

คู่มือการคำนวณการลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกของโครงการวิจัย

ภายใต้แผนงาน F15

การเร่งแก้ไขปัญหาวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ
เพื่อให้ประเทศไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
มุ่งสู่การบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (CARBON NEUTRALITY)
แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศ พ.ศ. 2566 - 2570





คู่มือการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการวิจัย

ภายใต้แผนงาน F15 การเร่งแก้ไขปัญหาวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ประเทศไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มุ่งสู่การบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศ พ.ศ. 2566 – 2570

คณะผู้จัดทำ

ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์
ดร.กัญญภัทร ชื่นวงศ์
นางวรรณพร สำราญรมย์

หน่วยบูรณาการการจัดการความรู้ เพื่อพัฒนาระบบ
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ด้านสิ่งแวดล้อม
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
(สทสว.)

นายธาดา วรุษโชติกุล

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

จัดทำรูปเล่ม โดย

นางสาวเมธพร ดีสุข

มีนาคม 2568

สารบัญ

บทที่ 1 แผนงานย่อยสำคัญตามจุดมุ่งเน้นของนโยบาย F15	1
บทที่ 2 คำศัพท์และบทนิยาม	4
บทที่ 3 แนวทางการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับโครงการวิจัยภายใต้แผนงาน F15	6
บทที่ 4 โครงการวิจัยด้านพลังงาน	8
บทที่ 5 โครงการวิจัยด้านขนส่ง	25
บทที่ 6 โครงการวิจัยด้านป่าไม้และการเกษตร	28
บทที่ 7 โครงการวิจัยด้านการจัดการของเสีย	46
บทที่ 8 โครงการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	68
ภาคผนวก	80



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพ จำแนกตามกลุ่มพรรณไม้	29
ตารางที่ 2	แสดงค่าสัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพ และค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้	30
ตารางที่ 3	รายละเอียดรูปแบบการปลูกข้าวสำหรับกรณีฐาน และกรณีดำเนินโครงการ	41

บทที่ 1

แผนงานย่อยสำคัญตามจุดมุ่งเน้นของนโยบาย F15



บทที่ 1

แผนงานย่อยสำคัญตามจุดมุ่งเน้นของนโยบาย F15

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) มีหน้าที่ในการส่งเสริม สนับสนุน การขับเคลื่อนระบบการวิจัยและนวัตกรรมของประเทศ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสหวิทยาการ เพื่อสร้างองค์ความรู้ พัฒนานโยบายสาธารณะ จัดทำแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และจัดสรรงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) โดยให้ความสำคัญกับการนำวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเป็นกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ให้เจริญเติบโตอย่างยั่งยืน และมีศักยภาพเพียงพอในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง พร้อมรองรับความท้าทายใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

แผนด้าน ววน. พ.ศ. 2566 – 2570 ประกอบด้วย 4 ยุทธศาสตร์ 25 แผนงานสำคัญ 15 แผนงานย่อย สำคัญตามจุดมุ่งเน้นของนโยบาย (Flagship) ทั้งนี้ 4 ยุทธศาสตร์ประกอบด้วย

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาเศรษฐกิจไทยด้วยเศรษฐกิจสร้างคุณค่าและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ให้มีความสามารถในการแข่งขัน และพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน พร้อมสู่อนาคต โดยใช้วิทยาศาสตร์ การวิจัยและ นวัตกรรม

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การยกระดับสังคมและสิ่งแวดล้อม ให้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถแก้ไขปัญหา ทำลายและปรับตัวได้ทันต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยใช้วิทยาศาสตร์ การวิจัยและนวัตกรรม

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและนวัตกรรมระดับขั้นแนวหน้าที่ก้าวหน้า ล้ำยุค เพื่อสร้างโอกาสใหม่และความพร้อมของประเทศในอนาคต

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนากำลังคนและสถาบันด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ให้เป็นฐานการ ขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศแบบก้าวกระโดดและอย่างยั่งยืน โดยใช้วิทยาศาสตร์ การวิจัยและนวัตกรรม

ที่ผ่านมา สกสว. ได้มีการปรับปรุงแผนด้าน ววน. พ.ศ. 2566 - 2570 สำหรับใช้ในการปรับปรุงคำขอ งบประมาณของกองทุน ววน. ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 และ พ.ศ. 2568 โดยได้เพิ่มแผนงานย่อยสำคัญตามจุด มุ่งเน้นของนโยบาย (Flagship) แผนงาน F15 การเร่งแก้ไขปัญหาวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ประเทศไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มุ่งสู่การบรรลุเป้า หมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) เนื่องจากในการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญา สหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 26 (COP26) เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2564 ณ เมือง

กลาสโกว์ ประเทศสกอตแลนด์ ประเทศไทยได้ประกาศเจตนารมณ์พร้อมระบุเป้าหมายว่าประเทศไทยจะบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี ค.ศ. 2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) ภายในปี ค.ศ. 2065 และในการประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 78 (UNGA78) ระหว่างวันที่ 19 - 26 กันยายน 2566 ณ นครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ประเทศไทยได้แถลงนโยบายรัฐบาลในการวางแผนรับมือและป้องกันวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสานต่อนโยบาย Carbon Neutrality เพื่อให้ประเทศไทยเป็นผู้นำของอาเซียนในด้านการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สอดคล้องกับนโยบายด้านการวิจัยและนวัตกรรมของ นางสาวศุภมาส อิศรภักดี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ที่มุ่งเน้นประเด็นสำคัญของประเทศ ได้แก่ Go Green ความยั่งยืน (Sustainability) ความเป็นกลางทางคาร์บอน พลังงานสะอาด เศรษฐกิจชีวภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สกสว. ตระหนักถึงความสำคัญของเรื่องดังกล่าวและเพื่อตอบสนองต่อนโยบายของประเทศ จึงได้เพิ่มแผนงาน F15 ในแผนด้าน ววน. พ.ศ. 2566 - 2570 ทั้งนี้ แผนงาน F15 มีแผนงานที่สนับสนุน 2 แผนงาน ได้แก่

1. P4 (S1) พัฒนาระบบเศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy: BCG) ในด้านพลังงานสะอาด พลังงานหมุนเวียน วัสดุชีวภาพ และเคมีชีวภาพให้เป็นระบบเศรษฐกิจมูลค่าสูง มีความยั่งยืนและเพิ่มรายได้ของประเทศ โดยมีหน่วยบริหารและจัดการทุน (Program Management Unit: PMU) ที่รับผิดชอบ คือ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) กับสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (สนช.)

2. P15 (S2) พัฒนาและเร่งแก้ไขปัญหาระบบนิเวศธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการบริโภคอย่างยั่งยืนและการเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ โดยใช้วิทยาศาสตร์ การวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยมี PMU ที่รับผิดชอบ คือ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) กับสำนักงานการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

แผนงาน F15 (S1P4 S2P15) มีผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (Key Results) ระดับผลลัพธ์ ที่ร่วมนำเสนอ ดังนี้

KR1 P4 มูลค่าการขายวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์จากการนำขยะหรือของเสียจากภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศมาใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นวัตถุดิบทดแทนหรือนำมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มขึ้น และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการใช้ผลงานวิจัย องค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (400 ล้านบาท ในช่วงปี 2566 - 2570)

KR2 P4 จำนวนผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กที่มีสัดส่วนของรายได้เทียบกับปริมาณการใช้ทรัพยากรเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยการใช้ผลงานวิจัย องค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (25 ราย ในช่วงปี 2566 - 2570)

KR3 P4 มูลค่าการขายผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพซึ่งใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรหรือของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตหรือการบริโภคในประเทศเพิ่มขึ้น และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการใช้ผลงานวิจัย องค์กรความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (800 ล้านบาท ในช่วงปี 2566 - 2570)

KR4 P4 มูลค่าการผลิตพลังงานสะอาด พลังงานหมุนเวียนและพลังงานชีวภาพโดยผู้ประกอบการในประเทศเพิ่มขึ้น และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการใช้ผลงานวิจัย องค์กรความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (400 ล้านบาท ในช่วงปี 2566 - 2570)

KR2 P15 จำนวนเทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมทั้งนวัตกรรม Sandbox ที่ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาและเร่งแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการแก้ไขปัญหามลพิษ โดยมุ่งเน้นการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ และการบริโภคอย่างยั่งยืนและการเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ และมุ่งสู่การบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและยั่งยืน ในระดับจังหวัด กลุ่มจังหวัด หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (100 ชิ้น ในช่วงปี 2566 - 2570)

KR7 P15 ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ผลงานวิจัย องค์กรความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (ร้อยละ 10 ในช่วงปี 2566 - 2570)

ทั้งนี้ แผนงาน F15 (S1P4 S2P15) ต้องมีการรายงานเป้าหมาย (Objective) และผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญ (Key Results) ด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่เนื่องจากยังไม่มีมาตรการลงเกี่ยวกับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะตอบ OKRs ร่วมกันระหว่าง บพข. สนช. วช. และ สวก. ดังนั้น สกสว. จึงได้จัดประชุมหารือเพื่อออกแบบการดำเนินงานและการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของแผนงาน F15 จำนวน 2 ครั้ง เพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางการดำเนินงานของ PMUs ตลอดจนร่วมออกแบบและกำหนดทิศทางการดำเนินงานให้สำเร็จตามเป้าหมายและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ รวมถึงหารือเกี่ยวกับการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะใช้ในการตอบ OKRs ของแผนงาน F15 ร่วมกับ PMUs ที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการประชุมหารือทั้ง 2 ครั้ง สกสว. จึงได้จัดทำคู่มือการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการวิจัยภายใต้แผนงาน F15 การเร่งแก้ไขปัญหาวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ประเทศไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มุ่งสู่การบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายใต้แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศ พ.ศ. 2566 – 2570 เพื่อให้เกิดความชัดเจนและสามารถนำไปใช้ในการรายงานเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่สำคัญได้

บทที่ 2

คำศัพท์และบทนิยาม



บทที่ 2

คำศัพท์และบทนิยาม

โครงการวิจัย ในที่นี้หมายถึง โครงการวิจัยที่ได้รับทุนจากกองทุน ววน. ในช่วงปี พ.ศ. 2566 – 2570

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data: AD) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณซึ่งเกิดจากกิจกรรมของการเกิดก๊าซเรือนกระจกประเภทต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำมัน ที่ใช้ปริมาณถ่านหินที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าว ข้อมูลกิจกรรมอาจมีหน่วยที่แตกต่างกันไปในแต่ละภาคและสาขาของการคำนวณ

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) หมายถึง ค่าที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงที่ :

<https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=YJNKblLXNXBlbUYwYVc5dVgyVnRhWE56YVc5dQ> (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ม.ค. 2568)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ อ้างอิงที่ :

<https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9> (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ม.ค. 2568)

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) หมายถึง ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) หมายถึง พลังงานทดแทนประเภทหนึ่ง โดยเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน)

เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cells) หมายถึง เซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทหนึ่งคล้ายกับแบตเตอรี่ สร้างพลังงานโดยใช้หลักการไฟฟ้าเคมี ที่เปลี่ยนรูปพลังงานเคมีของเชื้อเพลิงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านกระบวนการเผาไหม้ และได้ความร้อนร่วมเกิดขึ้นจากกระบวนการ สารป้อนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง คือไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2)

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) หมายถึง การทำโครงการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศโดยความสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทยและสามารถนำปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นที่เรียกว่าคาร์บอนเครดิต ไปขายในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจในประเทศได้

โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) หมายถึง การพัฒนาโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อรับรองผลการประเมินปริมาณการลดหรือกักเก็บก๊าซเรือนกระจก และมอบใบประกาศเกียรติคุณให้แก่ ผู้ดำเนินกิจกรรม และผู้ให้การสนับสนุนการดำเนินกิจกรรม

บทที่ 3

แนวทางการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
สำหรับโครงการวิจัยภายใต้แผนงาน F15

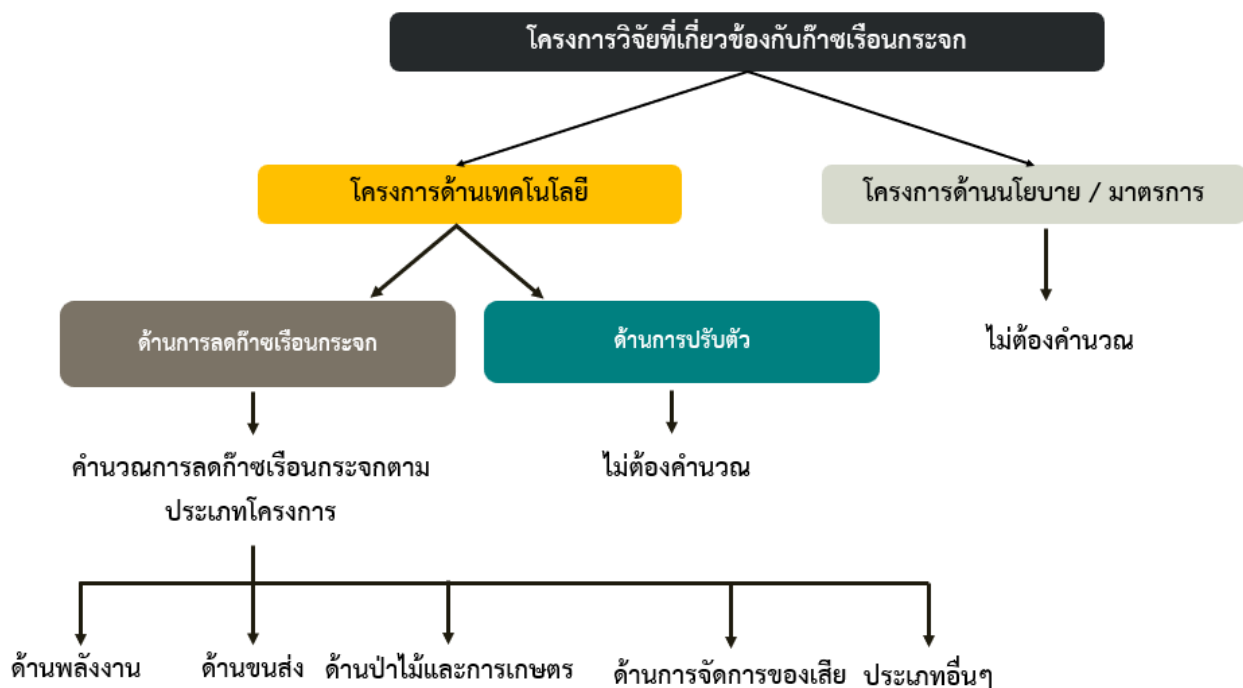


บทที่ 3

แนวทางการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับโครงการวิจัยภายใต้แผนงาน F15

