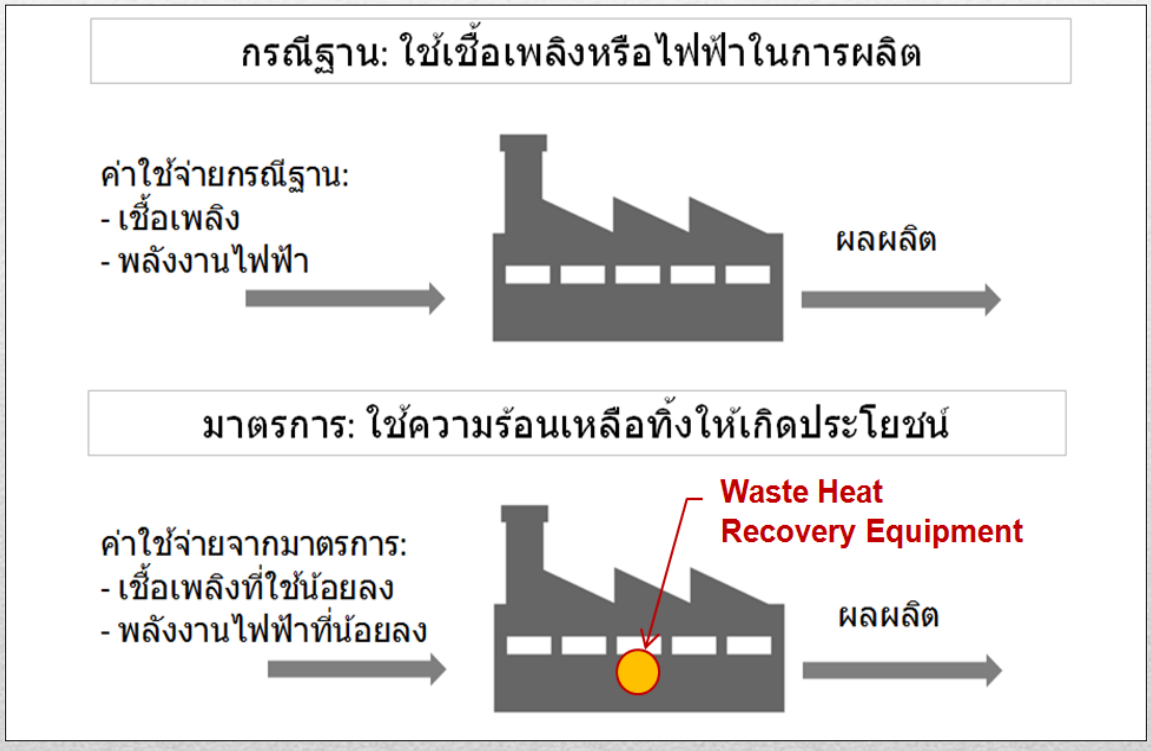
แนวทางการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัดพลังงาน มาตรการระบบผลิตความร้อนจากความร้อนทิ้ง (Waste Heat Recovery)



1. คุณลักษณะเฉพาะของวิธีการ

-ผลิตลมร้อนสำหรับใช้งานในกระบวนการผลิต จากความร้อนที่เหลือทิ้ง ตัวอย่างเช่น ลมร้อน ก๊าซร้อน น้ำร้อน คอนเดนเซต ไอน้ำเหลือทิ้ง น้ำมันร้อน ไอเสีย ฯลฯ

- ทดแทนหรือเสริมกำลังการผลิตลมร้อนจากเชื้อเพลิง (ตามคู่มือ)

- ขอบเขต ครอบคลุมการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง และ ไฟฟ้าในการผลิตความร้อน

2. รูปแบบของการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด

IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol)

รูปแบบ A การตรวจวัดเพียงบางส่วนแยกตามมาตรการที่ปรับปรุง (Partially Measured Retrofit Isolation)

รูปแบบ B การตรวจวัดตามมาตรการที่ปรับปรุง (Retrofit Isolation)

