



รายงานผลการตรวจวัดและประเมินศักยภาพมาตรการอนุรักษ์พลังงาน  
อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย



ดำเนินการตรวจวัด และจัดทำรายงานโดย  
กองส่งเสริมมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า  
ฝ่ายบริหารด้านการใช้ไฟฟ้าและกิจการเพื่อสังคม  
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

มิถุนายน 2564

## บทสรุปผู้บริหาร

ตามที่สำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) จังหวัดสุโขทัย มีความต้องการปรับปรุงการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน จุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้สามารถลดต้นทุนด้านพลังงานกับหน่วยงานและประเทศ ผู้บริหารสำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) จังหวัดสุโขทัย จึงได้ขอความอนุเคราะห์จากกองส่งเสริมมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า เข้าสำรวจและตรวจวัดการใช้พลังงานเพื่อค้นหามาตรการประหยัดพลังงาน ตลอดจนประเมินผลการประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถสรุปประเด็นและใจความสำคัญได้ดังต่อไปนี้

| มาตรการโครงการประหยัดพลังงาน         | รายละเอียดโครงการ                                                                                                        |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่าง | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์เดิม จำนวน 80 หลอด          |
|                                      | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์เดิม จำนวน 172 หลอด        |
|                                      | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ CFL ขนาด 14 วัตต์เดิม จำนวน 71 หลอด   |
|                                      | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ LPS ขนาด 125 วัตต์เดิม จำนวน 84 หลอด   |
|                                      | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ MH ขนาด 1000 วัตต์เดิม จำนวน 7 หลอด    |
| ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ     | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 12,500.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 12,358.32 Btu/h จำนวน 1 เครื่อง |
|                                      | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 19,000.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 18,083.60 Btu/h จำนวน 1 เครื่อง |
|                                      | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 25,200.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 25,696.80 Btu/h จำนวน 1 เครื่อง |
|                                      | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 40,944.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 50,400.00 Btu/h จำนวน 1 เครื่อง |

### ผลตอบแทนและความคุ้มค่าด้านการลงทุนจากโครงการประหยัดพลังงาน

จากการดำเนินการภายใต้ขอบเขตดังกล่าว คณะทำงานได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานเพื่อวิเคราะห์หาผลตอบแทนซึ่งสามารถสรุปได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ตารางสรุปผลการประเมินผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทุนโครงการปรับปรุงระบบแสงสว่างและปรับอากาศ

ตารางสรุปผลการประเมินผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าโครงการ

| ลำดับ                                                                             | มาตรการนำเสนอ                                                                                            | จำนวน<br>(set) | พลังงานไฟฟ้าก่อน<br>ปรับปรุง<br>(kWh/y) | พลังงานไฟฟ้าหลัง<br>ปรับปรุง<br>(kWh/y) | เป้าหมายผลการประหยัด    |                      |                                    | มูลค่าการลงทุน       |                   | ระยะเวลา<br>คืนทุน<br>(year) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|
|                                                                                   |                                                                                                          |                |                                         |                                         | พลังงานไฟฟ้า<br>(kWh/y) | ค่าไฟฟ้า<br>(Baht/y) | เปอร์เซ็นต์ผล<br>การประหยัด<br>(%) | ไม่รวม<br>VAT (Baht) | รวม<br>VAT (Baht) |                              |
| ระบบแสงสว่าง                                                                      |                                                                                                          |                |                                         |                                         |                         |                      |                                    |                      |                   |                              |
| 1                                                                                 | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์เดิม        | 80             | 6,712.44                                | 2,639.30                                | 4,073.14                | 16,292.56            | 60.68                              | 7,600.00             | 8,132.00          | 0.50                         |
| 2                                                                                 | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์เดิม       | 172            | 27,566.67                               | 10,441.57                               | 17,125.10               | 68,500.40            | 62.12                              | 18,920.00            | 20,244.40         | 0.30                         |
| 3                                                                                 | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ CFL ขนาด 14 วัตต์เดิม | 71             | 2,767.72                                | 1,036.60                                | 1,731.12                | 6,924.48             | 62.55                              | 6,035.00             | 6,457.45          | 0.93                         |
| 4                                                                                 | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ LPS ขนาด 125 วัตต์เดิม | 84             | 48,970.15                               | 8,693.95                                | 40,276.20               | 161,104.80           | 82.25                              | 19,320.00            | 20,672.40         | 0.13                         |
| 5                                                                                 | เปลี่ยนหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์ ทดแทนหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ MH ขนาด 1000 วัตต์เดิม | 7              | 19,683.72                               | 5,110.00                                | 14,573.72               | 58,294.88            | 74.04                              | 14,000.00            | 14,980.00         | 0.26                         |
|                                                                                   | รวมมาตรการปรับปรุงระบบแสงสว่าง                                                                           | 414            | 105,700.70                              | 27,921.42                               | 77,779.28               | 311,117.12           | 73.58                              | 65,875.00            | 70,486.25         | 0.23                         |
| ระบบปรับอากาศ                                                                     |                                                                                                          |                |                                         |                                         |                         |                      |                                    |                      |                   |                              |
| 6                                                                                 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 12,500.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 12,358.32 Btu/h | 1              | 4,441.32                                | 3,539.23                                | 902.09                  | 3,608.36             | 20.31                              | 24,000.00            | 25,680.00         | 7.12                         |
| 7                                                                                 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 19,000.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 18,083.60 Btu/h | 1              | 5,656.04                                | 4,291.55                                | 1,364.49                | 5,457.97             | 24.12                              | 26,000.00            | 27,820.00         | 5.10                         |
| 8                                                                                 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 25,200.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 25,696.80 Btu/h | 1              | 6,543.72                                | 4,873.42                                | 1,670.30                | 6,681.21             | 25.53                              | 36,000.00            | 38,520.00         | 5.77                         |
| 9                                                                                 | เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 40,944.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม ขนาด 50,400.00 Btu/h | 1              | 7,380.08                                | 6,558.75                                | 821.33                  | 3,285.33             | 11.13                              | 51,000.00            | 54,570.00         | 16.61                        |
|                                                                                   | รวมมาตรการปรับปรุงระบบปรับอากาศ                                                                          | 4              | 24,021.16                               | 19,262.94                               | 4,758.22                | 19,032.87            | 19.81                              | 137,000.00           | 146,590.00        | 7.70                         |
|                                                                                   | รวมมาตรการปรับปรุงระบบแสงสว่างและปรับอากาศ                                                               |                | 129,721.86                              | 47,184.36                               | 82,537.50               | 330,149.99           | 63.63                              | 202,875.00           | 217,076.25        | 0.66                         |
| ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเครื่องเดิมอย่างน้อยทุกๆ 6 เดือน หรือ ปีละ 2 ครั้ง |                                                                                                          |                |                                         |                                         |                         |                      |                                    |                      |                   |                              |
| 10                                                                                | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 12,358.32 Btu/h                                                  | 1              | 4,441.32                                | 3,997.19                                | 444.13                  | 1,776.53             | 10.00                              | 1,000.00             | 1,070.00          | 0.60                         |
| 11                                                                                | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 18,083.60 Btu/h                                                  | 1              | 5,656.04                                | 5,090.44                                | 565.60                  | 2,262.42             | 10.00                              | 1,200.00             | 1,284.00          | 0.57                         |
| 12                                                                                | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 25,696.80 Btu/h                                                  | 1              | 6,543.72                                | 5,889.35                                | 654.37                  | 2,617.49             | 10.00                              | 1,400.00             | 1,498.00          | 0.57                         |
| 13                                                                                | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 50,400.00 Btu/h                                                  | 1              | 7,380.08                                | 6,642.07                                | 738.01                  | 2,952.03             | 10.00                              | 1,600.00             | 1,712.00          | 0.58                         |
|                                                                                   | รวมมาตรการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม                                                     | 4              | 24,021.16                               | 21,619.04                               | 2,402.12                | 9,608.46             | 10.00                              | 5,200.00             | 5,564.00          | 0.58                         |

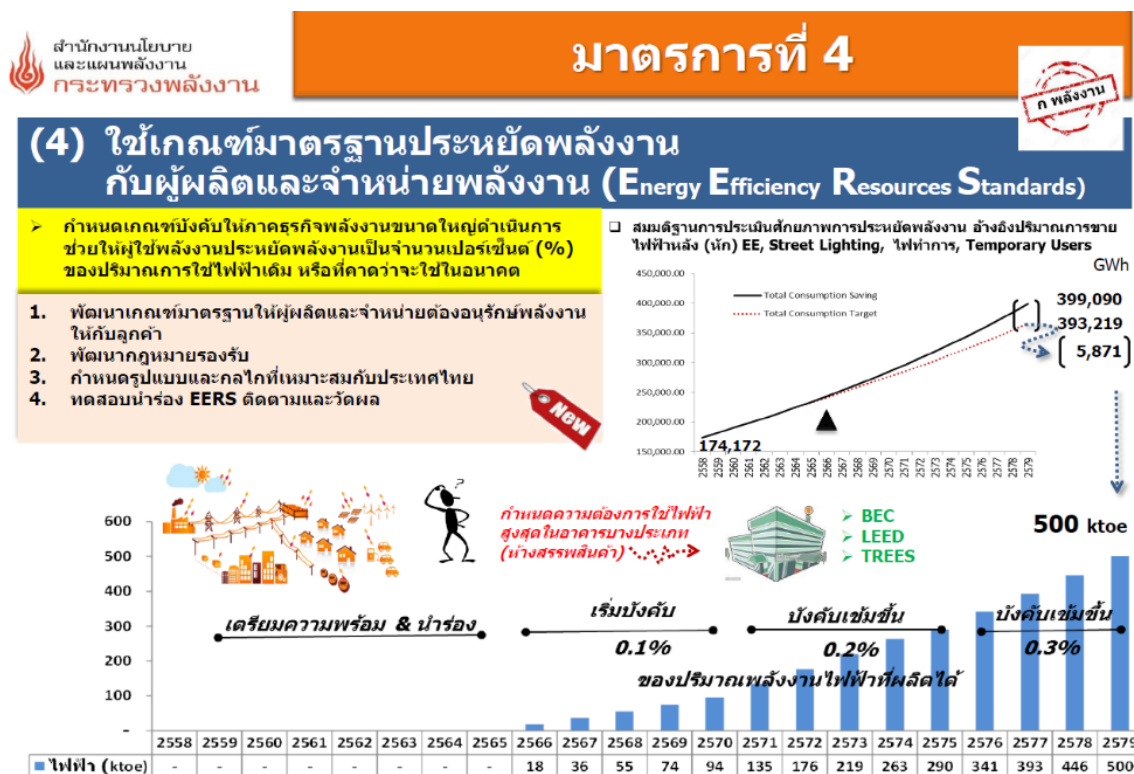
หมายเหตุ : - อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐานอ้างอิงจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยประมาณ 4.00 Baht/kWh

- ราคามูลค่าการลงทุนเป็น ราคาประมาณการมีการเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ท้องตลาด
- จำนวนชั่วโมงการทำงานของคอมไฟและเครื่องปรับอากาศ เป็นข้อมูลการสำรวจจากสถานที่
- การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงใช้ค่ากำลังไฟฟ้าจาก specification ของอุปกรณ์ ใช้ค่า EER จากเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ นำมาคำนวณเทียบผลประหยัด
- ผลประหยัดพลังงานจากมาตรการล้างเครื่องปรับอากาศประมาณการที่สูงสุด 10% เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนล้างทำความสะอาด (อ้างอิงจาก “โครงการล้างแอร์ลดโลกร้อน พลังงานเพื่อวิถีชีวิตเมืองมหานคร”) ขึ้นอยู่กับสภาพและอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศนั้นๆ ด้วย ที่มีผลต่อการใช้พลังงานงานที่ลดลงหลังจากการล้างทำความสะอาด

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญของการดำเนินงาน

จากแผนอนุรักษ์พลังงานพ.ศ.2558–2579 (Energy Efficiency Plan; EEP2015) ได้กำหนดเป้าหมายในการลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity, EI) หรือพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตมวลรวม (GDP) ลง 30% ภายในปี 2579 เมื่อเทียบกับปี 2553 คิดเป็นลดการใช้พลังงาน 51,700 ktoe (กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) ภายใต้แผนดำเนินการ 10 มาตรการ โดยแผนงานในมาตรการที่ 4 การใช้เกณฑ์มาตรฐานประหยัดพลังงานสำหรับผู้ผลิตและจำหน่ายพลังงาน (EERS) ได้ตั้งเป้าการลดการใช้พลังงานลง 500 ktoe (คิดเป็นพลังงานไฟฟ้า 5,871 GWh)



รูปที่ 1 มาตรการ EERS ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยกองส่งเสริมมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า (กสช-ย.) ได้ดำเนินโครงการที่ปรึกษาพลังงาน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการทำงานตามแผนอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว โดยโครงการที่ปรึกษาพลังงานเป็นการให้คำปรึกษาทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ และประสานดำเนินการเข้าสำรวจ ตรวจสอบวัดให้คำแนะนำมาตรการที่เหมาะสม รวมทั้งวิเคราะห์ประเมินผลประหยัดที่เกิดขึ้น ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายเป็นหน่วยงานที่สนใจดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งในภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคที่อยู่อาศัย โดยที่ผู้เข้าร่วมโครงการจะได้รับประโยชน์จากการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และการนำเทคโนโลยีส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

## วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในหน่วยงานภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคที่อยู่อาศัย
- 2) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า พร้อมนำมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการอย่างเหมาะสม
- 3) เพื่อลดการใช้พลังงาน รองรับการดำเนินงานมาตรการ EERS ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน

## ขอบเขตและขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการที่ปรึกษาพลังงาน เป็นการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขอบเขตการดำเนินงานในหน่วยงานที่สนใจดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งในภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคที่อยู่อาศัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- 1) หน่วยงานที่สนใจดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานสมัครเข้าร่วมโครงการฯ กับ กฟผ. โดยให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการดำเนินงาน เช่น ชื่อหน่วยงาน ที่อยู่ หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภทหน่วยงาน รายชื่อผู้ประสานงาน เป็นต้น
- 2) กฟผ. ประสานงานกับหน่วยงานที่สมัครเข้าร่วมโครงการฯ เพื่อเข้าดำเนินการสำรวจและตรวจวัดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งแนะนำให้คำปรึกษาการดำเนินการมาตรการต่างๆ ในการอนุรักษ์พลังงาน และวิเคราะห์ประเมินศักยภาพการลดพลังงานไฟฟ้าให้แก่หน่วยงาน
- 3) หน่วยงานพิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการดำเนินการมาตรการต่างๆ ที่ กฟผ. แนะนำ และดำเนินการปรับปรุง โดยเงินลงทุนที่ใช้ในการดำเนินงาน หน่วยงานสามารถเลือกลงทุนเอง กู้ผ่านสถาบันการเงิน หรือใช้กลไกบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ซึ่ง กฟผ. สามารถให้คำปรึกษาด้านแหล่งเงินทุนดังกล่าวได้
- 4) หลังจากหน่วยงานดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ แล้ว กฟผ. จะดำเนินการเข้าตรวจวัดข้อมูลการใช้พลังงาน พร้อมทั้งประเมินผลประหยัดที่เกิดขึ้นและสรุปรายงานผลการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดแก่หน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ต่อไป



