T-VER-METH-EE-10

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

สำหรับ

การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของมอเตอร์

(Energy Efficiency Improvement in Motor Systems)

1. ชื่อระเบียบวิธีการ (Methodology)	**การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของมอเตอร์ (Energy Efficiency Improvement in Motor Systems)**
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	โครงการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency)
3. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor Systems)
4. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	เป็นโครงการที่มีกิจกรรม การปรับเปลี่ยนไปใช้ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง หรือการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า หรือมีการ ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า
5. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1) มีการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงระบบมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor Systems) ให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบลดลง 2) สภาวะการทำงานหรือการใช้งานมอเตอร์ในกรณีฐาน (ก่อนการดำเนินโครงการ) และหลังดำเนินโครงการ ต้องเป็นสภาวะเดียวกัน 3) ไม่เป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเป็นปกติ (Regular Maintenance)
6. หมายเหตุ	-

รายละเอียดระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับ การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของมอเตอร์

1. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการปรับเปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor) หรือการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น ปั๊ม พัดลม คอมเพรสเซอร์ ฯลฯ หรือมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ (Variable Speed Drives: VSD) อุปกรณ์ปรับความถี่ของมอเตอร์ (Variable Frequency Drives: VFD)

ขอบเขตของโครงการเป็นพื้นที่ที่อยู่ภายใต้กิจกรรมการปรับปรุงประสิทธิภาพของ ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า โดยกิจกรรมต่างๆ ที่ มีการใช้พลังงานไฟ ฟ้าของระบบ ที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของโครงการจะถูกนำมาพิจารณาทั้งหมด

2. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของกรณีฐาน พิจารณา เฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบมอเตอร์เดิมก่อนการดำเนินโครงการ เป็นข้อมูลกรณีฐาน

3. กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	การใช้พลังงาน ไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้า ของ ระบบมอเตอร์เดิม ซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
การดำเนินโครงการ	การใช้พลังงาน ไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้า ของ ระบบมอเตอร์ของโครงการ ซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
นอกขอบเขตโครงการ	ไม่เกี่ยวข้อง	-	-

4. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยคำนวณจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบมอเตอร์เดิมก่อนที่จะมีการดำเนินโครงการ (Electricity Consumption of Baseline: $EC_{BL,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

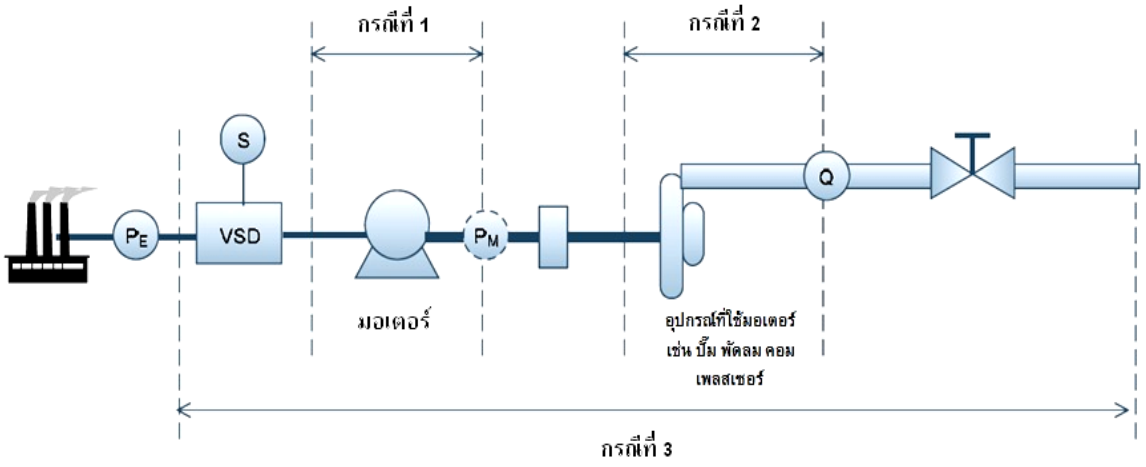
$$BE_y = BE_{EL,y}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO_2/year)

$BE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO_2/year)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของ กรณีฐานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ก่อนการดำเนินโครงการ แบ่งออกได้เป็น 3 กรณี ดังรูป



ดัดแปลงจาก CDM Methodology: AMS-II.S version 01.0

กรณีที่ 1 การปรับเปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor)

$$BE_{EL,y} = EC_{BL,y} \times 10^{-3} \times EF_{Elec}$$ **สมการที่ (1)**

โดยที่

$BE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน (tCO_2/year)

$EC_{BL,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ในปี y (kWh/year)

EF_{Elec} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO_2/MWh)

กรณีที่ 2 การปรับปรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เช่น ปั๊ม พัดลม คอมเพลสเซอร์ ฯลฯ

$$BE_{EL,y} = EC_{i,BL,y} \times 10^{-3} \times EF_{Elec}$$ **สมการที่ (2)**

โดยที่

$BE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน (tCO_2/year)

$EC_{i,BL,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ iของกรณีฐานในปี y

EF_{Elec} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO_2/MWh)

เมื่อ

$$EC_{i,BL,y} = \sum_{i} n_i \times EC_{BL,i,y}$$ **สมการที่ (3)**

โดยที่

n_i = จำนวนชนิดของอุปกรณ์ i

$EC_{BL,i,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐานของอุปกรณ์ i ในปี y (kWh/year)

i = ชนิดของระบบมอเตอร์

โดย $EC_{BL,i,y}$ สามารถคำนวณได้จาก

ทางเลือกที่ 1 คำนวณจากข้อมูลก่อนดำเนินโครงการ

$$EC_{BL,i,y} = P_{BL,i} \times H_{PJ,i,y}$$

โดยที่

$P_{BL,i}$ = ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบมอเตอร์ i เดิม (kW)

$H_{PJ,i,y}$ = จำนวนชั่วโมงใช้งานรวมของมอเตอร์ i จากการดำเนินโครงการ ในปี y (h)

ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากการทดสอบสมรรถนะของระบบ (Performance Measurement) ดังสมการ

$$EC_{BL,i,y} = \sum_{j=1}^{8760} P_{PJ,i,j,y} \times \frac{\eta_{PJ,system,i,j}}{\eta_{BL,system,i,j}}$$ **สมการที่ (4)**

โดยที่

$P_{PJ,i,j,y}$ = ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการตรวจวัด (kW) ของระบบมอเตอร์ i ของโครงการ ในชั่วโมง j ในปี y

$\eta_{PJ,system,i}$ = ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบมอเตอร์ไฟฟ้าของโครงการ

$\eta_{BL,system,i}$ = ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบมอเตอร์ไฟฟ้าของกรณีฐาน

ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ (η_{system}) สามารถคำนวณได้จากสมการพื้นฐาน

$$\eta_{system} = \frac{Power\ Output}{Power\ Input} = (Q \times \Delta H)/P_{Elec}$$ **สมการที่ (5)**

โดยที่

Q = อัตราการไหลที่ออกจากระบบ (m^3/s)

ΔH = ผลต่างของความดันรวมที่เข้าและออกจากอุปกรณ์ของมอเตอร์ (Pa)

P_{Elec} = ค่ากำลังไฟฟ้าที่เข้าสู่อุปกรณ์ของมอเตอร์ (kW)

กรณีที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น VSD หรือ VFD

$$BE_{EL,y} = EC_{BL,y} \times 10^{-3} \times EF_{Elec}$$ **สมการที่ (6)**

โดยที่

$BE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ($tCO_2/year$)

$EC_{BL,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ในปี y (kWh/year)

EF_{Elec} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO_2/MWh)

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ($EC_{BL,y}$) สามารถทำได้ 3 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การตรวจวัดสมรรถนะ (Performance Measurement) ของระบบ

$$EC_{BL,y} = \sum_{i}^{m} \sum_{j}^{8760} P_{BL,i,j,y}$$ **สมการที่ (7)**

โดยที่

$P_{BL,i,j,y}$ = ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW)ของระบบมอเตอร์ i ของกรณีฐาน ในชั่วโมง j ในปี y

m = จำนวนระบบมอเตอร์

ทางเลือกที่ 2 คำนวณได้จากค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) โดยพิจารณาภายใต้เงื่อนไขเดียวกับกรณีการดำเนินโครงการ

$$EC_{BL,y} = \sum SEC_{BL} \times Q_{PJ,i,y}$$ **สมการที่ (8)**

โดยที่

$SEC_{BL,y}$ = ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลผลิตของกรณีฐาน (kWh/unit of output)

$Q_{PJ,i,y}$ = ปริมาณผลผลิตรวมของการดำเนินโครงการ ในปี y ในหน่วยของน้ำหนักหรือปริมาตร (unit of output)

$$SEC_{BL} = \frac{\sum EC_{BL,i,y}}{Q_{BL,i}}$$ สมการที่ (9)

โดยที่

$EC_{BL,i,y}$ = ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบมอเตอร์กลุ่ม iของกรณีฐาน ในปี y (kWh/year)

$Q_{BL,i,}$ = ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตต่อปีระบบมอเตอร์กลุ่ม iของกรณีฐาน ในหน่วยของน้ำหนักหรือปริมาตร (unit of output/year)

ทางเลือกที่ 3 การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง สำหรับกรณีที่มีเฉพาะการติดตั้ง VSD หรือ VFD กับระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเดิมเท่านั้น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ($EC_{BL,y}$) สามารถตรวจวัดได้โดยตรงด้วยการปิด VSD หรือ VFD

5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก การดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินโครงการ พิจารณาเฉพาะการปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการ ใช้พลังงานไฟฟ้า ของระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีการปรับเปลี่ยน ปรับปรุง หรือการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน โดยการตรวจวัดหรือคำนวณจากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมจากการดำเนินโครงการ (Electricity Consumption of Project: $EC_{PJ,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

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

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ (tCO_2/year)

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ (tCO_2/year)

5.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบมอเตอร์ไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = EC_{PJ,y} \times 10^{-3} \times EF_{Elec}$$ สมการที่ (10)

โดยที่

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ (tCO_2/year)

$EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (kWh/year)

EF_{Elec} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO_2/MWh)

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_2e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO_2e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO_2e/year)

8. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผลรวมถึงวิธีการตรวจวัด และการประเมิน ตามข้อกำหนดของ อบก.

8.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$EC_{BL,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกรณีฐาน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด

พารามิเตอร์	EF_{Elec}
หน่วย	tCO_2/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามที่ อบก. กำหนด
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ใช้ค่าจากรายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก. ทางเลือกที่ 2 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเอง ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด ทางเลือกที่ 3 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด

พารามิเตอร์	$P_{BL,i}$
หน่วย	kW
ความหมาย	ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบมอเตอร์ i เดิม
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ใช้ค่าพิกัดจากผู้ผลิต ทางเลือกที่ 2 ตรวจวัดโดย Power Meter หรือ Energy Meter หลังการติดตั้งมอเตอร์ใหม่ ในขณะที่มอเตอร์ทำงาน ทางเลือกที่ 3 ค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าและภาระการทำงาน (Load) ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของระบบ (Performance Test)

พารามิเตอร์	$P_{BL,i,j,y}$
หน่วย	kW
ความหมาย	ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kW) ของระบบมอเตอร์ i ของกรณีฐาน ในชั่วโมง j ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดที่มีความละเอียดของข้อมูลเป็นรายเดือน หมายเหตุ กรณีที่ระบบมีภาระการทำงาน (Load) ไม่สม่ำเสมอ ค่ากำลังไฟฟ้าพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าและภาระการทำงาน (Load) ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของระบบ (Performance Test)

พารามิเตอร์	$Q_{BL,y}$
หน่วย	unit of output/year
ความหมาย	ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตต่อปีระบบมอเตอร์กลุ่ม i ของกรณีฐาน ในหน่วยของน้ำหนักหรือปริมาตร
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัดที่มีความละเอียดของข้อมูลเป็นรายเดือน

8.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$Q_{PJ,i,y}$
หน่วย	kg or m^3 per year
ความหมาย	ปริมาณผลผลิตรวมของการดำเนินโครงการ ในปี y ในหน่วยของน้ำหนักหรือปริมาตร
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ใช้วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมและตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$H_{PJ,i,y}$
หน่วย	h (ชั่วโมง)
ความหมาย	จำนวนชั่วโมงใช้งานของมอเตอร์ i จากการดำเนินโครงการ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน ทางเลือกที่ 2 กรณีที่ระบบมีภาระการทำงาน (Load) สม่ำเสมอ สามารถคำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตอุปกรณ์หรือการตรวจวัด และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ ทางเลือกที่ 3 กรณีที่ระบบมีภาระการทำงาน (Load) ไม่คงที่ สามารถคำนวณค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าและภาระการทำงาน (Load) ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของระบบ (Performance Test) และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

CDM Methodology

AMS-II.S Version 01.0 Small – scale Methodology: Energy efficiency in motor systems

บันทึกการแก้ไข T-VER-METH-EE-10

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01		06 มีนาคม 2560	
02	1	04 กันยายน 2560	- เพิ่มทางเลือกให้สามารถคำนวณค่า $EC_{BL,i,y}$ จากค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบ - เพิ่มพารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล $P_{BL,i}$ และพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล $H_{PJ,i,y}$