



แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน: มาตรการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor)

1. คุณลักษณะเฉพาะของวิธีการ

- 1) วิธีการนี้ใช้กับมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีการเปลี่ยนหรือปรับปรุงมอเตอร์เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- 2) วิธีการนี้ใช้เฉพาะมาตรการที่มีการเปลี่ยนหรือปรับปรุงมอเตอร์ให้มีประสิทธิภาพสูงเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานอื่นๆ ติดตั้งร่วมด้วย เช่น มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ หรือมาตรการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมภาระการทำงานของมอเตอร์
- 3) ระบบควบคุมไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ใช้ในมาตรการสามารถติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดแยกออกจากระบบไฟฟ้าอื่นๆ ของสถานประกอบการได้
- 4) ภาระงานของมอเตอร์อาจมีความหลากหลายตามวัตถุประสงค์การใช้งาน จึงต้องใช้ในการตรวจวัดและการตรวจวัดและคำนวณหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption, SEC) หรือกำหนดภาระการใช้งานให้มีความใกล้เคียงกันระหว่างการตรวจวัดก่อนและหลังปรับปรุง
- 5) วิธีการนี้แสดงแนวทางการคำนวณผลประหยัดและค่าใช้จ่ายเฉพาะด้านพลังงานเท่านั้น โดยมิได้พิจารณาผลประหยัดหรือค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านการใช้งานและการบำรุงรักษา ซึ่งเกิดขึ้นจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ขอบเขตและวิธีการในการนำผลประหยัดและค่าใช้จ่ายอื่นๆ มาพิจารณาร่วมกับผลประหยัดพลังงานนั้น ให้อยู่ในการพิจารณาและจัดทำข้อตกลงร่วมกันระหว่างสถานประกอบการและบริษัทจัดการพลังงาน
- 6) วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานตามแนวทางนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและการประหยัดค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการตรวจวัดพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานเป็นสำคัญ จึงมีความเหมาะสมสำหรับโครงการที่บริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) และสถานประกอบการเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน ในกรณีที่ต้องการเพิ่มระดับการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานให้สูงขึ้นอาจก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดที่สูงขึ้นให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ออกค่าใช้จ่ายในโครงการนี้



2. รูปแบบของการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

การตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานสำหรับมาตรการอนุรักษ์พลังงานนี้อ้างอิงระเบียบวิธีกร IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) ซึ่งมี 4 รูปแบบ ได้แก่ A B C และ D โดยวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ เป็นตัวอย่างการนำหลักการและรูปแบบการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน รูปแบบ B การตรวจวัดตัวแปรทุกตัวแปรแยกรายมาตรการ (Option B: Retrofit Isolation with All Parameter Measurement) มาประยุกต์ใช้กับมาตรการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ช่วงระยะเวลา (Period)	แนวทางดำเนินการ	ตัวแปร	วิธีการตรวจวัด/เก็บข้อมูล
ช่วงตรวจวัดการใช้พลังงานฐาน (Baseline Period) ก่อนการปรับปรุง	1. หากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ 2. หาภาระงานของมอเตอร์ 3. หาดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ 4. คำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์	- กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ - ภาระงานของมอเตอร์ - ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์	- ตรวจวัดแบบต่อเนื่อง - ตรวจวัดแบบต่อเนื่องหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการ - จากบันทึกการทำงานของเครื่องจักร
ช่วงตรวจวัดการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง	1. หากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ 2. หาภาระงานของมอเตอร์ 3. หาดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ 4. คำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์	- กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ - ภาระงานของมอเตอร์ - ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์	- ตรวจวัดแบบต่อเนื่อง - ตรวจวัดแบบต่อเนื่องหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการ - จากบันทึกการทำงานของเครื่องจักร
ช่วงการติดตามรายงานผลแต่ละเดือน (Reporting Period)	1. หากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ 2. หาภาระงานของมอเตอร์ 3. หาดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ 4. คำนวณการใช้พลังงานของมอเตอร์	- กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ - ภาระงานของมอเตอร์ - ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์	- ตรวจวัดแบบต่อเนื่อง - ตรวจวัดแบบต่อเนื่องหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการ - จากบันทึกการทำงานของเครื่องจักร