รูปแบบ C พิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของสถานประกอบการ (Whole facility)

รูปแบบ D การจำลองผล (Calibrated Simulation)

ตามคู่มือเลือกรูปแบบ B

3. การจัดทำรายงาน

ESCO กำหนดขั้นต่ำ 2 ฉบับ

3.1 ข้อตกลงวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผล

ประกอบด้วย วิธีการ ตัวแปรหลัก ตัวแปรควบคุม ความถี่ในการบันทึก ระยะเวลาในการตรวจวัด เครื่องมือ อุปกรณ์ และ Log Sheet

3.2 รายงานการตรวจวัดและพิสูจน์ผล

3.2.1 การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนมีโครงการ (Waste Heat Utilization)

3.2.2 การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังมีโครงการ (Waste Heat Utilization)

3.2.3 การวิเคราะห์ผลประหยัดพลังงาน

ควรมีการลงนามยอมรับในรายงานทั้ง 2 ฉบับ โดยสถานประกอบการ และ ESCO

4. การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

Baseline **Fuel Consumption** or Specific Energy Consumption ดังนี้

$$SFC_{BL} = FC_{BL}/PD_{BL}$$

SFC_{BL} = อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าที่ผลิตได้ในกรณีฐาน (Unit/$Ton_{Product}$)

FC_{BL} = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในกรณีฐาน (Unit/y)

PD_{BL} = ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ในกรณีฐาน ($Ton_{Product}$ /y)

EC_{BL} = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จากการดำเนินโครงการ (kWh/y)

5. การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

After Project Fuel Consumption or After Project Specific Energy Consumption ดังนี้

$$SFC_{PJ} = FC_{PJ}/PD_{PJ}$$

SFC_{PJ} = อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าที่ผลิตได้หลังโครงการ (Unit/$Ton_{Product}$)

FC_{PJ} = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้จากการดำเนินโครงการ (Unit/y)

PD_{PJ} = ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้จากมาตรการ ($Ton_{Product}$ /y)

EC_{PJ} = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จากการดำเนินโครงการ (kWh/y)

ผลการประหยัดพลังงาน

จากมาตรการนี้ ให้คำนวณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการผลิตลดลง ดังนี้

$$\text{Energy Saving} = (PD_{PJ} \times SFC_{BL} \times NCV_{BL}) - (FC_{PJ} \times NCV_{PJ})$$

PD_{PJ} = ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ในช่วงที่วัดผลจากมาตรการ ($Ton_{product}$/y)

SFC_{BL} = อัตราการใช้เชื้อเพลิงในกรณีฐาน (Unit/$Ton_{product}$)

NCV_{BL} = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงที่ใช้ในกรณีฐาน (MJ/Unit)

FC_{PJ} = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในมาตรการ (Unit/y)

NCV_{PJ} = ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงที่ใช้ในมาตรการ (MJ/Unit)

6. การวิเคราะห์ผลประหยัด

1) ต้นทุนพลังงานในกรณีฐาน

$$Cost_{BL} = P_{F,IGA} (PD_{PJ} \times SFC_{BL})$$

$Cost_{BL}$ = ต้นทุนพลังงานในกรณีฐาน (Baht/y)

$P_{F,IGA}$ = ราคาเชื้อเพลิงเดิมตามข้อตกลงใน IGA (Baht/Unit)

PD_{PJ} = ปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ในช่วงที่วัดผลการดำเนินโครงการ ($Ton_{Product}$ /y)

SFC_{BL} = อัตราการใช้เชื้อเพลิงในกรณีฐาน (Unit/$Ton_{Product}$)

2) ต้นทุนพลังงานจากการดำเนินโครงการ

$$Cost_{PJ} = (P_{F,PJ} \times FC_{PJ}) + (P_{E,PJ} \times EC_{PJ})$$

$Cost_{PJ}$ = ต้นทุนพลังงานจากการดำเนินโครงการ (Baht/y)

$P_{F,PJ}$ = ราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในการดำเนินโครงการ (Baht/Unit)

