**แผนการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน**

**โครงการสนับสนุนการลงทุนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในโรงพยาบาลของรัฐ (Matching Fund)**

**เสนอ**

****

**โดย**

**โรงพยาบาล..................**

วันที่ ………. เดือนมกราคม พ.ศ. 2560

**การรับรองแผนการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน**

โรงพยาบาล....................................................... ได้ยื่นข้อเสนอไว้กับ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักพลังงาน (พพ.) เพื่อขอสนับสนุนทุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ภายใต้ "โครงการสนับสนุนการลงทุนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในโรงพยาบาลของรัฐ (Matching Fund)" และ พพ. ได้เห็นชอบจัดสรรเงินกองทุนฯ เพื่อดำเนินกิจกรรมตามโครงการฯ ในวงเงินสนับสนุนการลงทุนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์รวมทั้งสิ้น .......................... บาท ทั้งนี้ โรงพยาบาลได้ดำเนินการจัดทำแผนการตรวจวัดพิสูจน์ผลการใช้พลังงานฉบับนี้เพื่อขอความเห็นชอบจาก กลุ่มวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ภายใต้คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในฐานะ “ที่ปรึกษาบริหารโครงการฯ” ที่ได้รับมอบหมายการบริหารโครงการจาก พพ. สามารถสรุปพลังงานและผลประหยัดที่คาดว่าจะได้รับ ดังต่อไปนี้

ด้านพลังงานไฟฟ้า

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **มาตรการ** | **เงินลงทุน****(บาท)** | **พลังงานและผลประหยัด****ที่คาดว่าจะได้รับ** | **ระยะเวลาคืนทุน****(ปี)** |
| **(kWh/ปี)** | **(บาท/ปี)** |
| 1 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิด Inverter |  |  |  |  |
| **รวม** |  |  |  |  |

โดยมีรายละเอียดแผนวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงานของมาตรการนำเสนอไว้ในบทที่ 2 ของรายงานฉบับนี้ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **มาตรการ** | **เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ปรับปรุง** | **วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน** |
| 1 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิด Inverter |  |  |

 ข้าพเจ้า .................................................................ในฐานะผู้มีอำนาจลงนามของ โรงพยาบาล........................................................... ขอรับรองว่าจะดำเนินการปรับปรุงมาตรการและดำเนินการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงานตามแผนวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงานที่นำเสนอทุกประการ พร้อมกันนี้ ยินดีให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานในโครงการ

ลงชื่อ..............................................................

(………………………………………………….)

วันที่.............................................