3. การจัดทำรายงาน

การตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานที่ดำเนินโครงการด้วยบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ให้จัดทำรายงานขึ้น 2 ฉบับ ได้แก่

1) ข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

เนื้อหาของข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน ต้องระบุถึงรายละเอียดของมาตรการโดยสังเขป รูปแบบการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานตามระเบียบวิธีการ IPMVP และเหตุผลในการเลือกใช้รูปแบบการตรวจวัด วิธีการตรวจวัด เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด การเตรียมพื้นที่สำหรับการตรวจวัด ขั้นตอนการตรวจวัด ตัวแปรหลัก ตัวแปรควบคุมหรือสภาวะที่ต้องควบคุมในขณะที่ทำการตรวจวัด ข้อมูลหรือชั่วโมงทำงานหรือสถิติการใช้งานเครื่องจักรที่ขอจากสถานประกอบการแทนการตรวจวัดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือสมการที่ใช้ในการคำนวณผลการประหยัดพลังงาน ตาราง (Log Sheet) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และหนังสือรับรองข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน ที่ได้รับการยอมรับจากสถานประกอบการและบริษัทจัดการพลังงาน

2) รายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

เนื้อหาของรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน ให้อธิบายวิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลรวมถึงแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัดจริงโดยละเอียด โดยรายงานนี้จะต้องยึดถือและแสดงผลการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานตามหัวข้อที่แสดงไว้ในข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานเป็นหลัก โดยรายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานจะประกอบไปด้วยเนื้อหาหลักอย่างน้อย 3 บท ได้แก่

2.1) การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

2.2) การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

2.3) การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน

เมื่อคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานได้ดำเนินการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานและจัดทำรายงานแล้วเสร็จ ให้จัดทำหนังสือรับรองรายงานที่ได้รับการยอมรับจากสถานประกอบการและบริษัทจัดการพลังงาน และให้ผู้บริหารทั้ง 2 ฝ่ายได้ลงนามในหนังสือรับรองรายงานนี้



4. การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

1) การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุงหาได้จากกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยและชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง โดยมีสมการดังนี้

$$E_{Pre} = P_{Pre} \times H_{Pre}$$

โดยที่

$$E_{Pre} = \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kWh/y)}$$

$$P_{Pre} = \text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kW)}$$

$$H_{Pre} = \text{ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (h/y)}$$

การหาลำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุงจะต้องทำการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาซึ่งเป็นตัวแทนการใช้งานของมอเตอร์ตามปกติก่อนการปรับปรุง หรือในกรณีที่ภาระงานของมอเตอร์ค่อนข้างคงที่ก็สามารถติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยได้

2) การวิเคราะห์ปริมาณงานหรือภาระงาน

ปริมาณงานของมอเตอร์จะแตกต่างกันตามการใช้งานของมอเตอร์ในกระบวนการผลิตของสถานประกอบการ โดยทั่วไปกำหนดเป็นปริมาณงานที่ทำได้ เช่น ปริมาณการผลิตสินค้า (Pcs) ปริมาตรของน้ำที่สูบ (m^3) เป็นต้น หรืออาจพิจารณาเป็นภาระงาน (Load) คือ อัตราปริมาณงานที่ทำได้ต่อช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น อัตราการผลิตสินค้า (Pcs/h) อัตราการไหล (m^3/h , l/s)

3) การหาดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หาได้จากอัตราส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ต่อปริมาณงานที่ทำได้ ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อภาระงานของมอเตอร์ ดังสมการ

$$SEC_{Pre} = \frac{P_{Pre}}{L_{Pre}}$$

โดยที่

$$SEC_{Pre} = \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kWh/m}^3, \text{ kWh/l, kWh/Pcs)}$$

$$P_{Pre} = \text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kW)}$$

$$L_{Pre} = \text{ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (m}^3/h, l/s, \text{ Pcs/h)}$$



5. การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

1) การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์หลังการปรับปรุงหาได้จากกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยและชั่วโมงทำงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง โดยมีสมการดังนี้

$$E_{\text{Post}} = P_{\text{Post}} \times H_{\text{Post}}$$

โดยที่

$$E_{\text{Post}} = \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kWh/y)}$$

$$P_{\text{Post}} = \text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kW)}$$

$$H_{\text{Post}} = \text{ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (h/y)}$$

2) การวิเคราะห์ปริมาณงานหรือภาระงาน

ปริมาณงานและภาระงานหลังการปรับปรุงให้กำหนดเช่นเดียวกันกับก่อนการปรับปรุง

3) การหาดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)

ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หาได้จากอัตราส่วนระหว่างอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อภาระงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง ดังสมการ

$$SEC_{\text{Post}} = \frac{P_{\text{Post}}}{L_{\text{Post}}}$$

โดยที่

$$SEC_{\text{Post}} = \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kWh/m}^3, \text{ kWh/L, kWh/Pcs)}$$

$$P_{\text{Post}} = \text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kW)}$$

$$L_{\text{Post}} = \text{ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (m}^3/\text{h, l/s, Pcs/h)}$$

6. การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน

1) ผลการประหยัดพลังงาน

ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสามารถหาได้จากผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ค่าดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ที่ลดลงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดผลประหยัด อย่างไรก็ตาม สถานประกอบการและบริษัทจัดการพลังงานจะต้องตกลงร่วมกันว่าจะใช้สภาพการใช้งานในช่วงใดเป็นกรณีฐานในการคิดผลประหยัดพลังงาน โดยสามารถแสดงสมการในแต่ละกรณีที่เป็นไปได้ดังนี้



1.1) กรณีที่ใช้สภาพก่อนการปรับปรุงเป็นกรณีฐาน

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้คำนวณโดยใช้สภาพการทำงาน และชั่วโมงทำงานของมอเตอร์จากช่วงเวลาตรวจวัดก่อนการปรับปรุงเป็นกรณีฐาน ดังสมการ

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= E_{\text{BL}} - E_{\text{FN}} \\ E_{\text{BL}} &= \text{SEC}_{\text{Pre}} \times L_{\text{Pre}} \times H_{\text{Pre}} \\ E_{\text{FN}} &= \text{SEC}_{\text{Post}} \times L_{\text{Pre}} \times H_{\text{Pre}} \end{aligned}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/y)} \\ E_{\text{BL}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุง (kWh/y)} \\ E_{\text{FN}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานหลังการปรับปรุง (kWh/y)} \\ \text{SEC}_{\text{Pre}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ \text{SEC}_{\text{Post}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ L_{\text{Pre}} &= \text{ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (m}^3\text{/h, Pcs/h)} \\ H_{\text{Pre}} &= \text{ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (h/y)} \end{aligned}$$

1.2) กรณีที่ใช้สภาพหลังการปรับปรุงเป็นกรณีฐาน

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้คำนวณโดยใช้สภาพการทำงาน และชั่วโมงทำงานของมอเตอร์จากช่วงเวลาตรวจวัดหลังการปรับปรุงเป็นกรณีฐาน ดังสมการ

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= E_{\text{BL}} - E_{\text{FN}} \\ E_{\text{BL}} &= \text{SEC}_{\text{Pre}} \times L_{\text{Post}} \times H_{\text{Post}} \\ E_{\text{FN}} &= \text{SEC}_{\text{Post}} \times L_{\text{Post}} \times H_{\text{Post}} \end{aligned}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/y)} \\ E_{\text{BL}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุง (kWh/y)} \\ E_{\text{FN}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานหลังการปรับปรุง (kWh/y)} \\ \text{SEC}_{\text{Pre}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ \text{SEC}_{\text{Post}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ L_{\text{Post}} &= \text{ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (m}^3\text{/h, Pcs/h)} \\ H_{\text{Post}} &= \text{ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (h/y)} \end{aligned}$$



1.3) กรณีที่กำหนดสภาพการใช้งานปกติเป็นกรณีฐาน

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้คำนวณโดยการกำหนดสภาพการทำงาน และชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ตามสภาพการใช้งานอื่นซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติเป็นกรณีฐาน ดังสมการ