FC_{PJ} = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากการดำเนินโครงการ (Unit/y)

$P_{E,PJ}$ = ราคาไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ (Baht/kWh)

EC_{PJ} = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ (kWh/y)

ผลประหยัดของโครงการ

$$\boxed{Saving_{Net} = Cost_{BL} - Cost_{PJ}}$$

$Saving_{Net}$ = ผลประหยัดสุทธิ (Baht)

$Cost_{BL}$ = ต้นทุนพลังงานในกรณีฐาน (Baht/y)

$Cost_{PJ}$ = ต้นทุนพลังงานจากการดำเนินโครงการ (Baht/y)

หมายเหตุ

ในการคำนวณต้นทุนพลังงานในกรณีฐาน ให้ใช้ราคาต่อหน่วยของเชื้อเพลิงและไฟฟ้าตามที่ระบุไว้ในรายงาน IGA ซึ่งอาจจะเป็นค่าคงที่ หรือเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงตามสูตรที่ ESCO และผู้ประกอบการเห็นชอบร่วมกัน และการคำนวณต้นทุนพลังงานจากการดำเนินโครงการ ให้ใช้ราคาต่อหน่วย ตามที่ได้ระบุไว้ในรายงาน IGA ซึ่งอาจจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ หรือใช้ราคาจริง โดยที่ราคาผันผวนที่ยอมรับได้ไม่เกิน +/- 10%

หมายเหตุ

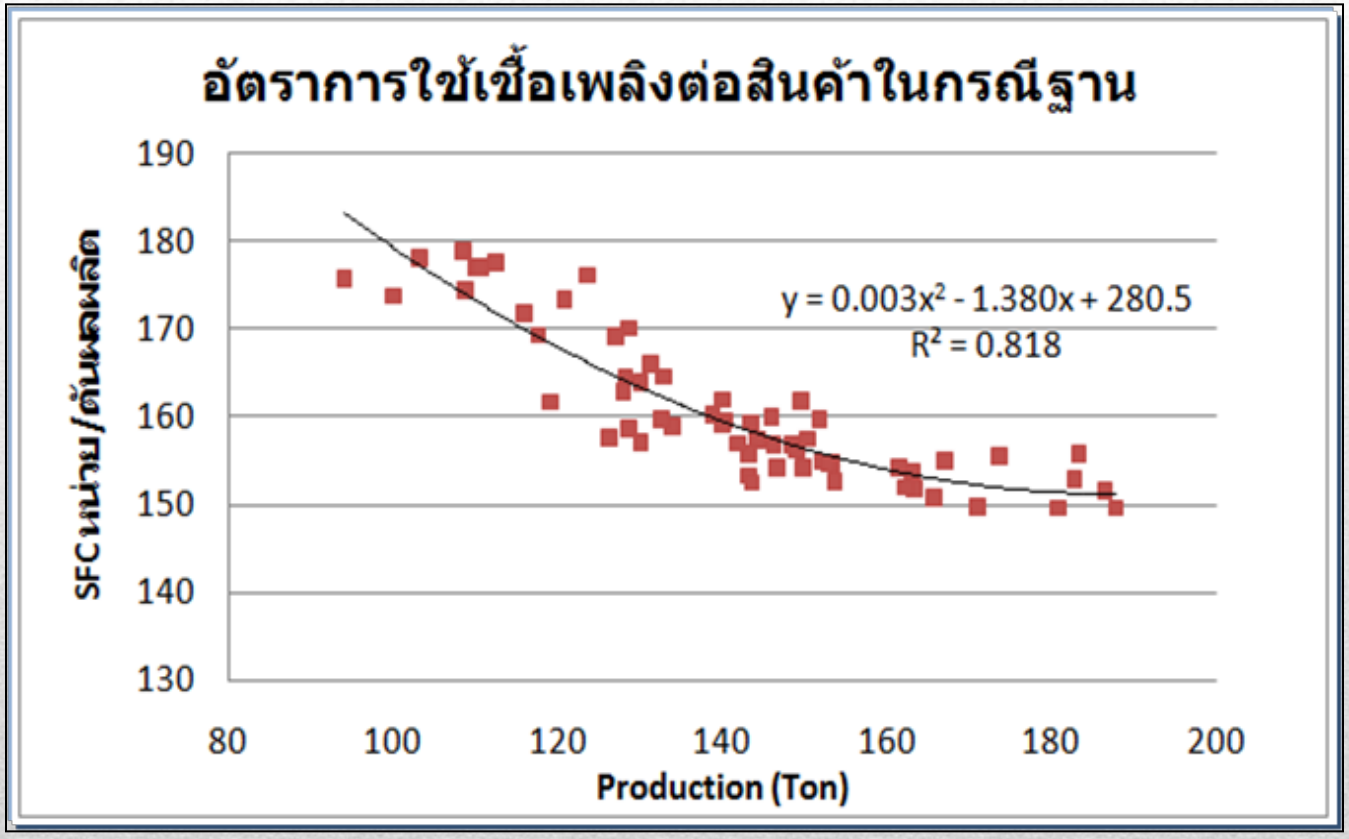
อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าในกรณีฐาน ซึ่งตรวจวัดจากกำลังการผลิตในปีฐาน สามารถกำหนดเป็นค่าคงที่ ในกรณีที่อัตราการผลิตในปีที่ใช้มาตรการไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในกรณีที่อัตราการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงมาก จะทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้ามีความแตกต่างกันมากตามไปด้วย ดังนั้นการกำหนดอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าในกรณีเช่นนี้ สามารถใช้เป็นสมการ ตามที่ ESCO และผู้ประกอบการเห็นชอบร่วมกัน

