**T-VER-P-METH-14-03**

**ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ**

**สำหรับการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์**

**(Production and Utilization of Biochar)**

**ฉบับที่ 01**

**Scope: 05 - Chemical Industry**

**Scope: 13 - Waste Handling and Disposal**

**Scope: 15 - Agriculture**

**มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 24 กันยายน 2568**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **ชื่อระเบียบวิธีการ**   **(Methodology)** | **การผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์**  **(Production and Utilization of Biochar)** |
| 1. ประเภทโครงการ   (Project Type) | การดักจับ กักเก็บ และ/หรือ การใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก |
| 1. รายสาขา (Sector scope) | 05 – อุตสาหกรรมเคมี หรือ 13 - การจัดการและกำจัดของเสีย  15 – การเกษตร (ถ้าเกี่ยวกับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน) |
| 1. ลักษณะโครงการ(Project Outline) | โครงการที่มีการผลิตถ่านชีวภาพโดยใช้ชีวมวลและมีการนำถ่านชีวภาพ ไปใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) และวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) เพื่อการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกอย่างถาวร (ในช่วงระยะเวลา 100 ปี) |
| 1. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย(Applicability) | กิจกรรมโครงการต้องประกอบด้วย   1. กระบวนการกำจัดก๊าซเรือนกระจกเพื่อเปลี่ยนชีวมวล (Biomass) เป็นถ่านชีวภาพ (Biochar) ที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมในระหว่างการนำไปใช้ประโยชน์ 2. กระบวนการนำถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้งานในพื้นที่ที่สามารถติดตามความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องถูกนำไปใช้เพื่อการรักษาคุณสมบัติในการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) โดยที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่เข้าข่ายมีดังนี้   2.1 การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) ได้แก่ การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น  2.2 การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) ได้แก่ การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน (เช่น คอนกรีต และยางมะตอย เป็นต้น) หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน |
| 1. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ   (Project Conditions) | 1. ถ่านชีวภาพต้องผลิตจากชีวมวลที่ยั่งยืน อาทิเช่น ของเสียทางการเกษตร เศษไม้ เศษอาหาร และอื่นๆ (ที่ระบุไว้ในเอกสารของ Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ดูชื่อเอกสารในหัวข้อ 10) และต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้   1.1 กรณีของของเสียทางการเกษตรอย่างยั่งยืน หมายถึงร้อยละ 30 ของของเสียทางการเกษตรจะถูกทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อดินและพืชผลทางการเกษตรลดลง  1.2 เศษไม้ที่ได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติไม่สามารถนำมาพิจารณาเป็นชีวมวลที่ยั่งยืนได้   1. ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านชีวภาพให้ใช้เฉพาะแหล่งกำเนิดในประเทศไทยเท่านั้น 2. ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกนำไปใช้ภายใน 1 ปี และต้องไม่มีการจัดเก็บชีวมวลในสภาวะไร้อากาศ 3. การปรับปรุงคุณภาพชีวมวลก่อนเข้ากระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถดำเนินได้เฉพาะกระบวนการทางกล เช่น การบีบอัด การทำเป็นก้อน และการตัด เป็นต้น หรือกระบวนการทางความร้อน เช่น การอบแห้ง และการคั่ว เป็นต้น เท่านั้น 4. ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงให้เห็นผลลัพธ์สุทธิด้วยการประเมินวงจรชีวิตของขั้นตอนการผลิตและการจัดหาชีวมวล รวมถึงกระบวนการผลิตและการใช้งานถ่านชีวภาพ โดยต้องมีข้อมูลแยกตามลำดับขั้นตอนและแยกตามประเภทก๊าซเรือนกระจก 5. กระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น) เพื่อให้ความร้อนในการเริ่มต้นเดินระบบได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวลร่วมกัน เนื่องจากคาร์บอนฟอสซิลอาจผสมกับผลิตภัณฑ์ถ่านชีวภาพ 6. ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกเผาไหม้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อไม่ให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ และน้ำมันชีวภาพ (ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จาก Syngas) สามารถเก็บไว้เพื่อใช้เป็นพลังงานหมุนเวียนและวัสดุในภายหลังได้ 7. การผลิตถ่านชีวภาพในแต่ละรอบการผลิต (แบตซ์) ไม่อนุญาตให้ใช้ ชีวมวลหลายประเภท และต้องระบุสัดส่วนถ่านชีวภาพที่เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องต่อรอบการผลิต 8. กิจกรรมโครงการต้องมีมาตรการและสภาพแวดล้อมสำหรับการทำงานอย่างปลอดภัย อาทิเช่น การจัดการและการขนส่งถ่านชีวภาพอย่างปลอดภัย การจัดหาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของวัสดุ การลดอุณหภูมิถ่านชีวภาพหลังกระบวนการผลิต และระบบบำบัดก๊าซไอเสียที่เหมาะสม 9. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของหน่วยงานในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น IBI (The International Biochar Initiative) Biochar Testing Guidelines, The European Biochar Certificate (EBC) Japanese Industrial Standards (JIS) และ Japan Biochar Association Standard (JBAS) เป็นต้น 10. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้สามารถใช้ประโยชน์ได้เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น และต้องถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายใน 1 ปี นับจากวันที่ผลิต 11. ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงตำแหน่งพิกัดพื้นที่ที่มีการนำถ่านชีวภาพไปใช้งาน ปริมาณถ่านชีวภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ และต้องมีวิธีการติดตามถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้งานได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี 12. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้งานในรูปแบบที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) ที่ถูกกักเก็บไว้ปล่อยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ เช่น การเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิง การแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเหล็ก เป็นต้น 13. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในดินที่อยู่ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยที่ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงเอกสารหลักฐานพื้นที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น 14. ถ่านชีวภาพต้องไม่ถูกนำไปใช้ในดินในพื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร 15. การใช้ประโยชน์ในดินโดยการฝังถ่านชีวภาพต้องอยู่ที่ระดับความลึกไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ระบุว่าความลึกดินที่ทำการฝังไม่จัดอยู่ในกลุ่มดินอินทรีย์ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการย้อนกลับของการสะสมคาร์บอน และผู้พัฒนาโครงการต้องระบุปริมาณการฝังถ่านชีวภาพสูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ (ประเด็นเรื่องสารปนเปื้อนจากถ่านชีวภาพ และคุณภาพดินภายหลังการใช้งานถ่านชีวภาพ) ไว้ในรายงานการประเมินการพัฒนาที่ยั่งยืนและการป้องกันผลกระทบด้านลบ (Sustainable Development and Safeguards Assessment Report) 16. ผู้พัฒนาโครงการต้องมีมาตรการป้องกันความเสี่ยงที่พื้นที่ถูกเผาทำลาย เปลี่ยนแปลงการใช้งานของพื้นที่ และการย่อยสลายตามธรรมชาติสำหรับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน 17. หากมีข้อตรวจพบในภายหลังเกิดเหตุกระทบใด ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนในถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ผู้พัฒนาโครงการต้องมีภาระในการชดเชยคาร์บอนเครดิตที่ได้รับการรับรองจาก อบก. ตามมาตรการที่ อบก. กำหนด |
| 1. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date) | วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างหรือติดตั้งโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER ซึ่งต้องประกอบด้วยกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ |
| 1. คำจำกัดความ | **ชีวมวลเหลือทิ้ง (Biomass residue)** หมายถึงเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวหรือจากการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร เช่น แกลบ กากอ้อย ฟางข้าว ซังข้าวโพด เป็นต้น หรือ ไม้และเศษไม้ ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้ หรือย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ  **ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ (Biochar)** หมายถึงวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนที่ผลิตได้โดยการให้ความร้อนแก่ชีวมวลในสภาพที่ออกซิเจนต่ำหรือไม่มีเลย ทำให้คาร์บอนในชีวมวลจะถูกเปลี่ยนเป็นของแข็งที่เสถียร และได้สิ่งอื่นๆ เกิดขึ้นด้วย เช่น ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) น้ำมันชีวภาพ (ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จาก Syngas) ดังรูป ทั้งนี้ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น IBI Biochar Testing Guidelines, The European Biochar Certificate (EBC), Japanese Industrial Standards (JIS), Japan Biochar Association Standard (JBAS) และหน่วยงานในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)    **กระบวนการแปรสภาพเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)** หมายถึงการเปลี่ยนรูปชีวมวลด้วยกระบวนการให้ความร้อนภายใต้สภาวะออกซิเจนต่ำ ซึ่งให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงและสารประกอบอื่นๆ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 700°C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์  **กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)** หมายถึงกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนที่ไม่สมบูรณ์ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 350 °C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สมบูรณ์ โดยให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์และสารประกอบอื่นๆ  **การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil applications)** หมายถึงการใช้ถ่านชีวภาพ ไปใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น  **การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil applications)** หมายถึง การใช้ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ตัวอย่างเช่น คอนกรีต และยางมะตอย เป็นต้น หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน |
| 1. หมายเหตุ |  |

