การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร: กรณีศึกษา กรมส่งเสริมการเกษตร (อาคาร 1)

กฤษเมธี โชติกณ์

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

Energy Conservation in Air-conditioning Systems and Assessment of Overall Thermal Transfer Value of Building Envelope: A Case Study of Department of Agricultural Extension (Building 1)

Kritmathi Chotigorn

Au Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering Management

College of Technology Innovation and engineering

Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร: กรณีศึกษา กรมส่งเสริมการเกษตร (อาคาร 1)

เสนอโดย กฤษเมธี โชติกรณ์

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 20 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร: กรณีศึกษา กรมส่งเสริมการเกษตร (อาคาร 1)
ชื่อผู้เขียน	กฤษเมธี โชติกรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการนำเสนอและวิเคราะห์มาตรการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศของอาคาร 1 ของกรมส่งเสริมการเกษตร โดยมีมาตรการทั้งหมด 4 มาตรการ คือ (1) มาตรการการปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น. (2) มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที (3) มาตรการตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท25 องศาเซลเซียส และ(4) มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ และทำการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร วิธีการวิเคราะห์มาตรการประหยัดพลังงานทำโดยการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากมาตรการต่าง ๆ ที่นำเสนอ การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารด้วยโปรแกรม BEC v.1.0.6 ผลการศึกษาพบว่ามาตรการที่หนึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 33,198.66 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี มาตรการที่สองสามารถลดได้ 16,599.33 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี มาตรการที่สามสามารถลดได้ 21,070.44 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปีและมาตรการที่สี่สามารถลดได้ 34,874.95 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี โดยมีระยะคืนทุนของมาตรการที่สี่อยู่ที่ 3.74 ปี สำหรับผลการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารมีค่าเท่ากับ 69.67 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 50 วัตต์/ตร.ม. และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาเท่ากับ 12.01 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดกำหนดให้ไม่เกิน 15 วัตต์/ตร.ม. สำหรับการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 484,123 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง แนวทางปรับปรุงผนังอาคารที่สามารถลดการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารเหลือ 39.08 วัตต์/ตร.ม. โดยทำการปรับปรุงผนังทึบและผนังโปร่งแสง

An Individual Study Title	Energy Conservation in Air-conditioning Systems and Assessment of Overall Thermal Transfer Value of Building Envelope: A Case Study of Department of Agricultural Extension (Building 1)
Author	Kritmathi Chotigorn
An Individual Study Advisor	Asst.prof. Aumnad Phdungsilp, Ph.D., Tekn.Dr.
Academic Year	2018

ABSTRACT

The objective of this study is to propose and analyze the measures for electricity savings of the air-conditioners of Building 1, Department of Agricultural Extension. These four measures include (1) Air-conditioning shutdown during 12.00-13.00 hrs., (2) Closing the air-conditioners 30 minutes before the end of working day, (3) Setting the thermometer at 25°C, and (4) Regularly maintenance of air-conditioners. This study also analyzes the overall thermal transfer of building envelope. The analysis of energy-saving measures is done by calculating the reduction of electrical energy from various measures. The assessment of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) is simulated using the BEC v.1.0.6 program. The results indicate that Measure 1 can reduce electricity consumption by 33,198.66 kWh/year. Measure 2 can reduce 16,599.33 kWh/year. Measure 3 can reduce 21,070.44 kWh/year and Measure 4 can reduce 34,874.95 kWh/year with the payback period of the Measure 4 at 3.74 years. For the result of the OTTV is 69.67 W/m^2 which is not meet the specified criteria of not more than 50 W/m^2 and the Roof Thermal Transfer Value (RTTV) is 12.01 W/m^2 which is passed the criteria set for not exceeding 15 W/m^2. For the whole building energy use, the amount of electricity consumed is 484,123 kWh/year which is passed the criteria of the energy use in reference building. The improvement of building envelope can reduce the OTTV to 39.08 W/m^2 by improving the opaque wall and transparent wall

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลเรื่อง “การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร กรณีศึกษา กรมส่งเสริมการเกษตร(อาคาร 1)” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ที่ได้ให้ความรู้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาของการวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานการศึกษารายบุคคล

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากกรมส่งเสริมการเกษตรสำนักงานใหญ่เขตจตุจักร, กรุงเทพมหานคร ที่ได้ช่วยในการรวบรวมข้อมูลอีกทั้งได้ให้คำแนะนำ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ จึงทำให้การศึกษารายบุคคลเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษารายบุคคลเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่าน

กฤษเมธี โชติกรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญภาพ..... ฌ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 17
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 22
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 22
3.2 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของสำนักงาน..... 24
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล..... 24
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 26
3.5 แนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ..... 27
3.6 แนวทางการเลือกมาตรการที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์.... 29
3.7 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 30
4. ผลการวิจัย..... 33
4.1 ผลการวิเคราะห์มาตรการจากแนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ... 33
4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ.. 35
4.3 สรุปผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ..... 40

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4.4 ผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6……..... 42

4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตรผ่านใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6……..... 44

4.6 วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคาร..... 45

5. สรุปและข้อเสนอแนะ..... 47

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย..... 47

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 48

บรรณานุกรม..... 49

ภาคผนวก..... 51

ประวัติผู้เขียน..... 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ตารางแสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร..... 2
2.1 เกณฑ์มาตรฐานของระบบกรอบอาคาร..... 10
2.2 เกณฑ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... 11
2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก..... 12
2.4 เกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่..... 12
2.5 เกณฑ์มาตรฐานของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน..... 13
2.6 เกณฑ์มาตรฐานของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม……..... 13
3.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลเครื่องปรับอากาศ..... 26
4.1 การวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน..... 33
4.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการอนุรักษ์พลังงาน
ในระบบปรับอากาศ…..... 40
4.3 สรุปการประเมินอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)……..... 45
4.4 สรุปการประเมินการปรับปรุงกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร…….. 46

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ส่วนแสดงผลค่า OTTV-RTTV ของโปรแกรม BEC……..... 14
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย…… 22
3.2 ส่วนแสดงผลค่า OTTV-RTTV ของโปรแกรม BEC…… 32
4.1 กราฟแสดงผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปีจากการกำหนดมาตรการ……. 41
4.2 กราฟแสดงผลการประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปีจากการกำหนดมาตรการ…….. 41
4.3 กราฟแสดงผลระยะเวลาคืนทุนต่อปีจากการกำหนดมาตรการ..... 42
4.4 ผลการคำนวณค่า OTTV และ RTTVของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1).. 42
4.5 ผลการวิเคราะห์ของระบบไฟฟ้าแสงสว่างแยกตามโซน…….. 43
4.6 การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบปรับอากาศ…… 43
4.7 ผลการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร…….. 44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพลังงานมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต การคมนาคมขนส่ง ทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุสาหกรรมการผลิต เป็นจำนวนมากจากพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดและต้องหมดไปในวันใดวันหนึ่ง ด้วยวิกฤตการณ์ต่างๆ อาทิเช่น การขาดแขลนน้ำมันดิบ, ก๊าซธรรมชาติ, ถ่านหิน โดยเฉพาะปัจจุบันนี้น้ำมันเชื้อเพลิงนับวันยิ่งมีความต้องการเพิ่มขึ้น ในขณะที่ประเทศเราไม่มีแหล่งน้ำมันดิบเพียงพอกับความต้องการในแต่ละปี รัฐบาลจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาลเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแนวโน้มราคาน้ำมันจึงเพิ่มสูงขึ้น ด้วยปัญหาต่างๆ การอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง จากข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) ได้กล่าวไว้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงานของระบบปรับอากาศเป็นพลังงานหลักที่สำคัญและใช้งานมากที่สุดถึงร้อยละ 60% ของระบบไฟฟ้าอื่นๆ ในสำนักงาน เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิความชื้น และความสะอาด เพื่อให้ผู้ใช้งานในอาคารเกิดความสบายต่อการทำงาน ส่งผลให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

อาคารสำนักงานของภาครัฐที่มีการก่อสร้างและใช้งานในระยะเวลา 10 - 15 ปีที่ผ่านมาจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงฯ และตามมาตรการลดการใช้พลังงานร้อยละ10 เมื่อพิจารณาลักษณะของอาคาร โดยเฉพาะอาคารสำนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในส่วนภูมิภาค ซึ่งไม่ได้ออกแบบสำหรับรองรับการใช้งานเครื่องปรับอากาศตั้งแต่แรก พบว่ามีปัญหาด้านการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่มีค่าการต้านทานความร้อนต่ำ เนื่องจากถูกกำหนดด้วยกรอบงบประมาณ จึงเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูกและก่อสร้างได้ง่ายในสมัยนั้น (กระทรวงพลังงาน, ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป.) ประกอบกับการออกแบบให้มีช่องเปิดจำนวนมากเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ ในภายหลังเมื่อมีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้ในอาคาร จึงอาจส่งผลให้การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศมีความสิ้นเปลือง ประเทศไทยมีปริมาณการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร

ส่งผลต่อใช้พลังงานในส่วนของอาคารมากขึ้น เช่น อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า อาคารชุด สถานศึกษา เป็นต้น และเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกรอบอาคาร โดยกรอบอาคารที่ดีควรสามารถป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้ามาภายในตัวอาคารมากเกินไป เพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และนำไปสู่การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ในแต่ละปีที่ผ่านมามีแนวโน้มการก่อสร้างอาคารชุดประเภทแนวราบเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจึงควรที่จะมีแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารให้เหมาะสมกับตัวอาคาร เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร การบังคับใช้กฎกระทรวงโดยการกำหนดประเภทหรือขนาดอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารได้ โดยการใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.6 ของกระทรวงพลังงาน เพื่อควบคุมค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร โดยกำหนดมาตรฐานไว้ดังตารางที่ 1.1 ตารางแสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารตามกฎกระทรวงพลังงานที่กำหนด

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

ประเภทอาคาร	**OTTV** **(Wm^{-2} ของผนังด้านนอกอาคาร)**	**RTTV** **(Wm^{-2}ของผนังด้านนอกอาคาร)**
สำนักงาน สถานศึกษา	OTTV $\leq$ 50	RTTV $\leq$ 15
ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า หรือซุปเปอร์สโตร์	OTTV $\leq$ 40	RTTV $\leq$ 12
โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	OTTV $\leq$ 30	RTTV $\leq$ 10

ที่มา: แนวทางการตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน http://www.trainenergyexpert.com

การใช้งานของระบบปรับอากาศในสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรอาคารที่ 1 พบว่ายังไม่มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานทางด้านระบบปรับอากาศ มีการใช้งานอย่างสิ้นเปลืองและขาดการดูแลบำรุงรักษา อีกทั้งยังไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโหลดการใช้พลังงานให้แน่ชัดหรือปริมาณการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานและเพื่อให้สามารถสร้างแนวทางมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศให้กับสำนักงานในส่วนต่างๆ จากปัญหาข้างต้นทำให้ในสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรอาคารที่ 1 จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายไปกับการใช้พลังงานไฟฟ้าและสิ้นเปลืองพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าหากมีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานก็จะทำให้ สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้และเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานลดน้อยลง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และนำเสนอมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรอาคารที่ 1

2. เพื่อวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV and Roof Thermal Transfer Value: RTTV) มาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารตามกฎกระทรวงพลังงานที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของอาคาร 1 กรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 262 ตัว

2. วิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศใน สำนักงานฝ่ายต่างๆในกรมส่งเสริมการเกษตร

3. สำรวจข้อมูลเครื่องปรับอากาศ หาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/y)

4. ศึกษาวิเคราะห์กรอบอาคารของกรมส่งเสริมการเกษตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศในกรมส่งเสริมการเกษตร

2. เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของกรมส่งเสริมการเกษตร

3. เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศให้กับสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตร

4. เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุง หรือออกแบบกรอบอาคารของสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารที่ถูกต้องตามกฎกระทรวงฯ

บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การอนุรักษ์พลังงาน

วิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำมันที่เกิดขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ทำให้เกิดการเรียนรู้ว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นเรื่องสำคัญ และมีความจำเป็นอย่างยิ่ง จึงมีการแสวงหามาตรการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบต่างๆ และในที่สุดรัฐบาลได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ขึ้น รวมทั้งพระราชกฤษฎีกาและกฎกระทรวงต่างๆ ที่ออกมาตามความในพระราชบัญญัติดังกล่าว

การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้ที่จะต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอันได้แก่ เจ้าของโรงงานควบคุม ซึ่งหมายความรวมถึงผู้รับผิดชอบในการบริหารโรงงานและเจ้าของอาคารควบคุม ซึ่งหมายความรวมถึงบุคคลอื่นที่ครอบครองอาคารด้วย โรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมที่อยู่ ภายใต้พระราชบัญญัติฉบับนี้จะต้องมีลักษณะการใช้พลังงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. โรงงาน/อาคารเดียวหรือหลายโรงงาน/อาคารภายใต้เลขที่บ้านเดียวกัน ที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายพลังงานให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียว หรือหลายชุดรวมกันขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ หรือ 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป

2. โรงงาน/อาคารเดียวหรือหลายโรงงาน/อาคารภายใต้เลขที่บ้านเดียวกัน ที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบของผู้จำหน่ายพลังงานความร้อนจากไอน้ำจากผู้จำหน่ายพลังงาน หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นจากผู้จำหน่ายพลังงาน หรือของตนเองอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 ธันวาคม ของปีที่ผ่านมามีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพของการเผาไหม้เชื้อเพลิง
2. การป้องกันการสูญเสียพลังงาน
3. การนำพลังงานที่เหลือจากการใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่
4. การเปลี่ยนไปใช้พลังงานอีกประเภทหนึ่ง
5. การปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าการลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับภาระและวิธีการอื่น
6. การใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนระบบควบคุมการทำงานและวัสดุที่ช่วยในการอนุรักษ์
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

1. การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
3. การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ
4. การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

2.1.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี kWh/Y = กำลังไฟฟ้า (kW) x ชม.ใช้งาน (hr/D) x วันใช้งาน (D/Y) x Factor ทำงาน

การประเมินอายุแอร์จากค่าแฟกเตอร์ทำงาน

- อายุ < 5 ปี คิด 90% จากพิกัด
- อายุ 6 – 10 ปี คิด 80% จากพิกัด
- อายุ > 10 ปี คิด 70% จากพิกัด

กำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น

$$\text{ตันความเย็น (TR)} = \frac{\text{บีทียูต่อชั่วโมง}}{12{,}000}$$

$$\text{KW/TR} = \frac{\text{KW}}{\text{TR}}$$

ค่า EER (Energy Efficiency Ratio: EER) คืออัตราส่วนระหว่างความสารมารถในการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(บีทียูต่อชั่วโมง) ต่อกำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น บีทียู/ช.ม./วัตต์ ดังนั้น ถ้าจะซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ควรเลือกเครื่องที่มีค่า EER สูงจะทำให้ได้รับความเย็นเท่ากันแต่เสียเงินค่าไฟฟ้าน้อยกว่า หรือในทางกลับกันหากจ่ายค่าไฟฟ้าเท่ากันก็จะได้รับความเย็นมากกว่าจากเครื่องที่มีค่า EER สูงนั้นเอง