หมายเหตุ

อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าในกรณีฐานและการสร้างสมการ ได้จากการพล็อตกราฟโดยใช้ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิง (SFC) ในแกน Y และปริมาณของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิตได้ในแกน X แล้วสร้าง Trendline และ สมการ ซึ่งค่าการระบุค่า R Square ที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าสูงกว่า 0.80

โดยที่สมการที่ได้อาจจะเป็นสมการเชิงเส้น(Linear) หรือสมการเลขยกกำลัง (Polynomial) หรือสมการอื่นๆ ตามลักษณะของข้อมูล ทั้งนี้ค่า R Square ที่ได้ในบางกรณีอาจจะต่ำกว่า 0.80 ให้เป็นไปตามที่ ESCO ตกลงกับผู้ประกอบการ

รูปแสดงตัวอย่างการสร้างสมการจากข้อมูลของสถานประกอบการ



7. วิธีการหาค่าตัวแปรหรือข้อมูล

7.1 ตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัด

7.2 ข้อมูลจากสถานประกอบการ

7.3 ข้อมูลจากผู้ผลิต

7.4 ข้อมูลจากสถาบันการตรวจวัดหรือแหล่งข้อมูลอื่น

7.5 ค่าสมมติฐานหรือค่าคงที่

7.6 ค่าแก้ไข หรือค่าปรับแก้

สำหรับงานความร้อนในประเทศไทย ยังไม่มีการจัดทำค่าปรับแก้มาตรฐาน

8. รายละเอียดของตัวแปร

ตัวแปรในการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลประหยัด มี 2 ชนิด

- ตัวแปรหลัก หมายถึง ตัวแปรที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการใช้พลังงาน
- ตัวแปรควบคุม หมายถึงตัวแปรที่มีผลกระทบทางอ้อมต่อการตรวจวัดและพิสูจน์ผล

- **คำอธิบายตัวแปร**

ตารางอธิบายตัวแปรจากคู่มือฯ

3) คำอธิบายตัวแปร

ตัวแปร	SFC_{BL}
ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ	Specific Fuel Consumption - Baseline
หน่วย	$Unit/Ton_{Product}$
ความหมาย	อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อสินค้าที่ผลิตได้ในกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	จากการวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงาน
วิธีการตรวจวัด	จากการคำนวณ
ความถี่ในการบันทึกค่า	-

Questions & Recommendations

THANK YOU