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานที่ปรึกษาพลังงาน

## สารบัญ

| เรื่อง                                                              | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| บทสรุปผู้บริหาร                                                     |      |
| บทนำ                                                                |      |
| บทที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น                                             |      |
| 1.1 ข้อมูลทั่วไป                                                    | 1    |
| 1.2 ข้อมูลระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ                              | 2    |
| บทที่ 2 รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบแสงสว่าง                |      |
| 2.1 รายละเอียดมาตรการที่จะดำเนินการ                                 | 4    |
| 2.2 ผลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จะดำเนินการปรับปรุง             | 4    |
| 2.3 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง | 5    |
| 2.4 สรุปผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ               | 7    |
| บทที่ 3 รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ               |      |
| 3.1 รายละเอียดมาตรการที่จะดำเนินการ                                 | 9    |
| 3.2 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศและมาตรการนำเสนอ    | 9    |
| 3.3 สรุปผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ               | 15   |
| ภาคผนวก                                                             |      |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง                         |      |
| ภาคผนวก ข ข้อมูลการตรวจวัดระบบปรับอากาศ                             |      |
| ภาคผนวก ค วิธีการตรวจวัดและประเมินผลการประหยัดพลังงาน               |      |

## บทที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

### 1.1 ข้อมูลทั่วไป

|                 |                                                                                                                                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อนิติบุคคล   | สำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4)                                                                                  |
| ชื่ออาคาร       | สำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4)                                                                                  |
| ที่ตั้งโครงการ  | 55/13 อาคาร ชั้น เซต เฟลส ตำบล บ้านกล้วย อำเภอมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย                                                                                       |
| เบอร์โทรศัพท์   | 055 610 481                                                                                                                                                    |
| ประเภทธุรกิจ    | หน่วยงานราชการ                                                                                                                                                 |
| ชั่วโมงการทำงาน | 8 -12 ชั่วโมง/วัน 365 วัน/ปี                                                                                                                                   |
| ผู้ประสานงาน    | คุณเจริญพงษ์ ชุนุช ตำแหน่ง นายช่างศิลปกรรมชำนาญงาน เบอร์มือถือ 081-720-3719<br>คุณรตน ทิพย์ชำนาญ ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่พัฒนาพื้นที่พิเศษ เบอร์มือถือ 096-362-9926 |



รูปที่ 1.1 แผนที่ตั้งสำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) จ.สุโขทัย  
ที่มา <https://www.google.com/maps/>

## 1.2 ข้อมูลระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศ

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลระบบแสงสว่างของอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4)

| ลำดับที่            | พื้นที่ใช้งาน                                            | ชนิดของหลอดไฟฟ้า                | ขนาด (วัตต์) | จำนวน (หลอด) |
|---------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
| 1                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Incandescent (หลอดไส้) ขั้ว E27 | 25           | 22           |
| 2                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Fluorescent (Tube T8) LED       | 18           | 58           |
| 3                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Fluorescent (Tube T8)           | 18           | 203          |
| 4                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Fluorescent (Tube T8)           | 36           | 236          |
| 5                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Fluorescent (Circular T8)       | 32           | 62           |
| 6                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Compact Fluorescent (CFL)       | 8            | 369          |
| 7                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Compact Fluorescent (CFL)       | 14           | 150          |
| 8                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Compact Fluorescent (CFL)       | 18           | 75           |
| 9                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 7            | 121          |
| 9                   | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 9            | 14           |
| 10                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 13           | 94           |
| 11                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 18           | 65           |
| 12                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 20           | 60           |
| 13                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Bulb                        | 35           | 54           |
| 14                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Spot Light                  | 50           | 32           |
| 15                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Spot Light                  | 100          | 9            |
| 16                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | LED Spot Light                  | 200          | 4            |
| 17                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Low Pressure Sodium             | 125          | 84           |
| 18                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Metal Halide                    | 150          | 16           |
| 19                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | Metal Halide                    | 1,000        | 7            |
| 20                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | PAR56                           | 300          | 32           |
| 21                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | PAR64                           | 1,000        | 90           |
| 22                  | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) | ไอโอดีน                         | 500          | 118          |
| รวมจำนวนหลอดทั้งหมด |                                                          |                                 |              | 1,975        |

ตารางที่ 1.2 ข้อมูลระบบปรับอากาศของอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4)

| ลำดับ                      | พื้นที่ใช้งาน                       | ขนาด<br>(Btu/h) | ยี่ห้อ          | ประเภท<br>เครื่องปรับอากาศ | อายุ<br>ใช้งาน<br>(ปี) | จำนวน<br>(เครื่อง) |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|------------------------|--------------------|
| 1                          | อาคารสำนักงาน                       |                 |                 |                            |                        |                    |
| 1.1                        | อาคารสำนักงาน                       | 50,400.00       | Tasaki          | Split type                 | 6                      | 6                  |
| 1.2                        | อาคารสำนักงาน                       | 12,996.00       | Mitsubishi      | Split type                 | 1                      | 1                  |
| 1.3                        | อาคารสำนักงาน                       | 25,696.80       | Eminent         | Split type                 | 10                     | 2                  |
| 1.4                        | อาคารสำนักงาน                       | 12,358.32       | Midea           | Split type                 | 10                     | 1                  |
| 2                          | อาคารหอบรรณาสาร                     |                 |                 |                            |                        |                    |
| 2.1                        | อาคารหอบรรณาสาร                     | 25,248.80       | York            | Split type                 | 3                      | 1                  |
| 2.2                        | อาคารหอบรรณาสาร                     | 50,000.00       | Tasaki (2ใบพัด) | Split type                 | 3                      | 1                  |
| 2.3                        | อาคารหอบรรณาสาร                     | 36,849.00       | Tasaki          | Split type                 | 3                      | 5                  |
| 3                          | อาคารเรือนประทับ                    |                 |                 |                            |                        |                    |
| 3.1                        | อาคารเรือนประทับ                    | -               | Haier           | Split type                 | 1                      | 1                  |
| 3.2                        | อาคารเรือนประทับ                    | 20,000.00       | Comfort         | Split type                 | >10                    | 1                  |
| 3.3                        | อาคารเรือนประทับ                    | 12,500.00       | Carrier         | Split type                 | >10                    | 2                  |
| 4                          | อาคารพัสดุ-ป้อมจำหน่ายบัตรประตูร้าน |                 |                 |                            |                        |                    |
| 4.1                        | พัสดุ                               | 12,700.00       | Star Air        | Split type                 | 4                      | 1                  |
| 4.2                        | ป้อมร้านค้า                         | 18,083.60       | Eminent         | Split type                 | 10                     | 1                  |
| 5                          | ศูนย์บริการ                         |                 |                 |                            |                        |                    |
| 5.1                        | ศูนย์บริการ                         | 50,000.00       | Toshiba         | Split type                 | 4                      | 7                  |
| รวมเครื่องปรับอากาศทั้งหมด |                                     |                 |                 |                            |                        | 30                 |

## บทที่ 2 รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบแสงสว่าง

สำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) มีการใช้งานระบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่และได้มีความสนใจที่จะดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่ ทางสำนักงานได้ประสานทาง กฟผ. เพื่อเข้าร่วมโครงการที่ปรึกษาพลังงาน เพื่อให้เข้าดำเนินการตรวจวัดค่าพลังงานและค่าความส่องสว่างระบบแสงสว่างใช้งานอยู่แต่ละพื้นที่ เพื่อให้คำแนะนำมาตรการส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยจะมุ่งเน้นลักษณะของการใช้งานและสภาพของอุปกรณ์ระบบแสงสว่าง โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

### 2.1 รายละเอียดมาตรการที่จะดำเนินการ

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ระบบแสงสว่างที่มีศักยภาพในการดำเนินการปรับปรุง

| ลำดับ          | รายละเอียดหลอดไฟ                              |              |              | การใช้งาน     |          |              |
|----------------|-----------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|----------|--------------|
|                | ชนิดหลอด                                      | ขนาด (วัตต์) | จำนวน (หลอด) | ชั่วโมงต่อวัน | วันต่อปี | % การใช้ งาน |
| 1              | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 18           | 42           | 8             | 365      | 100          |
| 2              | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 18           | 38           | 12            | 365      | 100          |
| 3              | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 36           | 120          | 8             | 365      | 100          |
| 4              | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 36           | 52           | 12            | 365      | 100          |
| 5              | หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) | 14           | 71           | 8             | 365      | 100          |
| 6              | หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium)   | 125          | 84           | 12            | 365      | 100          |
| 7              | หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide)                | 1000         | 7            | 8             | 365      | 100          |
| รวมจำนวนหลอดไฟ |                                               |              | 414          |               |          |              |

หมายเหตุ : ชั่วโมงการใช้งานสูงสุดที่ 12 ชั่วโมงต่อวัน

### 2.2 ผลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จะดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ 2.2 ผลการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าระบบแสงสว่างหลอดไฟก่อนการปรับปรุงโครงการแบบชั่วขณะโดยการสุ่มตัวอย่าง

| ลำดับ | ชนิดหลอดไฟฟ้า                                 | ขนาด    | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหลอด |
|-------|-----------------------------------------------|---------|-------------------------|
|       |                                               | (วัตต์) | (วัตต์)                 |
| 1     | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 18      | 23.22                   |
| 2     | หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8)            | 36      | 47.68                   |
| 3     | หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) | 14      | 13.35                   |
| 4     | หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium)   | 125     | 133.10                  |
| 5     | หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide)                | 1,000   | 963.00                  |

หมายเหตุ : ตรวจวัดแบบชั่วขณะด้วยเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า (รายละเอียดตรวจวัด ภาคผนวก ก)

## 2.3 การวิเคราะห์ผลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่างหลอดไฟก่อนและหลังการปรับปรุง

### 2.3.1 วิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างหลอดไฟก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างก่อนการปรับปรุง

| ลำดับ | ตัวแปร                                                                                                                                                                                                  | สัญลักษณ์        | หน่วย | ผลการตรวจวัด |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|--------------|
| 1     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 18 วัตต์ รวมวงจร                                                                                                                   | $P_{FL18}$       | kW    | 0.02322      |
| 2     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 36 วัตต์ รวมวงจร                                                                                                                   | $P_{FL36}$       | kW    | 0.04768      |
| 3     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) ขนาด 14 วัตต์ รวมวงจร                                                                                                        | $P_{CFL14}$      | kW    | 0.01335      |
| 4     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressur Sodium) ขนาด 125 วัตต์ รวมวงจร                                                                                                          | $P_{LPS125}$     | kW    | 0.13310      |
| 5     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide) ขนาด 1,000 วัตต์ รวมวงจร                                                                                                                    | $P_{MH1000}$     | kW    | 0.96300      |
| 6     | จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟ ( 8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                                                  | $H_1$            | h/y   | 2,920        |
| 7     | จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟ ( 12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                                                 | $H_2$            | h/y   | 4,380        |
| 8     | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 18 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                 | $N_{FL18-1}$     | หลอด  | 42           |
| 9     | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 18 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                | $N_{FL18-2}$     | หลอด  | 38           |
| 10    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 36 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                 | $N_{FL36-1}$     | หลอด  | 120          |
| 11    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 36 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                | $N_{FL36-2}$     | หลอด  | 52           |
| 12    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) ขนาด 14 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                      | $N_{CFL14}$      | หลอด  | 71           |
| 13    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressur Sodium) ขนาด 125 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                       | $N_{LPS125}$     | หลอด  | 84           |
| 14    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide) ขนาด 1,000 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                  | $N_{MH1000}$     | หลอด  | 7            |
| 15    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 18 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{FL18-PRE} = (P_{FL18} \times N_{FL18-1}) + (P_{FL18} \times N_{FL18-2})$                         | $P_{FL18-PRE}$   | kW    | 1.858        |
| 16    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 36 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{FL36-PRE} = (P_{FL36} \times N_{FL36-1}) + (P_{FL36} \times N_{FL36-2})$                         | $P_{FL36-PRE}$   | kW    | 8.201        |
| 17    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) ขนาด 14 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{CFL14-PRE} = P_{CFL14} \times N_{CFL14}$                                              | $P_{CFL14-PRE}$  | kW    | 0.948        |
| 18    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressur Sodium) ขนาด 125 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LPS125-PRE} = (P_{LPS125} \times N_{LPS125})$                                           | $P_{LPS125-PRE}$ | kW    | 11.180       |
| 19    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide) ขนาด 1,000 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{MH-PRE} = P_{MH1000} \times N_{MH1000}$                                                           | $P_{MH1000-PRE}$ | kW    | 6.741        |
| 20    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 18 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{FL18-PRE} = (P_{FL18} \times N_{FL18-1} \times H_1) + (P_{FL18} \times N_{FL18-2} \times H_2)$ | $E_{FL18-PRE}$   | kWh/y | 6,712.44     |
| 21    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent T8) ขนาด 36 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{FL36-PRE} = (P_{FL36} \times N_{FL36-1} \times H_1) + (P_{FL36} \times N_{FL36-2} \times H_2)$ | $E_{FL36-PRE}$   | kWh/y | 27,566.67    |
| 22    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) ขนาด 14 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{CFL14-PRE} = (P_{CFL14} \times N_{CFL14} \times H_1)$                               | $E_{CFL14-PRE}$  | kWh/y | 2,767.72     |
| 23    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium) ขนาด 125 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LPS125-PRE} = (P_{LPS125} \times N_{LPS125} \times H_2)$                             | $E_{LPS125-PRE}$ | kWh/y | 48,970.15    |
| 24    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide) ขนาด 1,000 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{MH1000-PRE} = (P_{MH1000} \times N_{MH1000} \times H_1)$                                        | $E_{MH1000-PRE}$ | kWh/y | 19,683.72    |
| 25    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง<br>$P_{PRE} = P_{FL18-PRE} + P_{FL36-PRE} + P_{CFL14-PRE} + P_{LPS125-PRE} + P_{MH1000-PRE}$                                               | $P_{PRE}$        | kW    | 28.928       |
| 26    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง<br>$E_{PRE} = E_{FL18-PRE} + E_{FL36-PRE} + E_{CFL14-PRE} + E_{LPS125-PRE} + E_{MH1000-PRE}$                                             | $E_{PRE}$        | kWh/y | 105,700.70   |