**สารบัญ**

 **หน้า**

**การรับรองแผนการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน i**

**บทที่ 1 ข้อมูลโครงการ 1-1**

1.1 ข้อมูลพื้นฐาน 1-1

 1.2 สรุปมาตรการและผลประหยัดพลังงานของมาตรการที่เสนอปรับปรุง 1-3

 1.3 แผนการดำเนินงาน 1-6

**บทที่ 2 แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน 2-1**

 **2.1 มาตรการที่ 1**

 การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิด Inverter 2-1

 2.1.1 รายละเอียดมาตรการ 2-1

 2.1.2 วิธีการคำนวณการใช้พลังงานและผลประหยัด 2-5

 2.1.3 วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน 2-7

**บทที่ 1**

**ข้อมูลโครงการ**

* 1. **ข้อมูลพื้นฐาน**

|  |  |
| --- | --- |
| ชื่อโรงพยาบาล | **โรงพยาบาล...............................................** |
| สังกัด | **....................................................................** |
| ที่อยู่ | **....................................................................** |
|  | โทรศัพท์ **..............................** โทรสาร **..............................** |
| Website |  **..............................** |
| ก่อตั้งปี | พ.ศ. **..............................** |
| พื้นที่ใช้สอย | พื้นที่รวม |  **..............................** | ตารางเมตร |
|  | พื้นที่ปรับอากาศ | **..............................** | ตารางเมตร |
| พลังงานไฟฟ้า | **..............................** kWh/ปี มูลค่า **..............................** บาท/ปีค่าไฟเฉลี่ย **..............................** บาท/kWh(ข้อมูล พ.ศ. 2559) |
| พลังงานความร้อน(...ระบุชนิดเชื้อเพลิง...) | **..............................** kWh/ปี มูลค่า **..............................** บาท/ปีค่าไฟเฉลี่ย **..............................** บาท/kWh(ข้อมูล พ.ศ. 2559) |
| อัตราค่าไฟ | มิเตอร์ที่ 1อัตรา **TOU** ประเภท **4.2.2** หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า **........................** |
| จำนวนพนักงาน | **..............................** คน |
| ชั่วโมงการทำงาน | 24 ชั่วโมง/วัน 365 วัน/ปี |
| ผู้ประสานงาน 1 | ชื่อ-สกุล |
|  | ตำแหน่ง **..............................** |
|  | โทรศัพท์ **..............................** |
| ผู้ประสานงาน 2 | ชื่อ-สกุล |
|  | ตำแหน่ง **..............................** |
|  | โทรศัพท์ **..............................** |

**ตารางที่ 1.2** การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล ปี 2559

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า ............................................. | รหัสเครื่องวัดไฟฟ้า ................................ |
| **เดือน** | **พลังไฟฟ้าสูงสุด** | **พลังงานไฟฟ้า** | **ค่าไฟฟ้ารวม** | **ค่าตัวประกอบภาระ****(เปอร์เซ็นต์)** | **ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย** |
| **P** | **PP/OP1** | **OP/OP2** | **ค่าใช้จ่าย** | **ปริมาณ** | **ค่าใช้จ่าย** | **(บาท)** | **(บาท/kWh)** |
| **(กิโลวัตต์)** | **(กิโลวัตต์)** | **(กิโลวัตต์)** | **(บาท)** | **(kWh)** | **(บาท)** |
| ม.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.พ. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| มี.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| เม.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พ.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| มิ.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ส.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ต.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พ.ย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ธ.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **รวม** |  |  |  |  |  |  |
| **เฉลี่ย** |  |  |  |  |  |  |

**ตารางที่ 1.3** การใช้เชื้อเพลิงของโรงพยาบาล ปี 2559

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **เดือน** | **เชื้อเพลิงชนิดที่ 1 (.....ระบุ.....)** | **เชื้อเพลิงชนิดที่ 2 (.....ระบุ.....)** | **เชื้อเพลิงชนิดที่ 3 (.....ระบุ.....)** |
| **ปริมาณ** | **ค่าใช้จ่าย** | **ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย** | **ปริมาณ** | **ค่าใช้จ่าย** | **ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย** | **ปริมาณ** | **ค่าใช้จ่าย** | **ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย** |
| **(หน่วย)** | **(บาท)** | **(บาท/หน่วย)** | **(หน่วย)** | **(บาท)** | **(บาท/หน่วย)** | **(หน่วย)** | **(บาท)** | **(บาท/หน่วย)** |
| ม.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.พ. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| มี.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| เม.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พ.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| มิ.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ส.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ก.ย. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ต.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| พ.ย |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ธ.ค. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **รวม** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **เฉลี่ย** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ค่าความร้อนของ...........(ระบุ) = ……………… MJ/หน่วย (ระบุ)

ค่าความร้อนของ...........(ระบุ) = ……………… MJ/หน่วย (ระบุ)

ค่าความร้อนของ...........(ระบุ) = ……………… MJ/หน่วย (ระบุ)

**1.2 สรุปมาตรการและผลประหยัดพลังงานของมาตรการที่เสนอปรับปรุง**

โรงพยาบาล....................................................... ได้เสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่จะดำเนินการปรับปรุง จำนวน …....... มาตรการโดยมีผลประหยัดเบื้องต้นที่คาดว่าจะได้รับ แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 1.4** มาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านไฟฟ้า