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ} = \frac{\text{ความสามารถในการให้ความเย็น}}{\text{กำลังไฟฟ้า}}$$

เช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์

$$\text{ประสิทธิภาพ (EER)} = \frac{1{,}200 \text{ บีทียูต่อชั่วโมง}}{1{,}200 \text{ วัตต์}}$$

$$= 10 \text{ บีทียู/ช.ม./วัตต์}$$

ปัจจุบันฝ่ายปฏิบัติการด้านการใช้ไฟฟ้าของบริษัท กฟผ. จำกัด (มหาชน) ได้จำแนกระดับประสิทธิภาพด้านพลังงาน ออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 5 เป็นระดับประสิทธิภาพดีมาก EER ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป

ระดับที่ 4 เป็นระดับประสิทธิภาพดี EER ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10.6

ระดับที่ 3 เป็นระดับประสิทธิภาพปานกลาง EER ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 9.6

ระดับที่ 2 เป็นระดับประสิทธิภาพพอใช้ EER ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.6

ระดับที่ 1 เป็นระดับประสิทธิภาพต่ำ EER ตั้งแต่ 7.6

จะเห็นได้ว่า ระดับที่ 5 เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานดีที่สุด ดังนั้นจึงมีการทำฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพดังกล่าวติดบนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่วางจำหน่ายทั่วไป เพื่อเป็นข้อมูลให้ใช้ทราบนอกจากนี้การเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศยังมีข้อควรพิจารณาอื่นๆ

2.1.3 การคำนวณหาขนาดบีทียูของระบบปรับอากาศ

<u>บีทียูต่อชั่วโมงสูงไป</u> คอมเพรสเซอร์ทำงานตัดบ่อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำงานลดน้อยลง ทำให้ความชื้นในห้องสูง ไม่สบายตัว และที่สำคัญราคาแพง และสิ้นเปลืองพลังงาน

<u>บีทียูต่อชั่วโมงต่ำไป</u> คอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา เพราะความเย็นห้องไม่ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้สิ้นเปลืองพลังงาน และเครื่องปรับอากาศเสียเร็ว

<u>วิธีการคำนวณหาค่า บีทียู</u>

บีทียู = พื้นที่ห้อง (กว้าง × ยาว) × ค่าตัวแปร

<u>ค่าตัวแปร</u>

700-800 สำหรับห้องนอน หรือห้องที่มีความร้อนน้อย (ห้องทีไม่โดนแดดหรือโดนเล็กน้อยฝ้าต่ำ หรือห้องที่ใช้แอร์ช่วงกลางคืน)

800-900 สำหรับห้องรับแขก หรือห้องที่มีความร้อนปานกลาง – มาก (ห้องที่โดนแดดอยู่ทิศตะวันตก หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

900-1000 สำหรับห้องทำงาน ห้องออกกำลังกาย หรือห้องที่มีความร้อนมาก หรือฝ้าสูง (ห้องที่โดนแดด อยู่ทิศตะวันตก อยู่ชั้นบนสุด หรือใช้แอร์ช่วงกลางวัน)

1000-1200 สำหรับร้านค้า ร้านอาหารที่เปิดปิดประตูบ่อย ร้านทำผม หรือสำนักงานที่มีคนอยู่จำนวนมาก

*(หากฝ้าเพดานสูงกว่า 2.5 เมตร มีจำนวนคนในห้องมาก หรือมีคอมพิวเตอร์ ควรบวกค่า บีทียู เพิ่มอีก 5% จากค่าปกติ)

2.1.4 การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงควรหมั่นดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถแบบทำเองได้โดยทำความสะอาดอุปกรณ์เบื้องต้น ดังนี้

1. แผ่นกรองอากาศ (Filter) ถอดแผ่นกรองอากาศมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าโดยฉีดน้ำที่บริเวณด้านหลังของแผ่นกรองอากาศ (ด้านที่ไม่ได้รับฝุ่น) ให้ฝุ่นและสิ่งสกปรกหลุดออก จากนั้นตากให้แห้งแล้วใส่กลับคืน หรือถ้าเป็นแบบเส้นใยอลูนิเมียมถัก (หรือแบบเส้นใยไนล่อน) ก็อาจใช้แปรงที่มีขมนิ่มๆ เช่น แปรงสีฟัน หรือแปลงทาสีช่วยปัดฝุ่นด้วยก็ได้

2. แผงขดท่อคอล์ยเย็น ทำความสะอาดได้โดยใช้แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสี ปัดเอาฝุ่นที่ยึดเกาะอยู่ให้ออกก่อนด้วยการลากแปรงลงตามแนวล่องของแผ่นครีบอลูมิเนียม แล้วจากนั้นค่อยเอาน้ำล้างเพื่อให้ฝุ่นที่เหลือหลุดตามน้ำออกมา ทุก 6 เดือน การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศนั้นสามารถทำสัปดาห์ละครั้ง หรือเดือนละ 2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศระบายลมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. แผงขดท่อระบายความร้อน (คอล์ยร้อน) เช่นเดียวกับการทำความสะอาดแผงขดท่อคอล์ยเย็น สามารถทำได้โดยใช้แปรงนิ่มๆ และน้ำฉีดล้างได้ แต่ต้องระวังไม่ให้น้ำกระเด็น เข้าไปเปียกแผงอุปกรณ์ไฟฟ้า ระยะเวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนควรล้าง ทุก 6 เดือน เพื่อให้เครื่องสามารถนำความร้อนภายในห้องออกไปทิ้งให้แก่อากาศภายนอกได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ใบพัดลม ทำความสะอาดด้วยแปรงขนาดเล็ก เพื่อเอาฝุ่นที่จับกันเป็นแผ่นแข็งและติดกันอยู่ตามซี่ใบพัดออก ทุก 6 เดือน จะทำให้พัดลมส่งลมได้เต็มที่

5. หน้ากากรับลมและหน้ากากจ่ายลม สามารถทำความสะอาดได้โดยปัดฝุ่น หรือใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดถู หรือถ้าสามารถถอดออกได้จะนำไปล้างน้ำก็ได้

2.1.5 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงานได้ประกาศกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 โดยอาศัยความตามมาตรา 19 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550) การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้น ในหลังเดียวกันตั้งแต่2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวง

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร ประกอบด้วย 6 ส่วน ได้แก่ ระบบกรอบอาคารระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบบกรอบอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (Overall thermal transfer value, OTTV)และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof thermal transfer value, RTTV) ในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทอาคาร ต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้ ตารางที่ 2.1 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของระบบกรอบอาคารตามกฎกระทรวงพลังงาน

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์มาตรฐานของระบบกรอบอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
สถานศึกษา สำนักงาน	50	15
โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40	12
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30	10

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้านรวมกันอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบกรอบอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้น กำหนดอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้ ตารางที่ 2.2 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
สถานศึกษา สำนักงาน	14
โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

ระบบปรับอากาศ

ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นเป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดไว้ใน ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552 โดยมีรายละเอียดดังนี้

“เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก” หมายความว่า เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยออกแบบแยกเป็นสองชุดทำงานร่วมกัน ซึ่งได้แก่ ชุดคอนเดนซิง (Condensing unit) และชุดแฟนคอยล์ (Fan-coil unit) ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 50เฮิรตซ์ สำหรับใช้เพื่อลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ไหลผ่านชุดแฟนคอยล์เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of performance, COP)หรืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficiency ratio, EER) ขั้นต่ำดังต่อไปนี้ ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน 12,000	3.22	11

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นและส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศดังต่อไปนี้

เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ

ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ ตารางที่ 2.4 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์มาตรฐานของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า 300 มากกว่า 300	1.33 1.31
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	1.24
	แบบโรตารี่ แบบสกรู หรือแบบสครอลล์	น้อยกว่า 150 มากกว่า 150	0.89 0.78
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 500 มากกว่า 500	0.76 0.62

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์มาตรฐานของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
(ก) หม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Oil fired steam boiler)	*85*
(ข) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Oil fired hot water boiler)	*80*
(ค) หม้อไอน้ำที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas fired steam boiler)	*80*
(ง) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas fired hot water boiler)	*80*

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบใช้อากาศเป็นแหล่งพลังงาน (Air-source heat pump water heater) ดังตารางที่ 2.6 แสดงเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

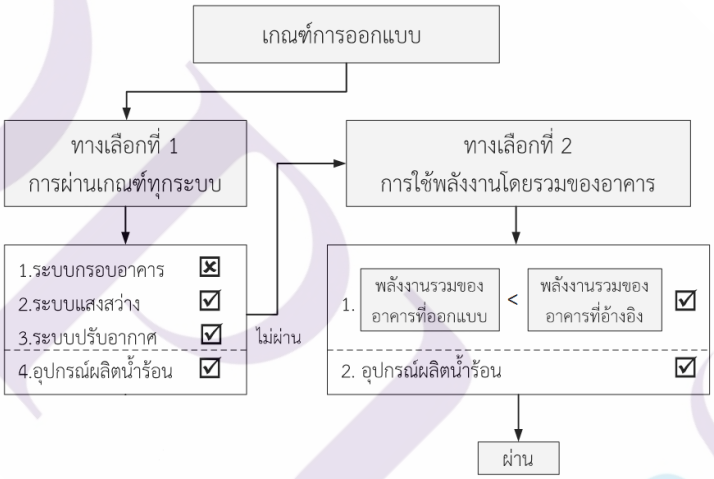
ตารางที่ 2.6 เกณฑ์มาตรฐานของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

ภาวะพิกัด				ค่าสัม ประสิทธิ์ มรรถนะขั้นต่ำ
ลักษณะการออกแบบ	อุณหภูมิน้ำเข้า	อุณหภูมิน้ำออก	อุณหภูมิอากาศ	
(ก) แบบที่ 1	30.0	50.0	30.0	3.5
(ข) แบบที่ 2	30.0	60.0	30.0	3.0

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

2.1.6 เกณฑ์การผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

หลักเกณฑ์การผ่านของการตรวจประเมินแบบอาคารให้พิจารณาจากเกณฑ์การออกแบบ แบ่งการผ่านเกณฑ์เป็น 2 ทางเลือก ดังภาพที่ 1 ภาพแสดงหลักเกณฑ์การผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยพิจารณาจากทางเลือกที่ 1 คือ การผ่านเกณฑ์ทุกระบบ หากผลการตรวจประเมินผ่านทุกรายระบบในข้อที่ 2.1 ข้อที่ 2.2 และข้อที่ 2.3 ก็จะถือว่าอาคารนี้ผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แต่ถ้าหากมีบางส่วนไม่ผ่านเกณฑ์รายระบบใด ระบบหนึ่ง ให้พิจารณาทางเลือกที่ 2 คือการผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารต่อปี โดยนำค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ออกแบบมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิงตามกฎกระทรวง ถ้ามีค่าต่ำกว่าจึงถือว่าเป็นการผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเช่นกัน



ภาพที่ 2.1 หลักเกณฑ์การผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา: การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552

2.1.7 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของระบบกรอบอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ใช้กำหนดประสิทธิภาพเชิงอุณหภาพของกรอบอาคาร ค่าดังกล่าวแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคาร (ครอบคลุมทั้งผนังทึบและผนังโปร่งแสง) ที่เป็นผลต่อภาระการปรับอากาศของระบบปรับอากาศ โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก สำหรับอาคารประเภทสำนักงาน ต้องมีค่าไม่เกิน

50 วัตต์/ตร.ม. ของผนังด้านนอกอาคาร คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน (OTTV) รวมกัน

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ใช้กำหนดประสิทธิภาพเชิงอุณหภาพของหลังคาอาคาร ค่าดังกล่าวแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ถ่ายเทผ่านหลังคาอาคาร ครอบคลุมทั้งหลังคาทึบแสงและโปร่งแสงที่มีผลต่อภาระการปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงานต้องมีค่าไม่เกิน 15 วัตต์/ตร.ม. ของหลังคาอาคาร วิธีการในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน (OTTV) ให้ คำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\mathbf{OTTV= (UW)(1-WWR)(TDeq) + (Uf)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)}$$

OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

UW คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)

Uf คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและ/หรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) คือค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังแต่ละด้าน (OTTV) รวมกัน คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$\mathbf{\underline{OTTV = (Aw1)(OTTV1) + (Aw2)(OTTV2) + \ldots + (Awi)(OTTV)}}$$

$$\mathbf{Aw1 + Aw2 + \ldots + Awi}$$

Awi คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง (ตร.ม.)

OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ด้านที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

วิธีการในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน (RTTV) ให้คำนวณจาก สมการ ดังต่อไปนี้

$$RTTV = (Ur)(1-SRR)(TDeq) + (Us)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)

Us คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาโปร่งแสงและ/หรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) คือค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน (RTTV) คำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\underline{\mathbf{RTTV = (Ar1)(RTTV1) + (Ar2)(RTTV2) + \ldots + (Ari)(RTTV)}}$$

$$\mathbf{Ar1 + Ar2 + \ldots + Ari}$$

Ari คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง (ตร.ม.)

RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน (วัตต์/ตร.ม.)

