

T-VER-P-METH-12-01

**การกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย**

**(Methane Capture from Anaerobic Wastewater Treatment
for Utilization or Flaring)**

ฉบับที่ 01

Scope: 13 - Waste handling and disposal

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2566

1. ชื่อระเบียบวิธีการ	การกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย (Methane Capture from Anaerobic Wastewater Treatment for Utilization or Flaring)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม
3. สาขาและขอบข่าย (Sectoral Scope)	13 - Waste handling and disposal (การจัดการและกำจัดของเสีย)
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการกักเก็บก๊าซมีเทนจากกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศ (Anaerobic treatment system) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย
5. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	เป็นโครงการที่มีการดำเนินกิจกรรมกักเก็บก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียหรือตะกอนด้วยระบบบำบัดแบบไร้อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายก๊าซมีเทนก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศด้วยวิธีการเดียวหรือหลายวิธีการ ดังนี้ 1) การติดตั้งระบบบำบัดแบบไร้อากาศและรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายใหม่ (Greenfield) 2) การติดตั้งระบบบำบัดแบบไร้อากาศและรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายเพิ่มเติม 3) การติดตั้งระบบบำบัดแบบไร้อากาศและรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายทดแทนระบบบำบัดเดิมที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ หรือไม่มีระบบรวบรวมก๊าซมีเทน

<p>6. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ในกรณีที่กรณีฐานเป็นบ่อบำบัดน้ำเสียไร้อากาศแบบเปิด จะต้องมีความลึกของบ่อไม่น้อยกว่า 2 เมตร ไม่มีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศ และมีการกำจัดตะกอนออกอย่างน้อยทุก ๆ 30 วัน 2. ก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ประโยชน์ โดยมีลักษณะที่เข้าข่ายอย่างน้อยข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 2.1) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) หรือผลิตไฟฟ้าโดยตรง 2.2) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล หรือผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่ได้ปรับปรุงคุณภาพแล้วบรรจุลงถัง ในกรณีที่มีการจำหน่ายถึงที่บรรจุก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตของโครงการ จะต้องมีการประกันการใช้ก๊าซชีวภาพผ่านสัญญาระหว่างผู้จำหน่ายก๊าซชีวภาพบรรจุถึงกับผู้ใช้ปลายทาง เพื่อไม่ให้เกิดการนับซ้ำภายใต้กิจกรรมเดียวกัน 2.3) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล หรือผลิตไฟฟ้า หลังจากปรับปรุงคุณภาพและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและจำหน่ายผ่านโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ 2.3.2) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและขนส่งก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วผ่านเครือข่ายท่อเฉพาะไปยังกลุ่มผู้ใช้ปลายทาง 2.3.3) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการขนส่ง (เช่น ขนส่งโดยรถบรรทุก) ไปยังจุดจำหน่ายสำหรับผู้ใช้ปลายทาง 2.4) ผลิตไฮโดรเจน 2.5) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง
<p>7. วันเริ่มดำเนินโครงการ (Project Starting Date)</p>	<p>วันที่เจ้าของโครงการ (ผู้ว่าจ้าง) และผู้รับจ้างได้มีการลงนามร่วมกันในสัญญาจ้างก่อสร้างโครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะพัฒนาเป็นโครงการ T-VER</p>

รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย

1. กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 1 แหล่งกำเนิดและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	การใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิล	CO ₂	การใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและกากตะกอน
	กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
	กระบวนการบำบัดกากตะกอน	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศ
	กระบวนการบำบัดน้ำเสียขั้นหลัง	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ/ทะเลสาบ/ทะเล
	กระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้าย	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นสุดท้ายจากกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศ
การดำเนินโครงการ	การใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิล	CO ₂	การใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและกากตะกอน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพ
	กระบวนการบำบัดกากตะกอน	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพ
	กระบวนการบำบัดน้ำเสียขั้นหลัง	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ/ทะเลสาบ/ทะเล
	กระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้าย	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นสุดท้ายจากกระบวนการบำบัด
	การรั่วไหลของก๊าซมีเทน	CH ₄	การรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบผลิตและกักเก็บก๊าซชีวภาพ
	การเผาทำลายก๊าซมีเทน	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของระบบเผาทำลายก๊าซมีเทน
	การกักเก็บชีวมวล	CH ₄	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกักเก็บชีวมวลภายใต้สภาวะไร้อากาศซึ่งจะไม่เกิดขึ้นในกรณีฐาน
นอกขอบเขตโครงการ	-	-	หากเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมโครงการถ่ายโอนจากกิจกรรมอื่น จะต้องพิจารณาและประเมินผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ

2. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

2.1 ลักษณะโครงการ

เป็นโครงการที่มีกิจกรรมกักเก็บก๊าซมีเทนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบไร้อากาศ ร่วมกับการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยมีลักษณะที่เข้าข่ายดังนี้

1) เป็นโครงการที่มีกิจกรรมกักเก็บก๊าซมีเทนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการหรือระบบบำบัดแบบไร้อากาศ โดยมีลักษณะที่เข้าข่ายดังนี้

- 1.1) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย ทดแทนการบำบัดน้ำเสียหรือบำบัดกากตะกอนแบบใช้อากาศ
 - 1.2) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยไม่มีการบำบัดกากตะกอน
 - 1.3) การบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย
 - 1.4) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย เช่น ถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศ บ่อหมักแบบไร้อากาศ ถังบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ หรือกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ในลักษณะการติดตั้งระบบใหม่
 - 1.5) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยมีหรือไม่มีการบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศและน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัด
 - 1.6) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยมีหรือไม่มีการบำบัดกากตะกอน ร่วมกับการบำบัดน้ำเสียชั้นหลังที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพ (เช่น การบำบัดน้ำเสียในเครื่องปฏิกรณ์แบบไร้อากาศที่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพตามด้วยบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบอดินโดยไม่ได้กักเก็บก๊าซมีเทน)
2. มีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ โดยมีลักษณะที่เข้าข่ายดังนี้

- 2.1) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) หรือผลิตไฟฟ้าโดยตรง
- 2.2) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) หรือผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่ได้ปรับปรุงคุณภาพแล้วบรรจุลงถัง ในกรณีมีการจำหน่ายถึงที่บรรจุก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตของโครงการ จะต้องมีการประกันการใช้ก๊าซชีวภาพผ่านสัญญา ระหว่างผู้จำหน่ายก๊าซชีวภาพบรรจุถึงกับผู้รับปลายทางเพื่อไม่ให้เกิดการนับซ้ำภายใต้กิจกรรมเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังภาคผนวก 1
- 2.3) ผลิตความร้อน ผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) หรือผลิตไฟฟ้าหลังจากปรับปรุงคุณภาพและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและจำหน่ายผ่านโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

2.3.2) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและขนส่งก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วผ่านเครือข่ายท่อเฉพาะไปยังกลุ่มผู้ใช้ปลายทาง

2.3.3) การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการขนส่ง (เช่น ขนส่งโดยรถบรรทุก) ไปยังจุดจำหน่ายสำหรับผู้บริโภคปลายทาง

2.4) ผลิตไฮโดรเจน

2.5) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง

2.2 ขอบเขตของโครงการ

เป็นพื้นที่ที่อยู่ภายใต้กิจกรรมการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย โดยกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดจากกักเก็บก๊าซมีเทน รวมถึงการนำก๊าซมีเทนไปเผาทำลายจะถูกนำมาพิจารณาทั้งหมด

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) ข้อมูลกรณีฐานสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียหรือตะกอนแบบไร้อากาศ ร่วมกับการนำก๊าซมีเทนไปเผาทำลาย ดังนั้น ข้อมูลกรณีฐานจะพิจารณาโดยการปรับแก้ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองของแบบจำลอง โดยยึดหลักการ Conservativeness Factor ตามแนวทาง IPCC good practice guidance เพื่อให้ค่าต่ำกว่าการดำเนินงานปกติของโครงการ

5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

$$BE_y = BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{S,final,y} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

$BE_{power,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

- $BE_{ww,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $BE_{s,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $BE_{ww,discharge,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $BE_{S,final,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสลายตัวแบบไร้อากาศของกากตะกอนขั้นสุดท้ายจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

ค่าที่ใช้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานตามสมการที่ (1) เช่น ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ปริมาณกากตะกอนโดยน้ำหนักแห่ง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปริมาณน้ำเสียที่บำบัด ปริมาณกากตะกอนขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นต่อปริมาณ COD ที่ ถูกกำจัด และพารามิเตอร์อื่นๆ เป็นต้น มีรายละเอียดในการพิจารณา ดังนี้