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **มาตรการ** | **เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ปรับปรุง** | **แนวทางการปรับปรุง** | **ปริมาณพลังงาน (kWh/ปี)** | **พลังงานที่****คาดว่าประหยัดได้****(kWh/ปี)** | **จำนวนเงินที่คาด****ว่าประหยัดได้(1)****(บาท)** | **ระยะเวลาคืนทุน****(ปี)** |
| **ก่อน****การปรับปรุง** | **หลัง****การปรับปรุง** |
| 1 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิด Inverter | เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิด Inverter |  |  |  |  |  |  |
| **รวมทั้งสิ้น** |  |  |  |  |  |

**กรณีที่มีหลายมาตรการหรือหลายอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงหลายชนิดในการประเมินให้ระบุหมายเหตุเพิ่มเติมดังนี้**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **หมายเหตุ :** | ระบุชื่อมาตรการ หรือ ชื่ออุปกรณ์ |  |  |  |
|  |  ชนิดเชื้อเพลิงที่ 1 ........ (ระบุหน่วย) |  |  |  |
|  | * ค่าความร้อน
 | = | ………… | MJ/หน่วย |
|  | * ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย
 | = | ………… | บาท/หน่วย |
|  | ระบุชื่อมาตรการ หรือ ชื่ออุปกรณ์ |  |  |  |
|  |  ชนิดเชื้อเพลิงที่ 2 ........ (ระบุหน่วย) |  |  |  |
|  | * ค่าความร้อน
 | = | ………… | MJ/หน่วย |
|  | * ค่าเชื้อเพลิงเฉลี่ย
 | = | ………… | บาท/หน่วย |

**1.3 แผนการดำเนินงาน**

**มาตรการที่ 1** ……………………………………………….

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **มาตรการ/ขั้นตอน** |  **พ.ศ.2559 พ.ศ.2560** |
| **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย.** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1** | **แผนการตรวจวัดและพิสูจน์พลังงาน** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1 | สำรวจและรวบรวมข้อมูล |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 1.2 | จัดทำเอกสารวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 1.3 | ทำสัญญาและดำเนินการจัดซื้อ/จัดจ้าง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| **2** | **การตรวจวัดพลังงานก่อนปรับปรุง** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.1 | แจ้งผู้ตรวจวัดฯ เก็บข้อมูลการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 2.2 | จัดทำเอกสารสรุปผลการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 2.3 | ตรวจรับอุปกรณ์และหรือเครื่องจักร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| **3** | **การติดตั้ง/เปลี่ยนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.1 | รื้อถอน/ติดตั้งอุปกรณ์และหรือเครื่องจักร |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 3.2 | ทดสอบระบบ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 3.3 | ชำระเงินค่าจัดซื้ออุปกรณ์และหรือเครื่องจักร และจัดจ้าง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| **4** | **การตรวจวัดพลังงานหลังการปรับปรุง** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1 | แจ้งผู้ตรวจวัดฯ เก็บข้อมูลความพร้อมของการเดินระบบหลังปรับปรุง |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |
| 4.2 | ตรวจวัดฯ เก็บข้อมูลการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4.3 | สรุปผลการประหยัดพลังงาน |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

**บทที่ 2**

**แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน**

**2.1 มาตรการที่ 1 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิด Inverter**

**2.1.1 รายละเอียดมาตรการ**

***แนวคิดการปรับปรุง***

จากการสำรวจเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนภายในโรงพยาบาล........................ พบว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 100 ชุด มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำ และมีการชำรุดบ่อยครั้ง ส่งผลถึงการบริการ รวมค่าใช้จ่ายทั้งในด้านไฟฟ้า และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูง ทางโรงพยาบาล จึงมีแนวคิดที่จะทำการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิด INVERTER ทดแทนตัวเก่า เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและการบำรุงรักษาลง

***รายละเอียดของอุปกรณ์ “ก่อน” การปรับปรุง***

จากการสำรวจเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 100 ชุด มีการใช้งานเฉลี่ย 10 ชม.ต่อวัน 365 วันต่อปี พบว่ามีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี มีอาการชำรุดบ่อยครั้ง ส่งผลถึง ค่าไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูง

**รูปที่ 2-1** เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ก่อนปรับปรุง

***รายละเอียดของอุปกรณ์ “หลัง” การปรับปรุง***

ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิด INVERTER จำนวน 100 เครื่อง ทดแทนเครื่องเดิม

**รูปที่ 2-2** เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ชนิด Inverter หลังปรับปรุง (ถ้ามี)

**2.1.2 วิธีการคำนวณการใช้พลังงานและผลประหยัด**

**1) การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนการปรับปรุง**คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **พิกัด** | **จำนวน** | **การใช้งาน** | **สมรรถนะ** | **ปริมาณ** | **พลังงานไฟฟ้า** |
| **(บีทียู)** | **(เครื่อง)** | **ชม./วัน** | **วัน/ปี** | **%การใช้งาน** | **%การทำงาน** | **(kW/TR)** | **ความเย็น (ตัน/ปี)** | **(kWh/ปี)** |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **รวม** | **17** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** |  |  |

**2) การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลังการปรับปรุง**คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **พิกัดเครื่องเดิม** | **จำนวน** | **ความเย็นที่ต้องการก่อนปรับปรุง** | **สมรรถนะ** | **พลังงานไฟฟ้า** |
| **(บีทียู)** | **(เครื่อง)** | **(ตัน/ปี)** | **(kW/TR)** | **(kWh/ปี)** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| **รวม** |  |  |  |  |

**3) การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้**คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

รวมพลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 412,333.20 kWh/ปี

รวมพลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 161,709.60 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = ก่อนปรับปรุง - หลังปรับปรุง

 = 412,333.20 - 161,709.60

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 250,623.60 kWh/ปี

ค่าไฟเฉลี่ย (2559) = 4.50 บาท/kWh

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ x ค่าไฟเฉลี่ย

 = 252,375.60 x 4.50

 = 1,127,806.20 บาท/ปี

เงินลงทุนทั้งหมด = 519,800.00 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / ผลประหยัด

 = 519,800.00/ 1,127,806.20

 = 0.46 ปี

**2.1.3 วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์การใช้พลังงาน**

 การตรวจวัดการใช้พลังงานใช้การสุ่มตัวอย่างจากจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมด โดยแบ่งกลุ่มการสุ่มตัวอย่างตามขนาด ยี่ห้อ และกำหนดขนาดการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Size) โดยใช้ค่าระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) 90% และค่าความคลาดเคลื่อน (Precision) 10%

 หรือ

 การตรวจวัดการใช้พลังงานใช้การสุ่มตัวอย่างจากจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมด โดยแบ่งกลุ่มการสุ่มตัวอย่างตามขนาด ยี่ห้อ และกำหนดขนาดการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Size) ที่ 30%

ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุงโดยการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า อุณหภูมิอากาศเข้าชุดคอยล์ระบายความร้อน (Condenser) และอุณหภูมิความชื้นของลมจ่ายและลมกลับเข้าคอยล์เย็น เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และทำการตรวจสอบเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมีตัวแปรควบคุมคือ อุณหภูมิควบคุมของห้องปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกและสภาวะการใช้ห้องไม่แตกต่างกันก่อนและหลังปรับปรุง ทั้งนี้ในการคำนวณจะนำค่าประสิทธิภาพพลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกันเพื่อคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ที่ปริมาณภาระการปรับอากาศก่อนการปรับปรุง และใช้ชั่วโมงการทำงานคำนวณเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

หมายเหตุ : กรณีที่สภาพอากาศแวดล้อมมีค่าแตกต่างกันเกินร้อยละ 10 ให้ทำการปรับแก้ค่ากำลังไฟฟ้าและภาระการปรับอากาศเป็นสภาวะมาตรฐาน

