุม)	50.00	38,600 26,131	1 1	38,600 26,131
7	1916 (ห้องพักอาจารย์)	30.00	25,299	1	25,299
รวม		652.77	-	15	558,991



ภาพประกอบที่ ข.1 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 1

ตารางผนวก ข.3 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 2

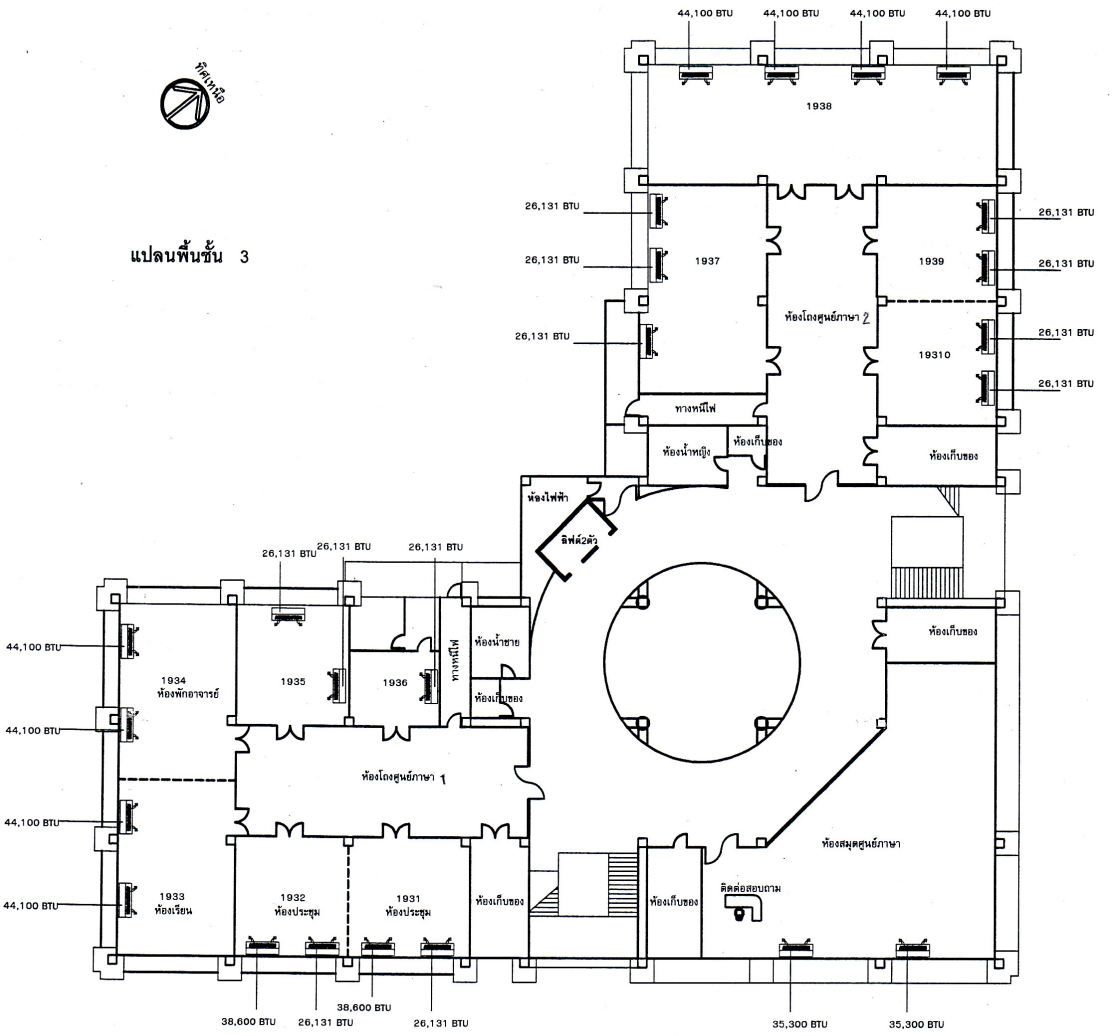
ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดพิกัดติดตั้งรวม (บีทียูต่อชั่วโมง)
1	1921 (ห้องคอมพิวเตอร์)	124.82	26,131	4	104,524
2	1922 (ห้องเรียน)	90.85	38,600	3	115,800
3	1923 (ห้องเรียน)	91.20	38,600 26,131	2 1	77,200 26,131
4	1924	108.13	38,600 26,131	1 2	38,600 52,262
5	1925 (ห้องพักเจ้าหน้าที่ 1)	56.94	26,131	2	52,262
6	1925 (ห้องServer)	46.80	44,100	2	88,200
7	1925 (ห้องพักเจ้าหน้าที่ 2)	28.80	26,131	1	26,131
8	1926 (ห้องคอมพิวเตอร์)	154.84	44,100 26,131	2 4	88,200 104,524
9	1927 (ห้องอบรม 2)	124.82	33,400	4	133,600
รวม		827.30	-	28	907,434



ภาพประกอบที่ ข.2 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 2

ตารางผนวก ข.4 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 3

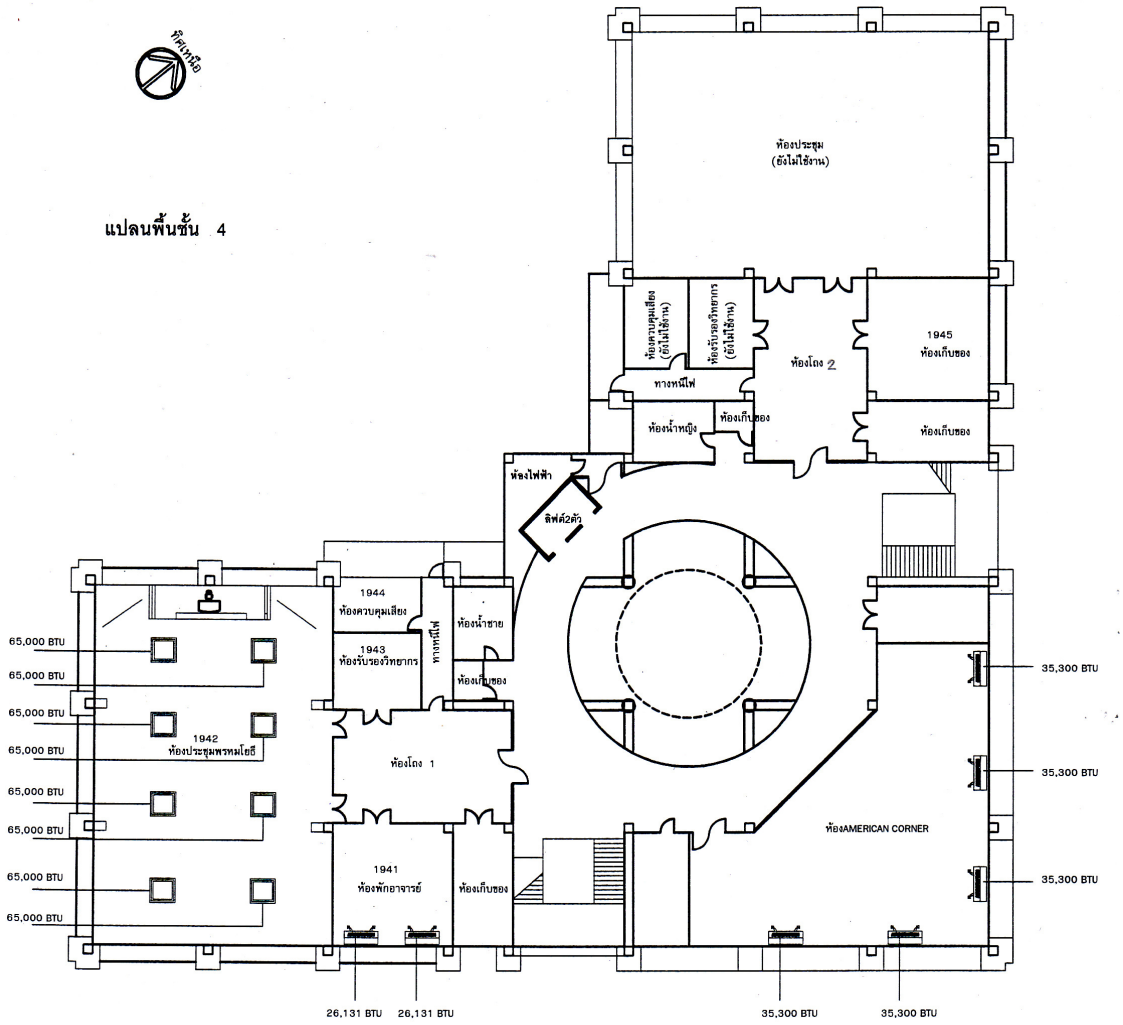
ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดพิกัดติดตั้งรวม (บีทียูต่อชั่วโมง)
1	1931 (ห้องประชุม)	65.57	38,600 26,131	1 1	38,600 26,131
2	1932 (ห้องประชุม)	60.04	38,600 26,131	1 1	38,600 26,131
3	1933 (ห้องเรียน)	92.43	44,100	2	88,200
4	1934 (ห้องพักอาจารย์)	91.26	44,100	2	88,200
5	1935 (ห้องพักอาจารย์)	59.28	26,131	2	52,262
6	1936	29.40	26,131	1	26,131
7	1937 (ห้องคอมพิวเตอร์)	113.70	26,131	3	78,393
8	1938 (ห้องคอมพิวเตอร์)	225.96	44,100	4	176,400
9	1939 (ห้องช่างเทคนิค)	60.04	26,131	2	52,262
10	19310 (ห้องพักเจ้าหน้าที่)	63.99	26,131	2	52,262
11	ห้องสมุดศูนย์ภาษา	287.01	35,300	2	70,600
รวม		1,178.69	-	24	814,172