3.1 เกณฑ์ในการคัดกรองโครงการวิจัย

ในการคัดกรองโครงการวิจัยเพื่อประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก เริ่มจากการพิจารณาว่าโครงการวิจัยนั้นเป็นโครงการด้านเทคโนโลยี หรือเป็นโครงการด้านนโยบาย หากเป็นโครงการด้านนโยบายไม่ต้องนำมาประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก ในกรณีที่ เป็นโครงการประเภทเทคโนโลยีให้พิจารณาว่าเป็นโครงการประเภทการลดก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) หรือโครงการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) ในกรณีที่ เป็นโครงการด้านการปรับตัวฯ ไม่ต้องนำมาคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก กล่าวคือจะประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกเฉพาะโครงการประเภทการลดก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น โดยใช้วิธีการประเมินตามประเภทของโครงการ ได้แก่ ด้านพลังงาน ด้านขนส่ง ด้านป่าไม้และการเกษตร และอื่น ๆ



3.2 การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับโครงการวิจัยภายใต้แผนงาน F15 มีหลักการที่อ้างอิงจากระเบียบวิธีวิจัยของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) และโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) ที่พัฒนาขึ้นโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) หรือแนวทางอื่น ๆ ที่กำหนดในคู่มือการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

1. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data (AD)} \times \text{Emission Factor (EF)}$$

โดยที่

GHG Emissions = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมนั้น ๆ

Activity Data (AD) = ข้อมูลกิจกรรม

Emission Factor (EF) = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2. ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง จากส่วนต่างของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน หรือกรณีที่ไม่มีการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Baseline emission: BE) เทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากการดำเนินโครงการวิจัย โดยใช้ข้อมูลจากผลการรายงานของ PMUs ในระบบข้อมูลสารสนเทศการวิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (National Research and Innovation Information System: NRIIS) และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

บทที่ 4

โครงการวิจัยด้านพลังงาน



บทที่ 4

โครงการวิจัยด้านพลังงาน

โครงการวิจัยด้านพลังงานที่เข้าข่ายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้องเป็นกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเมื่อเทียบกับกรณีฐาน โดยดำเนินการผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์และลม รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้า การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกในโครงการวิจัยด้านพลังงาน พิจารณาค่าข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมตามลักษณะและประเภทของกิจกรรมในโครงการ โดยมีแนวทางการคำนวณ ดังนี้

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

ประเภทโครงการวิจัย: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-EE-01-Version 8 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อเทียบกับกรณีฐาน (ภายใต้สภาพการดำเนินงานปกติ)
2. ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานยังคงเดิมแต่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงหรือมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าเดิมแต่ผลลัพธ์ที่ได้เพิ่มขึ้น
3. กรณีเป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้องคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนและหลัง ภายใต้จำนวนชั่วโมงการใช้งาน/ทำงาน ที่เท่ากัน
4. สามารถรวมกิจกรรมที่มีการลดปริมาณไฟฟ้าหลาย ๆ กิจกรรมมาคำนวณรวมกันได้

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกรณีฐาน × EF _{elec}
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับดำเนินกิจกรรม × EF _{elec}

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับกรณีฐาน	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	kWh	บันทึก
2		ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับดำเนิน กิจกรรม	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	kWh	บันทึก
3	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่า การปล่อยก๊าซเรือน กระจกของประเทศไทย ฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857
4	EF _{captive}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับ ผู้ผลิตอื่น	รายงาน ผู้ผลิตไฟฟ้า (หากไม่ทราบ ให้ใช้ค่า 0.319 kgCO ₂ eq/kWh) อ้างอิงจาก โครงการ JCM วิธีการคำนวณ TH_AM001 Installation of Solar PV System Ver2.0)	kgCO ₂ eq/kWh	0.3190

หมายเหตุ 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

ประเภทโครงการวิจัย: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-EE-02-Version 5 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. เป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเมื่อเทียบกับกรณีฐาน
2. เป็นการปรับเปลี่ยนมาใช้พลังงานหมุนเวียน หรือใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้อยู่เดิม (กรณีฐาน)
3. สามารถรวมกิจกรรมที่มีการลดปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลหลาย ๆ กิจกรรมมาคิดคำนวณได้

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในกรณีฐาน × NCV × EF _{fuel})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้สำหรับดำเนินกิจกรรม × NCV × EF _{fuel})

ค่าอ้างอิง:

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF fuel	=NCV*EF _{fuel}
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ที่มา: รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
ก๊าซธรรมชาติ NG (ลูกบาศก์ฟุต)	1.02	0.0561	0.0572
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	26.62	0.0631	1.6797
น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	31.48	0.0693	2.1816
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	36.42	0.0741	2.6987
น้ำมันเตา (ลิตร)	39.77	0.0774	3.0782
ลิกไนต์ (กก.)	10.47	0.1010	1.0575
ถ่านหินนำเข้า (กก.)	26.37	0.0946	2.4946
แอนทราไซต์ (กก.)	31.40	0.0983	3.0866
แก๊สโซฮอลล์ 91 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF fuel	=NCV*EF _{fuel}
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ที่มา: รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
แก๊สโซฮอล์ 95 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634
E20 (ลิตร)	31.48	0.0554	1.7453
E85 (ลิตร)	31.48	0.0104	0.3272
ดีเซล B7 (ลิตร)	36.42	0.0689	2.5098
ดีเซล B10 (ลิตร)	36.42	0.0667	2.4288
ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานพาหนะ NGV (ลิตร)	29.45	0.0561	1.6521
ชีวมวล-ขี้เลื่อยและเศษไม้ ยางพารา (กก.)	6.57	0.0000	0.0000
ชีวมวล-Wood pellet (กก.)	14.60	0.0000	0.0000
ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)	21.50	0.0000	0.0000
ไบโอมิเทนอัด หรือ CBG (ลบ.ม.)	37.00	0.0000	0.0000
ไฟฟ้า (kWh)	3.6		0.477

หมายเหตุ 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ถ่านหินนำเข้า เลือกใช้ค่าของ Other Bituminus สำหรับตาราง IPCC (อ้างอิงข้อมูลกระทรวงพลังงาน ประเทศไทยมีการนำเข้าถ่านหินบิทูมินัส และค่า NCV)

3) ชีวมวล Wood pellet เลือกใช้ค่าอ้างอิงจาก (ร่าง) มาตรฐานชีวมวลอัดเม็ดของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ประเภทโครงการวิจัย: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-EE-03-Version 8 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเดิมเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างใหม่ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สูงขึ้นเพื่อลดการพลังงานไฟฟ้า เช่น การเปลี่ยนประเภทหลอดไฟ การเปลี่ยนประเภทบัลลาสต์
2. เป็นการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างบางส่วนหรือทั้งหมด
3. ค่าความส่องสว่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนด หรือมาตรฐานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศไทย

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (P _{BL} /1000) × N _{BL} × h × EF _{elec}
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (P _{PJ} /1000) × N _{PJ} × h × EF _{elec}

คำอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1		ประเภทหลอด/บัลลาสต์เดิม เช่น หลอดฮาโลเจน หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็ก เป็นต้น	อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเดิม (ก่อนเปลี่ยน), ภาพถ่าย		บันทึก
2	N _{BL}	จำนวนหลอดไฟฟ้าที่ใช้เดิมก่อนดำเนินการเปลี่ยน	บันทึกการตรวจนับ, แบบแปลน/แผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์แสงสว่าง, เอกสารจากตรวจรับงาน, รูปภาพ	ชุด	บันทึก
3	P _{BL}	กำลังไฟฟ้าของหลอดเดิมรวมกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์	ตรวจสอบจาก Spec. ของหลอดไฟ และบัลลาสต์,	วัตต์	บันทึก

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
			เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย		
4		ประเภท/ชนิดของหลอดไฟฟ้าใหม่ เช่น LED เป็นต้น	อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างใหม่ (ก่อนเปลี่ยน), ภาพถ่าย		บันทึก
5	N_{PJ}	จำนวนหลอดไฟฟ้าใหม่ที่เปลี่ยนทดแทนหลอดเดิม	บันทึกการตรวจนับ, แบบแปลน/แผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์แสงสว่าง, เอกสารจากตรวจรับงาน, รูปภาพ	ชุด	บันทึก
6	P_{PJ}	กำลังไฟฟ้าของหลอดเดิม รวมกำลังไฟฟ้าของบัลลาสต์	ตรวจสอบจาก Spec. ของหลอดไฟ และบัลลาสต์, เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย	วัตต์	บันทึก
7	h	จำนวนชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ส่องสว่างใหม่ตลอดช่วงระยะเวลาที่ขอการรับรอง	จำนวนวันทำงานขององค์กร หรือบันทึกจำนวนชั่วโมงการเปิด-ปิด ไฟ, ระบบควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์แสงสว่าง	ชั่วโมง	บันทึก
8	EF_{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.	$kgCO_2eq/kWh$	0.4857
9	1000	ค่าแปลงหน่วยจาก วัตต์ เป็น กิโลวัตต์			
10	$EF_{captive}$	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตอื่น	รายงาน ผู้ผลิตไฟฟ้า (หากไม่ทราบ ให้ใช้ค่า $0.319 kgCO_2eq/kWh$ อ้างอิงจากโครงการ JCM วิธีการคำนวณ TH_AM001 Installation of Solar PV System Ver2.0)	$kgCO_2eq/kWh$	0.3190

หมายเหตุ 1) $kgCO_2eq$ คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงเพื่อแทนที่เครื่องปรับอากาศเดิม

ประเภทโครงการวิจัย: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-EE-25-Version 9 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงแทนที่เครื่องปรับอากาศเดิม
2. เครื่องปรับอากาศใหม่ที่ติดตั้งต้องมีขนาด (หน่วย BTU) ที่ใกล้เคียงกับเครื่องปรับอากาศเดิม
3. การติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการปรับอากาศในบริเวณที่ติดตั้ง

สมการการคำนวณ:

- กรณีติดตั้งเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (BTU _{new} / EER _{old}) x N air x h x EF _{elec} /1000
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (BTU _{new} / EER _{new}) x N air x h x EF _{elec} /1000 = (BTU _{new} / ((-0.02*SEER ²) + (1.12*SEER))) x N air x h x EF _{elec} /1000

- กรณีติดตั้งเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแบบธรรมดา หรือ Non-Inverter

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (BTU _{new} / EER _{old}) x (Comp/100) x N air x h x EF _{elec} /1000
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (BTU _{new} / EER _{new}) x (Comp/100) x N air x h x EF _{elec} /1000

หมายเหตุ หน่วยงานที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งให้คำนวณด้วย EF_{elec} หากใช้ไฟฟ้าจากแหล่งผลิตอื่น ๆ ใช้

EF_{captive} แทน EF_{elec} ในสมการ

คำอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	BTU new	ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งใหม่	ตรวจสอบจาก Spec. ของอุปกรณ์, เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย	บีทียู	บันทึก
2	EER old	ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศเดิม	ตรวจสอบจาก Spec. ของอุปกรณ์, เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
3	EER new	ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศใหม่	ตรวจสอบจาก Spec. ของอุปกรณ์, เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
4	SEER new	ค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามฤดูกาลของเครื่องปรับอากาศใหม่ (สำหรับ Inverter)	ตรวจสอบจาก Spec. ของอุปกรณ์, เอกสารจัดซื้อ/ตรวจรับงาน, ภาพถ่าย	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
5	Comp	อัตราส่วนการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (หากไม่ทราบใช้ค่าเท่ากับ 75)	ตรวจสอบจาก Spec. ของอุปกรณ์, ตรวจวัด	%	บันทึก
6	N air	จำนวนเครื่องปรับอากาศที่เปลี่ยนทดแทนของเดิม	บันทึกการตรวจนับ, แบบแปลน/แผนผังแสดงตำแหน่งอุปกรณ์แสงสว่าง, เอกสารจากตรวจรับงาน, รูปภาพ	ชุด	บันทึก
7	h	จำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศใหม่ตลอดช่วงระยะเวลาที่ขอการรับรอง	จำนวนวันทำงานขององค์กรหรือบันทึกจำนวนชั่วโมงการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ, Timer ควบคุมการเปิด-ปิด	ชั่วโมง	บันทึก
8	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857
9	1000	ค่าแปลงหน่วยจาก วัตต์ เป็น กิโลวัตต์			

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
10	EF _{captive}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตอื่น	รายงาน ผู้ผลิตไฟฟ้า (หากไม่ทราบ ให้ใช้ค่า 0.319 kgCO ₂ eq/kWh อ้างอิงจากโครงการ JCM วิธีการคำนวณ TH_AM001 Installation of Solar PV System Ver2.0)	kgCO ₂ eq/kWh	0.3190

หมายเหตุ 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) การแปลง SEER ให้เป็น EER ใช้สมการ $EER = -0.02 \times SEER^2 + 1.12 \times SEER$ ที่มา "U.S. DOE Building America House Simulation Protocols, Revised October 2010"

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพื่อจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง

ประเภทโครงการวิจัย: การพัฒนาพลังงานทดแทน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-AE-01-Version 8 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนทดแทนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง (จำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= EG x EF _{grid} หรือ กรณีผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ = (กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์/ 1,000) x จำนวนแผงที่ติดตั้ง x จำนวนวันที่ผลิตไฟฟ้า x ช่วงระยะเวลาที่มีความเข้มของแดดสูงสุด x EF _{grid}
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (EC x EF _{elec}) + (FC x NCV x EF _{fuel})

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EG	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียน	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
2	EC	ปริมาณไฟฟ้าจากสายส่งที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมโครงการ	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
3	FC	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมของโครงการ	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง	หน่วย	บันทึก
4	EF _{grid}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.5251
5	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857
6	h	ระยะเวลาที่มีความเข้มของแสงแดดสูงสุดในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 วัน	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	ชั่วโมง/วัน	4.00