**2.1.3.1 วิธีการตรวจวัด**

1) การสุ่มตัวอย่างตรวจวัดเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนหรือปรับปรุงจำนวนมาก จะจัดกลุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศตามประเภท ขนาดพิกัด และทำการสุ่มตัวอย่างตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรเครื่องปรับอากาศทั้งหมด ขนาดการสุ่มตัวอย่างแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 2-....... การกำหนดสุ่มตัวอย่าง

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ลำดับ | พิกัด(BTU/Hr) | จำนวนเครื่องปรับอากาศ |
| ที่ปรับปรุงทั้งหมด | สุ่มตัวอย่าง |
|  |  |
| 1 | 18,000 |  |  |
| 2 | 24,000 |  |  |
| 3 |  |  |  |
| รวม |  |  |

2) การตรวจวัดเพื่อหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ จะดำเนินการตรวจวัดตัวแปรต่างๆ ได้แก่

2.1) การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าโดยตรวจวัดเมนไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแต่ละชุด

2.2) การตรวจวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของลมจ่ายและลมกลับเข้าคอยล์เย็น และอัตราการไหลของลม เพื่อคำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และวัดค่าอุณหภูมิของอากาศที่เข้าคอยล์ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศแต่ละชุด

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CL | = | 4.5 x (hr – hs) x CFM |
| โดยที่  |  |  |
| CL | = | ความสามารถการทำความเย็น (Btu/hr) |
| hr | = | เอนทาลปีของอากาศลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (Return Air) ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง Tr และความชื้นสัมพัทธ์ RHr หาได้จาก แผนภูมิไซโครเมตริก หรือ โปรแกรม (Btu/Ib) |
| hs | = | เอนทาลปีของอากาศลมจ่ายจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (Supply Air) ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง Ts และความชื้นสัมพัทธ์ RHs หาได้จาก แผนภูมิไซโครเมตริก หรือ โปรแกรม (Btu/Ib) |
| CMF | = | อัตราการไหลของลมจ่ายออกจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (CFM) |
| Tr | = | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (oF) |
| RHr | = | ความชื้นสัมพัทธ์ของลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (%) |
| Ts | = | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมจ่ายจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (oF) |
| RHs | = | ความชื้นสัมพัทธ์ของลมจ่ายจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ (%) |

**2.1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ตัวแปร | ชื่อเครื่องวัด | หมายเหตุ |
| กำลังไฟฟ้า | เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ยี่ห้อ ........................... รุ่น ........................... |  |
| อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ | เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ ........................... รุ่น ........................... |  |
| ความเร็วลม | เครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ ........................... รุ่น ........................... |  |
|  |  |  |

**2.1.3.3 ข้อมูลที่ตรวจวัด**

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

**ตารางที่ 2-.....** ตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผล (ก่อนปรับปรุง)

| **ตัวแปร** | **หน่วย** | **ความหมาย** | **แหล่งข้อมูล** | **วิธีการตรวจวัด** | **ความถี่ในการบันทึกค่า** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PComp | W, kW | กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า |
| CFM | CFM | อัตราการไหลของลมเย็นจ่ายออกจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | 1. ใช้เครื่องวัดความเร็วลมตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย2. ใช้ตลับเมตรวัดพื้นที่ช่องจ่ายลมเย็น3. คำนวณอัตราการไหลจากค่าความเร็วลมและพื้นที่ช่องจ่ายลมเย็น | บันทึก 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| Ts | oF | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมจ่ายออกจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| RHs | % | ความชื้นสัมพัทธ์ของลมจ่ายออกจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| Tr | oF | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| RHr | % | ความชื้นสัมพัทธ์ของลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| Ti,Pre | oC | อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปรับอากาศ i ก่อนการปรับปรุง | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 จุดและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า |
| Tamb | oC | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| RHamb | % | ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดแบบชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า สอดคล้องกับค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย |
| Hi,Pre | h/y | ชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศกลุ่ม i ก่อนการปรับปรุง | จากการตรวจวัดชั่วโมงทำงานจริง | ติดตั้งเครื่องนับชั่วโมงทำงานคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศที่เป็นตัวแทนสุ่มตัวอย่างจากเครื่องปรับอากาศในกลุ่ม i ตลอดช่วงเวลาการตรวจวัด | บันทึกค่า 1 ครั้งก่อนการปรับปรุง |

