

## T-VER-METH-EE-16

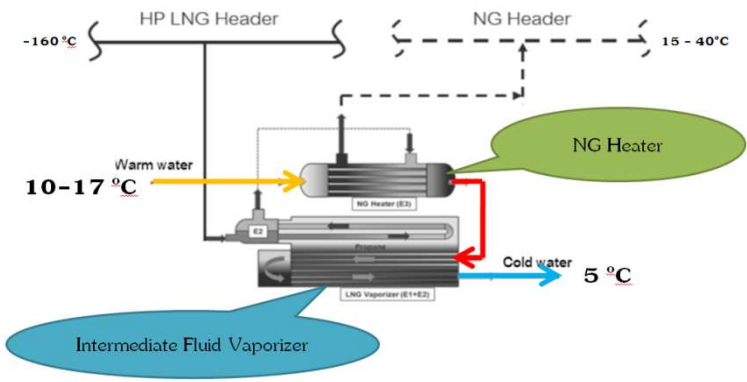
ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

สำหรับ

การนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะ  
ของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซเพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็น

(Waste Cooling Energy Recovery of Process LNG Suspension Unit

for Replacement Chiller)

1. ชื่อระเบียบวิธีการ (Methodology)	การนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซเพื่อทดแทนการผลิตพลังงานความร้อนเพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็น  (Waste Cooling Energy Recovery of Process LNG Suspension Unit for Replacement Chiller)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	โครงการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency)
3. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ประสงค์ในการใช้พลังงานความร้อนเหลือทิ้ง (Waste Cooling Energy) เพื่อทดแทนการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น
4. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซที่เดิมมีการปล่อยทิ้งมาผ่านระบบการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover) ซึ่งเป็นการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็น
5. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1) กรณีที่นำอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ที่ยังมาใช้งานในขอบเขตการดำเนินโครงการจะไม่ถูกนำมาพิจารณาในระเบียบวิธีการนี้ 2) มีการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ 3) มีการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover) สำหรับทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นที่เป็นการทำงานแทนเครื่องทำน้ำเย็นเดิม หรือการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นใหม่  
6. หมายเหตุ	-

รายละเอียดระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ  
สำหรับการนำความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็น

### 1. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของ แอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซที่เดิมมีการปล่อยทิ้งมาผ่านระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover) เพื่อผลิตพลังงานความเย็นทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นซึ่งการนำความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะต้องดำเนินโครงการโดยไม่มีผลกระทบเชิงลบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกระบวนการ

ขอบเขตโครงการ คือพื้นที่ของการทำน้ำเย็นจากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็น

### 2. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

กรณีที่โครงการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นโดยให้ใช้ปริมาณการทำความเย็นจากการดำเนินโครงการ ซึ่งนำไปใช้ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องทำน้ำเย็นเดิมที่ผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นข้อมูลกรณีฐาน

### 3. กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	การใช้พลังงานไฟฟ้า	CO <sub>2</sub>	การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นเดิม
การดำเนินโครงการ	การใช้พลังงานไฟฟ้า	CO <sub>2</sub>	การใช้พลังงานไฟฟ้าของการทำน้ำเย็นจากระบบนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover)
นอกขอบเขตโครงการ	ไม่เกี่ยวข้อง	-	-

#### 4. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งคำนวณจากค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นก่อนดำเนินโครงการหรือค่าสมรรถนะตามที่กำหนดในกฎกระทรวงเทียบกับข้อมูลภาระการทำความเย็นและชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$BE_y = BE_{EC,y}$$

โดยที่

$$BE_y = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{e/year)}$$

$$BE_{EC,y} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกล ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{e/year)}$$

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ

**รูปแบบที่ 1** การนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซที่เดิมมีการปล่อยทิ้งมาผ่านระบบการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover) เพื่อผลิตพลังงานความร้อนทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นเดิม แบ่งออกเป็น 2 กรณี

**\*หมายเหตุ** ในการติดตามผลสามารถเลือกใช้การคำนวณตามกรณีที่ 1 หรือกรณีที่ 2 ได้ตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริงในการดำเนินโครงการ

กรณีที่ 1 กรณีภาระการทำความเย็นของการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเครื่องทำน้ำเย็นเดิม

$$BE_{EC,y} = (SEC_{BL,j} \times Q_{PJ,j,y} \times h_{PJ,j,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Elec}$$

โดยที่

$$BE_{EC,y} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกล ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{e/year)}$$

$$SEC_{BL,j} = \text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม } j \text{ (kW/TR)}$$

$$Q_{PJ,j,y} = \text{ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม } j \text{ ในปี } y \text{ (TR)}$$

$$h_{PJ,j,y} = \text{ชั่วโมงการทำงานของระบบการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม } j \text{ ในปี } y \text{ (hr)}$$

$$EF_{Elec} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO}_2\text{e/MWh)}$$

ค่าภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม  $j$  ในปี  $y$  ( $Q_{PJ,j,y}$ ) คำนวณได้จาก

$$Q_{PJ,j,y} = \frac{1}{3.517} \times m_{PJ,j,y} \times C_p \times (T_{PJ,in,j,y} - T_{PJ,out,j,y})$$

โดยที่

- $m_{PJ,j,y}$  = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำเย็นในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม  $j$  ในปี  $y$  (kg/s)  
 $C_p$  = ค่าความจุความร้อนของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.187 (kJ/kg-°C)  
 $T_{PJ,in,j,y}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาเข้าในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม  $j$  (°C)  
 $T_{PJ,out,j,y}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาออกในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม  $j$  (°C)

- หมายเหตุ** - 3.517 kJ/s เท่ากับ 1 TR  
 - TR หมายถึงตันความเย็น (Ton of Refrigeration)

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐานในกลุ่ม  $j$  ( $SEC_{BL,j}$ ) คำนวณได้จาก

$$SEC_{BL,j} = \frac{((ChP_{BL,j} \times Q_{BL,j}) + P_{CHP,BL,j} + P_{CDP,BL,j})}{Q_{BL,j}}$$

โดยที่

- $ChP_{BL,j}$  = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  (kW/TR)  
 $Q_{BL,j}$  = ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  (TR)  
 $P_{CHP,BL,j}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำเย็น ในกลุ่ม  $j$  ที่เป็นกรณีฐาน (kW)  
 $P_{CDP,BL,j}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำระบายความร้อนที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  สำหรับระบบทำน้ำเย็นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเท่านั้น (kW)

กรณีที่ 2 กรณีที่ภาระการทำความเย็นของการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่มากกว่ากรณีฐาน

$$BE_{EC,y} = [(SEC_{BL,j} \times Q_{BL,j} \times h_{PJ,j,y} \times 10^{-3}) + (SEC_{BL,SD,j} \times (Q_{PJ,j,y} - Q_{BL,j}) \times h_{PJ,j,y} \times 10^{-3})] \times EF_{Elec}$$

โดยที่

- $BE_{EC,y}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกล ในปี  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)  
 $SEC_{BL,j}$  = ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  (kW/TR)  
 $Q_{BL,j}$  = ภาระการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  (TR)  
 $h_{PJ,j,y}$  = ชั่วโมงการทำงานของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม  $j$  ในปี  $y$  (hr)  
 $SEC_{BL,SD,j}$  = ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม  $j$  ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง (kW/TR)  
 $Q_{PJ,j,y}$  = ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม  $j$  ในปี  $y$  (TR)  
 $EF_{Elec}$  = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO<sub>2</sub>e/MWh)

ค่าภาระการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐานในกลุ่ม j ( $Q_{BL,j}$ ) คำนวณได้จาก 2 ทางเลือก

ทางเลือกที่ 1 คำนวณโดยใช้อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็น

$$Q_{BL,j} = \frac{1}{3.517} \times m_{BL,j} \times C_p \times (T_{BL,in,j} - T_{BL,out,j})$$

โดยที่

- $m_{BL,j}$  = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำเย็นในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณี ในกลุ่ม j (kg/s)
- $C_p$  = ค่าความจุความร้อนของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.187 (kJ/kg-°C)
- $T_{BL,in,j}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาเข้าในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณี ในกลุ่ม j (°C)
- $T_{BL,out,j}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาออกในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณี ในกลุ่ม j (°C)