- 1) ใช้ข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 1 ปีก่อนการดำเนินกิจกรรมโครงการ
- 2) กรณีระบบบำบัดน้ำเสียเดิม (กรณีฐาน) ของโครงการมีการดำเนินงานมาแล้วอย่างน้อย 3 ปี และไม่มีข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน จากแนวทางการคำนวณ ดังนี้
 - 2.1) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ของพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y เช่น ประสิทธิภาพการกำจัด COD อัตราการใช้พลังงานจำเพาะ อัตราการผลิตกากตะกอนจำเพาะ เป็นต้น
 - 2.2) ค่าคาดการณ์ของพารามิเตอร์ที่จำเป็นในเอกสารข้อเสนอโครงการ (Project Design Document หรือ PDD) เช่น ประสิทธิภาพการกำจัด COD อัตราการใช้พลังงานจำเพาะ และ อัตราการผลิตกากตะกอนจำเพาะ เป็นต้น ควรมีตรวจวัดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นเวลาอย่างน้อย 10 วัน ในช่วงเวลาที่เป็นตัวแทนของสภาวะการทำงานทั่วไปของระบบ และสภาวะแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิ ฯลฯ) และต้องใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัดคูณด้วย 0.89 จากการพิจารณาค่าความไม่แน่นอน (ค่าความไม่แน่นอนช่วง 30% - 50%)
 - 2.3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานจะใช้ค่าต่ำสุด จากผลลัพธ์ที่ได้ระหว่างข้อ 2.1 และ 2.2

- 3) กรณีโครงการบำบัดน้ำเสียใหม่ และการติดตั้งระบบบำบัดเพิ่มเติม หรือโครงการที่มีอยู่เดิม โดยไม่มีข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้
 - 3.1) สำหรับโครงการที่ไม่มีข้อมูลย้อนหลังการดำเนินการ 3 ปี ให้ดำเนินการตามข้อ 2
 - 3.2) สำหรับโครงการบำบัดน้ำเสียใหม่ และการติดตั้งระบบบำบัดเพิ่มเติม ดำเนินการตามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งต่อไปนี้

3.2.1) ให้ใช้ค่าที่ได้จากการการตรวจวัดจากโครงการอื่นที่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีที่คล้ายคลึงกันกับกรณีฐาน เช่น เทคโนโลยีระบบบำบัด คุณลักษณะน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย เป็นต้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้แล้วคูณด้วย 0.89 โดยมีเงื่อนไขการตรวจวัดค่าดังนี้

(1) ใช้แหล่งที่มาของน้ำเสียจำนวน 2 แห่ง (น้ำเสียที่บำบัดในโครงการที่เลือก และจากกิจกรรมของโครงการ) ที่เป็นประเภทเดียวกัน เช่น น้ำเสียชุมชนหรือน้ำเสียอุตสาหกรรม

(2) โครงการที่ถูกเลือกและโครงการจากกรณีฐานที่ใช้เทคโนโลยีการบำบัดแบบเดียวกัน (เช่น บ่อบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ บ่อบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง) และระยะเวลาที่เก็บน้ำเสีย (Hydraulic retention times) แตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

(3) กรณีโครงการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกเลือก และจากกรณีฐานต้องมีการใช้วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตประเภทเดียวกัน ในอีกกรณีหนึ่งน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันอาจเทียบเคียงกันได้ หากเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- อัตราส่วนค่า COD ต่อค่า BOD ที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20 (เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ) และ
- อัตราส่วนค่า Total COD (TCOD) ต่อค่า Soluble COD (SCOD) ที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20 (เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของสารอินทรีย์แขวนลอย และความสามารถในการสร้างกากตะกอน)

3.2.2) ใช้ค่าที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากผู้ผลิต/ผู้ออกแบบกระบวนการบำบัดน้ำเสียใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีและน้ำเสียประเภทเดียวกันกับกิจกรรมของโครงการ และเป็นตามหลักการอนุรักษ์ เช่น ข้อมูลค่าเฉลี่ยจากโรงงาน 20 อันดับแรกที่มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตัน COD ที่ถูกกำจัดต่ำที่สุด ของโรงงานที่มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ประเภทเดียวกันกับกิจกรรมของโครงการในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา

5.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลกรณีฐาน

การใช้พลังงานต้องรวมถึงอุปกรณ์/อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสียและกากตะกอนในกรณีฐาน หากกรณีฐานมีการนำก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ใหม่เพื่อจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์เสริม ควรมีการนำมาพิจารณาตามนั้นโดยใช้ค่า emission factor = 0 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{power,y} = BE_{EC,y} + BE_{FF,y} \quad \text{สมการที่ (2)}$$

โดยที่

$BE_{power,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

$BE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

$BE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

5.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการสามารถคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า และการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในโครงข่ายไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

$$BE_{EC,y} = \sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{EF,j,y} \times (1 + TDL_{j,y}) \quad \text{สมการที่ (3)}$$

โดยที่

$BE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

$EC_{BL,j,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการในแหล่งการใช้ไฟฟ้า j ในปี y (MWh/year)

$EF_{Elec,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO₂/MWh)

$TDL_{j,y}$ = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังแหล่งกำเนิด j ในปี y

j = แหล่งที่มาของการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ

5.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ให้ใช้เครื่องมือการคำนวณของ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

5.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียกรณีฐาน

การปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียในกรณีฐาน โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพการกำจัด COD ของโรงงานกรณีฐาน

$$BE_{\text{ww,treatment,y}} = \sum_i (Q_{\text{ww,i,y}} \times \text{COD}_{\text{inflow,i,y}} \times \eta_{\text{COD,BL,i}} \times \text{MCF}_{\text{ww,treatment,BL,i}} \times B_{\text{o,ww}} \times \text{UF}_{\text{BL}} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}) \quad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยที่

- $BE_{\text{ww,treatment,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $Q_{\text{ww,i,y}}$ = ปริมาณน้ำเสียของโครงการที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียประเภท i ในปี y (m³/year)
กรณีการคำนวณค่าใน PDD (ER_{ex-ante}) สามารถใช้ปริมาณน้ำเสียจากการประเมินหรือค่าออกแบบไว้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศได้ ทั้งนี้การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริง (ER_{ex-post}) จะต้องขึ้นอยู่กับกรตรวจวัดปริมาณน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดตามจริง
- $\text{COD}_{\text{inflow,i,y}}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐานประเภท i ในปี y (t COD/m³) ค่าเฉลี่ยอาจจะใช้การสุ่มตัวอย่างด้วยระดับความเชื่อมั่น/ความแม่นยำเท่ากับ 90/10
- $\eta_{\text{COD,BL,i}}$ = ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐานประเภท i
- $\text{MCF}_{\text{ww,treatment,BL,i}}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐานประเภท i
- $B_{\text{o,ww}}$ = อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (kgCH₄/kgCOD_{removal})
- UF_{BL} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองในกรณีฐาน
- GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO₂eq/tCH₄)
- i = ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐาน

5.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนกรณีฐาน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนในกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

5.3.1 กรณีการกำจัดกากตะกอนด้วยกระบวนการบำบัดกากตะกอน

$$BE_{s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} \times MCF_{s,treatment,BL,j} \times DOC_s \times UF_{BL} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (5)}$$

โดยที่

$BE_{s,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

$S_{j,BL,y}$ = ปริมาณกากตะกอนน้ำหนักแห้งที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดกากตะกอนในกรณีฐานประเภท j ในปี y (t)

กรณีการคำนวณค่าใน PDD (ER_{ex-ante}) สามารถใช้ปริมาณกากตะกอนจากการประเมินหรือค่าออกแบบไว้จากกระบวนการบำบัดกากตะกอนได้ ทั้งนี้ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริง (ER_{ex-post}) จะต้องขึ้นอยู่กับ การตรวจวัดปริมาณกากตะกอนที่ผ่านการบำบัดตามจริง

j = ประเภทกระบวนการบำบัดกากตะกอน

$MCF_{s,treatment,BL,j}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากกรณีฐานประเภท j

DOC_s = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่ไม่ผ่านการบำบัดในปี y (fraction, dry basis)

UF_{BL} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองในกรณีฐาน

DOC_F = สัดส่วนของปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่เปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ

F = สัดส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ

5.3.2 กรณีการกำจัดกากตะกอนด้วยกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก

$$BE_{s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} \times EF_{composting} \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (6)}$$

โดยที่

- $S_{j,BL,y}$ = ปริมาณกากตะกอนน้ำหนักแห้งที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดกากตะกอนในกรณีฐาน ประเภท j ในปี y (t)
 กรณีการคำนวณค่าใน PDD ($ER_{ex-ante}$) สามารถใช้ปริมาณกากตะกอนจากการประเมินหรือค่าออกแบบไว้จากกระบวนการบำบัดกากตะกอนได้ ทั้งนี้ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริง ($ER_{ex-post}$) จะต้องขึ้นอยู่กับ การตรวจวัดปริมาณกากตะกอนที่ผ่านการบำบัดตามจริง
- $EF_{composting}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก ($t\ CH_4 / t$ กากตะกอนน้ำหนักแห้ง)
- GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2eq/tCH_4)

ในกรณีที่ระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐานแตกต่างจากระบบบำบัดน้ำเสียจากการดำเนินโครงการ อาจส่งผลให้อัตราการเกิดกากตะกอนแตกต่างกัน ตัวอย่าง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งจะมีปริมาณกากตะกอนมากกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ดังนั้น ปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นสำหรับในช่วงระยะเวลาติดตามผล สามารถคำนวณค่า $S_{j,BL,y}$ ได้ดังนี้

$$S_{j,BL,y} = S_{i,PJ,y} \times \frac{SGR_{BL}}{SGR_{PJ}} \quad \text{สมการที่ (7)}$$