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (2557) การศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานงานวิจัยนี้ศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อเครื่องปรับอากาศมีการทำงานและหยุดทำงานในระยะสั้น และเพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เพื่อการประหยัดพลังงานทำการทดลองโดยศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากสภาวะการทำงานจริง ทำการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงสั้นเป็นระยะเวลาต่างๆ กัน ผลการทดลองพบว่าการหยุดทำงานเครื่องปรับอากาศในระยะสั้นส่งผลให้เมื่อเปิดเครื่องทำงานอีกครั้งจะมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยที่สูงขึ้น พลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้นจาก 527.07Wh เป็น 527.2Wh เมื่อมีการปิดเป็นเวลา 10 นาที เมื่อปิดเครื่อง เป็นเวลา 20-35 นาที พลังงานที่ใช้มีค่าเฉลี่ยที่ 529Wh เนื่องจากในช่วงหยุดการทำงานนั้นเกิดความร้อนสะสมภายในบริเวณห้องทำให้อุณหภูมิห้องเพิ่มมากขึ้น แต่การเพิ่มของพลังงานนั้นมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับผลประหยัดจากการปิดเครื่องปรับอากาศ อีกทั้งพบว่าจำนวนนาทีที่ปิดเครื่องแปรผันโดยตรงกับ ผลประหยัดที่ได้ สรุปได้ว่าการปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลาสั้น ส่งผลกระทบน้อยมากต่อการเพิ่มขึ้น ของพลังงานจากภาวะปกติ การอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมที่สุดคือเมื่อผู้ใช้ออกจากห้องทุกครั้งควรปิด เครื่องปรับอากาศ

วรกานต์ (2553) กล่าวว่า งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าและสร้างมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัท เพทโทร-อินสตรูเมนท์ จำกัด โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศภายในอาคารจำนวน 7 ชั้น วิเคราะห์มาตรการระบบแสงสว่าง 3 มาตรการ คือมาตรการปิดแสงสว่างในช่วงเวลาพักเที่ยง มาตรการติดตั้งสวิตช์กระตุกกับโคมไฟฟ้าในสำนักงานและมาตรการปรับปรุงระบบแสงสว่างโดยใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์จากระยะเวลาคือทุน โดยผลการวิเคราะห์พบว่า การใช้ มาตรการปิดแสงสว่างในช่วงเวลาพักเที่ยงที่ปฏิบัติแล้ว สามารถประหยัดได้ 11,607.96 kW/y ประหยัดเงินได้ 42,136.89 บาท วิเคราะห์มาตรการระบบปรับอากาศ 3 มาตรการ คือ มาตรการปิดระบบปรับอากาศในช่วงเวลาพักเที่ยง มาตรการบุฉนวนกันความร้อนฝ้าเพดานของพื้นที่ปรับอากาศชั้นบนสุด และมาตรการใช้เทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์จากระยะเวลาคืนทุน โดยผลการวิเคราะห์พบว่า การใช้มาตรการปิดระบบปรับอากาศในช่วงเวลาพักเที่ยงที่ปฏิบัติแล้ว สามารถประหยัดได้ 73,942.05 kW/y ประหยัดเงินได้ 268,409.64 บาท เมื่อนำมาตรการไปปฏิบัติแล้ว ผลการปฏิบัติแล้วประหยัดได้มาตรการทั้ง 2 ในเดือนที่เริ่มต้นใช้มาตรการเดือนพฤศจิกายน 2553 เป็นต้นมา ทำให้ลดการใช้ไฟฟ้าได้ เมื่อเทียบกับเดือนตุลาคม 2553

ได้ทั้งหมด 4,000 หน่วย ทำให้ประหยัดเงินได้ เป็นจำนวน 14,520 บาท ซึ่งค่าประหยัดพลังงานได้จริงแตกต่างจากค่าที่กำหนดได้ร้อยละ 56.11% จากจำนวนเงินที่ประหยัดได้

อาจรี ศุภสุธีกุล (2557) ศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อเครื่องปรับอากาศมีการทำงานและหยุดทำงานในระยะสั้นและเพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน ทำการทดลองโดยศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากสภาวะการทำงานจริง ทำการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงสั้นเป็นระยะเวลาต่างๆ กัน ผลการทดลองพบว่าการหยุดทำงานเครื่องปรับอากาศในระยะสั้นส่งผลให้เมื่อเปิดเครื่องทำงานอีกครั้งจะมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยที่สูงขึ้น พลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้นจาก 527.07 Wh/y เป็น 527.2 Wh/y เมื่อมีการปิดเป็นเวลา 10 นาที เมื่อปิดเครื่อง เป็นเวลา 20-35 นาที พลังงานที่ใช้มีค่าเฉลี่ยที่ 529 Wh/y เนื่องจากในช่วงหยุดการทำงานนั้นเกิดความร้อนสะสมภายในบริเวณห้องทำให้อุณหภูมิห้องเพิ่มมากขึ้น สรุปได้ว่าการปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลาสั้นส่งผลกระทบน้อยมากต่อการเพิ่มขึ้นของพลังงานจากภาวะปกติ การอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมที่สุดคือ เมื่อผู้ใช้ออกจากห้องทุกครั้งควรปิดเครื่องปรับอากาศ

นายกิตติศักดิ (2554) กล่าวว่างานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เกิดจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ โดยเฉพาะระบบปรับอากาศแบบเติมอากาศภายนอก (Pre-cooled fresh air unit) ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมงเพื่อเติมอากาศที่บริสุทธิเข้ามาแทนที่อากาศเก่าที่ถูกระบายออกไปด้วยระบบระบายอากาศ (Exhaust fan) ด้วยการนำเอาระบบเติมอากาศที่มีประสิทธิภาพแบบใหม่ (DX evaporator) มาใช้แทนระบบเดิมที่ใช้อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนพิเศษ (Heat pipe) ในการลดอุณหภูมิและความชื้น และสามารถสอดคล้องกับโครงการอนุรักษ์พลังงานและสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานละตอบสนองกับโครงการได้เป็นอย่างดีกับโรงงานที่ต้องการลดพลังงานไฟฟ้า

โสพิศ ชัยชนะ (2558) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพื่อประหยัดพลังงาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและให้กรอบอาคารมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมตามเกณฑ์ที่กำหนด จากเดิมที่วัสดุกรอบอาคารมีค่าการต้านทานความร้อนต่ำ คือ มีค่า OTTV เท่ากับ 68.69 W/m^2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีค่า RTTV เท่ากับ 27.64 W/m^2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรม Building Energy Code software version 1.0.6 (BEC v.1.0.6) สำหรับจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร เกณฑ์ในการ

เลือกแนวทางปรับปรุงคือ 1) สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคาร 2) ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง และ 3) ไม่เปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์ภายนอกของอาคาร แนวทางปรับปรุงที่เลือกได้แก่ การติดตั้งฉนวนหรือการเว้นช่องอากาศและปิดทับด้วยแผ่นผนังสำเร็จรูปที่ผนังทึบ การเปลี่ยนชนิดกระจกหน้าต่าง การติดฟิล์มที่กระจกใสเดิม การติดตั้งฉนวนเหนือฝ้าเพดาน และการทาสีสะท้อนความร้อนที่หลังคาดาดฟ้า ประเมินความเหมาะสมของแนวทาง โดยพิจารณาจากปริมาณไฟฟ้าต่อปีที่ลดลง (kWh/Year) ผลวิจัยพบว่า (1). แนวทางปรับปรุงผนังอาคารให้ผ่านค่า OTTV ใช้เงินลงทุนน้อยและคืนทุนเร็วที่สุด คือ การปรับปรุงเฉพาะผนังทึบ โดยติดตั้งฉนวนโพลีสไตรีนแบบขยายตัว (EPS) หนา 35 มม. ชนิดแผ่นสำเร็จรูปพร้อมแผ่นยิปซั่มหนา 9 มม. มีค่า OTTV เท่ากับ 48.05 W/m2 สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 8.16 ระยะคืนทุน 5.43 ปี ในกรณีที่ปรับปรุงทั้งผนังทึบและผนังโปร่งแสงทำได้โดยเว้นช่องอากาศ กว้าง 9 ซม. ปิดทับด้วยแผ่นยิปซั่มบุฟอยล์ หนา 12 มม. ที่ผนังทึบ และเปลี่ยนกระจกโฟลตใส 6 มม. เป็นกระจกโฟลตสีเขียวเข้ม 6 มม. (SHGC 0.55) มีค่า OTTV เท่ากับ 41.11 W/m2 สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 10.87 ระยะคืนทุน4.93 ปี (2). การปรับปรุงหลังคาอาคารเพื่อให้ผ่านค่า RTTV ใช้เงินลงทุนน้อยและคืนทุนเร็วที่สุด คือการปูฉนวนใยแก้วแบบม้วน หนา 75 มม. หุ้มด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ เหนือฝ้าเพดานชั้น 3 มีค่า RTTV เท่ากับ 5.18 W/m2 ลดปริมาณไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 6.26 ระยะคืนทุน 1.19 ปี

นางสาววงศิยา อนุศักดากุล (2559) แนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานภาครัฐในประเทศไทยให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ ผลการศึกษาพบว่า อาคารทั้ง 3 รูปแบบก่อนปรับปรุงมีการใช้พลังงานสูงกว่าที่ผลิตได้เอง โดยมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ซึ่งประเมินด้วยโปรแกรม Building Energy Code (BEC) มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดผ่านเกณฑ์ทุกอาคาร แต่ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบางอาคารต่ำกว่าเกณฑ์ จึงแบ่งแนวทางลดการใช้พลังงาน ดังนี้ แนวทางที่ 1 ปรับปรุงกรอบอาคารเพียงอย่างเดียว ให้ผ่านเกณฑ์ตามกฎหมาย คือ OTTV$\leq$50 วัตต์ต่อตารางเมตร และ RTTV$\leq$15 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยเปลี่ยนวัสดุผนังทึบและกระจก เพิ่มฉนวนใยแก้วใต้หลังคา ซึ่งพบว่าความต้องการพลังงานรวมทุกอาคาร ยังสูงกว่าที่สามารถผลิตได้ จึงยังเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ไม่ได้ แนวทางที่ 2 ปรับปรุงการจัดการระบบภายในอาคาร โดยเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (LED) เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้อุปกรณ์สานักงานและคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องหมายประหยัดพลังงาน Energy Star โดยไม่ปรับปรุงกรอบอาคาร ซึ่งพบว่าแนวทางนี้สามารถลดพลังงานรวมในทุกอาคารได้มากกว่าแนวทางแรก จนสามารถเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ได้ แต่อาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ นอกจากจะเป็นอาคารที่ประหยัดพลังงานแล้ว ยังต้องมีศักยภาพสอดคล้องตามเกณฑ์

มาตรฐานพลังงานและกฎหมายด้วย ซึ่งการปรับปรุงผนังและหลังคา ให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (OTTV, RTTV) ผ่านเกณฑ์ตามกฎหมาย ควบคู่กับการเปลี่ยนหลอดไฟ เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์สำนักงาน จะยิ่งทาให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการได้อีกด้วย

สุรพล เดชพล (2552: 77) ได้ศึกษาการปรับปรุงเปลือกอาคารสำนักงานของราชการ โดยอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น มีทั้งส่วนสำนักงานและส่วนห้องประชุม เวลาทาการ 09.00-16.00 น. มีพื้นที่ปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 56.3 ของพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ากรอบอาคารมีค่า OTTV และ RTTV ผ่านตามเกณฑ์ คือผนังก่ออิฐฉาบเรียบหนา 10 ซม. ภายนอกทาสีอ่อน กระจกเขียวใสหนา 6 มม. (SHGC 0.54) มีWWR ในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก เท่ากับ 0.385, 0.231, 0.042 และ 0.253ตามลาดับ ไม่มีอุปกรณ์บังแดด (SC=1) มี OTTV เท่ากับ 48.42 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 50 วัตต์/ตร.ม. หลังคา คือ แผ่นเมทัลชีทสีอ่อน พ่นผิวด้านล่างด้วยโพลียูรีเทนโฟมหนา 50 มม.ด้านล่างเป็นช่องอากาศสูง 1 ม. และฝ้าเพดานแผ่นยิปซั่มหนา 12 มม. มี RTTV เท่ากับ 10.15 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 15 วัตต์/ตร.ม.

ดลยา ศิริปรุ (2548: 129) ที่ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยพบว่าอาคารกรณีศึกษา มีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศสูง เนื่องจากวัสดุกรอบอาคาร คือ ผนังอิฐมอญฉาบเรียบ หนา 10 ซม. ภายนอกทาสีขาว และหน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม. มีค่าการต้านทานความร้อนต่า นอกจากนี้ยังมีพื้นที่กรอบอาคารมากเนื่องจากอาคารมีลักษณะเป็นรูปกากบาท ส่งผลให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผนังสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด คือมีค่า OTTV เท่ากับ 64.84 วัตต์/ตร.ม. ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 55 วัตต์/ตร.ม สำหรับหลังคา คือ แผ่นเหล็กทาสีกันสนิม มุงด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียสีเขียว บุอลูมิเนียมฟอยล์ด้านล่างเป็นช่องอากาศ และฝ้าเพดานแผ่นยิปซั่มหนา 9 มม. มีค่า RTTV เท่ากับ 13.76 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. มีการเสนอทางเลือกการปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ โดยจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารด้วยโปรแกรม DOE-2 สรุปแนวทางการปรับปรุงได้ดังนี้

1. ผนังอาคาร ติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 50 มม. และปิดทับด้วยแผ่นยิปซั่มหนา 12มม. ที่ผนังทึบ และเปลี่ยนชนิดกระจกเป็นกระจกสีชาหนา 6 มม. ร่วมกับการติดตั้งแผงกันแดดแบบแนวตั้งและแนวนอนสองชั้น หลังคาอาคาร ติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 25 มม. ที่เหนือฝ้าเพดาน สามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 39.26 ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 7.23 ปี

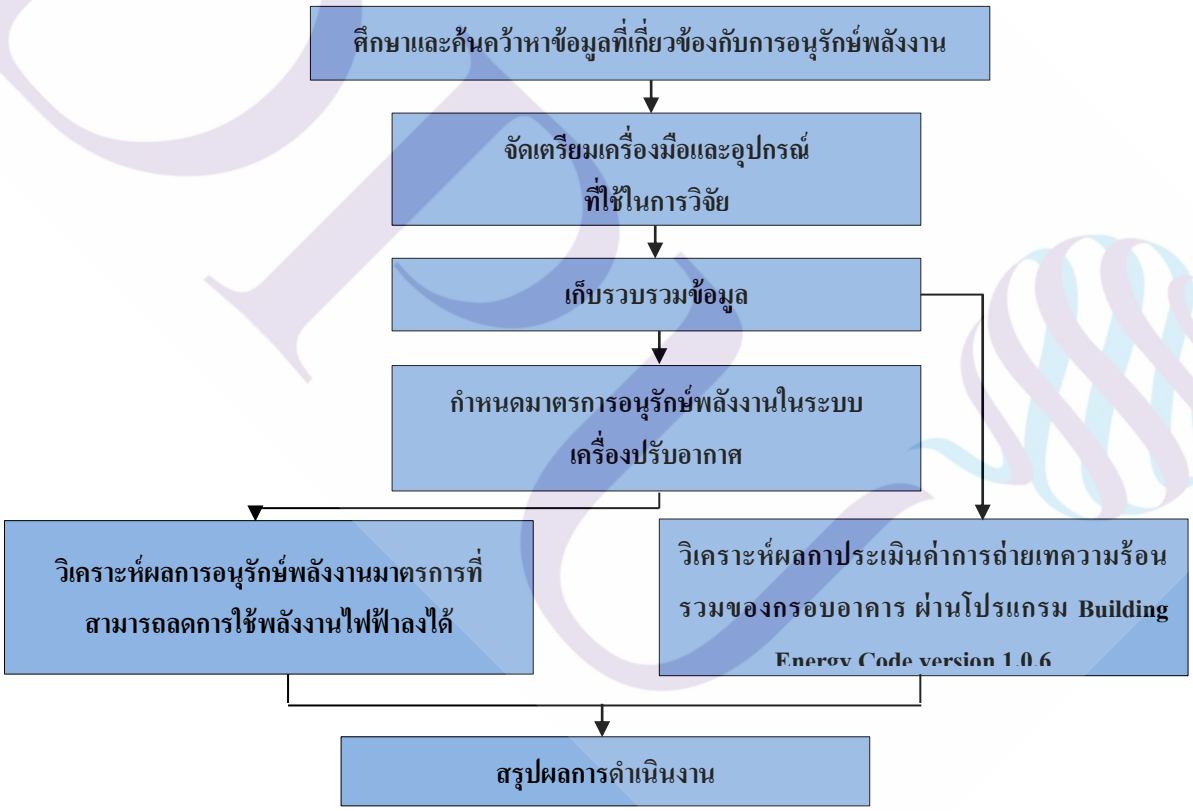
2. ใช้วิธีเดียวกับแนวทางที่ 1 โดยเพิ่มความหนาของฉนวนเป็น 75 มม. ทั้งในส่วนของผนังและหลังคา และเปลี่ยนชนิดกระจกเป็นกระจกสีฟ้า หนา 6 มม. สามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 40 ต่อปี คืนทุน 8.39 ปี จากการศึกษานี้ยังพบว่า การใช้กระจก Low-E สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารได้ดีมาก แต่มีระยะเวลาการคืนทุนที่สูง เนื่องจากวัสดุในขณะนั้นมีราคาแพง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก การศึกษาและเลือกเทคนิคและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการให้อาคารสำนักงานนำมาปรับใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและก่อให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงเห็นความสำคัญในการศึกษาสถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศในอาคาร โดยจะพิจารณาภาพรวมของปริมาณการใช้ไฟฟ้า การวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงาน และค่ามาตรฐานการจัดการใช้พลังงานในส่วนราชการรวมถึงเทคนิคการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อให้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างมาตรการและข้อเสนอแนะของสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรต่อไป