ทางเลือกที่ 2 คำนวณโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารคุณลักษณะของเครื่อง (Specification)

$$Q_{BL,j} = \frac{P_{BL,j,y}}{ChP_{BL,Spec,j}} \times CF_{Ch, BL,j}$$

โดยที่

- $P_{BL,j}$  = กำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม j (kW)
- $ChP_{BL,Spec,j}$  = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม j ตามที่กำหนดในเอกสารคุณลักษณะของเครื่อง (Specification) (kW/TR)
- $CF_{ChP, BL,j}$  = ค่าแก้ไขภาระพลังงานไฟฟ้าต่อต้นความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม j

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐานในกลุ่ม j ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ( $SEC_{BL,SD,j}$ ) คำนวณได้จาก

$$SEC_{BL,SD,j} = \frac{((ChP_{BL,SD,j} \times Q_{BL,j}) + P_{ChP, BL,j} + P_{CDP, BL,j})}{Q_{BL,j}}$$

โดยที่

- $ChP_{BL,SD,j}$  = ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นตามที่กำหนดในกฎกระทรวงในกรณีฐาน ในกลุ่ม j (kW/TR)
- $Q_{BL,j}$  = ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม j (TR)
- $P_{ChP, BL,j}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำเย็น ในกลุ่ม j ที่เป็นกรณีฐาน (kW)
- $P_{CDP, BL,j}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำระบายความร้อนที่เป็นกรณีฐาน ในกลุ่ม j สำหรับระบบทำน้ำเย็นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเท่านั้น (kW)

รูปแบบที่ 2 การนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซที่เดิมมีการปล่อยทิ้งมาผ่านระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Waste Cooling Energy Recover) เพื่อผลิตพลังงานความเย็นทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่

$$BE_{EC, y} = (SEC_{BL,SD,j} \times Q_{PJ,j,y} \times h_{PJ,j,y}) \times 10^{-3} \times EF_{Elec}$$

โดยที่

$BE_{EC,y}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกล ในปี y ( $tCO_2e/year$ )
$SEC_{BL,SD,j}$	= ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐานตามที่กำหนดในกฎกระทรวงในกลุ่ม j ( $kW/TR$ )
$Q_{PJ,j,y}$	= ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม j ในปี y ( $TR$ )
$h_{PJ,j,y}$	= ชั่วโมงการทำงานของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จากการดำเนินโครงการ ในกลุ่ม j ในปี y ( $hr$ )
$EF_{Elec}$	= ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ( $tCO_2e/MWh$ )

### 5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

กำหนดให้โครงการนำความเย็นเหลือทิ้งจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในการผลิตพลังงานความเย็นเพื่อทดแทนการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น และไม่มี การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงอื่นๆ แต่จะมีเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่นที่ผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ (เช่น บัมน้ำเย็น ฯ) ซึ่งไม่ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากกระบวนการเปลี่ยนสถานะของแอลเอ็นจี (LNG) จากของเหลวไปเป็นก๊าซเปลี่ยนแปลง ดังสมการ

$$PE_y = PE_{EC,y}$$

โดยที่

$$PE_y = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO}_2\text{/year)}$$

$$PE_{EC,y} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO}_2\text{/year)}$$

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าคำนวณได้จาก

$$PE_{EC,y} = (SEC_{PJ,j,y} \times Q_{PJ,j,y} \times h_{PJ,j,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Elec}$$

โดยที่

$$PE_{EC,y} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการในกลุ่ม j ในปี y (tCO}_2\text{e/year)}$$

$$Q_{PJ,j,y} = \text{ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (TR)}$$

$$SEC_{PJ,j,y} = \text{ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (kW/TR)}$$

$$h_{PJ,j,y} = \text{ชั่วโมงการทำงานของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (hr)}$$

$$EF_{Elec} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO}_2\text{e/MWh)}$$

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y ( $SEC_{PJ,j,y}$ ) คำนวณได้จาก

$$SEC_{PJ,j,y} = \frac{(P_{CHP,PJ,j,y} + P_{CDP,PJ,j,y})}{Q_{PJ,j,y}}$$

โดยที่

$P_{CHP,PJ,j,y}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำเย็นในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (kW)