หมายเหตุ : ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าต่อปี (105,700.70 kWh/y) นี้เป็นข้อมูลจากการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าที่หลอดบางส่วนแบบชั่วขณะ แล้วมาคำนวณระดับการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

### 2.3.2 วิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างหลังการปรับปรุง

| ลำดับ | ตัวแปร                                                                                                                                                                                           | สัญลักษณ์           | หน่วย | ผลการคำนวณ |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|------------|
| 1     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์                                                                                                                                       | $P_{LEDT9}$         | kW    | 0.00913    |
| 2     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์                                                                                                                                      | $P_{LEDT18}$        | kW    | 0.01806    |
| 3     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์                                                                                                                                          | $P_{LEDB5}$         | kW    | 0.00500    |
| 4     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์                                                                                                                                         | $P_{LEDB25}$        | kW    | 0.02363    |
| 5     | กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์                                                                                                                                   | $P_{LEDSP250}$      | kW    | 0.25000    |
| 6     | จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟ ( 8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                                           | $H_1$               | h/y   | 2,920      |
| 7     | จำนวนชั่วโมงการทำงานของหลอดไฟ ( 12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                                          | $H_2$               | h/y   | 4,380      |
| 8     | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                   | $N_{LEDT9-1}$       | หลอด  | 42         |
| 9     | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                            | $N_{LEDT9-2}$       | หลอด  | 38         |
| 10    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                            | $N_{LEDT18-1}$      | หลอด  | 120        |
| 11    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                           | $N_{LEDT18-2}$      | หลอด  | 52         |
| 12    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์ (8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                      | $N_{LEDB5}$         | หลอด  | 71         |
| 13    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ (12 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                          | $N_{LEDB25}$        | หลอด  | 84         |
| 14    | จำนวนหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์ ( 8 ชม./วัน, 365 วัน/ปี)                                                                                                                        | $N_{LEDSP250}$      | หลอด  | 7          |
| 15    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LEDT9-POST} = (P_{LEDT9} \times N_{LEDT9-1}) + (P_{LEDT9} \times N_{LEDT9-2})$                               | $P_{LEDT9-POST}$    | kW    | 0.730      |
| 16    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LEDT18-POST} = (P_{LEDT18} \times N_{LEDT18-1}) + (P_{LEDT18} \times N_{LEDT18-2})$                         | $P_{LEDT18-POST}$   | kW    | 3.106      |
| 17    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LEDB5-POST} = P_{LEDB5} \times N_{LEDB5}$                                                                       | $P_{LEDB5-POST}$    | kW    | 0.260      |
| 18    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LEDB25-POST} = P_{LEDB25} \times N_{LEDB25}$                                                                   | $P_{LEDB25-POST}$   | kW    | 1.985      |
| 19    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$P_{LEDSP250-POST} = P_{LEDSP250} \times N_{LEDSP250}$                                                       | $P_{LEDSP250-POST}$ | kW    | 1.750      |
| 20    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LEDT9-POST} = (P_{LEDT9} \times N_{LEDT9-1} \times H_1) + (P_{LEDT9} \times N_{LEDT9-2} \times H_2)$       | $E_{LEDT9-POST}$    | kWh/y | 2,639.30   |
| 21    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LEDT18-POST} = (P_{LEDT18} \times N_{LEDT18-1} \times H_1) + (P_{LEDT18} \times N_{LEDT18-2} \times H_2)$ | $E_{LEDT18-POST}$   | kWh/y | 10,441.57  |
| 22    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LEDB5-POST} = (P_{LEDB5} \times N_{LEDB5} \times H_1)$                                                        | $E_{LEDB5-POST}$    | kWh/y | 1,036.60   |
| 23    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LEDB25-POST} = (P_{LEDB25} \times N_{LEDB25} \times H_2)$                                                    | $E_{LEDB25-POST}$   | kWh/y | 8,693.95   |
| 24    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลอดไฟชนิดหลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์ ก่อนการปรับปรุง<br>$E_{LEDSP250-POST} = (P_{LEDSP250} \times N_{LEDSP250} \times H_1)$                                        | $E_{LEDSP250-POST}$ | kWh/y | 5,110.00   |
| 25    | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง<br>$P_{POST} = P_{LEDT9-POST} + P_{LEDT18-POST} + P_{LEDB5-POST} + P_{LEDB25-POST} + P_{LEDSP250-POST}$                             | $P_{POST}$          | kW    | 7.832      |
| 26    | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมดก่อนการปรับปรุง<br>$E_{POST} = E_{LEDT9-POST} + E_{LEDT18-POST} + E_{LEDB5-POST} + E_{LEDB25-POST} + E_{LEDSP250-POST}$                           | $E_{POST}$          | kWh/y | 27,921.42  |

หมายเหตุ : ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าต่อปี (27,921.42 kWh/y) นี้เป็นข้อมูลจากการคำนวณตามขนาดวัตต์ที่จะทำการเปลี่ยนทดแทนหลอดเดิม หลอดบางชนิดใช้ค่าตรวจวัดตามภาคผนวก ก มาคำนวณ

## 2.4 สรุปผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

ตารางที่ 2.5 ตารางข้อมูลผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการประเมิน

| ลำดับ | ตัวแปร                                             | สัญลักษณ์/สูตร                                     | หน่วย  | ค่าของข้อมูล |
|-------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------|--------------|
| 1     | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้า<br>แสงสว่างก่อนการปรับปรุง   | $P_{PRE}$                                          | kw     | 28.928       |
| 2     | ระดับการใช้กำลังไฟฟ้า<br>แสงสว่างหลังการปรับปรุง   | $P_{POST}$                                         | kw     | 7.832        |
| 3     | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้า<br>แสงสว่างก่อนการปรับปรุง | $E_{PRE}$                                          | kwh/y  | 105,700.70   |
| 4     | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้า<br>แสงสว่างหลังการปรับปรุง | $E_{POST}$                                         | kwh/y  | 27,921.42    |
| 5     | กำลังไฟฟ้าที่ลดลง                                  | $P_{SAVING} = P_{PRE} - P_{POST}$                  | kw     | 21.096       |
| 6     | พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้                          | $E_{SAVING} = E_{PRE} - E_{POST}$                  | kwh/y  | 77,779.28    |
| 7     | ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้                              | $E_{SAVING\ COST} = E_{SAVING} \times C_e$         | Baht/y | 311,117.12   |
| 8     | เปอร์เซ็นต์ผลประหยัด                               | $E_{\%SAVING} = (E_{SAVING} / E_{PRE}) \times 100$ | %      | 73.58        |

หมายเหตุ : -  $C_e$  คืออัตราค่าพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 Baht/kWh

- ค่าไฟฟ้าในอนาคตมีแนวโน้มที่จะเพิ่มและลดลงอยู่เสมอ ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนเปลี่ยนแปลงจากที่ประมาณการไว้

ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลราคาหลอดไฟชนิด LED โดยการประมาณราคา

| ลำดับ | ชนิดหลอด                              | ขนาด    | จำนวน  | ราคาต่อหลอด | ค่าติดตั้งต่อหลอด | ราคารวม (Baht) |
|-------|---------------------------------------|---------|--------|-------------|-------------------|----------------|
|       |                                       | (วัตต์) | (หลอด) | (Baht)      | (Baht)            | ไม่รวม VAT     |
| 1     | หลอด LED Tube T8 ขนาด 9 วัตต์         | 9       | 80     | 95          | -                 | 7,600.00       |
| 2     | หลอด LED Tube T8 ขนาด 18 วัตต์        | 18      | 172    | 110         | -                 | 18,920.00      |
| 3     | หลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 5 วัตต์  | 5       | 71     | 85          | -                 | 6,035.00       |
| 4     | หลอดไฟชนิดหลอด LED Bulb ขนาด 25 วัตต์ | 25      | 84     | 230         | -                 | 19,320.00      |
| 5     | หลอด LED Spotlight ขนาด 250 วัตต์     | 250     | 7      | 2,000       | -                 | 14,000.00      |
| รวม   |                                       |         | 414    |             | -                 | 65,875.00      |

หมายเหตุ : ราคาหลอดไฟ LED อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

ตารางที่ 2.7 ตารางข้อมูลการลงทุนและระยะเวลาคืนทุน

| ลำดับ | ตัวแปร                    | สัญลักษณ์/สูตร                              | หน่วย | ค่าของข้อมูล |
|-------|---------------------------|---------------------------------------------|-------|--------------|
| 1     | เงินลงทุน (ไม่รวม VAT 7%) | $IC_1$ (Investment Cost)                    | Baht  | 65,875.00    |
| 2     | เงินลงทุน (รวม VAT 7%)    | $IC_2$ (Investment Cost)                    | Baht  | 70,486.25    |
| 3     | ระยะเวลาคืนทุน            | $PB$ (Payback Period) = $IC_2 / E_{SAVING}$ | y     | 0.23         |

ผลการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ ชนิดหลอด LED ทดแทนโคมไฟชนิดเดิมที่พิจารณาตามความเหมาะสมของการใช้งาน จำนวน 414 หลอด มีระดับการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 105,700.70 kWh/y และระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง 27,921.42 kWh/y สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 77,779.28 kWh/y กำลังไฟฟ้าที่ลดลง 21.058 kW คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลประหยัด 73.55% ระยะเวลาคืนทุน 0.23 ปี

### บทที่ 3 รายละเอียดมาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ

สำนักงานพื้นที่พิเศษอุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย-ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชร (อพท.4) ได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศในพื้นที่ต่างๆ สัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอื่นๆ จากการสำรวจพร้อมประเมินศักยภาพและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้งหมดที่ใช้งานพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจำนวน 4 เครื่องมีสภาพค่อนข้างเก่าและมีอายุการใช้งานมากและอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องลดลงและใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยทีมตรวจวัดฯ ได้ดำเนินการสุ่มตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจำนวน 4 เครื่อง โดยคัดเลือกจากเครื่องที่มีการอายุการใช้งานมากและสภาพค่อนข้างเก่า เพื่อนำเสนอมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

#### 3.1 รายละเอียดมาตรการที่จะดำเนินการ

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดเครื่องปรับอากาศที่มีศักยภาพในการดำเนินการปรับปรุง

| ลำดับ | สถานที่ติดตั้ง                | ขนาด      | ยี่ห้อ  | ประเภทเครื่อง | จำนวน     | สภาพอุปกรณ์ |       | อายุการใช้งาน | การใช้งาน     |          |
|-------|-------------------------------|-----------|---------|---------------|-----------|-------------|-------|---------------|---------------|----------|
|       |                               | (Btu/h)   |         | ปรับอากาศ     | (เครื่อง) | CDU         | FCU   | (ปี)          | ชั่วโมงต่อวัน | วันต่อปี |
| 1     | อาคารสำนักงาน ห้อง รปภ.       | 12,358.32 | Midea   | Split type    | 1         | เก่า        | เก่า  | 10            | 12            | 365      |
| 2     | ป้อมร้านค้า                   | 18,083.60 | Eminent | Split type    | 1         | เก่า        | เก่า  | 10            | 8             | 365      |
| 3     | อาคารสำนักงาน งานธุรการ       | 25,696.80 | Eminent | Split type    | 1         | เก่า        | เก่า  | 10            | 8             | 365      |
| 4     | อาคารสำนักงาน การเงินงบประมาณ | 50,400.00 | Tasaki  | Split type    | 1         | พอใช้       | พอใช้ | 6             | 8             | 365      |
|       | รวม                           |           |         |               | 4         |             |       |               |               |          |

#### 3.2 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศและมาตรการนำเสนอ

ประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศที่จะนำมาเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมวิเคราะห์โดยใช้หลักเกณฑ์เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

| เครื่องปรับอากาศ |                  | ค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาล SEER (ปี/ชั่วโมง/วัตต์) |               |               |            |
|------------------|------------------|-------------------------------------------------|---------------|---------------|------------|
| ชนิด             | ขนาด (BTU/hr)    | เบอร์ 5                                         | เบอร์ 5★      | เบอร์ 5★★     | เบอร์ 5★★★ |
| Fixed Speed      | ≤27,296          | 12.85 – 13.84                                   | 13.85 – 14.84 | 14.85 – 15.84 | ≥15.85     |
|                  | >27,296 – 40,944 | 12.40 – 13.39                                   | 13.40 – 14.39 | 14.40 – 15.39 | ≥15.40     |
| Inverter         | ≤27,296          | 15.00 – 17.49                                   | 17.50 – 19.99 | 20.00 – 22.49 | ≥22.50     |
|                  | >27,296 – 40,944 | 14.00 – 16.49                                   | 16.50 – 18.99 | 19.00 – 21.49 | ≥21.50     |

หมายเหตุ : การคำนวณค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (Seasonal Energy Efficiency Ratio : SEER) สำหรับเครื่องปรับอากาศชนิด Fixed speed และ Variable speed/Inverter ดังนี้

- ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (Cooling Seasonal Performance Factor : CSPF)
- $$CSPF = \frac{\text{ขีดความสามารถทำความเย็นรวมทั้งหมด (Cooling Seasonal Total Load : CSTL) (กิโลวัตต์ ชั่วโมง)}}{\text{พลังงานที่ใช้ทั้งหมด (Cooling Seasonal Energy Consumption : CSEC) (กิโลวัตต์ ชั่วโมง)}}$$
- SEER = CSPS x 3.412 บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์

## การทดสอบ

มาตรฐานประกอบการพิจารณา

- มอก. 2134-2553

มาตรฐานการทดสอบ

- มอก. 2710-2558, ISO 5151 : 2010, มอก. 2714 เล่ม 1-2558
- มอก. 2714 เล่ม 1-2558 ISO 16358-1 : 2013, ข้อกำหนดโครงการฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ

จากเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ (ตารางที่ 3.1) กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศที่จะเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขั้นต่ำ คือ เบอร์ 5 ชนิด Fixed Speed ซึ่งรายละเอียดผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานแยกแต่ละมาตรการ แสดงดังนี้

### 3.2.1 ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดผลการตรวจวัดประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศก่อนการปรับปรุง

| ลำดับ | สถานที่ติดตั้งใช้งาน          | ขนาด<br>(Btu/h) | จำนวน<br>(เครื่อง) | ผลตรวจวัด                |                                 |
|-------|-------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------|
|       |                               |                 |                    | กำลังไฟฟ้าที่ใช้<br>(kW) | ประสิทธิภาพพลังงาน<br>(Btu/h/W) |
| 1     | อาคารสำนักงาน ห้อง รปภ.       | 12,358.32       | 1                  | 1.014                    | 10.24                           |
| 2     | ป้อมร้านค้า                   | 18,083.60       | 1                  | 1.937                    | 9.75                            |
| 3     | อาคารสำนักงาน งานธุรการ       | 25,696.80       | 1                  | 2.241                    | 9.57                            |
| 4     | อาคารสำนักงาน การเงินงบประมาณ | 50,400.00       | 1                  | 4.549                    | 11.02                           |

