T-VER-P-METH-13-08

ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับ
กิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี
(Enhanced Good Practices in Paddy Rice Field)

ฉบับที่ 01

Sector: 15 –Agriculture

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 25 กันยายน 2567

1. ชื่อระเบียบวิธีฯ	**การจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี** **(Enhanced Good Practices in Paddy Rice Field)**
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การลด ดูดซับ และกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร
3. สาขาและขอบข่าย (Sector)	15 - การเกษตร (Agriculture)
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	กิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี
5. ลักษณะของกิจกรรมโครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	1. พื้นที่โครงการมีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย 2. กิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี โดยต้องเข้าข่ายกิจกรรมที่มีลักษณะอย่างน้อยข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้ 2.1 มีการปรับปรุงการจัดการน้ำ 2.2 มีการลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน
6. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1. พื้นที่โครงการสามารถรวมหลาย ๆ พื้นที่เข้าด้วยกัน 2. เป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเหมาะสมกับเขตการใช้ที่ดิน 3. ไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม 4. กรณีดำเนินการจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ปลูกข้าวโครงการต้องเป็นพื้นที่นาชลประทาน หรือพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำใช้เอง และเกษตรกรต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถควบคุมการนำน้ำเข้าและระบายน้ำได้
7. วันเริ่มดำเนินโครงการ	วันที่เริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการบนที่ดินของโครงการ หรือวันที่เริ่มต้นของฤดูเพาะปลูกที่ดำเนินกิจกรรมโครงการ
8. หมายเหตุ	-

คำนิยาม

คำศัพท์	นิยาม
การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว	การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว สามารถจำแนกเป็น การจัดการน้ำก่อนปลูกข้าว ได้แก่ การลดระยะเวลาการขังน้ำก่อนปลูก และการจัดการน้ำระหว่างการปลูกข้าว เช่น การลดระยะเวลาในการขังน้ำ การจัดการน้ำให้มีช่วงน้ำขังกับช่วงน้ำแห้งสลับกันไป การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง
การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม	การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม คือ การพิจารณาอัตรา รูป เวลา และตำแหน่งการใส่ปุ๋ยที่เป็นไปตามข้อแนะนำเชิงวิชาการ โดยมีการดำเนินการ เช่น 1) ปรับปริมาณการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารของพืช และระดับธาตุอาหารในดิน 2) เลือกใช้รูปของปุ๋ยที่ไม่สูญเสียง่าย และเกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ 3) ปรับปรุงวิธีการและเวลาการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสม เช่น ใส่ในบริเวณที่พืชดูดซึมหรือนำใช้ได้ง่าย ใส่ในเวลาที่พืชต้องการ ทั้งนี้ (1) ต้องมีการปรับลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบลง โดยต้องมีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน และ (2) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวขังน้ำ ต้องดำเนินการให้เหมาะสม เช่น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปที่ผ่านการย่อยสลายหรือหมักแล้วในแปลงนาที่ไม่มีน้ำท่วมขัง การปล่อยฟางทิ้งไว้ในแปลงนาอย่างน้อย 14 วันก่อนปล่อยน้ำเข้าท่วมแปลงนา เป็นต้น โดยสามารถอ้างอิงตามข้อแนะนำเชิงวิชาการที่เหมาะสม
การระบายน้ำหรือการปล่อยให้น้ำแห้งในพื้นที่ปลูกข้าว	**ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง** คือ พื้นที่ปลูกข้าวมีการระบายน้ำออกไม่ให้ท่วมขัง หรือปล่อยแห้งเพียงครั้งเดียวในช่วงฤดูเพาะปลูก โดยอาจปล่อยให้แห้งในระดับผิวดินหรือต่ำกว่าในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว นอกเหนือจากการระบายน้ำในช่วงปลายฤดูกาล **ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้งหลายครั้ง** คือ พื้นที่ปลูกข้าวมีการระบายน้ำออกไม่ให้ท่วมขังหรือปล่อยแห้งเมากกว่าหนึ่งครั้งในช่วงฤดูเพาะปลูก นอกเหนือจากการระบายน้ำในช่วงปลายฤดูกาล ซึ่งรวมถึงการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) ทั้งนี้ กำหนดให้น้ำแห้งในแปลง คือ การมีระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินที่ 10 - 15 ซม. หรือตามข้อแนะนำเชิงวิชาการที่เหมาะสม
ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี ซึ่งมีธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)
ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ

คำศัพท์	นิยาม
ปุ๋ยชีวภาพ	ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์
ปุ๋ยอินทรีย์เคมี	ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอน โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเอาเศษซากพืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาหมักเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายให้เน่าเปื่อยก่อน โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ร่วมกับมูลสัตว์ หรือสารเร่งจุลินทรีย์
ปุ๋ยคอก	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ทั้งในรูปของแข็ง และของเหลว โดยอาจจะใช้ในรูปปุ๋ยคอกสด แบบแห้ง หรือนำไปหมักให้เกิดการย่อยสลายของมูลสัตว์
ปุ๋ยพืชสด	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่ยังสดอยู่ลงสู่ดิน
หนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย	เอกสารแสดงกรรมสิทธิ หรือสิทธิครอบครองในที่ดิน เอกสารที่แสดงถึงสิทธิในการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย เช่น โฉนดที่ดิน (น.ส. 4) หนังสือรับรองการทำประโยชน์ (น.ส. 3) เอกสารสิทธิให้ประชาชนเข้าทำประโยชน์ในเขตปฏิรูปที่ดิน (สปก.) หนังสือขอใช้ที่สาธารณประโยชน์ หนังสืออนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ในเขตนิคมสร้างตนเอง (น.ค.3) หรือหนังสืออนุญาตการใช้ประโยชน์ที่ดินจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับนิยามอื่น ๆ ปรากฏในเครื่องมือการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี

1. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of project)

1.1 ลักษณะการดำเนินงาน

วิธีการประเมินสำหรับการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี ประกอบด้วยรายละเอียดการดำเนินการประมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลจากการดำเนินกิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี โดยให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการลดการปล่อยของก๊าซมีเทน (CH_4) จากการจัดการน้ำ และ/หรือการลดการปล่อยสุทธิของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการจัดการปุ๋ยที่เกิดจากการดำเนินงานของเกษตรกร โดยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการมีส่วนสำคัญต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการดังนี้

1) การพัฒนาโครงการจะต้องดำเนินการอย่างน้อยอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่

- การปรับปรุงการจัดการน้ำ เช่น การลดระยะเวลาขังน้ำ การปล่อยให้น้ำแห้งเป็นระยะ การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง การลดเวลาการขังน้ำก่อนฤดูปลูกข้าว
- การลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา สูตร ความถี่และเวลาที่เหมาะสม (ลดปริมาณการใส่ลง) การใช้สารยับยั้งการเปลี่ยนรูปของปุ๋ยไนโตรเจน (สารยับยั้งไนตริฟิเคชัน และเอ็นไซม์ยูรีเอส)

2) กรณีดำเนินการจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว เกษตรกรต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถใช้บริหารจัดการน้ำได้

3) โครงการต้องมีการจัดฝึกอบรมและการสนับสนุนเชิงเทคนิคให้แก่เกษตรกรที่ดำเนินโครงการ โดยเฉพาะการเตรียมพื้นที่ การให้น้ำ การระบายน้ำ และการใช้ปุ๋ย พร้อมทั้งแสดงหลักฐานที่เป็นเอกสารของการดำเนินการ ทั้งนี้ ผู้พัฒนาโครงการต้องมีการดำเนินการที่มั่นใจได้ว่าเกษตรกรต้องมีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และสามารถปฏิบัติตามแผนการดำเนินการติดตามผลที่ระบุไว้

4) กิจกรรมโครงการต้องไม่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงเกินกว่าร้อยละ 5 จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และ/หรือข้อมูลจากเอกสารเผยแพร่ที่ดำเนินการในภูมิภาคเดียวกันหรือที่เทียบเคียงกันได้ กรณีที่ผลผลิตทางการเกษตรลดลงมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกินร้อยละ 15 ผู้พัฒนาโครงการสามารถแสดงเอกสารชี้แจงเพิ่มเติมที่สมเหตุสมผล เพื่อไม่พิจารณาการรั่วไหลจากผลผลิตทางการเกษตร ด้วยความผันแปรในประเทศเขตร้อนชื้น และข้อมูลความผันแปรของผลผลิตการเกษตรของไทย *(อ้างอิง ข้อมูลการผลิตสินค้าการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)* มีความอ่อนไหวตามสภาพภูมิอากาศค่อนข้างมาก อาจทำให้การดำเนินโครงการมีผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรมากไปด้วย

1.2 ขอบเขตของโครงการ

ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุที่ตั้งโครงการ โดยต้องระบุพิกัด ตำแหน่ง และรายละเอียดของพื้นที่ที่จะดำเนินโครงการอย่างละเอียด พร้อมทั้งแสดงหนังสือแสดงสิทธิในการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมายหรือหนังสือที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างถูกต้องตามกฎหมาย

2. การเลือกแหล่งปล่อยและประเภทก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ก๊าซเรือนกระจก	เงื่อนไข	รายละเอียด
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรณีฐาน (Baseline Emission)			
การใส่ปูน (Liming)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปูนที่มีองค์ประกอบของคาร์บอเนต ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
การใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea Fertilization)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปุ๋ยยูเรียส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนในดิน (Soil Methanogenesis)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์ในดินในสภาวะไร้อากาศ
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Use of Nitrogen Fertilizers)	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการ (Project Emission)			
การใส่ปูน (Liming)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปูนที่มีองค์ประกอบของคาร์บอเนต ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
การใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea Fertilization)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปุ๋ยยูเรียส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนในดิน (Soil Methanogenesis)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์ในดินในสภาวะไร้อากาศ
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Use of Nitrogen Fertilizers)	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel Combustion)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการใช้เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมจากการจัดการที่มีอยู่เดิม ทั้งจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือพลังงานไฟฟ้า
มวลชีวภาพที่ถูกเผา (Biomass Burning)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการเผาตอซัง และฟางข้าวในพื้นที่โครงการ
	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	

หมายเหตุ * ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด คือ ประเมินเมื่อกิจกรรมโครงการอาจทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับกรณีฐาน หรืออาจใช้ *เครื่องมือการคำนวณ T-VER-P-TOOL-01-09 การทดสอบนัยสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกิจกรรมโครงการ (Tool for Testing Significance of GHG emissions in Project Activities)*

3. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline scenario)

การคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้องมีการดำเนินการที่เข้มข้นขึ้นกว่าการดำเนินงานตามปกติ (below business-as-usual)[1] ดังนั้นแนวคิดการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน จำเป็นต้องประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้มีค่าต่ำกว่าการดำเนินงานตามปกติ โดยระเบียบวิธีการฯ นี้ นำหลักการปรับลดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (historical emission adjusted downwards) มาใช้สำหรับกิจกรรมเกษตรที่มีการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นหลัก ได้แก่ การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว ส่วนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ เช่น การใส่ปุ๋ย ไม่เข้าข่ายที่ต้องปรับลดค่า

ผู้พัฒนาโครงการต้องมีการกำหนดหน่วยตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดรูปแบบการปลูกข้าวสำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการเกษตรสำหรับกรณีฐานและกรณีการดำเนินโครงการ

พารามิเตอร์	ชนิด[1]	ประเภท/ค่า	หมายเหตุ
รูปแบบการจัดการน้ำ (ในฤดูปลูก)	มีพลวัติ (Dynamic)	• การขังน้ำตลอดฤดูปลูก • ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง • ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้งหลายครั้ง (รวมถึงการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง)	
รูปแบบการจัดการน้ำ (ก่อนฤดูปลูก)	มีพลวัติ (Dynamic)	• ขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน หรือ ขังน้ำก่อนปลูกเป็นระยะเวลาสั้นๆ น้อยกว่า 30 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 365 วัน หรือ การปลูกข้าวขังน้ำสลับพืชอื่นที่ไม่ขังน้ำ	

[1] สอดคล้องกับแนวปฏิบัติภายใต้ข้อ 6.4 ของความตกลงปารีส (Standard Article 6.4 activity standard for projects)

พารามิเตอร์	ชนิด[1]	ประเภท/ค่า	หมายเหตุ
วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน	มีพลวัติ (Dynamic)	● ไม่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ ● ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกน้อยกว่า 30 วัน ● ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกมากกว่า 30 วัน ● ปุ๋ยพืชสด ● ปุ๋ยคอก ● ปุ๋ยหมัก	
ความเป็นกรดด่างของดิน	คงที่ (Static)	<4.5 4.5-5.5 >5.5	*ดำเนินการสำหรับแนวทางการประเมินที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง
การใส่ปุ๋ยเคมี	คงที่ (Static)	● มีการใส่ปุ๋ยเคมี ● ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี	
การใส่ปูน (Liming)	คงที่ (Static)	● มีการใส่ปูน ● ไม่มีการใส่ปูน	
คาร์บอนอินทรีย์ในดิน (SOC)	คงที่ (Static)	<1% 1-3% >3%	*ดำเนินการสำหรับแนวทางการประเมินที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง
ภูมิอากาศ (Climate)	คงที่ (Static)	เขตนิเวศเกษตร (Agroecological zones: AEZ)	การจำแนกพื้นที่ตามภูมิภาค

หมายเหตุ:

[1]สภาวะที่มีพลวัติ (Dynamic conditions) คือ มีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมในแปลง จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามเวลา และจำเป็นต้องติดตามผล ส่วนสภาวะคงที่ (Static conditions) คือ พารามิเตอร์ที่จำเพาะกับพื้นที่ในการกำหนดคุณลักษณะดิน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา จึงตรวจวัดหรือรายงานค่าเพียงครั้งเดียว

ข้อมูลกรณีฐานมาจากข้อมูลของเกษตรกรโดยประเมินได้จากข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสารเผยแพร่ที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ ให้เป็นไปตามหรือมีความสอดคล้องกับเอกสาร คู่มือ หรือข้อแนะนำของหน่วยงานทางการเกษตรที่เกี่ยวข้อง และหลักการเลือกใช้ข้อมูลแนะนำสำหรับกรณีฐาน คือ เลือกใช้ค่าที่ให้ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำที่สุด เพื่อเป็นไปตามหลักความอนุรักษ์ (Conservativeness) กรณีประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานด้วยแบบจำลอง จำเป็นต้องตรวจวัดโดยตรงในพื้นที่ในเวลาเริ่มต้น หรืออ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัยในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นในแบบจำลอง

กรณีที่ต่ออายุโครงการ ต้องมีการทบทวนกรณีฐานใหม่ รวมถึงพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามระเบียบวิธีฯ ฉบับล่าสุด อย่างไรก็ตามหากมีหลักฐานแสดงว่ามีการดำเนินกิจกรรมการเกษตรมีความต่อเนื่อง กรณีฐานยังสามารถใช้ได้ต่อเนื่องตามตารางกิจกรรมการเกษตรเดิม

4. การพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)

ผู้พัฒนาโครงการต้องดำเนินการกระบวนการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality) ดังนี้

- **ขั้นตอนที่ 1** โครงการมีการดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามที่กฎหมายกำหนด
- **ขั้นตอนที่ 2** การดำเนินกิจกรรมการเกษตรที่เสนอของโครงการไม่เป็นการดำเนินงานตามแนวปฏิบัติทั่วไป (Common practice)

  การจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี เช่น การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง การปลูกข้าวปราณีต การไถกลบตอซัง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ค่อนข้างซับซ้อนหรือมีรายละเอียดการดำเนินการที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ การดำเนินการเกษตรในลักษณะหรือรูปแบบเหล่านี้ ให้กำหนดว่าเป็นการดำเนินกิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี และเป็นรูปแบบการเกษตรที่ไม่เป็นการดำเนินงานตามแนวปฏิบัติทั่วไป

- **ขั้นตอนที่ 3** ระบุอุปสรรคที่จะขัดขวางการดำเนินการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติทางการเกษตรที่มีอยู่ก่อนหน้า (Barrier analysis)

  ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงถึงอุปสรรคที่จะส่งผลให้ไม่เกิดการปรับเปลี่ยนการดำเนินกิจกรรมการเกษตรที่ลดก๊าซเรือนกระจก อุปสรรคที่มี เช่น อุปสรรคทางการเงิน อุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติและการเปิดรับของเกษตรกรต่อการปรับเปลี่ยน อุปสรรคอันเนื่องมาจากสภาพระบบนิเวศในท้องถิ่น อุปสรรคทางประเพณีวัฒนธรรมและค่านิยมทางสังคม อุปสรรคทางข้อกำหนดและกฎหมาย อุปสรรคทางการตลาด อุปสรรคทางเครื่องมือและเทคโนโลยี โดยการพิสูจน์อุปสรรคที่มีอาจมีเพียงประเด็นหนึ่งหรือหลายประเด็นก็ได้ตามที่พบในพื้นที่โครงการ

ทั้งนี้ เมื่อผู้พัฒนาโครงการดำเนินกระบวนการตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 แล้วเสร็จ ผลการประเมินสอดคล้องกับข้อกำหนด ให้ถือว่าโครงการผ่านการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ

5. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Quantification of GHG emission reductions)

การประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี ประกอบด้วยการประเมินในกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการ โดยการปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณเป็นอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซ CH_4 N_2O และ CO_2 ในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยพื้นที่ต่อช่วงเวลาที่ติดตามผล จากนั้นทำการประเมินปริมาณการเปลี่ยนแปลงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เพื่อคำนวณหาปริมาณการลดการปล่อยที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

แนวทางการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดีจำแนกเป็น 3 วิธี ดังนี้

- **แนวทางการประเมินที่ 1: การใช้แบบจำลอง (modelling)**

แบบจำลองที่ยอมรับได้ในการใช้ประมาณอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่การเกษตร อาจเป็นแบบจำลองอย่างง่ายจนถึงแบบจำลองเชิงกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่คาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ครอบคลุมปัจจัยที่มีผล เช่น สภาพภูมิอากาศ คุณลักษณะดิน ปริมาณคาร์บอนในดิน กิจกรรมการเกษตร ผู้พัฒนาโครงการต้องดำเนินการประเมินตามหลักการที่เหมาะสม ตั้งแต่การปรับเทียบและการตรวจสอบความใช้ได้ของแบบจำลอง (model calibration and validation) พร้อมแสดงรายละเอียดหลักการหรือวิธีการประเมินในขั้นตอนต่าง ๆ โดยอ้างอิงแนวทางการประเมินที่เป็นไปตามหลักสากล

การประเมินด้วยแบบจำลองสำหรับแต่ละหน่วยตัวอย่างในกรณีฐานจะคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงหรือการปล่อยที่เกิดจากกิจกรรมการเกษตรที่ดำเนินการในกรณีฐาน ตัวอย่างสำหรับข้อมูลนำเข้า (input) ของแบบจำลอง เช่น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน ความหนาแน่นรวมของดิน คุณลักษณะดินอื่น และปัจจัยด้านภูมิอากาศ เช่น ปริมาณฝน อุณหภูมิ กรณีดำเนินโครงการ กรณีดำเนินโครงการต้องมีการติดตามข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเกษตรที่ดำเนินการ และแสดงความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงและค่าคาดการณ์ การแสดงเป็นค่า Root mean square error (RMSE)

การใช้แบบจำลองคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่การเกษตร เช่น การปล่อยก๊าซ CH_4 และ N_2O จากดิน ไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซจริงในพื้นที่โครงการ โดยสามารถใช้ (1) ข้อมูลการปล่อยก๊าซจากแปลงทดลองหรือแปลงวิจัย หรือ (2) ข้อมูลจากเอกสารวิชาการที่มีคุณภาพ เช่น ผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผ่านการเผยแพร่งานวิจัยในวารสารวิชาการ โดยข้อมูลอ้างอิงที่เลือกใช้ควรมีความเหมาะสมและประยุกต์ใช้กับพื้นที่โครงการได้ โดยเฉพาะหากมีข้อมูลตามปัจจัยควบคุมหรือกิจกรรมการเกษตรที่สอดคล้องกับโครงการ

ทั้งนี้ หลักการทางวิชาการสำหรับการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่การเกษตร แสดงรายละเอียดในภาคผนวก 3

- **แนวทางการประเมินที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง (direct measurement)**

เป็นการเก็บตัวอย่างในพื้นที่โครงการและทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินโดยตรง ดำเนินการในพื้นที่ควบคุมของกรณีฐานและพื้นที่โครงการ ทั้งนี้ ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงรายละเอียดหลักการหรือวิธีการประเมินในขั้นตอนต่าง ๆ โดยอ้างอิงแนวทางการประเมินที่ อบก. กำหนด หรือเป็นไปตามหลักสากล

- **แนวทางการประเมินที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (default)**

เป็นการกำหนดสมการสำหรับคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงแนวทางการประเมินที่เป็นไปตามหลักสากล โดยเฉพาะคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศ ข้อแนะนำลำดับการเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังนี้

(1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จำเพาะกับโครงการจากการเผยแพร่ในเอกสารวิชาการหรือพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากพื้นที่โครงการและวิธีการในระดับ Tier 2 ของคู่มือ IPCC Guidelines กำหนดไว้ ที่ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ

(2) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งข้อมูลอื่นที่เหมาะสม เช่น ค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ข้อมูลจากหน่วยงานราชการ หรือเอกสารเผยแพร่อื่นที่ผ่านการ

พิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อกำหนดค่าการปล่อยที่จะใช้ ทั้งนี้ ต้องแสดงหลักฐานสำหรับความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลที่เลือกใช้

(3) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำตามคู่มือ IPCC Guidelines ในระดับ Tier 1

กิจกรรมการเกษตรตามขอบเขตของโครงการการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี มีแนวทางการประเมินดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปแนวทางการประเมินเชิงปริมาณที่ให้ดำเนินการได้

ก๊าซเรือนกระจก/แหล่งคาร์บอน	กิจกรรม	แนวทางการประเมินที่ 1: การใช้แบบจำลอง*	แนวทางการประเมินที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง	แนวทางการประเมินที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ
CO_2	เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel)			√
	การใส่ปูน			√
	การใส่ปุ๋ยยูเรีย			√
CH_4	กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนในดิน (Soil Methanogenesis)	√	√	√ (เฉพาะโครงการขนาดเล็ก และเล็กมาก**)
CH_4	มวลชีวภาพที่ถูกเผา (Biomass Burning)			√
N_2O	การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Use of Nitrogen Fertilizers)	√	√	√
	มวลชีวภาพที่ถูกเผา (Biomass Burning)			√

หมายเหตุ:

* *แนวทางการประเมินที่ 1 จะใช้ในการประเมินได้ เมื่อมีแบบจำลองที่เหมาะสม โดยรายละเอียดการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองสามารถอ้างอิงได้จากคู่มือการปรับเทียบและการตรวจสอบความใช้ได้ของแบบจำลอง หรือแหล่งอื่นที่เหมาะสม*

** *โครงการขนาดเล็ก และโครงการขนาดเล็กมากเป็นไปตามที่ อบก. กำหนด*

5.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน (Baseline emissions)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมการปลูกข้าวที่ดีในกรณีฐาน มีข้อแนะนำการรวบรวมและแสดงข้อมูลตามวิธีการประเมินดังนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1: แบบจำลอง

ทำการจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานของแต่ละหน่วยตัวอย่างที่กำหนด โดยแบบจำลองจะใช้ในการคาดการณ์ตามกิจกรรมการปลูกข้าวที่ดำเนินการในกรณีฐาน ข้อแนะนำสำหรับข้อมูลนำเข้าแสดงต่อไปนี้

- ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินและความหนาแน่นดิน: ใช้ในการคำนวณปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน (ค่าเริ่มต้น) โดยเก็บตัวอย่างดินโดยตรงก่อนเริ่มดำเนินโครงการ (ที่เวลา t = 0) หรืออาจเป็นค่าจากการตรวจวัดภายในเวลาไม่เกิน 5 ปี จากเวลาที่เริ่มโครงการ (ที่เวลา t = ±5 ปี) ทั้งนี้ให้อ้างอิงวิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างตามรายละเอียดในภาคผนวก 3
- คุณลักษณะดินอื่น: ใช้เป็นข้อมูลสำหรับจำลองสภาพพื้นที่ในแบบจำลอง โดยกำหนดข้อมูลที่ใช้ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ ซึ่งอาจได้จาก (1) ข้อมูลแผนที่ดินที่มีการเผยแพร่ โดยต้องมีความน่าเชื่อถือ หรือแสดงค่าความไม่แน่นอน หรือ (2) การตรวจวัดโดยตรงดังรายละเอียดวิธีการเก็บตัวอย่างในภาคผนวก และใช้วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง รวมถึงวิธีวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานหรือมีความถูกต้องแม่นยำ
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ: ใช้ข้อมูลที่มีการเก็บหรือรายงานอย่างต่อเนื่อง โดยอาจตรวจวัดโดยตรงในพื้นที่ หรืออ้างอิงจากสถานีอุตุนิยมที่ใกล้เคียง หรือประมาณค่าจากสถานีอุตุนิยมหลายแห่งที่ใกล้เคียงกัน

การประเมินด้วยวิธีการที่ 2: ตรวจวัดจริง

ค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว สำหรับแต่ละหน่วยตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด หรือสามารถใช้วิธีการตรวจวัดอื่นที่มีความเหมาะสมทางวิชาการ

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (default)

รายละเอียดแสดงดังเนื้อหาข้างต้น

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมการปลูกข้าวที่ดีในกรณีฐาน จำเป็นต้องประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยให้มีค่าต่ำกว่าการดำเนินงานตามปกติ (below business-as-usual) ดังสมการต่อไปนี้

$$\mathrm{BE}_y = \sum_{s=1}^{m} \mathrm{BE}_s$$

$$\mathrm{BE}_s = \sum_{i=0}^{n} \left((CH_{4_{SOIL,BL,s,i}} \times CF) + CO_{2_{LIME,BL,s,i}} + CO_{2_{UREA,BL,s,i}} + N_2O_{SOIL,BL,s,i} \right)$$

โดยที่

BE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
BE_s	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
CF	=	ตัวปรับลดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ต่ำกว่าการดำเนินงานตามปกติหรือ below BAU (Conservativeness Factor)
$CO_{2_{LIME,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CO_{2_{UREA,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$N_2O_{SOIL,BL,s,i}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
i	=	หน่วยตัวอย่าง i ตามตารางที่ 1 (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)
s	=	ฤดูเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

5.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ (Methane emissions from paddy fields)

ก๊าซมีเทนที่ปล่อยเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินในกลุ่มเมทาโนเจนในสภาพไร้อากาศในพื้นที่ปลูกข้าว หากโครงการมีการดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากดิน เช่น การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว การปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่สามารถประเมินด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1: การใช้แบบจำลอง

$$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}} = GWP_{CH4} \times fCH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$$

โดยที่:

$CH_{4_{SOIL,BL,i,t}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$fCH_{4_{SOIL,BSL,i,t}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานที่ได้จากแบบจำลอง ในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันมีเทน)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง

การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว เป็นค่าจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของโครงการ ด้วยสมการต่อไปนี้

$$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}} = \sum_{i=1}^{n} EF_{CH4BL,s,i} \times A_{s,i} \times 10^{-3} \times GWP_{CH4}$$

โดยที่:

$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$EF_{CH4BL,s,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานสำหรับฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก) โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำสำหรับแต่ละหน่วยตัวอย่างตามรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด (รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 2)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)

$A_{s,i}$ พื้นที่เก็บเกี่ยวในหน่วยตัวอย่าง i ในฤดูเพาะปลูก s (ไร่)

i = หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)

s = ฤดูเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ

การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าว สามารถประเมินด้วยสมการต่อไปนี้

$$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}} = \sum_{i=1}^{n} EF_{CH4BL,s,i} \times A_{s,i} \times L_s \times 10^{-3} \times GWP_{CH4}$$

โดยที่:

$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$EF_{CH4BL,s,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน)

$A_{s,i}$ = พื้นที่เก็บเกี่ยวในหน่วยตัวอย่าง i ในฤดูเพาะปลูก s (ไร่)

L_s = อายุเก็บเกี่ยวข้าวในฤดูเพาะปลูก s (วัน)

i = หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)

s = ฤดูเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)

กรณีใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำตามคู่มือ IPCC Guidelines ในระดับ Tier 1 แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$EF_{CH4BL,s,i} = EF_{BL,c} \times SF_{BL,w} \times SF_{BL,p} \times SF_{BL,o}$$

$$SF_{BL,o} = \left(1 + \sum_{i} ROA_{BL,s,i,om} \times 0.00625 \times CFOA_{om}\right)^{0.59}$$

โดยที่:

$EF_{CH4BL,s,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน)

$EF_{BL,c}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน)

$SF_{BL,w}$ = ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน

$SF_{BL,p}$ = ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำก่อนฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน

$SF_{BL,o}$ = ตัวปรับค่าตามการใส่วัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน

$ROA_{BL,s,i,om}$ = ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น)

$CFOA_{om}$ = ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้น ๆ ก่อนปลูก)

0.00625 = ค่าคงที่แปลงหน่วย (ตันต่อเฮกตาร์)

om = ชนิดของวัสดุอินทรีย์

5.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูน (Carbon dioxide emissions from liming)

หากโครงการกำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูน (ปูนกลุ่มแคลไซต์ หรือแคลเซียมคาร์บอเนต หรือแคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอเนต) จำเป็นต้องประเมินด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (Default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ

$$CO_{2_{LIME,BL,s,i}} = \sum[((M_{Limestone,BL,s,i} \times A_{s,i}) \times EF_{Limestone}) + ((M_{Dolomite,BL,s,i} \times A_{s,i}) \times EF_{Dolomite})] \times \frac{44}{12}$$

โดยที่:

$CO_{2_{LIME,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)
$M_{Limestone,BL,s,i}$	=	ปริมาณการใช้หินปูนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันหินปูนต่อไร่)
$EF_{Limestone}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้หินปูน (ตันคาร์บอนต่อตันหินปูน)
$M_{Dolomite,BL,s,i}$	=	ปริมาณการใส่โดโลไมต์ในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันปูนขาวต่อไร่)
$EF_{Dolomite}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่โดโลไมต์ (ตันคาร์บอนต่อตันโดโลไมต์)
$A_{s,i}$	=	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)
$\frac{44}{12}$	=	อัตราส่วนน้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน

5.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรีย (Carbon dioxide emissions from urea fertilization)

ปุ๋ยยูเรียจะถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ยูเรียเอส (Urease) ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปุ๋ยยูเรีย นอกจากนี้แอมโมเนียในปุ๋ยยูเรียยังสามารถเปลี่ยนรูปทำให้ปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ซึ่งจะคำนวณในหัวข้อถัดไป หากโครงการกำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรีย จำเป็นต้องประเมินด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (Default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ

$$CO_{2_{UREA,BL,s,i}} = \sum((M_{Urea,BL,s,i} \times A_{s,i}) \times EF_{Urea}) \times \frac{44}{12}$$

โดยที่:

$CO_{2_{UREA,BL,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)

$M_{Urea,BL,s,i}$ = ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันปุ๋ยยูเรียต่อไร่)