โดยที่

- $S_{i,PJ,y}$ = ปริมาณของกากตะกอนน้ำหนักแห้งที่บำบัดแล้วจากกระบวนการบำบัดกากตะกอน i ในปี y จากการดำเนินโครงการ (t)
- SGR_{BL} = อัตราส่วนการสร้างกากตะกอนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกรณีฐาน (t กากตะกอนน้ำหนักแห้ง / t COD removed)
- SGR_{PJ} = อัตราส่วนการสร้างกากตะกอนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากการดำเนินโครงการ (t กากตะกอนน้ำหนักแห้ง / t COD removed) คำนวณโดยใช้ค่าการกำจัด COD (เช่น $COD_{inflow,i} - COD_{outflow,i}$) และการสร้างกากตะกอนจากการดำเนินโครงการ

5.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำกรณีฐาน

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} \times GWP_{CH_4} \times B_{o,ww} \times UF_{BL} \times COD_{ww,discharge,BL,y} \times MCF_{ww,BL,discharge} \quad \text{สมการที่ (8)}$$

โดยที่

- $BE_{ww,discharge,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำกรณพื้นฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $Q_{ww,y}$ = ปริมาณน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียในปี y (t)
- UF_{BL} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลอง ในกรณพื้นฐาน
- $COD_{ww,discharge,BL,y}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วและปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (tCOD/m³)
 หากกรณพื้นฐาน คือ การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัด ดังนั้นใช้ค่า COD ของน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัด
- $MCF_{ww,BL,discharge}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับการปล่อยน้ำเสียในกรณพื้นฐาน

5.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสลายตัวของกากตะกอนขั้นสุดท้ายแบบไร้อากาศกรณพื้นฐาน

$$BE_{S,final,y} = S_{final,BL,y} \times DOC_s \times UF_{BL} \times MCF_{s,BL,final} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH4} \quad \text{สมการที่ (9)}$$

โดยที่

- $BE_{S,final,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสลายตัวของกากตะกอนขั้นสุดท้ายแบบไร้อากาศกรณพื้นฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)
- $S_{final,BL,y}$ = ปริมาณของกากตะกอนน้ำหนักแห้งขั้นสุดท้ายจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียกรณพื้นฐาน ในปี y (t)
 ในกรณกระบวนการบำบัดน้ำเสียกรณพื้นฐานแตกต่างจากการดำเนินโครงการ จะต้องปรับปรุงค่าปริมาณของกากตะกอนน้ำหนักแห้งขั้นสุดท้ายที่ได้จากการตรวจวัดที่เกิดจากการดำเนินโครงการ ($S_{final,PJ,y}$) ด้วยอัตราส่วนการสร้างตะกอนของโครงการและจากกรณตามสมการที่ (6) ข้างต้น
- $MCF_{s,BL,final}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้ายกรณพื้นฐาน
- UF_{BL} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองในกรณพื้นฐาน

ทั้งนี้ในกรณกากตะกอนถูกควบคุมการเผาไหม้หรือกำจัดในหลุมฝังกลบที่มีการดักจับก๊าซชีวภาพ หรือใช้เป็นสารปรับปรุงดินในสภาวะใช้อากาศ ค่า $BE_{S,final,y}$ เท่ากับ 0

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้นคิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซมีเทน (CH₄) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_y = PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{S,final,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flare,y} \quad \text{สมการที่ (10)}$$

โดยที่

- PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{power,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{ww,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{s,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{ww,discharge,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{S,final,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นตอนสุดท้ายแบบไร้อากาศจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{fugitive,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{biomass,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของชีวมวลที่กักเก็บไว้ในสภาวะไร้อากาศจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $PE_{flare,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ในปี y (tCO₂eq/year)

6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{power,y} = PE_{EC,y} + PE_{FF,y} \quad \text{สมการที่ (11)}$$

โดยที่

- $PE_{power,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

$PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)

6.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{EC,y} = \sum_j EC_{PJ,j,y} \times EF_{Elec,y} \times (1 + TDL_{j,y}) \quad \text{สมการที่ (12)}$$

โดยที่

$PE_{EC,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)

$EC_{PJ,j,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการในแหล่งการใช้ไฟฟ้า j ในปี y (MWh/year)

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

$TDL_{j,y}$ = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังแหล่งกำเนิด j ในปี y

j = แหล่งที่มาของการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ

6.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล สามารถคำนวณได้โดยอ้างอิงเครื่องมือ T-VER-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

6.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ

$$PE_{ww,treatment,y} = (Q_{ww,k,y} \times COD_{inflow,k,y} \times \eta_{PJ,k,y} \times MCF_{ww,treatment,PJ,k}) \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (13)}$$

โดยที่

$PE_{ww,treatment,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพในปี y ($tCO_2eq/year$)

$Q_{ww,k,y}$ = ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k ($m^3/year$)

$COD_{inflow,k,y}$	=	ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k ($tCOD/m^3$)
$\eta_{PJ,k,y}$	=	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า COD ของน้ำเสียจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k
$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	=	ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k
$B_{o,ww}$	=	อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ($kgCH_4/kgCOD_{removal}$)
UF_{PJ}	=	ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองจากการดำเนินโครงการ
GWP_{CH_4}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2e/tCH_4)
k	=	ประเภทของกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากการดำเนินโครงการ

6.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่ไม่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ

$$PE_{s,treatment,y} = S_{i,PJ,y} \times MCF_{s,treatment,l} \times DOC_s \times UF_{PJ} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (14)}$$

โดยที่

$PE_{s,treatment,y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)
$S_{i,PJ,y}$	=	ปริมาณของแห้งในกากตะกอนที่บำบัดแล้วจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (t)
i	=	ประเภทกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากการดำเนินโครงการ
$MCF_{s,treatment,l}$	=	ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนประเภท i จากการดำเนินโครงการ
DOC_s	=	ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่ไม่ผ่านการบำบัดโดยกระบวนการบำบัดกากตะกอน i (fraction, dry basis)
UF_{PJ}	=	ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจากการดำเนินโครงการ
DOC_F	=	สัดส่วนของปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่เปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ
F	=	สัดส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ

6.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากการดำเนินโครงการ

$$PE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,i,y} \times GWP_{CH_4} \times B_{o,ww} \times UF_{PJ} \times COD_{ww,discharge,PJ,y} \times MCF_{ww,PJ,discharge} \quad \text{สมการที่ (15)}$$

โดยที่

- $PE_{ww,discharge,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $Q_{ww,i,y}$ = ปริมาณน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียในปี y (m³)
- UF_{PJ} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองจากการดำเนินโครงการ
- $COD_{ww,discharge,PJ,y}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (t/m³)
- $MCF_{ww,PJ,discharge}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับการปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัด

6.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นสุดท้ายแบบไร้อากาศ จากการดำเนินโครงการ

$$PE_{S,final,y} = S_{final,PJ,y} \times DOC_s \times UF_{PJ} \times MCF_{s,PJ,final} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (16)}$$

โดยที่

- $PE_{S,final,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นสุดท้ายแบบไร้อากาศจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)
- $S_{final,PJ,y}$ = ปริมาณของแห้งในกากตะกอนที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้าย ในปี y (t)
- $MCF_{s,PJ,final}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้าย
- UF_{PJ} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองจากการดำเนินโครงการ

ทั้งนี้ในกรณีกากตะกอนถูกควบคุมการเผาไหม้หรือกำจัดในหลุมฝังกลบที่มีการดักจับก๊าซชีวภาพหรือใช้เป็นสารปรับปรุงดินในสภาวะใช้อากาศ ค่า $PE_{S,final,y}$ เท่ากับ 0

6.6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ คำนวณได้ดังนี้

6.6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพจากศักยภาพการปล่อยก๊าซมีเทนของน้ำเสียและ/หรือตะกอน คำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{fugitive},y} = PE_{\text{fugitive},\text{ww},y} + PE_{\text{fugitive},\text{s},y} \quad \text{สมการที่ (17)}$$

โดยที่

$PE_{\text{fugitive},\text{ww},y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂eq/year)

$PE_{\text{fugitive},\text{s},y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂eq/year)

1) ค่า $PE_{\text{fugitive},\text{ww},y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{fugitive},\text{ww},y} = (1 - CFE_{\text{ww}}) \times MEP_{\text{ww,treatment},y} \times GWP_{\text{CH}_4} \quad \text{สมการที่ (18)}$$

โดยที่

CFE_{ww} = ค่าประสิทธิภาพของการเก็บก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

$MEP_{\text{ww,treatment},y}$ = ศักยภาพการปล่อยก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ติดตั้งระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพในปี y (t)

ค่า $MEP_{\text{ww,treatment},y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$MEP_{\text{ww,treatment},y} = Q_{\text{ww},y} \times B_{0,\text{ww}} \times UF_{\text{PJ}} \times \sum_k \text{COD}_{\text{removed,PJ,k,y}} \times MCF_{\text{ww,treatment,PJ,k}} \quad \text{สมการที่ (19)}$$