$P_{CDP,PJ,j,y}$  = กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำระบายความร้อนในระบบทำน้ำเย็นแบบระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (kW)

$Q_{PJ,j,y}$  = ภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม j ในปี y (TR)

ค่าภาระการทำความเย็นที่ผลิตได้จากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ( $Q_{PJ,j,y}$ ) คำนวณได้จาก

$$Q_{PJ,j,y} = \frac{1}{3.517} \times m_{PJ,j,y} \times C_p \times (T_{PJ,in,j,y} - T_{PJ,out,j,y})$$

โดยที่

$m_{PJ,j,y}$  = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำเย็นในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม j ในปี y (kg/s)

$C_p$  = ค่าความจุความร้อนของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.187 (kJ/kg-°C)

$T_{PJ,in,j,y}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาเข้าในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม j ในปี y (°C)

$T_{PJ,out,j,y}$  = อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาออกจากในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในกลุ่ม j ในปี y (°C)

## 6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

- ไม่มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง



## 7. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

$ER_y$  = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$BE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$PE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$LE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

## 8. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผลรวมถึงวิธีการตรวจวัด และการประเมิน ตามข้อกำหนดของ อบก.

### 8.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$P_{BL,j}$
หน่วย	kW
ความหมาย	กำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐาน ในกลุ่ม $j$
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$CF_{ChP,BL,j}$
หน่วย	-
ความหมาย	ค่าแก้ไขภาระพลังงานไฟฟ้าต่อต้นความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น
แหล่งข้อมูล	ดูในภาคผนวก

พารามิเตอร์	$m_{BL,j}$
หน่วย	kg/s
ความหมาย	อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำเย็นในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีในกลุ่ม $j$
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรม ทางเลือกที่ 2 บันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$T_{BL,in,j}$
หน่วย	°C
ความหมาย	อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาเข้าในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีในกลุ่ม $j$
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรม ทางเลือกที่ 2 บันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$T_{BL,out,j}$
หน่วย	$^{\circ}C$
ความหมาย	อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็นขาออกในระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีในกลุ่ม j
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรม ทางเลือกที่ 2 บันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$ChP_{BL,j}$
หน่วย	kW/TR
ความหมาย	ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็น ในกลุ่ม j ในกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$P_{CHP,BL,j}$
หน่วย	kW
ความหมาย	กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำเย็นที่เป็นกรณีฐานในกลุ่ม j
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$P_{CDP,BL,j}$
หน่วย	kW
ความหมาย	กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำระบายความร้อนที่เป็นกรณีฐานในกลุ่ม j สำหรับระบบทำน้ำเย็นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเท่านั้น
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$C_p$
หน่วย	$kJ/kg-^{\circ}C$
ความหมาย	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำค่าเท่ากับ $4.187 kJ/kg-^{\circ}C$
แหล่งข้อมูล	กฎกระทรวง เรื่องกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552 โดยอ้างอิงจากตารางคุณสมบัติของน้ำทางเทอร์โมไดนามิกส์

พารามิเตอร์	$ChP_{BL,Spec,j}$
หน่วย	kW/TR
ความหมาย	ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นในกรณีฐานในกลุ่ม j ตามที่กำหนดในเอกสารคุณลักษณะของเครื่อง (Specification)
แหล่งข้อมูล	เอกสารคุณลักษณะของเครื่องทำน้ำเย็น (Specification)

พารามิเตอร์	$ChP_{BL,SD,j}$
หน่วย	kW/TR
ความหมาย	ความสิ้นเปลืองพลังงานเฉพาะของระบบทำน้ำเย็นแบบเชิงกลที่เป็นกรณีฐานในกลุ่ม j ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง
แหล่งข้อมูล	กฎกระทรวงเรื่องข้อกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552 หมายเหตุ: กรณีเลือกการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานตามรูปแบบที่ 1 กรณีที่ 1 และพบว่าการดำเนินโครงการมีภาระการทำความเย็นสูงกว่ากรณีฐาน ให้เพิ่มพารามิเตอร์ $ChP_{BL,SD,j}$ ในรายงานการติดตามประเมินผลเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการคำนวณ

พารามิเตอร์	$EF_{Elec}$
หน่วย	tCO <sub>2</sub> e/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตามที่ อบก. กำหนด
แหล่งข้อมูล	<p>ทางเลือกที่ 1 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ใช้ค่าจากรายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.</p> <p>ทางเลือกที่ 2 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเอง ใช้ค่าจากการคำนวณตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด</p> <p>ทางเลือกที่ 3 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ใช้ค่าจากการคำนวณตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด หรือใช้ค่าจากเอกสารตีพิมพ์ทางวิชาการที่เชื่อถือได้และต้องได้รับความเห็นชอบจาก อบก. หรือใช้ค่า <math>EF_{Elec}</math> จากโครงการที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ T-VER (ค่า <math>EF_{Elec}</math> ที่เลือกใช้ ต้องมาจากการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีและเชื้อเพลิงที่สอดคล้องกับโครงการ) โดยต้องเลือกใช้ใน 2 กรณีดังนี้</p> <p>กรณีที่ 1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานเลือกใช้ค่า <math>EF_{Elec}</math> ที่มีค่าต่ำสุดเท่านั้น</p> <p>กรณีที่ 2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ เลือกใช้ค่า <math>EF_{Elec}</math> ที่มีค่าสูงสุดเท่านั้น</p>

## 8.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$m_{PJ,i,y}$
หน่วย	kg/s
ความหมาย	อัตราการไหลเชิงมวลของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลจากการตรวจวัดอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำเย็นของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่
วิธีการตรวจวัด	<p>ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดแบบสุ่มโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ทั้งนี้การตรวจวัดต้องเป็นแบบต่อเนื่องที่ครอบคลุมสภาวะการทำงานในช่วงที่มีภาระการทำความเย็นแบบปกติ (Normal load) และช่วงที่มีภาระการทำความเย็นสูง (Peak load) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง</p> <p>ทางเลือกที่ 2 ใช้ข้อมูลจากระบบบันทึกที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ในระบบ ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวต้องครอบคลุมในช่วงเวลาที่ติดตามผล</p>

พารามิเตอร์	$T_{PJ,in,j,y}$
หน่วย	องศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ )
ความหมาย	อุณหภูมิน้ำเย็นขาเข้าของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	ผลการตรวจวัดอุณหภูมิขาเข้าระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการ
วิธีการตรวจวัด	<p>ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดแบบสุ่มโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ทั้งนี้การตรวจวัดต้องเป็นแบบต่อเนื่องที่ครอบคลุมสภาวะการทำงานในช่วงที่มีภาระการทำความเย็นแบบปกติ (Normal load) และช่วงที่มีภาระการทำความเย็นสูง (Peak load) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง</p> <p>ทางเลือกที่ 2 ใช้ข้อมูลจากระบบบันทึกที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ในระบบ ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวต้องครอบคลุมในช่วงเวลาที่ติดตามผล</p>

พารามิเตอร์	$T_{PJ,out,j,y}$
หน่วย	องศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ )
ความหมาย	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออกของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	ผลการตรวจวัดอุณหภูมิขาออกจากระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการ
วิธีการตรวจวัด	<p>ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดแบบสุ่มโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิศวกรรม ทั้งนี้การตรวจวัดต้องเป็นแบบต่อเนื่องที่ครอบคลุมสภาวะการทำงานในช่วงที่มีภาระการทำความเย็นแบบปกติ (Normal load) และช่วงที่มีภาระการทำความเย็นสูง (Peak load) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง</p> <p>ทางเลือกที่ 2 ใช้ข้อมูลจากระบบบันทึกที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัดที่ติดตั้งอยู่ในระบบ ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวต้องครอบคลุมในช่วงเวลาที่ติดตามผล</p>