EF_{Urea} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย (ตันคาร์บอนต่อตันปุ๋ยยูเรีย)

$A_{s,i}$ = พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)

$\frac{44}{12}$ = อัตราส่วนน้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน

5.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrous oxide emissions from nitrogen fertilizers)

ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในพื้นที่เพาะปลูก ทั้งในรูปปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ มูลสัตว์ หรือเศษวัสดุทางการเกษตร จุลินทรีย์ในดินจะเปลี่ยนรูปไนโตรเจนจากกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน ในระหว่างกระบวนการดังกล่าวจะเกิดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์แบบทางตรงสู่บรรยากาศ นอกจากนี้ยังมีการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อม ได้แก่ การสูญเสียจากการตกสะสมของแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน และการชะละลายหรือไหลบ่าหน้าดิน ทำให้ไนโตรเจนที่สูญเสียเปลี่ยนรูปปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ หากโครงการกำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน สามารถดำเนินการด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1: การใช้แบบจำลอง

$$N_2O_{SOIL,BL,s,i} = GWP_{N2O} \times fN_2O_{SOIL,BL,s,i}$$

โดยที่:

$N_2O_{SOIL,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$fN_2O_{SOIL,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานที่ได้จากแบบจำลองในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันไนตรัสออกไซด์)

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง

การประเมินการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นค่าจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของโครงการ ด้วยสมการต่อไปนี้

$$N_2O_{SOIL,BL,s,i} = \sum_{i=1}^{n} EF_{N2OBL,s,i} \times A_{s,i} \times 10^{-3} \times GWP_{N2O}$$

โดยที่:

$N_2O_{SOIL,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$EF_{N2OBL,s,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (กิโลกรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อไร่ต่อฤดูปลูก)
โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการ เช่น การวัดด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละหน่วยตัวอย่างตามรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้ เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด (รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 2)

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

$A_{s,i}$ พื้นที่เก็บเกี่ยวในหน่วยตัวอย่าง i ในฤดูเพาะปลูก s (ไร่)

i = หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)

s = ฤดูเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ

การประเมินการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากค่าแนะนำ IPCC

$$N_2O_{SOIL,BL,s,i} = N_2O_{Direct,BL,s,i} + N_2O_{Indirect,BL,s,i}$$

(1) <u>การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรง</u>

$$N_2O_{Direct,BL,i,t} = (F_{SN,BL,s,i} + F_{ON,BL,s,i}) \times EF_{N2ODirect} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

$$F_{SN,BL,s,i} = \sum(M_{SN,BL,s,i,j} \times A_{s,i})$$

$$F_{ON,BL,s,i} = \sum(M_{ON,BL,s,i,k} \times A_{s,i})$$

(2) <u>การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อม</u>

$$N_2O_{Indirect,BL,s,i} = N_2O_{ATD,BL,s,i} + N_2O_{L,BL,s,i}$$

$$N_2O_{ATD,BL,s,i} = \left((F_{SN,BL,s,i} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON,BL,s,i} \times Frac_{GASM})\right) \times EF_{ATD} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

$$N_2O_{L,BL,s,i} = (F_{SN,BL,s,i} + F_{ON,BL,s,i}) \times Frac_{LEACH} \times EF_{LEACH} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

โดยที่:

$N_2O_{SOIL,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$N_2O_{Direct,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$N_2O_{Indirect,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$N_2O_{ATD,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมจากการตกสะสมของไนโตรเจนที่ระเหยจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$N_2O_{L,BL,s,i}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมจากการชะล้างและไหลบ่าของไนโตรเจนในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$F_{SN,BL,s,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีที่ใส่ในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันไนโตรเจน)

$F_{ON,BL,s,i}$ = ปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในดินในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันไนโตรเจน)

$EF_{N2ODirect}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ตัน N_2O-N ต่อตันไนโตรเจน)

EF_{ATD} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการตกสะสมของไนโตรเจนจากบรรยากาศลงดินและผิวน้ำ (ตัน N_2O-N ต่อตัน NH_3-N + NO_X-N)

EF_{LEACH} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการชะล้างและไหลบ่า (ตัน N_2O-N ต่อตันไนโตรเจนที่ชะล้างและไหลบ่า)

$Frac_{GASF}$ = สัดส่วนของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน (ตัน NH_3-N + NO_X-N ต่อตันไนโตรเจน)

$Frac_{GASM}$ = สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน (ตัน NH_3-N + NO_X-N ต่อตันไนโตรเจน)

$Frac_{LEACH}$ = สัดส่วนไนโตรเจนที่ใส่ในดินที่สูญเสียจากการชะล้างและไหลบ่า (ตันไนโตรเจนที่ชะล้างและไหลบ่าต่อตันไนโตรเจน)

$M_{SN,BL,s,i,j}$ = ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีชนิด j ในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่)

$M_{ON,BL,s,i,k}$ = ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิด k ในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อไร่)

$A_{s,i}$ = พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)

$\frac{44}{28}$ = อัตราส่วนน้ำหนักโมเลกุลของไนตรัสออกไซด์ต่อไนโตรเจน

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

5.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีดำเนินโครงการ (Project emissions)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\mathrm{PE}_y = \sum_{s=1}^{m} \mathrm{PE}_s$$

$$\mathrm{PE}_s = \sum_{i=0}^{n} \left(CH_{4_{SOIL,PJ,s,i}} + CO_{2_{LIME,PJ,s,i}} + CO_{2_{UREA,PJ,s,i}} + N_2O_{SOIL,PJ,s,i} + CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}} + Non - CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}} \right)$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

PE_s = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CH_{4_{SOIL,PJ,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CO_{2_{LIME,PJ,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูนจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$CO_{2_{UREA,PJ,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรียจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$N_2O_{SOIL,PJ,s,i}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$Non-CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
i	=	หน่วยตัวอย่าง i ตามตารางที่ 1 (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)
s	=	ฤดูกาลเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

ทั้งนี้ ผู้พัฒนาโครงการต้องเลือกใช้วิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเดียวกันสำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ

5.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ (Methane emissions from fields)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ ใช้วิธีการประเมินและสมการตามที่กำหนดในกรณีฐาน โดยปรับสัญลักษณ์จาก BL เป็น PJ

5.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูน (Carbon dioxide emissions from liming)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ ใช้วิธีการประเมินและสมการตามที่กำหนดในกรณีฐาน โดยปรับสัญลักษณ์จาก BL เป็น PJ

5.2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรีย (Carbon dioxide emissions from urea fertilization)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ ใช้วิธีการประเมินและสมการตามที่กำหนดในกรณีฐาน โดยปรับสัญลักษณ์จาก BL เป็น PJ

5.2.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrous oxide emissions from nitrogen fertilizers)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ ใช้วิธีการประเมินและสมการตามที่กำหนดในกรณีฐาน โดยปรับสัญลักษณ์จาก BL เป็น PJ

5.2.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion)

กรณีที่การดำเนินโครงการมีการใช้เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมจากการจัดการที่มีอยู่เดิม เช่น การปรับระดับพื้นที่นาด้วยเลเซอร์สำหรับการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การใช้ปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำเข้าหรือออกจากแปลงนา เป็นต้น ต้องมีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซอลซิล ทั้งจากการใช้เชื้อเชื้อเพลิงฟอสซิล หรือการใช้พลังงานไฟฟ้า (เช่น รถแทรกเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น) หากผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (Default) สามารถคำนวณได้ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ

$$CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}} = \sum \left((FC_{PJ,s,i,a} \times NCV_a \times 10^{-6} \times EF_{CO2,a}) \times A_{s,i} \right) \times 10^{-3} + \sum (EC_{PJ,s,i} \times EF_{Elec,s} \times (1 + TDL_s) \times A_{s,i})$$

โดยที่:

$CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$FC_{PJ,s,i,a}$	=	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภท a ในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (หน่วยต่อไร่)
$A_{s,i}$	=	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)
NCV_a	=	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของการใช้เชื้อเพลิงประเภท a (เมกะจูลต่อหน่วย)
$EF_{CO2,a}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท a (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/เทราจูล)
a	=	ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล
$EC_{PJ,s,i}$	=	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (MWh/ไร่)
$EF_{Elec,s}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s (tCO_2/MWh)
TDL_s	=	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังแหล่งการใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s

5.2.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาชีวมวล (Non-CO_2 emissions from biomass burning)

หากโครงการมีการเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่โครงการ และผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาชีวมวลด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

$$Non-CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}} = \frac{\sum MB_{PJ,s,i} \times C_f \times A_{burn,s,i} \times [(EF_{CH4} \times GWP_{CH4}) + (EF_{N2O} \times GWP_{N2O})]}{10^6}$$

โดยที่:

$Non-CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลจากการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$MB_{PJ,s,i}$	=	มวลของตอซังและฟางข้าวที่ถูกเผาในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (กิโลกรัมต่อไร่)
C_f		ค่าสัมประสิทธิ์การเผาของตอซังและฟางข้าว (สัดส่วนของมวลชีวภาพที่เป็นเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้)
$A_{burn,s,i}$	=	พื้นที่ถูกเผาในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)
EF_{CH4}	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร (กรัมมีเทนต่อกิโลกรัมแห้งของมวลชีวภาพที่ถูกเผา)
EF_{N2O}		ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาเศษวัสดุการเกษตร (กรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมแห้งของมวลชีวภาพที่ถูกเผา)
GWP_{CH4}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)
GWP_{N2O}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)
10^6	=	ตัวแปลงหน่วย (กรัมต่อตัน)

6. การรั่วไหล (Leakage)

ผลกระทบใดๆ ของกิจกรรมโครงการต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายนอกขอบเขตโครงการถือว่าไม่มีนัยสำคัญและไม่จำเป็นต้องพิจารณาภายใต้ระเบียบวิธีฯ นี้

7. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการดำเนินโครงการ (Net GHG emission reductions)

$$ER_y = (BE_y - PE_y - LE_y) \times (1 - U_d)$$

โดยที่:

ER_y	=	ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
BE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
PE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
LE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
U_d	=	ค่าปรับลดจากความไม่แน่นอน (กรณีผู้พัฒนาโครงการเลือกการประเมินด้วยวิธีการที่ 3 ใช้ค่าแนะนำกำหนดให้ค่าปรับลดจากความไม่แน่นอน เท่ากับ 15%)

8. ความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ผู้พัฒนาโครงการต้องทำการประเมินความไม่แน่นอนของปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมโครงการ โดยหากโครงการกำหนดให้มีการประเมินด้วยแนวทางการประเมินใด ผู้พัฒนาโครงการต้องพิจารณาเลือกวิธีการประเมินความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องและเป็นไปตามหลักการสากลที่เหมาะสม พร้อมอ้างอิงแนวทางการประเมินที่ใช้โดยเป็นไปตามหลักความอนุรักษ์ (Conservative) กรณีที่โครงการมีความไม่แน่นอนสะสมสำหรับโครงการมีค่ามากกว่าที่แนวทางอ้างอิงกำหนดไว้ จะต้องนำค่าที่ได้ไปหักลดกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในแหล่งสะสมทั้งจากกรณีฐานและจากการดำเนินโครงการ

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1 และ 2: เมื่อค่าความไม่แน่นอนในค่าเฉลี่ยของการประเมินของพารามิเตอร์มากกว่า 20% ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ค่าเฉลี่ยจะถูกปรับลดจากเปอร์เซ็นต์ของความไม่แน่นอน ดังนี้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty: U)	ค่าปรับลดจากความไม่แน่นอน (U_d)	การนำไปใช้
20<U≤30	50%	**ตัวอย่าง** ค่าเฉลี่ย = 60±15 tCO_2eq คำนวณ Uncertainty (U)= 15/60 = 25% ค่าปรับลด (U_D) = 25% x 15 = 3.75 tCO_2eq การคำนวณส่วนลดโดยยึดหลักความอนุรักษ์ ดังนี้ กรณีฐาน 60-3.75 = 56.25 tCO_2eq การดำเนินโครงการ 60+3.75 = 63.75 tCO_2eq
30<U≤40	75%	
U>40	100%	

หมายเหตุ tCO_2eq = ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: กำหนดค่าปรับลดจากความไม่แน่นอน (U_d) เท่ากับ 15%

9. ขั้นตอนการติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Procedure)

9.1 แผนการติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

แผนการติดตามผลการดำเนินโครงการเป็นการเตรียมการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ต้องมั่นใจว่าเกษตรกรมีการดำเนินการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี และมีการบันทึกข้อมูลตามที่กำหนดไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการ

9.2 การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring of project implementation)

ข้อมูลสำหรับการติดตามผลการดำเนินโครงการจะมีการระบุไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการ (Project Design Document: PDD) โดยพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผล รวมถึง วิธีการตรวจวัด และความถี่ของการตรวจวัดเป็นไปตามข้อกำหนดของ อบก.

10. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

10.1 พารามิเตอร์ที่ต้องไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	CF
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับลดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำกว่าการดำเนินการตามปกติ หรือ *below BAU* (*Conservativeness Factor)* กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.89**

แหล่งข้อมูล	UNFCCC/FCCC/SBSTA/2015/L.13 Table 1: Conservativeness factors for adjustments to emission estimates in the base year or recovery estimates in the commitment period (Rice Cultivation)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{BL,c}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.1952** กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.11 (Southeast Asia = 1.22 kgCH_4/ha/d)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$SF_{BL,w}$ หรือ $SF_{PJ,w}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.12
หมายเหตุ	**ขังน้ำต่อเนื่อง** คือ พื้นที่ปลูกข้าวจะมีน้ำขังตลอดฤดูปลูก และอาจแห้งเฉพาะช่วงประมาณ 1-2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวเท่านั้น (เป็นการระบายน้ำในช่วงปลายฤดูกาลเพื่อเก็บเกี่ยว) **ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง** คือ พื้นที่ปลูกข้าวมีการระบายน้ำออกไม่ให้ท่วมขัง หรือปล่อยแห้งเพียงครั้งเดียวในช่วงฤดูเพาะปลูก โดยอาจปล่อยให้แห้งในระดับผิวดินหรือต่ำกว่าในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว นอกเหนือจากการระบายน้ำในช่วงปลายฤดูกาล **ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้งหลายครั้ง** คือ พื้นที่ปลูกข้าวมีการระบายน้ำออกไม่ให้ท่วมขังหรือปล่อยแห้งเมากกว่าหนึ่งครั้งในช่วงฤดูเพาะปลูก

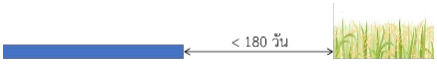
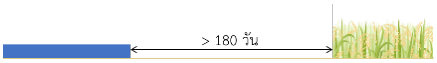
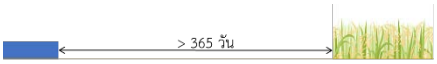
ขังน้ำต่อเนื่อง	**1.00**
ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง	**0.71**
ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้งหลายครั้ง หรือ การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง	**0.55**

	นอกเหนือจากการระบายน้ำในช่วงปลายฤดูกาล ซึ่งรวมถึงการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) ทั้งนี้ กำหนดให้น้ำแห้งในแปลง คือ การมีระดับน้ำต่ำกว่าผิวดินที่ 10 - 15 ซม. หรือตามข้อแนะนำเชิงวิชาการที่เหมาะสม กรณีที่โครงการไม่สามารถระบายน้ำให้ต่ำกว่าผิวดินที่ 10 - 15 ซม. กำหนดให้ใช้ค่า SF_w ของ “ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง” เพื่อเป็นไปตามหลักความอนุรักษ์

พารามิเตอร์	$SF_{BL,p}$ หรือ $SF_{PJ,p}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC

ขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน	**2.41**
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน หรือ ขังน้ำก่อนปลูกเป็นระยะเวลาสั้น ๆ น้อยกว่า 30 วัน	**1.00**
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน	**0.89**
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 365 วัน หรือ การปลูกข้าวขังน้ำสลับพืชอื่นที่ไม่ขังน้ำ	**0.59**

แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.13
หมายเหตุ	

ขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน	
ขังน้ำก่อนปลูกเป็นระยะเวลาสั้น ๆ น้อยกว่า 30 วัน	
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน	
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน	
ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 365 วัน	

พารามิเตอร์	$ROA_{BL,s,i,om}$
หน่วย	กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น
ความหมาย	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i

แหล่งของข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$CFOA_{om}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้นๆ ก่อนปลูก) กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.14
หมายเหตุ	-

ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกน้อยกว่า 30 วัน	**1.00**
ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกมากกว่า 30 วัน	**0.19**
ปุ๋ยคอก	**0.21**
ปุ๋ยหมัก	**0.17**
ปุ๋ยพืชสด	**0.45**

พารามิเตอร์	$M_{Limestone,BL,s,i}$
หน่วย	ตันหินปูนต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้ปูนขาวในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เอกสารการซื้อ สมุดบันทึกของเกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Dolomite,BL,s,i}$
หน่วย	ตันปูนขาวต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่โดโลไมต์ในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เอกสารการซื้อ สมุดบันทึกของเกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{Limestone}$
หน่วย	ตันคาร์บอนต่อตันหินปูน
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้หินปูน กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.12**
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{Dolomite}$
หน่วย	ตันคาร์บอนต่อตันโดโลไมต์
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่โดโลไมต์ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.13**
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Urea,BL,s,i}$
หน่วย	ตันปุ๋ยยูเรียต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เอกสารการซื้อ สมุดบันทึกของเกษตรกรหรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{Urea}
หน่วย	ตันคาร์บอนต่อตันยูเรีย
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.20**
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11.4
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{SN,BL,s,i,j}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย j
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เอกสารการซื้อ สมุดบันทึกของเกษตรกรหรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้

หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{ON,BL,s,i,k}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย k
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เอกสารการซื้อ สมุดบันทึกของเกษตรกรหรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{N2O,Direct}$
หน่วย	ตัน N_2O-N ต่อตันไนโตรเจน
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใส่ไนโตรเจนของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน และเศษวัสดุการเกษตร กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการขังน้ำตลอดฤดูปลูก: **0.003** พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการระบายน้ำหรือปล่อยให้แห้ง 1 ครั้งหรือหลายครั้ง: **0.005**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.1
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{GASF}$
หน่วย	ตัน NH_3-N + NO_X-N ต่อตันไนโตรเจน
ความหมาย	สัดส่วนของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.11**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{GASM}$
หน่วย	ตัน NH_3-N + NO_X-N ต่อตันไนโตรเจน
ความหมาย	สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.21**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3

หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{ATD}
หน่วย	ตัน N_2O-N ต่อตัน NH_3-N + NO_X-N
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการตกสะสมของไนโตรเจนจากบรรยากาศลงดินและผิวน้ำ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.010**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{LEACH}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนที่ชะล้างและไหลบ่าต่อตันไนโตรเจน
ความหมาย	สัดส่วนของไนโตรเจนที่ใส่ในดิน (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) และสูญเสียผ่านการชะล้างและไหลบ่า กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.24**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{LEACH}
หน่วย	ตัน N_2O-N ต่อตันไนโตรเจนที่ชะล้างและไหลบ่า
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการชะล้างและไหลบ่า กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.011**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	NCV_a
หน่วย	เมกะจูลต่อหน่วย
ความหมาย	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท a
แหล่งของข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ระบุในใบแจ้งหนี้ (Invoice) จากผู้ผลิตเชื้อเพลิง (Fuel Supplier) ทางเลือกที่ 2 จากการตรวจวัด ทางเลือกที่ 3 รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{CO_2,a}$
หน่วย	กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/เทราจูล

ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท a
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 2, Chapter 1, Table 1.4
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{CH4}
หน่วย	กรัมมีเทนต่อกิโลกรัมแห้งของมวลชีวภาพที่ถูกเผา
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **2.7**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 2, Table 2.5
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{N2O}
หน่วย	กรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมแห้งของมวลชีวภาพที่ถูกเผา
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการเผาเศษวัสดุการเกษตร กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.07**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 2, Table 2.5
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	C_f
หน่วย	สัดส่วนของมวลชีวภาพที่เป็นเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การเผาของตอซังและฟางข้าว กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.8**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 2, Table 2.6
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$\boldsymbol{TDL_s}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าไปยังแหล่งการใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.03** (3%)
แหล่งข้อมูล	-
หมายเหตุ	-

สำหรับพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องติดตามผล ปรากฏในเครื่องมือการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

9.4 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	GWP_{CH4}
หน่วย	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน (tCO_2eq/tCH_4)
ความหมาย	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน
แหล่งข้อมูล	IPCC
วิธีการติดตามผล	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** – ใช้ค่า GWP_{CH4} ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ **<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u>** – ให้ใช้ค่า GWP_{N2O} ตามที่ อบก. ประกาศ สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก

พารามิเตอร์	GWP_{N2O}
หน่วย	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์ (tCO_2eq/tN_2O)
ความหมาย	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์
แหล่งข้อมูล	IPCC
วิธีการติดตามผล	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** – ใช้ค่า GWP_{N2O} ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ **<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u>** – ให้ใช้ค่า GWP_{N2O} ตามที่ อบก. ประกาศ สำหรับประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามช่วงระยะเวลาคิดเครดิต (Crediting Period) ที่ขอรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก

พารามิเตอร์	$A_{s,i}$
หน่วย	ไร่
ความหมาย	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	รายงานการสำรวจพื้นที่ที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์
วิธีการติดตามผล	- สำรวจในพื้นที่ - ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม/ภาพถ่ายทางอากาศ
ความถี่ในการติดตามผล	ทุกฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	หากพื้นที่มีการดำเนินกิจกรรมที่แตกต่างจากที่โครงการกำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญ พื้นที่ดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาพิจารณาในการกำหนดพื้นที่โครงการรวมของฤดูกาลนั้นๆ

พารามิเตอร์	L_s
หน่วย	วัน

ความหมาย	อายุเก็บเกี่ยวข้าวในฤดูเพาะปลูก s
แหล่งของข้อมูล	บันทึกของเกษตรกร
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	ทุกฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	การจัดการน้ำในฤดูปลูก
หน่วย	-
ความหมาย	• การขังน้ำตลอดฤดูปลูก • ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้ง 1 ครั้ง • ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำหรือปล่อยให้น้ำแห้งหลายครั้ง (รวมถึงการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง) โดยกำหนดให้ระดับน้ำแห้งที่ 10-15 ซม. จากผิวดิน
แหล่งของข้อมูล	บันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการด้วยวิธีการที่เหมาะสม
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	การจัดการน้ำก่อนฤดูปลูก
หน่วย	-
ความหมาย	• มีการขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน • มีการขังน้ำก่อนปลูกระยะเวลาสั้นๆ น้อยกว่า 30 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 365 วัน หรือการปลูกข้าวสลับพืชอื่นที่ไม่ขังน้ำ
แหล่งของข้อมูล	บันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการด้วยวิธีการที่เหมาะสม
วิธีการติดตามผล	-
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{CH4BL,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก

ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานสำหรับฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	ค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการ เช่น การวัดด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{CH4PJ,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในการดำเนินโครงการสำหรับฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	ค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการ เช่น การวัดด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{N2OBL,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อไร่ต่อฤดูปลูก
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	ค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการ เช่น การวัดด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{N2OPJ,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อไร่ต่อฤดูปลูก
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในการดำเนินโครงการสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	ค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการ เช่น การวัดด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Limestone,PJ,s,i}$
หน่วย	ตันหินปูนต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้ปูนขาวในการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Dolomite,PJ,s,i}$
หน่วย	ตันปูนขาวต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่โดโลไมต์ในการดำเนินโครงการกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Urea,PJ,s,i}$
หน่วย	ตันปุ๋ยยูเรียต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม

ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{SN,PJ,s,i,j}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีในการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย j
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{ON,PJ,s,i,k}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย k
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$FC_{PJ,s,i,a}$
หน่วย	หน่วยต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภท a ในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 กรณีซื้อหรือเบิกจ่ายเชื้อเพลิง โดยเป็นการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในคราวเดียว ไม่มีการเก็บสำรอง ให้ติดตามจากใบแจ้งหนี้หรือบันทึกเบิกจ่ายที่แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ทางเลือกที่ 2 กรณีมีภาชนะเก็บเชื้อพลิงและใช้จากภาชนะเก็บ ให้วัดมวลหรือปริมาตรของเชื้อเพลิงที่ใช้ และบันทึกปริมาณการใช้เชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$MB_{PJ,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัม
ความหมาย	มวลของตอซังและฟางข้าวที่ถูกเผาในกรณีฐานในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 การเก็บตัวอย่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ก่อนการเผา และขนาดตัวอย่างที่ 1 x 1 เมตร จำนวนอย่างน้อย 3 ซ้ำ สำหรับแต่ละหน่วยตัวอย่าง ทางเลือกที่ 2 ค่าสัดส่วนเศษวัสดุการเกษตรต่อผลผลิต ตามเอกสารอ้างอิงที่เหมาะสมต่อพื้นที่โครงการ
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$ROA_{PJ,s,i,om}$
หน่วย	กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น
ความหมาย	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ในการดำเนินโครงการในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$fCH_{4_{SOIL,BSL,i,t}}$
หน่วย	ตันมีเทน
ความหมาย	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐานที่ได้จากแบบจำลองในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งของข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	รายละเอียดตามวิธีการประเมินที่เลือกใช้ รวมถึงการเก็บตัวอย่างและข้อมูล การใช้ค่าอ้างอิงหรือค่าแนะนำจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และการคำนวณค่าจากสมการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$fN_2O_{SOIL,BL,s,i}$
หน่วย	ตันไนตรัสออกไซด์

ความหมาย	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานที่ได้จากแบบจำลองในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งของข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	รายละเอียดตามวิธีการประเมินที่เลือกใช้ รวมถึงการเก็บตัวอย่างและข้อมูล การใช้ค่าอ้างอิงหรือค่าแนะนำจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และการคำนวณค่าจากสมการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,s,i}$
หน่วย	MWh
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตเครื่องจักร/อุปกรณ์ และบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร/อุปกรณ์
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{Elec,s}$
หน่วย	tCO_2/MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิต/ใช้ไฟฟ้าในฤดูเพาะปลูก s
แหล่งข้อมูล	รายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต/ใช้พลังงานไฟฟ้า (Emission Factor) สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.
วิธีการติดตามผล	**<u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u>** ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ **<u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u>** ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{Elec,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{Elec,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศแทนในปีนั้น

สำหรับพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ต้องติดตามผล ปรากฏในเครื่องมือคำนวณที่เกี่ยวข้อง

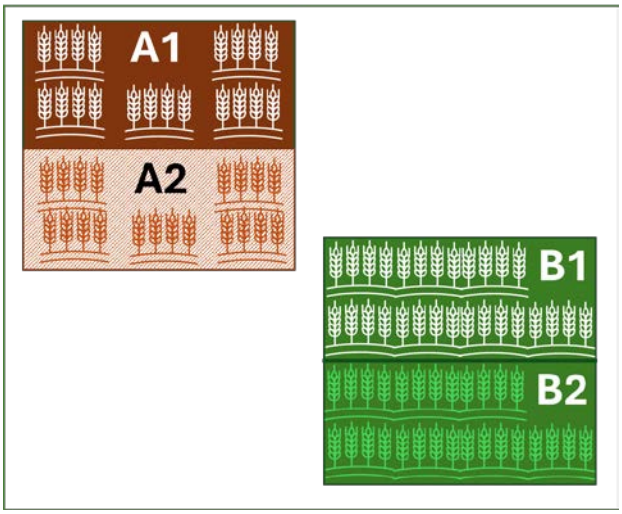
ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: การกำหนดตัวแทนพื้นที่ปลูกข้าว

หลักเกณฑ์การกำหนดตัวแทนพื้นที่ปลูกข้าว

การกำหนดพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ตัวแทนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พิจารณาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ดิน ระบบการปลูกข้าว (นาปี-ใน/นอกเขตชลประทาน ข้าวน้ำลึก นาปรัง) พันธุ์ข้าว และการจัดการทางการเกษตร โดยควรดำเนินการดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ดิน และระบบปลูกข้าว โดยเฉพาะการนำเข้าผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) แล้วทำการจำแนกกลุ่มพื้นที่ตามข้อมูลและปัจจัยพิจารณาที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
2. หากจำนวนกลุ่มที่จำแนกตามปัจจัยไม่มากนัก ให้ดำเนินการพิจารณาต่อไปได้ แต่หากมีจำนวนกลุ่มที่จำแนกข้างต้นที่หลากหลาย อาจต้องปรับกรอบพิจารณาให้เป็นกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมได้ (หากจำเป็น)
3. เมื่อทำการจำแนกกลุ่มตามปัจจัยต่าง ๆ แล้ว พิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อไป ได้แก่ พันธุ์ข้าว การจัดการแปลงก่อนเพาะปลูก การจัดการทางการเกษตร โดยเฉพาะรูปแบบการจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ และการจัดการเศษวัสดุการเกษตร
4. หากมีข้อมูล ใช้วิธีการทาง GIS เพื่อนำออกข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวที่จำแนกตามกลุ่มเหล่านี้
5. หากข้อมูลไม่เพียงพอ โดยเฉพาะรูปแบบการจัดการทางการเกษตรของเกษตรกร อาจจำเป็นต้องสำรวจหรือจัดกลุ่มรูปแบบการจัดการในพื้นที่ แล้วนำเข้าข้อมูลเพื่อกำหนดข้อมูลปริมาณอินทรียวัตถุที่จำแนกตามปัจจัยเหล่านี้
6. กำหนดพื้นที่ปลูกข้าวที่เป็นตัวแทนตามข้อกำหนดข้างต้น โดยควรมีจำนวนพื้นที่หรือตัวอย่างให้เพียงพอในการคำนวณความแตกต่างทางสถิติ เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำไปใช้ประเมินต่อไป เช่น การเก็บตัวอย่าง 3 ซ้ำขึ้นไป



ตัวอย่างพื้นที่โครงการดังภาพข้างต้น จำแนกออกเป็นพื้นที่ปลูกข้าว 2 แห่ง คือ พื้นที่ A และ B โดยมีความแตกต่างกันจากชุดดินและการปลูกข้าว โดยพื้นที่ A เป็นพื้นที่ที่มีชุดดินเดียวกัน แต่ปลูกข้าวแตกต่างสาย

พันธุ์กัน ซึ่งจำแนกย่อยออกเป็นพื้นที่ A1 และ A2 ส่วนพื้นที่ B เป็นพื้นที่ที่จัดอยู่ในชุดดินที่แตกต่างจากพื้นที่ A โดยสามารถจำแนกพื้นที่ B ออกเป็นแปลงย่อยจากรูปแบบการจัดการพื้นที่ที่แตกต่างกัน จึงทำการแบ่งเป็นแปลงย่อย คือ พื้นที่ B1 และ B2

ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงหลักการและผลการกำหนดตัวแทนพื้นที่การเกษตรของโครงการ โดยสามารถแสดงเป็นแผนภาพและ/หรือตารางแสดงรายละเอียดพื้นที่ รวมถึงพิกัดตำแหน่งตามระบบอ้างอิงที่เหมาะสม เช่น UTM เพื่อใช้ในการดำเนินการขั้นต่อไป เช่น การทวนสอบโครงการหรือการต่ออายุโครงการ ทั้งนี้ ต้องอธิบายพร้อมให้รายละเอียดหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือหลักฐานเชิงวิชาการที่เหมาะสมประกอบ

<u>การกำหนดจำนวนแปลงที่เหมาะสม</u>

การกำหนดจำนวนแปลงที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่น (Confidential) 90% และความแม่นยำ (Precision) 10% หรือวิธีการอื่นที่มีความเหมาะสมเชิงวิชาการพร้อมรายละเอียด

<u>ตัวอย่างแหล่งข้อมูลสำหรับหลักการการกำหนดตัวแทนพื้นที่การเกษตร และการกำหนดจำนวนแปลงตัวอย่าง</u>

- Standard for Sampling and surveys for CDM project activities and programmes of activities.
- FAO (2019). Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership.
- FAO (2020). A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome, FAO.