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= E_{\text{BL}} - E_{\text{FN}} \\ E_{\text{BL}} &= \text{SEC}_{\text{Pre}} \times L_{\text{Norm}} \times H_{\text{Norm}} \\ E_{\text{FN}} &= \text{SEC}_{\text{Post}} \times L_{\text{Norm}} \times H_{\text{Norm}} \end{aligned}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} E_{\text{Save}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/y)} \\ E_{\text{BL}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุง (kWh/y)} \\ E_{\text{FN}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานหลังการปรับปรุง (kWh/y)} \\ \text{SEC}_{\text{Pre}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ \text{SEC}_{\text{Post}} &= \text{ดัชนีการใช้พลังงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง (kWh/m}^3\text{, kWh/Pcs)} \\ L_{\text{Norm}} &= \text{ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ซึ่งเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ} \\ &\quad \text{(m}^3\text{/h, Pcs/h)} \\ H_{\text{Norm}} &= \text{ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ซึ่งเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ (h/y)} \end{aligned}$$

2) ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน

ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานจากมาตรการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\% \text{Save} = [(E_{\text{BL}} - E_{\text{FN}}) / E_{\text{BL}}] \times 100\%$$

โดยที่

$$\begin{aligned} \% \text{Save} &= \text{เปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (\%)} \\ E_{\text{BL}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุง (kWh/y)} \\ E_{\text{FN}} &= \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานหลังการปรับปรุง (kWh/y)} \end{aligned}$$



3) ผลการประหยัดพลังงานทางการเงิน

ผลการประหยัดพลังงานทางการเงินหรือจำนวนเงินที่ประหยัดได้ ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลักได้แก่ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ปีฐาน และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$C_{\text{Save}} = E_{\text{Save}} \times C_E$$

โดยที่

$$C_{\text{Save}} = \text{จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (Baht/y)}$$

$$E_{\text{Save}} = \text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (kWh/y)}$$

$$C_E = \text{อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐานจากสัญญา EPC (Baht/kWh)}$$

หมายเหตุ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐานโดยมากจะกำหนดจากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีเฉลี่ย ณ ปีที่ทำสัญญาพลังงาน (Energy Performance Contract, EPC) ถ้าบริษัทจัดการพลังงาน สถานประกอบการและสถาบันการเงินเห็นพ้องต้องกันว่าควรใช้อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าแบบอื่น เช่น อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า ณ เดือนที่เซ็นสัญญา หรืออัตราค่าพลังงานแปรผันตามจริง ให้ระบุลงใน EPC และข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

7. วิธีการหาค่าตัวแปรหรือข้อมูล

การได้มาซึ่งค่าตัวแปรหรือข้อมูล และนำตัวแปรหรือข้อมูลนั้นมาใช้ในการวิเคราะห์ผล ให้ระบุการได้มาซึ่งข้อมูลลงในข้อตกลงการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน สำหรับมาตรการนี้ตัวแปรหรือข้อมูลได้มาจาก 2 วิธีการ ได้แก่

1) ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัด

มาตรการนี้ต้องทำการตรวจวัดการใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยทำการตรวจวัดกำลังไฟฟ้า ร่วมกับการตรวจวัดหรือประเมินภาระงานของมอเตอร์ ข้อมูลตรวจวัดจะถูกบันทึกไว้ทุก 15 นาที ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน (ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการทำงานของอุปกรณ์ และข้อตกลงตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานที่ทำขึ้นระหว่างสถานประกอบการและ ESCO)

2) ข้อมูลจากสถานประกอบการ

ข้อมูลจากสถานประกอบการที่สำคัญสำหรับมาตรการนี้ คือ ข้อมูลชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ และข้อมูลอัตราการผลิต ข้อมูลการใช้งานของมอเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการเก็บบันทึกไว้ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ซึ่งคณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานควรตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปใช้ และในกรณีที่พบข้อมูลผิดปกติให้แจ้งสถานประกอบการเพื่อหาวิธีการในการปรับแก้หรือตรวจวัดข้อมูลใหม่ให้เกิดความถูกต้อง