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศ กรณีศึกษากรมส่งเสริมการเกษตร อาคารที่ 1 ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

- ศึกษาข้อมูลการอนุรักษ์พลังงานจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- รวบรวมข้อมูลทฤษฎีและมาตรการต่างๆ ในการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ
- รวบรวมข้อมูลมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

- กำหนดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
- จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ทีต้องการ

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> เก็บรวบรวมข้อมูล

- ศึกษาตำแหน่งที่อยู่ของปริมาณกำลังไฟฟ้า ขนาดบีทียู (BTU) ทั้งหมดของสำนักงานในฝ่ายต่างๆ
- จดบันทึกปริมาณกำลังไฟฟ้า ขนาดบีทียู (BTU) เวลาการใช้งานและจำนวนของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด
- หาปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของระบบปรับอากาศโดยคิดเป็น (kWh/y)
- รวบรวมข้อมูลของอาคารสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรลักษณะของอาคารประกอบด้วย ทิศทางของอาคาร พื้นที่ใช้สอย ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร วัสดุก่อสร้างอาคาร พื้นที่ และสัดส่วนของช่องเปิดต่อผนังทึบในแต่ละทิศ

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศ

- ตรวจสอบหามาตรการที่เป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงาน
- กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีการคำนวณ ก่อนการปรับปรุงและผลการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงของแต่ละมาตรการ
- เลือกมาตรการที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

<u>ขั้นตอนที่ 5</u> วิเคราะห์ผลการอนุรักษ์พลังงาน

- วิเคราะห์ผลการอนุรักษ์พลังงานมาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้และผลการประหยัดค่าใช้จ่ายในแต่ละมาตรการ
- วิเคราะห์ผลกาประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร ผ่านโปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6
- สรุปผลที่ได้จากการกำหนดมาตรการและการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> สรุปผลการดำเนินงาน

- จัดทำรูปเล่มรายงานและจัดเตรียมแบบนำเสนอ

3.2 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของสำนักงาน

โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศในสำนักงานของฝ่ายต่างๆ จนถึงแนวความคิดทางมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นไปได้จริง เพื่อใช้ในการนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ

การศึกษากรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร อาคารที่ 1 มีจำนวน 5 ชั้น เพื่อวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยจะรวบรวมข้อมูลของอาคาร ทิศทางของอาคาร พื้นที่ใช้สอย ลักษณะ การใช้งานภายในอาคาร วัสดุก่อสร้างอาคาร พื้นที่ และสัดส่วนของช่องเปิดต่อผนังทึบในแต่ละทิศ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ข้อมูลของระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย ชนิด จำนวน ประสิทธิภาพ และข้อมูลของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.3.1 วิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมโหลดของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเครื่องปรับอากาศ บางชุด ไม่มีป้าย (Nameplate) บอกความสามารถในการทำความเย็นบีทียูหรือพิกัดกระแสและกำลังไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือประกอบทางด้านคอยร้อน เพื่อวัดค่าที่ต้องการและนำมาคำนวณแทน การอ่านค่าจากแผ่นป้ายเครื่อง ซึ่งได้จัดเตรียมจากแผนก ฝ่าย ENG ในการเก็บข้อมูลโหลดโดยประกอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

- ไขควงวัดไฟ
- มิเตอร์วัดกระแสหรือ Clip Am

3.3.2 โปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6 หรือ BEC v1.0.6

เป็นโปรแกรมสำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของแบบอาคารต่อเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ตามกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 พัฒนาโดยกรม พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (พพ.) สำหรับการใช้โปรแกรม (กระทรวงพลังงาน. ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2557) จำเป็นต้อง กรอกข้อมูลต่างๆ ของอาคารและระบบต่างๆ ที่จาเป็นให้ครบถ้วน เพื่อให้

โปรแกรมสามารถแสดงผล ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของอาคารและระบบต่างๆได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รายละเอียดที่ต้องระบุลงในโปรแกรม สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

- ข้อมูลทะเบียนอาคาร ประกอบด้วย

ชื่ออาคาร หรือ โครงการ (Project Name)

ประเภทของอาคาร หรือ โครงการ (Type)

จังหวัดที่ตั้งของอาคาร หรือ โครงการ (Location)

- Database ข้อมูลรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ

Envelope ข้อมูลรายละเอียดของวัสดุ และส่วนประกอบต่างๆ

Material รายละเอียดของวัสดุที่จะประกอบเป็นส่วนของผนัง

Component of Section รายละเอียดส่วนประกอบของผนัง

Section of Wall รายละเอียดของ Section ที่จะเป็นผนัง

Wall รายละเอียดของผนัง

Lighting System รายละเอียดของชุดโคมไฟ

A/C System รายละเอียดของระบบปรับอากาศ

Other รายละเอียดของอุปกรณ์อื่นๆ

- Building Model ข้อมูลรายละเอียดพื้นที่ภายใน ส่วนประกอบของผนัง และรายละเอียดของอุปกรณ์ที่อยู่ในแต่ละเขตพื้นที่

- Report โดยโปรแกรมจะแสดงผลการประเมินการใช้พลังงานของอาคารแต่ละระบบดังนี้

- Envelope System รายงานสมรรถนะด้านการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง และหลังคาโดยรวมของทั้งอาคาร และแบ่งตามด้านของผนัง รวมถึงผลการประเมินเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรอบอาคาร (ค่า OTTV หรือ RTTV แบ่งตามด้านของผนัง)

- Lighting System รายงานสมรรถนะด้านพลังงานและผลการประเมินเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- DX Air-Conditioning Unit รายงานสมรรถนะด้านพลังงานและผลการประเมินเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของระบบปรับอากาศแบบเป็นชุด

- Whole Building Energy รายงานสมรรถนะด้านพลังงานและผลการประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของทั้งอาคาร หรือโครงการ

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องปรับอากาศ จะเริ่มจากการสำรวจเครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วน (Split Type System) ที่ติดตั้งอยู่ในสำนักงานของฝ่ายต่างๆ ซึ่งจะทำแบบฟอร์มการสำรวจข้อมูล จำนวนเครื่องปรับอากาศค่าปริมาณการทำความเย็นบีทียู (BTU) หรือพิกัดกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังตารางที่ 3.1 ตารางแสดงแบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศแล้ว

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า(A)	EER
101	ศูนย์อำนวยการร่วมฯ	18,000	6	1	2.00	9.1	9.00
		24,000	6	1	1.87	8.5	12.82
		38,000	6	2	4.22	19.2	9.00
102	-	24,500	2	1	1.96	8.9	12.50
		36,000	2	1	4.00	18.2	9.00
103	File server	18,000	6	1	2.00	9.1	9.00
		30,100	6	1	3.34	15.2	9.00

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลกรอบอาคาร กรมส่งเสริมการเกษตร อาคารที่ 1 มีจำนวน 5 ชั้น ได้แก่

- ลักษณะทางกายภาพ

ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบ ประกอบด้วย ความสูง และตำแหน่งของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียง

- ลักษณะของอาคาร

ประกอบด้วย ทิศทางของอาคาร พื้นที่ใช้สอย ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร วัสดุก่อสร้างอาคาร พื้นที่ และสัดส่วนของช่องเปิดต่อผนังทึบในแต่ละทิศการใช้งานของผู้ใช้ภายในอาคาร ประกอบด้วย จานวนผู้ใช้งานในแต่ละพื้นที่ ตารางเวลาการใช้งาน

- ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่

ข้อมูลของระบบปรับอากาศและประกอบด้วย ชนิด จำนวน ประสิทธิภาพ และตารางเวลาเปิด-ปิดของเครื่องปรับอากาศ

ข้อมูลของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย ชนิด จำนวน กำลังไฟฟ้าและตารางเวลาเปิด-ปิดหลอดไฟ

3.5 แนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

มาตรการด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (House Keeping)

1. มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที

แนวคิดในการปรับปรุง

สำหรับช่วงเวลาก่อนเลิกงาน 30 นาที ยังมีความเย็นหลงเหลือพอกับความต้องการของภาระโหลด สามารถปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาทีส่งผลให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

2. มาตรการเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส

แนวคิดในการปรับปรุง

มาตรการเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศทุกๆ 1 องศาเซลเซียส โดยการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ้งเป็นอุณหภูมิที่จะทำให้ร่างกายรู้สึกสบายและช่วยประหยัดไฟที่สุด และการปรับเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศทุกๆ 1 องศาเซลเซียส/ชั่วโมง จะช่วยประหยัดค่าไฟได้มากถึงร้อยละ 3% และเป็นการบำรุงรักษาเบื้องต้นอีกด้วย การประหยัดพลังงานด้วยวิธีนี้จะต้องกำหนดให้มีการดูแลรักษาการควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิชั่วโมงละ 1 องศาเซลเซียส ให้ทำงานอย่างเหมาะสม

มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

แนวคิดในการปรับปรุง

ควรทำการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ทั้งชุด Fan coil และ Condensing โดยมีการล้างทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง และทำความสะอาดใหญ่ทั้งเครื่อง ปีละ 1 ครั้ง พบว่าประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5% และเครื่องปรับอากาศมีการแลกเปลี่ยนความร้อนดีขึ้น เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 5%

มาตรการด้านการเปลี่ยนอุปกรณ์ (Machine Change)

1. มาตรการปรับปรุงขนาดบีทียูของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดห้อง

แนวคิดในการปรับปรุง

ควรปรับปรุงให้เครื่องปรับอากาศทำงานตามภาระโหลดที่เหมาะสมเพื่อช่วยไม่ให้คอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา หรือทำงานตัดบ่อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำงานลดน้อยลง และเพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เหมาะสม ไม่เกินความจำเป็น ผู้ใช้ห้องเกิดความสบายอีกด้วย

2. มาตรการลดความร้อนให้คอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

แนวคิดในการปรับปรุง

การกันร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ เจ้าของเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่มักมองข้ามความสำคัญของคอนเดนเซอร์ที่ตั้งอยู่ภายนอก โดยการนำคอนเดนเซอร์ไปวางไว้ในที่ที่ไม่เหมาะสม เช่น วางไว้บนดาดฟ้า วางไว้บนพื้นซีเมนต์กลางแดด หรือวางไว้ในที่ลมถ่ายเทไม่สะดวก ทำให้คอนเดนเซอร์ทำงานหนัก และลดทอนประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย ดังนั้น จึงควรตั้งคอนเดนเซอร์ไว้ในที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทสะดวกหรือจัดหาร่มเงาให้ เช่น วางกระถางต้นไม้ไว้ใกล้ ๆ เพื่อบังแดด และควรตั้งห่างจากผนังอย่างน้อย 15 เซนติเมตรเพื่อให้ระบายความร้อนได้ดีขึ้น จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 15-20%

3. มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High EER Air)

แนวคิดในการปรับปรุง

ควรทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง (High EER Air) มาทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมที่มีอายุตั้งแต่ 10 ปี เนื่องจากเครื่องปรับอากาศใหม่ จะมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นได้ดีกว่า ให้เครื่องปรับอากาศใหม่ทำงานให้ได้ความเย็นเท่าเครื่องปรับอากาศเก่าแต่ใช้เวลาน้อยกว่า เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (EER = 10.6 Btu/hr.-W) จะทำงานโดยใช้ kW และ เวลาน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศเก่าในการทำความเย็นเท่ากันทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

3.6 แนวทางการเลือกมาตรการที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศให้เกิดความประหยัดพลังงาน สามารถวิเคราะห์ได้ว่ามาตรการที่กำหนดใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดและมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุด ซึ่งสามารถเปรียบเทียบความคุ้มค่าในแต่ละมาตรการออกมาเป็นจำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้ และระยะเวลาที่จะคืนทุนเป็นจำนวนปี ในกรณีศึกษา

ของการประหยัดพลังงานภายในสำนักงานนี้ จะพิจารณาตั้งแต่ไม่มีเงินลงทุนในมาตรการประหยัดพลังงานหรือ
ก่อนการปรับปรุง แล้วนำมาเปรียบเทียบความคุ้มค่าในแต่ละมาตรการหรือหลังปรับปรุง จึงจะเลือกมาตรการที่กำหนดที่สามารถประหยัดพลังงานลงได้ตามที่ต้องการในการนำไปปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัทต่อๆ ไป

3.6.1 มาตรการที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ใช้เงินลงทุนน้อยหรือไม่ต้องใช้เงินลงทุนในการดำเนินการ เช่น มาตรการด้านการจัดการ มาตรการด้านการบำรุงรักษา มาตรการที่ไม่จำเป็นต้องใช้เงินลงทุน เป็นต้น ให้พิจารณาเป็นอันดับแรก

3.6.2 มาตรการที่ต้องใช้เงินลงทุนให้จัดลำดับมาตรการตามผมตอบแทนการคืนทุน โดยพิจารณาผลตอบแทนการคืนทุนสูงสุด และคืนทุนได้รวดเร็วเป็นอันดับแรก ซึ่งมาตรการที่ต้องใช้เงินนี้ต้องพิจารณาความพร้อมทางด้านการเงินของสถานประกอบการนั้นๆ ด้วย ซึ่งมาตรการคืนทุนที่นานที่สุดต้องไม่เกินอายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือระบบที่อยู่ในการลงทุนนั้น ตัวอย่างมาตรการที่ต้องใช้เงินลงทุน เช่นการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นชนิดประสิทธิภาพสูง การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

3.6.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนในมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ต้นทุน (บาท)}}{\text{พลังงานที่ประหยัดได้ (บาท)}}$$

เพื่อคำนวณระยะเวลาคืนทุนตามมาตรการที่ต้องใช้เงินในการลงทุน

นอกจากนี้แล้วให้พิจารณาประเด็นอื่นๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการจัดอันดับมาตรการเช่นปัญหาด้านเทคนิค การติดตั้ง ความเป็นไปได้ และด้านการตลาด ในกรณีที่ต้องหยุดเครื่องจักร เพื่อปรับปรุงระบบอาจทำให้เสียหายด้านการตลาดในระยะยาว หรือในบางมาตรการที่มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานสูงกว่าบางมาตรการที่ถึงแม้จะมีผลตอบแทนสูงกว่า แต่เป็นจุดที่มีการใช้พลังงานน้อย ก็อาจพิจารณาให้ความสำคัญ จุดที่มีการใช้พลังงานสูงสุดและมีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานมากกว่าได้

3.7 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศโดยการคำนวณปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในหน่วยงานเพื่อนำไปสู่การหาสัดส่วนของการใช้พลังงาน รวมไปถึงการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญเพื่อใช้ประกอบในการค้นหามาตรการอนุรักษ์พลังงานคำนวณดังนี้