ภาพประกอบที่ ข.3 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 3

ตารางผนวก ข.5 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 4

ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	ขนาดพิกัดติดตั้ง (บีทียูต่อชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดพิกัดติดตั้งรวม (บีทียูต่อชั่วโมง)
1	1941 (ห้องพักอาจารย์)	62.41	26,131	2	52,262
2	1942 (ห้องพรหมโยธี)	387.20	65,000	8	520,000
3	American Corner	287.01	35,300	5	176,500
รวม		736.62	-	15	748,762

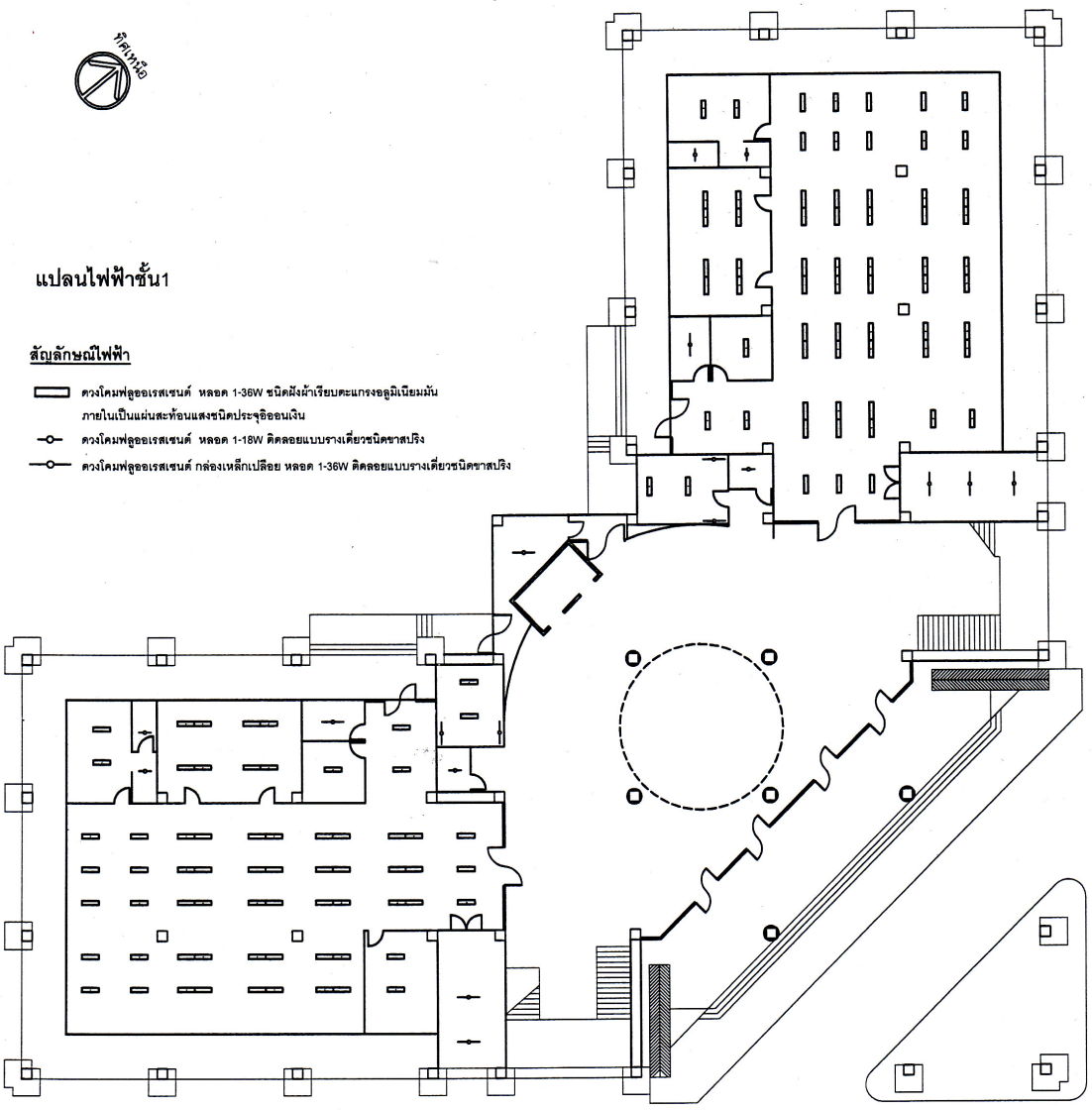


ภาพประกอบที่ ข.4 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศชั้น 4

ตารางผนวก ข.6 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 1

ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอด)		กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
			18 วัตต์	36 วัตต์	
1	1911 (ห้องพักอาจารย์)	30.81	-	2	92
2	ห้องพักอาจารย์รวม	215.67	-	51	2,346
3	1912 (ห้องประชุม)	49.00	-	8	368
4	1913 (ห้องครัว)	30.81	-	2	92
5	1914 (ห้องวัฒนธรรม)	246.84		51	2,346
6	1915 (ห้องประชุม)	50.00	-	10	460
7	1916 (ห้องพักอาจารย์)	30.00	-	2	92
8	ห้องน้ำชาย	22.42	2	2	148
9	ห้องน้ำหญิง	22.42	-	4	184
10	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
11	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
รวม		759.23	2	138	6,404

หมายเหตุ หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมดใช้บัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กธรรมดา และมีกำลังสูญเสีย 10 วัตต์