จากผลการตรวจวัดประสิทธิภาพและการใช้พลังงาน พบว่าเครื่องปรับอากาศบางเครื่องมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแต่ภายในห้องมีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หลากหลายทำให้โหลดความร้อนเกิดขึ้นภายในห้องและมีเครื่องปรับอากาศบางเครื่องมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำอาจเนื่องจากความเหมาะสมของการทำงานแต่ละพื้นที่รวมถึงความเหมาะสมของการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้สอดคล้องกับการใช้งาน จากผลการตรวจวัดทางทีมตรวจวัดขอเสนอแนะมาตรการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศตามความเหมาะสมกับการใช้งานดังต่อไปนี้

### 3.2.2 มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 12,500.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 12,358.32 Btu/h

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการประหยัดมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 12,500.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 12,358.32 Btu/h

| รายการ                                                                                                                     | สัญลักษณ์    | ค่า       | หน่วย   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|---------|
| <b>เครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม</b>                                                                                         |              |           |         |
| ยี่ห้อ                                                                                                                     | -            | Midea     | -       |
| ขนาด                                                                                                                       | $CL_1$       | 12,358.32 | Btu/h   |
| จำนวนเครื่องปรับอากาศ                                                                                                      | $n_1$        | 1         | set     |
| จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน                                                                                                    | $H_1$        | 12        | h/d     |
| จำนวนวันทำงานต่อปี                                                                                                         | $D_1$        | 365       | d/y     |
| <b>ผลการตรวจวัดพลังงาน (จากตารางตรวจวัด ภาคผนวก ข)</b>                                                                     |              |           |         |
| ประสิทธิภาพพลังงาน                                                                                                         | $EER_{PRE1}$ | 10.24     | Btu/h/W |
| กำลังไฟฟ้าที่ใช้                                                                                                           | $P_{PRE1}$   | 1.014     | kW      |
| ความสามารถในการทำความเย็น<br>$CL_{PRE1} = P_{PRE1} \times EER_{PRE1} \times 1000$                                          | $CL_{PRE1}$  | 10,383.36 | Btu/h   |
| สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง                                                                                            | $LF_{PRE1}$  | 100.00    | %       |
| พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี<br>$E_{PRE1} = P_{PRE1} \times LF_{PRE1} \times n_1 \times H_1 \times D_1$                         | $E_{PRE1}$   | 4,441.32  | kWh/y   |
| <b>เครื่องปรับอากาศใหม่ (เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง)</b>                                                               |              |           |         |
| ขนาด                                                                                                                       | $CL_{STD1}$  | 12,500.00 | Btu/h   |
| ประสิทธิภาพพลังงาน (เกณฑ์เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเบอร์ 5)                                                            | $EER_{STD1}$ | 12.85     | Btu/h/W |
| สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง<br>$LF_{POST1} = (CL_{PRE1} \times LF_{PRE1}) / CL_{STD1}$                                 | $LF_{POST1}$ | 83.07     | %       |
| พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง<br>$E_{POST1} = (CL_{STD1}/EER_{STD1})/1000 \times LF_{PRE1} \times n_1 \times H_1 \times D_1$ | $E_{POST1}$  | 3,539.23  | kWh/y   |
| <b>ผลการประหยัด</b>                                                                                                        |              |           |         |
| พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้<br>$E_{SAVE1} = E_{PRE1} - E_{POST1}$                                                            | $E_{SAVE1}$  | 902.09    | kWh/y   |
| เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด<br>$\%SAVE_1 = E_{SAVE1}/E_{PRE1} \times 100$                                                      | $\%SAVE_1$   | 20.31     | %       |

หมายเหตุ : - ผลของการคำนวณเทียบจากค่าตรวจวัดประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงที่ค่าการทำความเย็นในเงื่อนไขเดียวกัน  
- การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงใช้ค่า EER จาก Specification นำมาคำนวณเปรียบเทียบกับผลประหยัด

### 3.2.3 มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 19,000.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 18,083.60 Btu/h

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการประหยัดมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 19,000.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 18,083.60 Btu/h

| รายการ                                                                                                                         | สัญลักษณ์           | ค่า       | หน่วย   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|---------|
| <b>เครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม</b>                                                                                             |                     |           |         |
| ยี่ห้อ                                                                                                                         | -                   | Eminent   | -       |
| ขนาด                                                                                                                           | CL <sub>2</sub>     | 18,083.60 | Btu/h   |
| จำนวนเครื่องปรับอากาศ                                                                                                          | n <sub>2</sub>      | 1         | set     |
| จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน                                                                                                        | H <sub>2</sub>      | 8         | h/d     |
| จำนวนวันทำงานต่อปี                                                                                                             | D <sub>2</sub>      | 365       | d/y     |
| <b>ผลการตรวจวัดพลังงาน (จากตารางตรวจวัด ภาคผนวก ข)</b>                                                                         |                     |           |         |
| ประสิทธิภาพพลังงาน                                                                                                             | EER <sub>PRE2</sub> | 9.75      | Btu/h/W |
| กำลังไฟฟ้าที่ใช้                                                                                                               | P <sub>PRE2</sub>   | 1.937     | kW      |
| ความสามารถในการทำความเย็น<br>$CL_{PRE2} = P_{PRE2} \times EER_{PRE2} \times 1000$                                              | CL <sub>PRE2</sub>  | 18,885.75 | Btu/h   |
| สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง                                                                                                | LF <sub>PRE2</sub>  | 100.00    | %       |
| พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี<br>$E_{PRE2} = P_{PRE2} \times LF_{PRE2} \times n_2 \times H_2 \times D_2$                             | E <sub>PRE2</sub>   | 5,656.04  | kWh/y   |
| <b>เครื่องปรับอากาศใหม่ (เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง)</b>                                                                   |                     |           |         |
| ขนาด                                                                                                                           | CL <sub>STD2</sub>  | 19,000.00 | Btu/h   |
| ประสิทธิภาพพลังงาน (เกณฑ์เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเบอร์ 5)                                                                | EER <sub>STD2</sub> | 12.85     | Btu/h/W |
| สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง<br>$LF_{POST1} = (CL_{PRE1} \times LF_{PRE1}) / CL_{STD1}$                                     | LF <sub>POST2</sub> | 99.40     | %       |
| พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง<br>$E_{POST2} = (CL_{STD2} / EER_{STD2}) / 1000 \times LF_{PRE2} \times n_2 \times H_2 \times D_2$ | E <sub>POST2</sub>  | 4,291.55  | kWh/y   |
| <b>ผลการประหยัด</b>                                                                                                            |                     |           |         |
| พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้<br>$E_{SAVE2} = E_{PRE2} - E_{POST2}$                                                                | E <sub>SAVE2</sub>  | 1,364.49  | kWh/y   |
| เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด<br>$\%SAVE_2 = E_{SAVE2} / E_{PRE2} \times 100$                                                        | % <sub>SAVE2</sub>  | 24.12     | %       |

หมายเหตุ : - ผลของการคำนวณเทียบจากค่าตรวจวัดประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงที่ค่าการทำความเย็นในเงื่อนไขเดียวกัน  
- การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงใช้ค่า EER จาก Specification นำมาคำนวณเปรียบเทียบผลประหยัด

### 3.2.4 มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 25,200.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 25,696.80 Btu/h

ตารางที่ 3.6 แสดงผลการประหยัดมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 25,200.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 25,696.80 Btu/h

| รายการ                                                                                                                         | สัญลักษณ์           | ค่า       | หน่วย   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|---------|
| <b>เครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม</b>                                                                                             |                     |           |         |
| ยี่ห้อ                                                                                                                         | -                   | Eminent   | -       |
| ขนาด                                                                                                                           | CL <sub>3</sub>     | 25,696.80 | Btu/h   |
| จำนวนเครื่องปรับอากาศ                                                                                                          | n <sub>3</sub>      | 1         | set     |
| จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน                                                                                                        | H <sub>3</sub>      | 8         | h/d     |
| จำนวนวันทำงานต่อปี                                                                                                             | D <sub>3</sub>      | 365       | d/y     |
| <b>ผลการตรวจวัดพลังงาน (จากตารางตรวจวัด ภาคผนวก ข)</b>                                                                         |                     |           |         |
| ประสิทธิภาพพลังงาน                                                                                                             | EER <sub>PRE3</sub> | 9.57      | Btu/h/W |
| กำลังไฟฟ้าที่ใช้                                                                                                               | P <sub>PRE3</sub>   | 2.241     | kW      |
| ความสามารถในการทำความเย็น<br>$CL_{PRE3} = P_{PRE3} \times EER_{PRE3} \times 1000$                                              | CL <sub>PRE3</sub>  | 21,446.37 | Btu/h   |
| สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง                                                                                                | LF <sub>PRE3</sub>  | 100.00    | %       |
| พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี<br>$E_{PRE3} = P_{PRE3} \times LF_{PRE3} \times n_3 \times H_3 \times D_3$                             | E <sub>PRE3</sub>   | 6,543.72  | kWh/y   |
| <b>เครื่องปรับอากาศใหม่ (เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง)</b>                                                                   |                     |           |         |
| ขนาด                                                                                                                           | CL <sub>STD3</sub>  | 25,200.00 | Btu/h   |
| ประสิทธิภาพพลังงาน (เกณฑ์เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเบอร์ 5)                                                                | EER <sub>STD3</sub> | 12.85     | Btu/h/W |
| สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง<br>$LF_{POST1} = (CL_{PRE1} \times LF_{PRE1}) / CL_{STD1}$                                     | LF <sub>POST3</sub> | 85.10     | %       |
| พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง<br>$E_{POST3} = (CL_{STD3} / EER_{STD3}) / 1000 \times LF_{PRE3} \times n_3 \times H_3 \times D_3$ | E <sub>POST3</sub>  | 4,873.42  | kWh/y   |
| <b>ผลการประหยัด</b>                                                                                                            |                     |           |         |
| พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้<br>$E_{SAVE3} = E_{PRE3} - E_{POST3}$                                                                | E <sub>SAVE3</sub>  | 1,670.30  | kWh/y   |
| เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด<br>$\%SAVE_3 = E_{SAVE3} / E_{PRE3} \times 100$                                                        | % <sub>SAVE3</sub>  | 25.53     | %       |

หมายเหตุ : - ผลของการคำนวณเทียบจากค่าตรวจวัดประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงที่ค่าการทำความเย็นในเงื่อนไขเดียวกัน  
- การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงใช้ค่า EER จาก Specification นำมาคำนวณเปรียบเทียบผลประหยัด

### 3.2.5 มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 40,944.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 50,400.00 Btu/h

ตารางที่ 3.7 แสดงผลการประหยัดมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 40,944.00 Btu/h ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิมขนาด 50,400.00 Btu/h

| รายการ                                                                                                                         | สัญลักษณ์    | ค่า       | หน่วย   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|---------|
| <b>เครื่องปรับอากาศเครื่องเดิม</b>                                                                                             |              |           |         |
| ยี่ห้อ                                                                                                                         | -            | Tasaki    | -       |
| ขนาด                                                                                                                           | $CL_4$       | 50,400.00 | Btu/h   |
| จำนวนเครื่องปรับอากาศ                                                                                                          | $n_4$        | 1         | set     |
| จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน                                                                                                        | $H_4$        | 8         | h/d     |
| จำนวนวันทำงานต่อปี                                                                                                             | $D_4$        | 365       | d/y     |
| <b>ผลการตรวจวัดพลังงาน (จากตารางตรวจวัด ภาคผนวก ข)</b>                                                                         |              |           |         |
| ประสิทธิภาพพลังงาน                                                                                                             | $EER_{PRE4}$ | 11.02     | Btu/h/W |
| กำลังไฟฟ้าที่ใช้                                                                                                               | $P_{PRE4}$   | 4.549     | kW      |
| ความสามารถในการทำความเย็น<br>$CL_{PRE4} = P_{PRE4} \times EER_{PRE4} \times 1000$                                              | $CL_{PRE4}$  | 50,129.98 | Btu/h   |
| สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง                                                                                                | $LF_{PRE4}$  | 55.56     | %       |
| พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี<br>$E_{PRE4} = P_{PRE4} \times LF_{PRE4} \times n_4 \times H_4 \times D_4$                             | $E_{PRE4}$   | 7,380.08  | kWh/y   |
| <b>เครื่องปรับอากาศใหม่ (เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง)</b>                                                                   |              |           |         |
| ขนาด                                                                                                                           | $CL_{STD4}$  | 40,944.00 | Btu/h   |
| ประสิทธิภาพพลังงาน (เกณฑ์เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเบอร์ 5)                                                                | $EER_{STD4}$ | 12.40     | Btu/h/W |
| สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง<br>$LF_{POST4} = (CL_{PRE4} \times LF_{PRE4}) / CL_{STD4}$                                     | $LF_{POST4}$ | 68.03     | %       |
| พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง<br>$E_{POST4} = (CL_{STD4} / EER_{STD4}) / 1000 \times LF_{PRE4} \times n_4 \times H_4 \times D_4$ | $E_{POST4}$  | 6,558.75  | kWh/y   |
| <b>ผลการประหยัด</b>                                                                                                            |              |           |         |
| พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้<br>$E_{SAVE4} = E_{PRE4} - E_{POST4}$                                                                | $E_{SAVE4}$  | 821.33    | kWh/y   |
| เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด<br>$\%SAVE_4 = E_{SAVE4} / E_{PRE4} \times 100$                                                        | $\%SAVE_4$   | 11.13     | %       |

หมายเหตุ : - ผลของการคำนวณเทียบจากค่าตรวจวัดประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงที่ค่าการทำความเย็นในเงื่อนไขเดียวกัน  
- การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงใช้ค่า EER จาก Specification นำมาคำนวณเปรียบเทียบผลประหยัด

### 3.2.6 มาตรการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม

เครื่องปรับอากาศจะมีประสิทธิภาพดี เมื่อคอยล์ร้อนสามารถระบายความร้อนได้ดี และคอยล์เย็นสามารถกระจายลมเย็นได้ดี ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งฝุ่นละอองในอากาศจะถูกดูดด้วยพัดลม และเกาะตัวบริเวณ ฟिलเตอร์ และแผงคอยล์ร้อนและเย็น