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี

KWh/Y = กำลังไฟฟ้า (kW) x ชม.ใช้งาน (hr/D) x วันใช้งาน (D/Y) x Factor ทำงาน

- สัดส่วนการใช้พลังงาน

$$\text{สัดส่วนการใช้พลังงาน (\%)} = \frac{\text{kWh/Y (Air)}}{\text{kWh/Y (หน่วยงาน)}} \text{ X } 100$$

- อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

$$\text{EER} = \frac{\text{Btu/hr(จากการประเมินตามอายุ Air)}}{\text{kW ไฟฟ้า x 1,000}}$$

- กำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น

$$\text{ตันความเย็น (TR)} = \frac{\text{Btu/hr(จากการประเมินตามอายุ Air)}}{12{,}000}$$

3.7.2 วิเคราะห์ผลกาประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร เพื่อให้ทราบถึงปัญหาด้านพลังงานของอาคาร เปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามกฎกระทรวงฯ ผ่านโปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6 หลักการคำนวณค่า OTTV-RTTV ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ หลักการคำนวณจาก ประกาศกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 (ออกตามความใน พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550) โดยการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (OTTV) สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV = (UW)(1\text{-}WWR)(TDeq) + (Uf)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

UW คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)

Uf คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและ/หรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

วิธีการในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน (RTTV) ให้คำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$RTTV = (Ur)(1-SRR)(TDeq) + (Us)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)

Us คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

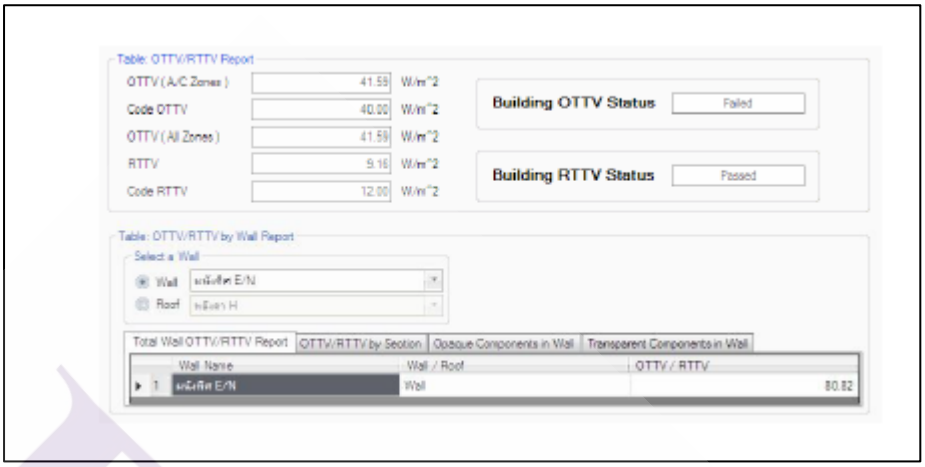
ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาโปร่งแสงและ/หรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

สรุปผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตรของค่าพลังงานที่ได้จากโปรแกรม BEC v.1.0.6 ดังภาพที่ 2.1 ส่วนแสดงผลค่า OTTV-RTTV ของโปรแกรม BEC v.1.0.6 เพื่อตรวจสอบค่า OTTV-RTTV ของอาคาร



ภาพที่ 3.2 ส่วนแสดงผลค่า OTTV-RTTV ของโปรแกรม BEC

บทที่ 4
ผลการศึกษา

บทนี้เป็นการแสดงผลการกำหนดมาตรการต่างๆ จากแนวคิดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ มาตรการที่สามารถดำเนินการได้ง่ายและผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร กรณีศึกษา : สำนักงานกรส่งเสริมการเกษตร อาคารที่ 1 เป็นต้น

4.1 ผลการวิเคราะห์มาตรการจากแนวคิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

ประเมินศักยภาพและมาตรการอนุรักษ์พลังงานของเครื่องปรับอากาศการ สามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้หลากหลายมาตรการ แต่ความเหมาะสมที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานได้นั้นขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของห้อง และความต้องการของแต่ละสถานที่เป็นต้น โดยมาตรการหลักๆ ที่สามารถประหยัดพลังงานได้ สามารถวิเคราะห์จากการสำรวจในสำนักงานฝ่ายต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	มาตรการ	ผลกรสำรวจ	ได้	ไม่ได้
1	มาตรการ การปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.	- ทางหน่วยงานไม่เคยมีการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน - มีการเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศ	✓	
2	มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที	- ปิดเครื่องปรับอากาศขณะที่ไม่มีการใช้งาน (ลดชั่วโมงการทำงาน) สามารถเป็นไปได้เนื่องจาก ก่อนเลิกงาน 30 นาทียังคงมีความเย็นพอกับความต้องการของภาระโหลด	✓	

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (ต่อ)

ลำดับ	มาตรการ	ผลกรสำรวจ	ได้	ไม่ได้
3	มาตรการ ตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส	ทางหน่วยงานไม่เคยมีการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงานมีการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำ กว่า 25 องศาเซลเซียส	✓	
4	มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ	มาตรการนี้ปฏิบัติเป็นประจำอยู่แล้ว แต่บางครั้งถูกละเลย จึงต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	✓	
5	มาตรการปรับปรุงขนาดบีทียูขอเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดห้อง	ไม่สามารถเป็นไปได้เนื่องจาก ผู้รับเหมาที่ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและออกแบบไว้เหมาะสมแล้ว จึงไม่จำเป็นที่จะออกแบบใหม่		✓
6	มาตรการลดความร้อนจากคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ	ไม่สามารถเป็นไปได้เนื่องจาก ผู้รับเหมาที่ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้เหมาะสมและถูกต้องแล้ว จึงไม่จำเป็นที่จะลดความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์		✓
7	มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High EER Air)	มาตรการนี้เป็นไปไม่ได้เนื่องจากเครื่องปรับอากาศที่ใช้มีอายุการใช้งานอยู่ที่เฉลี่ย 6 ปี และทางกรมส่งเสริมการเกษตรได้ทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มากกว่า 10 ปีแล้ว		✓

จากการวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานผลการวิเคราะห์หามาตรการที่เหมาะสมสามารถเป็นไปได้ 4 มาตรการ แบ่งเป็นมาตรการด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม 3 มาตรการคือ มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที, มาตรการเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส, มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอและมาตรการด้านการเปลี่ยนอุปกรณ์ โดยนำมาตรการข้างต้นนี้ไป

วิเคราะห์การกำหนดมาตรกาอนุรักษ์พลังงานที่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ โดยผ่านการวิเคราะห์เชิงคำนวณและระยะเวลาคืนทุนความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจระบบเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร พบว่ามีเครื่องปรับอากาศอยู่ 53 ขนาด มีการใช้งาน 8 ชม./วัน /243 วัน/ปี โดยมีเครื่องปรับอากาศที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี อยู่จำนวน 119 ชุด รวมกำลังไฟฟ้าได้ 91 KVและเครื่องปรับอากาศที่มีอายุ 6 – 10 ปี อยู่จำนวน 143 ชุดรวมกำลังไฟฟ้าได้ 68.4 KV ผลรวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด 159.4 KV โดยแฟคเตอร์การทำงาน จะพิจารณาได้จากอายุเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

- อายุ < 5 ปี คิด 90% จากพิกัด
- อายุ 6 – 10 ปี คิด 80% จากพิกัด
- อายุ > 10 ปี คิด 70% จากพิกัด

ผลรวมกำลังวัตต์ก่อนปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี คิด 90%	= 91 × 8 × 243 × 0.9
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	= 159,213.6 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี คิด 80%	= 68.4 × 8 × 243 × 0.8
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	= 106,375.68 kWh/y
	= 159,213.6 + 106,375.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	**= 265,589.28 kWh/y**
คิดเป็นเงิน	= 265,589.28 × 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท /kWh)	**= 1,118,130.86 บาท /ปี**

4.2.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการการปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.

ก่อนปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี คิด 90%	=	91 × 8 × 243 × 0.9
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	159,213.6 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี คิด 80%	=	68.4 × 8 × 243 × 0.8
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	106,375.68 kWh/y
	=	159,213.6 + 106,375.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	265,589.28 kWh/y

หลังปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91× 7 × 243 × 0.9
	=	139,311.9 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 7 × 243 × 0.8
	=	93,078.72 kWh/y
	=	139,311.9 + 93,078.72
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	232,390.62 kWh/y
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า	=	265,589.28 - 232,390.62
	=	33,198.66 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	33,198.66 x 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	139,766.35บาท/ปี

จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณของมาตรการการปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น. ก่อนการปรับปรุง จะมีค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้อยู่ที่ 265,589.28 kWh/y และหลังการปรับปรุงโดยการใช้ มาตรการการปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น. เป็นเวลา 60 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 33,198.66 kWh/y โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 139,766.35 บาท/ปี โดยระยะคืนทุนสามารถคืนทุนได้ทันที

4.2.2 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที

ก่อนปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91 × 8 × 243 × 0.9
	=	159,213.6 kWh /y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 8 × 243 × 0.8
	=	106,375.68 kWh /y
	=	159,213.6 + 106,375.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	265,589.28 kWh/y

หลังปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91 × 7.5 × 243 × 0.9
	=	149,262.75 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 7.5 × 243 × 0.8
	=	99,727.2 kWh/y
	=	149,262.75 + 99,727.2
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	248,989.95 kWh/y

ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า	=	265,589.28 – 248,989.95
	=	16,599.33 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	16,599.33 x 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	69,883.17 บาท/ปี

จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณของมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที ก่อนการปรับปรุง จะมีค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้อยู่ที่ 265,589.28 kWh/y และหลังการปรับปรุงโดยการใช้ มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้สามารถ

ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 16,599.33 kWh/y โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 69,883.17 บาท/ปีโดยระยะคืนทุนสามารถคืนทุนได้ทันที

4.2.3 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส

เครื่องปรับอากาศ	=	262 เครื่อง
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	90 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	80 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวม	=	159.4 kW
สภาพการทำงาน		
เวลาทำงาน	=	8 ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	243 วัน/ปี
เพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสสามารถลดการใช้พลังงานได้	=	4%
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้		
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.9 × 0.04
	=	11,155.44 kWh/y
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุไม่เกิน 10 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.8 × 0.04
	=	9,915 kWh/y
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้	=	11,155.44 + 9,915
	=	21,070.44 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	21,070.44 × 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	88,706.55 บาท/ปี

จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณของมาตรการตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส โดยทางหน่วยงานไม่เคยมีการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงานมีการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำ กว่า 25 องศาเซลเซียสเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสสามรถลดการใช้พลังงานได้ 4% จากการทดสอบ และหลังการวิเคราะห์เชิงคำนวณ โดยการใช้ มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 21,070.44 kWh/y โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 88,706.55 บาท/ปีโดยระยะคืนทุนสามารถคืนทุนได้ทันที

4.2.4 ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

เครื่องปรับอากาศ	=	262 เครื่อง
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	90 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	80 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวม	=	159.4 kW
ล้างเครื่องปรับอากาศสามรถลดการใช้พลังงานได้	=	7 %
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้		
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.9 × 0.07
	=	19,522.03 kWh/y
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุไม่เกิน 10 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.8 × 0.07
	=	17,352.92 kWh/y
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้	=	19,522.03 + 17,352.92
	=	34,874.95 kWh/y
อัตราค่าไฟฟ้า	=	4.21 บาท/หน่วย
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	34,874.95 × 4.21
	=	14,6823.53 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน (550 / 14,6823.53)	=	3.74 ปี

จากการวิเคราะห์เชิงคำนวณของมาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ โดยทางหน่วยงานไม่เคยมีการล้างเครื่องปรับอากาศ ดั้งนั้นจึงควรล้างเครื่องปรับอากาศ ทุกๆ 6 เดือน อย่างน้อยปี ละ 1 ครั้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ สามรถลดการใช้พลังงานได้ 7% จากการทดสอบ และหลังการวิเคราะห์เชิงคำนวณโดยการใช้ มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 34,874.95 kWh/y โดยคิดเป็นเงินอยู่ที่ 14,6823.53 บาท/ปี โดยระยะคืนอยู่ที่ 3.74 ปี

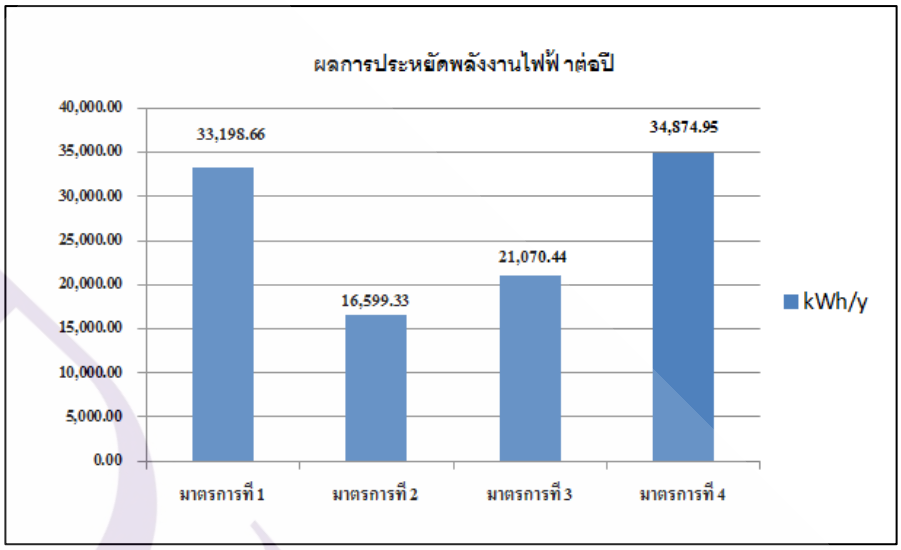
4.3 สรุปผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่'ผ่านการวิเคราะห์เชิงคำนวณและระยะเวลาคืนทุนความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ สามารถกำหนดมาตรการได้ 4 มาตรการโดยมีผลการวิเคราะห์ดัง ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

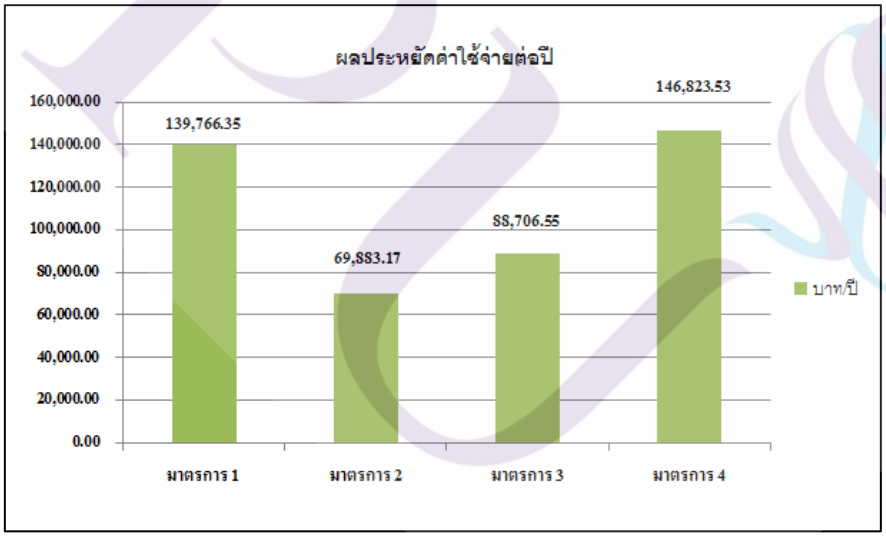
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด (kWh/y)	คิดเป็นเงิน (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
1. มาตรการ การปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.	33,198.66	139,766.35	-
2. มาตรการ การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที	16,599.33	69,883.17	-
3. มาตรการ การตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส	21,070.44	88,706.55	-
4. มาตรการการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ	34,874.95	14,6823.53	3.74