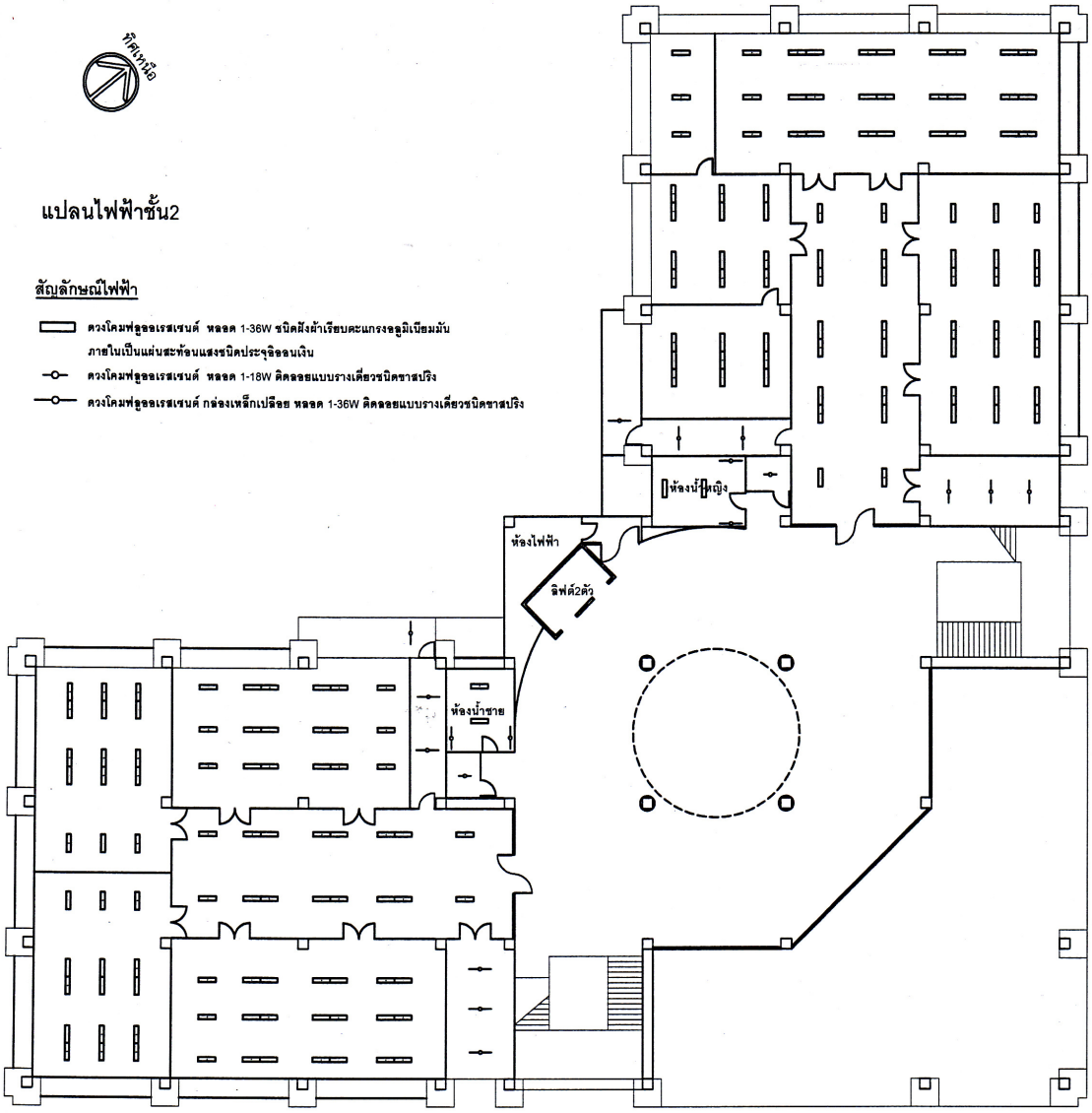


ภาพประกอบที่ ข.5 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 1

ตารางผนวก ข.7 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 2

ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	หลอดฟลูออเรสเซนต์		กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
			18 วัตต์	36 วัตต์	
1	1921 (ห้องคอมพิวเตอร์)	124.82	-	21	966
2	1922 (ห้องเรียน)	90.85	-	15	690
3	1923 (ห้องเรียน)	91.20	-	18	828
4	1924	108.23	-	21	966
5	1925 (ห้องพักเจ้าหน้าที่ 1)	56.94	-	12	552
6	1925 (ห้อง Sever)	46.80	-	9	414
7	1925 (ห้องพักเจ้าหน้าที่ 2)	28.80	-	3	138
8	1926 (ห้องคอมพิวเตอร์)	154.84	-	30	1,380
9	1927 (ห้องอบรม 2)	124.82	-	24	1,104
10	ห้องโถงศูนย์ภาษา 1	146.52	-	16	736
11	ห้องโถงศูนย์ภาษา 2	142.35	-	16	736
12	ห้องน้ำชาย	22.42	-	4	184
13	ห้องน้ำหญิง	22.42	-	6	276
14	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
15	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
16	ทางหนีไฟ	12.80	-	5	230
รวม		1,235.43	-	206	9,476

หมายเหตุ หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมดใช้บัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กธรรมดา และมีกำลังสูญเสีย 10 วัตต์