ดังนั้น จึงต้องมีการบำรุงรักษาด้วยการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปกรองอากาศคอยล์เย็นซึ่งสามารถถอดล้างเองได้ง่าย ควรทำความสะอาดทุกๆ 2-4 เดือน และแผงคอยล์ร้อน, แผงคอยล์เย็น และพัดลม ควรล้างทำความสะอาดโดยช่างผู้ชำนาญทุกๆ 6 เดือน ซึ่งความถี่ในการล้าง ขึ้นอยู่กับชั่วโมงการเปิดใช้งานและสภาพอากาศในบริเวณที่ใช้งาน สามารถประหยัดพลังงานสูงสุดถึง 10% เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนล้างทำความสะอาด(แหล่งข้อมูลอ้างอิงจาก “โครงการล้างแอร์ลดโลกร้อน พลังงานเพื่อวิถีชีวิตเมืองมหานคร”) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของเครื่องปรับอากาศและอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ควรหมั่นตรวจสอบความสะอาดของแผงคอยล์ร้อน, คอยล์เย็น และกรองอากาศบริเวณคอยล์เย็นอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งควรจัดให้มีแผนการบำรุงรักษา โดยการล้างทำความสะอาดฟिलเตอร์คอยล์เย็นทุกๆ 2-4 สัปดาห์ และล้างแผงคอยล์ร้อน, คอยล์เย็นทุกๆ 3-6 เดือน โดยมีรายละเอียดการประมาณการผลประหยัดได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการประหยัดมาตรการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

| ลำดับ | สถานที่ติดตั้งใช้งาน          | ขนาด<br>(Btu/h) | จำนวน<br>(เครื่อง) | การใช้งาน         |          |                | ผลตรวจวัด                |                                                    | ผลคำนวณการใช้พลังงานลดลง 10%                       |                             |
|-------|-------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|----------|----------------|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|       |                               |                 |                    | ชั่วโมง<br>ต่อวัน | วันต่อปี | % การ<br>ทำงาน | กำลังไฟฟ้าที่ใช้<br>(kW) | พลังงานไฟฟ้าที่ใช้<br>ก่อนดำเนินการล้าง<br>(kWh/y) | พลังงานไฟฟ้าที่ใช้<br>หลังดำเนินการล้าง<br>(kWh/y) | ผลประหยัดพลังงาน<br>(kWh/y) |
| 1     | อาคารสำนักงาน ห้อง รปภ.       | 12,358.32       | 1                  | 12                | 365      | 100            | 1.014                    | 4,441.32                                           | 3,997.19                                           | 444.13                      |
| 2     | ปัอมร้านค้า                   | 18,083.60       | 1                  | 8                 | 365      | 100            | 1.937                    | 5,656.04                                           | 5,090.44                                           | 565.60                      |
| 3     | อาคารสำนักงาน งานธุรการ       | 25,696.80       | 1                  | 8                 | 365      | 100            | 2.241                    | 6,543.72                                           | 5,889.35                                           | 654.37                      |
| 4     | อาคารสำนักงาน การเงินงบประมาณ | 50,400.00       | 1                  | 8                 | 365      | 55.56          | 4.549                    | 7,380.08                                           | 6,642.07                                           | 738.01                      |
| รวม   |                               |                 |                    |                   |          |                |                          | 24,021.16                                          | 21,619.04                                          | 2,402.12                    |

หมายเหตุ : การล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศลงได้ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศก่อนดำเนินการมีความสกปรกและสิ่งสกปรกดังกล่าวส่งผลให้ประสิทธิภาพเครื่องลดลงเท่านั้นจึงจะเกิดผลประหยัดหลังล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

### 3.3 สรุปผลการประหยัดและวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ

ตารางที่ 3.9 ตารางข้อมูลผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการประเมินมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

| ลำดับ | ตัวแปร                                                     | สัญลักษณ์/สูตร                                             | หน่วย  | ค่าของข้อมูล |
|-------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| 1     | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้า<br>เครื่องปรับอากาศก่อนการปรับปรุง | $E_{PRE} = E_{PRE1} + E_{PRE2} + E_{PRE3} + E_{PRE4}$      | kwh/y  | 24,021.16    |
| 2     | ระดับการใช้พลังงานไฟฟ้า<br>เครื่องปรับอากาศหลังการปรับปรุง | $E_{POST} = E_{POST1} + E_{POST2} + E_{POST3} + E_{POST4}$ | kwh/y  | 19,262.94    |
| 3     | พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้                                  | $E_{SAVING} = E_{PRE} - E_{POST}$                          | kwh/y  | 4,758.22     |
| 4     | ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้                                      | $E_{SAVING\ COST} = E_{SAVING} \times C_e$                 | Baht/y | 19,032.87    |
| 5     | เปอร์เซ็นต์ผลประหยัด                                       | $E_{\%SAVING} = (E_{SAVING} / E_{PRE}) \times 100$         | %      | 19.81        |

ตารางที่ 3.10 ตารางข้อมูลราคาเครื่องปรับอากาศ โดยการประมาณราคา

| ลำดับ | ชนิดเครื่องปรับอากาศ                                        | ขนาด      | จำนวน     | ราคาต่อเครื่อง | ค่าติดตั้งต่อเครื่อง | ราคารวม (Baht) |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------|----------------------|----------------|
|       |                                                             | (Btu/h)   | (เครื่อง) | (Baht)         | (Baht)               | ไม่รวม VAT     |
| 1     | เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน<br>ประสิทธิภาพสูงแบบ Fixed Speed | 12,500.00 | 1         | 20,000.00      | 4,000.00             | 24,000.00      |
| 2     | เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน<br>ประสิทธิภาพสูงแบบ Fixed Speed | 19,000.00 | 1         | 22,000.00      | 4,000.00             | 26,000.00      |
| 3     | เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน<br>ประสิทธิภาพสูงแบบ Fixed Speed | 25,200.00 | 1         | 32,000.00      | 4,000.00             | 36,000.00      |
| 4     | เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน<br>ประสิทธิภาพสูงแบบ Fixed Speed | 40,944.00 | 1         | 47,000.00      | 4,000.00             | 51,000.00      |
| รวม   |                                                             |           | 4         | 121,000.00     | 16,000.00            | 137,000.00     |

หมายเหตุ : ราคาเครื่องปรับอากาศอ้างอิงจากราคาประมาณการปัจจุบันตามที่ตลาดอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตตามความเหมาะสม

ตารางที่ 3.11 ตารางข้อมูลราคาล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ โดยการประมาณราคา

| ลำดับ | ชนิดเครื่องปรับอากาศ                          | ขนาด      | จำนวน     | ราคาล้างต่อเครื่อง | ราคารวม (Baht) |
|-------|-----------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------|----------------|
|       |                                               | (Btu/h)   | (เครื่อง) | 2 ครั้งต่อปี(Baht) | ไม่รวม VAT     |
| 1     | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม | 12,358.32 | 1         | 1,000.00           | 1,000.00       |
| 2     | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม | 18,083.60 | 1         | 1,200.00           | 1,200.00       |
| 3     | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม | 25,696.80 | 1         | 1,400.00           | 1,400.00       |
| 4     | ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิม | 50,400.00 | 1         | 1,600.00           | 1,600.00       |
| รวม   |                                               |           | 4         | 5,200.00           | 5,200.00       |

หมายเหตุ : ราคาล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอ้างอิงจากราคาประมาณการปัจจุบันตามที่ตลาดอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตตามความเหมาะสม

ตารางที่ 3.12 ตารางข้อมูลการลงทุนและระยะเวลาคืนทุน

| ลำดับ | ตัวแปร                    | สัญลักษณ์/สูตร                                                | หน่วย | ค่าของข้อมูล |
|-------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| 1     | เงินลงทุน (ไม่รวม VAT 7%) | $IC_1$ (Investment Cost)                                      | Baht  | 137,000.00   |
| 2     | เงินลงทุน (รวม VAT 7%)    | $IC_2$ (Investment Cost)                                      | Baht  | 146,590.00   |
| 3     | ระยะเวลาคืนทุน            | $PB \text{ (Payback Period)} = IC_2 / E_{\text{SAVING COST}}$ | y     | 7.70         |

หมายเหตุ : ระยะเวลาคืนทุนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแทนเครื่องปรับอากาศเดิมเท่านั้น

ผลการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานของมาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประสิทธิภาพสูง ทดแทนเครื่องปรับอากาศเดิม จำนวน 4 เครื่อง มีระดับการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง 24,021.16 kWh/y และระดับการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง 19,262.94 kWh/y สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 4,758.22 kWh/y คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลประหยัด 19.81% ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 7.70 ปี

ภาคผนวก ก  
ข้อมูลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ผนวก ก-1 ข้อมูลผลการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตารางที่ ก-1 ผลตรวจวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ

| ลำดับที่ | รายละเอียดชนิดหลอด                 | ผลการตรวจวัด |       |               |       |      |       | หมายเหตุ          |
|----------|------------------------------------|--------------|-------|---------------|-------|------|-------|-------------------|
|          |                                    | Volt         | Amp   | Watt          | P.F.  | THdv | Thdi  |                   |
| 1        | MH 1000 W                          | 229.5        | 10.00 | <b>963.00</b> | 0.421 | 1.9  | 6.5   | ลานกีฬา           |
| 2        | MH 150 W                           | 230.2        | 1.40  | 155.33        | 0.483 | 1.7  | 8.7   | ทำน้ำพระเทพ       |
| 3        | LPS 125 W                          | 220.8        | 1.00  | <b>133.10</b> | 0.596 | 1.9  | 12    | ถนนหน้าศูนย์วิทยุ |
| 4        | หลอดไอโอดีน 500 W                  | 214.2        | 2.02  | 432.50        | 1.000 | 1.7  | 1.7   | ข้างเจดีย์        |
| 5        | PAR 64 1000 W                      | 221.8        | 3.93  | 871.90        | 1.000 | 1.7  | 1.7   | ข้างเจดีย์        |
| 6        | PAR 56 300 W                       | 217.6        | 1.19  | 258.20        | 1.000 | 1.7  | 1.7   | ข้างเจดีย์        |
| 7        | FL 36 W (Ballast แกนเหล็ก)         | 227.3        | 0.42  | <b>47.68</b>  | 0.500 | 2.7  | 11.7  |                   |
| 8        | FL 32 W (Ballast แกนเหล็ก)         | 210.2        | 0.31  | 30.43         | 0.461 | 2.3  | 11.4  |                   |
| 9        | FL 32 W (Ballast แกนเหล็ก)         | 208          | 0.35  | 35.96         | 0.495 | 2.4  | 9.3   |                   |
| 10       | FL 18 W (Ballast แกนเหล็ก)         | 217.2        | 0.26  | <b>23.22</b>  | 0.412 | 2    | 6.1   |                   |
| 11       | CFL 14 W x 2 หลอด (Philips) E27    | 213.4        | 0.19  | 25.19         | 0.640 | 2.3  | 95.7  | หลอด 3 U          |
| 12       | CFL 14 W x 1 หลอด E27              | 205.5        | 0.10  | <b>13.35</b>  | 0.660 | 2.3  | 88    | หลอด 3 U          |
| 13       | CFL 15 W x 1 หลอด E27              | 212.6        | 0.10  | 14.35         | 0.660 | 2.4  | 95    | หลอด Spiral       |
| 14       | CFL 8 W x 2 หลอด E27               | 226.8        | 0.13  | 18.17         | 0.602 | 2.2  | 111.2 |                   |
| 15       | LED Bulb 25 w E27 (แทนLPS 125 W) * | 224.5        | 0.21  | <b>23.63</b>  | 0.510 | 1.9  | 134.6 | ถนนหน้าศูนย์วิทยุ |
| 16       | LED Tube 18 W (แทนFL 36 W) *       | 216.8        | 0.10  | <b>18.06</b>  | 0.872 | 2.3  | 52.8  |                   |
| 17       | LED Tube 9 W (แทนFL 18 W) *        | 224.6        | 0.08  | <b>9.13</b>   | 0.507 | 2    | 153.5 |                   |

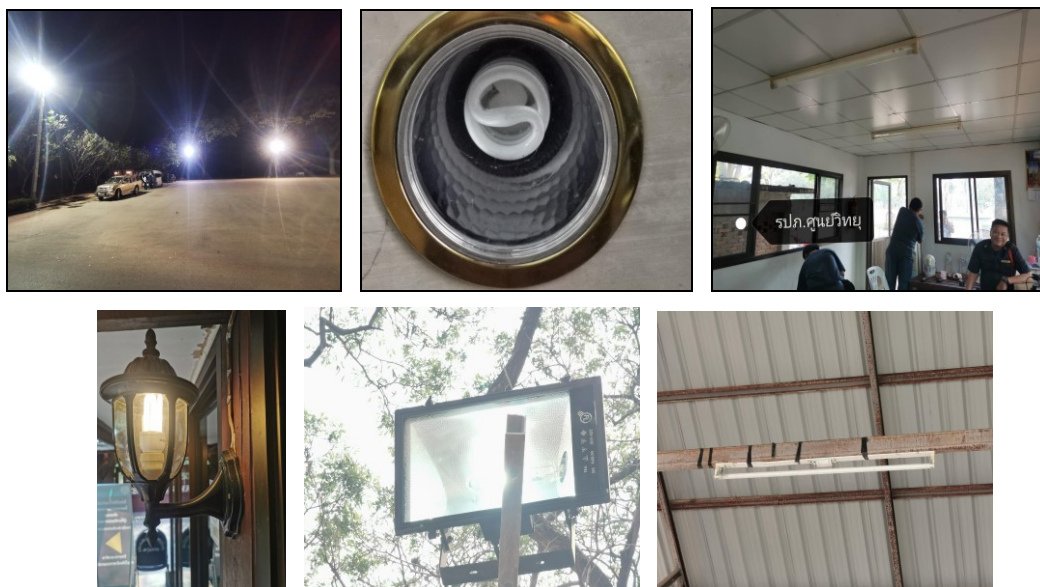
หมายเหตุ : \* คือค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดที่ทำการตรวจวัดเพื่อนำไปแทนค่ากำลังไฟฟ้าหลอดชนิดดังกล่าวหลังปรับปรุง



ผนวก ก-2 รายละเอียดรูปการดำเนินการตรวจวัดการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง



รูปที่ ก-1 การตรวจวัดการใช้พลังงานของหลอดไฟ



รูปที่ ก-2 ชุดรูปตัวอย่างหลอดไฟที่ใช้งานอยู่เดิม

ภาคผนวก ข  
ข้อมูลการตรวจวัดระบบระบบปรับอากาศ

ผนวก ข-1 ข้อมูลผลการตรวจวัดระบบปรับอากาศก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ ข-1 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ No.1 ขนาด 12,358.32 Btu/h อายุการใช้งาน 10 ปี (เครื่องเดิม)

|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|----------|-----------------|--------------------|------------------------|-----------------|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------|---------------------|----------------------|---------------------|------|-------------------------------------------------|---------|--------------|-------|-------|-------|---------------|-------------|---------|
| ชื่ออาคาร                          | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            | สภาพอากาศภายนอก                                 |                                       | <input type="checkbox"/> มีเมฆมาก | <input type="checkbox"/> ฝนตก | อุณหภูมิภายนอก   |                                                                                                                 | 37.8 °C      |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            | <input checked="" type="checkbox"/> มีแสงแดดจัด | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ..... |                                   |                               | ความชื้นสัมพัทธ์ |                                                                                                                 | 41.2 %       |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
| 1. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ |                            |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
| No.                                | ชั้น                       | ห้อง                                                                                                                                                                                | พื้นที่ห้อง (m <sup>2</sup> )    |      |          | ขนาด (Btu/h)    | ยี่ห้อ             | ประเภทเครื่องปรับอากาศ | ชนิดท่อโมสติก   | การติดตั้ง | การบำรุงรักษา                                   | อายุใช้งาน (ปี)                       | การใช้งาน                         |                               |                  | การใช้ไฟฟ้า                                                                                                     |              |       |       | สภาพอุปกรณ์         |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     | ช่วงเวลา                         |      | วันต่อปี |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       | V                                 | A                             | kW               | PF.                                                                                                             |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     | เปิด                             | ปิด  |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 | CDU          | FCU   |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
| 1                                  | 2                          | อาคารสำนักงาน                                                                                                                                                                       | 5.8                              | 2.6  | 15.1     | 12,358.32       | Midea              | Split type             | E               | W          |                                                 | 10                                    | 7:00                              | 19:00                         | 365              | 220.0                                                                                                           | 8.50         | 1.879 | -     | ค่อนข้างเก่า        | ค่อนข้างเก่า         |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            | ห้อง รปภ.                                                                                                                                                                           |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       | สกปรกมาก            |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            | สูง 2.4 เมตร                                                                                                                                                                        |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            | ติดตั้งปี 2011                                                                                                                                                                      |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
| 2. ข้อมูลจากการตรวจวัดและคำนวณ     |                            |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 |              |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       |       |       |               |             |         |
| No.                                | รอบการทำงาน                | ด้านที่วัด                                                                                                                                                                          | การตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศ   |      |          |                 |                    |                        |                 |            | สภาวะอากาศ                                      |                                       | สภาวะอากาศภายในห้อง               |                               |                  |                                                                                                                 | เอนทาลปี (H) |       |       | อัตราการไหลของอากาศ | ความสามารถทำความเย็น | ข้อมูลการใช้พลังงาน |      |                                                 |         |              |       |       |       | EER = BTU/h/W |             |         |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     | พื้นที่หน้าตัด (m <sup>2</sup> ) |      |          |                 | ความเร็วลม (m/sec) |                        |                 |            | ปริมาณ CDU                                      |                                       | SUPPLY                            |                               | RETURN           |                                                                                                                 | kJ/kg        |       |       |                     |                      | การใช้ไฟฟ้า         |      |                                                 |         | คอมเพรสเซอร์ |       |       |       |               |             |         |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                     | ก.                               | ย.   | พท.      | 1 <sup>st</sup> | 2 <sup>nd</sup>    | 3 <sup>rd</sup>        | 4 <sup>th</sup> | Avg        | °C                                              | %RH                                   | °C                                | %RH                           | °C               | %RH                                                                                                             | เข้า         | ออก   | ΔH    |                     |                      | CMM                 | Ton  | ค่าปรับปรุง                                     | Tonหลัง | Volt         | Amp.  | kW    | PF.   |               | ค่าปรับปรุง | kWhหลัง |
| 1                                  | 1                          | -                                                                                                                                                                                   | 0.08                             | 0.70 | 0.056    | 2.00            | 2.15               | 2.31                   | 2.03            | 2.12       | 38.2                                            | 36.7                                  | 17.1                              | 83.3                          | 30.0             | 51.5                                                                                                            | 65.22        | 42.86 | 22.35 | 7.13                | 0.91                 | 1.06                | 0.86 | 216.1                                           | 5.40    | 1.114        | 0.941 | 1.10  | 1.016 | 100           | -           | 10.16   |
|                                    | 2                          | -                                                                                                                                                                                   | 0.08                             | 0.70 | 0.056    | 2.18            | 1.91               | 2.31                   | 2.14            | 2.14       | 38.2                                            | 36.6                                  | 17.0                              | 82.6                          | 30.2             | 50.0                                                                                                            | 64.78        | 42.38 | 22.40 | 7.17                | 0.92                 | 1.06                | 0.87 | 213.2                                           | 5.50    | 1.111        | 0.942 | 1.10  | 1.010 | 100           | -           | 10.30   |
|                                    | 3                          | -                                                                                                                                                                                   | 0.08                             | 0.70 | 0.056    | 2.04            | 2.56               | 2.13                   | 2.35            | 2.27       | 38.2                                            | 36.2                                  | 16.5                              | 82.9                          | 29.4             | 49.5                                                                                                            | 62.04        | 41.15 | 20.89 | 7.63                | 0.91                 | 1.05                | 0.87 | 216.0                                           | 5.50    | 1.108        | 0.927 | 1.09  | 1.016 | 100           | -           | 10.26   |
| เฉลี่ย                             |                            |                                                                                                                                                                                     |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  |                                                                                                                 | 0.87         |       |       |                     |                      |                     |      |                                                 |         |              |       | 1.014 |       |               |             | 10.24   |
| หมายเหตุ :                         |                            | 1 Phase<br>การติดตั้ง D = ติดหน้าต่าง W = ติดผนัง F = ตั้งพื้น C = แขนงเพดาน R = ฝังบนฝ้า<br>การบำรุงรักษา 1 = ทุก 1 เดือน 2 = ทุก 3 เดือน 3 = ทุก 6 เดือน 4 = ทุก 1 ปี 5 = ไม่นำบน |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |            |                                                 |                                       |                                   |                               |                  | สูตรการคำนวณ CMM = พท. ทั่วจ่ายลม x ความเร็วลม (Avg) x 60<br>TON = 0.005707 x CMM x DH<br>EER = (Ton x 12) / kW |              |       |       |                     |                      |                     |      | ชนิดท่อโมสติก<br>E = Electronic<br>M = Mechanic |         |              |       |       |       |               |             |         |

ตารางที่ ข-2 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ No.2 ขนาด 18,083.60 Btu/h อายุการใช้งานต่ำกว่า 10 ปี (เครื่องเดิม)

|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|----------|-----------------|--------------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------|--------|-------------|--------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------|-------|-------|--------------|-------------------------------------------------|------------|--------|---------------|--------|---------|--------|------|--|
| ชื่ออาคาร                          | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                | สภาพอากาศภายนอก |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              | <input type="checkbox"/> มีเมฆมาก               | <input type="checkbox"/> ฝนตก         | อุณหภูมิภายนอก      |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        | 37.5 °C |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> มีแสงแดดจัด | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ..... | ความชื้นสัมพัทธ์    |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        | 40.2 %  |        |      |  |
| 1. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
| No.                                | ชั้น                       | ห้อง                                                                                                                                                                                  | พื้นที่ห้อง (m <sup>2</sup> )    |      |          | ขนาด (Btu/h)    | ยี่ห้อ             | ประเภทเครื่องปรับอากาศ | ชนิดท่อโมสติก   | วิธีการติดตั้ง | การบำรุงรักษา   | อายุใช้งาน (ปี) | การใช้งาน           |       |        | การใช้ไฟฟ้า |              |       |       | สภาพอุปกรณ์                                                                                                  |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | ช่วงเวลา                         |      | วันต่อปี |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 | V                   | A     | kW     | PF.         |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | เปิด                             | ปิด  |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             | CDU          | FCU   |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
| 2                                  | 3                          | ป้อมร้านค้า                                                                                                                                                                           | 5.0                              | 7.0  | 35.0     | 18,083.60       | Eminent            | Split type             | E               | R              | 3               | 10              | 8.00                | 16.00 | 365    | 220.0       | 8.50         | 1.879 | -     | ค่อนข้างเก่า                                                                                                 | ค่อนข้างเก่า                                    |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              | สกปรกมาก                                        |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            | สูง 3.24 เมตร                                                                                                                                                                         |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            | ติดตั้งปี 2011                                                                                                                                                                        |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
| 2. ข้อมูลจากการตรวจวัดและคำนวณ     |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
| No.                                | รอบการทำงาน                | ด้านที่วัด                                                                                                                                                                            | การตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศ   |      |          |                 |                    |                        |                 |                | สภาวะอากาศ      |                 | สภาวะอากาศภายในห้อง |       |        |             | เอนทาลปี (H) |       |       | อัตราการไหลของอากาศ                                                                                          | ความสามารถ                                      |                                       | ข้อมูลการใช้พลังงาน |         |       |       |              |                                                 |            |        | EER = BTU/h/W |        |         |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | พื้นที่หน้าตัด (m <sup>2</sup> ) |      |          |                 | ความเร็วลม (m/sec) |                        |                 |                | บริเวณ CDU      |                 | SUPPLY              |       | RETURN |             | kJ/kg        |       |       |                                                                                                              |                                                 |                                       | การใช้ไฟฟ้า         |         |       |       | คอมเพรสเซอร์ |                                                 |            |        |               |        |         |        |      |  |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | ก.                               | ย.   | พท.      | 1 <sup>st</sup> | 2 <sup>nd</sup>    | 3 <sup>rd</sup>        | 4 <sup>th</sup> | Avg            | °C              | %RH             | °C                  | %RH   | °C     | %RH         | เข้า         | ออก   | ΔH    |                                                                                                              | CMM                                             | Ton                                   | ค่าปรับปรุ          | Tonหลัง | Volt  | Amp.  | kW           | PF.                                             | ค่าปรับปรุ | kWหลัง |               | On (%) | Off (%) | ต่อรอบ |      |  |
| 2                                  | 1                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.05                             | 1.20 | 0.060    | 5.12            | 4.88               | 5.31                   | 5.80            | 5.28           | 44.0            | 30.1            | 16.9                | 84.7  | 26.1   | 56.7        | 56.82        | 42.75 | 14.08 | 19.00                                                                                                        | 1.53                                            | 0.93                                  | 1.64                | 228.6   | 10.00 | 2.181 | 0.945        | 1.14                                            | 1.920      | 100    | -             | 10.26  |         |        |      |  |
|                                    | 2                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.05                             | 1.20 | 0.060    | 5.02            | 5.38               | 5.54                   | 5.30            | 5.31           | 43.0            | 30.3            | 16.9                | 87.2  | 26.0   | 56.1        | 56.21        | 43.52 | 12.69 | 19.12                                                                                                        | 1.38                                            | 0.94                                  | 1.48                | 228.5   | 10.00 | 2.173 | 0.944        | 1.12                                            | 1.942      | 100    | -             | 9.14   |         |        |      |  |
|                                    | 3                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.05                             | 1.20 | 0.060    | 4.92            | 5.43               | 5.45                   | 5.17            | 5.24           | 42.8            | 30.6            | 16.6                | 85.8  | 26.0   | 56.1        | 56.21        | 42.28 | 13.93 | 18.87                                                                                                        | 1.50                                            | 0.94                                  | 1.60                | 228.8   | 10.00 | 2.175 | 0.945        | 1.12                                            | 1.949      | 100    | -             | 9.86   |         |        |      |  |
| เฉลี่ย                             |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       |                                                                                                              | 1.57                                            |                                       |                     |         |       |       |              |                                                 |            |        | 1.937         |        |         |        | 9.75 |  |
| หมายเหตุ :                         |                            | 1 Phase<br>การติดตั้ง D = ติดหน้าต่าง W = ติดผนัง F = ตั้งพื้น C = แขนงเพดาน R = ฝังบนฝ้า<br>การบำรุงรักษา 1 = ทุก 1 เดือน 2 = ทุก 3 เดือน 3 = ทุก 6 เดือน 4 = ทุก 1 ปี 5 = ไม่แน่นอน |                                  |      |          |                 |                    |                        |                 |                |                 |                 |                     |       |        |             |              |       |       | สูตรการคำนวณ CMM = พท.หัวจ่ายลม x ความเร็วลม(Avg) x 60<br>TON = 0.005707 x CMM x DH<br>EER = (Ton x 12) / kW |                                                 |                                       |                     |         |       |       |              | ชนิดท่อโมสติก<br>E = Electronic<br>M = Mechanic |            |        |               |        |         |        |      |  |

ตารางที่ ข-3 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ No.3 ขนาด 25,696.80 Btu/h อายุการใช้งานต่ำกว่า 10 ปี (เครื่องเดิม)