โดยที่

$\text{COD}_{\text{removed,PJ,k,y}}$ = ค่า COD ที่ถูกกำจัดด้วยกระบวนการบำบัดประเภท k ของกิจกรรมโครงการที่ติดตั้งระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ ในปี y (t/m³)

$MCF_{\text{ww,treatment,PJ,k}}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพประเภท k

UF_{PJ} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลอง จากการดำเนินโครงการ

2) ค่า $PE_{fugitive,s,y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$PE_{fugitive,s,y} = (1 - CFE_s) \times MEP_{s,treatment,y} \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (20)}$$

โดยที่

CFE_s = ค่าประสิทธิภาพของการเก็บก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ของกระบวนการบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศ

$MEP_{s,treatment,y}$ = ศักยภาพการปล่อยก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่ติดตั้งระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพในปี y (t)

ค่า $MEP_{s,treatment,y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$MEP_{s,treatment,y} = \sum_i (S_{i,PJ,y} \times MCF_{s,treatment,PJ,i}) \times DOC_s \times UF_{PJ} \times DOC_F \times F \times 16/12 \quad \text{สมการที่ (21)}$$

โดยที่

$S_{i,PJ,y}$ = ปริมาณกากตะกอนที่ผ่านการบำบัดจากกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพ ในปี y (t)

$MCF_{s,treatment,PJ,i}$ = ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนที่มีการกักเก็บก๊าซชีวภาพประเภท i

UF_{PJ} = ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลอง จากการดำเนินโครงการ

6.6.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพโดยใช้ค่าอ้างอิงเท่ากับ $0.05 \text{ m}^3 \text{ biogas leaked/m}^3 \text{ biogas produced}$ แทนการคำนวณตามสมการ (17) ถึง (21)

6.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากย่อยสลายของชีวมวลที่กักเก็บไว้ในสภาวะไร้อากาศจากการดำเนินโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากย่อยสลายของชีวมวล สามารถคำนวณได้โดยอ้างอิงเครื่องมือ T-VER-P-TOOL-02-03 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย" ฉบับล่าสุด

ตัวอย่างเช่น กรณีฐานโครงการมีการใช้ทะเลาะปาล์มเป่าเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ จากการดำเนินโครงการมีการใช้ก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำทดแทนทะเลาะปาล์มเป่า ทำให้ไม่มีการใช้ทะเลาะปาล์มอีกต่อไป อาจจะก่อให้เกิดการกักเก็บทะเลาะปาล์มเป่าเป็นเวลาระยะนาน ซึ่งอาจนำไปสู่เกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศปล่อยก๊าซมีเทนได้

6.8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของระบบเผาก๊าซชีวภาพ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของระบบเผาก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณได้โดยอ้างอิงเครื่องมือ T-VER-P-TOOL-02-04 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ" ฉบับล่าสุด

7. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

หากเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมโครงการถ่ายโอนจากกิจกรรมอื่น ผู้พัฒนาโครงการจะต้องพิจารณาและประเมินผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ

8. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะต้องถูกประเมินก่อนล่วงหน้าในเอกสารข้อเสนอโครงการ (PDD) โดยใช้สมการในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน การดำเนินโครงการและนอกขอบเขตโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante}) \quad \text{สมการที่ (22)}$$

โดยที่

$$ER_{y,ex\ ante} = \text{ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคำนวณตาม PDD ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{eq/year)}$$

$$BE_{y,ex\ ante} = \text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคำนวณตาม PDD จากกรณีฐาน ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{eq/year)}$$

$$PE_{y,ex\ ante} = \text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคำนวณตาม PDD จากการดำเนินโครงการ ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{eq/year)}$$

$$LE_{y,ex\ ante} = \text{การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคำนวณตาม PDD นอกขอบเขตโครงการ ในปี } y \text{ (tCO}_2\text{eq/year)}$$

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจริง ($ER_{y,ex\ post}$)

1) กรณีที่ใช้เทคโนโลยีตามข้อ (1.2) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยไม่มีการบำบัดกากตะกอน (1.3) การบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย (1.4) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย เช่น ถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศ บ่อหมักแบบไร้อากาศ ถังบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ หรือกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ในลักษณะการติดตั้งระบบใหม่ และ (1.6) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยมีหรือไม่มีการบำบัดกากตะกอน ร่วมกับการบำบัดน้ำเสียขั้นหลังที่ไม่มีการกักเก็บ

ก๊าซชีวภาพ อาจจะเป็นไปได้ที่การดำเนินกิจกรรมโครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียหรือตะกอนจะมีค่า MCF มากกว่า หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบบำบัดน้ำเสียและกากตะกอนจากกรณีฐาน และจะต้องมีการตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย (MD_y) ในช่วงระยะเวลาที่คิดคาร์บอนเครดิต

ดังนั้น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงจำกัดอยู่ที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ลบด้วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการจากการตรวจวัดจริงโดยพิจารณาจากค่าต่ำสุดที่คำนวณได้ตามสมการ

$$ER_{y,ex\ post} = \text{Min} \left((BE_{y,ex\ post} - PE_{y,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}), \right. \quad \text{สมการที่ (23)}$$

$$\left. (MD_y - PE_{power,y} - PE_{biomass,y} - LE_{y,ex\ post}) \right)$$

โดยที่

- $ER_{y,ex\ post}$ = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริงในปี y ($tCO_2eq/year$)
- $BE_{y,ex\ post}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริงจากกรณีฐานในปี y ($tCO_2eq/year$)
- $PE_{y,ex\ post}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริงจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)
- $LE_{y,ex\ post}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตรวจวัดจริงนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2eq/year$)
- MD_y = ปริมาณการกักเก็บก๊าซมีเทนที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายจากการดำเนินกิจกรรมโครงการ ในปี y ($tCO_2eq/year$)

ค่า MD_y สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$MD_y = BG_{burnt,y} \times w_{CH_4,y} \times D_{CH_4} \times FE \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (24)}$$

โดยที่

- $BG_{burnt,y}$ = ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ถูกเผาไหม้ (เผาทำลาย หรือนำไปใช้ประโยชน์) ในปี y (m^3)
- $w_{CH_4,y}$ = สัดส่วนปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพในปีที่ y (เศษส่วนโดยปริมาตร)
- D_{CH_4} = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่อุณหภูมิและความดันของก๊าซชีวภาพในปี y (t/m^3)
- FE = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ในปี y (สัดส่วน)

2) กรณีที่ใช้เทคโนโลยี (1.1) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย ทดแทนการบำบัดน้ำเสียหรือบำบัดกากตะกอนแบบใช้อากาศ และ (1.5) การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย โดยมีหรือไม่มีการบำบัดกากตะกอนแบบใช้อากาศและน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัด สามารถคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้ดังนี้

$$ER_y = BE_{y,ex\ post} - (PE_{y,ex\ post} + LE_{y,ex\ post}) \quad \text{สมการที่ (25)}$$

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
- (2) ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งควรจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และมีระยะเวลาเก็บรักษาเป็นไปตามแนวทางที่อบก. กำหนด หรือตามระบบคุณภาพขององค์กรแต่มีระยะเวลาไม่น้อยกว่าที่ อบก. กำหนด และควรตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องตามวิธีการติดตามผลที่ระบุในพารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลที่ระบุไว้ในตารางหัวข้อที่ 9.2

9.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

9.2.1 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลจากการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย

พารามิเตอร์	GWP_{CH_4}
หน่วย	tCO ₂ e/tCH ₄
ความหมาย	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน
แหล่งข้อมูล	ใช้ข้อมูลจากรายงานประเมินสถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC Assessment Report) ที่จัดทำโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC ที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	<p><u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ค่า GWP_{CH_4} ล่าสุดตามที่ อบก. ประกาศ <p><u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ค่า GWP_{CH_4} ตามที่ อบก. ประกาศ สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก

พารามิเตอร์	$Q_{ww,i,y}$, $Q_{ww,k,y}$
หน่วย	m ³ /year
ความหมาย	ปริมาณน้ำเสียของโครงการที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียประเภท i ปริมาณน้ำเสียของโครงการที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียประเภท k
แหล่งข้อมูล	
วิธีการติดตามผล	เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย
ความถี่ในการติดตามผล	ติดตามอย่างต่อเนื่อง (อย่างน้อยตรวจวัดทุกชั่วโมง)
ข้อคิดเห็นอื่นๆ	

พารามิเตอร์	$COD_{inflow,i,y}$, $COD_{inflow,k,y}$
หน่วย	tCOD/m ³
ความหมาย	ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท i ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k
แหล่งข้อมูล	ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (Standard Method) ฉบับล่าสุด
ความถี่ในการติดตามผล	ตัวอย่างและค่า COD ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%

พารามิเตอร์	$COD_{ww,discharge,BL,y}$
หน่วย	tCOD/m ³
ความหมาย	ค่าเฉลี่ย COD ที่ผ่านการบำบัดแล้วและปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากกรณีฐาน ในปี y
แหล่งข้อมูล	ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

วิธีการติดตามผล	ตรวจวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (Standard Method) ฉบับล่าสุด
ความถี่ในการติดตามผล	ตัวอย่างและค่า COD ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%