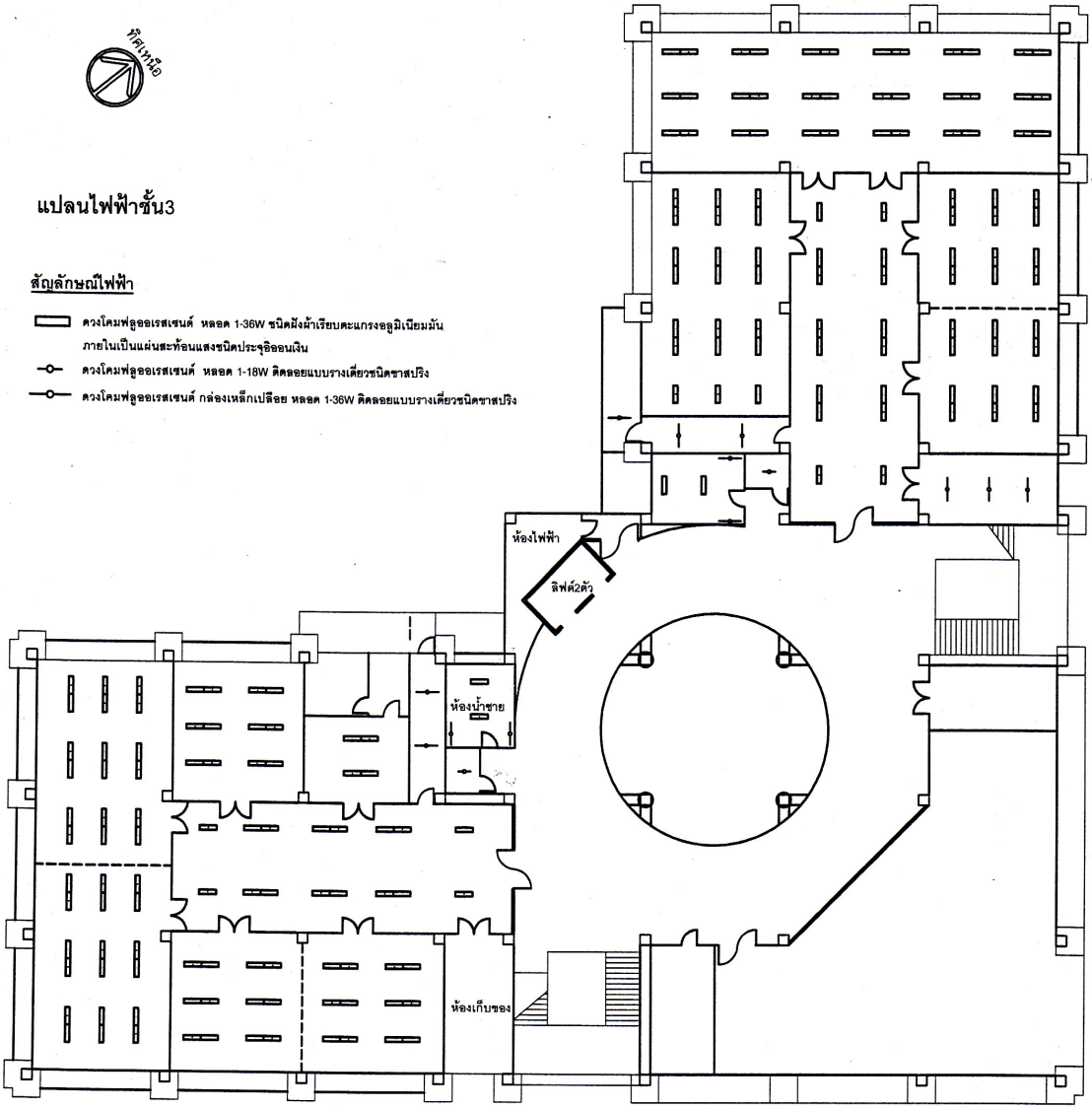


ภาพประกอบที่ ข.6 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 2

ตารางผนวก ข.8 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 3

ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอด)		กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
			18 วัตต์	36 วัตต์	
1	1931 (ห้องประชุม)	65.57	-	12	552
2	1932 (ห้องประชุม)	60.04	-	12	552
3	1933 (ห้องเรียน)	92.43	-	18	828
4	1934 (ห้องพักอาจารย์)	91.26	-	18	828
5	1935 (ห้องพักอาจารย์)	59.28	-	12	552
6	1936	29.40	-	4	184
7	1937 (ห้องคอมพิวเตอร์)	113.71	-	21	966
8	1938 (ห้องคอมพิวเตอร์)	255.96	-	36	1,656
9	1939 (ห้องช่างเทคนิค)	60.04	-	12	552
10	ห้อง 19310 (ห้องพักเจ้าหน้าที่)	63.99	-	12	552
11	ห้องสมุดศูนย์ภาษา	287.01	68	-	1,904
12	ห้องโถงศูนย์ภาษา 1	146.52	-	16	736
13	ห้องโถงศูนย์ภาษา 2	142.35	-	16	736
14	ห้องน้ำชาย	22.42	-	4	184
15	ห้องน้ำหญิง	22.42	-	6	276
16	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
17	ทางหนีไฟ	12.80		2	92
รวม		1,556.01	68	204	11,288

หมายเหตุ หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมดใช้บัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กธรรมดา และมีกำลังสูญเสีย 10 วัตต์

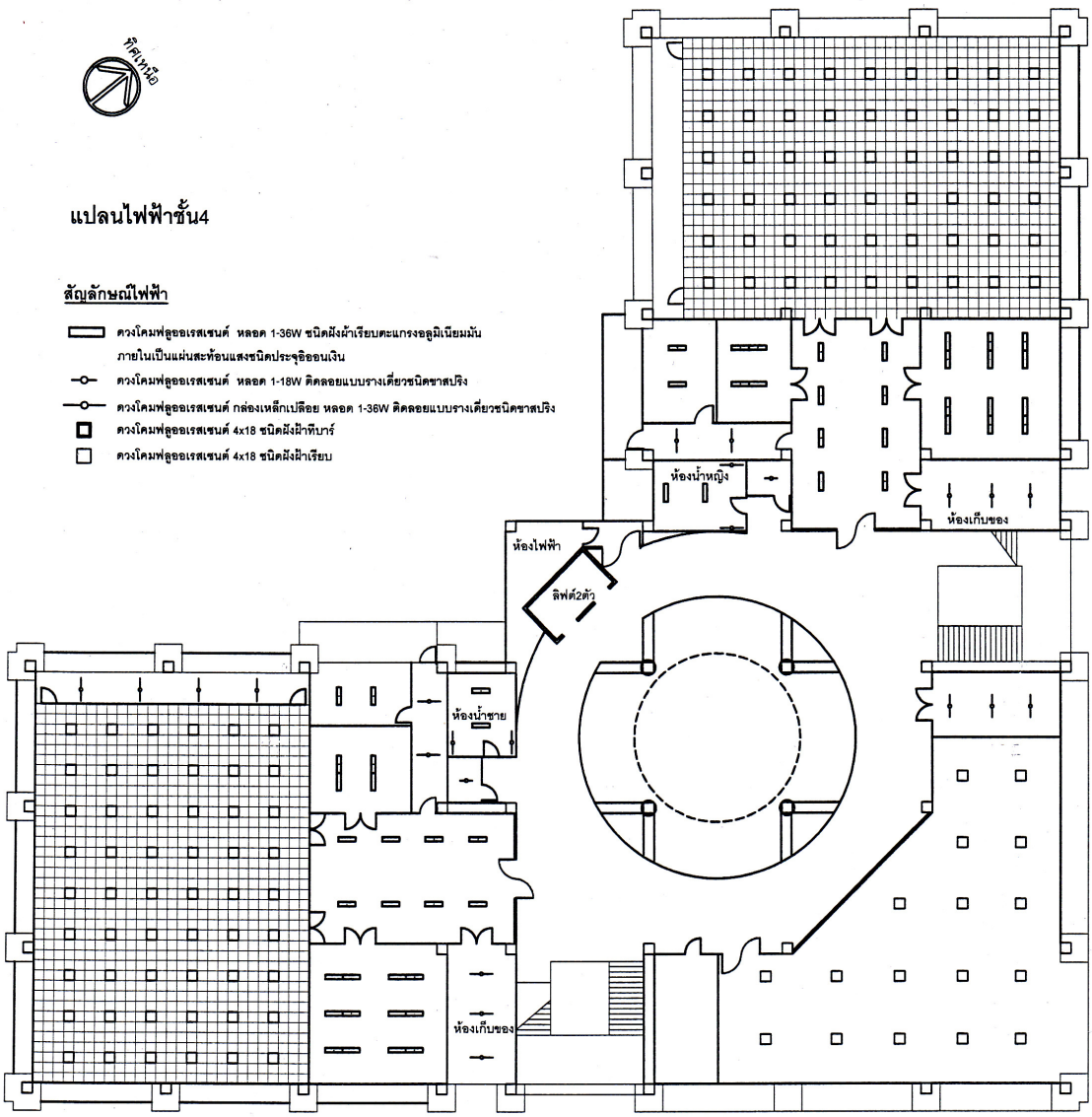


ภาพประกอบที่ ข.7 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 3

ตารางผนวก ข.9 แสดงข้อมูลการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 4

ลำดับที่	ชื่อห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (หลอด)		กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)
			18 วัตต์	36 วัตต์	
1	1941 (ห้องพักอาจารย์)	62.41	-	16	736
2	1942 (ห้องพรหมโยธี)	387.20	216	4	6,232
3	American Corner	287.01	68	-	1,904
4	1943 (ห้องรับรองวิทยากร)	24.36	-	4	184
5	1944 (ห้องควบคุม)	23.20	-	2	92
6	ห้องโถง 1	86.14	-	8	368
7	ห้องโถง 2	86.14	-	8	368
8	ห้องประชุม 2	392.01	216	-	6,048
9	ห้องรับรองวิทยากร 2	24.36	-	4	184
10	ห้องควบคุม 2	23.20	-	2	92
11	ห้องน้ำชาย	22.42	-	4	184
12	ห้องน้ำหญิง	22.42	-	6	276
13	ห้องเก็บของ	30.81	-	3	138
14	1945 (ห้องเก็บของ)	35.70	-	3	138
15	ทางหนีไฟ	12.80	-	2	92
รวม		1,520.18	500	66	17,036

หมายเหตุ หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมดใช้บัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กธรรมดา และมีกำลังสูญเสีย 10 วัตต์



ภาพประกอบที่ ข.8 แสดงการติดตั้งระบบแสงสว่างชั้น 4

ตารางผนวก ข.10 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน

ลำดับที่	ชื่อห้อง	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	กำลังไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์)
1	1921	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.12	61	7.32
		2. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		3. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
2	1922	1. เครื่องฉายแผ่นใส	0.30	1	0.30
		2. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
3	1923	1. เครื่องฉายแผ่นใส	0.30	1	0.30
		2. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
4	1924	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.12	18	2.16
5	1926	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.12	81	9.72
		2. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		3. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
6	1927	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.12	41	4.92
		2. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		3. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
7	1931	1. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		2. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
8	1932	1. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		2. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
9	1933	1. เครื่องฉายแผ่นใส	0.30	1	0.30
		2. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
10	1937	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.06	36	2.16
		2. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		3. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
11	1938	1. เครื่องคอมพิวเตอร์	0.10	81	8.10
		2. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์	0.25	1	0.25
		3. เครื่องขยายเสียง	0.45	1	0.45
รวม					41.53

