

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

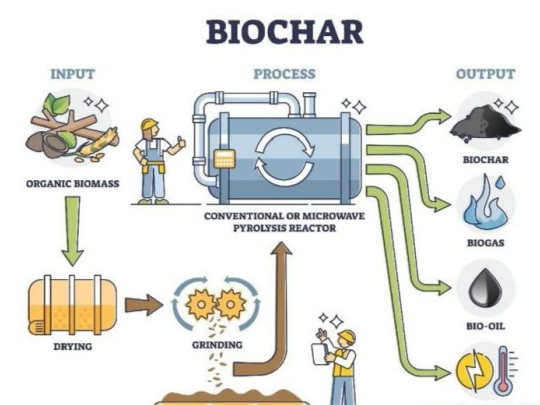
Scope: 15 - Agriculture

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 24 กันยายน 2568

1. ชื่อระเบียบวิธีการ (Methodology)	การผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ (Production and Utilization of Biochar)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การดักจับ กักเก็บ และ/หรือ การใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก
3. รายสาขา (Sector scope)	05 – อุตสาหกรรมเคมี หรือ 13 - การจัดการและกำจัดของเสีย 15 – การเกษตร (ถ้าเกี่ยวกับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน)
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	โครงการที่มีการผลิตถ่านชีวภาพโดยใช้ชีวมวลและมีการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) และวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) เพื่อการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกอย่างถาวร (ในช่วงระยะเวลา 100 ปี)
5. ลักษณะของกิจกรรม โครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	กิจกรรมโครงการต้องประกอบด้วย - กระบวนการกำจัดก๊าซเรือนกระจกเพื่อเปลี่ยนชีวมวล (Biomass) เป็นถ่านชีวภาพ (Biochar) ที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมในระหว่างการนำไปใช้ประโยชน์ - กระบวนการนำถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้งานในพื้นที่ที่สามารถติดตามความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องถูกนำไปใช้เพื่อการรักษาคุณสมบัติในการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) โดยที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่เข้าข่ายมีดังนี้ - การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) ได้แก่ การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น - การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) ได้แก่ การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน (เช่น คอนกรีตและยางมะตอย เป็นต้น) หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน
6. เงื่อนไขของกิจกรรม โครงการ (Project Conditions)	- ถ่านชีวภาพต้องผลิตจากชีวมวลที่ยั่งยืน อาทิเช่น ของเสียทางการเกษตร เศษไม้ เศษอาหาร และอื่นๆ (ที่ระบุไว้ในเอกสารของ Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC คู่มือเอกสารในหัวข้อ 10) และต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้ - กรณีของของเสียทางการเกษตรอย่างยั่งยืน หมายถึงร้อยละ 30 ของของเสียทางการเกษตรจะถูกทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อดินและพืชผลทางการเกษตรลดลง

	1.2 เศษไม้ที่ได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติไม่สามารถนำมาพิจารณาเป็นชีวมวลที่ยั่งยืนได้ - ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านชีวภาพให้ใช้เฉพาะแหล่งกำเนิดในประเทศไทยเท่านั้น - ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกนำไปใช้ภายใน 1 ปี และต้องไม่มีการจัดเก็บชีวมวลในสภาวะไร้อากาศ - การปรับปรุงคุณภาพชีวมวลก่อนเข้ากระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถดำเนินการได้เฉพาะกระบวนการทางกล เช่น การบีบอัด การทำเป็นก้อน และการตัด เป็นต้น หรือกระบวนการทางความร้อน เช่น การอบแห้ง และการคั่ว เป็นต้น เท่านั้น - ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงให้เห็นผลลัพธ์สุทธิด้วยการประเมินวงจรชีวิตของขั้นตอนการผลิตและการจัดหาชีวมวล รวมถึงกระบวนการผลิตและการใช้งานถ่านชีวภาพ โดยต้องมีข้อมูลแยกตามลำดับขั้นตอนและแยกตามประเภทก๊าซเรือนกระจก - กระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น) เพื่อให้ความร้อนในการเริ่มต้นเดินระบบได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวลร่วมกัน เนื่องจากคาร์บอนฟอสซิลอาจผสมกับผลิตภัณฑ์ถ่านชีวภาพ - ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกเผาไหม้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อไม่ให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ และน้ำมันชีวภาพ (ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จาก Syngas) สามารถเก็บไว้เพื่อใช้เป็นพลังงานหมุนเวียนและวัสดุในภายหลังได้ - การผลิตถ่านชีวภาพในแต่ละรอบการผลิต (แบตช์) ไม่อนุญาตให้ใช้ชีวมวลหลายประเภท และต้องระบุสัดส่วนถ่านชีวภาพที่เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องต่อการผลิต - กิจกรรมโครงการต้องมีมาตรการและสภาพแวดล้อมสำหรับการทำงานอย่างปลอดภัย อาทิเช่น การจัดการและการขนส่งถ่านชีวภาพอย่างปลอดภัย การจัดหาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของวัสดุ การลดอุณหภูมิถ่านชีวภาพหลังกระบวนการผลิต และระบบบำบัดก๊าซไอเสียที่เหมาะสม
--	---