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF _{fuel}	=NCV*EF _{fuel}
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ที่มา: รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
ก๊าซธรรมชาติ (ลูกบาศก์ฟุต)	1.02	0.0561	0.0572
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	26.62	0.0631	1.6797
น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	31.48	0.0693	2.1816

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF _{fuel}	=NCV*EF _{fuel}
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ไบโอดีเซลขององค์กร	ที่มา: รายงานคุณภาพ พลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	36.42	0.0741	2.6987
แก๊สโซฮอล์ 91 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634
แก๊สโซฮอล์ 95 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634
E20 (ลิตร)	31.48	0.0554	1.7453
E85 (ลิตร)	31.48	0.0104	0.3272
ดีเซล B7 (ลิตร)	36.42	0.0689	2.5098
ดีเซล B10 (ลิตร)	36.42	0.0667	2.4288

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพื่อใช้เอง

ประเภทโครงการวิจัย: การพัฒนาพลังงานทดแทน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-AE-02-Version 7 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: เป็นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนทดแทน

1. การซื้อไฟฟ้าจากระบบสายส่ง หรือ
2. การซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่น หรือโรงไฟฟ้า Captive ที่ไม่ผ่านระบบสายส่ง เช่น โรงไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรม หรือ
3. การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของเครื่องจักร/อุปกรณ์ เช่น การใช้น้ำมันดีเซลในระบบสูบน้ำ หรือ
4. การใช้คอมไฟพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Lighting)

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียน × EF _{elec}) หรือ <u>กรณีผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์</u> = ((กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์/ 1,000) × จำนวนแผง × จำนวนวันที่ผลิตไฟฟ้า × ช่วงระยะเวลาที่มีความเข้มของแดดสูงสุด × EF _{elec}) หรือ <u>กรณีทดแทนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อใช้เอง</u> = (ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียน × (3.6/0.3) × EF _{fuel}) หมายเหตุ 1,000 คือ ค่าแปลงจากวัตต์เป็นกิโลวัตต์
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าหรือในการดำเนินกิจกรรม × EF _{elec})

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EG	ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต/ใช้จากพลังงานหมุนเวียน	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
2	EC	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้า	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
3	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
4	H	ระยะเวลาที่มีความเข้มของแสงแดดสูงสุดในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 วัน	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	ชั่วโมง/วัน	4.00
5		อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ได้ต่อพลังงานที่เข้าสู่ระบบ			0.30
6	EF _{captive}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตอื่น	รายงานผู้ผลิตไฟฟ้า (หากไม่ทราบให้ใช้ค่า 0.319 kgCO ₂ eq/kWh อ้างอิงจาก โครงการ JCM วิธีการคำนวณ TH_AM001 Installation of Solar PV System Ver2.0)	kgCO ₂ eq/kWh	0.3190

การผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิง

ประเภทโครงการวิจัย: การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารและโรงงาน และในครัวเรือน

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-S-METH-06-16 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการผลิตพลังงานความร้อนและ/หรือไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงที่ติดตั้งใหม่ทั้งระบบ ประกอบด้วย

1. ระบบเซลล์เชื้อเพลิงต้องใช้ไฮโดรเจนที่ผลิตจากก๊าซธรรมชาติ
2. พลังงานที่ผลิตได้จากระบบเซลล์เชื้อเพลิงต้องไม่ถูกนำไปใช้ในกิจกรรมการขนส่ง
3. การติดตั้งระบบเซลล์เชื้อเพลิงต้องไม่เป็นการทดแทนการผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากระบบโคเจเนอเรชั่น (Cogeneration)
4. พลังงานความร้อนที่ผลิตได้ต้องไม่นำไปใช้ผลิตไฟฟ้า
5. กิจกรรมของโครงการต้องรวมถึงกระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากก๊าซธรรมชาติเพื่อเป็นวัตถุดิบให้แก่ระบบเซลล์เชื้อเพลิง

ขอบเขตโครงการ: พื้นที่ติดตั้งของระบบผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงของโครงการ รวมไปถึงถึงกระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้หากโครงการมีการใช้ระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าอื่นเป็นระบบสำรองร่วมด้วย ให้นำพื้นที่ติดตั้งของระบบดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของขอบเขตโครงการ

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการผลิตไฟฟ้า และพลังงานความร้อนของ Fuel Cell เพื่อจำหน่ายหรือใช้เอง ของระบบผลิตพลังงานความร้อนของกลุ่มอุตสาหกรรม โดยคิดจากปริมาณไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$BE_y = BE_{EG,y} + BE_{HG,y}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂/year)

$BE_{EG,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในปี y (tCO₂/year)

$BE_{HG,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตความร้อนด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลในปี y (tCO₂/year)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

$$BE_{EG,y} = (EG_{PJ,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,PJ,y}$$

โดยที่

$BE_{EG,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในปี y (tCO₂/year)

$EG_{PJ,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เพื่อใช้เองหรือจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการในปี y (kWh/year)

$EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO₂/MWh)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานความร้อนด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล

$$BE_{HG,y} = \left(\frac{HG_{PJ,y}}{\eta_{BL}} \right) \times EF_{CO_2,NG} \times 10^{-6}$$

โดยที่

$BE_{HG,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตความร้อนด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิลในปี y (tCO₂/year)

$HG_{PJ,y}$ = ปริมาณความร้อนสุทธิที่ผลิตได้จากระบบผลิตความร้อนจากการดำเนินโครงการในปี y (MJ/year)

η_{BL} = ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบผลิตความร้อนในกรณีฐาน (ไม่มีหน่วย)

$EF_{CO_2,NG}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ (tCO₂/TJ)

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนด้วยก๊าซธรรมชาติ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและไฟฟ้าในอุปกรณ์สนับสนุนในระบบเซลล์เชื้อเพลิง หรือการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเกิดขึ้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_y = PE_{NG,feed} + PE_{FF,y} + PE_{EL,y}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂/year)

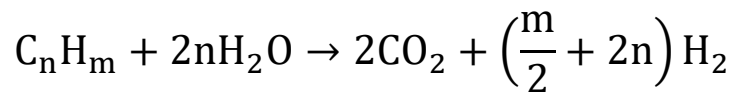
$PE_{NG,feed}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นวัตถุดิบในปี y (tCO₂/year)

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในปี y (tCO₂/year)

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO₂/year)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ

เนื่องจากกระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากปฏิกิริยารีฟอร์มมิ่งด้วยไอน้ำ (Steam reforming) กับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน C_nH_m ทำให้เกิด nCO_2 เป็นผลพลอยได้ของปฏิกิริยาการปล่อยที่เพิ่มขึ้นในการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตไฮโดรเจนจะปล่อย CO_2 ดังสมการ



การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้จากองค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในกิจกรรมโครงการ

$$PE_{NG,feed} = \sum (m \times n) \times \sum \frac{M_{NG,y}}{(m \times MW_{NG})} \times MW_{CO_2} \times 10^{-3}$$

โดยที่

$PE_{NG,feed}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบในปี y (tCO₂/year)

m = สัดส่วนของโมลของไฮโดรคาร์บอนประเภท i ในก๊าซธรรมชาติ

n = จำนวนอะตอมของคาร์บอนที่ประกอบในโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนประเภท i

$M_{NG,y}$ = ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติจากการดำเนินโครงการ ในปี y (kg/year)

MW_{NG} = มวลโมเลกุลของก๊าซธรรมชาติ (kg/kmol)

MW_{CO_2} = มวลโมเลกุลของ CO₂ (kg/kmol)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$$PE_{FF,y} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในปี y (tCO₂/year)

$FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i จากการดำเนินโครงการในปี y (unit/year)

NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (MJ/unit)

$EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO₂/TJ)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,PJ,y}$$

โดยที่

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂/year)

$EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (kWh/year)

$EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO₂/MWh)

- การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี y (tCO₂/year)

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂/year)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂/year)

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (tCO₂/year)

บทที่ 5

โครงการวิจัยด้านขนส่ง



บทที่ 5

โครงการวิจัยด้านการขนส่ง

โครงการวิจัยด้านการขนส่งที่เข้าข่ายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องเป็นกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งเมื่อเทียบกับกรณีฐาน โดยดำเนินการผ่านการเปลี่ยนแปลงไปใช้ยานพาหนะไฟฟ้าที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่า การใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะ การใช้เชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนในยานพาหนะ รวมถึงการพัฒนาาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูงและลดการใช้พลังงาน การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกในโครงการวิจัยด้านการเปลี่ยนยานพาหนะพิจารณาค่าข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เหมาะสมตามลักษณะและประเภทของกิจกรรมในโครงการ โดยมีแนวทางการคำนวณดังนี้

การใช้หรือเปลี่ยนยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นยานพาหนะไฟฟ้า

ประเภทโครงการวิจัย: การจัดการในภาคขนส่ง

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-TM-01-Version 3 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. ประเภทของยานพาหนะต้องเป็นไปตามกฎหมาย (พรบ. รถยนต์/พรบ. การขนส่งทางบก) โดยประเภทที่เข้าข่าย คือ รถยนต์ 4 ล้อ รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง (รถตุ๊กตุ๊ก) รถโดยสาร และรถบรรทุก
2. กิจกรรมการใช้ยานพาหนะต้องเป็นการขนส่งผู้โดยสาร หรือบรรทุกสินค้าในลักษณะส่วนบุคคลหรือรับจ้างเท่านั้น
3. เป็นการใช้นานพาหนะไฮบริด/ยานพาหนะไฟฟ้าใหม่ หรือเป็นการใช้นานพาหนะไฮบริด/ยานพาหนะไฟฟ้าเพื่อแทนที่ยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในที่มีอยู่เดิม
4. กรณีใช้แทนที่ยานพาหนะเดิม ยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายใน (ในกรณีฐาน) กับยานพาหนะไฮบริด/ยานพาหนะไฟฟ้า (การดำเนินโครงการ) ต้องเป็นประเภทเดียวกัน และต้องไม่เป็นการดัดแปลงยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในที่มีอยู่เดิม
5. ยานพาหนะไฟฟ้าต้องสามารถติดตามพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการชาร์จ เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ และระยะทางการใช้งานได้
6. กรณีที่ยานพาหนะไฟฟ้ามีการชาร์จพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียน ต้องมีการติดตามข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ชาร์จจากพลังงานหมุนเวียนได้

สมการการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในกรณีฐาน × NCV _i × EF _{fuel,i})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับดำเนินกิจกรรม × EF _{elec}) + (ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้สำหรับดำเนินกิจกรรม × NCV _i × EF _{fuel,i})

อ้างอิงวิธีการคำนวณ T-VER-METH-TM-01 การเปลี่ยนยานพาหนะเครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นยานพาหนะไฮบริด/ยานพาหนะไฟฟ้า
T-VER-METH-TM-04 การใช้ยานพาหนะไฮบริด/ยานพาหนะไฟฟ้าใหม่

ค่าอ้างอิง:

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF fuel	= NCV*EF fuel
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ที่มา: โครงการติดตามประเมิน (Tracking) การใช้พลังงานที่ลดลงจากมาตรการภาคขนส่งด้วยการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน, สนข.	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	31.48	0.0693	2.1816
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	36.42	0.0741	2.6987
แก๊สโซฮอล์ 91 (ลิตร)	30.68	0.0624	1.9135
แก๊สโซฮอล์ 95 (ลิตร)	30.68	0.0624	1.9135
E20 (ลิตร)	29.88	0.0554	1.6565
E85 (ลิตร)	24.70	0.0104	0.2568

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF fuel	= NCV*EF fuel
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ไบโอดีเซลขององค์กร	ที่มา: โครงการติดตาม ประเมิน (Tracking) การใช้ พลังงานที่ลดลงจากมาตรการ ภาคขนส่งด้วยการพัฒนารับ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน, สนข.	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
NGV/CNG (กิโลกรัม)	37.92	0.0561	2.1273
LPG (ลิตร)	26.62	0.0631	1.6797
ดีเซล B7 (ลิตร)	36.42	0.0689	2.5098
ดีเซล B10 (ลิตร)	36.42	0.0667	2.4288
ดีเซล B20 (ลิตร)	36.42	0.0593	2.1590
ไฟฟ้า (kWh)			0.4857

กรณีรถใหม่

ประเภทของยานพาหนะ	ประเภท	ค่าความสิ้นเปลือง (Unit/km)*	NCV*EF
	เชื้อเพลิงอ้างอิง		kgCO ₂ eq/หน่วย
รถยนต์ (รถเก๋ง)	CNG	0.0841	2.1273
รถกระบะบรรทุก (4 ล้อ)	CNG	0.0999	2.1273
รถแท็กซี่	CNG	0.0836	2.1273
รถตู้	CNG	0.0894	2.1273
รถจักรยานยนต์	E20	0.0223	1.6565
รถสามล้อเครื่อง	CNG	0.0797	2.1273
รถโดยสาร	CNG	0.2703	2.1273

บทที่ 6

โครงการวิจัยด้านป่าไม้และการเกษตร



บทที่ 6

โครงการวิจัยด้านป่าไม้และการเกษตร

โครงการวิจัยด้านป่าไม้และการเกษตรที่เข้าข่ายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องเป็นกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน โดยดำเนินการผ่านการกักเก็บคาร์บอนจากต้นไม้ การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร โดยการนำวัสดุมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุคลุมดินเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวโดยการปรับปรุงวิธีการจัดการน้ำและการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกในโครงการวิจัยด้านป่าไม้และการเกษตรจะพิจารณาค่าข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เหมาะสมตามลักษณะและประเภทของกิจกรรมในโครงการ โดยมีแนวทางการคำนวณดังนี้

การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ประเภทโครงการวิจัย: โครงการประเภทการปลูกป่า/ต้นไม้

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-FOR-01-Version 6 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. การปลูก ดูแล และการจัดการอย่างถูกวิธี
2. เป็นไม้ยืนต้น (ความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตรขึ้นไป และมีเส้นรอบวงตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป)
3. ไม้ยืนต้นที่ขอการรับรองสามารถเป็นไม้เศรษฐกิจโตเร็วตามประกาศของ อบก. ได้ไม่เกินร้อยละ 50 และต้องเป็นการปลูกเพื่ออนุรักษ์โดยไม่มีการตัดขาย
4. กรณีกิจกรรมการปลูกพืชเกษตรยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ทูเรียน ให้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยตามวิธีการคำนวณเรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (LESS-AGR-01) ร่วมด้วย

สมการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ขนาดพื้นที่โครงการ (ไร่) x มวลชีวภาพของต้นไม้ (kg/ไร่) x ค่าสัดส่วนคาร์บอน x (44/12)
--	--

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	ค่า
1	ขนาดพื้นที่โครงการ	พื้นที่ที่ปลูกต้นไม้ ไม่รวมพื้นที่สิ่งก่อสร้าง หรือแหล่งน้ำ	เอกสารสิทธิ์ การตรวจวัด	บันทึก
2	มวลชีวภาพของต้นไม้	มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพใต้ดิน		
2.1	มวลชีวภาพเหนือดิน	ได้แก่ มวลชีวภาพในลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล	สมการแอลโลเมตรี จำแนกตามกลุ่มชนิดพรรณไม้ (ตารางที่ 1)	ตาราง 1
2.1.1	ความโต	วัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับความสูงเพียงอก (1.3 เมตรจากพื้นดินที่โคนต้น)	ตรวจวัด	บันทึก
2.1.2	ความสูง	ใช้วิธีการวัดด้วยครีโนมิเตอร์ (clinometer) หรือวิธีอื่น ๆ ที่ อบก. ยอมรับ	ตรวจวัด	บันทึก
2.2	มวลชีวภาพใต้ดิน	ได้แก่ ราก	= มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน x สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้	ตาราง 2
3	ค่าสัดส่วนคาร์บอน	ปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้		ตาราง 2
4	44/12	ค่ามวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน		

ตารางที่ 1 สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มพรรณไม้

กลุ่มพรรณไม้	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$	Ogawa et al. (1965)
	$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$	
	$W_L = (28/(W_S+W_B) + 0.025)^{-1}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	

กลุ่มพรรณไม้	สมการ		อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466 (D^2H)^{0.945}$		Komiyama et al. (1987)
	$W_B = 0.01579 (D^2H)^{0.9124}$		
	$W_L = 0.0678 (D^2H)^{0.5806}$		
	$W_T = W_S + W_B + W_L$		
กลุ่มปาล์ม	$W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5}(\ln H)$		Peason et al. (2005)
กลุ่มไผ่	ไผ่บงป่า	$W_T = 0.1466 (D)^{0.7187}$	อิทธิพงษ์ (2557)
	ไผ่บงดำ	$W_T = 0.49522 (D)^{0.8726}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ข้าวหลาม	$W_T = 0.17466 (D)^{1.0437}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ไร่และไผ่ผาก	$W_T = 0.2425 (D)^{1.0751}$	Kutintara (1995)
กลุ่มเถาว์วัลย์	$W_T = 0.8622 (D)^{2.0210}$		ชิงชัยและคณะ (2554)

หมายเหตุ W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)

W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)

W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.3 เมตร

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพ และค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้

กลุ่มชนิดไม้	สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	สัดส่วนน้ำหนักแห้ง ของรากต่อต้น	ที่มา
พรรณไม้ทั่วไป	47.00	27.00	IPCC 2006
พรรณไม้ป่าชายเลน	47.15	48.00	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
กลุ่มปาล์ม	41.30	41.00	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
เถาว์วัลย์	47.00	27.00	IPCC 2006
ไผ่	47.00	27.00	IPCC 2006

การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร

ประเภทโครงการวิจัย: โครงการด้านป่าไม้และการเกษตร

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-AGR-01-Version 7 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. เป็นพื้นที่การเกษตรที่ปรับการใช้ปุ๋ย และ/หรือ สารปรับปรุงดินอย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น
 - ปรับปริมาณการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารของพืช
 - เพิ่มการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี
 - ปรับปรุงวิธีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง และในเวลาที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ เช่น การฝังกลบ ความชื้นในดินที่เหมาะสม
2. มีข้อมูลการใช้ปุ๋ย และ/หรือ สารปรับปรุงดินย้อนหลังในพื้นที่การเกษตร ที่มาจาก
 - รอบปีเพาะปลูกในอดีต หรือ
 - พื้นที่การปลูกข้างเคียง
3. กรณีที่ไม่มีข้อมูลการใช้ปุ๋ย และ/หรือ สารปรับปรุงดินย้อนหลังในพื้นที่การเกษตร ให้ใช้ค่าแนะนำที่มีแหล่งอ้างอิงทางวิชาการ เช่น กรมวิชาการเกษตร เป็นต้น
4. มีการจัดเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ปุ๋ย และ/หรือ สารปรับปรุงดินในพื้นที่การเกษตร

สมการคำนวณ:

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ย + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์ + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย/ปุ๋นขาว/โดโลไมต์ + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า $= ((W_{be\ sn} + W_{be\ on}) * EF_{dr}) + (W_{be\ sn} * EF_{idr\ sn}) + (W_{be\ on} * EF_{idr\ on}) + (W_{be\ urea} * EF_{urea}) + (W_{be\ lime} * EF_{lime}) + (W_{be\ dol} * EF_{dol}) + (FF_{be} * EF_{ff}) + (Elec_{be} * EF_{elec})$
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ย + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์ + การปล่อยก๊าซ

	<p>เรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย/ปุนขาว/โดโลไมต์ + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล + การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า</p> $= ((W_{pe\ sn} + W_{pe\ on}) * EF_{dr}) + (W_{pe\ sn} * EF_{idr\ sn}) + (W_{pe\ on} * EF_{idr\ on}) + (W_{pe\ urea} * EF_{urea}) + (W_{pe\ lime} * EF_{lime}) + (W_{pe\ dol} * EF_{dol}) + (FF_{pe} * EF_{ff}) + (Elec_{pe} * EF_{elec})$
--	---

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EF_dr oth	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืชทั่วไป	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg ไนโตรเจน	4.164
2	EF_dr rice	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการใส่ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับนาข้าวที่มีน้ำขัง	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg ไนโตรเจน	1.249
3	EF_idr sn	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (การระเหยในรูปของ NH ₃ +NO _x) และการชะล้างซึมผ่านผิวดินจากการใส่ปุ๋ยเคมี	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg ไนโตรเจน	1.353
4	EF_idr on	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม (การระเหยในรูปของ NH ₃ +NO _x) และการชะล้างซึมผ่านผิวดินจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg ไนโตรเจน	1.770

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
5	EF_urea	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ยูเรีย	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่ การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg ยูเรีย	0.733
6	EF_lime	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปูนขาว	T-VER-METH-AGR-01 Version 02 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่ การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014	kgCO ₂ eq/kg ปูนขาว	0.440
7	EF_dol	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่โดโลไมต์	T-VER-METH-AGR-01 Version 03 การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่ การเกษตร, IPCC Fifth Assessment Report	kgCO ₂ eq/kg โดโลไมต์	0.477
8	EF_ff disel	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (NCV), IPCC 2006 Volume2 table 2.5	kgCO ₂ eq/ลิตร	2.699
9	EF_ff ben	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (NCV), IPCC 2006 Volume2 table 2.5	kgCO ₂ eq/ลิตร	2.182
10	EF_ff b20	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไบโอดีเซล B20	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (NCV), IPCC	kgCO ₂ eq/ลิตร	2.159

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
			2006 Volume2 table 2.5		
11	EF_ff b100	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไบโอเซล B100	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (NCV), IPCC 2006 Volume2 table 2.5	kgCO ₂ eq/ลิตร	0.000
12	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment Report (AR5))

$$C_{BSL} = NBL + CBL + FBL$$

เมื่อ C_{BSL} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรณีฐาน
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

NBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O จากการใช้ปุ๋ย
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

CBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้ปุ๋ย
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

FBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O โดยตรง (จากการคำนวณ)

(กรณีการปลูกข้าวที่มีการขังน้ำ)

$$NBL_{DR} = [(F_{SN,i} + F_{ON,i}) \times EF_1] \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$$

(กรณีการปลูกพืชชนิดอื่น)

$$NBL_{DR} = [(F_{SN,i} + F_{ON,i}) \times EF_2] \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$$

เมื่อ NBL_{DR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O โดยตรง (จากการคำนวณ)
(ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

$F_{SN,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยเคมี ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$F_{ON,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

EF_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.003)

EF_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.01)

GWP_{N_2O} = Global Warming Potential สำหรับ N₂O (กำหนดให้เท่ากับ 298)

ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O โดยอ้อม (จากการคำนวณ)

$$NBL_{IDR} = [(N_2O_{(v),i} + N_2O_{(L),i}) \times \frac{44}{28} \times GWP_{N_2O}$$

$$N_2O_{(v),i} = [(F_{SN,i} \times frac_{NH_3-NO_x,1}) + (F_{ON,i} \times frac_{NH_3-NO_x,2})] \times EF_3$$

$$N_2O_{(L),i} = (F_{SN,i} + F_{ON,i}) \times frac_{leach} \times EF_4$$

เมื่อ NBL_{IDR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O โดยอ้อม (จากการคำนวณ)
(ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

$N_2O_{(v),i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N₂O จากการระเหยในรูป NH₃+NO_x ของปุ๋ย
ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$N_2O_{(L),i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากการชะล้างซึมผ่านผิวดิน ของปุ๋ย ชนิดที่ i
(ตันไนโตรเจนต่อปี)

GWP_{N_2O} = Global Warming Potential สำหรับ N_2O (กำหนดให้เท่ากับ 298)

$F_{SN,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยเคมี ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$F_{ON,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดที่ i (ตันไนโตรเจนต่อปี)

$frac_{NH_3-NO_x,1}$ = สัดส่วนของปุ๋ยเคมีที่ระเหยในรูป NH_3+NO_x (กำหนดให้เท่ากับ 0.1)

$frac_{NH_3-NO_x,2}$ = สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ระเหยในรูป NH_3+NO_x (กำหนดให้เท่ากับ 0.2)

$frac_{leach}$ = สัดส่วนของปุ๋ยที่ถูกชะล้าง (กำหนดให้เท่ากับ 0.3)

EF_3 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.01)

EF_4 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.0075)

การคำนวณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยในภาคการเกษตร

$$CBL = CBL_{UR} + CBL_{LS}$$

เมื่อ CBL = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ย
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

CBL_{UR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรีย
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

CBL_{LS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

การใช้ปุ๋ยยูเรีย

$$CBL_{UR} = (UR_i \times EF_5) \times \frac{44}{12}$$

เมื่อ CBL_{UR} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้ปุ๋ยยูเรีย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

UR_i = ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรีย ชนิดที่ i (ตันยูเรียต่อปี)

EF_5 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.2)

การใช้ปุ๋ย

$$CBL_{LS} = [(LM_i \times EF_6) + (DM_i \times EF_7)] \times \frac{44}{12}$$

เมื่อ CBL_{LS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้ปุ๋ย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

LM_i = ปริมาณการใช้ปุ๋ยขาว ชนิดที่ i (ตันต่อปี)

DM_i = ปริมาณการใช้โดโลไมต์ ชนิดที่ i (ตันต่อปี)

EF_6 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.12)

EF_7 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กำหนดให้เท่ากับ 0.13)

การลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรโดยนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุคลุมดิน

ประเภทโครงการวิจัย: โครงการด้านป่าไม้และการเกษตร

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-AGR-02-Version 3 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. เป็นพื้นที่สำหรับการปลูกพืชเกษตรที่มีการปลูก ดูแล จัดการผลผลิตทางการเกษตรอย่างถูกวิธี และเป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเหมาะสมกับเขตการใช้ที่ดิน
2. ก่อนดำเนินโครงการ มีการจัดการเศษวัสดุทางการเกษตรในพื้นที่โดยการเผาในที่โล่งเท่านั้น
3. เป็นการลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรในขั้นตอนก่อนการเพาะปลูก ก่อนการเก็บเกี่ยว หรือหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีการรวบรวมเศษวัสดุทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุคลุมดิน
4. กรณีมีการนำเศษวัสดุทางการเกษตรไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินนอกพื้นที่เก็บเกี่ยว จะต้องมียะยะทางการขนส่งไม่เกิน 200 กิโลเมตร
5. มีการเก็บบันทึกข้อมูล และแสดงหลักฐานการดำเนินกิจกรรมได้ชัดเจน สามารถตรวจสอบ/ทวนสอบได้

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= Q × [(EF _{burning,CH₄} × GWP _{CH₄}) + (EF _{burning,N₂O} × GWP _{N₂O})]
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (EC × EF _{elec}) + (FC × NCV × EF _{fuel}) + (Q × %N × EF _{mul,N₂O} × 44/28 × GWP _{N₂O})

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: AMS-III.BE.: Avoidance of methane and nitrous oxide emissions from sugarcane pre-harvest open burning through mulching --- Version 1.0

คำอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	Q	ปริมาณวัสดุทางการเกษตรที่ถูกนำไปเผา	ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จการซื้อ-ขายที่แสดงน้ำหนัก	kg	บันทึก
2	EC	ปริมาณไฟฟ้าจากสายส่งที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมโครงการ	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าไฟ, ข้อมูลการตรวจวัด, name plate	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	บันทึก
3	FC	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมของโครงการ	มิเตอร์, ใบเสร็จค่าเชื้อเพลิง	หน่วย	บันทึก
4	EF _{burning,CH4}	ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตร	IPCC Volume 4	gCH ₄ /kg วัสดุทางการเกษตรที่ถูกนำไปเผา	2.7
5	EF _{burning,N2O}	ค่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาไหม้วัสดุทางการเกษตร	IPCC Volume 5	gN ₂ O/kg วัสดุทางการเกษตรที่ถูกนำไปเผา	0.07
6	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857
7	GWP _{CH4}	ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน	IPCC Fifth Assessment Report (AR5)	kgCO ₂ eq/kgCH ₄	28
8	GWP _{N2O}	ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซไนตรัสออกไซด์	IPCC Fifth Assessment Report (AR5)	kgCO ₂ eq/kgN ₂ O	265
10	%N	ปริมาณไนโตรเจนในเศษวัสดุทางการเกษตร	CDM Methodology AMS-III.BE	%	0.7
11	EF _{mul,N2O}	ค่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ของวัสดุคลุมดิน	CDM Methodology AMS-III.BE	kgN ₂ O/kg N	0.005