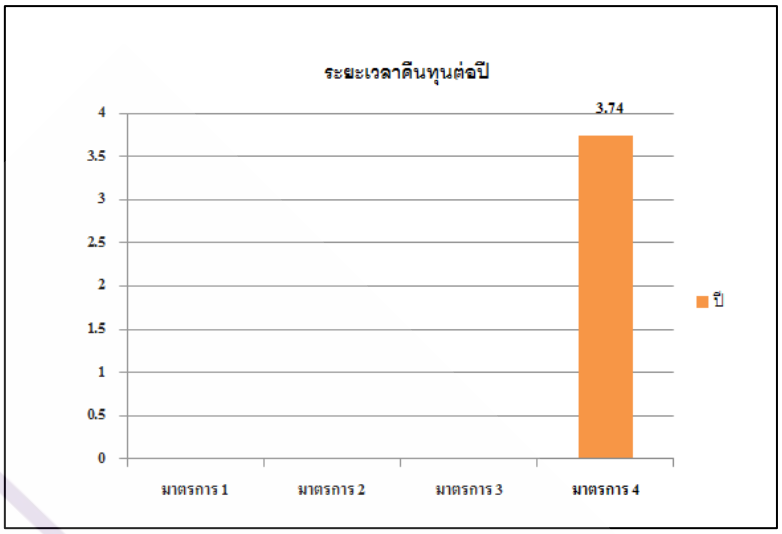
จากผลการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศของสำนักงานฝ่ายต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปกราฟดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปีจากการกำหนดมาตรการ



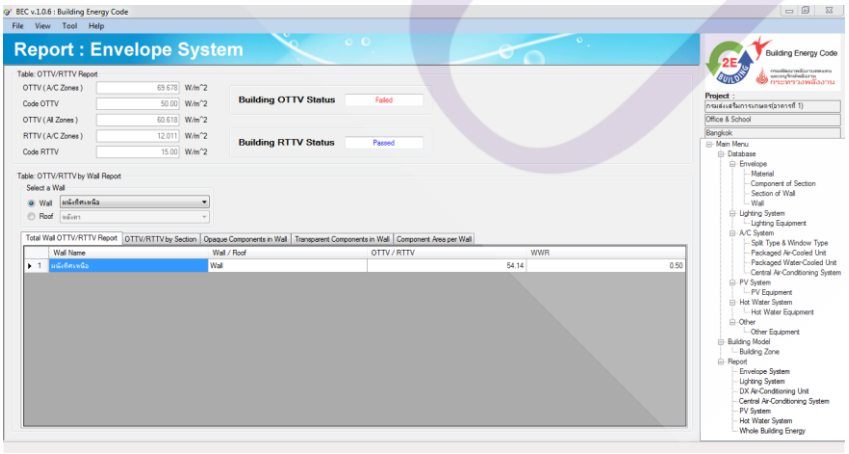
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผลการประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปีจากการกำหนดมาตรการ



ภาพที่ 4.3 ภาพกราฟแสดงผลระยะเวลาคืนทุนต่อปีจากการกำหนดมาตรการ

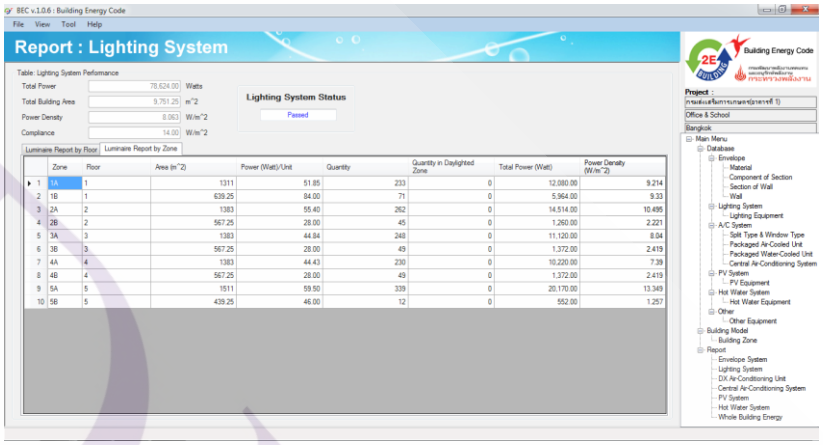
4.4 ผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6

จากการจำลองการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม BEC v.1.0.6 พบว่าผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สรุปได้ดังภาพที่ 4.4 ภาพแสดงผลการคำนวณค่า OTTV และ RTTV ของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) โดยมีค่า OTTV เฉลี่ยของทั้งอาคารเท่ากับ 69.67 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินและค่า RTTV ของอาคารมีค่าเท่ากับ 12.01 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน



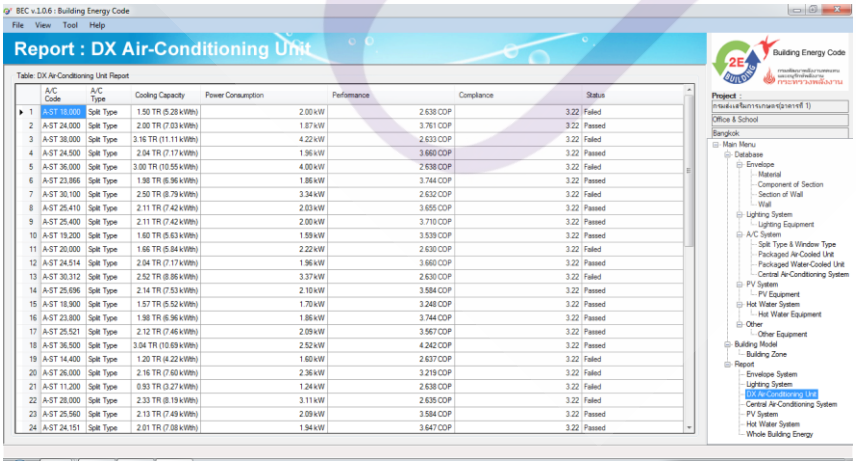
ภาพที่ 4.4 ผลการคำนวณค่า OTTV และ RTTVของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สรุปได้ดังภาพที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) จากการคำนวณโดยโปรแกรม BEC ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (LPD) เท่ากับ 78.62 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



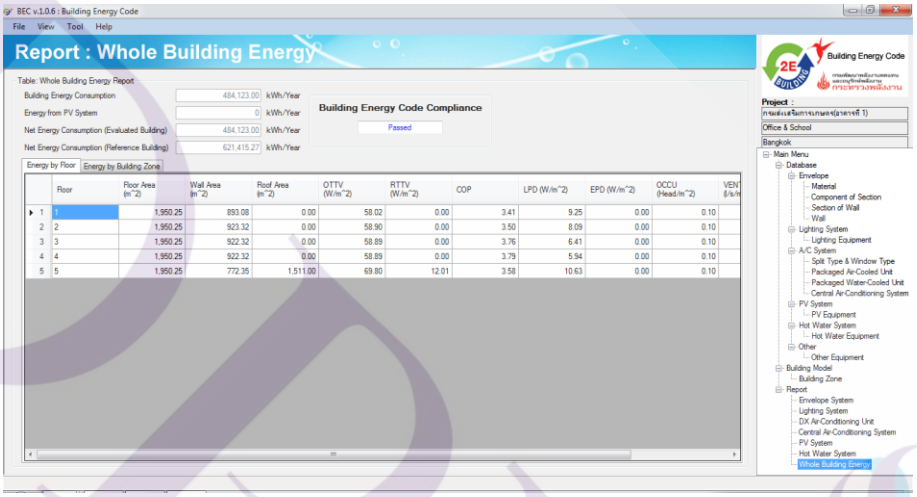
ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ของระบบไฟฟ้าแสงสว่างแยกตามโซน

ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศของของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4.6 การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศแบบ Split Type ทั้งหมดมีค่า COP ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผลการประเมินจึงไม่ผ่านเกณฑ์ฯ



ภาพที่ 4.6 การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบปรับอากาศ

ผลประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ตามสมการพลังงาน (Energy Equation) ของเกณฑ์มาตรฐานฯ เนื่องจากอาคารนี้ไม่มีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4.7แสดงผลการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 484,123 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง ที่กำหนดให้ไม่เกิน 621,415.27 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปีข้อมูลจากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ต่ำกว่ากรณีของอาคารอ้างอิง ดังนั้นอาคารนี้จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 4.7 ผลการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร

4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตรผ่านใช้โปรแกรม BEC v.1.0.60

จากการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 พบว่ามีค่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด **ยกเว้น** ระบบกรอบอาคาร สรุปได้ดังตารางที่ 4.6 ตารางการเสดงสรุปการประเมินอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ผ่านใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6

ตารางที่ 4.3 สรุปการประเมินอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)

เกณฑ์มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน	อาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)	ประเมินผล
พลังงานโดยรวมของอาคาร (kWh/year)	< 621,415.27	484,123	ผ่าน
OTTV (W/m^2)	$\leq$ 50	69.67	ไม่ผ่าน
RTTV (W/m^2)	$\leq$ 15	12.01	ผ่าน
LPD (W/m^2)	$\leq$ 14	8.06	ผ่าน
COP (Watt/Watt)	$\geq$ 3.22	-	ไม่ผ่าน

4.6 วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคาร

นำค่าที่ได้จากโปรแกรมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารชุด โดยส่วนของผนัง OTTV และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ COP ของอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงได้ดังนี้

การปรับปรุงกรอบอาคารส่วนผนังทึบ โดยการติดตั้ง ซึ่งมีพื้นที่ปรับปรุง 4,400.49 ตร.ม.ประกอบด้วยวัสดุ คือ คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม. หนา 7.5 มม.ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา หนา 1.25 cm และฉนวนใยแก้วความหนาแน่น 16 กก./ลบ.ม. หนา 5 cm

การปรับปรุงกรอบอาคารส่วนผนังโปร่งแสง โดยการติดตั้ง Clear color single silver LOW-E coat on ocean green6 mm (6-12-6) SHGC = 0.39 U = 2 W/m2 K Tvis = 0.64 LSG = 1.64

การปรับปรุงระบบปรับอากาศ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ COP เพื่อให้การใช้พลังงานระบบปรับอากาศลดลงและมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (COP) สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานขั้นต่ำ ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 (COP $\geq$3.22)จึงเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบปรับอากาศของอาคาร โดยการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีฉลากประหยัดพลังงานเบอร์ 5 จะสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้

สรุปแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคาร

ตารางที่ 4.4 สรุปการประเมินการปรับปรุงกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)

เกณฑ์มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน	อาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)	ประเมินผล
พลังงานโดยรวมของอาคาร (kWh/year)	< 621,415.27	403,053	ผ่าน
OTTV (W/m^2)	$\leq$ 50	39.05	ผ่าน
RTTV (W/m^2)	$\leq$ 15	12.01	ผ่าน
LPD (W/m^2)	$\leq$ 14	8.06	ผ่าน
COP (Watt/Watt)	$\geq$ 3.22	4.24	ผ่าน

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวทางปรับปรุงผนังอาคารที่สามารถลดค่า OTTV จากเดิมที่เท่ากับ 69.67 W/m2 ให้ผ่านเกณฑ์ที่ไม่เกิน 50 W/m2 โดยไม่เปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (WWR) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) และสีภายนอกของอาคาร ได้แก่

- การปรับปรุงเฉพาะผนังทึบ จากเดิม ผนังคอนกรีตมวลเบา หนา 10 ซม.และผนังคอนกรีต ภายนอกทาสีเขียวฟ้าอ่อน ปรับปรุงโดยการติดตั้งคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม. หนา 7.5 มม.ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา หนา 1.25 cm ฉนวนใยแก้วความหนาแน่น 16 กก./ลบ.ม. หนา 5 cm และปรับปรุงกรอบอาคารส่วนผนังโปร่งแสง โดยการติดตั้ง Clear color single silver LOW-E coat on ocean green6 mm (6-12-6) SHGC = 0.39 U = 2 W/m2 K Tvis = 0.64 LSG = 1.64 สามารถลดค่า OTTV ให้เหลือเฉลี่ย 39.05 W/m2 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

- การปรับปรุงระบบปรับอากาศ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ COP เพื่อให้การใช้พลังงานระบบปรับอากาศลดลงและมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (COP) ทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และสามารถลดพลังงานโดยรวมของอาคาร จากเดิมเท่ากับ 484,123 kWh/year คิดเป็นเงิน 2,038,157.83 บาท/ปี สามารถลดลงเหลือ 403,053 kWh/year คิดเป็นเงิน 1,696,853.13 บาท/ปี

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ และจากการสำรวจข้อมูลระบบปรับอากาศ ทำให้สามารถหาแนวทางการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ โดยพิจารณาเลือกจากมาตรการที่ผ่านการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์เชิงคำนวณ ซึ่งมีอยู่ 4 มาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ผลการประหยัดค่าใช้จ่ายและระยะคืนทุน ในแต่ละมาตรการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- มาตรการ การปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 33,198.66 kWh/y คิดเป็นเงิน 139,766.35 บาท/ปี ระยะคืนทุน สามารถคืนทุนทันที

- มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 16,599.33kWh/y คิดเป็นเงิน 69,883.17 บาท/ปี ระยะคืนทุน สามารถคืนทุนทันที

- มาตรการเพิ่มอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 21,070.44 kWh/y คิดเป็นเงิน 88,706.55 บาท/ปี ระยะคืนทุน สามารถคืนทุนทันที

- มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 34,874.95 kWh/y คิดเป็นเงิน 14,6823.53 บาท/ปี ระยะคืนทุน 3.74 ปี

ผลการกำหนดมาตรการข้างต้นสามารถที่จะเป็นแนวทางการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศให้กับสำนักงานได้ และจากการสำรวจข้อมูลระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนหรือแบบแยกระบบ (Split Type System) ทั้งหมดในสำนักงานฝ่ายต่างๆ โดยสามารถที่จะนำมาเป็นข้อมูลในระบบปรับอากาศได้ และพร้อมที่จะนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปศึกษา

การประเมินอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ด้านพลังงานจากการจำลองการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม BEC v.1.0.6 พบว่า กรอบอาคารของกรมส่งเสริมการเกษตร ได้แก่ ผนังทึบ คือ คอนกรีตมวลเบาหนา 7.5 ซม.ปูนฉาบ ภายนอกทาสีฟ้าอ่อน และ ผนังโปร่งแสง คือ กระจกโฟลตใส หนา 10 มม. โดยมีค่า OTTV เท่ากับ 69.67 W/m2 ซึ่งไม่

ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 50 W/m2 และหลังคา ได้แก่ กระเบื้องใยหินลอนคู่สีแดงเข้ม พื้นผิวหลังคาภายในเอียง 30 องศา จากแนวระนาบ โดยมีค่า RTTV เท่ากับ 12.01 W/m2 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 15 W/m2 สำหรับการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 484,123 kWh/year ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวทางปรับปรุงผนังอาคารที่สามารถลดค่า OTTV จากเดิมที่เท่ากับ 69.67 W/m2 ให้ผ่านเกณฑ์ที่ไม่เกิน 50 W/m2 การปรับปรุงเฉพาะผนังทึบจากเดิม ผนังคอนกรีตมวลเบา หนา 10 ซม.และผนังคอนกรีต ภายนอกทาสีเขียวฟ้าอ่อน ปรับปรุงโดยการติดตั้งคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม. หนา 7.5 มม.ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา หนา 1.25 cm ฉนวนใยแก้วความหนาแน่น 16 กก./ลบ.ม. หนา 5 cm และปรับปรุงกรอบอาคารส่วนผนังโปร่งแสง โดยการติดตั้ง Clear color single silver LOW-E coat on ocean green6 mm (6-12-6) SHGC = 0.39 U = 2 W/m2 K Tvis = 0.64 LSG = 1.64 สามารถลดค่า OTTV ให้เหลือเฉลี่ย 39.05 W/m2 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

การปรับปรุงระบบปรับอากาศ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ COP เพื่อให้การใช้พลังงานระบบปรับอากาศลดลงและมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (COP) ทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และสามารถลดพลังงานโดยรวมของอาคาร จากเดิมเท่ากับ 484,123 kWh/year คิดเป็นเงิน 2,038,157.83 บาท/ปี สามารถลดลงเหลือ 403,053 kWh/year คิดเป็นเงิน 1,696,853.13 บาท/ปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การจะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศให้ได้ผลจริงหรือได้รับความร่วมมือทางหน่วยงานควรมีโครงการต่างๆ ในการสร้างจิตสำนึกให้กับพนักงานทุกระดับในองค์กร เช่น อบรมให้ความรู้และรณรงค์ประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึกอย่างสม่ำเสมอ

2. จากการกำหนดและปฏิบัติตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแล้ว การติดตั้งที่ถูกต้องเหมาะสม การลดความร้อนจากตัวอาคารก็จะช่วยให้เครื่องทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน บำรุงรักษาได้ง่าย และอายุการใช้งานยืนยาว

3. การหาแนวทางปรับปรุงกรอบอาคารที่เหมาะสมอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต่างๆ ให้เป็นไปตามอาคารจริง เช่น ที่ตั้งของอาคาร ทิศทางของอาคาร ค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (WWR) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) และสีภายนอกของอาคาร เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าที่เหมาะสมของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา ในแง่การลงทุนเพื่อเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ เมื่อเปรียบกับการลดพลังงานโดยการใช้วิธีอื่น เช่น เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์. (2554). *การช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ โดยเฉพาะระบบปรับอากาศแบบเติมอากาศภายนอก (Pre-cooled fresh air unit).*

คู่มือการใช้งานโปรแกรม BEC v.1.0.6 ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ดลยา ศิริปรุ. (2548: 129). *ที่ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน.*

วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2557). สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *การศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.*ปีที่ 6 ฉบับที่ 12 ก.ค – ธ.ค.

วรกานต์ สุขเจริญ. (2553). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอาคาร กรณีศึกษา : บริษัท เพทโทร-อินสตรูเมนท์ จำกัด.*

วงศิยา อนุศักดากุล. (2559). *แนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานภาครัฐในประเทศไทยให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์.*

สุรพล เดชพล. (2552: 77). *ได้ศึกษาการปรับปรุงเปลือกอาคารสำนักงานของราชการ โดยอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น.*

อาจรี ศุภสุธีกุล. (2557). *ศึกษาระยะเวลาการปิดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.*

โสพิศ ชัยชนะ. (2558). *ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสานักงานสาธารณสุขจังหวัดเพื่อประหยัดพลังงาน.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 แสดงจำนวนเครื่องปรับอากาศและข้อมูลการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
101	ศูนย์อำนวยการร่วมฯ	18,000	1	6	2.00	9.1	9.00
		24,000	1	6	1.87	8.5	12.82
		38,000	2	6	4.22	19.2	9.00
102	-	24,500	1	2	1.96	8.9	12.50
		36,000	1	2	4.00	18.2	9.00
103	File server	18,000	1	6	2.00	9.1	9.00
		30,100	1	6	3.34	15.2	9.00
104	กลุ่มระบบเครือข่ายฯ	25,410	1	6	2.03	9.2	12.50
		25,400	1	6	2.00	9.1	12.70
105	-	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
106	ฝ่ายบัญชี (กองคลัง)	19,200	2	2	1.59	7.2	12.11
		24,514	4	2	1.96	8.9	12.50
107	ฝ่ายบริหารสินทรัพย์	24,514	2	2	1.96	8.9	12.50
108	ห้อง GFMIS	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
		23,866	1	6	1.86	8.5	12.82
109	ฝ่ายบริหาร (กองคลัง)	24,514	4	2	1.96	8.9	12.50
110	-	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
111	ห้องวัสดุไฟฟ้า (พัสดุ)	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
112	กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบ	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
113	กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบ	30,312	1	6	3.37	15.3	9.00
		25,696	1	6	2.10	9.5	12.24
114	ฝ่ายงบประมาณ	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
115	ฝ่ายงบประมาณ	24,514	2	2	1.96	8.9	12.50
116	ฝ่ายตรวจสอบ	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
		20,000	1	6	2.22	10.1	9.00
117	กลุ่มวิเคราะห์และวางระบบ	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
118	ฝ่ายพัสดุ	18,000	1	2	2.00	9.1	9.00
		18,900	1	6	1.70	7.7	11.15
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
		23,800	1	6	1.86	8.5	12.82
		25,521	1	6	2.09	9.5	12.24
		36,500	1	2	2.52	11.5	14.49

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
119	ห้องประชุม	14,400	2	6	1.60	7.3	9.00
120	ผอ.กองคลัง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
121	ฝ่ายการเงิน	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
		26,000	1	2	2.36	10.7	11.00
201	คณะทำงาน อธส.	19,200	1	2	1.59	7.2	12.1
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
202	ห้อง ร.ธส.สฝ.	18,000	2	6	2.00	9.1	9.0
203	ห้อง ร.ธส.วก.	18,000	1	6	2.00	9.1	9.0
		19,000	1	6	1.70	7.7	11.2
204	ห้อง ร.ธส.บร.	19,000	1	6	1.70	7.7	11.2
205	ห้องประชุม 1	28,000	2	6	3.11	14.1	9.0
		18,000	1	6	2.00	9.1	9.0
206	ห้อง อธส.	19,200	3	6	1.59	7.2	12.1
		11,200	1	6	1.24	5.6	9.0
207	ห้องจัดเตรียมอาหาร	24,000	3	6	1.87	8.5	12.9
208	ฝ่ายสารบรรณ	24,514	1	6	1.96	8.9	12.5
		25,560	5	6	2.09	9.5	12.2
209	ฝ่ายช่วยอำนวยการฯ	24,151	1	6	1.94	8.8	12.5
		25,560	2	6	2.09	9.5	12.2
		36,518	1	6	2.52	11.5	14.5
210	ห้องประชุม 2	24,514	2	2	1.96	8.9	12.5

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
211	ฝ่ายทะเบียนประวัติฯ	13,242	1	2	0.81	3.7	16.3
212	ฝ่ายทะเบียนประวัติฯ	19,200	1	6	1.59	7.2	12.1
		24,514	4	2	1.96	8.9	12.5
213	ฝ่ายสวัสดิการฯ	19,800	1	6	2.20	10.0	9.0
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
214	กลุ่มพัฒนาระบบและอัตรากำลัง	24,514	3	2	1.96	8.9	12.5
215	ฝ่ายบริหาร กกจ.	24,514	3	2	1.96	8.9	12.5
216	ห้อง ผอ. กกจ.	12,000	1	6	1.33	6.0	9.0
		13,243	1	2	0.81	3.7	16.3
217	ห้อง ผอ. กกจ.	19,200	1	6	1.59	7.2	12.1
218	ฝ่ายสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง	24,514	3	2	1.96	8.9	12.5
219	ห้องเลขานุการกรม	24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
220	ไม่ทราบห้อง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.1
221	ไม่ทราบห้อง	24,000	3	6	1.87	8.5	12.8

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
222	ไม่ทราบห้อง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.1
223	ไม่ทราบห้อง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.1
301	ห้อง ที่ปรึกษา อธส.	36,000	1	2	4.00	18.2	9.00
302	ห้อง ผอ. สพท.	18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
303	ห้องประชุม	18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
304	ห้องประชุม	36,518	1	2	2.52	11.5	14.49
305	กลุ่มพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่ 1	36,518	2	2	2.52	11.5	14.49
306	ห้องแม่บ้าน	-	-	-	-	-	-
307	กลุ่มพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่ 2	38,800	2	6	3.58	5.4	10.85
		28,800	1	6	3.20	14.5	9.00
308	ฝ่ายพัฒนาการศึกษาต่อเนื่อง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
309	ฝ่ายพัฒนาการศึกษาต่อเนื่อง	19,200	2	6	1.59	7.2	12.11

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
310	ห้อง ผอ. ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
311	มูลนิธิเศรษฐกิจพอเพียง	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
312	กลุ่มพัฒนาศูนย์ถ่ายทอดความรู้	36,518	2	2	2.52	11.5	14.49
314	ห้องอัดสำเนา	-	-	-	-	-	-
315	ฝ่ายบริหารและงานการเงิน	19,200	4	6	1.59	7.2	12.11
316	กองนิติการ	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
317	กองนิติการ	18,519	1	2	1.13	5.1	16.32
318	ห้องข้าราชการใสสะอาด	18,519	3	2	1.13	5.1	16.32
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
319	กลุ่มตรวจสอบภายใน	12,800	1	6	0.95	4.3	13.46
		32,000	1	6	3.56	16.2	9.00
320	กลุ่มตรวจสอบภายใน	12,800	1	6	0.95	4.3	13.46
		18,519	1	2	1.13	5.1	16.32
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
321	ห้อง สตง.	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
		18,519	1	2	1.13	5.1	16.32
322	กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ	18,519	3	2	1.13	5.1	16.32
323	-	19,200	2	6	1.59	7.2	12.11
324	กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร	18,519	2	2	1.13	5.1	16.32
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
325	ห้อง ผอ. ส่วนพัฒนาเทคโนฯ การเผยแพร่ฯ	17,913	2	6	1.99	9.0	9.00
326	กลุ่มพัฒนาเทคโนฯ การฝึกอบรม	18,519	1	2	1.13	5.1	16.32
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
327	กลุ่มพัฒนาเทคโนฯ การฝึกอบรม	18,159	2	2	1.11	5.0	16.32

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
401	-	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
402	กลุ่มงานเกษตรชลประทาน ฯ	19,200	2	6	1.59	7.2	12.11
403	กลุ่มงานพัฒนาพื้นที่สูง	18,000	1	6	2.00	9.1	9.00
		18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
404	กลุ่มงานพัฒนาพื้นที่สูง	24,000	4	6	1.87	8.5	12.82
405	-	18,000	3	6	2.00	9.1	9.00
406	-	18,000	1	6	2.00	9.1	9.00
407	-	18,200	1	2	1.49	6.8	12.19
		25,560	1	6	2.09	9.5	12.24
408	กลุ่มงานพระราชดำริ	25,560	1	6	2.09	9.5	12.24
		25,649	2	6	2.30	10.5	11.15
409	ห้องประชุม	25,521	2	6	2.30	10.5	11.09
410	กลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์การเกษตร	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
		24,514	2	2	1.96	8.9	12.50

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
411	ศูนย์อำนวยการโครงการสายใยรัก	24,514	2	2	1.96	8.9	12.50
412	ห้อง ผอ. สพก.	18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
		28,800	1	6	3.20	14.5	9.00
413	ห้องเก็บพัสดุ	-	-	-	-	-	-
414	กลุ่มงานจัดการฟาร์ม	18,159	2	2	1.11	5.0	16.32
415	กลุ่มงานเคหกิจเกษตร	24,519	1	2	1.63	7.4	15.05
		36,519	1	2	2.52	11.5	14.49
416	กลุ่มงานฯ ท่องเที่ยวเชิงเกษตร	36,519	3	2	2.52	11.5	14.49
		12,000	1	6	1.33	6.0	9.00
417	มูลนิธิส่งเสริมเกษตรกรไทย	18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
418	กลุ่มงานพัฒนาเกษตรกร	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
		36,519	1	2	2.52	11.5	14.49

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
419	กลุ่มงานพัฒนากลุ่มแม่บ้าน	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
		36,519	1	2	2.52	11.5	14.49
420	ฝ่ายบริหารทั่วไป สพก.	36,519	2	2	2.52	11.5	14.49
421	ฝ่ายบริหารทั่วไป สพก.	24,138	1	6	1.89	8.6	12.80
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
422	ห้อง ผอ. กลุ่ม	18,000	1	2	2.00	9.1	9.00
423	ห้องเก็บพัสดุ	24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
424	ห้องภูมิปัญญาท้องถิ่น	18,159	1	2	1.11	5.0	16.32
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.50
		36,518	1	2	2.51	11.4	14.56
501	-	28,800	2	6	3.2	14.5	9
502	-	24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
503	-	36,903	6	6	3.39	15.4	10.88
		38,926	8	6	3.59	16.3	10.85
504	-	-	-	-	-	-	-
505	กลุ่มงานวิจัยด้านส่งเสริมฯ	19,302	3	6	1.67	7.6	11.59

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
506	ฝ่ายสื่อสาร	24,514	4	2	1.96	8.9	12.5
		24,519	1	6	1.63	7.4	15.05
507	ห้องเก็บพัสดุ กผง.	-	-	-	-	-	-
508	ฝ่ายติดตามและประเมินผล	18,519	2	2	1.13	5.1	16.32
		36,518	2	2	2.52	11.5	14.49
509	ห้อง ผอ. กอง แผนงาน	19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
510	ห้องฝ่ายวิเทศสัมพันธ์	24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
		36,519	1	2	2.52	11.5	14.49
511	ฝ่ายฯ ช่วยเหลือผู้ประสบภัย	18,257	2	6	1.63	7.4	11.19
		19,200	1	6	1.59	7.2	12.11
512	ฝ่ายแผนงาน	18,237	1	6	1.66	7.5	11.01
		18,514	1	2	1.13	5.1	16.32
		36,519	1	2	2.52	11.5	14.49
513	ฝ่ายโครงการงบประมาณ	18,328	1	6	1.5	6.8	12.19
		24,514	2	2	1.96	8.9	12.5
514	ฝ่ายบริหาร กผง.	12,519	1	2	0.83	3.8	15.05
		12,800	1	6	0.95	4.3	13.46
		19,200	2	6	1.59	7.2	12.11

ลำดับ	ห้อง	ขนาดแอร์ (Btu/hr.)	จำนวน (ชุด)	อายุการใช้ (ปี)	กำลังไฟฟ้า (KW/ชุด)	อัตราการกินกระแสไฟฟ้า (A)	EER
515	หน้าห้อง ผอ. กผง.	12,800	1	6	0.95	4.3	13.46
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
516	ห้องประชุม	36,519	1	2	2.52	11.5	14.49
517	ฝ่ายติดตามและประเมินผล	18,159	3	6	1.11	5.0	16.32
518	กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา	24,514	3	2	1.96	8.9	12.5
519	ห้อง ผอ. กองวิจัยฯ	12,302	1	6	1.29	5.9	9.56
		24,514	1	2	1.96	8.9	12.5
520	ฝ่ายบริหาร กวพ.	36,516	1	2	2.51	11.4	14.55

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 แสดงการวิเคราะห์มาตรการที่เป็นไปได้ในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับ	มาตรการ	ผลกรสำรวจ	ได้	ไม่ได้
1	มาตรการ การปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.	- ทางหน่วยงานไม่เคยมีการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน - มีการเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศ	✓	
2	มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที	- ปิดเครื่องปรับอากาศขณะที่ไม่มีการใช้งาน (ลดชั่วโมงการทำงาน) สามารถเป็นไปได้เนื่องจากก่อนเลิกงาน 30 นาทียังคงมีความเย็นพอกับความต้องการของภาระโหลด	✓	
3	มาตรการ ตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส	ทางหน่วยงานไม่เคยมีการควบคุมการใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน มีการปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศต่ำ กว่า 25 องศาเซลเซียส	✓	
4	มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ	มาตรการนี้ปฏิบัติเป็นประจำอยู่แล้ว แต่บางครั้งถูกละเลย จึงต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	✓	
5	มาตรการปรับปรุงขนาดบีทียูของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดห้อง	ไม่สามารถเป็นไปได้เนื่องจาก ผู้รับเหมาที่ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและออกแบบไว้เหมาะสมแล้ว จึงไม่จำเป็นที่จะออกแบบใหม่		✓
6	มาตรการลดความร้อนจากคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ	ไม่สามารถเป็นไปได้เนื่องจาก ผู้รับเหมาที่ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้เหมาะสมและถูกต้องแล้ว จึงไม่จำเป็นที่จะลดความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์		✓
7	มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (High EER Air)	มาตรการนี้เป็นไปไม่ได้เนื่องจากเครื่องปรับอากาศที่ใช้มีอายุการใช้งานอยู่ที่เฉลี่ย 6 ปี และทางกรมส่งเสริมการเกษตรได้ทำการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มากกว่า 10 ปีแล้ว		✓

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

1. ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการการปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาพักเที่ยง 12.00 - 13.00 น.