ภาคผนวกที่ 2: การตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว

- ผู้พัฒนาโครงการจะต้องทำให้แน่ใจว่าพื้นที่อ้างอิงของโครงการ ต้องมีเงื่อนไขเดียวกับพื้นที่อ้างอิงสำหรับกรณีฐาน รายละเอียดตามตารางที่ 1 โดยพื้นที่อ้างอิงของโครงการควรใกล้กับพื้นที่อ้างอิงสำหรับกรณีฐาน และควรเริ่มต้นฤดูเพาะปลูกที่ใกล้เคียงกัน หากพื้นที่อ้างอิงมีการดำเนินกิจกรรมที่แตกต่างจากที่โครงการกำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญ ตามหลักความอนุรักษ์ถือว่าพื้นที่อ้างอิงนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่อ้างอิงได้อีกต่อไป พื้นที่ดังกล่าวจะไม่ถูกนำมาพิจารณาในการกำหนดพื้นที่โครงการรวม (A_{sg}) ของฤดูกาลนั้น ข้อกำหนดนี้จะต้องทำให้มั่นใจว่าเฉพาะพื้นที่นาเหล่านั้นเท่านั้นที่จะได้รับการพิจารณาสำหรับการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซที่สอดคล้องกับแนวทางการเพาะปลูกของโครงการ
- การตรวจวัดการปล่อยก๊าซมีเทนหรือก๊าซไนตรัสออกไซด์จากพื้นที่ปลูกข้าวต้องอยู่ภายใต้การควบคุมหรือการให้คำปรึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เก็บตัวอย่างก๊าซในภาคสนามหรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม
- ผู้พัฒนาโครงการต้องจัดทำแผนและรายละเอียดการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวก่อนฤดูปลูก โดยมีเนื้อหาที่สำคัญได้แก่ การกำหนดพื้นที่ตัวแทนการปลูกข้าวของโครงการ ซึ่งครอบคลุมภูมิอากาศ ชนิดดิน การจัดการน้ำ พันธุ์ข้าวและพืชอื่น และการใส่ปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ ตารางเวลาการปลูกข้าวและการเก็บตัวอย่างก๊าซ รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น

รายละเอียดการดำเนินการติดตั้งกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซ แสดงดังต่อไปนี้

หัวข้อ	**รายละเอียด**	
วัสดุที่ใช้ทำกล่องเก็บตัวอย่าง	ทางเลือกที่ 1: การใช้วัสดุทึบแสง • ทำจากพลาสติกแบบ PVC หรือจากวัสดุจากโรงงาน เช่น เหล็กกัลวาไนซ์หรือเหล็กชุบสังกะสี • ทำสีขาวหรือสารที่ช่วยสะท้อนแสง • เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างระยะสั้น โดยทั่วไปประมาณ 30 นาที	ทางเลือกที่ 2: การใช้วัสดุโปร่งแสง • ทำจากวัสดุที่เป็นอะคริลิก • ข้อดีของกล่องโปร่งแสง คือ หากมีฝาที่เปิดปิดได้ สามารถวางกล่องทิ้งไว้ในแปลงได้นานกว่า • เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างระยะสั้น โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 30 นาที เพราะจะกระทบกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว
การติดตั้งในดิน	ทางเลือกที่ 1: ฐานที่ตรึงกับพื้นที่ • ฐานทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิมและสามารถทิ้งไว้ในแปลงได้ตลอดฤดูปลูก • ต้องปิดสนิทกับกล่อง และไม่ให้อากาศเข้าออกได้	ทางเลือกที่ 2: ไม่มีฐาน • กล่องเก็บก๊าซวางบนดิน และทำการเปิดฝากล่องเพื่อระบายอากาศ

หัวข้อ	รายละเอียด	
	• เจาะรูที่ฐานเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนน้ำในบริเวณภายในและภายนอกฐานได้ • ต้องติดตั้งก่อนการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรก ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง	
วัสดุเสริม	• ติดตั้งเครื่องหรืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องจุดเก็บตัวอย่างก๊าซ โดยใช้จุกยางในการเปิดปิดจุดเก็บตัวอย่าง หรือต่อสายซิลิโคนกับวาล์ว 3 ทางและกระบอกฉีด (Syringe) เพื่อเก็บตัวอย่าง	
รูปทรงของฐาน	รูปทรงกลมหรือทรงสี่เหลี่ยมที่ต้องครอบคลุมพื้นที่อย่างน้อยต้นข้าว 4 กอ หรืออย่างน้อยขนาด 0.1 ตารางเมตร	
ความสูงกล่อง	ทางเลือกที่ 1: ความสูงคงที่ • ไม่น้อยกว่าความสูงต้นข้าว	ทางเลือกที่ 2: ความสูงที่ปรับเปลี่ยนได้ • ปรับความสูงตามต้นข้าวได้ • มีกล่องตามความสูงต่าง ๆ

รายละเอียดการเก็บตัวอย่างก๊าซ

หัวข้อ	รายละเอียด
จำนวนซ้ำต่อแปลง	มีจำนวนซ้ำอย่างน้อย 3 กล่องต่อแปลง
จำนวนตัวอย่างก๊าซต่อกล่องต่อครั้งการตรวจวัด	มีจำนวนอย่างน้อย 3 ตัวอย่างต่อกล่องต่อครั้ง
ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง	20-30 นาที โดยแบ่งเก็บช่วงเวลา (ไม่ควรน้อยกว่า 3 ช่วงเวลา) เช่น เก็บในนาทีที่ 0 5 10 และ 20 นาที หลังปิดฝากล่อง
ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง	ช่วงเช้า
ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง	อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดฤดูปลูกข้าว (เริ่มปลูกข้าวจนถึงก่อนเก็บเกี่ยวข้าว)
ขวดหรือถุงเก็บก๊าซ	ต้องทำขวดหรือถุงให้เป็นสุญญากาศทุกครั้งก่อนเก็บก๊าซ และขวดหรือถุงต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ เก็บตัวอย่างได้ดีและไม่รั่ว ทั้งนี้ ต้องตรวจสอบสภาพก่อนใช้งาน และใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมการเก็บก๊าซเพื่อความสะดวกในการใช้งาน
การเก็บรักษาตัวอย่าง	• การวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง สามารถเก็บตัวอย่างไว้ในขวดหรือถุงเก็บก๊าซได้ • การวิเคราะห์ตัวอย่างเกินกว่า 24 ชั่วโมง ต้องเก็บตัวอย่างก๊าซในขวดที่เป็นสุญญากาศและเก็บในที่มีความดันสูงกว่าปกติเล็กน้อย (slight overpressure)

หัวข้อ	รายละเอียด
คำแนะนำ	1) หลอดเก็บก๊าซ ควรเป็นขวดแก้วหรือถุงเก็บก๊าซ ไม่แนะนำให้ใช้หลอดเก็บเลือดในการเก็บตัวอย่างก๊าซ เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนสารที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด และการทำปฏิกิริยาของ N_2O กับวัสดุของหลอดได้ 2) การเก็บตัวอย่างก๊าซ ต้องทำสะพานยื่นลงไปในแปลงปลูกข้าวสำหรับเก็บตัวอย่าง เพื่อป้องกันการรบกวนดินและต้นข้าวในแปลง

รายละเอียดการวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซ

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการตรวจวัด	เครื่อง Gas Chromatograph และใช้ Flame ionization detector (FID) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับมีเทน (CH_4) และ Electron Capture Detector (ECD) สำหรับไนตรัสออกไซด์ (N_2O)
การฉีดก๊าซ	การฉีดโดยตรงหรือใช้ Multi-port valve และ Sample loop
คอลัมน์	คอลัมน์แบบ Packed หรือแบบ Capillary
การปรับเทียบ	วิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซมาตรฐานก่อนและหลังการวิเคราะห์ตัวอย่างในแต่ละวัน

วิธีคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากพื้นที่ปลูกข้าว

ขั้นที่ 1 คำนวณมวลของ CH_4 หรือ N_2O จากตัวอย่างก๊าซที่วิเคราะห์ได้ แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$m_t = C_t \times V_{chamber} \times M_{\square} \times \frac{1\ atm}{R \times T_t \times 1000}$$

$$RE_{ch} = s \times \frac{60\ min}{A_{chamber}}$$

$$RE_{plot} = \frac{\sum RE_{ch}}{N_{ch}}$$

โดยที่:

m_t มวลของก๊าซมีเทน (CH_4) หรือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ในกล่องเก็บก๊าซที่เวลา t (มิลลิกรัม)

t เวลาเก็บก๊าซ (เช่น 0, 5, 10, 15, 30 นาที) หลังจากปิดกล่องเก็บก๊าซ

C_t ความเข้มข้นของก๊าซมีเทน (CH_4) หรือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ในกล่องเก็บก๊าซที่เวลา t จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง (ส่วนในล้านส่วน)

$V_{chamber}$ ปริมาตรกล่องเก็บก๊าซ (ลิตร)

M_{CH4} มวลโมเลกุลของก๊าซมีเทน (16.042 กรัมต่อโมล) หรือก๊าซไนตรัสออกไซด์ (44.0128 กรัมต่อโมล)

$1\ atm$ ความดันบรรยากาศ (กำหนดให้มีค่าคงที่ที่ 1 บรรยากาศ หรือมีอุปกรณ์ตรวจวัดติดตั้งภายในกล่อง)

R ค่าคงที่ก๊าซ (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.08206 ลิตรต่อเคลวินต่อโมล)

T_t อุณหภูมิที่เวลา t (เคลวิล)

ขั้นที่ 2 คำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลของ CH_4 หรือ N_2O ต่อเวลา (หรือการกำหนดความชันของกราฟเส้นตรงที่เหมาะสม)

$$s = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

โดยที่:

s ความชันของกราฟเส้นตรงระหว่างมวลของก๊าซ CH_4 หรือ N_2O ต่อเวลาที่เก็บตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อนาที)