ชนิดเชื้อเพลิง	ค่า NCV	EF _{fuel}	
	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือน กระจก	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ที่มา: รายงานคุณภาพ พลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	=NCV*EF _{fuel}
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	kgCO ₂ eq/หน่วย
ก๊าซธรรมชาติ (ลูกบาศก์ฟุต)	1.02	0.0561	0.0572
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	26.62	0.0631	1.6797
น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	31.48	0.0693	2.1816
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	36.42	0.0741	2.6987
แก๊สโซฮอล์ 91 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634
แก๊สโซฮอล์ 95 (ลิตร)	31.48	0.0624	1.9634
E20 (ลิตร)	31.48	0.0554	1.7453
E85 (ลิตร)	31.48	0.0104	0.3272
ดีเซล B7 (ลิตร)	36.42	0.0689	2.5098
ดีเซล B10 (ลิตร)	36.42	0.0667	2.4288
วัสดุทางการเกษตร		0.1	1.2680
CH ₄	12.68	0.00084	0.0107
N ₂ O		0.00106	0.0134

การลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว

ประเภทโครงการวิจัย: การลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-P-TOOL-01-13 (Calculation for methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. พื้นที่ที่ใช้เครื่องมือนี้ได้ คือ พื้นที่ที่มีการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้
 - 1.1 พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการปรับเปลี่ยนจากการขังน้ำตลอดฤดูปลูก (Continuously flood condition) เป็นการขังน้ำเป็นช่วง (Intermittent flood condition) และ/หรือมีการลดระยะเวลาขังน้ำ
 - 1.2 พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wetting and drying) และการปลูกข้าวแอโรบิค (Aerobic rice cultivation)
 - 1.3 พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกจากนาดำ (Transplanting) เป็นนาหว่าน (Direct seeding)
2. กิจกรรมการของโครงการต้องเป็นไปตามสภาวะต่อไปนี้
 - 2.1 พื้นที่ปลูกข้าวโครงการเป็นพื้นที่นาชลประทาน (Irrigated flooded fields) และไม่ครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวแบบนาฝน (Rainfed) นาน้ำลึก (Deep water) หรือข้าวไร่ (Upland) ที่กำหนดจากการสำรวจพื้นที่ตามเขตภูมิศาสตร์ (Geographical region) ที่เสนอโดยผู้พัฒนาโครงการ หรือโดยการใช้ข้อมูลประเทศ (National data) พร้อมให้รายละเอียดรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูปลูก (Pre-season water regime) และการใส่วัสดุอินทรีย์สำหรับการกำหนดกรณีฐาน
 - 2.2 พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการควบคุมการนำน้ำเข้าและระบายน้ำ (Controlled irrigation and drainage) ที่ดำเนินการควบคุมน้ำได้ทั้งฤดูน้ำและฤดูแล้ง
 - 2.3 กิจกรรมโครงการต้องไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเกินกว่าข้อกำหนดของวิธีการและไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนพันธุ์ข้าวที่ปลูก
 - 2.4 หากดำเนินการประเมินโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่เป็นการตรวจวัดจากพื้นที่ตัวแทนของโครงการ วิธีการตรวจวัดต้องใช้วิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber method) และวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
3. กิจกรรมการของโครงการต้องมีการกำหนดรายละเอียดรูปแบบการปลูกข้าวสำหรับกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการ โดยสามารถจัดกลุ่มรูปแบบการปลูกดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดรูปแบบการปลูกข้าวสำหรับกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการ

พารามิเตอร์	ชนิด ^a	ประเภท/ค่า	แหล่งข้อมูล/วิธีการ
รูปแบบการจัดการน้ำ (ในฤดูปลูก)	มีพลวัต (Dynamic)	การขังน้ำตลอดฤดูปลูก การระบายน้ำ 1 ครั้ง การระบายน้ำหลายครั้ง	กรณีฐาน: ข้อมูลจากเกษตรกร กรณีดำเนินโครงการ: ข้อมูลจากการติดตามผล
รูปแบบการจัดการน้ำ (ก่อนฤดูปลูก)	มีพลวัต (Dynamic)	มีการขังน้ำ มีการระบายน้ำเป็นเวลาน้อยกว่า 180 วัน มีการระบายน้ำเป็นเวลามากกว่า 180 วัน	กรณีฐาน: ข้อมูลจากเกษตรกร กรณีดำเนินโครงการ: ข้อมูลจากการติดตามผล
วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน	มีพลวัต (Dynamic)	การใส่ฟางข้าวก่อนการปลูก ^b การใส่ฟางข้าวนอกการปลูก ^b ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ไม่มีการใส่วัสดุอินทรีย์	กรณีฐาน: ข้อมูลจากเกษตรกร กรณีดำเนินโครงการ: ข้อมูลจากการติดตามผล
ความเป็นกรดต่างของดิน	คงที่ (Static)	<4.5 4.5-5.5 >5.5	ฐานข้อมูลคุณลักษณะดินของ ISRIC-WISE หรือข้อมูลประเทศ
คาร์บอนอินทรีย์ในดิน (SOC)	คงที่ (Static)	<1% 1-3% >3%	ฐานข้อมูลคุณลักษณะดินของ ISRIC-WISE หรือข้อมูลประเทศ
ภูมิอากาศ (Climate)	คงที่ (Static)	เขตนิเวศเกษตร (Agroecological zones: AEZ)	ข้อมูลตาม Rice Almanac (2002) หรือ HarvestChoice หรือตามการจำแนกพื้นที่ที่ได้รับการยอมรับในประเทศ

หมายเหตุ:

^a สภาวะที่มีพลวัต (Dynamic conditions) คือ มีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมในแปลง จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามเวลา และจำเป็นต้องติดตามผล ส่วนสภาวะคงที่ (Static conditions) คือ พารามิเตอร์ที่จำเพาะกับพื้นที่ในการกำหนดคุณลักษณะดิน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา จึงตรวจวัดหรือรายงานค่าเพียงครั้งเดียว

^b การใส่ฟางข้าวก่อนการปลูก (Straw on-season) เป็นการที่ฟางข้าวที่ถูกทิ้งไว้ในหน้าดินและที่ถูกลบเข้าไปในดินและทำการปลูกข้าวตามทันที โดยดำเนินการภายใน 30 วันก่อนปลูกข้าว ส่วนการใส่ฟางนอกฤดู (Straw off-season) เป็นการใส่ฟางข้าวในฤดูปลูกก่อนหน้า โดยดำเนินการนานกว่า 30 วันก่อนการปลูกข้าว

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว

การลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวจากการดำเนินโครงการ มีวิธีการประเมินตามทางเลือกการ
ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวดังนี้

ทางเลือกที่ 1: ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวเป็นค่าจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของโครงการ

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน โดยคำนวณได้ดัง
สมการต่อไปนี้

$$CH_4soil_{BSL,t} = \sum_s CH_4soil_{BSL,s}$$

$$CH_4soil_{BSL,s} = \sum_{g=1}^G EF_{BSL,s,g} \times A_{s,g} \times 10^{-3} \times GWP_{CH_4}$$

โดยที่

$CH_4soil_{BSL,t}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานในปีที่ t
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CH_4soil_{BSL,s}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานสำหรับฤดูปลูก s
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$EF_{BSL,s,g}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานของรูปแบบ g สำหรับ
ฤดูปลูก s (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก) โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่
ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว
มีอย่างน้อย 3 ไร่สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 3) และค่าสัมประสิทธิ์การ
ปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนไร่ที่ตรวจวัด

$A_{s,g}$ = พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการในรูปแบบ g สำหรับฤดูปลูก s (ไร่)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน

g = รูปแบบการปลูก 1,2,3,... โดยต้องครอบคลุมพื้นที่นาข้าวทั้งหมด

s = ฤดูปลูก

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการ โดยคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$CH_4soil_{PROJ,t} = \sum_s CH_4soil_{PROJ,s}$$

$$CH_4soil_{PROJ,s} = \sum_{g=1}^G EF_{PROJ,s,g} \times A_{s,g} \times 10^{-3} \times GWP_{CH_4}$$

โดยที่

$CH_4soil_{PROJ,t}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CH_4soil_{PROJ,s}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการสำหรับฤดูปลูก s (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$EF_{PROJ,s,g}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการของรูปแบบ g สำหรับฤดูปลูก s (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก) โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ไร่สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนไร่ที่ตรวจวัด

$A_{s,g}$ = พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการในรูปแบบ g สำหรับฤดูปลูก s (ไร่)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน

g = รูปแบบการปลูก 1,2,3,... โดยต้องครอบคลุมพื้นที่นาข้าวทั้งหมด

s = ฤดูปลูก

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวจากการดำเนินโครงการ โดยคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$CH_4soil_{ER,t} = CH_4soil_{BSL,t} - CH_4soil_{PROJ,t}$$

โดยที่

$CH_4soil_{ER,t}$ = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนของโครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CH_4soil_{BSL,t}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CH_4soil_{PROJ,t}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการในปีที่ t
(ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

ทางเลือกที่ 2: ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวเป็นค่าแนะนำ

$$CH_4soil_{ER,t} = EF_{ER} \times A_t \times L_t \times 10^{-3} \times GWP_{CH_4}$$

$$EF_{ER} = EF_{BSL} - EF_{PROJ}$$

กรณีใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c} \times SF_{BSL,w} \times SF_{BSL,p} \times SF_{BSL,o}$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c} \times SF_{PROJ,w} \times SF_{PROJ,p} \times SF_{PROJ,o}$$

กรณีไม่ใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c} \times SF_{BSL,w} \times SF_{BSL,p}$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c} \times SF_{PROJ,w} \times SF_{PROJ,p}$$

โดยที่

$CH_4soil_{ER,t}$ = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนของโครงการในปีที่ t (ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

EF_{ER} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{BSL} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{PROJ} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

$EF_{BSL,c}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก) โดยมีทางเลือกการใช้ค่า 2 กรณี คือ (1) เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำสำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด และ (2) เป็นค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC (ภาคผนวกที่ 1)

$SF_{BSL,w}$ หรือ $SF_{PROJ,w}$ = ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนิน โครงการ (ภาคผนวกที่ 1)

$SF_{BSL,p}$ หรือ $SF_{PROJ,p}$ = ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ (ภาคผนวกที่ 1)

$SF_{BSL,o}$ หรือ $SF_{PROJ,o}$ = ตัวปรับค่าตามการใส่วัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการโดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$SF_o = \left(1 + \sum_i ROA_i \times CFOA_i \right)^{0.59}$$

โดยที่

ROA_i = ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (ต้นต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น)

$CFOA_i$ = ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้น ๆ ก่อนปลูก) (ภาคผนวกที่ 1)

A_t = พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (ไร่)

L_t = ระยะเวลาปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (วัน) (ใช้เฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่เป็นหน่วยวัน)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน

บทที่ 7

โครงการวิจัยด้านการจัดการของเสีย



บทที่ 7

โครงการวิจัยด้านการจัดการของเสีย

โครงการวิจัยด้านการจัดการของเสียที่เข้าข่ายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้องเป็นกิจกรรมที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน โดยดำเนินการผ่านแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน คือ การออกแบบกระบวนการ ผลิตภัณฑ์/บริการ และรูปแบบธุรกิจ ด้วยการจัดการฝังกลบไหลของทรัพยากรให้เกิดการหมุนเวียน การจัดการและลดของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ จนนำไปสู่การไม่มีของเสียตลอดวงจรผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ส่วนประกอบ และวัสดุอย่างสูงสุดด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การใช้ซ้ำ การซ่อมแซม การปรับปรุงใหม่ การผลิตใหม่ และการปรับปรุงใช้ใหม่ ทั้งนี้ การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการวิจัยด้านการจัดการของเสีย จะพิจารณาค่าข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เหมาะสมตามลักษณะและประเภทของกิจกรรมในโครงการ

การคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล

ประเภทโครงการวิจัย: การจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-01-Version 6 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการคัดแยกขยะรีไซเคิลแต่ละประเภทเพื่อรวบรวมนำไปรีไซเคิลเท่านั้น (ไม่มีการนำไปกำจัดในหลุมฝังกลบ)
2. ประเภทขยะรีไซเคิลที่พิจารณา ประกอบด้วย กระดาษ พลาสติก อลูมิเนียม เหล็ก โลหะผสม และแก้ว
3. สามารถตรวจวัดน้ำหนักขยะรีไซเคิลแต่ละประเภทได้

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (W _{pp} *(EF _{swd pp} + EF _{recycle pp})) + (W _{pla} *EF _{recycle pla}) + (W _{alu} *EF _{recycle alu}) + (W _{steel} *EF _{recycle steel}) + (W _{metal} *EF _{recycle metal}) + (W _{glasas} *EF _{recycle glass})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= 0

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EF_swd pp	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทกระดาษด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบไม่มีระบบจัดการ ลึกมากกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	2.1275
2	EF_recycle pp	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำกระดาษไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) แทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	3.5460
3	EF_recycle pla	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำพลาสติกไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) แทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	1.0310
4	EF_recycle alu	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำอะลูมิเนียมไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) แทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	9.1270

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
5	EF_recycle steel	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำเหล็กไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) แทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	1.8320
6	EF_recycle metal	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำโลหะผสมไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	4.3910
7	EF_recycle glass	ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ สำหรับการนำแก้วไปรีไซเคิลเพื่อทดแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) แทนการนำไปทิ้งในหลุมฝังกลบ	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg ขยะ	0.2760

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 (อ้างอิง Fifth Assessment. Report (AR5) 100a)

การกักเก็บก๊าซมีเทนจากการหมักเศษอาหารแบบไร้อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

ประเภทโครงการวิจัย: การจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-02-Version 8 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการคัดแยกและรวบรวมเศษอาหาร (ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย) เข้าสู่ระบบหมักแบบไร้อากาศ
2. มีระบบกักเก็บและรวบรวมก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด เช่น นำไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม นำไปผลิตไฟฟ้า
3. สามารถตรวจวัดน้ำหนักระยะอาหารได้ โดยน้ำหนักของเศษอาหารต้องเป็นน้ำหนักแห้ง (ไม่รวมน้ำ)

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (W _{food} * EF _{swd food}) + (Biogas x อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพสำหรับเชื้อเพลิงฟอสซิล x NCV x EF _{fuel}) + (Biogas x อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพสำหรับผลิตไฟฟ้า x EF _{elec})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (W _{food} x 0.001 x GWP _{ch4}) + (ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม x EF _{elec})

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EF _{swd food}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทเศษอาหารด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบไม่มีระบบจัดการลึกลงกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg เศษอาหาร	0.5739
2	Biogas	ปริมาณเศษอาหาร x อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ		ลบ.ม.	