8. รายละเอียดของตัวแปร

ตัวแปรในการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน มี 2 ชนิด ได้แก่ ตัวแปรหลักและตัวแปรควบคุม

1) ตัวแปรหลัก หมายถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อ การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง ผลการประหยัดพลังงาน ผลการประหยัดทางการเงิน สำหรับตัวแปรหลักของมาตรการนี้ได้แก่

- 1.1) กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ (kW)
- 1.2) ภาระงานของมอเตอร์ (m^3/h , l/s , Pcs/h)
- 1.3) ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ (h/y)

2) ตัวแปรควบคุม หมายถึง ตัวแปรที่มีผลกระทบทางอ้อมต่อการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน และมีความจำเป็นต้องถูกควบคุมให้เกิดสภาวะควบคุมที่มีค่าใกล้เคียงกันในช่วงที่มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการเปรียบเทียบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ตามมาตรการอนุรักษ์พลังงาน บางครั้งตัวแปรควบคุมไม่สามารถบังคับได้ เช่น อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ให้คณะทำงานตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานใช้วิธีเก็บข้อมูลเพิ่มเติมและเลือกข้อมูลที่มีสภาวะควบคุมใกล้เคียงกันมาใช้ โดยทั่วไปอนุโลมให้ตัวแปรควบคุมมีความแตกต่างกันได้ไม่เกิน 10%

3) คำอธิบายตัวแปร

ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
P_{Pre}	kW	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดและคำนวณค่าเฉลี่ย	1. ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและบันทึกค่าตรวจวัดแบบต่อเนื่องตลอดช่วงระยะเวลาการตรวจวัดหรือ 2. ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยระหว่างช่วงระยะเวลาการตรวจวัด	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า



ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
P_{Post}	kW	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัดและคำนวณค่าเฉลี่ย	1. ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและบันทึกค่าตรวจวัดแบบต่อเนื่องตลอดช่วงระยะเวลาการตรวจวัดหรือ 2. ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยระหว่างช่วงระยะเวลาการตรวจวัด	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า
L_{Pre}	$m^3/h, V/s, Pcs/h, etc.$	ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต	1. ใช้เครื่องมือวัดและบันทึกอัตราการไหล 2. จดบันทึกการทำงานจากมิเตอร์วัดปริมาตร 3. ใช้คนจดบันทึกปริมาณการผลิต	ตามความเหมาะสมพิจารณาจากพฤติกรรมการทำงาน
L_{Post}	$m^3/h, V/s, Pcs/h, etc.$	ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต	1. ใช้เครื่องมือวัดและบันทึกอัตราการไหล 2. จดบันทึกการทำงานจากมิเตอร์วัดปริมาตร 3. ใช้คนจดบันทึกปริมาณการผลิต	ตามความเหมาะสมพิจารณาจากพฤติกรรมการทำงาน
L_{Norm}	$m^3/h, V/s, Pcs/h, etc.$	ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ซึ่งเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ	จากการกำหนดค่าโดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลของข้อมูล	กำหนดภาระงานของมอเตอร์เพื่อเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ	กำหนดค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ
H_{Pre}	h/y	ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดชั่วโมงทำงานจริงในรอบสัปดาห์ และข้อมูลจากสถานประกอบการ	พิจารณาชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ร่วมกับบันทึกการทำงานจากสถานประกอบการ	บันทึกผล 1 ครั้งก่อนการปรับปรุง



ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
H_{Post}	h/y	ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัด ชั่วโมงทำงานจริงในรอบสัปดาห์ และ ข้อมูลจากสถานประกอบการ	พิจารณาชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ร่วมกับบันทึกการทำงานจากสถานประกอบการ	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
H_{Norm}	h/y	ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ซึ่งเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ	จากการกำหนดค่า โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล	กำหนดชั่วโมงทำงานของมอเตอร์เพื่อเป็นตัวแทนสภาพการใช้งานปกติ	กำหนดค่าซึ่งเป็นตัวแทนชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ที่สภาพการใช้งานปกติ
E_{Pre}	kWh/y	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	บันทึกผล 1 ครั้งก่อนการปรับปรุง
E_{Post}	kWh/y	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
E_{BL}	kWh/y	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุง	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นก่อนการปรับปรุง	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
E_{FN}	kWh/y	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานหลังการปรับปรุง	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นและระบบไอโซนหลังการปรับปรุง	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
E_{Save}	kWh/y	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี



ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
%Save	%	เปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
C _{Save}	Baht/y	จำนวนเงินที่ประหยัดได้	จากการคำนวณ	คำนวณจากข้อมูลการวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐานจากสัญญา EPC	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี
C _E	Baht/kWh	อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าฐานจากสัญญา EPC	จากการคำนวณ	คำนวณจากใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าของสถานประกอบการ ระยะเวลา 12 เดือน	ทุกเดือนตามรอบบิลของค่าไฟฟ้า

ตัวห้อยท้ายตัวแปร	ความหมาย
Pre	สถานะของตัวแปรก่อนการปรับปรุง
Post	สถานะของตัวแปรหลังการปรับปรุง
Norm	สภาพที่กำหนดเป็นตัวแทนการใช้งาน
BL	กรณีฐานก่อนการปรับปรุง
FN	กรณีฐานหลังการปรับปรุง
SAVE	ผลการประหยัด
E	พลังงานไฟฟ้า

9. บันทึกการปรับปรุง

ครั้งที่	วันที่	รายละเอียด
0	23/09/2557	ฉบับร่าง
1	13/10/2558	แก้ไขรายละเอียดสูตรการคำนวณและกรณีตัวอย่าง

10. กรณีศึกษาและวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน: มาตรการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor)

10.1 รายละเอียดมาตรการ

โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งติดตั้งเครื่องสูบน้ำซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 15 แรงม้า (11 kW) สำหรับสูบน้ำให้กับกระบวนการผลิตโดยมีการทำงานอย่างต่อเนื่องเกือบตลอดเวลา ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานแห่งนี้เห็นว่ามอเตอร์เครื่องสูบน้ำตัวนี้มีอายุใช้งาน 10 ปี จึงได้พิจารณาที่ดำเนินการมาตรการอนุรักษ์พลังงานเพื่อเปลี่ยนมอเตอร์ตัวนี้เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงเพื่อลดค่าไฟฟ้าให้กับโรงงาน

10.2 แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน

การตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงานของมาตรการอนุรักษ์พลังงานนี้เลือกดำเนินการตามรูปแบบ A การตรวจวัดตัวแปรทุกตัวแยกรายมาตรการ (Option B: Retrofit Isolation with All Parameter Measurement) ตามระเบียบวิธีการ IPMVP โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) สภาพการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์

สรุปสภาพการใช้งานตามกำหนดขอบเขตของมาตรการอนุรักษ์พลังงานดังตาราง

สภาพก่อนการปรับปรุง	สภาพหลังการปรับปรุง
<ul style="list-style-type: none">มอเตอร์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ อายุใช้งาน 10 ปี ขนาด 11 kW จำนวน 1 ชุดชั่วโมงทำงาน 24 ชั่วโมงไม่น้อยกว่า 330 วันต่อปีเปิดวาล์วจ่ายน้ำเต็ม 100% ตลอดเวลา	<ul style="list-style-type: none">มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ขนาด 11 kW จำนวน 1 ชุด ติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเดิมชั่วโมงทำงาน 24 ชั่วโมงไม่น้อยกว่า 330 วันต่อปีไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้งาน

2) วิธีการตรวจวัด

การตรวจวัดการใช้พลังงานใช้การติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์ และบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมอเตอร์ทุก 15 นาที ผลการตรวจวัดจะนำมาใช้ในการคำนวณดัชนีการใช้พลังงาน และใช้ประกอบกับข้อมูลชั่วโมงทำงาน เพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง และผลการประหยัดพลังงาน