ขั้นที่ 3 คำนวณฟลักซ์ของการวัดรายชั่วโมงจากกล่องเก็บก๊าซแต่ละกล่อง

$$RE_{ch} = s \times \frac{60\ min}{A_{chamber}}$$

โดยที่:

RE_{ch} อัตราการปล่อยก๊าซจากกล่องเก็บตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

ch กล่องเก็บตัวอย่างที่ 1 2 3.... ในแปลง

$A_{chamber}$ พื้นที่หน้าตัดของกล่องเก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

ขั้นที่ 4 คำนวณฟลักซ์เฉลี่ยรายชั่วโมงของแปลง

$$RE_{plot} = \frac{\sum RE_{ch}}{N_{ch}}$$

โดยที่:

RE_{plot} ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยก๊าซของแปลง (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

N_{ch} จำนวนกล่องเก็บตัวอย่างในแปลง

ขั้นที่ 5 คำนวณการปล่อยรวมในแต่ละช่วงหรือแต่ละสัปดาห์ของการเก็บตัวอย่าง

โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซในแต่ละช่วงหรือแต่ละสัปดาห์ของการเก็บตัวอย่างคำนวณหาผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซตลอดฤดูปลูก และรายงานในหน่วยมิลลิกรัมต่อตารางเมตรหรือหน่วยกิโลกรัมต่อไร่

$$E_i = \frac{(Rh_i + Rh_{i+1}) \times 24h \times D_i}{2}$$

โดยที่:

E_i การปล่อยก๊าซทั้งหมดในช่วงเวลา i (มิลลิกรัมต่อตารางเมตร)

Rh_i อัตราการปล่อยก๊าซรายชั่วโมง ณ ช่วงเวลาเริ่มต้นที่ i (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

Rh_{i+1} อัตราการปล่อยก๊าซรายชั่วโมง ณ ช่วงเวลาสิ้นสุดที่ i (มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

D_i จำนวนวันที่เก็บข้อมูล (วัน)

หมายเหตุ: ฟลักซ์ในวันที่ปลูกและฟลักซ์ในวันเก็บเกี่ยวสามารถกำหนดให้เป็นศูนย์ได้หากไม่มีการวัดในวันเหล่านั้น

ขั้นที่ 6 คำนวณผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซตลอดฤดูกาลปลูกในแปลง

$$E = \sum_{i=1}^{N} E_i \times 0.0016$$

โดยที่:

E ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนหรือไนตรัสออกไซด์ทั้งหมดในฤดูปลูก (กิโลกรัมต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

N จำนวนครั้งของการตรวจวัดในหนึ่งฤดูปลูก

0.0016 แปลงหน่วยจาก มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูปลูก เป็น กิโลกรัมต่อไร่ต่อฤดูปลูก

ขั้นที่ 7 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซทั้งหมดในแต่ละฤดูกาล

$$EF_s = \frac{\sum_{f=1}^{F} E_f}{F}$$

โดยที่:

EF_s ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซในฤดูกาล s (กิโลกรัมต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

E_f ปริมาณการปล่อยก๊าซรวมในแปลง f ในฤดูกาล s (กิโลกรัมต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

F จำนวนแปลงนา (ที่เป็นตัวแทน) ของแต่ละฤดู

หรือ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซต่อวันในแต่ละฤดูกาล

$$EF_{s,d} = \frac{\frac{\sum_{f=1}^{F} E_f \, x \, 10^{-2}}{D_f}}{F}$$

โดยที่:

$EF_{s,d}$	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซต่อวันในฤดูกาล s (กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน)
E_f	ปริมาณการปล่อยก๊าซรวมในแปลง f ในฤดูกาล s (กิโลกรัมต่อไร่ต่อฤดูปลูก)
D_f	จำนวนวันทั้งหมด (อายุข้าว) ของแปลงนาข้าวในแปลง f ในฤดูกาล s (วันต่อฤดูปลูก)
F	จำนวนแปลงนา (ที่เป็นตัวแทน) ของแต่ละฤดูปลูก

ภาคผนวกที่ 3: หลักการทางวิชาการสำหรับการใช้แบบจำลอง และการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน

<u>แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว</u>

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวสามารถประมาณค่าและคาดการณ์ได้จากแบบจำลองหลายลักษณะ ตั้งแต่แบบจำลองที่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์หรือความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างง่าย จนถึงแบบจำลองที่อ้างอิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแบบจำลองที่รวบรวมแสดงดังต่อไปนี้

1) แบบจำลอง CH_4MOD เป็นแบบจำลองอย่างง่ายที่มีการอ้างอิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว โดยคาดการณ์ด้วยปัจจัยที่มีผลสำคัญ คือ แหล่งคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าว ได้แก่ สารอินทรีย์จากต้นข้าว และการใส่วัสดุอินทรีย์จากแหล่งอื่น ซึ่งอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงปลูกข้าวขึ้นกับปริมาณแหล่งคาร์บอนที่ได้รับด้วยการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจน และมีข้อมูลนำเข้าและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิตของข้าว ลักษณะของพันธุ์ข้าว เนื้อดิน อุณหภูมิดิน และอินทรียสารที่ใช้ปรับปรุงดิน

2) แบบจำลอง DNDC-Rice Model เป็นแบบจำลองที่คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนและไนโตรเจนในดินที่อ้างอิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอน ไนโตรเจน และน้ำในดิน โดยมีการพัฒนาการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับพื้นที่ปลูกข้าว

จากแบบจำลองที่รวบรวมได้ข้างต้น เป็นตัวอย่างแบบจำลองการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่นิยมใช้ หากแต่การใช้แบบจำลองต้องการข้อมูลหลายชนิด และที่มีความถี่เหมาะสม รวมถึงระยะเวลาที่เก็บข้อมูลยาวนานเพียงพอ

<u>หลักการใช้แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว</u>

ขั้นตอนการใช้แบบจำลองในการประมาณค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีต่าง ๆ มีหลักการเชิงวิชาการที่ต้องดำเนินการที่สำคัญ ได้แก่ การปรับเทียบแบบจำลอง การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวด้วยแบบจำลอง และการวิเคราะห์ความอ่อนไหวและความไม่แน่นอนของแบบจำลองที่ใช้ โดยผู้ใช้แบบจำลองสำหรับการพัฒนาโครงการจำเป็นต้องแสดงรายละเอียดการดำเนินการในขั้นตอนเหล่านี้ให้ชัดเจนและเข้าใจได้ ทั้งนี้ ขออธิบายวิธีการพอสังเขปดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล โดยเฉพาะสภาวะเริ่มต้นของพื้นที่ศึกษา เช่น ปริมาณคาร์บอนในดินเริ่มต้น สภาพภูมิอากาศ คุณลักษณะดิน ชนิดพันธุ์พืช การจัดการพื้นที่
2) ข้อมูลนำเข้าในรายละเอียดสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว โดยเฉพาะอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแหล่งคาร์บอนที่นำเข้าพื้นที่ เช่น คาร์บอนในเศษวัสดุการเกษตร เศษซากพืช ราก
3) กระบวนการที่เกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดิน โดยเฉพาะการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในดินจากกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจน และสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้นดิน อุณหภูมิดิน รีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน
4) การจำลองและการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว โดยกำหนดสถานการณ์จำลองที่ต้องการศึกษา เช่น การจัดการน้ำ การจัดการเศษวัสดุการเกษตร การใส่ปุ๋ย
5) การปรับเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยอย่างน้อยให้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ใช้ปรับเทียบแบบจำลอง และชุดที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลอง

และข้อมูลที่ใช้มีความเหมาะสมและให้ความถูกต้องแม่นยำในการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง

การใช้แบบจำลองจำเป็นต้องวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของผลคาดการณ์ที่ได้ โดยวิธีการประเมินความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลและการประมวลผลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ขั้นตอนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนพอจำแนกได้ดังนี้

1) การจัดการข้อมูล

- การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

2) การตรวจสอบผลการคาดการณ์

- การตรวจสอบผลในแต่ละส่วน เช่น การสุ่มเพื่อประมาณผลที่มีค่าต่ำและมาก
- การประเมินค่าความไม่แน่นอนในผลการคาดการณ์จากแบบจำลอง เช่น การใช้การประมาณการ การประมาณผล หรือการประมาณการเชิงความน่าจะเป็น

3) การทดสอบและการตรวจสอบความน่าจะเป็น เช่น การทดสอบการแปรผันของผลคาดการณ์จากแบบจำลองในเงื่อนไขที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบความน่าจะเป็นของผลคาดการณ์ การตรวจสอบความถูกต้อง เช่น การทดสอบการประยุกต์ใช้แบบจำลอง (model validation) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณผลและการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนในผลคาดการณ์

วิธีการข้างต้น เป็นตัวอย่างแนวทางการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนในแบบจำลอง ซึ่งมีความซับซ้อนและสามารถดำเนินการได้หลายวิธีการ ดังนั้นการเลือกใช้เทคนิคและเครื่องมือที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนอย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ

รายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับวิธีการประเมินความไม่แน่นอนจากแบบจำลอง เช่น:

1) Improved agricultural land management (VM0042 Version 2.1), VCS, 2024
2) Chapter 9: Model sensitivity and uncertainty analysis, Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications, Daniel P. Loucks and Eelco van Bee, Studies and Reports in Hydrology, UNESCO PUBLISHING, 2005, available online on: https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/26197958-c64d-44a7-807b-9bd5e359a2a3/content.
3) Sensitivity and Uncertainty Analyses, Web-based Training on Best Modeling Practices and Technical Modeling Issues, Council for Regulatory Environmental Modeling (CREM), online available on https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/mod8-saua-mod-final.pdf.

เอกสารอ้างอิง

1) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
2) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
3) Gold Standard for the Global Goals: Methane Emission Reduction by adjusted Water management practice in rice cultivation Version 1.0
4) AMS-III.AU.: Methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation Version 4.0
5) UNFCCC CDM Tool-16 Project and leakage emissions from biomass (Section 6.2: Leakage due to diversion of biomass residues from other applications in year y)
6) Improved agricultural land management (VM0042 Version 2.1), VCS
7) NIAES, Guidelines for Measuring CH_4 and N_2O Emissions from Rice Paddies by a Manually Operated Closed Chamber Method Version 1, August 2015

บันทึกการแก้ไข

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	--	25 กันยายน 2567	-