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
2.1		อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ	ผลการศึกษาโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหารฯ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (ข้อมูลการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ยของ 17 โครงการ)	ลบ.ม./กิโลกรัมเศษอาหาร	0.093
3		อัตราการทดแทน LPG ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	กิโลกรัม/ลบ.ม.	0.460
4		อัตราการทดแทน น้ำมันดีเซล ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ลิตร/ลบ.ม.	0.670
5		อัตราการทดแทน น้ำมันเบนซิน ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ลิตร/ลบ.ม.	0.600
6		อัตราการทดแทน กระแสไฟฟ้าต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	kWh/ลบ.ม.	1.200
7	EF_{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของ	kgCO ₂ eq/kWh	0.4758

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
			ประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.		
8		ค่าการปล่อยก๊าซมีเทน จากการหมักขยะอินทรีย์ แบบไร้อากาศ	T-VER-METH-WM-06 ระเบียบวิธีการลดก๊าซ เรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับ การกักเก็บก๊าซ มีเทนจากการหมักขยะ อินทรีย์แบบไร้อากาศ ขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้ ประโยชน์	kgCH ₄ /kg เศษอาหาร	0.001
9	GWP _{ch4}	ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน	อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5)		28.000
10		สัดส่วนก๊าซมีเทน	ผลการศึกษาโครงการ ส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซ ชีวภาพเพื่อจัดการของ เสียเศษอาหารฯ สำนักงานนโยบายและ แผนพลังงาน กระทรวง พลังงาน (ค่าเฉลี่ยของ 17 โครงการ = 51.8%CH ₄)		0.525

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5))

ชนิดเชื้อเพลิงฟอสซิล	ค่า NCV	EF fuel	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย
	ที่มา: รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	kgCO ₂ eq/MJ	
ไฟฟ้า	3.6		กิโลวัตต์ชั่วโมง
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	49.25	0.0631	กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	36.42	0.0741	ลิตร
น้ำมันเบนซิน	31.48	0.0693	ลิตร

การผลิตปุ๋ยหมักหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์

ประเภทโครงการวิจัย: โครงการประเภทการจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-03-Version 8 องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

- มีการคัดแยกขยะอินทรีย์ ได้แก่ กิ่งไม้ใบไม้ และ/หรือเศษอาหาร เพื่อรวบรวมนำมาหมักให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ เพื่อให้ได้สารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการบำรุงดิน
- สามารถตรวจวัดน้ำหนักขยะอินทรีย์แต่ละประเภทได้

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (W food*EF_swd food) + (Wgarden*EF_swd garden)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= ((W food+W garden)*(EFch4_compost + EFn2o_compost)) + (Elec*EF_elec)

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	EF_sw_d food	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทเศษอาหาร ด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบ ไม่มีระบบจัดการ ลีกรมากกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg อาหาร	0.5739
2	EF_sw_d garden	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทกิ่งไม้ ใบไม้ ด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบ ไม่มีระบบจัดการ ลีกรมากกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg กิ่งไม้/ใบไม้	0.9633
3	EFch4_compost	ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากการหมักขยะอินทรีย์	T-VER-METH-WM-03 Version 08 การผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์, GWP IPCC Fifth Assessment. Report	kgCO ₂ eq/kg ขยะอินทรีย์	0.0560
4	EFn2o_compost	ค่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการหมักขยะอินทรีย์	T-VER-METH-WM-03 Version 08 การผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์, GWP IPCC Fifth Assessment. Report	kgCO ₂ eq/kg ขยะอินทรีย์	0.0530

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
5	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยฉบับล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5))

การคัดแยกกล่องประเภทยูเอชทีเพื่อนำไปรีไซเคิลเป็นวัสดุใหม่

ประเภทโครงการวิจัย: การจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-05-Version 4 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการคัดแยกกล่องประเภทยูเอชทีเพื่อนำไปรีไซเคิลเป็นวัสดุใหม่
2. สามารถตรวจวัดน้ำหนักขยะรีไซเคิลได้

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (W _{UHT} × 0.75 × (EF _{swd pp} + EF _{recycle pp}))
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= 0

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	W_UHT	น้ำหนักกล่อง UHT	ชั่งน้ำหนัก	กิโลกรัม	
2	0.75	สัดส่วนของกระดาษในกล่อง UHT องค์ประกอบหลักของกล่อง ยูเอชที (Ultra-high-temperature cartons; UHT) - กระดาษ : 75% - พลาสติกโพลีเอททีลีน : 20% - อะลูมิเนียมฟอยล์ : 5%	http://recycle.dpim.go.th/wastelist/waste-detail.php?id=34		0.750
3	EF_swd pp	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทกระดาษด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบไม่มีระบบจัดการ ลึกมากกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-WASTE-01 Version 7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg กระดาษ	2.1275
4	EF_recycle pp	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิสำหรับผลิตกระดาษจากวัสดุรีไซเคิลแทนวัตถุดิบตั้งต้น (Virgin material) ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	US EPA's Waste Reduction Model Version 15 (May 2019)	kgCO ₂ eq/kg กระดาษ	3.5460

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5))

3) อ้างอิงกระบวนการผลิตหลังคาเขียว โดยมีการนำกล่อง UHT เข้าสู่เครื่องแยกเยื่อกระดาษเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ สำหรับพลาสติกและอะลูมิเนียมฟอยล์จะนำไปผลิตหลังคา

การผลิตก๊าซชีวภาพและนำไปใช้ประโยชน์

ประเภทโครงการวิจัย: การจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-06-Version 4 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการรวบรวมของเสีย (ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย) เข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
2. มีระบบกักเก็บและรวบรวมก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ทั้งหมด เช่น นำไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม นำไปผลิตไฟฟ้า เป็นต้น
3. สามารถตรวจวัดหรือประเมินปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นได้

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (Biogas*%CH ₄ *density*GWP _{ch4}) + (Biogas x อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพสำหรับเชื้อเพลิงฟอสซิล x NCV x EF _{fuel}) + (Biogas x อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพสำหรับผลิตไฟฟ้า x EF _{elec})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= (0.1*(Biogas*%CH ₄ *density*GWP _{ch4})) + (ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม x EF _{elec})

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	Biogas	ปริมาณของเสีย x อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ		ลบ.ม.	
2	Density	ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน (tCH ₄ /m ³ CH ₄)	IPCC	(kgCH ₄ /m ³ CH ₄)	0.67000
3		อัตราการทดแทน LPG ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	กิโลกรัม/ลบ.ม.	0.460

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
4		อัตราการทดแทน น้ำมัน ดีเซล ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน กระทรวง พลังงาน	ลิตร/ลบ.ม.	0.600
5		อัตราการทดแทน น้ำมัน เบนซิน ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน กระทรวง พลังงาน	ลิตร/ลบ.ม.	0.670
6		อัตราการทดแทน น้ำมัน เตา ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน กระทรวง พลังงาน	ลิตร/ลบ.ม.	0.550
7		อัตราการทดแทน กระแสไฟฟ้าต่อก๊าซ ชีวภาพ 1 ลบ.ม.	กรมพัฒนาพลังงาน ทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน กระทรวง พลังงาน	kWh/ลบ.ม.	1.200
8	EF _{elec}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือน กระจกจากระบบสายส่ง สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า	รายงานผลการศึกษาค่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ของประเทศไทยฉบับ ล่าสุด โดย อบก.	kgCO ₂ eq/kWh	0.4857
9		ค่าการปล่อยก๊าซเรือน กระจกจากการรั่วไหล ของระบบผลิตก๊าซ ชีวภาพ	T-VER-METH-WM-01 Version 6 การกักเก็บก๊าซ มีเทนจากระบบบำบัดน้ำ เสียแบบไร้อากาศเพื่อ นำไปใช้ประโยชน์หรือเผา ทำลาย (ประสิทธิภาพของ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ		0.100

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
			90% ดังนั้น เกิดการ รั่วไหล 10%)		
10	GWP_{CH_4}	ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน	IPCC Fifth Assessment. Report (AR5)		28.000
11	$\%CH_4$	สัดส่วนก๊าซมีเทน	https://www.diw.go.th/km/safety/pdf/biogas_2.pdf (ระบุ 50-70%)		0.600

หมายเหตุ: 1) $kgCO_2eq$ คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5))

ชนิดเชื้อเพลิงฟอสซิล	ค่า NCV	EF fuel	
ที่มา: ข้อมูลการตรวจวัด, ใบเสร็จขององค์กร	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value)	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย
	ที่มา: รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Table 1.4	
	MJ/หน่วย	$kgCO_2eq/MJ$	
ไฟฟ้า	3.6		กิโลวัตต์ชั่วโมง
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	49.25	0.0631	กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	36.42	0.0741	ลิตร
น้ำมันเบนซิน	31.48	0.0693	ลิตร
น้ำมันเตา (ลิตร)	39.77	0.0774	ลิตร

การนำขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารไปใช้เป็นอาหารสัตว์

ประเภทโครงการวิจัย: โครงการประเภทการจัดการของเสีย

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: LESS-WM-07-Version 5 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ:

1. มีการคัดแยก และรวบรวมเศษอาหารไปใช้ประโยชน์แทนการนำไปทิ้งที่หลุมฝังกลบ
2. มีการนำเศษอาหารไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทดแทนการใช้อาหารสัตว์สำเร็จรูป
3. สามารถตรวจวัดน้ำหนักเศษอาหารได้ โดยน้ำหนักของเศษอาหารต้องเป็นน้ำหนักแห้ง (ไม่รวมน้ำ)

สมการคำนวณ

ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq)	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq) - ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (kgCO ₂ eq)	= (W _{food} * EF _{swd food}) + (W _{food} * 0.5 * EF _{feed_animal})
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (kgCO ₂ eq)	= 0

ค่าอ้างอิง:

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
1	W _{food}	น้ำหนักเศษอาหาร	ชั่งน้ำหนัก	กิโลกรัม	บันทึก
2	EF _{swd food}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการจัดการขยะประเภทเศษอาหารด้วยวิธีการฝังกลบ (ประเภทของหลุมฝังกลบไม่มีระบบจัดการลึกมากกว่า 5 เมตร)	T-VER-TOOL-02-02 Version1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	kgCO ₂ eq/kg อาหาร	0.5710
3	EF _{feed_สุกร}	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์สำเร็จรูปสุกรขุนเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสุกรเพื่อขายเนื้อ	ค่า Emission Factor สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ	kgCO ₂ eq/kg อาหาร	0.8659

ลำดับ	ตัวแปร	รายละเอียด	แหล่งที่มาข้อมูล	หน่วย	ค่า
		ซึ่งจะใช้ระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 5 เดือนหรือถึงน้ำหนักประมาณ 90-110 กิโลกรัม; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03	ผลิตภัณฑ์ (มีนาคม 2564)		
4	EF feed_ ใก่เนื้อ	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปสำหรับใก่เนื้อที่ไม่มีโปรตีนจากสัตว์ เป็นอาหารสัตว์ที่มีสารอาหารโปรตีนจากพืชเพียงอย่างเดียว ใช้สำหรับเลี้ยงใก่เพื่อขายเนื้อ; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03	ค่า Emission Factor สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (มีนาคม 2564)	kgCO ₂ eq/kg อาหาร	0.9183
5	EF feed_ ใก่ไข่	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปสำหรับใก่ไข่ ใช้สำหรับเลี้ยงใก่เพื่อผลิตไข่ใก่เป็นหลัก; LCIA method IPCC 2013 GWP 100a V1.03	ค่า Emission Factor สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (มีนาคม 2564)	kgCO ₂ eq/kg อาหาร	0.7083
6		กำหนดให้เศษอาหารสามารถทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ 50%			0.5000

หมายเหตุ: 1) kgCO₂eq คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) ของก๊าซมีเทน เท่ากับ 28 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ เท่ากับ 265 (อ้างอิง IPCC Fifth Assessment. Report (AR5))

3) ไม่พิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไส้เดือนและหนอนแมลงวันลาย

การผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน

ประเภทโครงการวิจัย: การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนโดยการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-S-METH-09-03 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: เป็นโครงการที่มีกิจกรรมการนำขยะมูลฝอยชุมชนมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ หรือ RDF เพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้า

หมายเหตุ:

1. กรณีที่ใช้ระเบียบวิธีฯ อื่นร่วมด้วยเพื่อคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการนำเชื้อเพลิงขยะ RDF ไปใช้ประโยชน์ ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและไฟฟ้าของโครงการโดยใช้ระเบียบวิธีฯ นั้น เช่น กรณีที่นำ RDF ไปเผาเพื่อผลิตไฟฟ้าจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง ให้คำนวณค่าด้วย T-VER-S-METH-01-01
2. กรณีที่มีการนำน้ำเสียไปบำบัดแบบไร้อากาศและกักเก็บก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย สามารถนำ T-VER-S-METH-12-01 มาพิจารณาร่วมด้วย

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในโครงการ การใช้ไฟฟ้า และการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) จากการบำบัดน้ำเสียจากการผลิต RDF แบบไร้อากาศ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y} + PE_{ww,treatment,y}$$

โดยที่

- PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)
- PE_{FF,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)
- PE_{EL,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)
- PE_{ww,treatment,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂e/year)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$$PE_{FF,y} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂/year)

$FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการดำเนินโครงการ ในปี y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)

$EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kgCO₂/TJ)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,PJ,y}$$

โดยที่

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

$EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (kWh/year)

$EF_{EC,PJ,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO₂/MWh)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

$$PE_{ww,treatment,y} = Q_{ww,PJ,y} \times (COD_{inf,PJ,y} - COD_{eff,PJ,y}) \times MCF_{PJ} \times UF_{PJ} \times B_o \times GWP_{CH_4} \times 10^{-6}$$

โดยที่

$PE_{ww,treatment,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂e/year)

$Q_{ww,PJ,y}$ = ปริมาณน้ำเสียของโครงการที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (m³/year)

$COD_{inf,PJ,WWTP}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (mg/l)

$COD_{eff,PJ,WWTP}$	=	ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (mg/l)
MCF_{PJ}	=	ค่า Methane Correction Factor ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศของโครงการ
UF_{PJ}	=	ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศของโครงการ
B_o	=	อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ($kgCH_4/kg COD_{removal}$)
GWP_{CH_4}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2e/tCH_4)