2.1) การตรวจวัดก่อนการปรับปรุง

ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
P_{Pre}	kW	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดและคำนวณค่าเฉลี่ย	ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยระหว่างช่วงระยะเวลาการตรวจวัด	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า
L_{Pre}	m^3/h	ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและบันทึกอัตราการไหลและปริมาตรการไหล	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า
H_{Pre}	h/y	ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ก่อนการปรับปรุง	จากการตรวจวัดชั่วโมงทำงานจริงในรอบสัปดาห์ และข้อมูลจากสถานประกอบการ	พิจารณาชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ร่วมกับบันทึกการทำงานจากสถานประกอบการ	บันทึกผล 1 ครั้งก่อนการปรับปรุง

2.2) การตรวจวัดหลังการปรับปรุง

ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล	วิธีการตรวจวัด	ความถี่ในการบันทึกค่า
P_{Post}	kW	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัดและคำนวณค่าเฉลี่ย	ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยระหว่างช่วงระยะเวลาการตรวจวัด	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า
L_{Post}	m^3/h	ภาระงานเฉลี่ยของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและบันทึกอัตราการไหลและปริมาตรการไหล	บันทึกค่าทุก 15 นาทีและหาค่าเฉลี่ย 1 ค่า
H_{Post}	h/y	ชั่วโมงทำงานของมอเตอร์หลังการปรับปรุง	จากการตรวจวัดชั่วโมงทำงานจริงในรอบสัปดาห์ และข้อมูลจากสถานประกอบการ	พิจารณาชั่วโมงทำงานของมอเตอร์ร่วมกับบันทึกการทำงานจากสถานประกอบการ	บันทึกค่ารายเดือนและสรุปผลรายปี



3) ตัวแปรควบคุม

ตัวแปรควบคุม	สภาพการควบคุม
การเปิดวาล์วขาออกจากเครื่องสูบน้ำ	เปิดวาล์วเต็มที่ 100% ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง
สภาพการทำงาน of เครื่องสูบน้ำ	เครื่องสูบน้ำทำงานที่ Differential Head 33 m และ อัตราการไหลที่ 60 m ³ /h ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง
การบำรุงรักษามอเตอร์	ดำเนินการบำรุงรักษามอเตอร์ตามแผนการบำรุงรักษาตามปกติเพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด ทั้งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

10.3 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน

1) การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

ผลการตรวจวัดการใช้พลังงานและภาระงานของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำก่อนการปรับปรุงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ (168 ชั่วโมง)

มอเตอร์	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนปรับปรุง (kWh) E_{Pre}	ระยะเวลาที่ตรวจวัดการใช้งาน (hr) H_{Pre}	ปริมาณน้ำที่สูบก่อนปรับปรุง (m ³) $(L_{Pre} \times H_{Pre})$	ดัชนีการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง (kWh/m ³) SEC_{Pre}
มอเตอร์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำขนาด 11 kW	1,447	168.0	5,292	0.2734

สูตรคำนวณที่ใช้

$$SEC_{Pre} = \frac{P_{Pre}}{L_{Pre}} = \frac{E_{Pre}}{L_{Pre} \times H_{Pre}}$$

2) การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

หลังการเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้มีการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า และมีมิเตอร์วัดปริมาณการไหลของน้ำขาออกจากเครื่องสูบน้ำอย่างถาวร โดยมีการจดบันทึกค่าเป็นรายเดือนตลอดปีดังตาราง



เดือน	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้หลัง ปรับปรุง (kWh) E_{Post}	ปริมาณน้ำที่สูบหลัง ปรับปรุง (m^3) $(L_{Post} \times H_{Post})$	ดัชนีการใช้พลังงานหลัง ปรับปรุง (kWh/m^3) SEC_{Post}
มกราคม	5,742	23,436	0.2450
กุมภาพันธ์	5,447	21,773	0.2502
มีนาคม	6,102	25,110	0.2430
เมษายน	4,146	16,200	0.2559
พฤษภาคม	5,647	23,101	0.2444
มิถุนายน	6,299	25,920	0.2430
กรกฎาคม	6,242	25,780	0.2421
สิงหาคม	6,078	24,775	0.2453
กันยายน	6,551	26,244	0.2496
ตุลาคม	6,308	26,114	0.2416
พฤศจิกายน	5,947	24,300	0.2447
ธันวาคม	6,632	27,454	0.2416
รวม	71,142	290,207	0.2451

