**T-VER-TOOL-ENERGY-01**

**การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต**

**และการใช้พลังงานไฟฟ้า**

**(Calculation for Emission Factor of Electricity Generation**

**and Electricity Consumption)**

**ฉบับที่ 02**

**1. บทนำ**

เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า (Emission Factor of Electricity Generation and Electricity Consumption: EFElec) 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 EFElec นี้ ใช้สำหรับการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบสายส่ง ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าของโครงการ หรือระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าของผู้ผลิตอื่น ๆ ที่สามารถระบุแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวได้อย่างชัดเจน รวมทั้งการระบุประเภทและปริมาณของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ เครื่องมือการคำนวณนี้ยังใช้สำหรับการคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอีกด้วย

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ สามารถนำไปใช้คำนวณค่าปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction: ER) จากการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน อาทิเช่น 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** **การผลิตพลังงานไฟฟ้าของผู้ผลิตอื่นๆ** 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

โดยที่

-- (สมการที่ 1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| EFElec,y | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในปี y (tCO2/MWh) |
| FCn,i,y | = | ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานพลังงานไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (unit/year) |
| NCVi,y | = | ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit) |
| EFCO2,i | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kgCO2/TJ) |
| EGn,y | = | ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ ของโรงไฟฟ้า n ในปี y (MWh/year) |

**4.2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System)**

ระบบผลิตพลังงานร่วม หมายถึง ระบบที่มีการผลิตทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน โดยใช้เชื้อเพลิงเดียวกัน การคำนวณค่า EFElec จึงต้องมีการปันส่วนระหว่างการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้า และสำหรับการผลิตพลังงานความร้อน ดังสมการ

โดยที่

-- (สมการที่ 2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| EFElec,y | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO2/MWh) |
| FCn,i,y | = | ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า nในปี y (unit/year) |
| NCVi,y | = | ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit) |
| HGn,y | = | ปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตได้สุทธิของโรงไฟฟ้า n ในปี y (MJ/year) |
| ηboiler | = | ประสิทธิภาพของหม้อน้ำ (Boiler) |
| EFCO2,i | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kgCO2/TJ) |
| EGn,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

**ใช่**

**ไม่ใช่**

**รูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าของโครงการ**

**มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง (Grid)**

**การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งเพียงอย่างเดียว**

**การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง และที่ผลิตเองหรือจากผู้ผลิตอื่น**

**ใช้ค่าตามรายงานของ อบก.**

**มาคำนวณด้วย**

**สมการที่ 3**

**เลือกใช้ค่า EFElec ที่มากกว่าตามหลักการอนุรักษ์ หรือคำนวณโดยใช้วิธีการปันส่วน**

**กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง หรือจากผู้ผลิตอื่นต้องนำค่า EFElec มาคำนวณด้วยสมการ**

**ที่ 3 หรือสมการที่ 4 และเลือกใช้ค่าสำหรับโครงการแต่ละแบบ**

**การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเอง**

**การใช้พลังงานไฟฟ้าจาก**

**ผู้ผลิตอื่น**

**ใช้ค่า EFElec ที่คำนวณโดยวิธีการตามข้อ 4.1 และข้อ 4.2**

**ใช้ค่า EFElec ที่คำนวณโดยวิธีการตามข้อ 4.1 และข้อ 4.2**

**มาคำนวณด้วย**

**สมการที่ 4**

**รูปที่ 1** การเลือกใช้วิธีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

**กรณีที่ 1** ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

EFElec,con = EFGrid,CM × (1 + TDLGrid) -- (สมการที่ 3)

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| EFElec,con | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสายส่ง (tCO2/MWh) |
| EFGrid,CM | = | ค่า Combined Margin Emission Factor (tCO2/MWh) |
| TDLGrid | = | สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่งของประเทศ |

**กรณีที่ 3** ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ

EFElec,captive = EFElec,y × (1 + TDLCaptive) -- (สมการที่ 4)

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| EFElec,captive | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ (tCO2/MWh) |
| EFElec,y | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO2/MWh) |
| TDLCaptive | = | สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่ง |

**5. พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล**

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | NCVi,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 | EFCO2,i |
| หน่วย | kgCO2/TJ |
| ความหมาย | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i |
| แหล่งข้อมูล | ตารางที่ 1.4 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | ηboiler |
| 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 | EFGrid,CM |
| หน่วย | tCO2/MWh |
| ความหมาย | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตามที่ อบก. กำหนด |
| แหล่งข้อมูล | รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก. |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | TDLGrid |
| หน่วย | - |
| ความหมาย | สัดส่วนค่าความสูญเสียในระบบสายส่งของประเทศ |
| แหล่งข้อมูล | รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ฉบับล่าสุด  โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | FCn,i,y |
| หน่วย | unit/year (unit: Volume or Weight) |
| ความหมาย | ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า  ของโรงไฟฟ้า n ในปี y |
| แหล่งข้อมูล | รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | EGn, y |
| หน่วย | MWh |
| ความหมาย | ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สุทธิ ของโรงไฟฟ้า n ในปี y |
| แหล่งข้อมูล | รายงานการตรวจวัด |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | HGn,y |
| หน่วย | MJ/year |
| ความหมาย | ปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตได้สุทธิของโรงไฟฟ้า n ในปี y |
| แหล่งข้อมูล | รายงานการตรวจวัด |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | TDLCaptive |
| 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 ηboiler ตัดข้อความ ของระบบผลิตพลังงานความร้อนเดิม และเพิ่มข้อความที่แหล่งข้อมูล * ปรับแก้ไขพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล ให้เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล |
| 01 | - | 28 กันยายน 2559 | - |