**ตารางที่ 2-.....** ตัวแปรหลักสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ผล (หลังปรับปรุง)

| **ตัวแปร** | **หน่วย** | **ความหมาย** | **แหล่งข้อมูล** | **วิธีการตรวจวัด** | **ความถี่ในการบันทึกค่า** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SEERij,Post | Btu/h/W | อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่สภาวะมาตรฐานของเครื่องปรับอากาษกลุ่มที่ i เครื่องที่ j หลังการปรับปรุง | ค่า SEER ที่ได้จากห้องทดสอบหรือ จากการคำนวณ | วิธีการตรวจวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องจะดำเนินเช่นเดียวกับการตรวจวัดก่อนปรับปรุง | บันทึกค่า 1 ค่า |
| Ti,Post | oC | อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปรับอากาศ i หลังการปรับปรุง | จากการตรวจวัดชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 จุดและหาค่าเฉลี่ย | บันทึกค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด 1 ค่า |
|  |  |  |  |  |  |

**ตารางที่ 2-.....** ตัวแปรควบคุมหรือสภาวะที่ต้องควบคุม

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ตัวแปร** | **หน่วย** | **ความหมาย** | **แหล่งข้อมูล** | **วิธีการตรวจวัด** | **สภาวะการควบคุม** |
| Ti,Pre และ Ti,Post | oC | อุณหภูมิของพื้นที่ปรับอากาศ | จากการตรวจวัดชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 จุดและหาค่าเฉลี่ย | อุณหภูมิก่อนและหลังปรับปรุงต่างกันไม่เกินร้อยละ 10 |
| Tamb | oC | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ | จากการตรวจวัดชั่วขณะ | ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศตรวจวัดอย่างน้อย 3 จุดและหาค่าเฉลี่ย | อุณหภูมิอากาศแวดล้อมก่อนและหลังปรับปรุงต่างกันไม่เกินร้อยละ 10 |
|  |  |  |  |  |  |

**ภาคผนวก ก**

**วิธีการสุ่มตัวอย่าง (ถ้ามี)**

**วิธีการสุ่มตัวอย่าง**

การสุ่มตัวอย่างตรวจวัดเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนหรือปรับปรุงจำนวนมาก จะจัดกลุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศตามประเภท ขนาดพิกัด และทำการสุ่มตัวอย่างตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรเครื่องปรับอากาศทั้งหมด ขนาดการสุ่มตัวอย่างคำนวณโดยใช้สูตร

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| n0 | = | z2 x CV2 |  |
|  |  | e2 |  |
| โดยที่  |  |  |
| n0 | = | ขนาดการสุ่มตัวอย่างเบื้องต้นก่อนที่จะเริ่มสุ่มตัวอย่างจริง (ชุด) |
| CV | = | ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variance) ในการคำนวณใช้ค่า 0.5 เป็นค่าเริ่มต้น จนกว่าจะสามารถหาประมาณค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจากการสุ่มตัวอย่างจริง |
|  | = | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |  |
|  |  | ค่าเฉลี่ยของข้อมูล |  |
| e | = | ระดับความคลาดเคลื่อน (ใช้ค่า 10% หรือ 0.1) |
| Z | = | 1.64 สำหรับระดับความเชื่อมั่น 90% |
|  |  |  |
|  |  |  |
| n1 | = | n0 x N |  |
|  |  | n0 + N |  |
| โดยที่ |  |  |
| n1 | = | ขนาดการสุ่มตัวอย่างที่ได้ปรับลดลง (ชุด) |
| N | = | จำนวนข้อมูลของเครื่องปรับอากาศที่จะสุ่มตัวอย่าง (ชุด) |