หมายเหตุ กรณีที่มีการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย ค่า $PE_{ww,treatment,y}$ เท่ากับ 0 และคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ระเบียบวิธี T-VER-S-METH-12-01 ร่วมด้วย

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชน เฉพาะกรณีที่ระยะทางการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนจากแหล่งกำเนิดมายังโครงการอยู่นอกรัศมีมากกว่า 200 กิโลเมตร โดยให้คิดระยะทางรวมทั้งหมดในการขนส่งของกรณีนี้

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตการดำเนินโครงการ สามารถประเมินได้ ดังนี้

$$LE_y = LE_{FF,y}$$

โดยที่

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมนอกขอบเขตโครงการ ในปี y ($tCO_2e/year$)

$LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกขอบเขตโครงการ ในปี y ($tCO_2e/year$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ

$$LE_{FF,y} = \sum (FC_{TR,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ ในปี y ($tCO_2e/year$)

$FC_{TR,i,y}$	=	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (unit/year)
$NCV_{i,y}$	=	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)
$EF_{CO_2,i}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

- การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้	
	$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$
โดยที่	
ER_y	= ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y ($tCO_2e/year$)
BE_y	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y ($tCO_2e/year$)
PE_y	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2e/year$)
LE_y	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2e/year$)

การเผาขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเตาเผา

ประเภทโครงการวิจัย: การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนโดยการเผาด้วยเตาเผา

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-S-METH-09-01 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: ลดการฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนโดยนำขยะมูลฝอยชุมชนมากำจัดด้วยเตาเผา

เงื่อนไขของโครงการ:

1. มีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนที่มีระบบบำบัดที่ทำให้อากาศที่ผ่านปล่องออกสู่บรรยากาศค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน
2. หากระยะทางการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนอยู่นอกรัศมีมากกว่า 200 กิโลเมตร ต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายนอกขอบเขตโครงการจากการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชน

หมายเหตุ:

1. ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและไฟฟ้าของโครงการโดยใช้ระเบียบวิธีฯ อื่นตามการนำความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมูลฝอยชุมชนไปใช้ประโยชน์เช่น กรณีที่นำความร้อนไปผลิตไฟฟ้าจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง ให้คำนวณค่าด้วย T-VER-S-METH-01-01
2. กรณีที่มีการนำน้ำเสียไปบำบัดแบบไร้อากาศและกักเก็บก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลายสามารถนำ T-VER-S-METH-12-01 มาพิจารณาร่วมด้วย

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการเผาไหม้คาร์บอนจากฟอสซิลในขยะมูลฝอยชุมชนแห่งที่ถูกกำจัดด้วยเตาเผาแทนการฝังกลบ ได้แก่ กระดาษ สิ่งทอ ยาง/หนัง พลาสติก ผ้าอ้อม/ผ้าอนามัย และการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดจากการนำน้ำเสียไปบำบัดแบบไร้อากาศ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_y = PE_{COM,INC,y} + PE_{ww,treatment,y}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

PE_{COM,INC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้คาร์บอนจากฟอสซิลในขยะมูลฝอยชุมชน ในปี y (tCO₂e/year)

PE_{ww,treatment,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂e/year)

1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้คาร์บอนจากฟอสซิลในขยะมูลฝอยชุมชน

$$PE_{COM,INC,y} = EFF \times 44/12 \times \sum_j W_y \times p_{j,y} \times dm_{j,y} \times FCC_{j,y} \times FFC_{j,y}$$

โดยที่

PE_{COM,INC,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้คาร์บอนจากฟอสซิลในขยะมูลฝอยชุมชน ในปี y (tCO₂e/year)

EFF = ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาเผา (Default 1.0)

44/12 = ปรับค่าคาร์บอนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

j = ประเภทขององค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชน

W_y = ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนในปี y (t น้ำหนักเปียก)

p_{j,y} = สัดส่วนโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยชุมชนประเภท j ในปี y

dm_{j,y} = สัดส่วนของมวลแห้งในขยะมูลฝอยชุมชนประเภท j ในปี y

FCC_{j,y} = สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดในขยะมูลฝอยชุมชนประเภท j ในปี y

FFC_{j,y} = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลเมื่อเทียบกับคาร์บอนทั้งหมดในขยะมูลฝอยชุมชนประเภท j ในปี y

1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

$$PE_{\text{ww,treatment,y}} = Q_{\text{ww,PJ,y}} \times (\text{COD}_{\text{inf,PJ,y}} - \text{COD}_{\text{eff,PJ,y}}) \times \text{MCF}_{\text{PJ}} \times \text{UF}_{\text{PJ}} \times B_o \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} \times 10^{-6}$$

โดยที่

$PE_{\text{ww,treatment,y}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (tCO₂e/year)

$Q_{\text{ww,PJ,y}}$ = ปริมาณน้ำเสียของโครงการที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (m³/year)

$\text{COD}_{\text{inf,PJ,y}}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (mg/l)

$\text{COD}_{\text{eff,PJ,y}}$ = ค่าเฉลี่ย COD ของน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในปี y (mg/l)

MCF_{PJ} = ค่า Methane Correction Factor ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศของโครงการ

UF_{PJ} = ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศของโครงการ

B_o = อัตราการสร้างก๊าซมีเทนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (kgCH₄/kgCODremoval)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO₂e/tCH₄)

หมายเหตุ กรณีที่มีการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย ค่า $PE_{\text{ww,treatment,y}}$ มีค่าเท่ากับ 0 โดยให้คำนวณค่าโดยใช้ระเบียบวิธี T-VER-S-METH-12-01

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชน เฉพาะกรณีที่ระยะทางการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนจากแหล่งกำเนิดมายังโครงการอยู่นอกรัศมีมากกว่า 200 กิโลเมตร โดยให้คิดระยะทางรวมทั้งหมดในการขนส่งของกรณีนี้

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตการดำเนินโครงการ สามารถประเมินได้ ดังนี้

$$LE_y = LE_{\text{FF,y}}$$

โดยที่

- LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂e/year)
 $LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂e/year)

6.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ

$$LE_{FF,y} = \sum (FC_{TR,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

- $LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)
 $FC_{TR,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการขนส่งขยะมูลฝอยชุมชนนอกขอบเขตโครงการ ในปี y (unit/year)
 $NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)
 $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (kgCO₂/TJ)

- การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

- ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO₂e/year)
 BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂e/year)
 PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂e/year)
 LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂e/year)

บทที่ 8

โครงการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



บทที่ 8

โครงการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยทิ้งมาใช้ประโยชน์

ประเภทโครงการวิจัย: การดักจับ กักเก็บ และ/หรือการใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจก

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-S-METH-14-01 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: เป็นโครงการที่นำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยทิ้งมาใช้ประโยชน์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโครงการไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศอีก เช่น ใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเคมี

เงื่อนไขของโครงการ:

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยทิ้งเกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิล เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
2. มีระบบนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยทิ้งมาผ่านกระบวนการเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
3. มีการนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์เอง หรือส่งจำหน่าย
 - การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิล เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเดิมเคยถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ แต่โครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย และคิดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งโครงการสามารถผลิตทดแทนได้ โดยใช้สมการคำนวณ ดังนี้

$$BE_y = BE_{emit,y} + BE_{pdt,y}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂e/year)

$BE_{emit,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิล ซึ่งโครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย ในปี y (tCO₂e/year)

$BE_{pdt,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้ ในปี y (tCO₂e/year)

1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิลซึ่งโครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย

$$BE_{emit,y} = Q_{emit,y} \times C_{emit,y}$$

โดยที่

$BE_{emit,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิลซึ่งโครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย ในปี y (tCO₂e/year)

$Q_{emit,y}$ = ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิลซึ่งโครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย ในปี y (unit/year)

$C_{emit,y}$ = ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของคาร์บอนฟอสซิลซึ่งโครงการสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์หรือส่งจำหน่าย ในปี y (tCO₂e/unit)

1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้

$$BE_{pdt,y} = Q_{pdt,y} \times C_{pdt,y} \times I_{pdt,y}$$

โดยที่

$BE_{pdt,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้ ในปี y (tCO₂e/year)

$Q_{pdt,y}$ = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้ ในปี y (unit/year)

$C_{pdt,y}$ = ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้ ในปี y (tCO₂/unit)

I_{pdt} = ค่าดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ที่โครงการสามารถผลิตทดแทนได้ (tCO₂e/tCO₂)

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง และการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในโครงการ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_y = PE_{EL,y} + PE_{FF,y}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

PE_{EL,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

PE_{FF,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,PJ,y}$$

โดยที่

PE_{EL,y} = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

EC_{PJ,y} = ปริมาณไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ในปี y (kWh/year)

EF_{EC,PJ,y} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการใช้ไฟฟ้าในปี y (tCO₂/MWh)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$$PE_{FF,y} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

PE_{FF,y} = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂e/year)

FC_{PJ,i,y} = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ประเภท i สำหรับการดำเนินโครงการ ในปี y (unit/year)

NCV_{i,y} = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิล ประเภท i ในปี y (MJ/unit)

EF_{CO₂,i} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ประเภท i (kgCO₂e/TJ)

- การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO₂e/year)

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂e/year)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y
(tCO₂e/year)

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y
(tCO₂e/year)

การใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

ประเภทโครงการวิจัย: การใช้วัสดุทดแทนหรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในการผลิตปูนซีเมนต์

อ้างอิงวิธีการคำนวณ: T-VER-S-METH-08-01 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ลักษณะของกิจกรรมโครงการ: การใช้วัสดุทดแทน หรือลดสัดส่วนปูนเม็ดในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ภายใต้เงื่อนไข คือ ต้องเป็นโรงงานที่มีการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก เพื่อจำหน่ายภายในประเทศเท่านั้น

เงื่อนไขของโครงการ:

1. ใช้กับโรงงานปูนซีเมนต์ที่มีอยู่แล้วหรือเปิดดำเนินการใหม่
2. ประเภทและคุณภาพของปูนซีเมนต์ที่ผลิตยังคงเดิมทั้งในกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการ และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 2594-2556
3. หากระยะทางการขนส่งวัสดุทดแทนอยู่นอกรัศมี 200 กิโลเมตร ต้องประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายนอกขอบเขตโครงการจากการขนส่งด้วย

หมายเหตุ: หากมีการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงในกิจกรรมของโครงการ จะพิจารณาเป็นการดำเนินกิจกรรมกรณีฐาน ดังนั้น จึงไม่มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระเบียบวิธีนี้ โดยสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงของโครงการโดยใช้ระเบียบวิธีฯ ที่เกี่ยวข้อง เช่น T-VER-S-METH-01-03 เป็นต้น

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดจากการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด และใช้ไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ด การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$BE_y = BC_y \times C_{OPC,y} \times EF_{Clinker,y}$$

โดยที่

- BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (tCO₂e)
- BC_y = ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตจากการดำเนินโครงการ ในปี y (t BC)
- C_{OPC,y} = สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในกรณีฐาน (t clinker/t BC)
- EF_{Clinker,y} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ในปี y (tCO₂/t clinker)

สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในปี y (C_{OPC,y})

ระเบียบวิธีนี้จะพิจารณาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Ordinary Portland Cement: OPC) สำหรับสัดส่วนปริมาณปูนเม็ดในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์นั้น ผู้พัฒนาโครงการจะต้องพิจารณาข้อมูลภายใต้สถานการณ์การผลิตที่เป็นจริงและน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบ ข้อบังคับ รวมถึงแนวปฏิบัติในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มี ต้องได้รับการกำหนดอย่างชัดเจน และคุณภาพปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถกำหนดสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในกรณีฐาน ได้ดังนี้

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ดำเนินการแล้ว ให้พิจารณาจากข้อมูลสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เฉลี่ย 3 ปี ล่าสุด หรือจากข้อมูลอย่างน้อย 1 ปี ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ก่อสร้างใหม่ (Green field cement plant) สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้จาก 3

แนวทาง

- 1) ค่ามาตรฐานสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซึ่งเป็นค่าที่มีการรายงานของประเทศ
- 2) ค่าเฉลี่ยจาก 5 โรงงาน ที่มีกำลังการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกเพื่อขายในประเทศมากที่สุด
- 3) ข้อมูลจากผู้ผลิตเทคโนโลยี หรือรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ที่ใช้สำหรับการจัดซื้อจัดจ้าง

ก่อสร้างโรงงาน เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด (EF_{Clinker,y})

$$EF_{Clinker,y} = CE_{Calcin} + CE_{FF} + CE_{EL,clinker,grid} + CE_{EL,clinker,sg}$$

โดยที่

$EF_{\text{Clinker},y}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด (tCO ₂ /t clinker)
CE_{Calcin}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (tCO ₂ /t clinker)
CE_{FF}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO ₂ /t clinker)
$CE_{\text{EL,clinker,grid}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO ₂ /t clinker)
$CE_{\text{EL,clinker,sg}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO ₂ /t clinker)

(1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (CE_{Calcin})

$$CE_{\text{Calcin}} = \frac{0.785 \times (\text{OutCaO} - \text{InCaO}) + 1.092 \times (\text{OutMgO} - \text{InMgO})}{\text{CLNK}_{\text{BL}}}$$

โดยที่

CE_{Calcin}	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต/แมกนีเซียมคาร์บอเนต (tCO ₂ /t clinker)
0.785	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้สมบูรณ์สำหรับ CaO (tCO ₂ /t CaO)
1.092	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้สมบูรณ์สำหรับ MgO (tCO ₂ /t MgO)
InCaO	=	ปริมาณ CaO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก CaCO ₃ (t CaO)
OutCaO	=	ปริมาณ CaO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (t CaO)
InMgO	=	ปริมาณ MgO ในวัตถุดิบที่ไม่ได้มาจาก MgCO ₃ (t MgO)
OutMgO	=	ปริมาณ MgO ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (t MgO)
CLNK_{BL}	=	ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (CE_{FF})

$$CE_{FF} = \frac{\sum (FC_{clinker,i} \times (NCV_i \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

- CE_{FF} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO₂/t clinker)
- FC_{clinker,i} = ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (unit)
- NCV_i = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท i (MJ/Unit)
- EF_{CO₂,i} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i (tCO₂/TJ)
- CLNK_{BL} = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (CE_{EL,grid})

$$CE_{EL,clinker,grid} = \frac{(EC_{clinker,grid} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่