|  |
| --- |
| **รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์** |

1. **กิจกรรม****การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก** | **แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก** | **ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก** | **รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** |
| กรณีฐาน | ถ่านชีวภาพ | CO2 | คาร์บอนอินทรีย์ในชีวมวล  ที่ปล่อยสู่บรรยากาศจากการเผา |
| การดำเนินโครงการ | การใช้พลังงาน (ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงฟอสซิล) | CO2 | การใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า |
| การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ระบบผลิตถ่านชีวภาพ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง  รถตักชีวมวล ฯลฯ |
| ระบบผลิตถ่านชีวภาพ | CO2, CH4 | ก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพ |
| ระบบเผาทำลาย ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ | CO2 | ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เผาทำลายไม่สมบูรณ์ |
| การใช้ชีวมวลเหลือทิ้ง | CO2, CH4 | * การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง * การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง |
| นอกขอบเขตโครงการ | การขนส่งถ่านชีวภาพ | CO2 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ |
| การใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน | CO2, CH4 | * การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้งจากการใช้งานอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมโครงการ * การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งจากกิจกรรมโครงการ * การขนส่งชีวมวล/ชีวมวลเหลือทิ้งจากแหล่งกำเนิด |

1. **ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)**

ลักษณะและขอบเขตโครงการสำหรับการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นถ่านชีวภาพที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาครอบคลุมกิจกรรมใน 3 ส่วน ได้แก่

* แหล่งกำเนิดชีวมวลหรือจุดรวบรวมชีวมวล รวมถึงกระบวนการแปรรูปชีวมวลก่อนนำไปใช้ผลิตเป็นถ่านชีวภาพ (ถ้ามี)
* กระบวนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นถ่านชีวภาพ
* พื้นที่ที่มีการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) และวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil)

1. **การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)**

โครงการต้องผ่านการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)   
โดยใช้ **“แนวทางการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality) ภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)”** ที่ อบก. กำหนด

1. **ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)**

เมื่อพิจารณาตามแนวทางการกำหนดข้อมูลกรณีฐานที่ต่ำกว่าการดำเนินงานปกติ (Below Business as Usual หรือ Below BAU) การดำเนินงานตามปกติ (BAU) สำหรับการผลิตถ่านชีวภาพด้วยกระบวนการเผาไหม้ในระบบปิดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ คือการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์) ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวลถูกกักเก็บไว้ในถ่านชีวภาพ ดังนั้นข้อมูลกรณีฐานของโครงการ คือการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์) จากการเผาไหม้ชีวมวลในถ่านชีวภาพที่ผลิตจากกระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊ส (Gasification) หรือกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ซึ่งมีการสลายตัวของก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์) ที่กักเก็บในถ่านชีวภาพบางส่วนออกสู่สิ่งแวดล้อมตามอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิตตลอดระยะเวลาการใช้งาน

**5****.** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน **(Baseline Emission)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานคำนวณจากปริมาณสัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์และค่าความคงอยู่จากการสลายตัวในถ่านชีวภาพตามกระบวนการเผาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา โดยมีรายละเอียดดังนี้

|  |
| --- |
| **BEy = Wbiochar,y × FOCy × Fpermy × 44** สมการที่ (1)  **12** |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| BEy | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO2/year) |
| Wbiochar,y | = | ปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในปี y (ton/year) |
| FOCy | = | สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (%) |
| Fperm | = | ค่าความคงอยู่จากการสลายตัวของถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (%) |
| 44/12 | = | มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน (เพื่อแปลงหน่วยจากตันคาร์บอนเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์) |