|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|---------------------|-------|----------|-------------|--------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|---------|-------|-------------|----------------------------------------------|-------|---------------|-------------|---------|--------|
| ชื่ออาคาร                          | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย |                                                                                                                                                                                       | สภาพอากาศภายนอก                  |       | <input type="checkbox"/> มีเมฆมาก               | <input type="checkbox"/> ฝนตก         | อุณหภูมิภายนอก   |                        | 36.2 °C         |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       | <input checked="" type="checkbox"/> มีแสงแดดจัด | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ..... | ความชื้นสัมพัทธ์ |                        | 42.3 %          |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
| 1. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
| No.                                | ชั้น                       | ห้อง                                                                                                                                                                                  | พื้นที่ห้อง (m <sup>2</sup> )    |       |                                                 | ขนาด (Btu/h)                          | ยี่ห้อ           | ประเภทเครื่องปรับอากาศ | ชนิดท่อไม่เสด็จ | การติดตั้ง | การบำรุงรักษา | อายุใช้งาน (ปี) | การใช้งาน           |       |          | การใช้ไฟฟ้า |              |       |       | สภาพอุปกรณ์                                                                                                  |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | W (m)                            | L (m) | A (m <sup>2</sup> )                             |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 | ช่วงเวลา            |       | วันต่อปี | V           | A            | kW    | PF.   |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 | เปิด                | ปิด   |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
| 3                                  | 2                          | อาคารสำนักงาน                                                                                                                                                                         | 5.5                              | 7.7   | 42.4                                            | 25,696.80                             | Eminent          | Split type             | E               | C          | -             | 10              | 8:00                | 16:00 | 365      | 220.0       | 10.00        | 2.219 | -     | คอนข้างเก่า                                                                                                  | คอนข้างเก่า |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            | งานธุรการ                                                                                                                                                                             |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            | สูง 2.6 เมตร                                                                                                                                                                          |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            | ติดตั้งปี 2011                                                                                                                                                                        |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
| 2. ข้อมูลจากการตรวจวัดและคำนวณ     |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              |             |                     |             |             |         |       |             |                                              |       |               |             |         |        |
| No.                                | รอบการทำงาน                | ด้านที่วัด                                                                                                                                                                            | การตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศ   |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            | สภาวะอากาศ    |                 | สภาวะอากาศภายในห้อง |       |          |             | เอนทาลปี (H) |       |       | อัตราการใช้ของอากาศ                                                                                          | ความสามารถ  | ข้อมูลการใช้พลังงาน |             |             |         |       |             |                                              |       | EER = BTU/h/W |             |         |        |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | พื้นที่หน้าตัด (m <sup>2</sup> ) |       |                                                 | ความเร็วลม (m/sec)                    |                  |                        |                 |            | บริเวณ CDU    |                 | SUPPLY              |       | RETURN   |             | kJ/kg        |       |       |                                                                                                              |             | ทำความเย็น          | การใช้ไฟฟ้า |             |         |       | คอมพรสเซอร์ |                                              |       |               |             |         |        |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | ก.                               | ย.    | พท.                                             | 1 <sup>st</sup>                       | 2 <sup>nd</sup>  | 3 <sup>rd</sup>        | 4 <sup>th</sup> | Avg        | °C            | %RH             | °C                  | %RH   | °C       | %RH         | เข้า         | ออก   | ΔH    |                                                                                                              |             |                     | Ton         | ค่าปรับปรุ่ | Tonหลัง | Volt  | Amp.        | kW                                           | PF.   |               | ค่าปรับปรุ่ | kWhหลัง | On (%) |
| 3                                  | 1                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                             | 0.77  | 0.069                                           | 2.83                                  | 2.90             | 2.40                   | 2.91            | 2.76       | 37.1          | 39.7            | 8.6                 | 78.2  | 24.9     | 44.9        | 47.46        | 22.26 | 25.20 | 11.48                                                                                                        | 1.65        | 0.91                | 1.82        | 215.1       | 10.60   | 2.214 | 0.967       | 0.99                                         | 2.232 | 100           | -           | 9.79    |        |
|                                    | 2                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                             | 0.77  | 0.069                                           | 2.92                                  | 2.22             | 3.71                   | 2.99            | 2.96       | 36.6          | 46.6            | 8.9                 | 84.6  | 24.8     | 45.8        | 47.67        | 24.00 | 23.68 | 12.31                                                                                                        | 1.66        | 0.91                | 1.82        | 214.0       | 10.70   | 2.229 | 0.970       | 0.99                                         | 2.259 | 100           | -           | 9.69    |        |
|                                    | 3                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                             | 0.77  | 0.069                                           | 2.42                                  | 2.63             | 2.81                   | 2.76            | 2.66       | 37.1          | 40.1            | 8.5                 | 84.9  | 24.9     | 46.1        | 48.07        | 23.24 | 24.83 | 11.04                                                                                                        | 1.56        | 0.91                | 1.72        | 215.6       | 10.60   | 2.221 | 0.967       | 1.00                                         | 2.232 | 100           | -           | 9.22    |        |
| เฉลี่ย                             |                            |                                                                                                                                                                                       |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                              | 1.79        |                     |             |             |         |       |             |                                              |       | 2.241         |             |         | 9.57   |
| หมายเหตุ :                         |                            | 1 Phase<br>การติดตั้ง D = ติดหน้าต่าง W = ติดผนัง F = ตั้งพื้น C = แขนงเพดาน R = ฝังบนฝ้า<br>การบำรุงรักษา 1 = ทุก 1 เดือน 2 = ทุก 3 เดือน 3 = ทุก 6 เดือน 4 = ทุก 1 ปี 5 = ไม่แน่นอน |                                  |       |                                                 |                                       |                  |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       | สูตรการคำนวณ CMM = พท. ฝ้าจ่ายลม x ความเร็วลม(Avg) x 60<br>TON = 0.005707 x CMM x DH<br>EER = (Ton x 12)/ kW |             |                     |             |             |         |       |             | ชนิดเทอโมสแตท E = Electronic<br>M = Mechanic |       |               |             |         |        |

ตารางที่ ข-4 แสดงรายละเอียดการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ No.4 ขนาด 50,400.00 Btu/h อายุการใช้งานต่ำกว่า 6 ปี (เครื่องเดิม)

|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|---------------------|-------|----------|-------------|--------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|------------|---------------------|-------------|----------------------------------------------|-------|-------|------------|--------|--------|---------------|
| ชื่ออาคาร                          | อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย | สภาพอากาศภายนอก                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> มีเมฆมาก               | <input type="checkbox"/> ฝนตก         | อุณหภูมิภายนอก      | 34.5               | °C              |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> มีแสงแดดจัด | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ..... | ความชื้นสัมพัทธ์    | 43.2               | %               |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
| 1. ข้อมูลทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ |                            |                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
| No.                                | ชั้น                       | ห้อง                                                                                                                                                                                  | พื้นที่ห้อง (m <sup>2</sup> )                   |                                       |                     | ขนาด (Btu/h)       | ยี่ห้อ          | ประเภทเครื่องปรับอากาศ | ชนิดท่อโมเสติก  | การติดตั้ง | การบำรุงรักษา | อายุใช้งาน (ปี) | การใช้งาน           |       |          | การใช้ไฟฟ้า |              |       |       | สภาพอุปกรณ์                                                                                                   |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | W (m)                                           | L (m)                                 | A (m <sup>2</sup> ) |                    |                 |                        |                 |            |               |                 | ช่วงเวลา            |       | วันต่อปี | V           | A            | kW    | PF.   |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 | เปิด                | ปิด   |          |             |              |       |       | CDU                                                                                                           | FCU        |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
| 4                                  | 1                          | อาคารสำนักงาน                                                                                                                                                                         | 4.8                                             | 10.2                                  | 49.0                | 50,400             | Tasaki          | Split type             | E               | C          | -             | 6               | 8:00                | 16:00 | 365      | 380.0       | 9.62         | 4.570 | -     | พอใช้                                                                                                         | พอใช้      |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            | การเงินงบประมาณ                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            | สูง 2 เมตร                                                                                                                                                                            |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            | ติดตั้งปี 2015                                                                                                                                                                        |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
| 2. ข้อมูลจากการตรวจวัดและคำนวณ     |                            |                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               |            |          |            |                     |             |                                              |       |       |            |        |        |               |
| No.                                | รอบการทำงาน                | ด้านที่วัด                                                                                                                                                                            | การตรวจวัดปริมาณการไหลของอากาศ                  |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            | สภาวะอากาศ    |                 | สภาวะอากาศภายในห้อง |       |          |             | เอนทาลปี (H) |       |       | อัตราการใช้ของอากาศ                                                                                           | ความสามารถ |          |            | ข้อมูลการใช้พลังงาน |             |                                              |       |       |            |        |        | EER = BTU/h/W |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | พื้นที่หน้าตัด (m <sup>2</sup> )                |                                       |                     | ความเร็วลม (m/sec) |                 |                        |                 |            | บริเวณ CDU    |                 | SUPPLY              |       | RETURN   |             | kJ/kg        |       |       |                                                                                                               | ทำความเย็น | การไฟฟ้า |            |                     | คอมพรสเซอร์ |                                              |       |       |            |        |        |               |
|                                    |                            |                                                                                                                                                                                       | ก.                                              | ย.                                    | พท.                 | 1 <sup>st</sup>    | 2 <sup>nd</sup> | 3 <sup>rd</sup>        | 4 <sup>th</sup> | Avg        | °C            | %RH             | °C                  | %RH   | °C       | %RH         | เข้า         | ออก   | ΔH    |                                                                                                               |            | Ton      | ค่าปรับปรุ | Tonหลัง             | Volt        | Amp.                                         | kW    | PF.   | ค่าปรับปรุ | kWหลัง | On (%) |               |
| 4                                  | 1                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                                            | 1.48                                  | 0.133               | 3.23               | 3.02            | 3.21                   | 3.38            | 3.21       | 35.5          | 43.5            | 9.3                 | 86.0  | 25.4     | 51.1        | 51.90        | 25.08 | 26.82 | 25.66                                                                                                         | 3.93       | 0.96     | 4.09       | 380.0               | 9.62        | 4.570                                        | 0.800 | 0.99  | 4.607      | 55.56  | 44.44  | 10.65         |
|                                    | 2                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                                            | 1.48                                  | 0.133               | 3.22               | 3.30            | 3.10                   | 3.22            | 3.21       | 35.5          | 43.5            | 10.1                | 85.9  | 25.0     | 60.1        | 55.47        | 26.75 | 28.73 | 25.65                                                                                                         | 4.21       | 1.00     | 4.21       | 380.0               | 9.62        | 4.570                                        | 0.800 | 1.01  | 4.529      | 55.56  | 44.44  | 11.15         |
|                                    | 3                          | -                                                                                                                                                                                     | 0.09                                            | 1.48                                  | 0.133               | 3.37               | 3.22            | 3.11                   | 2.98            | 3.17       | 35.5          | 43.5            | 9.9                 | 87.2  | 25.8     | 56.9        | 56.08        | 26.57 | 29.50 | 25.33                                                                                                         | 4.27       | 1.01     | 4.24       | 380.0               | 9.62        | 4.570                                        | 0.790 | 1.01  | 4.511      | 55.56  | 44.44  | 11.27         |
| เฉลี่ย                             |                            |                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       |                                                                                                               | 4.18       |          |            |                     |             |                                              |       | 4.549 |            |        | 11.02  |               |
| หมายเหตุ :                         |                            | 3 Phase<br>การติดตั้ง D = ติดหน้าต่าง W = ติดผนัง F = ตั้งพื้น C = แขนงเพดาน R = ฝังบนฝ้า<br>การบำรุงรักษา 1 = ทุก 1 เดือน 2 = ทุก 3 เดือน 3 = ทุก 6 เดือน 4 = ทุก 1 ปี 5 = ไม่แน่นอน |                                                 |                                       |                     |                    |                 |                        |                 |            |               |                 |                     |       |          |             |              |       |       | สูตรการคำนวณ CMM = พท. ฝ้าจ่ายลม x ความเร็วลม(Avg) x 60<br>TON = 0.005707 x CMM x DH<br>EER = (Ton x 12) / kW |            |          |            |                     |             | ชนิดเทอโมสแตท E = Electronic<br>M = Mechanic |       |       |            |        |        |               |

ผนวก ข-2 รายละเอียดรูปการดำเนินการตรวจวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานระบบปรับอากาศ



รูปที่ ข-1 การตรวจวัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ ข-2 ชุดรูปตัวอย่างเครื่องปรับอากาศที่ใช้มานานอยู่เดิม

ภาคผนวก ค

วิธีการตรวจวัดและประเมินผลการประหยัดพลังงาน

## ผนวก ค วิธีการตรวจวัดและประเมินผลการประหยัดพลังงาน

### แนวทางการใช้ข้อมูลการตรวจวัดรูปแบบ A: การตรวจวัดเพียงบางส่วนแยกตามมาตรการที่ปรับปรุง

รูปแบบ A ใช้การประเมินการอนุรักษ์พลังงานระดับอุปกรณ์หรือระบบโดยตรวจวัดตัวแปรหลักของระบบหรืออุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดได้ โดยเป็นการสุ่มตรวจวัดหรือตรวจวัดเป็นระยะเวลาสั้นๆ ระหว่างช่วงเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุงกับช่วงเวลาหลังการปรับปรุง หรือบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับความผันผวนของข้อมูลที่ต้องการตรวจวัด สำหรับตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้อาจจะใช้ข้อมูลในอดีตหรือข้อมูลจากผู้ผลิต ซึ่งเป็นข้อมูลเฉลี่ยของอุปกรณ์ ในการตรวจวัดเพื่อหาค่าพลังงานที่ประหยัดได้ของมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ถ้าอุปกรณ์ในระบบมีจำนวนน้อยอาจจะทำการตรวจวัดอุปกรณ์ทุกตัว แต่ในกรณีที่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีจำนวนมากอาจจะต้องทำการสุ่มตัวอย่างของอุปกรณ์ที่จะทำการตรวจวัด โดยการจำแนกออกเป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีลักษณะการทำงานหรือมีชั่วโมงการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน แล้วจึงตรวจวัดกลุ่มตัวอย่างที่ได้จำแนกไว้ให้ครบถ้วน

#### รูปแบบ A เหมาะสมกับระบบต่างๆ ดังนี้

- มาตรการอนุรักษ์พลังงานมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่ได้รับการปรับปรุงเท่านั้น
- สามารถแยกระบบเฉพาะที่ทำการปรับปรุงออกจากระบบที่เหลือทั้งหมด
- ตัวแปรอิสระซึ่งมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไม่ซับซ้อนมากนัก หรือมีค่าใช้จ่ายไม่สูงเกินไปในการตรวจวัด
- มีเครื่องวัดย่อยติดตั้งอยู่แล้วในการแยกมาตรการอนุรักษ์พลังงานออกจากระบบที่ไม่ได้ทำการปรับปรุง

### ข้อตกลง/ข้อกำหนดในการตรวจวัดประสิทธิภาพและการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในการพิสูจน์ผลการประหยัดทางผู้ตรวจวัดและวิเคราะห์ผลได้ตกลงกับผู้ดำเนินโครงการ และผู้ประกอบการในรูปแบบการวิเคราะห์ผล ผู้ประกอบการจะต้องทำการเปิดใช้งานหลอดไฟฟ้ากลุ่มเป้าหมายตลอดระยะเวลาที่ทำการตรวจวัดหากมีการปิด หรือหยุดการใช้งานโดยบังเอิญ ผู้วิเคราะห์สามารถตัดค่าในช่วงสภาวะดังกล่าวออกเพื่อหลีกเลี่ยงค่าความผิดพลาดของข้อมูล เนื่องจากสถานประกอบการลงทุนเองและไม่มี การรับประกันผลการประหยัดจำนวนอุปกรณ์ที่สุ่มตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบชั่วขณะมาตรการนี้จึงถูกกำหนดตามความเหมาะสม โดยกำหนดตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำการตรวจวัดออกเป็น 3 ชนิด และตรวจวัดค่าความส่องสว่างจะตรวจวัดเฉพาะพื้นที่สำคัญเท่านั้น ถ้าค่าความสว่างในช่วงระหว่างการตรวจวัด Baseline และ Final ต่างกันเกิน 10% แล้วสถานที่ยอมรับในค่าความสว่างที่เกิดขึ้น การคำนวณผลประหยัดจะยึดผลต่างกำลังไฟฟ้าน้อยกว่าเป็นหลัก โดยมีข้อตกลงและรายละเอียดการวัดค่าต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ ค-1 รายละเอียดข้อมูลในการตรวจวัด

| ลำดับ | รายละเอียด                                       | รูปแบบ | Cycle Time            |
|-------|--------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| 1     | เฟส R : Volt, Current, PF, kW, THDv, THDi        | L-N    | ตรวจวัด<br>แบบชั่วขณะ |
| 2     | เฟส S : Volt, Current, PF, kW, THDv, THDi        |        |                       |
| 3     | เฟส T : Volt, Current, PF, kW, THDv, THDi        |        |                       |
| 4     | ผลรวมเฟส RST : Volt, Current, PF, kW, THDv, THDi |        |                       |
| 5     | ค่าความส่องสว่าง Lux                             | -      |                       |