ตารางผนวก ข.11 แสดงข้อมูลอุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	กำลังไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์)
1	เครื่องส่งโทรสาร	0.05	1	0.05
2	เครื่องถ่ายเอกสาร	1.60	2	3.20
3	เครื่องเคลือบบัตร	0.05	1	0.05
4	เครื่องคอมพิวเตอร์	0.12	25	3.00
5	เครื่องพริ้นเตอร์	0.05	8	0.40
รวม				6.70

ตารางผนวก ข.12 แสดงข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความสะดวก

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	กำลังไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์)
1	โทรทัศน์สีขนาด 25 นิ้ว	0.095	1	0.095
2	โทรทัศน์สีขนาด 21 นิ้ว	0.064	3	0.192
3	โทรทัศน์สีขนาด 29 นิ้ว	0.115	3	0.345
4	โทรทัศน์สีขนาด 42 นิ้ว	0.250	1	0.250
5	เครื่องเล่นซีดี	0.050	2	0.100
6	วิทยุเทป	0.035	4	0.140
7	ตู้เย็น	0.141	2	0.282
8	ไมโครเวฟ	0.800	1	0.800
9	หม้อหุงข้าว	0.600	1	0.600
10	เครื่องปิ้งขนมปัง	0.900	1	0.900
11	กระติกน้ำร้อนขนาดความจุ 2.5 ลิตร	0.670	3	2.010
12	เครื่องทำน้ำร้อนและน้ำเย็น	0.900	2	1.800
13	เครื่องทำความร้อน	1.100	1	1.100
14	พัดลม	0.075	2	0.150
15	เครื่องปั๊มน้ำขนาด 1.5 kW	1.500	1	1.500
รวม				10.12

ตารางผนวก ข.13 แสดงข้อมูลระบบลิฟต์

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
1	มอเตอร์ลิฟต์ตัวที่ 1	1.10
2	มอเตอร์ลิฟต์ตัวที่ 2	1.10
รวม		2.20

ตารางผนวก ข.14 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนสิงหาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	5,485	19.21
2	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	624	2.18
3	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	1,723	6.03
4	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	14,710	51.51
5	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	2,988	10.46
6	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,480	5.18
7	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	854	2.99
8	ระบบลิฟต์	493	1.73
9	อื่นๆ	203	0.71
รวม		28,560	100

ตารางผนวก ข.15 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนกันยายนในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	5,798	20.30
2	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	661	2.31
3	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	1,808	6.33
4	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	14,303	50.08
5	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	2,937	10.28
6	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,533	5.37
7	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	885	3.10
8	ระบบลิฟต์	510	1.79
9	อื่นๆ	125	0.44
รวม		28,560	100

ตารางผนวก ข.16 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนตุลาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	2,014	6.99
2	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	229	0.80
3	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	617	2.14
4	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	19,381	67.30
5	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	3,890	13.51
6	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,374	4.77
7	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	793	2.75
8	ระบบลิฟต์	458	1.59
9	อื่นๆ	44	0.15
รวม		28,800	100

ตารางผนวก ข.17 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนพฤศจิกายนในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	5,416	19.62
2	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	587	2.13
3	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	1,573	5.70
4	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	14,658	53.11
5	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	2,921	10.58
6	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,295	4.69
7	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	854	3.10
8	ระบบลิฟต์	246	0.89
9	อื่นๆ	50	0.18
รวม		27,600	100

ตารางผนวก ข.18 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เดือนธันวาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ระบบ	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการประเมิน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ร้อยละ(%)
1	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในการเรียนการสอน	7,186	27.22
2	ระบบแสงสว่างใช้ในการเรียนการสอน	779	2.95
3	อุปกรณ์ใช้ในการเรียนการสอน	2,123	8.04
4	ระบบเครื่องปรับอากาศใช้ในสำนักงาน	11,682	44.25
5	ระบบแสงสว่างใช้ในสำนักงาน	2,335	8.84
6	อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน	1,203	4.56
7	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในสำนักงาน	793	3.00
8	ระบบลิฟต์	229	0.87
9	อื่นๆ	70	0.27
รวม		26,400	100

ภาคผนวก ค อัตราค่าไฟฟ้าและบริการ

ตารางผนวก ค แสดงอัตราค่าไฟฟ้าและบริการ

ขนาดแรงดันที่ใช้	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
1. แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	1.9712	228.17
2. แรงดัน 22-33 กิโลโวลต์	2.1412	228.17
3. แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์		20.00
3.1 10 หน่วยแรก (หน่วยที่ 0 - 10)	1.3576	
3.2 เกิน10 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 11 เป็นต้นไป)	2.4482	

ภาคผนวก ง แบบสอบถามและผลการตรวจสอบคุณภาพ

แบบสอบถาม

เรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

คำชี้แจงของแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของสารนิพนธ์เรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้ คือ 1. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช กรณีศึกษาอาคาร 19 2.เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 3. เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช การศึกษาครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

แบบสอบถามฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2.1 ความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.2 พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.3 การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ เพื่อความสมบูรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุดเกี่ยวกับสถานภาพของท่าน

1. คณะที่ท่านสังกัดหรือหน่วยงานที่ปฏิบัติในปัจจุบัน

☐ 1. ครุศาสตร์

☐ 2. มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

☐ 3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

☐ 4. วิทยาการจัดการ

☐ 5. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

☐ 6. สำนักงานอธิการบดี

☐ 7. สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน

☐ 8. สถาบันวิจัยและพัฒนา

☐ 9. ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา

2. ตำแหน่งทางวิชาการหรืองานที่ท่านปฏิบัติ

☐ 1. อาจารย์

☐ 2. เจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2.1 ความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ที่ท่านคิดว่าถูกต้องมากที่สุด

1. อัตราค่าไฟฟ้าคิดคำนวณจากอะไร

☐ 1. โวลต์ ☐ 2. กระแส ☐ 3. วัตต์ ☐ 4. กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2. อะไรเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้อัตราค่าไฟฟ้าสูงขึ้น

☐ 1. ชั่วโมงการใช้งาน

☐ 2. จำนวนวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

☐ 3. จำนวนวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าและชั่วโมงการใช้งาน

☐ 4. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานมานาน

3. อุปกรณ์อำนวยความสะดวกใดต่อไปนี้ ที่ใช้ในสำนักงานของท่านมีค่ากำลังสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด

☐ 1. กระติกน้ำร้อน ☐ 2. วิทยุเทป ☐ 3. โทรทัศน์ ☐ 4. พัดลม

4. อุปกรณ์สำนักงานใดต่อไปนี้ ที่ใช้ในสำนักงานของท่านมีค่ากำลังสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด

☐ 1. คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ ☐ 2. เครื่องส่งโทรสาร

☐ 3. เครื่องพริ้นเตอร์ ☐ 4. เครื่องถ่ายเอกสาร

5. ท่านคิดว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดภายในอาคาร19 (ศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์ภาษา)

☐ 1. ระบบแสงสว่างภายในอาคาร ☐ 2. ระบบเครื่องปรับอากาศ

☐ 3. อุปกรณ์ใช้ในสำนักงาน ☐ 4. อุปกรณ์ในการเรียนการสอน

6. ท่านควรจะปฏิบัติอย่างไร ที่จะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด

☐ 1. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าน้อยที่สุด

☐ 2. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเฉพาะสิ่งที่จำเป็น

☐ 3. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

☐ 4. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.2 พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

2.2.1 พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ

1. ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลาเท่าใดในตอนเช้า

☐ 1. เวลา 07.30-12.00 น. ☐ 2. เวลา 08.00-12.00 น.

☐ 3. เวลา 08.30-12.00 น. ☐ 4. เวลา 09.00-12.00น.

2. ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลาเท่าใดในตอนบ่าย

☐ 1. เวลา 13.00-17.00 น. ☐ 2. เวลา 13.00-16.30 น.

☐ 3. เวลา 13.00-16.00 น. ☐ 4. เวลา 13.00-15.30 น.