**6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี การเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ และการใช้ชีวมวลเหลือทิ้ง โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PEy** | **=** | **PEFF,y + PEEC,y + PEfugitive,y + PEflaring,y + PEBiomass,y** สมการที่ (2) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PEy | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| PEFF,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| PEEC,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| PEfugitive,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| PEflaring,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| PEBiomass,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากชีวมวลเหลือทิ้งในปี y (tCO2/year) |

**6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (PEFF,y)**

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอันเนื่องจากการดำเนินโครงการให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด ทั้งนี้ถ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้สําหรับการทํางานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพชีวมวล การจัดเก็บและการขนส่งเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล เช่น การเตรียมชีวมวล สายพานลําเลียง เครื่องอบแห้ง การอัดเม็ด การอัดก้อน ฯลฯ ให้พิจารณาภายใต้พารามิเตอร์PEBiomass,y ด้วย

**6.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า (PEEC,y)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า และการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

|  |  |
| --- | --- |
| **PEEC,y = ECPJ,y × EFElec,y × (1 + TDL)** | สมการที่ (3) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PEEC,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| ECPJ,y | = | ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y(MWh/year) |
| EFElec,y | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในปี y (tCO2/MWh) |
| TDL | = | สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้า |

ทั้งนี้ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมการในสถานที่หรือนอกสถานที่การจัดเก็บ การแปรรูปและการขนส่งเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล เช่น การเตรียมชีวมวล สายพานลําเลียง เครื่องอบแห้ง การอัดเม็ด การอัดก้อน ฯลฯ ให้พิจารณาภายใต้พารามิเตอร์ PEEC,y ด้วยเช่นกัน

**6.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพ** **(PEfugitive,y)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการเผาถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้

|  |  |
| --- | --- |
| **PEfugitive,y = ∑ Qbiochar,i,y × SMGy × f × GWPCH4**  **i** | สมการที่ (4) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PEfugitive,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2/year) |
| Qbiochar,i,y | = | ปริมาณถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (ton/year) |
| SMGy | = | การผลิตมีเทนเฉพาะสำหรับกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการ  ในปี y (tCH4/t biochar) |
| f | = | สัดส่วนที่นำมาประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านชีวภาพ (%) |
| GWPCH4 | = | ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (t CO2e/tCH4) |

**6.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (PEflaring,y)**

การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเผาใหม่ไม่สมบูรณ์ของระบบเผาก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) สามารถคำนวณได้โดยใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-04 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ" ฉบับล่าสุด

**6.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากชีวมวลเหลือทิ้ง (PEBiomass,y**)

กรณีที่กิจกรรมโครงการที่เป็นการผลิตถ่านชีวภาพจากชีวมวลเหลือทิ้ง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ในกิจกรรม

1. การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง
2. การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง

**7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการพิจารณาจากการผลิตถ่านชีวภาพจากชีวมวลที่ยั่งยืนหรือชีวมวลเหลือทิ้ง และการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LEy** | **=** | **LEBiomass,y + LEBiochar,TR** สมการที่ (5) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LEy | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO2/year) |
| LEBiomass,y | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนในปี y (tCO2/year) |
| LEBiochar,TR | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ในปี y (tCO2/year) |

**7.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน (LEBiomass,y)**

สำหรับการผลิตถ่านชีวภาพจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนนอกขอบเขตโครงการ ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ โดยให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ในกิจกรรม

1. การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้งจากการใช้งานอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการมีกิจกรรมโครงการ
2. การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งจากกิจกรรมโครงการเพื่อนำไปกำจัดหรือนำไปประโยชน์
3. การขนส่งชีวมวลที่ยั่งยืนจากแหล่งกำเนิดมายังพื้นที่กิจกรรมโครงการ