พารามิเตอร์	$h_{PJ,j,y}$
หน่วย	hour/year
ความหมาย	จำนวนชั่วโมงการใช้งานของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากการดำเนินโครงการในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	1. ผลการตรวจวัดชั่วโมงการใช้งานของระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ 2. การประเมินจำนวนชั่วโมงการใช้งาน ตามที่ อบก. กำหนด
วิธีการตรวจวัด	1. ตรวจวัดโดยมิเตอร์นับเวลา (Hour Meter) และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน 2. ประเมินโดยใช้ชั่วโมงการทำงาน

พารามิเตอร์	$P_{CHP,PJ,j,y}$
หน่วย	kW
ความหมาย	กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำเย็นในระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

พารามิเตอร์	$P_{CDP,PJ,j,y}$
หน่วย	kW
ความหมาย	กำลังไฟฟ้าของปั๊มสูบน้ำระบายความร้อนในระบบทำน้ำเย็นแบบระบบการนำพลังงานความเย็นเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในกลุ่ม $j$ ในปี $y$
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าที่ระบุจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมหรือบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดที่ติดตั้งในระบบ

### เอกสารอ้างอิง

CDM Methodology

AM0060: Power saving through replacement by energy efficient chillers - Version 1.1

### บันทึกการแก้ไข T-VER-METH-EE-16

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
			-

**ภาคผนวก**

ตารางแสดงค่าแก้ไขพลังงานไฟฟ้าต่อต้นความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (ระบายความร้อนด้วยน้ำ)

อุณหภูมิน้ำระบาย ความร้อนเข้าเครื่องทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข
		พลังงานไฟฟ้า ต่อต้นความเย็น
25	5	0.86
	6	0.84
	7	0.83
	7.2	0.83
	8	0.82
	9	0.81
	10	0.80
30	5	1.31
	6	0.96
	7	0.95
	7.2	0.94
	8	0.93
	9	0.92
	10	0.90
32.2	5	1.22
	6	1.02
	7	1.00
	7.2	1.00
	8	0.98
	9	0.97
	10	0.95
35	5	1.13
	6	1.09
	7	1.07
	7.2	1.07
	8	1.06
	9	1.04
	10	1.02
40	5	1.11
	6	1.23
	7	1.19
	7.2	1.19
	8	1.20

อุณหภูมิไรระบาย ความร้อนขาเข้าเครื่องทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข
		พลังงานไฟฟ้า ต่อตันความเย็น
40	9	1.18
	10	1.15
45	5	1.41
	6	1.39
	7	1.37
	7.2	1.36
	8	1.35
	9	1.32
	10	1.30

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ตารางแสดงค่าแก้ไขพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (ระบายความร้อนด้วยอากาศ)

อุณหภูมิอากาศ ขาเข้าเครื่องทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข
		พลังงานไฟฟ้า ต่อตันความเย็น
25	5	0.85
	6	0.84
	7	0.83
	7.2	0.83
	8	0.82
	9	0.81
	10	0.80
30	5	0.94
	6	0.92
	7	0.91
	7.2	0.91
	8	0.90
	9	0.89
	10	0.88
35	5	1.03
	6	1.01
	7	1.00
	7.2	1.00
	8	0.99
	9	0.98
	10	0.97

อุณหภูมิอากาศ ขาเข้าเครื่องทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข
		พลังงานไฟฟ้า ต่อตันความเย็น
40	5	1.12
	6	1.11
	7	1.10
	7.2	1.10
	8	1.08
	9	1.07
	10	1.06
45	5	1.23
	6	1.22
	7	1.20
	7.2	1.19
	8	1.14
	9	1.13
	10	1.16

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวงเรื่องข้อกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับ ระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำ ความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด ของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับ ระบบปรับอากาศ (ตันความเย็น)	ค่าประสิทธิภาพพลังงาน (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบาย ความร้อน	แบบของเครื่อง อัด		
ระบายความร้อน ด้วยอากาศ	ทุกแบบ	ทุกขนาด	0.95
ระบายความร้อน ด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	0.75
	แบบโรตารี	ทุกขนาด	0.60
	แบบสกรูหรือ แบบสครอลล์		
	แบบแรงเหวี่ยง		
		น้อยกว่า 300 ตั้งแต่ 300 ขึ้นไป	0.54 0.50

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน