T-VER-TOOL-ENERGY-01

การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า

(Calculation for Emission Factor of Electricity Generation and Electricity Consumption)

ฉบับที่ 02

1. บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า (Emission Factor of Electricity Generation and Electricity Consumption: EF_{Elec}) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่นอกจากจะใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Electricity Generation: EG) แล้ว ยังใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (Electricity Consumption: EC) ของโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ทั้งในกรณีฐาน (Baseline Emission) กรณีที่มีการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจก (Project Emission) และ/หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission) ซึ่งการผลิตพลังงานไฟฟ้าปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจำพวก ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ

2. คำนิยามที่เกี่ยวข้อง

- **ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)**

คือ อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยของกิจกรรม หรือสิ่งที่เป็นผลลัพธ์ (Output) หรือสิ่งที่ป้อนเข้า (Input) ของระบบหรือขอบเขตที่พิจารณา เช่น โรงไฟฟ้าฟอสซิลแห่งหนึ่งมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ เท่ากับ 0.765 kg/kWh เป็นต้น

- **โรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง (Captive Power Plant)**

คือ โรงไฟฟ้าที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เอง หรือใช้ภายในกลุ่มเฉพาะ เช่น ภายในเขตนิคมอุตสาหกรรมที่มีโรงไฟฟ้า เป็นต้น

3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้

เครื่องมือการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือ EF_{Elec} นี้ ใช้สำหรับการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบสายส่ง ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าของโครงการ หรือระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าของผู้ผลิตอื่น ๆ ที่สามารถระบุแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวได้อย่างชัดเจน รวมทั้งการระบุประเภทและปริมาณของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ เครื่องมือการคำนวณนี้ยังใช้สำหรับการคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอีกด้วย

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ สามารถนำไปใช้คำนวณค่าปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction: ER) จากการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน อาทิ

เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม เป็นต้น และใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

4. การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า

การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบสายส่ง ใช้ค่าจากรายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ฉบับล่าสุด โดย อบก.

กรณีที่ 2 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของโครงการ ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด

กรณีที่ 3 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของผู้ผลิตอื่น ๆ ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด

วิธีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 อ้างอิงวิธีการคำนวณของ CDM คือ CDM Methodological tool: baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation, Version 02.0 ซึ่งจำแนกตามระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

4.1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$EF_{Elec,y} = \frac{\sum_n \sum_i (FC_{n,i,y} \times NCV_{i,y} \times EF_{CO2,i} \times 10^{-9})}{\sum_n EG_{n,y}} \quad \text{-- (สมการที่ 1)}$$

โดยที่

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/MWh)

$FC_{n,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานพลังงานไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

$EG_{n,y}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (MWh/year)

4.2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System)

ระบบผลิตพลังงานร่วม หมายถึง ระบบที่มีการผลิตทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน โดยใช้เชื้อเพลิงเดียวกัน การคำนวณค่า EF_{Elec} จึงต้องมีการปันส่วนระหว่างการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า และสำหรับการผลิตพลังงานความร้อน ดังสมการ

$$EF_{Elec,y} = \frac{\sum_n (\sum_i (FC_{n,i,y} \times NCV_{i,y}) - \frac{HG_{n,y}}{\eta_{boiler}}) \times EF_{CO2,i} \times 10^{-9}}{\sum_n EG_{n,y}} \quad \text{-- (สมการที่ 2)}$$

โดยที่

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)

$FC_{n,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$HG_{n,y}$ = ปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตได้สุทธิของโรงไฟฟ้า n ในปี y (MJ/year)

η_{boiler} = ประสิทธิภาพของหม้อน้ำ (Boiler)

$EF_{CO2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

$EG_{n,y}$ = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (MWh/year)

5. การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

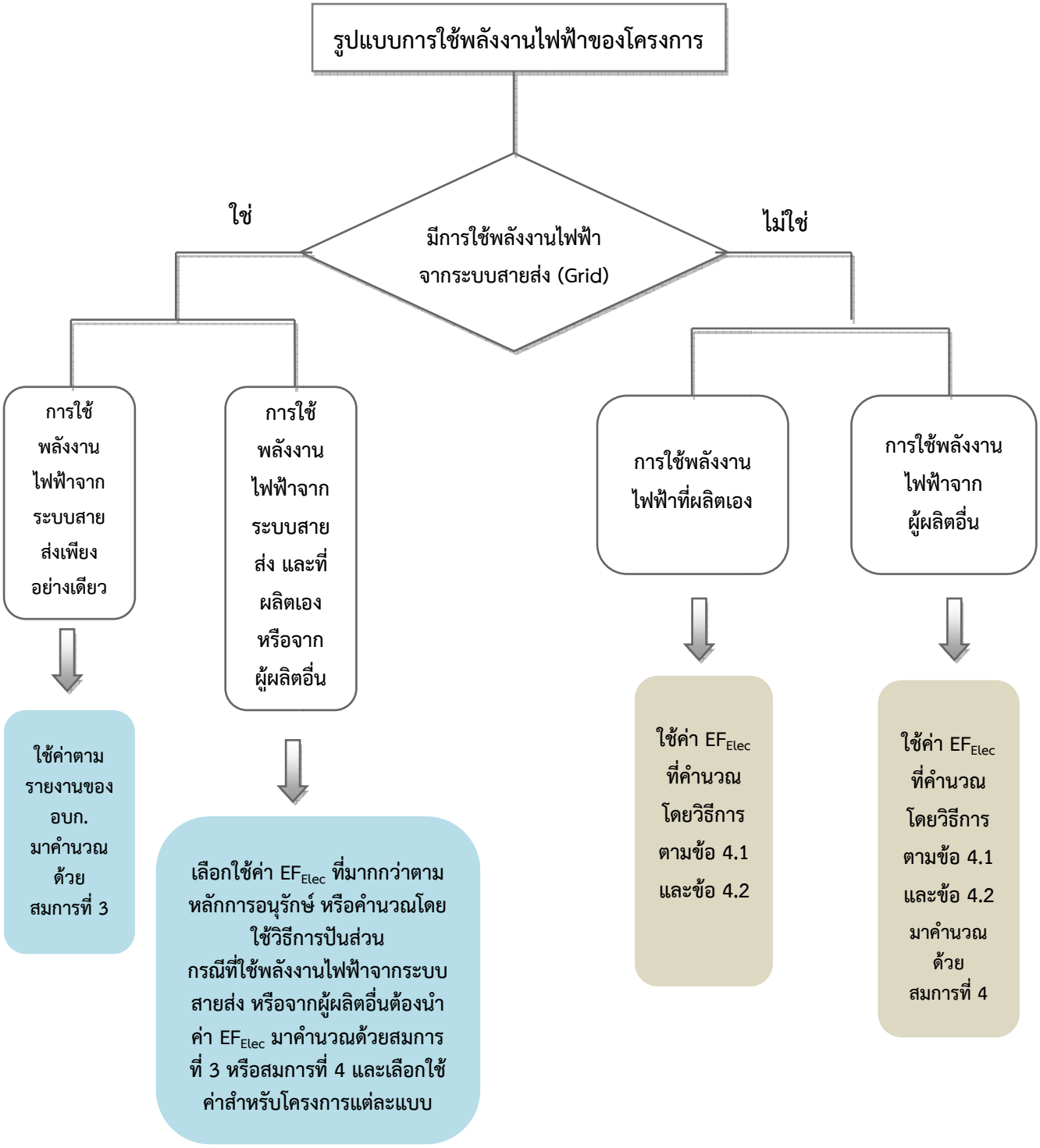
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

กรณีที่ 2 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเอง

กรณีที่ 3 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับกรณีที่ 2 มีค่าเท่ากับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยไม่พิจารณาค่าความสูญเสียในระบบสายส่ง (Technical Transmission and Distribution Losses: TDL) และคำนวณตามข้อ 4.1 หรือข้อ 4.2 สำหรับกรณีที่ 1 และกรณีที่ 3 ต้องพิจารณาค่าความสูญเสียในระบบสายส่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากระยะทางที่ห่างไกลระหว่างผู้ผลิตพลังงานไฟฟ้าและผู้ใช้ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเลือกใช้วิธีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

กรณีที่ 1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

$$EF_{Elec,con} = EF_{Grid,CM} \times (1 + TDL_{Grid}) \quad \text{-- (สมการที่ 3)}$$

โดยที่

$EF_{Elec,con}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสายส่ง (tCO_2/MWh)

$EF_{Grid,CM}$ = ค่า Combined Margin Emission Factor (tCO_2/MWh)

TDL_{Grid} = สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่งของประเทศ

กรณีที่ 3 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ

$$EF_{Elec,captive} = EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_{Captive}) \quad \text{-- (สมการที่ 4)}$$

โดยที่

$EF_{Elec,captive}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ (tCO_2/MWh)

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO_2/MWh)

$TDL_{Captive}$ = สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่ง

5. พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$NCV_{i,y}$
หน่วย	MJ/Unit
ความหมาย	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท i ในปี y
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ระบุในใบแจ้งหนี้ (Invoice) จากผู้ผลิตเชื้อเพลิง (Fuel Supplier) ทางเลือกที่ 2 จากการตรวจวัด ทางเลือกที่ 3 รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

พารามิเตอร์	$EF_{CO2,i}$
หน่วย	$kgCO_2/TJ$
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i
แหล่งข้อมูล	ตารางที่ 1.4 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories

พารามิเตอร์	η_{boiler}
หน่วย	-
ความหมาย	ประสิทธิภาพของหม้อน้ำ (Boiler)
แหล่งข้อมูล	อ้างอิงจากค่าประสิทธิภาพของหม้อน้ำที่ผลิตพลังงานความร้อนเพียงอย่างเดียว และไม่เป็นระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System) ทางเลือกที่ 1 ค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่วัดได้ขณะทดสอบสมรรถนะของระบบ ภายใต้เงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Conditions) ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่า Default Value เท่ากับ 100% กรณีของการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) หรือนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission) และใช้ค่า Default Value เท่ากับ 60% กรณีของการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรณีฐาน

พารามิเตอร์	$EF_{Grid,CM}$
หน่วย	tCO_2/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตามที่ อบก. กำหนด
แหล่งข้อมูล	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ฉบับล่าสุด โดย อบก.

พารามิเตอร์	TDL_{Grid}
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่งของประเทศ
แหล่งข้อมูล	รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ฉบับล่าสุด โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

พารามิเตอร์	$FC_{n,i,y}$
หน่วย	unit/year (unit: Volume or Weight)
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า n ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

พารามิเตอร์	$EG_{n,y}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ ของโรงไฟฟ้า n ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด

พารามิเตอร์	$HG_{n,y}$
หน่วย	MJ/year
ความหมาย	ปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตได้สุทธิของโรงไฟฟ้า n ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด

พารามิเตอร์	$TDL_{Captive}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่ง
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 รายงานการตรวจวัด กรณีที่มีข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ออกจากผู้ผลิต และปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่า Default Value เท่ากับ 0.03 (3%)

เอกสารอ้างอิง

1. CDM Methodological tool: Tool to calculate the emission factor for an electricity system, Version 04.0
2. CDM Methodological tool: baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation, Version 02.0

บันทึกการแก้ไข T-VER-TOOL-ENERGY-01

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
02	1	4 กันยายน 2560	- เปลี่ยนคำว่า “ทางเลือก” เป็นคำว่า “กรณี” - พารามิเตอร์ η_{boiler} ตัดข้อความ ของระบบผลิตพลังงานความร้อนเดิม และเพิ่มข้อความที่แหล่งข้อมูล - ปรับแก้ไขพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล ให้เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล
01	-	28 กันยายน 2559	-