## ข้อตกลง/ข้อกำหนดในการตรวจวัดประสิทธิภาพและการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ

ในการพิสูจน์ผลการประหยัดทางผู้ตรวจวัดและวิเคราะห์ผลได้ตกลงกับผู้ดำเนินโครงการและผู้ประกอบการในรูปแบบการวิเคราะห์ผลผู้ประกอบการจะต้องทำการเปิดใช้งานอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศตลอดระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด โดยจะทำการตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจะวิเคราะห์จากค่าอุณหภูมิของอากาศเข้าและออกของเครื่องปรับอากาศ, ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าและออกของเครื่องปรับอากาศ, พื้นที่หน้าตัดของช่องลมจ่าย, ความเร็วลมของอากาศออก และกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ โดยตรวจวัดข้อมูลแบบชั่วขณะ เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลใช้ในการพิสูจน์ผลประหยัดที่ทางผู้ตรวจวัดและวิเคราะห์ผลได้ทำการตกลงกับผู้ดำเนินโครงการ โดยมีข้อตกลงและรายละเอียดการวัดค่าต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ ค-2 รายละเอียดข้อมูลในการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ

| ลำดับ | รายละเอียด                                                                                   | รูปแบบ | Cycle Time |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|
| 1     | เฟส R : Volt, Current, PF, kW, kVA, kVAR                                                     | 3Ø     | ทุก 1 นาที |
| 2     | เฟส S : Volt, Current, PF, kW, kVA, kVAR                                                     |        |            |
| 3     | เฟส T : Volt, Current, PF, kW, kVA, kVAR                                                     |        |            |
| 4     | ผลรวมเฟส RST : Volt, Current, PF, kW, kVA, kVAR                                              |        |            |
| 5     | ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมจ่ายออกและกลับเข้าคอยล์เย็น<br>อากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อน (°C)   | -      | ชั่วขณะ    |
| 6     | ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านจ่ายออกและกลับเข้าคอยล์เย็น<br>อากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อน (%RH) | -      | ชั่วขณะ    |
| 7     | พื้นที่หน้าตัดของช่องลมจ่ายอากาศออก (m <sup>2</sup> )                                        | -      |            |
| 8     | ความเร็วลมด้านจ่ายออกจากคอยล์เย็น (m/s)                                                      | -      |            |

จากแนวทางการตรวจวัดอ้างอิงมาตรฐาน IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) เป็นการตรวจวัดตามมาตรฐานที่ปรับปรุงใช้พารามิเตอร์หลายตัวแปร ในการวิเคราะห์ผล โดยพิจารณาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Cooling Capacity) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio) ในหน่วย Btu/h/W สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้า ปีก่อนการปรับปรุงคำนวณได้จากสมการดังนี้

### คำนวณอัตราการไหลของอากาศ

$$CMM = A \times V \times 60$$

โดยที่ CMM = อัตราการไหลของลมกลับเข้าคอยล์เย็น (m<sup>3</sup>/min)  
A = พื้นที่หน้าตัดของช่องดูดอากาศกลับเข้าคอยล์เย็น (m<sup>2</sup>)  
V = ความเร็วลมกลับเข้าคอยล์เย็น (m/s)

### คำนวณความสามารถทำความเย็น

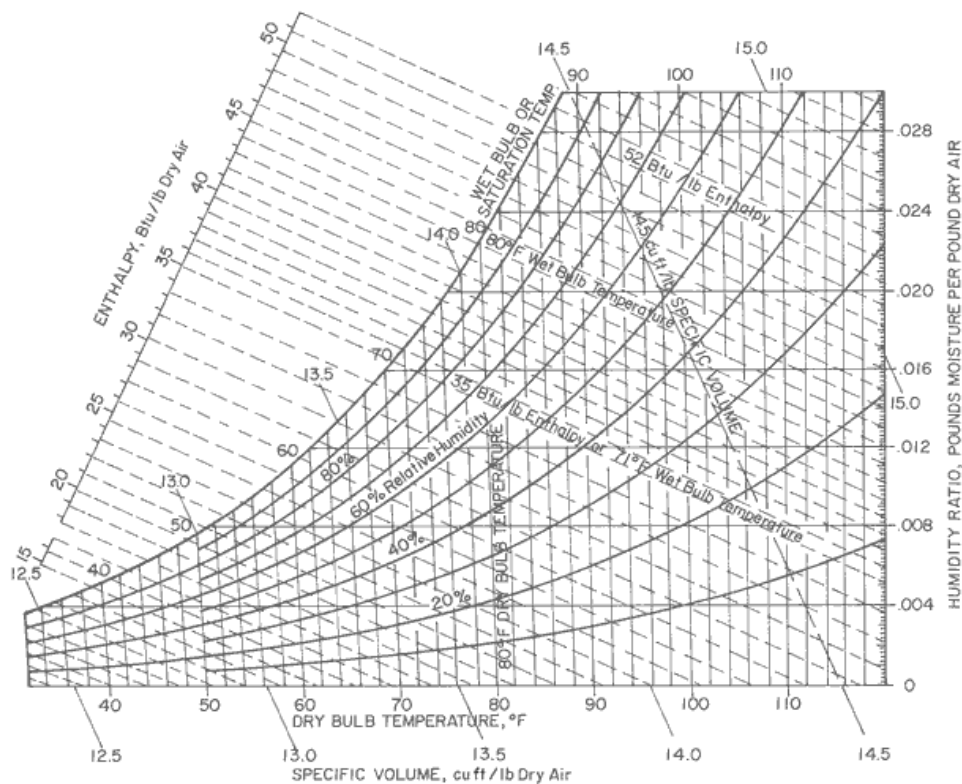
$$CL_{PRE} = 68.484 \times CMM \times \Delta H$$

โดยที่ CL<sub>PRE</sub> = ความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุง (Btu/h)

CMM = อัตราการไหลของอากาศ (m<sup>3</sup>/min)

$\Delta H$  = ความแตกต่างระหว่างเอนทาลปีของอากาศเข้าและออก (kJ/kg)\*

\*เอนทาลปี (H) หาได้จากการนำค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้าและออก  
เครื่องปรับอากาศมาพล็อตในแผนภูมิ Psychrometric Chart



รูปที่ ค-1 แผนภูมิ Psychrometric Chart

#### คำนวณหาค่า ChP

$$\text{kW/Ton}_R = P_{\text{comp}} / (\text{CL}_{\text{PRE}} / 12,000)$$

โดยที่

|                           |   |                                                        |
|---------------------------|---|--------------------------------------------------------|
| $\text{ChP}_{\text{PRE}}$ | = | สมรรถนะการทำความเย็น (Bth/h)                           |
| $P_{\text{comp}}$         | = | กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ (kW)               |
| $\text{CL}_{\text{PRE}}$  | = | ความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุง ( $\text{Ton}_R$ ) |

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต้องปรับค่า EER มาที่สภาวะมาตรฐาน คือ ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อน (Condenser) 35 °C และอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศลมกลับเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ 19.4 °C โดยใช้ตารางที่ ค-3 ซึ่งแสดงค่าแก้ไขสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบติดตั้งที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจัดทำขึ้น

ตารางที่ ค-3 ค่าแก้ไขความสามารถในการทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

| อุณหภูมิกระเปาะแห้ง<br>อากาศเข้าคอยล์ระบายความร้อน<br>(°C) | อุณหภูมิกระเปาะเปียก<br>อากาศเข้าคอยล์เย็น<br>(°C) | ค่าแก้ไข                      |            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
|                                                            |                                                    | ความสามารถในการ<br>ทำความเย็น | กำลังไฟฟ้า |
| 25                                                         | 16                                                 | 0.96                          | 0.83       |
|                                                            | 18                                                 | 1.03                          | 0.85       |
|                                                            | 19                                                 | 1.07                          | 0.86       |
|                                                            | 19.4                                               | 1.08                          | 0.87       |
|                                                            | 20                                                 | 1.10                          | 0.88       |
|                                                            | 22                                                 | 1.18                          | 0.90       |
| 30                                                         | 16                                                 | 0.92                          | 0.89       |
|                                                            | 18                                                 | 0.99                          | 0.91       |
|                                                            | 19                                                 | 1.02                          | 0.93       |
|                                                            | 19.4                                               | 1.04                          | 0.93       |
|                                                            | 20                                                 | 1.06                          | 0.94       |
|                                                            | 22                                                 | 1.14                          | 0.97       |
| 35                                                         | 16                                                 | 0.89                          | 0.95       |
|                                                            | 18                                                 | 0.95                          | 0.98       |
|                                                            | 19                                                 | 0.98                          | 0.99       |
|                                                            | 19.4                                               | 1.00                          | 1.00       |
|                                                            | 20                                                 | 1.02                          | 1.01       |
|                                                            | 22                                                 | 1.09                          | 1.04       |
| 40                                                         | 16                                                 | 0.85                          | 1.01       |
|                                                            | 18                                                 | 0.91                          | 1.04       |
|                                                            | 19                                                 | 0.94                          | 1.06       |
|                                                            | 19.4                                               | 0.95                          | 1.07       |
|                                                            | 20                                                 | 0.97                          | 1.08       |
|                                                            | 22                                                 | 1.04                          | 1.11       |
| 45                                                         | 16                                                 | 0.81                          | 1.08       |
|                                                            | 18                                                 | 0.86                          | 1.11       |
|                                                            | 19                                                 | 0.89                          | 1.13       |
|                                                            | 19.4                                               | 0.91                          | 1.14       |
|                                                            | 20                                                 | 0.92                          | 1.15       |
|                                                            | 22                                                 | 0.98                          | 1.18       |
| 50                                                         | 16                                                 | 0.76                          | 1.15       |
|                                                            | 18                                                 | 0.81                          | 1.18       |
|                                                            | 19                                                 | 0.84                          | 1.2        |
|                                                            | 19.4                                               | 0.86                          | 1.21       |
|                                                            | 20                                                 | 0.87                          | 1.22       |
|                                                            | 22                                                 | 0.93                          | 1.26       |

#### คำนวณหาค่าประสิทธิภาพพลังงาน

$$EER_{PRE} = CL_{PRE,ADJ} / (P_{comp,ADJ} \times 1,000)$$

โดยที่

$EER_{PRE}$  = ประสิทธิภาพพลังงาน (Btu/h/W)

$P_{comp,ADJ}$  = กำลังไฟฟ้าที่ใช้หลังปรับแก้ค่าที่สภาวะมาตรฐาน (kW)

$CL_{PRE,ADJ}$  = ความสามารถในการทำความเย็นหลังปรับแก้ค่าที่สภาวะมาตรฐาน (Btu/h)

#### คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง

$$E_{PRE} = P_{PRE} \times H \times LF_{PRE}$$

โดยที่

$E_{PRE}$  = การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kWh)

$P_{PRE}$  = กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kW)

$H$  = จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน (h)

$LF_{PRE}$  = สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง (%)

## คำนวณค่าไฟฟ้าก่อนปรับปรุง

$$EC_{PRE} = E_{PRE} \times ECR$$

|        |            |   |                                      |
|--------|------------|---|--------------------------------------|
| โดยที่ | $EC_{PRE}$ | = | ค่าไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (Baht)          |
|        | $E_{PRE}$  | = | การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kWh) |
|        | $ECR$      | = | ค่าไฟเฉลี่ยต่อหน่วย (Baht/kWh)       |

สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงตามแนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดรูปแบบ A อนุโลมให้ใช้ค่า EER จาก Specification ของเครื่องปรับอากาศที่ผ่านการรับรองจากหน่วยงานหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ และจะต้องคำนวณจากสภาวะการใช้งานเดียวกันกับสภาวะ Base Line โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

## คำนวณสัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง

$$LP_{POST} = ((CL_{PRE} \times LF_{PRE}) / CL_{POST}) \times 100$$

|        |             |   |                                             |
|--------|-------------|---|---------------------------------------------|
| โดยที่ | $LP_{POST}$ | = | สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง (%)         |
|        | $CL_{PRE}$  | = | ความสามารถทำความเย็นก่อนการปรับปรุง (Btu/h) |
|        | $LF_{PRE}$  | = | สัดส่วนการใช้งานก่อนการปรับปรุง (%)         |
|        | $CL_{POST}$ | = | ความสามารถทำความเย็นหลังการปรับปรุง (Btu/h) |

## คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง

$$E_{POST} = (CL_{STD} / EER_{STD} / 1,000) \times LP_{POST} \times H$$

|        |             |   |                                               |
|--------|-------------|---|-----------------------------------------------|
| โดยที่ | $E_{POST}$  | = | การใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุง (kWh)       |
|        | $CL_{STD}$  | = | ความสามารถทำความเย็นจาก Specification (Btu/h) |
|        | $EER_{PRE}$ | = | ประสิทธิภาพพลังงานจาก Specification (Btu/h/W) |
|        | $LP_{POST}$ | = | สัดส่วนการใช้งานหลังการปรับปรุง (%)           |
|        | $H$         | = | จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน (h)*                    |

\* จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน (H) สภาวะเดียวกันกับ Base Line

## คำนวณค่าไฟฟ้าหลังปรับปรุง

$$EC_{POST} = E_{POST} \times ECR$$

|        |             |   |                                      |
|--------|-------------|---|--------------------------------------|
| โดยที่ | $EC_{POST}$ | = | ค่าไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (Baht)          |
|        | $E_{POST}$  | = | การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kWh) |
|        | $ECR$       | = | ค่าไฟเฉลี่ยต่อหน่วย (Baht/kWh)       |

## คำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$$E_{SAVE} = E_{PRE} - E_{POST}$$

|        |            |   |                                 |
|--------|------------|---|---------------------------------|
| โดยที่ | $E_{SAVE}$ | = | พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh) |
|        | $E_{PRE}$  | = | พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kWh)  |
|        | $E_{POST}$ | = | พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง (kWh)  |

### คำนวณเปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด

$$\%_{\text{SAVE}} = (E_{\text{SAVE}} / E_{\text{PRE}}) \times 100$$

|        |                    |   |                                 |
|--------|--------------------|---|---------------------------------|
| โดยที่ | $\%_{\text{SAVE}}$ | = | เปอร์เซ็นต์ผลการประหยัด (%)     |
|        | $E_{\text{SAVE}}$  | = | พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh) |
|        | $E_{\text{PRE}}$   | = | พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (kWh)  |

### คำนวณค่าไฟฟ้าประหยัดได้

$$EC_{\text{SAVE}} = EC_{\text{PRE}} - EC_{\text{POST}}$$

|        |                    |   |                             |
|--------|--------------------|---|-----------------------------|
| โดยที่ | $EC_{\text{SAVE}}$ | = | ค่าไฟฟ้าประหยัดได้ (Baht)   |
|        | $EC_{\text{PRE}}$  | = | ค่าไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (Baht) |
|        | $EC_{\text{POST}}$ | = | ค่าไฟฟ้าหลังปรับปรุง (Baht) |