

**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**

|   |   |
|---|---|
| <b>1. ชื่อระเบียบวิธีการ<br/>(Methodology)</b>                        | <b>การผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์<br/>(Production and Utilization of Biochar)</b>   |
| <b>2. ประเภทโครงการ<br/>(Project Type)</b>                            | การดักจับ กักเก็บ และ/หรือ การใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก  |
| <b>3. รายสาขา<br/>(Sector scope)</b>                                  | 05 – อุตสาหกรรมเคมี หรือ 13 - การจัดการและกำจัดของเสีย<br>15 – การเกษตร (ถ้าเกี่ยวกับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน)   |
| <b>4. ลักษณะโครงการ<br/>(Project Outline)</b>                         | โครงการที่มีการผลิตถ่านชีวภาพโดยใช้ชีวมวลและมีการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) และวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) เพื่อการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกอย่างถาวร (ในช่วงระยะเวลา 100 ปี)   |
| <b>5. ลักษณะของกิจกรรม<br/>โครงการที่เข้าข่าย<br/>(Applicability)</b> | กิจกรรมโครงการต้องประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กระบวนการกำจัดก๊าซเรือนกระจกเพื่อเปลี่ยนชีวมวล (Biomass) เป็นถ่านชีวภาพ (Biochar) ที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมในระหว่างการนำไปใช้ประโยชน์</li> <li>2. กระบวนการนำถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้งานในพื้นที่ที่สามารถติดตามความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องถูกนำไปใช้เพื่อการรักษาคุณสมบัติในการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) โดยที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่เข้าข่ายมีดังนี้                         <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil) ได้แก่ การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น</li> <li>2.2 การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil) ได้แก่ การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน (เช่น คอนกรีตและยางมะตอย เป็นต้น) หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน</li> </ol> </li> </ol> |
| <b>6. เงื่อนไขของกิจกรรม<br/>โครงการ<br/>(Project Conditions)</b>     | 1. ถ่านชีวภาพต้องผลิตจากชีวมวลที่ยั่งยืน อาทิเช่น ของเสียทางการเกษตร เศษไม้ เศษอาหาร และอื่นๆ (ที่ระบุไว้ในเอกสารของ Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ดูชื่อเอกสารในหัวข้อ 10) และต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 กรณีของของเสียทางการเกษตรอย่างยั่งยืน หมายถึงร้อยละ 30 ของของเสียทางการเกษตรจะถูกทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อดินและพืชผลทางการเกษตรลดลง</li> </ol>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>1.2 เศษไม้ที่ได้รับความเสียหายจากภัยพิบัติไม่สามารถนำมาพิจารณาเป็นชีวมวลที่ยั่งยืนได้</p> <ol style="list-style-type: none"><li>ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตถ่านชีวภาพให้ใช้เฉพาะแหล่งกำเนิดในประเทศไทยเท่านั้น</li><li>ชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกนำไปใช้ภายใน 1 ปี และต้องไม่มีการจัดเก็บชีวมวลในสภาวะไร้อากาศ</li><li>การปรับปรุงคุณภาพชีวมวลก่อนเข้ากระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถดำเนินการได้เฉพาะกระบวนการทางกล เช่น การบีบอัด การทำเป็นก้อน และการตัด เป็นต้น หรือกระบวนการทางความร้อน เช่น การอบแห้ง และการคั่ว เป็นต้น เท่านั้น</li><li>ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงให้เห็นผลลัพธ์สุทธิด้วยการประเมินวงจรชีวิตของขั้นตอนการผลิตและการจัดหาชีวมวล รวมถึงกระบวนการผลิตและการใช้งานถ่านชีวภาพ โดยต้องมีข้อมูลแยกตามลำดับขั้นตอนและแยกตามประเภทก๊าซเรือนกระจก</li><li>กระบวนการผลิตถ่านชีวภาพสามารถใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น) เพื่อให้ความร้อนในการเริ่มต้นเดินระบบได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและชีวมวลร่วมกัน เนื่องจากคาร์บอนฟอสซิลอาจผสมกับผลิตภัณฑ์ถ่านชีวภาพ</li><li>ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพต้องถูกเผาไหม้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อไม่ให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ และน้ำมันชีวภาพ (ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จาก Syngas) สามารถเก็บไว้เพื่อใช้เป็นพลังงานหมุนเวียนและวัสดุในภายหลังได้</li><li>การผลิตถ่านชีวภาพในแต่ละรอบการผลิตไม่อนุญาตให้ใช้ชีวมวลหลายประเภท และต้องระบุสัดส่วนถ่านชีวภาพที่เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องต่อรอบการผลิต</li><li>กิจกรรมโครงการต้องมีมาตรการและสภาพแวดล้อมสำหรับการทำงานอย่างปลอดภัย อาทิเช่น การจัดการและการขนส่งถ่านชีวภาพอย่างปลอดภัย การจัดหาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของวัสดุ การลดอุณหภูมิถ่านชีวภาพหลังกระบวนการผลิต และระบบบำบัดก๊าซไอเสียที่เหมาะสม</li></ol> |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"><li>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</li><li>11. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้สามารถใช้ประโยชน์ได้เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น และต้องถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายใน 1 ปี นับจากวันที่ผลิต</li><li>12. ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงตำแหน่งพิกัดพื้นที่ที่มีการนำถ่านชีวภาพไปใช้งาน ปริมาณถ่านชีวภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ และต้องมีวิธีการติดตามถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้งานได้ตลอดระยะเวลา 100 ปี</li><li>13. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้งานในรูปแบบที่ทำให้ก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอน) ที่ถูกกักเก็บไว้ปล่อยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ เช่น การเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิง การแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเหล็ก เป็นต้น</li><li>14. ถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ต้องไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในดินที่อยู่ในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยที่ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงเอกสารหลักฐานพื้นที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น</li><li>15. ถ่านชีวภาพต้องไม่ถูกนำไปใช้ในดินในพื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร</li><li>16. การใช้ประโยชน์ในดินโดยการฝังถ่านชีวภาพต้องอยู่ที่ระดับความลึกไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ระบุว่าความลึกดินที่ทำการฝังไม่จัดอยู่ในกลุ่มดินอินทรีย์ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการย้อนกลับของการสะสมคาร์บอน และผู้พัฒนาโครงการต้องระบุปริมาณการฝังถ่านชีวภาพสูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ (ประเด็นเรื่องสารปนเปื้อนจากถ่านชีวภาพ และคุณภาพดินภายหลังการใช้งานถ่านชีวภาพ) ไว้ในรายงานการประเมินการพัฒนาที่ยั่งยืนและการป้องกันผลกระทบด้านลบ (Sustainable Development and Safeguards Assessment Report)</li></ol> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
|   | <p>17. ผู้พัฒนาโครงการต้องมีมาตรการป้องกันความเสี่ยงที่พื้นที่ถูกเผาทำลาย เปลี่ยนแปลงการใช้งานของพื้นที่ และการย่อยสลายตามธรรมชาติสำหรับการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน</p> <p>18. หากมีข้อตรวจพบในภายหลังเกิดเหตุการณ์ใด ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนในถ่านชีวภาพที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ผู้พัฒนาโครงการต้องมีภาระในการชดเชยคาร์บอนเครดิตที่ได้รับการรับรองจาก อบก. ตามมาตรการที่ อบก. กำหนด</p>   |
| <p>7. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)</p> | <p>วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างหรือติดตั้งโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER ซึ่งต้องประกอบด้วยกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์</p>   |
| <p>8. คำจำกัดความ</p>                                   | <p><b>ชีวมวลเหลือทิ้ง (Biomass residue)</b> หมายถึงเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวหรือจากการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร เช่น แกลบ กากอ้อย ฟางข้าว ชังข้าวโพด เป็นต้น หรือ ไม้และเศษไม้ ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้ หรือย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ</p> <p><b>ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ (Biochar)</b> หมายถึงวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอนที่ผลิตได้โดยการให้ความร้อนแก่ชีวมวลในสภาพที่ออกซิเจนต่ำหรือไม่มีเลย ทำให้คาร์บอนในชีวมวลจะถูกเปลี่ยนเป็นของแข็งที่เสถียร และได้สิ่งอื่น ๆ 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)</p> <div data-bbox="702 1523 1244 1937" style="text-align: center;"> <p><b>BIOCHAR</b></p> <p>INPUT: ORGANIC BIOMASS</p> <p>PROCESS: DRYING, GRINDING, CONVENTIONAL OR MICROWAVE PYROLYSIS REACTOR</p> <p>OUTPUT: BIOCHAR, BIOGAS, BIO-OIL, HEAT AND ELECTRICITY</p> </div> |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | <p><b>กระบวนการแปรสภาพเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification)</b> หมายถึงการเปลี่ยนรูปชีวมวลด้วยกระบวนการให้ความร้อนภายใต้สภาวะออกซิเจนต่ำซึ่งให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงและสารประกอบอื่นๆ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 °C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์</p> <p><b>กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)</b> หมายถึงกระบวนการสลายตัวด้วยความร้อนที่ไม่สมบูรณ์ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 350 °C และมีระบบเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สมบูรณ์ โดยให้ผลผลิตเป็นถ่านชีวภาพ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์และสารประกอบอื่นๆ</p> <p><b>การใช้ประโยชน์ในดิน (Soil applications)</b> หมายถึงการใช้ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การฝังในดินเพื่อการปรับปรุงคุณภาพดิน เป็นต้น</p> <p><b>การใช้ประโยชน์ในวัสดุที่ไม่ใช่ดิน (Non-soil applications)</b> หมายถึงการใช้ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในดิน เช่น การผสมเป็นวัสดุเสริมในผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ตัวอย่างเช่น คอนกรีต และยางมะตอย เป็นต้น หรือการฝังในพื้นที่เฉพาะเพื่อกักเก็บคาร์บอนไว้ใต้ดิน</p> |
| <p>9. หมายเหตุ</p> |   |

รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ  
สำหรับการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

| การปล่อย<br>ก๊าซเรือนกระจก | แหล่งกำเนิด<br>ก๊าซเรือนกระจก                | ชนิดของ<br>ก๊าซเรือนกระจก         | รายละเอียดของกิจกรรม<br>ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  |
|----------------------------|--|-----------------------------------|--|
| กรณีฐาน                    | ถ่านชีวภาพ                                   | CO <sub>2</sub>                   | คาร์บอนอินทรีย์ในชีวมวล<br>ที่ปล่อยสู่บรรยากาศจากการเผา  |
| การดำเนินโครงการ           | การใช้พลังงาน (ไฟฟ้า<br>และเชื้อเพลิงฟอสซิล) | CO <sub>2</sub>                   | การใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้า  |
|                            |  |                                   | การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ระบบผลิต<br>ถ่านชีวภาพ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง<br>รถตัดชีวมวล ฯลฯ  |
|                            | ระบบผลิตถ่านชีวภาพ                           | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> | ก๊าซเรือนกระจกในก๊าซเชื้อเพลิง<br>สังเคราะห์ที่เกิดขึ้นปฏิกิริยาเคมีในระบบ<br>ผลิตถ่านชีวภาพ   |
|                            | ระบบเผาทำลาย<br>ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์     | CO <sub>2</sub>                   | ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่เผาทำลายไม่<br>สมบูรณ์  |
|                            | การใช้ชีวมวลเหลือทิ้ง                        | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง</li> <li>● การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง</li> </ul>  |
| นอกขอบเขตโครงการ           | การขนส่งถ่านชีวภาพ                           | CO <sub>2</sub>                   | การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่ง<br>ถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์  |
|                            | การใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน                       | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้งจากการใช้<br/>งานอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรม<br/>โครงการ</li> <li>● การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งจาก<br/>กิจกรรมโครงการ</li> <li>● การขนส่งชีวมวล/ชีวมวลเหลือทิ้งจาก<br/>แหล่งกำเนิด</li> </ul> |

## 2. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

ลักษณะและขอบเขตโครงการสำหรับการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นถ่านชีวภาพที่มีความทนทานต่อกระบวนการย่อยสลายสูงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมต้องพิจารณาครอบคลุมกิจกรรมใน 3 ส่วน ได้แก่

- แหล่งกำเนิดชีวมวลหรือจตุรวรรวมชีวมวล 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

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

โดยที่

- $BE_y$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี  $y$  ( $tCO_2/year$ )
- $W_{\text{biochar},y}$  = ปริมาณน้ำหนักแห้งของถ่านชีวภาพที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในปี  $y$  (ton/year)
- $FOC_y$  = สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี  $y$  (%)
- $Fperm$  = 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 (tCO<sub>2</sub>/year)
- $EC_{PJ,y}$  = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (MWh/year)
- $EF_{Elec,y}$  = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าในปี y (tCO<sub>2</sub>/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

$$PE_{fugitive,y} = \sum_i Q_{biochar,i,y} \times SMG_y \times f \times GWP_{CH4} \quad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยที่

- $PE_{fugitive,y}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Syngas) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในระบบผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO<sub>2</sub>/year)
- $Q_{biochar,i,y}$  = ปริมาณถ่านชีวภาพที่ผลิตได้ประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (ton/year)
- $SMG_y$  = การผลิตมีเทนเฉพาะสำหรับกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพจากการดำเนินโครงการ

- ในปี  $y$  ( $tCH_4/t$  biochar)
- $f$  = สัดส่วนที่นำมาประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตถ่านชีวภาพ (%)
- $GWP_{CH_4}$  = ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน ( $t CO_2e/tCH_4$ )

**6.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ( $PE_{flaring,y}$ )**

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

**6.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากชีวมวลเหลือทิ้ง ( $PE_{Biomass,y}$ )**

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

- 1) การขนส่งชีวมวลเหลือทิ้ง
- 2) การแปรรูปชีวมวลเหลือทิ้ง

**7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)**

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการพิจารณาจากการผลิตถ่านชีวภาพจากชีวมวลที่ยั่งยืนหรือชีวมวลเหลือทิ้ง และการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$LE_y = LE_{Biomass,y} + LE_{Biochar,TR} \quad \text{สมการที่ (5)}$$

โดยที่

- $LE_y$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี  $y$  ( $tCO_2/year$ )
- $LE_{Biomass,y}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนในปี  $y$  ( $tCO_2/year$ )
- $LE_{Biochar,TR}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี  $y$  ( $tCO_2/year$ )

**7.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืน ( $LE_{Biomass,y}$ )**

สำหรับการผลิตถ่านชีวภาพจากการใช้ชีวมวลที่ยั่งยืนนอกขอบเขตโครงการ ผู้พัฒนาโครงการต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ โดยให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-

TOOL-02-02 “การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการ สำหรับชีวมวล” ฉบับล่าสุด ในกิจกรรม

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

## 7.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ( $LE_{Biochar,TR}$ )

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพที่ผลิตได้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ในขอบเขตโครงการ คำนวณได้ดังนี้

$$LE_{Biochar,TR} = \sum D_y \times Q_y \times EF_{CO_2,i} \times 10^{-6} \quad \text{สมการที่ (6)}$$

โดยที่

$LE_{Biochar,TR}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี y (tCO<sub>2</sub>/year)

$D_y$  = ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปี y (km)

$Q_y$  = ปริมาณถ่านชีวภาพที่ถูกขนส่งในปี y (t biochar)

$EF_{CO_2,i}$  = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (g CO<sub>2</sub>/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 (tCO<sub>2</sub>e/year)

$BE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO<sub>2</sub>e/year)

$PE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO<sub>2</sub>e/year)

$LE_y$  = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO<sub>2</sub>e/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 <sub>PJ,y</sub>   |
| 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<br>ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่าล่าสุดที่ อบก. ประกาศ (ค่าเท่ากับ 0.0596) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากรายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน |

|                      |  |
|----------------------|--|
| วิธีการติดตามผล      | 1) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก<br>2) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้อัตลอดการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
| ความถี่ในการติดตามผล | กำหนดหนึ่งครั้งในปีแรกของรอบระยะเวลาคิดคาร์บอนเครดิต   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| พารามิเตอร์     | $EF_{Elec,y}$   |
| หน่วย           | tCO <sub>2</sub> /MWh   |
| ความหมาย        | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากโรงข่ายไฟฟ้า ในปี y  |
| แหล่งข้อมูล     | รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากการผลิตไฟฟ้าในโรงข่ายไฟฟ้าและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.  |
| วิธีการติดตามผล | <b>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</b><br>ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ<br><b>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</b><br>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 <sub>2</sub> e / t CH <sub>4</sub>   |
| ความหมาย             | ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน  |
| แหล่งข้อมูล          | ใช้ข้อมูลจากรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC Assessment Report) ที่จัดทำโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ที่ประกาศโดย อบก.  |
| วิธีการติดตามผล      | <p><u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u></p> <p>ใช้ค่า <math>GWP_{CH_4}</math> ล่าสุดตามที่ อบก. ประกาศ</p> <p><u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u></p> <p>ใช้ค่า <math>GWP_{CH_4}</math> ตามที่ อบก. สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก</p> |
| ความถี่ในการติดตามผล | -   |

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

|                      |  |
|----------------------|--|
| พารามิเตอร์          | $D_y$  |
| หน่วย                | km   |
| ความหมาย             | ระยะทางไปกลับระหว่างต้นทางและปลายทางของกิจกรรมการขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำใช้ประโยชน์ในปี 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 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>ลำดับ</th> <th>กระบวนการผลิต</th> <th>ค่า <math>Fperm</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>High temperature pyrolysis and gasification (&gt; 600 °C)</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Medium temperature pyrolysis (450-600 °C)</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Low temperature (350-450 °C)</td> <td>0.65</td> </tr> </tbody> </table> | 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 |
| 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 <sub>4</sub> / 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<br>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<br>2) ตรวจวัดจริง |
| ค่าการนำไปใช้ | 0.1 (สำหรับแหล่งที่มาของข้อมูลที่ 1)  |

|               |  |
|---------------|--|
| พารามิเตอร์   | $EF_{CO_2,i}$  |
| หน่วย         | t CO <sub>2</sub> /t km  |
| ความหมาย      | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับขนส่งถ่านชีวภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์   |
| แหล่งข้อมูล   | 1) ตรวจสอบจากการสืบเสาะเชื้อเพลิงฟอสซิล<br>2) ใช้ค่าคงที่  |
| ค่าการนำไปใช้ | กรณีเลือกแหล่งที่มาของข้อมูล 2 ให้ใช้ค่าดังนี้<br>1) กรณีขนส่งโดยรถยนต์เล็กใช้ค่า 245 (gCO <sub>2</sub> /t km)<br>2) กรณีขนส่งโดยรถยนต์ใหญ่ใช้ค่า 129 (gCO <sub>2</sub> /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 CO<sub>2</sub> Removal Edition 2025 V1

6) มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS

[https://webdesk.jsa.or.jp/books/W11M0090/index/?bunsyo\\_id=JIS+M+8812%3A2004](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 |