พารามิเตอร์	$COD_{ww, discharge, PJ, y}$
หน่วย	tCOD/m ³
ความหมาย	ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วและปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
แหล่งข้อมูล	ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (Standard Method) ฉบับล่าสุด
ความถี่ในการติดตามผล	ตัวอย่างและค่า COD ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%

พารามิเตอร์	$COD_{removed, PJ, k, y}$
หน่วย	tCOD/m ³
ความหมาย	ค่าเฉลี่ย COD ที่ถูกกำจัดด้วยกระบวนการบำบัดประเภท k ของกิจกรรมโครงการที่ติดตั้งระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ ในปี y
แหล่งข้อมูล	ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ
วิธีการติดตามผล	ตรวจวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (Standard Method) ฉบับล่าสุด
ความถี่ในการติดตามผล	ตัวอย่างและค่า COD ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%

พารามิเตอร์	$S_{i, PJ, y}, S_{final, PJ, y}, S_{final, BL, y}$
หน่วย	t
ความหมาย	<p>ปริมาณของกากตะกอนน้ำหนักแห้งที่บำบัดแล้วจากกระบวนการบำบัดกากตะกอน i ในปี y จากการดำเนินโครงการ</p> <p>ปริมาณของแห้งในกากตะกอนที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดกากตะกอนขั้นสุดท้ายในปี y</p> <p>ปริมาณของกากตะกอนน้ำหนักแห้งขั้นสุดท้ายจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียกรณีฐานในปี y</p>
แหล่งข้อมูล	
วิธีการตรวจวัด	<p>ตรวจวัดปริมาณกากตะกอนทั้งหมด (แบบเปียก) ปริมาตร และความหนาแน่นหรือการชั่งน้ำหนักโดยตรง อาจใช้เพื่อกำหนดปริมาณกากตะกอน (แบบเปียก) ซึ่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนจะถูกนำไปใช้กำหนดค่าความชื้นเพื่อคำนวณปริมาณกากตะกอนทั้งหมดแบบแห้ง</p> <p>กรณีกากตะกอนที่มีการจัดการโดยการเผาไหม้แบบถูกควบคุม การนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบที่มีการจัดการก๊าซมีเทน หรือการนำไปปรับปรุงดิน จะไม่พิจารณาการปล่อยก๊าซมีเทนจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศ แต่ผู้พัฒนาโครงการต้องมีการติดตามวิธีการจัดการกากตะกอนตลอดระยะเวลาการคิดคาร์บอนเครดิต</p> <p>กรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานพิจารณาถึงการย่อยสลายของกากตะกอนขั้นสุดท้ายแบบไร้อากาศด้วยวิธีการฝังกลบที่ไม่มีการจัดการก๊าซมีเทน ต้องมีการระบุวิธีการฝังกลบในกรณีฐานไว้ชัดเจน และทวนสอบโดยผู้ประเมินภายนอกสำหรับโครงการภาคสมัครใจ</p>
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจวัดปริมาณกากตะกอนแบบต่อเนื่อง หรือแบบรายครั้งและค่าความชื้นที่เป็น

	ตัวแทนจากการสุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%
--	---

พารามิเตอร์	$BG_{burnt,y}$
หน่วย	m^3
ความหมาย	ปริมาณก๊าซชีวภาพในปี y
แหล่งข้อมูล	-
วิธีการติดตามผล	ในทุกกรณี ปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำไปใช้ประโยชน์สำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิง เผาทำลาย หรือนำไปใช้ในทางอื่น (เช่น ผ่านโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ ผ่านเครือข่ายท่อเฉพาะไปยังกลุ่มผู้ใช้ปลายทาง) จะต้องได้รับการติดตามผล โดยใช้เครื่องวัดการไหลแบบต่อเนื่อง ในกรณีที่มีการตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพทั้งจากการนำไปใช้ประโยชน์และเผาทำลาย ให้นำมารวมกันเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพที่รวบรวมได้ทั้งหมด โดยไม่จำเป็นต้องตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่รวบรวมได้ก่อนการแยก และการตรวจวัดก๊าซมีเทนจะต้องดำเนินการใกล้กับตำแหน่งของการตรวจวัดการไหลของก๊าซชีวภาพ
ความถี่ในการติดตามผล	ติดตามอย่างต่อเนื่อง (อย่างน้อยรายชั่วโมง หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10%)

พารามิเตอร์	$W_{CH_4,y}$
หน่วย	%
ความหมาย	ปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพในปี y
แหล่งข้อมูล	
วิธีการติดตามผล	สัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพควรตรวจวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบต่อเนื่องหรือวิธีการอื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % และระดับความแม่นยำ 10% ต้องมีการตรวจวัดโดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถวัดปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพได้โดยตรง และไม่อนุญาตให้ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากการวัดองค์ประกอบของก๊าซอื่นๆ ได้ เช่น CO_2 ทั้งนี้การตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนจะต้องดำเนินการใกล้กับตำแหน่งของการตรวจวัดการไหลของก๊าซชีวภาพ
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	T
หน่วย	$^{\circ}C$
ความหมาย	อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพ
แหล่งข้อมูล	-
วิธีการติดตามผล	ต้องใช้อุณหภูมิของก๊าซชีวภาพเพื่อกำหนดความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่ถูกเผาทำลาย ทั้งนี้เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพสามารถตรวจวัดอัตราการไหล ความดัน และอุณหภูมิได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพแยกต่างหาก
ความถี่ในการติดตามผล	ให้ตรวจวัดพร้อมกับปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ ($W_{CH_4,y}$)

พารามิเตอร์	P
หน่วย	N/m ² หรือ Pa
ความหมาย	ความดันของก๊าซชีวภาพ
แหล่งข้อมูล	-
วิธีการติดตามผล	ต้องใช้ความดันของก๊าซชีวภาพเพื่อกำหนดความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่ถูกเผาทำลาย ทั้งนี้เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพสามารถตรวจวัดอัตราการไหล ความดัน และอุณหภูมิได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพแยกต่างหาก
ความถี่ในการติดตามผล	ให้ตรวจวัดพร้อมกับปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ ($W_{CH_4,y}$)

พารามิเตอร์	$\eta_{COD,BL,i}$
หน่วย	-
ความหมาย	ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบบำบัดน้ำเสียกรณีฐานประเภท i
แหล่งข้อมูล	-
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดจากค่า COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและค่า COD ที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	$\eta_{PJ,k,y}$
หน่วย	-
ความหมาย	ประสิทธิภาพการกำจัดค่า COD ของน้ำเสียจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภท k
แหล่งข้อมูล	-
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดจากค่า COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศและค่า COD ที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
ความถี่ในการติดตามผล	-

พารามิเตอร์	SGR_{PJ}
หน่วย	t กากตะกอนน้ำหนักแห้ง / t COD removed
ความหมาย	อัตราส่วนการสร้างกากตะกอนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากการดำเนินโครงการ
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวิเคราะห์
วิธีการติดตามผล	คำนวณจากการตรวจวัดการกำจัด COD (เช่น ส่วนต่างระหว่าง $COD_{inflow,i}$ กับ $COD_{outflow,i}$) และการสร้างกากตะกอนจากการดำเนินโครงการ

พารามิเตอร์	SGR_{BL}
หน่วย	t กากตะกอนน้ำหนักแห้ง / t COD removed
ความหมาย	อัตราส่วนการสร้างกากตะกอนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกรณีฐาน
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวิเคราะห์
วิธีการติดตามผล	คำนวณจากปริมาณกากตะกอนที่ผลิตได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และค่าเฉลี่ย COD ที่

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

	ถูกกำจัด
พารามิเตอร์	D_{CH_4}
หน่วย	t/m^3
ความหมาย	ความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่อุณหภูมิและความดันของก๊าซชีวภาพในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวิเคราะห์
วิธีการติดตามผล	คำนวณจากปริมาณก๊าซมีเทน อุณหภูมิและความดันของก๊าซชีวภาพ

9.2.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผลจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,i,y}$
หน่วย	MWh/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการในแหล่งการใช้ไฟฟ้า j ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล (ปริมาณไฟฟ้าที่หักออกจากการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองก่อนจ่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง)
ความถี่ในการติดตามผล	การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง และการบันทึกรายเดือนเป็นอย่างน้อย

พารามิเตอร์	TDL
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้า
แหล่งข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 รายงานการตรวจวัด กรณีที่มีข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ออกจากผู้ผลิตและปริมาณไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่า Default Value เท่ากับ 0.03 (3%)
วิธีการติดตามผล	1) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 1 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องมีการติดตามค่าดังกล่าวทุกปีตลอดการติดตามผลผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2) ถ้าใช้ทางเลือกที่ 2 ผู้พัฒนาโครงการจะต้องใช้ค่านี้ตลอดการติดตามผลผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ความถี่ในการติดตามผล	กำหนดหนึ่งครั้งในปีแรกของระยะเวลาคิดเครดิต
ขั้นตอน QA/QC	หากผลการวัดแตกต่างจากการวัดก่อนหน้านี้หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญ ให้ทำการวัดเพิ่มเติม
ข้อคิดเห็นอื่นๆ	-

พารามิเตอร์	$EF_{Elec,y}$
-------------	---------------

หน่วย	tCO ₂ /MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/ใช้พลังงานไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	<p>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</p> <p>ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ</p> <p>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</p> <p>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</p>

9.3 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$MCF_{ww,treatment,BL,i}$, $MCF_{ww,treatment,PJ,k}$, $MCF_{ww,BL,discharge}$, $MCF_{ww,PJ,discharge}$, $MCF_{s,treatment,BL,j}$, $MCF_{s,treatment,j}$, $MCF_{s,treatment,PJ,L}$																					
หน่วย	-																					
ความหมาย	ค่า Methane Correction Factor ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียหรือกากตะกอนแบบไร้อากาศ																					
ค่าที่นำไปใช้	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ประเภทกระบวนการบำบัดน้ำเสีย</th> <th>MCF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>การปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ทะเล แม่น้ำ หรือทะเลสาบ</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>การปล่อยน้ำทิ้งสู่ผิวดิน</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>การบำบัดแบบใช้อากาศ มีการจัดการที่ดี</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>การบำบัดแบบใช้อากาศ การจัดการไม่ดีหรือมีภาระมากเกินไป</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>ระบบหมักตะกอนแบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>ถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกน้อยกว่า 2 เมตร)</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกมากกว่า 2 เมตร)</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>บ่อเกรอะ</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table>		ประเภทกระบวนการบำบัดน้ำเสีย	MCF	การปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ทะเล แม่น้ำ หรือทะเลสาบ	0.1	การปล่อยน้ำทิ้งสู่ผิวดิน	0.1	การบำบัดแบบใช้อากาศ มีการจัดการที่ดี	0	การบำบัดแบบใช้อากาศ การจัดการไม่ดีหรือมีภาระมากเกินไป	0.3	ระบบหมักตะกอนแบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน	0.8	ถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน	0.8	บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกน้อยกว่า 2 เมตร)	0.2	บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกมากกว่า 2 เมตร)	0.8	บ่อเกรอะ	0.5
ประเภทกระบวนการบำบัดน้ำเสีย	MCF																					
การปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ทะเล แม่น้ำ หรือทะเลสาบ	0.1																					
การปล่อยน้ำทิ้งสู่ผิวดิน	0.1																					
การบำบัดแบบใช้อากาศ มีการจัดการที่ดี	0																					
การบำบัดแบบใช้อากาศ การจัดการไม่ดีหรือมีภาระมากเกินไป	0.3																					
ระบบหมักตะกอนแบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน	0.8																					
ถังปฏิกรณ์แบบไร้อากาศโดยไม่มีการกักเก็บก๊าซมีเทน	0.8																					
บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกน้อยกว่า 2 เมตร)	0.2																					
บ่อหมักแบบไร้อากาศ (ความลึกมากกว่า 2 เมตร)	0.8																					
บ่อเกรอะ	0.5																					
แหล่งข้อมูล	2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 5, CHAPTER 6, table 6.3)																					

พารามิเตอร์	$MCF_{s,BL,final}$, $MCF_{s,PJ,final}$
หน่วย	-
ความหมาย	ค่า Methane correction factor สำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนจากกรณีฐานและจากการดำเนินโครงการ
ค่าที่นำไปใช้	ตามเครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-02-03 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

แหล่งข้อมูล	-
-------------	---

พารามิเตอร์	UF_{BL}
หน่วย	-
ความหมาย	ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลอง ในกรณีฐาน
ค่าที่นำไปใช้	0.82
แหล่งข้อมูล	Annex III Table of conservativeness factors (Uncertainty rang 50%-100%) FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

พารามิเตอร์	UF_{PJ}
หน่วย	-
ความหมาย	ค่า Model correction factor สำหรับความไม่แน่นอนของแบบจำลองจากการดำเนินโครงการ
ค่าที่นำไปใช้	1.12
แหล่งข้อมูล	Annex III Table of conservativeness factors (Uncertainty rang 30%-50%) (FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.)

พารามิเตอร์	$B_{O,ww}$
หน่วย	$kgCH_4/kg COD_{removal}$
ความหมาย	อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย
ค่าที่นำไปใช้	0.25
แหล่งข้อมูล	2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 5, CHAPTER 6, table 6.2)

พารามิเตอร์	CFE_{ww}
หน่วย	-
ความหมาย	ประสิทธิภาพของระบบกักเก็บก๊าซมีเทนสำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ
ค่าที่นำไปใช้	0.90
แหล่งข้อมูล	หน้า 23 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 019

พารามิเตอร์	CFE_s
หน่วย	-
ความหมาย	ประสิทธิภาพของระบบกักเก็บก๊าซมีเทนสำหรับกระบวนการบำบัดกากตะกอนแบบไร้อากาศ
ค่าที่นำไปใช้	0.90
แหล่งข้อมูล	หน้า 24 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 019

พารามิเตอร์	FE
หน่วย	%

ความหมาย	ค่าประสิทธิภาพในการเผาไหม้
ค่าที่ใช้	ตามเครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-02-04 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการกรณีที่ก๊าซชีวภาพถูกเผาไหม้จากการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปเผาไหม้ในเครื่องยนต์ กำหนดค่าเป็น 100 %
แหล่งข้อมูล	-

พารามิเตอร์	F
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ
ค่าที่ใช้	0.5
แหล่งข้อมูล	หน้า 15 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 019

พารามิเตอร์	DOC _F
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนของปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่เปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ
ค่าที่ใช้	0.5
แหล่งข้อมูล	หน้า 15 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 019

พารามิเตอร์	DOC _s
หน่วย	สัดส่วนน้ำหนักแห้ง
ความหมาย	ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ของกากตะกอนที่ไม่ผ่านการบำบัดโดยกระบวนการบำบัดกากตะกอน i (fraction, dry basis)
ค่าที่ใช้	สำหรับกากตะกอนจากน้ำเสียชุมชน ใช้ค่า default 0.50 สำหรับกากตะกอนจากน้ำเสียอุตสาหกรรม ใช้ค่า default 0.257
แหล่งข้อมูล	หน้า 15 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 019

พารามิเตอร์	EF _{composting}
หน่วย	t CH ₄ / t sludge treated on a dry weight basis
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก
ค่าที่ใช้	0.01
แหล่งข้อมูล	Table 4.1, chapter 4, Volume 5, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

10. เอกสารอ้างอิง

Clean Development Mechanism (CDM)

AMS-III.H.: Methane recovery in wastewater treatment version 19.0

TOOL 03 : Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion version 03.0

TOOL 04 : Emissions from solid waste disposal sites version 08.0

TOOL 05 : Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation version 03.0

TOOL 06 : Project emissions from flaring version 04.0

ภาคผนวกที่ 1 ข้อกำหนดสำหรับการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการจำหน่าย

1. ขอบเขตการดำเนินโครงการ

ในกรณีของกิจกรรมโครงการมีการใช้ก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพและอัดถังสำหรับผลิตความร้อนหรือผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) และการผลิตไฟฟ้า และผลิตความร้อนหรือผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) และใช้ก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่างๆ สำหรับผลิตความร้อนหรือผลิตเป็นพลังงานกล (เช่น เครื่องบด เป็นต้น) และการผลิตไฟฟ้า ขอบเขตโครงการจะรวมถึงกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ และการอัดถังแรงดัน เครือข่ายท่อเฉพาะไปยังกลุ่มผู้ใช้ปลายทาง/โครงข่ายก๊าซธรรมชาติจากระบบบำบัดน้ำเสียไปยังผู้ใช้ปลายทาง และสิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่อโดยตรง

2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน

ในกรณีของกิจกรรมโครงการมีการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและจำหน่ายผ่านโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_{\text{injection},y} = E_{\text{ug},y} \times CEF_{\text{NG}} \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดยที่

$BE_{\text{injection},y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจำหน่ายก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงแล้วผ่านโครงข่ายก๊าซธรรมชาติในปีที่ y ($\text{tCO}_2\text{eq/year}$)

$E_{\text{ug},y}$ = ปริมาณพลังงานที่ใช้ส่งก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงแล้วในกิจกรรมโครงการไปยังโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ ในปีที่ y (TJ)

CEF_{NG} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของก๊าซธรรมชาติ ($\text{t CO}_2\text{e/TJ}$)

1) $E_{\text{ug},y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$E_{\text{ug},y} = Q_{\text{ug},y} \times NCV_{\text{ug},y} \quad \text{สมการที่ (2)}$$

โดยที่

$Q_{\text{ug},y}$ = ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วที่ทดแทนการใช้ก๊าซธรรมชาติจากโครงข่ายก๊าซธรรมชาติในปี y (kg หรือ m^3)

$NCV_{\text{ug},y}$ = มูลค่าความร้อนสุกของก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว ในปีที่ y (TJ/kg หรือ J/m^3)

1.1) $Q_{ug,y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$Q_{ug,y} = \text{Min} (Q_{ug,in,y} , Q_{cap,CH4,y}) \quad \text{สมการที่ (3)}$$

โดยที่

$Q_{ug,in,y}$ = ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วจ่ายเข้าไปในโครงข่ายก๊าซธรรมชาติในปี y (kg หรือ m^3)

$Q_{cap,CH4,y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในปี y (kg หรือ m^3)

1.1.1) $Q_{cap,CH4,y}$ คำนวณได้ดังนี้

$$Q_{cap,CH4,y} = W_{CH4,ww} \times Q_{cap,biogas,y} \quad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยที่

$W_{CH4,ww}$ = สัดส่วนก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (kg หรือ m^3 CH_4 / kg หรือ m^3 of biogas)

$Q_{cap,biogas,y}$ = ปริมาณก๊าซชีวภาพจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในปี y (kg หรือ m^3)

3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ

3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการอัดถัง

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{process,y} = PE_{power,upgrade,y} + PE_{ww,upgrade,y} + PE_{CH4,equip,y} + PE_{ventgas,y} \quad \text{สมการที่ (5)}$$

โดยที่

$PE_{process,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพในปีที่ y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{power,upgrade,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพในปีที่ y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{ww,upgrade,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการน้ำเสียที่ออกจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพในปี y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{CH4,equip,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของคอมเพรสเซอร์ในปี y ($tCO_2eq/year$)

$PE_{ventgas,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซไอเสียที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์จาก

การปรับปรุงคุณภาพในปี y (tCO₂eq/year)

3.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{power,upgrade,y}} = PE_{\text{EC,y}} + PE_{\text{FF,y}} \quad \text{สมการที่ (6)}$$

โดยที่

$PE_{\text{power,upgrade,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

$PE_{\text{EC,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

$PE_{\text{FF,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

3.1.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{EC,y}} = \sum_j EC_{\text{PJ,j,y}} \times EF_{\text{EF,j,y}} \times (1 + \text{TDL}_{\text{j,y}}) \quad \text{สมการที่ (7)}$$

โดยที่

$PE_{\text{EC,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂eq/year)

$EC_{\text{PJ,j,y}}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโครงการในแหล่งการใช้ไฟฟ้า j ในปี y (MWh/year)

$EF_{\text{EF,j,y}}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO₂/MWh)

$\text{TDL}_{\text{j,y}}$ = สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังแหล่งกำเนิด j ในปี y

j = แหล่งที่มาของการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ

3.1.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล สามารถคำนวณได้โดยอ้างอิง เครื่องมือ T-VER-P-TOOL-02-01 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการหรือนอกขอบเขตโครงการ" ฉบับล่าสุด

3.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการน้ำเสียที่ออกจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพ

$$PE_{\text{ww,upgrade,y}} = Q_{\text{ww,upgrade,y}} \times [CH_4]_{\text{ww,upgrade,y}} \times GWP_{CH_4} \quad \text{สมการที่ (8)}$$

โดยที่

$$Q_{\text{ww,upgrade,y}} = \text{ปริมาณน้ำเสียการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพในปีที่ } y \text{ (m}^3\text{)}$$

$$[CH_4]_{\text{ww,upgrade,y}} = \text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายในน้ำเสียที่ออกจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพในปี } y$$

3.1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของคอมเพรสเซอร์

$$PE_{CH_4, \text{equip,y}} = GWP_{CH_4} \times 10^{-3} \times \sum_{\text{equipment}} w_{CH_4, \text{stream,y}} \times EF_{\text{equipment}} \times T_{\text{equipment,y}} \quad \text{สมการที่ (9)}$$

โดยที่

$$w_{CH_4, \text{stream,y}} = \text{สัดส่วนของน้ำหนักก๊าซมีเทนเฉลี่ยในก๊าซชีวภาพในปี } y \text{ (kg CH}_4\text{/kg)}$$

$$T_{\text{equipment,y}} = \text{ระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์เป็นชั่วโมงในปี } y \text{ (ในกรณีไม่มีข้อมูลโดยละเอียดให้สันนิษฐานว่ามีการใช้อุปกรณ์อย่างต่อเนื่องตามหลักการอนุรักษ์)}$$

$$EF_{\text{equipment}} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของเทคโนโลยีการบีบอัดจากข้อกำหนดของผู้ผลิต (kg/hour/compressor) ทั้งนี้ในกรณีไม่มีค่าเริ่มต้นจากผู้ผลิตให้ใช้วิธีการด้านล่าง}$$

1) การกำหนดค่า $EF_{\text{equipment}}$ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

การปล่อยก๊าซมีเทนจากการกักเก็บและการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพอาจมีน้อยในบางโครงการ แต่ควรประมาณการว่าเป็นแนวทางอนุรักษ์นิยม ร่วมกับการประมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการรั่วไหลของอุปกรณ์โดย U.S. Environmental Protection Agency (EPA) ซึ่งผู้พัฒนาโครงการควรกำหนดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้สำหรับการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ (เช่น วาล์ว ซีลปั๊ม ตัวเชื่อมต่อ หน้าแปลน ท่อปลายเปิด ฯลฯ) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) จำนวนอุปกรณ์ (วาล์ว ตัวเชื่อมต่อ ฯลฯ)

1.2) ความเข้มข้นก๊าซมีเทนในน้ำ

1.3) ช่วงระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์

โดยแนวทางของ EPA จะอ้างอิงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยจากปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic Compounds : TOC) ในน้ำ และได้รับการปรับปรุงเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซมีเทน การปล่อยก๊าซมีเทนคำนวณสำหรับอุปกรณ์แต่ละชิ้นโดยการคูณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนด้วยปัจจัยการปล่อยที่เหมาะสมจากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุปกรณ์

ประเภทอุปกรณ์	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg/hour/source)
Valves	4.5 E-0.3
Pump seals	2.4 E-0.3
Other ¹	8.8 E-0.3
Connectors	2.0 E-0.4
Flangs	3.9 E-0.4
Open ended lines	2.0 E-0.3

หมายเหตุ¹ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุปกรณ์ประเภทอื่นๆ มาจากคอมเพรสเซอร์ ไดอะแฟรม ท่อระบาย แชนทิง ฟัก เครื่องมือเมตร วาล์วระบายแรงดัน แท่งขัดเงา วาล์วระบาย และช่องระบายอากาศ อุปกรณ์ประเภทอื่นๆ นี้ควรใช้กับอุปกรณ์ประเภทอื่นที่ไม่ใช่ตัวเชื่อมต่อ หน้าแปลน ท่อปลายเปิด บีมหรือวาล์ว

3.1.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซไอเสียที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์จากการปรับปรุงคุณภาพ

กรณีก๊าซชีวภาพที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพถูกส่งไปยังระบบกักเก็บก๊าซชีวภาพ ค่า $PE_{ventgas,y}$ จะมีค่าเป็น 0 และในกรณีที่ระบายก๊าซจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีประสิทธิภาพ จะถูกคำนวณด้วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซชีวภาพ ดังนี้

$$PE_{ventgas,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times GWP_{CH_4} \times 10^{-3} \quad \text{สมการที่ (10)}$$

โดยที่

$TM_{RG,h}$ = อัตราการไหลของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพส่วนเหลือในชั่วโมง h (kg/h)

$\eta_{flare,h}$ = ประสิทธิภาพการเผาทำลายก๊าซชีวภาพในชั่วโมง h

ในกรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซไอเสียที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์จากการปรับปรุงคุณภาพจากการปล่อยก๊าซที่ระบายออกโดยไม่มีเผาทำลาย สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{ventgas},y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{\text{RG},h} \times GWP_{\text{CH}_4} \times 10^{-3} \quad \text{สมการที่ (11)}$$

ในกรณีที่ปล่อยก๊าซที่ระบายออกสู่ชั้นบรรยากาศโดยตรง สามารถคำนวณได้โดยการคำนวณมวลของก๊าซที่ระบายออกตามปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของก๊าซที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพ มวลนี้ควรคูณด้วยความถี่ที่มีการระบายออก และสมมติว่าก๊าซที่ระบายออกมานั้นเป็นก๊าซมีเทนบริสุทธิ์

ในกรณีอุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วงการซ่อมบำรุง งานซ่อมแซม หรือเหตุฉุกเฉิน ให้ใช้ทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมข้างต้นในการคำนวณและรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายหรือการระบาย

3.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_{\text{leakage,pipeline},y} = Q_{\text{methane,pipeline},y} \times LR_{\text{pipeline}} \times GWP_{\text{CH}_4} \quad \text{สมการที่ (12)}$$

โดยที่

$PE_{\text{leakage,pipeline},y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลทางกายภาพของโครงข่ายท่อส่งก๊าซชีวภาพในปี y (tCO₂eq/year)

$Q_{\text{methane,pipeline},y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนทั้งหมดที่จำหน่ายผ่านโครงข่ายท่อส่งก๊าซชีวภาพในปี y (m³)

LR_{pipeline} = อัตราการรั่วไหลทางกายภาพของโครงข่ายท่อส่งก๊าซชีวภาพ (หากไม่มีการระบุค่าเฉพาะโครงการ ให้ใช้ค่าเริ่มต้นตามหลักอนุรักษณ์ 0.0125 Gg ต่อ 10⁶ m³ ของยอดขายสาธารณูปโภค)

4. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ

4.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการอัดถังนอกขอบเขตโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการอัดถังนอกขอบเขตโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

$$LE_{\text{bottling}} = LE_{\text{leakage,bb,y}} + LE_{\text{trans,y}} \quad \text{สมการที่ (13)}$$

โดยที่

LE_{bottling} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุถังก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

$LE_{\text{leakage,bb,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลการบรรจุถังก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

$LE_{\text{trans,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งถังก๊าซชีวภาพระหว่างผู้ใช้ปลายทางและการสถานีบรรจุในปี y (tCO₂eq/year)

4.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลการบรรจุถังก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลการบรรจุถังก๊าซชีวภาพนอกขอบเขตโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$LE_{\text{leakage,bb,y}} = Q_{\text{methane,bb,y}} \times LR_{\text{bb}} \times GWP_{\text{CH}_4} \quad \text{สมการที่ (14)}$$

โดยที่

$Q_{\text{methane,bb,y}}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่บรรจุถังในปี y (m³)

LR_{bb} = อัตราการรั่วไหลทางกายภาพจากถังก๊าซชีวภาพ (หากไม่มีการระบุค่าเฉพาะโครงการ ให้ใช้ค่าเริ่มต้นที่ 1.25%)

4.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับขนส่งถังก๊าซชีวภาพระหว่างผู้ใช้ปลายทางและการสถานีบรรจุ

การรั่วไหลของก๊าซที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งถัง (การขนส่งถังก๊าซชีวภาพไปยังผู้ใช้ปลายทางและการส่งคืนถังเปล่า) สามารถคำนวณได้ตามสมการด้านล่าง ทั้งนี้ในกรณีที่ไม่สามารถกำหนดระยะทางของผู้ใช้ปลายทางบางแห่งได้ ให้ใช้หลักการอนุรักษ์โดยถือว่ามี การปล่อยมลพิษในการขนส่ง 250 กิโลเมตร

$$LE_{\text{trans,y}} = (Q_{\text{bb,y}} / CT_{\text{bb,y}}) \times DAF_{\text{bb}} \times EF_{\text{CO}_2} \quad \text{สมการที่ (15)}$$

โดยที่

$Q_{\text{bb,y}}$ = ปริมาณการขนส่งปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพและบรรจุถังในปี y (m³)

$CT_{\text{bb,y}}$ = ปริมาณการบรรทุกเฉลี่ยของรถบรรทุกสำหรับการขนส่งถังก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้ว (m³/truck)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO)

- DAF_{bb} = ระยะทางเฉลี่ยรวมสำหรับการขนส่งถึงก๊าซชีวภาพที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วระหว่างผู้ใช้ปลายทางและการสถานีบรรจุ (km/truck)
- EF_{CO_2} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงจากการขนส่ง (t CO₂/km)

5. การติดตามผล

5.1 ผู้พัฒนาโครงการต้องรักษาสมดุลของก๊าซชีวภาพ (หรือมีเทน) ตามเงื่อนไขดังนี้

- 1) การตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศอย่างต่อเนื่อง
- 2) การตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพอย่างต่อเนื่องสำหรับวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ในกิจกรรมโครงการ เช่น ความร้อน, ไฟฟ้า, เปลวไฟ, การผลิตไฮโดรเจน, การฉีดเข้าไปในตารางการจ่ายก๊าซธรรมชาติ ฯลฯ ความแตกต่างนี้ถือเป็นการสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหลทางกายภาพและหักออกจากการลดการปล่อยก๊าซ

5.2 ในกรณีที่กิจกรรมของโครงการเป็นการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ ให้ตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพ อุณหภูมิ ความดัน และความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่จ่ายในโครงข่ายก๊าซธรรมชาติ/ที่จ่ายผ่านเครือข่ายท่อเฉพาะอย่างต่อเนื่องโดยใช้อุปกรณ์ที่ผ่านการรับรอง ทั้งนี้ ค่าความร้อนสุทธิ (NCV) จะต้องตรวจวัดโดยตรงจากกระแสก๊าซโดยใช้เครื่องวัดค่าความร้อนแบบออนไลน์หรือคำนวณจากปริมาณมีเทนที่วัดได้โดยใช้ NCV ของก๊าซมีเทน ซึ่งการตรวจวัดนี้ต้องเป็นไปตามมวลหรือปริมาตร และผู้พัฒนาโครงการต้องแน่ใจว่าหน่วยปริมาณก๊าซชีวภาพและค่าความร้อนสุทธิมีความสอดคล้องกัน ปริมาณก๊าซมีเทนของก๊าซชีวภาพที่จ่ายในโครงข่ายก๊าซธรรมชาติหรือขนส่งต้องเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของประเทศ หรือร้อยละ 96 (โดยปริมาตร) หรือสูงกว่าหากไม่มีข้อบังคับระดับประเทศ ทั้งนี้ ก๊าซชีวภาพที่จ่ายในโครงข่ายก๊าซธรรมชาติหรือขนส่งด้วยปริมาณก๊าซมีเทนที่ต่ำกว่าจะต้องไม่นำมาคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5.3 ในกรณีของกิจกรรมโครงการเป็นการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการอัดถัง และการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและและการกระจายก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ มีพารามิเตอร์ที่ต้องดำเนินการตรวจติดตามดังนี้

- 1) ปริมาณน้ำเสียการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพ ($Q_{ww,upgrade,y}$) โดยตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง
- 2) ปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายในน้ำเสียที่ออกจากการปรับปรุงคุณภาพและการอัดก๊าซชีวภาพ ($(CH_4)_{ww,upgrade,y}$) โดยตรวจวัดอย่างน้อยทุก ๆ 6 เดือน ในระหว่างการดำเนินงาน
- 3) ระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์ ($T_{equipment,y}$) ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลนี้ ให้ถือว่ามีการใช้งานอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง
- 4) ปริมาณ ความดัน และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพในถังบรรจุ ก๊าซชีวภาพที่จำหน่ายในโครงข่ายก๊าซธรรมชาติหรือขนส่งผ่านท่อเครือข่ายเฉพาะ ให้ดำเนินการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องโดยใช้องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

เครื่องวัดการไหลและเครื่องวัดก๊าซมีเทนที่ได้สอบเทียบแล้ว การตรวจวัดความดันของก๊าซชีวภาพโดยใช้เกจวัดแรงดันที่ได้สอบเทียบแล้ว ปริมาณก๊าซมีเทนของก๊าซชีวภาพต้องเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับของประเทศเสมอ หรือหากไม่มีระเบียบข้อบังคับของประเทศ ร้อยละ 96 (โดยปริมาตร) หรือสูงกว่า เพื่อให้แน่ใจว่าก๊าซชีวภาพสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยง่าย ทั้งนี้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ต่ำกว่าจะไม่สามารถนำไปคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

5) ในกรณีที่คำนวณการระบายก๊าซชีวภาพโดยอ้างอิงเครื่องมือ T-VER-P-TOOL-02-04 "การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาทำลายก๊าซชีวภาพจากการดำเนินโครงการ" ฉบับล่าสุด ให้ใช้เกณฑ์การตรวจวัดที่มีอยู่ในเครื่องมือนี้ ในกรณีที่ไม่ได้ใช้เครื่องมือนี้โดยใช้สมการที่ 10 ของภาคผนวกนี้ อุณหภูมิและความดันของก๊าซที่สะสมอยู่ในอุปกรณ์สำหรับปรับปรุงคุณภาพจะต้องตรวจวัดอย่างต่อเนื่องก่อนกระบวนการระบาย ร่วมกับความจุของปริมาตรของระบบ เพื่อประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการระบายอากาศ

6) ในช่วงเวลาที่ระบบปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพหยุดการผลิตเนื่องจากการบำรุงรักษาตามกำหนดเวลาหรือการซ่อมแซมอุปกรณ์หรือระหว่างเหตุฉุกเฉิน ผู้พัฒนาโครงการต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าก๊าซชีวภาพถูกเผาทำลายในกรณีฉุกเฉิน รวมทั้งต้องกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบที่เหมาะสมเพื่อติดตามการเผาทำลาย

7) ในกรณีของกิจกรรมโครงการเป็นการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพและการอัดถัง ให้ดำเนินการตรวจติดตาม จำนวนและปริมาตรของถังก๊าซชีวภาพที่ผลิตและขนส่ง ความจุของรถบรรทุกโดยเฉลี่ย ($CT_{bb,y}$) และระยะทางรวมเฉลี่ยสำหรับการขนส่งก๊าซชีวภาพบรรจุขวด (DAF_{bb})

บันทึกการแก้ไข T-VER-P-METH-12-01

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	-	1 มีนาคม 2566	<ul style="list-style-type: none">- เปลี่ยนแปลงจากรหัสเอกสารเดิม TVER-METH-12-01 Version 01- เพิ่มคำอธิบายวันเริ่มดำเนินโครงการ- เปลี่ยนสัญลักษณ์และความหมายของพารามิเตอร์ $EF_{Grid,y}$ และแก้ไขแหล่งข้อมูล- แก้ไขคำ “พลังงานไฟฟ้า” เป็น “ไฟฟ้า”
01	-	30 พฤศจิกายน 2565	การเริ่มใช้ครั้งแรก