สูตรคำนวณที่ใช้

$$SEC_{Post} = \frac{P_{Post}}{L_{Post}} = \frac{E_{Post}}{L_{Post} \times H_{Post}}$$

3) การคำนวณผลการประหยัดพลังงาน

3.1) การกำหนดกรณีฐานสำหรับการคำนวณผลประหยัด

การดำเนินการตามมาตรการในกรณีตัวอย่างนี้ใช้สภาพหลังการปรับปรุงเป็นกรณีฐาน โดยคิดผลการประหยัดพลังงานตามปริมาณน้ำที่สูบจริง

3.2) ผลการประหยัดพลังงาน

จากบันทึกผลการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงสามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กรณีฐานก่อนและหลังการปรับปรุง และพลังงานที่ประหยัดได้ดังนี้



เดือน	ปริมาณน้ำที่ สูบหลัง ปรับปรุง (m ³) (L _{Post} × H _{Post})	ดัชนีการใช้ พลังงานก่อน ปรับปรุง (kWh/m ³) SEC _{Pre}	ดัชนีการใช้ พลังงานหลัง ปรับปรุง (kWh/m ³) SEC _{Post}	พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้กรณีฐาน ก่อนปรับปรุง (kWh) E _{BL}	พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้กรณีฐาน หลังปรับปรุง (kWh) E _{FN}	พลังงานไฟฟ้า ที่ประหยัดได้ (kWh) E _{SAVE}	เปอร์เซ็นต์ การ ประหยัด พลังงาน %Save
มกราคม	23,436	0.2734	0.2450	6,407	5,742	665	10.4%
กุมภาพันธ์	21,773	0.2734	0.2502	5,953	5,447	505	8.5%
มีนาคม	25,110	0.2734	0.2430	6,865	6,102	763	11.1%
เมษายน	16,200	0.2734	0.2559	4,429	4,146	283	6.4%
พฤษภาคม	23,101	0.2734	0.2444	6,316	5,647	669	10.6%
มิถุนายน	25,920	0.2734	0.2430	7,086	6,299	788	11.1%
กรกฎาคม	25,780	0.2734	0.2421	7,048	6,242	806	11.4%
สิงหาคม	24,775	0.2734	0.2453	6,773	6,078	696	10.3%
กันยายน	26,244	0.2734	0.2496	7,175	6,551	624	8.7%
ตุลาคม	26,114	0.2734	0.2416	7,139	6,308	831	11.6%
พฤศจิกายน	24,300	0.2734	0.2447	6,643	5,947	696	10.5%
ธันวาคม	27,454	0.2734	0.2416	7,506	6,632	874	11.6%
รวม	290,207	0.2734	0.2451	79,340	71,142	8,198	10.3%

สูตรคำนวณที่ใช้

$$E_{Save} = E_{BL} - E_{FN}$$

$$E_{BL} = SEC_{Pre} \times L_{Post} \times H_{Post}$$

$$E_{FN} = SEC_{Post} \times L_{Post} \times H_{Post}$$

$$\%Save = [(E_{BL} - E_{FN}) / E_{BL}] \times 100\%$$

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้คำนวณโดยใช้ผลต่างของพลังงานที่ใช้กรณีฐานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงตลอดปี เท่ากับ

$$E_{Save} = E_{BL} - E_{FN}$$

$$= 79,340 - 71,142$$

$$= 8,198 \quad \text{kWh/y}$$

ค่าเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงานเฉลี่ยตลอดปีจากมาตรการสามารถคำนวณได้เท่ากับ

$$\%Save = [(E_{BL} - E_{FN}) / E_{BL}] \times 100\%$$

$$= [(79,340 - 71,142) / 71,142] \times 100\%$$

$$= 10.33\%$$



ผลการประหยัดพลังงานทางการเงินหรือจำนวนเงินที่ประหยัดได้ คำนวณโดยใช้ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ย
จากข้อมูลของสถานประกอบการที่ 4 Baht/kWh เท่ากับ

$$\begin{aligned}C_{\text{Save}} &= E_{\text{Save}} \times C_E \\ &= 8,198 \times 4 \\ &= 32,792 \quad \text{Baht/y}\end{aligned}$$