**7.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (LEBiochar,TR)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพที่ผลิตได้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ในขอบเขตโครงการ คำนวณได้ดังนี้

|  |
| --- |
| **LEBiochar,TR = ∑ Dy × Qy × EFCO2,i × 10-6** สมการที่ (6) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LEBiochar,TR | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำใช้ประโยชน์ ในปี y (tCO2/year) |
| Dy | = | ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำใช้ประโยชน์ในปี y (km) |
| Qy | = | ปริมาณถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่งในปี y (t biochar) |
| EFCO2,i | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำใช้ประโยชน์ (g CO2/tkm) |
| i | = | ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล |

**8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)**

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ERy** | **=** | **BEy – PEy– LEy** | สมการที่ (7) |

โดยที่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ERy | = | การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO2e/year) |
| BEy | = | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO2e/year) |
| PEy | = | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO2e/year) |
| LEy | = | การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO2e/year) |

**9. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)**

**9.1 แนวทางการติดตามผล**

1) ให้ผู้พัฒนาโครงการอธิบายและระบุขั้นตอนการติดตามผลข้อมูลกิจกรรมโครงการ (Activity data) หรือตรวจสอบผลการตรวจวัดทั้งหมดในเอกสารข้อเสนอโครงการ รวมถึงประเภทของเครื่องมือตรวจวัดที่ใช้ ผู้รับผิดชอบในการติดตามผลและตรวจสอบข้อมูล การสอบเทียบเครื่องมือวัด (ถ้ามี) และขั้นตอนการรับประกันและควบคุมคุณภาพ ในกรณีที่วิธีการมีตัวเลือกที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ค่าเริ่มต้นหรือการตรวจวัดที่หน้างาน ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุว่าจะใช้ตัวเลือกใด นอกจากนี้การติดตั้ง ดูแลรักษา และสอบเทียบเครื่องมือตรวจวัดควรดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์และเป็นไปตามมาตรฐานภายในประเทศ หรือมาตรฐานสากล เช่น IEC, ISO, JIS เป็นต้น

2) ข้อมูลทั้งหมดที่ที่รวบรวมเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นไปตามแนวทางที่ อบก. กำหนด หรือตามระบบคุณภาพขององค์กรแต่มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าที่ อบก.กำหนด และควรตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องตามวิธีการติดตามผลที่ระบุในพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลที่ระบุไว้ในตารางหัวข้อที่ 9.2

**9.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล**

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | ECPJ,y |
| หน่วย | MWh/year |
| ความหมาย | ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี |
| แหล่งข้อมูล | รายงานการตรวจวัด |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล  (ปริมาณไฟฟ้าที่หักออกจากการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองก่อนจ่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง) |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | TDL |
| หน่วย | - |
| ความหมาย | สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้า |
| แหล่งข้อมูล | ทางเลือกที่ 1 รายงานการตรวจวัด กรณีที่มีข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ออกจากผู้ผลิตและปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ  ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่าล่าสุดที่ อบก. ประกาศ (ค่าเท่ากับ 0.0596) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน |
| วิธีการติดตามผล | 1) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  2) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้ตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
| ความถี่ในการติดตามผล | กําหนดหนึ่งครั้งในปีแรกของรอบระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | EFElec,y |
| หน่วย | tCO2/MWh |
| ความหมาย | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า ในปี y |
| แหล่งข้อมูล | รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากการผลิตไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้าและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก. |
| วิธีการติดตามผล | **สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ**  ให้ใช้ค่า EFElec,y ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ  **สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**  ให้ใช้ค่า EFElec,y ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า EFElec,y ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า EFElec,y ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Wbiochar,y |
| หน่วย | ton/year |
| ความหมาย | ปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในปี y |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากโครงการ |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Qbiochar,i,y |
| หน่วย | ton/year |
| ความหมาย | ปริมาณถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากโครงการ |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Temperature |
| หน่วย | องศาเซลเซียส |
| ความหมาย | อุณหภูมิในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการ |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกอุณหภูมิในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากโครงการ |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดโดยเครื่องวัดอุณหภูมิ |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบและการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | GWPCH4 |
| หน่วย | t CO2e / t CH4 |
| ความหมาย | ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน |
| แหล่งข้อมูล | ใช้ข้อมูลจากรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC Assessment Report) ที่จัดทำโดยคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ที่ประกาศโดย อบก. |
| วิธีการติดตามผล | **สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ**  ใช้ค่า GWPCH4 ล่าสุดตามที่ อบก. ประกาศ  **สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**  ใช้ค่า GWPCH4 ตามที่ อบก. สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก |
| ความถี่ในการติดตามผล | - |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Qy |
| หน่วย | t biochar |
| ความหมาย | ปริมาณถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่งในปี y |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่ง |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Dy |
| หน่วย | km |
| ความหมาย | ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพ  เพื่อนำใช้ประโยชน์ในปี y |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกจากโครงการ |
| วิธีการติดตามผล | รายงานระยะทางการขนส่งถ่านชีวภาพ |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | FOCy |
| หน่วย | % |
| ความหมาย | สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y |
| แหล่งข้อมูล | บันทึกสัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากโครงการ |
| วิธีการติดตามผล | ตรวจวัดสัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง |
| ความถี่ในการติดตามผล | การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน |

**9.3 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล**

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Fpermy |
| หน่วย | % |
| ความหมาย | ค่าความคงอยู่จากการสลายตัวของถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y |
| แหล่งข้อมูล | Appendix 4 in volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use from 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories |
| ค่าการนำไปใช้ | |  |  |  | | --- | --- | --- | | **ลำดับ** | **กระบวนการผลิต** | **ค่า Fperm** | | 1 | High temperature pyrolysis and gasification (> 600 °C) | 0.89 | | 2 | Medium temperature pyrolysis (450-600 °C) | 0.80 | | 3 | Low temperature (350-450 °C) | 0.65 | |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | SMGy |
| หน่วย | tCH4 /t biochar |
| ความหมาย | การผลิตมีเทนเฉพาะสำหรับกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y |
| แหล่งข้อมูล | 1. Clean Development Mechanism (CDM), AMS-III.BG : Small-scale Methodology Emission Reduction through Sustainable Charcoal Production and Consumption, version 04 2. ตรวจวัดจริง |
| ค่าการนำไปใช้ | 0.030 (สำหรับแหล่งที่มาของข้อมูลที่ 1) |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | f |
| หน่วย | % |
| ความหมาย | สัดส่วนที่นำมาประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านชีวภาพ |
| แหล่งข้อมูล | 1. Clean Development Mechanism (CDM), AMS-III.BG : Small-scale Methodology Emission Reduction through Sustainable Charcoal Production and Consumption, version 04 2. ตรวจวัดจริง |
| ค่าการนำไปใช้ | 0.1 (สำหรับแหล่งที่มาของข้อมูลที่ 1) |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | EFCO2,i |
| หน่วย | t CO2/t km |
| ความหมาย | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำใช้ประโยชน์ |
| แหล่งข้อมูล | 1. ตรวจวัดจากการสิ้นเปลื้องเชื้อเพลิงฟอสซิล 2. ใช้ค่าคงที่ |
| ค่าการนำไปใช้ | กรณีเลือกแหล่งที่มาของข้อมูลที่ 2 ให้ใช้ค่าดังนี้   1. กรณีขนส่งโดยรถขนาดเล็กใช้ค่า 245 (gCO2/t km) 2. กรณีขนส่งโดยรถขนาดใหญ่ใช้ค่า 129 (gCO2/t km) |

**10. เอกสารอ้างอิง**

1) Clean Development Mechanism (CDM), AMS\_III.L : Avoidance of methane production from biomass decay through controlled pyrolysis version 02

2) Clean Development Mechanism (CDM), AMS-III.BG : Small-scale Methodology Emission reduction through sustainable charcoal production and consumption version 04

3) VCS Methodology : Methodology for biochar utilization in soil and non non-soil applications

4) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Appendix 4 Method for Estimating the Change in Mineral Soil Organic Carbon Stocks from Biochar Amendments: Basis for Future Methodological Development

5) Biochar Methodology for CO₂ Removal Edition 2025 V1

6) มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS <https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo_id=JIS+M+8812%3A2004>

|  |
| --- |
| **บันทึก T-VER-P-METH-14-03** |

| **ฉบับที่** | **แก้ไขครั้งที่** | **วันที่บังคับใช้** | **รายการแก้ไข** |
| --- | --- | --- | --- |
| 01 | - | 24 กันยายน 2568 | การเริ่มใช้ครั้งแรก |