3. ท่านปิดเครื่องปรับอากาศตอนพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00)

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4.ปิดทุกครั้ง

4. ท่านตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศเท่าใด

☐ 1. ตั้งอุณหภูมิ 23 ^{0}C ☐ 2. ตั้งอุณหภูมิ 24 ^{0}C

☐ 3. ตั้งอุณหภูมิ 25 ^{0}C ☐ 4. ตั้งอุณหภูมิ 26 ^{0}C

5. ท่านมีเอกสารหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นเก็บไว้ในห้องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. มีมาก ☐ 2. มีปานกลาง ☐ 3. มีน้อยมาก ☐ 4. ไม่มี

6. ท่านปิดประตูหรือหน้าต่าง เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงาน ก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

7. ท่านปิดม่าน หรือมู่ลี่ เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงาน ก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

8. ท่านเดินเข้าออกห้องทำงานที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศปิดประตูทุกครั้งหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

2.2.2 พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง

1. ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างในเวลาพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00 น.)

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

2. ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างหลังเลิกใช้งานหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

3. ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างสำหรับหลอดที่ไม่จำเป็นหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

2.2.3 พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ในสำนักงาน

1. ท่านตั้งโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์ปิดหน้าจออัตโนมัติ ในขณะที่ไม่ทำงาน ในช่วงเวลาใด

☐ 1. ตั้ง 20 นาที ☐ 2. ตั้ง 15 นาที ☐ 3. ตั้ง 10 นาที ☐ 4. ตั้ง 5 นาที

2. ท่านปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์ตอนพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00 น.)

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

3. ท่านดึงปลั๊กของเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ออกหลังเลิกใช้งานหรือไม่

☐ 1. ไม่ดึงออก ☐ 2. ดึงออกน้อยมาก ☐ 3. ดึงออกบางครั้ง ☐ 4. ดึงออกทุกครั้ง

4. ท่านปิดสวิตซ์เครื่องถ่ายเอกสาร หลังเลิกใช้งานทุกครั้งหรือไม่

☐ 1. ไม่ปิด ☐ 2. ปิดน้อยมาก ☐ 3. ปิดบางครั้ง ☐ 4. ปิดทุกครั้ง

5. ท่านดึงปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารออก หลังเลิกใช้งานทุกครั้งหรือไม่

☐ 1. ไม่ดึงออก ☐ 2. ดึงออกน้อยมาก ☐ 3. ดึงออกบางครั้ง ☐ 4. ดึงออกทุกครั้ง

2.2.4 พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

1. ท่านดึงปลั๊กกระติกน้ำร้อนออกหรือไม่ เมื่อน้ำเดือดเต็มที่

☐ 1. ไม่ดึงออก ☐ 2. ดึงออกน้อยมาก ☐ 3. ดึงออกบางครั้ง ☐ 4. ดึงออกทุกครั้ง

2. กระติกน้ำร้อนที่ท่านใช้ วางในห้องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. วาง ☐ 2. วางบางครั้ง ☐ 3. วางน้อยมาก ☐ 4. ไม่วาง

3. หลังจากเลิกดูโทรทัศน์แล้วดึงปลั๊กออกหรือไม่

☐ 1. ไม่ดึงออก ☐ 2. ดึงออกน้อยมาก ☐ 3. ดึงออกบางครั้ง ☐ 4. ดึงออกทุกครั้ง

4. ตู้เย็นที่ท่านใช้งานวางในห้องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. วาง ☐ 2. วางบางครั้ง ☐ 3. วางน้อยมาก ☐ 4. ไม่วาง

5. ไมโครเวฟที่ท่านใช้งานวางในห้องปรับอากาศหรือไม่

☐ 1. วาง ☐ 2. วางบางครั้ง ☐ 3. วางน้อยมาก ☐ 4. ไม่วาง

2.2.5 พฤติกรรมการใช้ลิฟต์

1. ขึ้นลงชั้นเดียวท่านใช้ลิฟต์หรือไม่

☐ 1. ใช้ลิฟต์ทุกครั้ง ☐ 2. ใช้ลิฟต์บางครั้ง

☐ 3. ใช้ลิฟต์น้อยมาก ☐ 4. ใช้บันไดทุกครั้ง (ไม่ใช้ลิฟต์)

2. ท่านใช้ลิฟต์ขึ้นลงคนเดียวหรือไม่

☐ 1. ใช้ทุกครั้ง ☐ 2. ใช้บางครั้ง ☐ 3. ใช้น้อยมาก ☐ 4.ไม่ใช้

2.3 การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน□ ที่ตรงกับความเป็นจริงในสถานที่ทำงานของท่านมากที่สุด

1. ในที่ทำงานของท่านทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอหรือเดือนละครั้งหรือไม่

☐ 1. ไม่ทำ ☐ 2. ทำน้อยมาก ☐ 3. ทำบางครั้ง ☐ 4. ทำสม่ำเสมอ

2. ในที่ทำงานของท่านทำความสะอาดคอล์ยเย็น คอล์ยร้อนและพัดลมส่งลมเย็นของเครื่องปรับอากาศทุกๆ 6 เดือนหรือไม่

☐ 1. ไม่ทำ ☐ 2. ทำน้อยมาก ☐ 3. ทำบางครั้ง ☐ 4. ทำสม่ำเสมอ

3. ท่านทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ หรือเดือนละครั้ง เช่นหลอดไฟ ฝาครอบแผ่นสะท้อนแสงในโคม หรือไม่

☐ 1. ไม่ทำ ☐ 2. ทำน้อยมาก ☐ 3. ทำบางครั้ง ☐ 4. ทำสม่ำเสมอ

4. ท่านทำความสะอาดคอมพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์อย่างสม่ำเสมอหรือเดือนละครั้งหรือไม่

☐ 1. ไม่ทำ ☐ 2. ทำน้อยมาก ☐ 3. ทำบางครั้ง ☐ 4. ทำสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ตารางผนวก ง.1 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เกี่ยวกับความรู้ พฤติกรรมการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 19 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ลำดับ	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
ความรู้เรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้า							
1	อัตราค่าไฟฟ้าคิดคำนวณจากอะไร	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	อะไรเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้อัตราค่าไฟฟ้าสูงขึ้น	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกใดต่อไปนี้ ที่ใช้ในสำนักงานของท่านมีค่ากำลังสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	อุปกรณ์สำนักงานใดต่อไปนี้ ที่ใช้ในสำนักงานของท่านมีค่ากำลังสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
5	ท่านคิดว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดภายในอาคาร19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	ท่านควรจะปฏิบัติอย่างไร ที่จะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางผนวก ง.1 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (ระบบเครื่องปรับอากาศ)							
1	ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลาเท่าใดในตอนเช้า	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	ท่านเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลาเท่าใดในตอนบ่าย	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	ท่านปิดเครื่องปรับอากาศตอนพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00)	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	ท่านตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศเท่าใด	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	ท่านมีเอกสารหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นเก็บไว้ในห้องปรับอากาศหรือไม่	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
6	ท่านปิดประตูหรือหน้าต่าง เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงาน ก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	ท่านปิดม่าน หรือมู่ลี่ เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ห้องทำงาน ก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	ท่านเดินเข้าออกห้องทำงานที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศปิดประตูทุกครั้งหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางผนวก ง.1 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (ระบบแสงสว่าง)							
1	ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างในเวลาพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00)	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างหลังเลิกใช้งานหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	ท่านปิดสวิตซ์ไฟแสงสว่างสำหรับหลอดที่ไม่จำเป็นหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (อุปกรณ์สำนักงาน)							
1	ท่านตั้งโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์ปิดหน้าจออัตโนมัติ ในขณะที่ไม่ทำงาน ในช่วงเวลาใด	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	ท่านปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์ตอนพักเที่ยงหรือไม่ (12.00-13.00 น.)	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	ท่านดึงปลั๊กของเครื่องคอมพิวเตอร์และพริ้นเตอร์ออกหลังเลิกใช้งานหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	ท่านปิดสวิตซ์เครื่องถ่ายเอกสาร หลังเลิกใช้งานทุกครั้งหรือไม่	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
5	ท่านดึงปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารออก หลังเลิกใช้งานทุกครั้งหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางผนวก ง.1 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (อุปกรณ์อำนวยความสะดวก)							
1	ท่านดึงปลั๊กกระติกน้ำร้อนออกหรือไม่ เมื่อน้ำเดือดเต็มที่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	กระติกน้ำร้อนที่ท่านใช้ วางในห้องปรับอากาศหรือไม่	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	หลังจากเลิกดูโทรทัศน์แล้วดึงปลั๊กออกหรือไม่	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
4	ตู้เย็นที่ท่านใช้งานวางในห้องปรับอากาศหรือไม่	0	1	1	3	1	ใช้ได้
5	ไมโครเวฟที่ท่านใช้งานวางในห้องปรับอากาศหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (ระบบลิฟต์)							
1	ขึ้นลงชั้นเดียวท่านใช้ลิฟต์หรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	ท่านใช้ลิฟต์ขึ้นลงคนเดียวหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางผนวก ง.1 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า							
1	ในที่ทำงานของท่านทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอหรือเดือนละครั้งหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	ในที่ทำงานของท่านทำความสะอาดคอล์ยเย็น คอล์ยร้อนและพัดลมส่งลมเย็นของเครื่องปรับอากาศทุกๆ 6 เดือนหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	ท่านทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ หรือเดือนละครั้ง เช่นหลอดไฟ ฝาครอบแผ่นสะท้อนแสงในโคม หรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	ท่านทำความสะอาดคอมพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์อย่างสม่ำเสมอหรือเดือนละครั้งหรือไม่	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางผนวก ง.2 ผลการทดสอบระดับความยากเกี่ยวกับด้านความรู้

ชุดที่ / ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	ระดับความยาก
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.25
2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0.5
3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0.6
4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0.4
5	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.2

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 19

ตารางผนวก จ.1 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศการเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.1 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.2 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างการเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ตารางผนวก จ.2 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.2 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.2 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์การเรียนการสอนเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.3 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.4 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศสำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ตารางผนวก จ.4 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.4 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.5 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างสำนักงานเดือนกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ตารางผนวก จ.5 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.5 (ต่อ)

ตารางผนวก จ.6 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์สำนักงานเดือน กรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ชม./วัน)	การใช้งาน (วัน/เดือน)	รวมจำนวนเครื่อง	พลังงานไฟฟ้า (kWh/เดือน)
1	เครื่องส่งโทรสาร	0.050	8	26	1	10.40
2	เครื่องถ่ายเอกสาร	1.600	8	26	2	665.60
3	เครื่องเคลือบบัตร	0.050	1	26	1	1.30
4	เครื่องคอมพิวเตอร์	0.120	8	26	25	624.00
5	เครื่องพริ้นเตอร์	0.050	8	26	8	83.20
รวม		1.87	6.6	26	37	1,374

ตารางผนวก จ.7 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์อำนวยความสะดวก สำนักงานกรกฎาคมในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ชนิดอุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน (ชม./วัน)	การใช้งาน (วัน/เดือน)	รวมจำนวนเครื่อง	พลังงานไฟฟ้า (kWh/เดือน)
1	โทรทัศน์สีขนาด 25 นิ้ว	0.095	2	26	1	4.94
2	โทรทัศน์สีขนาด 21 นิ้ว	0.064	2	26	3	9.98
3	โทรทัศน์สีขนาด 29 นิ้ว	0.115	2	26	3	17.94
4	โทรทัศน์สีขนาด 42 นิ้ว	0.250	2	26	1	13.00
5	เครื่องเล่นซีดี	0.050	2	26	2	5.20
6	วิทยุเทป	0.035	2	26	4	7.28
7	ตู้เย็น	0.141	12	26	1	43.99
8	ไมโครเวฟ	0.800	2	26	1	41.60
9	หม้อหุงข้าว	0.600	2	26	1	31.20
10	เครื่องปิ้งขนมปัง	0.900	1	26	1	23.40
11	กระติกน้ำร้อน	0.670	2	26	3	104.52
12	เครื่องทำน้ำร้อนและน้ำเย็น	0.900	8	26	2	374.40
13	เครื่องทำน้ำร้อน	1.100	2	26	1	57.20
14	พัดลม	0.075	5	26	2	19.50
15	เครื่องปั๊มน้ำขนาด 1.5 kW	1.500	1	26	1	39.00
รวม		7.30	3.13	26	27	793

ตารางผนวก จ.8 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์เดือนกรกฎาคม ในปี พ.ศ.2549

ลำดับที่	ลิฟต์	การใช้งาน (ชม./วัน)	การใช้งาน (วัน/เดือน)	กำลังไฟฟ้า (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh /เดือน)
	อาคาร19				
1	ระบบลิฟต์เครื่องที่ 1	8	26	1.10	228.8
2	ระบบลิฟต์เครื่องที่ 2	8	26	1.10	228.80
รวม		8	26	2.20	458

ภาคผนวก ฉ ประสิทธิภาพระบบเครื่องปรับอากาศและแสงสว่าง

ตารางผนวก ฉ แสดงการเปรียบเทียบขนาดพิกัดที่ติดตั้งกับขนาดพิกัดติดตั้งที่เหมาะสมระบบเครื่องปรับอากาศและแสงสว่าง

ตารางผนวก ฉ (ต่อ)

ภาคผนวก ช คะแนนแบบสอบถาม

ตารางผนวก ช.1 แสดงคะแนนแบบสอบถามก่อนการปรับปรุง

แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
1	1	อาจารย์	16.67	1.88	3	1.8	1.6	3.5	2
2	1	อาจารย์	50	3.88	4	3	1.6	2.5	4
3	1	อาจารย์	16.67	1.88	3	1.8	1.6	3.5	2
4	1	อาจารย์	50	3.88	4	3	1.6	2.5	4
5	2	อาจารย์	33.33	2.88	2	2.6	1.6	2	2.5
6	2	อาจารย์	0	3.25	3.33	2.8	2	3.5	2
7	2	อาจารย์	50	3.63	4	2.6	2.2	4	1.75
8	2	อาจารย์	50	2.75	4	3	1	3.5	2.25
9	2	อาจารย์	33.33	2.88	2	2.6	1.6	2	2.5
10	2	อาจารย์	0	3.25	3.33	2.8	2	3.5	2
11	2	อาจารย์	50	3.63	4	2.6	2.2	4	1.75
12	2	อาจารย์	50	2.75	4	3	1	3.5	2.25
13	7	อาจารย์	66.67	3.38	4	3.4	2.2	3	3.25

ตารางผนวก ช.1 (ต่อ)

แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
14	7	อาจารย์	66.67	3.38	4	3.4	2.2	3	3.25
15	9	อาจารย์	66.67	3	3	1	1.6	4	1.75
16	9	เจ้าหน้าที่	16.67	2.31	4	2.8	2.2	1.5	3.25
17	9	เจ้าหน้าที่	50	3	4	1.6	1	2	2
18	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.25	3	2.8	1.6	3.5	1.75
19	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	4	3.4	2	3.5	2.5
20	9	เจ้าหน้าที่	66.67	2.75	4	2.8	1.2	3	2.75
21	9	เจ้าหน้าที่	50	3.25	3.33	3	2	3.5	2.25
22	9	เจ้าหน้าที่	50	3.38	3	2.4	1.6	4	2.5
23	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3.33	2.2	1.6	2	1.5
24	9	เจ้าหน้าที่	33.33	2.75	3	3.8	2.2	3.5	2
25	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	2.67	2.4	1.4	2	1.75
26	9	เจ้าหน้าที่	50	2.63	3.33	2.2	1.8	2.5	1.75
27	9	เจ้าหน้าที่	50	2.75	2	2.2	1.6	1	2.75

ตารางผนวก ช.1 (ต่อ)

แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
28	9	อาจารย์	66.67	3	3	1	1.6	4	1.75
29	9	เจ้าหน้าที่	16.67	2.13	4	2.8	2.2	1.5	3.25
30	9	เจ้าหน้าที่	50	3	4	1.6	1	2	2
31	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.25	3	2.8	1.6	3.5	1.75
32	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	4	3.4	2	3.5	2.5
33	9	เจ้าหน้าที่	66.67	2.75	4	2.8	1.2	3	2.75
34	9	เจ้าหน้าที่	50	3.25	3.33	3	2	3.5	2.25
35	9	เจ้าหน้าที่	50	3.38	3	2.4	1.6	4	2.5
36	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3.33	2.2	1.6	2	1.5
37	9	เจ้าหน้าที่	33.33	2.75	3	3.8	2.2	3.5	2
38	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	2.67	2.4	1.6	2	1.75
39	9	เจ้าหน้าที่	50	2.63	3.33	2.2	1.8	2.5	1.75
40	9	เจ้าหน้าที่	50	2.75	2	1.6	1.4	1	2.75

ตารางผนวก ช.2 แสดงคะแนนแบบสอบถามหลังการปรับปรุง

แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
1	1	อาจารย์	83.33	3.63	4	3.4	3.6	3	2.25
2	1	อาจารย์	66.67	3.25	3.33	2.2	4	4	3.75
3	1	อาจารย์	66.67	3.38	3.33	2.4	3.2	4	2.75
4	1	อาจารย์	66.67	3.25	4	3.4	3	4	2.75
5	2	อาจารย์	50	2.63	3.33	3.8	3	4	3.25
6	2	อาจารย์	50	3	4	3	2.2	1	2.5
7	2	อาจารย์	50	2	3.33	1.6	2.4	4	2
8	2	อาจารย์	50	3.38	3	2.8	2.8	2.5	2.5
9	2	อาจารย์	50	2.88	3	3.4	2.2	2.5	2.75
10	2	อาจารย์	66.67	3	4	3.4	2.8	3.5	3
11	2	อาจารย์	66.67	2	3.67	3	2.8	3.5	3.25
12	2	อาจารย์	50	3.38	3	3.2	2.6	3.5	3
13	7	อาจารย์	66.67	3.25	3.33	3.6	3.4	3	3.25

ตารางผนวก ช.2 (ต่อ)

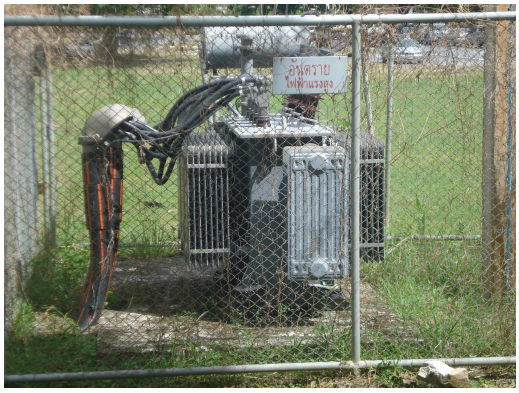
แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
14	7	อาจารย์	50	3.38	3	1.4	2.8	3	3.5
15	9	อาจารย์	83.33	3.63	4	2.8	3.4	2	3
16	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.5	4	2.6	3.8	3.5	3.5
17	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.5	4	2.6	3.8	2	3
18	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3	3.2	2.8	3.5	2.5
19	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.38	4	2.6	3.4	3.5	2.25
20	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3.5	4	3.6	4	3	2.5
21	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3	4	2.6	3.4	3.5	3
22	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3.5	4	2.2	2.2	3.5	1.5
23	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.13	4	3	2.8	3	2
24	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3.5	4	2.8	2.8	3.5	2.25
25	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3.67	3.4	2.6	3	3.25
26	9	เจ้าหน้าที่	50	3	4	3.2	4	3	3.5
27	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	4	2.8	3.8	3.5	3

ตารางผนวก ช.2 (ต่อ)

แบบสอบถามชุดที่	คณะ	ตำแหน่ง	คะแนนความรู้ (%)	พฤติกรรมการใช้ระบบเครื่องปรับอากาศ	พฤติกรรมการใช้ระบบแสงสว่าง	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์สำนักงาน	พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวก	พฤติกรรมการใช้ระบบลิฟต์	การบำรุงรักษา
28	9	อาจารย์	83.33	3.5	4	3.6	4	3	2.5
29	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.5	4	2.6	3.8	4	3.5
30	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.5	4	2.6	3.8	2	3
31	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3	3.2	2.8	3.5	2.5
32	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.38	4	2.6	3.4	3.5	2.25
33	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3.5	4	3.6	4	3	2.5
34	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3	4	2.6	3.4	1	3
35	9	เจ้าหน้าที่	100	3.5	4	2.2	2.2	2	1.5
36	9	เจ้าหน้าที่	66.67	3.13	4	3	2.8	3	1.75
37	9	เจ้าหน้าที่	83.33	3.5	4	2.8	2.8	3	1.5
38	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	3.67	3.4	2.6	2.5	3.25
39	9	เจ้าหน้าที่	50	3	4	3.2	4	3.5	3.5
40	9	เจ้าหน้าที่	50	3.13	4	2.8	3.8	3.5	3

ภาคผนวก ซ แสดงภาพทั่วไปและการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าอาคาร 19

ภาพประกอบที่ ซ.1 แสดงที่ตั้งอาคาร

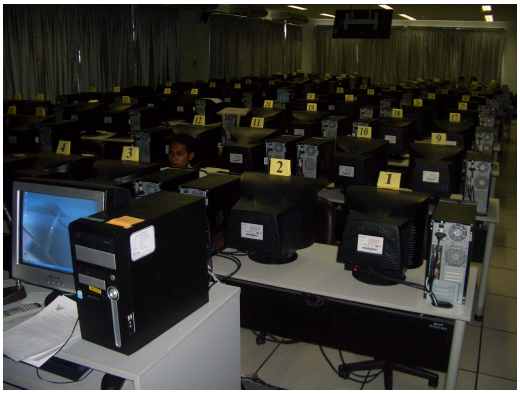


ภาพประกอบที่ ซ.2 แสดงการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

ภาพประกอบที่ ซ.3 แสดงการติดตั้งมิเตอร์และระบบควบคุมไฟฟ้า

ภาพประกอบที่ ซ.4 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศด้านนอกอาคาร

ภาพประกอบที่ ซ.5 แสดงการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศด้านในอาคาร



ภาพประกอบที่ ซ.6 แสดงห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ภาพประกอบที่ ซ.7 แสดงการปิดม่านกันความร้อนจากภายนอก

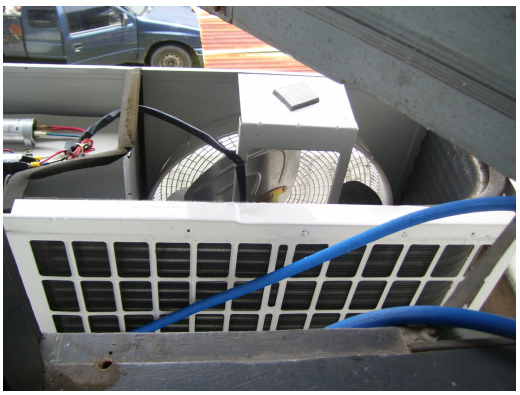
ภาพประกอบที่ ซ.8 แสดงการวัดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในระบบเครื่องปรับอากาศ

ภาพประกอบที่ ซ.9 แสดงการรณรงค์การเปิดและปิดระบบเครื่องปรับอากาศ

ภาพประกอบที่ ซ.10 แสดงการรณรงค์การเปิดและปิดระบบแสงสว่าง

ภาพประกอบที่ ซ.11 แสดงการรณรงค์การปิดเครื่องพิวเตอร์และเครื่องพริ้นเตอร์

ภาพประกอบที่ ซ.12 แสดงการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าระบบลิฟต์



ภาพประกอบที่ ซ.13 แสดงการทำความสะอาดระบบเครื่องปรับอากาศ

ภาพประกอบที่ ซ.14 แสดงการติดตั้งสวิตซ์เบรกเกอร์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นายสมหมาย ศรีสุข	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	4812550	
วุฒิ	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
วิศวกรรมโทรคมนาคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	2540

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ประจำสัญญาจ้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เลขที่1 หมู่ที่4 ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280