	10. 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 11. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้สามารถใช้ประโยชน์ได้เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น และต้องถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายใน 1 ปี นับจากวันที่ผลิต 12. ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงตำแหน่งพิกัดพื้นที่ที่มีการนำถ่านชีวภาพไปใช้งาน ปริมาณถ่านชีวภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ และต้องมีวิธีการติดตามถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้งานได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี 13. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้งานในรูปแบบที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) ที่ถูกกักเก็บไว้ปล่อยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ เช่น การเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิง การแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเหล็ก เป็นต้น 14. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในดินที่อยู่ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยที่ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงเอกสารหลักฐานพื้นที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น 15. ถ่านชีวภาพต้องไม่ถูกนำไปใช้ในดินในพื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร 16. การใช้ประโยชน์ในดินโดยการฝังถ่านชีวภาพต้องอยู่ที่ระดับความลึกไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ระบุว่าความลึกดินที่ทำการฝังไม่จัดอยู่ในกลุ่มดินอินทรีย์ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการย้อนกลับของการสะสมคาร์บอน และผู้พัฒนาโครงการต้องระบุปริมาณการฝังถ่านชีวภาพสูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ (ประเด็นเรื่องสารปนเปื้อนจากถ่านชีวภาพ และคุณภาพดินภายหลังการใช้งานถ่านชีวภาพ) ไว้ในรายงานการประเมินการพัฒนาที่ยั่งยืนและการป้องกันผลกระทบด้านลบ (Sustainable Development and Safeguards Assessment Report)
--	--

	17. ผู้พัฒนาโครงการต้องมีมาตรการป้องกันความเสี่ยงที่พื้นที่ถูกเผาทำลาย เปลี่ยนแปลงการใช้งานของพื้นที่ และการย่อยสลายตามธรรมชาติสำหรับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน 18. หากมีข้อตรวจพบในภายหลังเกิดเหตุการณ์ใด ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนในถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ผู้พัฒนาโครงการต้องมีภาระในการชดเชยคาร์บอนเครดิตที่ได้รับการรับรองจาก อบก. ตามมาตรการที่ อบก. กำหนด
7. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)	วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างหรือติดตั้งโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER ซึ่งต้องประกอบด้วยกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์
8. คำจำกัดความ	ชีวมวลเหลือทิ้ง (Biomass residue) หมายถึงเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวหรือจากการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร เช่น แกลบ กากอ้อย ฟางข้าว ชังข้าวโพด 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) หมายถึงการเปลี่ยนรูปชีวมวลด้วยกระบวนการให้ความร้อนภายใต้สภาวะออกซิเจนต่ำซึ่งให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงและสารประกอบอื่นๆ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 °C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์ กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) หมายถึงกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนที่ไม่สมบูรณ์ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 350 °C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สมบูรณ์ โดยให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์และสารประกอบอื่นๆ การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil applications) หมายถึงการใช้ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil applications) หมายถึงการใช้ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ตัวอย่างเช่น คอนกรีต และยางมะตอย เป็นต้น หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน
9. หมายเหตุ	

**รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์**

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	ถ่านชีวภาพ	CO ₂	คาร์บอนอินทรีย์ในชีวมวล ที่ปล่อยสู่บรรยากาศจากการเผา
การดำเนินโครงการ	การใช้พลังงาน (ไฟฟ้า และเชื้อเพลิงฟอสซิล)	CO ₂	การใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า
			การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ระบบผลิต ถ่านชีวภาพ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง รถตัดชีวมวล ฯลฯ
	ระบบผลิตถ่านชีวภาพ	CO ₂ , CH ₄	ก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิง สังเคราะห์ที่เกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีในระบบ ผลิตถ่านชีวภาพ
	ระบบเผาทำลาย ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์	CO ₂	ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เผาทำลายไม่ สมบูรณ์
นอกขอบเขตโครงการ	การใช้ชีวมวลเหลือทิ้ง	CO ₂ , CH ₄	- การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง - การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง
	การขนส่งถ่านชีวภาพ	CO ₂	การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่ง ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์
	การใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน	CO ₂ , CH ₄	- การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้งจากการใช้ งานอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรม โครงการ - การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งจาก กิจกรรมโครงการ - การขนส่งชีวมวล/ชีวมวลเหลือทิ้งจาก แหล่งกำเนิด

2. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

ลักษณะและขอบเขตโครงการสำหรับการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นถ่านชีวภาพที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาครอบคลุมกิจกรรมใน 3 ส่วน ได้แก่

- แหล่งกำเนิดชีวมวลหรือจัดรวบรวมชีวมวล รวมถึงกระบวนการแปรรูปชีวมวลก่อนนำไปใช้ผลิตเป็นถ่านชีวภาพ (ถ้ามี)
- กระบวนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นถ่านชีวภาพ
- พื้นที่ที่มีการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) และวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil)

3. การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานปกติ (Additionality)

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

4. 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

$$BE_y = \frac{W_{\text{biochar},y} \times FOC_y \times F_{\text{perm},y} \times 44}{12} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่

- BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO_2/year)
- $W_{\text{biochar},y}$ = ปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในปี y (ton/year)
- FOC_y = สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (%)
- F_{perm} = ค่าความคงอยู่จากการสลายตัวของถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (%)
- $44/12$ = มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน (เพื่อแปลงหน่วยจากตันคาร์บอนเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์)

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า ก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมี การเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ และการใช้ชีวมวลเหลือทิ้ง โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EC,y} + PE_{\text{fugitive},y} + PE_{\text{flaring},y} + PE_{\text{Biomass},y} \quad \text{สมการที่ (2)}$$

โดยที่

- PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)
- $PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)
- $PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)
- $PE_{\text{fugitive},y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)
- $PE_{\text{flaring},y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO_2/year)
- $PE_{\text{Biomass},y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากชีวมวลเหลือทิ้งในปี y (tCO_2/year)

6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ($PE_{FF,y}$)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอันเนื่องจากการดำเนินโครงการให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด ทั้งนี้ถ้าเชื้อเพลิง

ฟอสซิลที่ใช้สำหรับการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพชีวมวล การจัดเก็บและการขนส่งเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล เช่น การเตรียมชีวมวล สายพานลำเลียง เครื่องอบแห้ง การอัดเม็ด การอัดก้อน ฯลฯ ให้พิจารณาภายใต้พารามิเตอร์ $PE_{Biomass,y}$ ด้วย

6.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า ($PE_{EC,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า และการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

$$PE_{EC,y} = EC_{PJ,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL) \quad \text{สมการที่ (3)}$$

โดยที่

- $PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂/year)
- $EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (MWh/year)
- $EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในปี y (tCO₂/MWh)
- TDL = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้า

ทั้งนี้ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมการในสถานที่หรือนอกสถานที่ การจัดเก็บ การแปรรูปและการขนส่งเชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวล เช่น การเตรียมชีวมวล สายพานลำเลียง เครื่องอบแห้ง การอัดเม็ด การอัดก้อน ฯลฯ ให้พิจารณาภายใต้พารามิเตอร์ $PE_{EC,y}$ ด้วยเช่นกัน

6.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพ ($PE_{fugitive,y}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการเผาถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{fugitive,y} = \sum_i Q_{biochar,i,y} \times SMG_y \times f \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยที่

- $PE_{fugitive,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂/year)
- $Q_{biochar,i,y}$ = ปริมาณถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (ton/year)
- SMG_y = การผลิตมีเทนเฉพาะสำหรับกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการ

$$\begin{aligned} \text{ในปี } y \text{ (tCH}_4\text{/t biochar)} \\ f &= \text{สัดส่วนที่นำมาประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านชีวภาพ (\%)} \\ \text{GWP}_{\text{CH}_4} &= \text{ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (t CO}_2\text{e/tCH}_4\text{)} \end{aligned}$$

6.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ($\text{PE}_{\text{flaring},y}$)

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

6.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากชีวมวลเหลือทิ้ง ($\text{PE}_{\text{Biomass},y}$)

กรณีที่กิจกรรมโครงการที่เป็นการผลิตถ่านชีวภาพจากชีวมวลเหลือทิ้ง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-02 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล" ฉบับล่าสุด ในกิจกรรม

- 1) การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง
- 2) การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง

7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการพิจารณาจากการผลิตถ่านชีวภาพจากชีวมวลที่ยั่งยืนหรือชีวมวลเหลือทิ้ง และการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$\text{LE}_y = \text{LE}_{\text{Biomass},y} + \text{LE}_{\text{Biochar},\text{TR}} \quad \text{สมการที่ (5)}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} \text{LE}_y &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี } y \text{ (tCO}_2\text{/year)} \\ \text{LE}_{\text{Biomass},y} &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนในปี } y \text{ (tCO}_2\text{/year)} \\ \text{LE}_{\text{Biochar},\text{TR}} &= \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{/year)} \end{aligned}$$

7.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน ($\text{LE}_{\text{Biomass},y}$)

สำหรับการผลิตถ่านชีวภาพจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนนอกขอบเขตโครงการ ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ โดยให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-

TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการสำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ในกิจกรรม

- 1) การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้งจากการใช้งานอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการมีกิจกรรมโครงการ
- 2) การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งจากกิจกรรมโครงการเพื่อนำไปกำจัดหรือนำไปประโยชน์
- 3) การขนส่งชีวมวลที่ยังยืนจากแหล่งกำเนิดมายังพื้นที่กิจกรรมโครงการ

7.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ($LE_{\text{Biochar,TR}}$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพที่ผลิตได้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ในขอบเขตโครงการ คำนวณได้ดังนี้

$$LE_{\text{Biochar,TR}} = \sum D_y \times Q_y \times EF_{\text{CO}_2,i} \times 10^{-6} \quad \text{สมการที่ (6)}$$

โดยที่

$LE_{\text{Biochar,TR}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี y (tCO_2/year)

D_y = ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี y (km)

Q_y = ปริมาณถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่งในปี y (t biochar)

$EF_{\text{CO}_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ($\text{g CO}_2/\text{tkm}$)

i = ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad \text{สมการที่ (7)}$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{year}$)

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

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{year}$)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y ($\text{tCO}_2\text{e}/\text{year}$)

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) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นไปตามแนวทางที่ อบก. กำหนด หรือตามระบบคุณภาพขององค์กรแต่มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าที่ อบก. กำหนด และควรตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องตามวิธีการติดตามผลที่ระบุในพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลที่ระบุไว้ในตารางหัวข้อที่ 9.2

9.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	EC _{PJ,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) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากรายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

วิธีการติดตามผล	1) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้อัตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ความถี่ในการติดตามผล	กำหนดหนึ่งครั้งในปีแรกของรอบระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต

พารามิเตอร์	$EF_{Elec,y}$
หน่วย	tCO ₂ /MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโรงข่ายไฟฟ้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากการผลิตไฟฟ้าในโรงข่ายไฟฟ้าและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u> ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ <u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u> ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีในปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น

พารามิเตอร์	$W_{biochar,y}$
หน่วย	ton/year
ความหมาย	ปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	$Q_{biochar,i,y}$
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	GWP_{CH_4}
หน่วย	t CO ₂ e / t CH ₄
ความหมาย	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน
แหล่งข้อมูล	ใช้ข้อมูลจากรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC Assessment Report) ที่จัดทำโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u> ใช้ค่า GWP_{CH_4} ล่าสุดตามที่ อบก. ประกาศ <u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u> ใช้ค่า GWP_{CH_4} ตามที่ อบก. สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	Q_y
หน่วย	t biochar
ความหมาย	ปริมาณถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่งในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่ง
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	D_y
หน่วย	km
ความหมาย	ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	รายงานระยะทางการขนส่งถ่านชีวภาพ
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	FOC_y
หน่วย	%
ความหมาย	สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y
แหล่งข้อมูล	บันทึกสัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากโครงการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดสัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และบันทึกข้อมูลอย่างน้อยเป็นรายเดือน

9.3 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	Fperm _y		
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	SMG_y
หน่วย	tCH ₄ / 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	$EF_{CO_2,i}$
หน่วย	t CO ₂ /t km
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์
แหล่งข้อมูล	1) ตรวจวัดจากการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงฟอสซิล 2) ใช้ค่าคงที่
ค่าการนำไปใช้	กรณีเลือกแหล่งที่มาของข้อมูล 2 ให้ใช้ค่าดังนี้ 1) กรณีขนส่งโดยรถยนต์เล็กใช้ค่า 245 (gCO ₂ /t km) 2) กรณีขนส่งโดยรถยนต์ใหญ่ใช้ค่า 129 (gCO ₂ /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