- CE_{EL,clinker,grid} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO₂/t clinker)
- EC_{clinker,grid} = ปริมาณไฟฟ้าจากระบบสายส่งที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (kWh)
- EF_{EC,y} = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ไฟฟ้าในปี y (tCO₂/MWh)
- CLNK_{BL} = ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

(4) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (CE_{EL,CLNK})

$$CE_{EL,clinker,sg} = \frac{(EC_{clinker,sg} - EC_{clinker,sg,RE}) \times 10^{-3} \times EF_{sg,FF,y}}{CLNK_{BL}}$$

โดยที่	
$BE_{EL,clinker,sg}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ในกระบวนการผลิตปูนเม็ด (tCO_2/t clinker)
$EC_{clinker,sg}$	= ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงาน ที่ใช้สำหรับการผลิตปูนเม็ด (kWh)
$EC_{clinker,sg,RE}$	= ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน ที่ใช้สำหรับ การผลิตปูนเม็ด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจาก กระบวนการผลิตปูน เป็นต้น (kWh)
$EF_{sg,FF,y}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าเองในโรงงานโดย ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (tCO_2/MWh)
$CLNK_{BL}$	= ปริมาณปูนเม็ดที่ผลิตได้ (t clinker)

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่มีสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดลดลง และพิจารณาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการผลิตปูนเม็ดจากวัสดุตั้งต้นที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตและ/หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตปูนเม็ด และใช้ไฟฟ้าในการผลิตปูนเม็ด รวมถึงการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการเตรียมวัสดุทดแทน (Substitution Materials) และการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น สามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการโดยใช้สมการ ดังนี้

$$PE_y = (BC_y \times C_{HC,y} \times EF_{Clinker,y}) + PE_{Sub,y} + PE_{TR,clinker,y}$$

โดยที่

PE_y	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ($tCO_2e/year$)
BC_y	= ปริมาณปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกที่ผลิตจากการดำเนินโครงการ ในปี y (t BC)
$C_{HC,y}$	= สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จากการดำเนินโครงการ ในปี y (t clinker/t BC)
$EF_{Clinker,y}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปูนเม็ด ในปี y (tCO_2/t clinker)
$PE_{Sub,y}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($tCO_2/year$)
$PE_{TR,clinker,y}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น ในปี y ($tCO_2/year$)

สัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก จากการดำเนินโครงการ ในปี y ($C_{HC,y}$)

การพิจารณาสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ผู้พัฒนาโครงการ จะต้องพิจารณาข้อมูลภายใต้สถานการณ์การผลิตที่เป็นจริงและน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบ ข้อบังคับ รวมถึงแนวปฏิบัติในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มี ต้องได้รับการกำหนดอย่างชัดเจนและคุณภาพปูนซีเมนต์ ที่ผลิตได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถกำหนดสัดส่วนของปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ได้ดังนี้

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ดำเนินการแล้ว ให้ใช้ค่าสัดส่วนปูนเม็ดเฉลี่ยต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกจากข้อมูล การผลิตย้อนหลัง 1 ปี

กรณีโรงปูนซีเมนต์ที่ก่อสร้างใหม่ (Green field cement plant) สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้จาก 3 แนวทาง

- 1) ค่ามาตรฐานสัดส่วนการใช้ปูนเม็ดต่อตันปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกซึ่งเป็นค่าที่มีการรายงานของประเทศ
- 2) ค่าเฉลี่ยจาก 5 โรงงาน ที่มีกำลังการผลิตปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกเพื่อขายในประเทศมากที่สุด
- 3) ข้อมูลจากผู้ผลิตเทคโนโลยี หรือรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ที่ใช้สำหรับการจัดซื้อจัดจ้าง

ก่อสร้างโรงงาน เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($PE_{Sub,y}$)

$$PE_{Sub,y} = PE_{Sub,FF,y} + PE_{Sub,EL,y}$$

โดยที่

$PE_{Sub,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO₂/year)

$PE_{Sub,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO₂/year)

$PE_{Sub,EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (tCO₂/year)

(1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทนในปี y ($PE_{Sub, FF,y}$)

$$PE_{Sub,FF,y} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

- $PE_{FF,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานฟอสซิลสำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($tCO_2/year$)
- $FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (unit/year)
- $NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

(2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($PE_{Sub,EL,y}$)

$$PE_{Sub,EL,y} = [(EC_{PJ,grid,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}] + [(EC_{PJ,sg,y} - EC_{PJ,sg,RE,y}) \times 10^{-3} \times EF_{sg,FF,y}]$$

โดยที่

- $PE_{Sub,EL,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y ($tCO_2/year$)
- $EC_{PJ,grid,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าจากระบบสายส่ง สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (kWh/year)
- $EC_{PJ,sg,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงาน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y (kWh/year)
- $EC_{PJ,sg,RE,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าจากการผลิตเองในโรงงานโดยใช้พลังงานทดแทน สำหรับการเตรียมวัสดุทดแทน ในปี y เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ความร้อนทิ้งจากกระบวนการผลิตปูน เป็นต้น (kWh/year)
- $EF_{EC,y}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y (tCO_2/MWh)
- $EF_{sg,FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าเองในโรงงานโดยใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (tCO_2/MWh)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น

$$PE_{TR,clinker,y} = \sum (FC_{TR,clinker,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

- $PE_{TR,clinker,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งปูนเม็ดที่มาจากแหล่งอื่น ในปี y ($tCO_2/year$)
- $FC_{TR,clinker,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งปูนเม็ด ในปี y (unit/year)
- $NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

- การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการขนส่งวัสดุทดแทนมายังโครงการ กรณีมีระยะทางการขนส่งอยู่นอกรัศมี 200 กิโลเมตร

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$LE_y = LE_{FF,y}$$

โดยที่

- LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2/year$)
- $LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกขอบเขตโครงการ ในปี y ($tCO_2/year$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลขนส่งวัสดุทดแทน

$$LE_{FF,y} = \sum (FC_{TR,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

- $LE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกขอบเขตโครงการในปี y ($tCO_2/year$)
- $FC_{TR,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ที่ใช้ในการขนส่งวัสดุทดแทน ในปี y (unit/year)
- $NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปี y (MJ/unit)
- $EF_{CO_2,i}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

- การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO₂e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂e/year)

ภาคผนวก

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวเวลาปลูกข้าว และตัวปรับค่าต่าง ๆ

อ้างอิงตามคู่มือ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

1.1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ ($EF_{bsl,c}$)

TABLE 5.11 (UPDATED)				
DEFAULT CH ₄ BASELINE EMISSION FACTOR ASSUMING NO FLOODING FOR LESS THAN 180 DAYS PRIOR TO RICE CULTIVATION, AND CONTINUOUSLY FLOODED DURING RICE CULTIVATION WITHOUT ORGANIC AMENDMENTS				
World		Regional		
Emission factor (kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹)	Error range (kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹)	Region	Emission factor (kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹)	Error range (kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹)
1.19	0.80 – 1.76	Africa ¹	1.19	0.80 – 1.76
		East Asia	1.32	0.89 – 1.96
		Southeast Asia	1.22	0.83 – 1.81
		South Asia	0.85	0.58 – 1.26
		Europe	1.56	1.06 – 2.31
		North America	0.65	0.44 – 0.96
		South America	1.27	0.86 – 1.88
Note: Emission factors and error ranges were estimated based on 95% confidence interval, using statistical model with updated database; See Annex 5A.2 for more information.				
¹ For Africa, the global estimate is used due to lack of data.				

หมายเหตุ การนำค่าไปใช้ให้แปลงหน่วยเป็น กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน โดยที่ 1 เฮกตาร์เท่ากับ 6.25 ไร่

1.2 ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าว ($SF_{bsl,w}$ หรือ $SF_{proj,w}$)

TABLE 5.12 (UPDATED) DEFAULT CH ₄ EMISSION SCALING FACTORS FOR WATER REGIMES DURING THE CULTIVATION PERIOD RELATIVE TO CONTINUOUSLY FLOODED FIELDS					
Water regime		Aggregated case		Disaggregated case	
		Scaling factor)SFw(Error range	Scaling factor)SFw(Error range
Upland ^a		0	-	0	-
Irrigated ^b	Continuously flooded	0.60	0.44 – 0.78	1.00	0.73 – 1.27
	Single drainage period			0.71	0.53 – 0.94
	Multiple drainage periods			0.55	0.41 – 0.72
Rainfed and deep water ^c	Regular rainfed	0.45	0.32 – 0.62	0.54	0.39 – 0.74
	Drought prone			0.16	0.11 – 0.24
	Deep water	0.06	0.03 – 0.12	0.06	0.03 – 0.12

Source: Scaling factors and error ranges (based on 95% confidential interval) were determined using statistical model and updated database; see Annex 5A.2 for more information.

Notes:

^a Fields are never flooded for a significant period of time.

^b Fields are flooded for a significant period of time and the water regime is fully controlled.

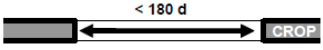
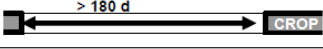
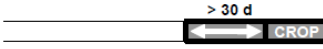

- Continuously flooded: Fields have standing water throughout the rice growing season and may only dry out for harvest)end-season drainage(.
- Single drainage period: Fields have a single drainage event and period during the cropping season at any growth stage, in addition to the end of season drainage.
- Multiple drainage periods: Fields have more than one drainage event and period of time without flooded conditions during the cropping season, in addition to an end of season drainage, including alternate wetting and drying (AWD).

^c Fields are flooded for a significant period of time with water regimes that depend solely on precipitation.

- Regular rainfed: The water level may rise up to 50 cm during the cropping season.
- Drought prone: Drought periods occur during every cropping season.
- Deep-water rice: Water level rises to more than 50 cm above the soil for a significant period of time during the cropping season.

Other rice ecosystem categories, like swamps and inland, saline or tidal wetlands may be discriminated within each sub-category.

1.3 ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำก่อนฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าว ($SF_{bsl,p}$ หรือ $SF_{proj,p}$)

TABLE 5.13 (UPDATED)				
DEFAULT CH ₄ EMISSION SCALING FACTORS FOR WATER REGIMES BEFORE THE CULTIVATION PERIOD				
Water regime prior to rice cultivation (schematic presentation showing flooded periods as shaded)	Aggregated case		Disaggregated case	
	Scaling factor (SF _p)	Error range	Scaling factor (SF _p)	Error range
Non flooded pre-season <180 d 	1.22	1.08 – 1.37	1.00	0.88 – 1.12
Non flooded pre-season >180 d 			0.89	0.80 – 0.99
Flooded pre-season (>30 d) ^{a,b} 			2.41	2.13 – 2.73
Non-flooded pre-season >365 d ^c 			0.59	0.41 – 0.84

Source: Scaling factors and error ranges (based on 95% confidential interval) were determined using statistical model and updated database; see Annex 5A.2 for more information.

^a Short pre-season flooding periods of less than 30 d are not considered in selection of SF_p

^b For calculation of pre-season emission see below (section on completeness)

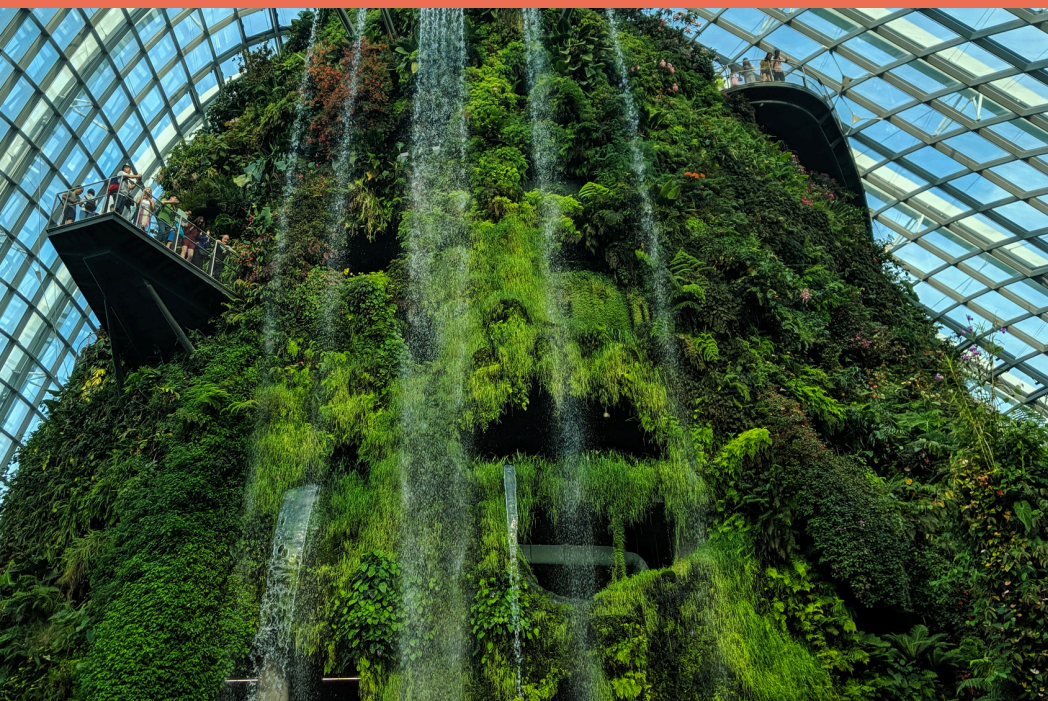
^c Refers to "upland crop - paddy rotation" or fallow without flooding in previous year.

1.4 ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ (CFOA)

TABLE 5.14 (UPDATED)		
DEFAULT CONVERSION FACTORS FOR DIFFERENT TYPES OF ORGANIC AMENDMENTS		
Organic amendment	Conversion factor (CFOA)	Error range
Straw incorporated shortly (<30 days) before cultivation ^a	1.00	0.85 – 1.17
Straw incorporated long (>30 days) before cultivation ^a	0.19	0.11 – 0.28
Compost	0.17	0.09 – 0.29
Farm yard manure	0.21	0.15 – 0.28
Green manure	0.45	0.36 – 0.57

Source: Conversion factors and error ranges (based on 95% confidential interval) were determined using statistical model and updated database; see Annex 5A.2 for more information.

^a Straw application means that straws are incorporated into the soil. It does not include cases where straws are just placed on soil surface, and straws that were burnt on the field.



สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2278-8200 โทรสาร 0-2298-0476