ก่อนปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี คิด 90%	=	91 × 8 × 243 × 0.9
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	159,213.6 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี คิด 80%	=	68.4 × 8 × 243 × 0.8
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	106,375.68 kWh/y
	=	159,213.6 + 106,375.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	265,589.28 kWh/y

หลังปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91× 7 × 243 × 0.9
	=	139,311.9 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 7 × 243 × 0.8
	=	93,078.72 kWh/y
	=	139,311.9 + 93,078.72
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	232,390.62 kWh/y
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า	=	265,589.28 - 232,390.62
	=	33,198.66 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	33,198.66 x 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	139,766.35บาท/ปี

2. ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 30 นาที

ก่อนปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91 × 8 × 243 × 0.9
	=	159,213.6 kWh /y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 8 × 243 × 0.8
	=	106,375.68 kWh /y
	=	159,213.6 + 106,375.68
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	265,589.28 kWh/y

หลังปรับปรุง

กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	91 × 7.5 × 243 × 0.9
	=	149,262.75 kWh/y
กำลังวัตต์ของอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/y)	=	68.4 × 7.5 × 243 × 0.8
	=	99,727.2 kWh/y
	=	149,262.75 + 99,727.2
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ (kWh/y)	=	248,989.95 kWh/y
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า	=	265,589.28 – 248,989.95
	=	16,599.33 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	16,599.33 x 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	69,883.17 บาท/ปี

3. ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณ มาตรการตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท 25 องศาเซลเซียส

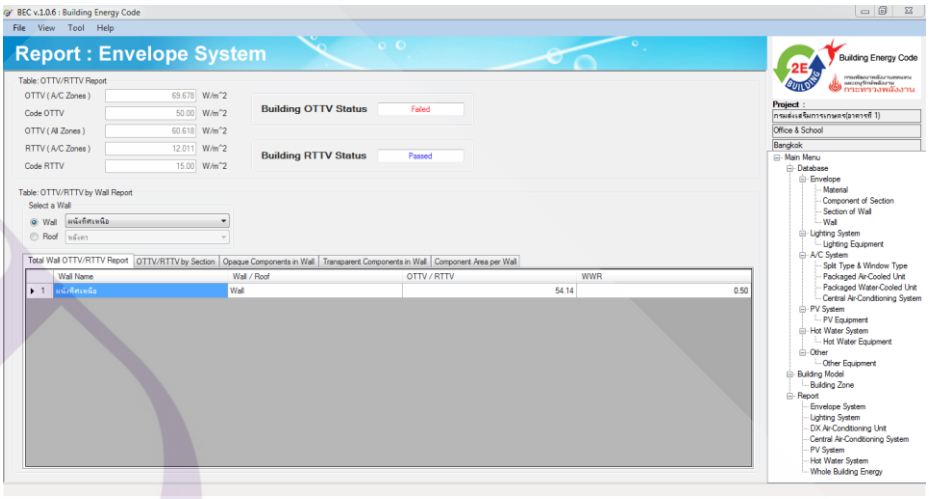
เครื่องปรับอากาศ	=	262 เครื่อง
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	90 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	80 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวม	=	159.4 kW
สภาพการทำงาน		
เวลาทำงาน	=	8 ชั่วโมง/วัน
วันทำงาน	=	243 วัน/ปี
เพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสสามรถลดการใช้พลังงานได้	=	4%
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้		
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.9 × 0.04
	=	11,155.44 kWh/y
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุไม่เกิน 10 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.8 × 0.04
	=	9,915 kWh/y
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้	=	11,155.44 + 9,915
	=	21,070.44 kWh/y
คิดเป็นเงิน	=	21,070.44 × 4.21
(ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.21 บาท/kWh)	=	88,706.55 บาท/ปี

4. ผลการวิเคราะห์เชิงคำนวณมาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

เครื่องปรับอากาศ	=	262 เครื่อง
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมของอายุเครื่องปรับอากาศ < 5 ปี	=	91kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	90 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวมอายุเครื่องปรับอากาศ 6 – 10 ปี	=	68.4 kW
เปอร์เซ็นต์การใช้งาน	=	80 %
พิกัดพลังไฟฟ้ารวม	=	159.4 kW
ล้างเครื่องปรับอากาศสามรถลดการใช้พลังงานได้	=	7 %
ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้		
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.9 × 0.07
	=	19,522.03 kWh/y
เครื่องปรับอากาศที่มีอายุไม่เกิน 10 ปี	=	159.4 × 8 × 243 × 0.8 × 0.07
	=	17,352.92 kWh/y
พลังงานไฟฟ้ารวมที่ประหยัดได้	=	19,522.03 + 17,352.92
	=	34,874.95 kWh/y
อัตราค่าไฟฟ้า	=	4.21 บาท/หน่วย
ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	34,874.95 × 4.21
	=	14,6823.53 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน (550 / 14,6823.53)	=	3.74 ปี

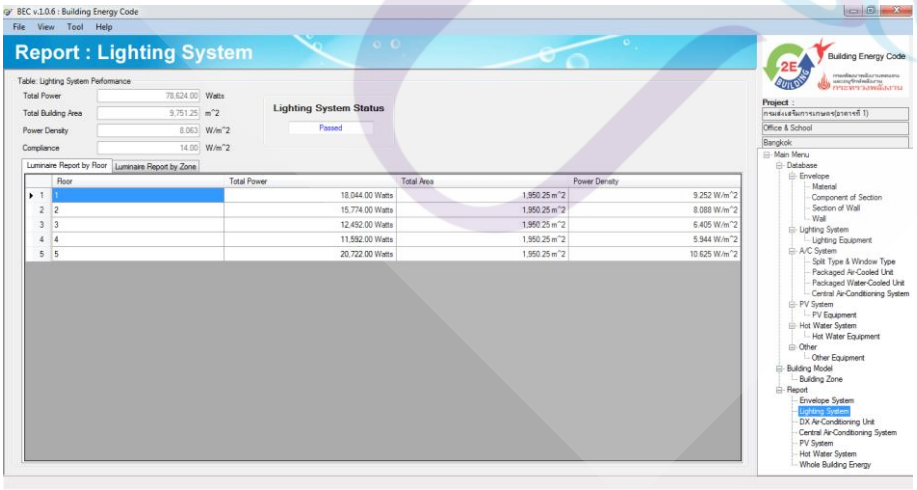
ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6



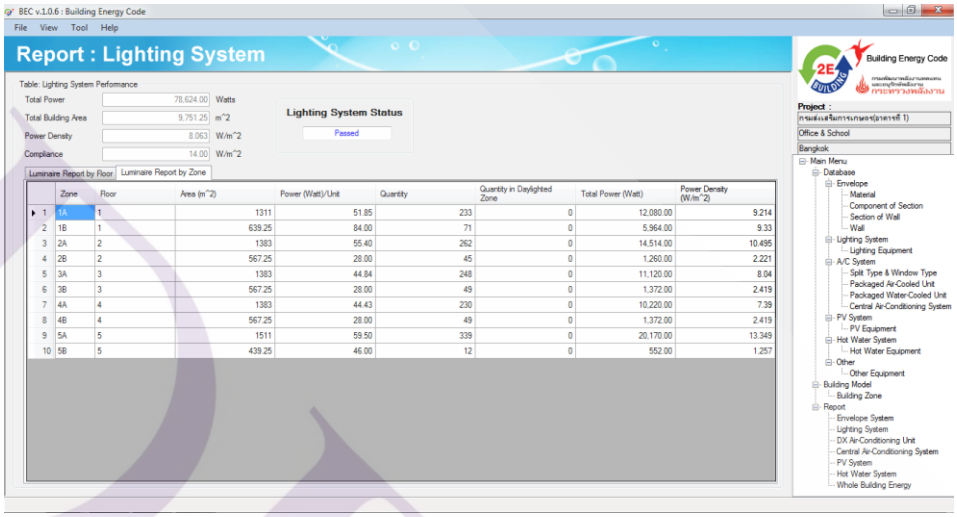
ภาพที่ ข.1 ผลการคำนวณค่า OTTV และ RTTVของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สรุปได้ดังภาพที่ ข ผลการคำนวณค่า OTTV และ RTTVของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) โดยมีค่า OTTV เฉลี่ยของทั้งอาคารเท่ากับ 69.67 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และค่า RTTV ของอาคารมีค่าเท่ากับ 12.01 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน

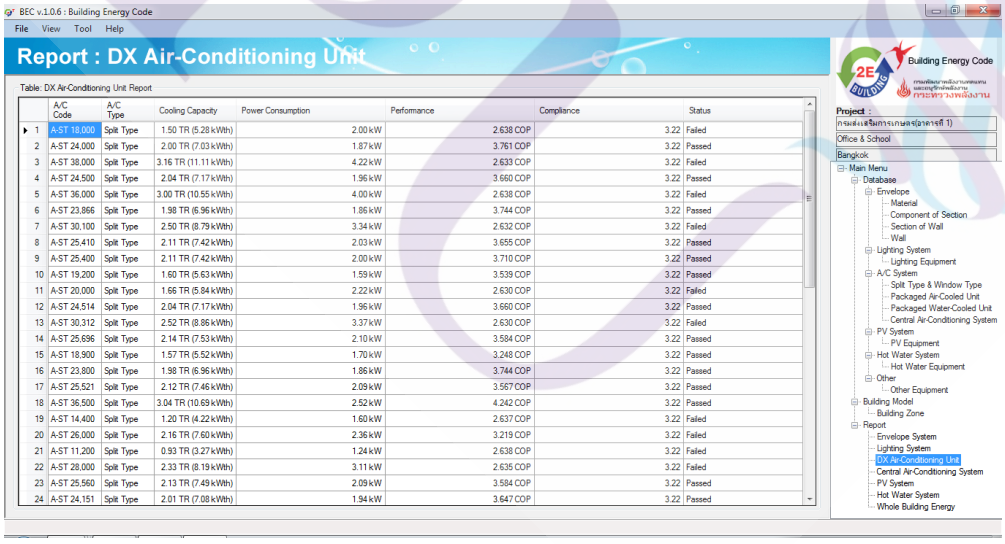


ภาพที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สรุปได้ดังภาพที่ ข ผลการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) จากการคำนวณโดยโปรแกรม BEC ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (LPD) เท่ากับ 78.62 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

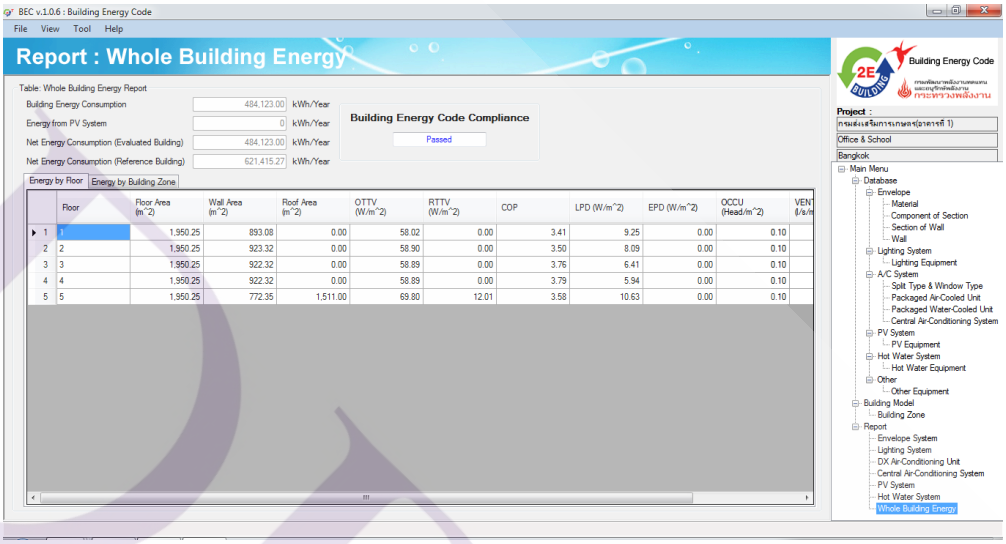


ภาพที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ของระบบไฟฟ้าแสงสว่างแยกตามโซน



ภาพที่ ข.4 การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบปรับอากาศ

ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศของของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) สามารถสรุปได้ดังรูปที่ ข.4 การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศแบบ Split Type ทั้งหมดมีค่า COP ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผลการประเมินจึงไม่ผ่านเกณฑ์ฯ



ภาพที่ ข.5 ผลการคำนวณการใช้พลังงานของอาคาร

ผลประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ตามสมการพลังงาน (Energy Equation) ของเกณฑ์มาตรฐานฯ เนื่องจากอาคารนี้ไม่มีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 484,123 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง ที่กำหนดให้ไม่เกิน 621,415.27 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปีข้อมูลจากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารกรมส่งเสริมการเกษตร (อาคารที่ 1) ต่ำกว่ากรณีของอาคารอ้างอิง ดังนั้นอาคารนี้จึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	กฤษเมธี โชติกรณ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2560
	บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยธนบุรี
	พ.ศ. 2553
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	Technical Support
	บริษัท เมดิฮับ เอเซีย จำกัด

DPU