(ร่าง)

T-VER-P-METH-13-XX

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

ฉบับที่ 01

Sector: 15 –Agriculture

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ XX XXXX 2567

DRAFT

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. พื้นที่โครงการมีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมายกำหนด 2. กิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี โดยต้องเข้าข่ายกิจกรรมที่มีลักษณะอย่างน้อยข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้ 2.1 มีการจัดการน้ำ 2.2 มีการลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน
6. เงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions)	1. พื้นที่โครงการสามารถรวมหลาย ๆ พื้นที่เข้าด้วยกัน 2. เป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเหมาะสมกับเขตการใช้ที่ดิน 3. ไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อดินถล่ม 4. กรณีดำเนินการจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว พื้นที่ปลูกข้าวโครงการต้องเป็นพื้นที่นาชลประทาน หรือพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำใช้เอง และเกษตรกรต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถควบคุมการนำน้ำเข้าและระบายน้ำได้
7. วันเริ่มดำเนินโครงการ	วันที่เริ่มดำเนินกิจกรรมโครงการบนที่ดินของโครงการ หรือวันที่เริ่มต้นปีการเพาะปลูกระหว่างที่กิจกรรมของโครงการเริ่มต้นขึ้น
8. หมายเหตุ	-

DRAFT

คำนิยาม

คำศัพท์	นิยาม
การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว	พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการลดเวลาการขังน้ำ การปล่อยให้น้ำแห้งเป็นช่วง การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง รวมถึงการลดเวลาการขังน้ำก่อนฤดูปลูกข้าวที่ลดการปล่อยก๊าซมีเทน
การจัดการเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่ปลูกข้าว	พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการไถกลบตอซังหลังเก็บเกี่ยว เพื่อให้เกิดการย่อยสลายก่อนการขังน้ำในฤดูปลูกถัดไป โดยเฉพาะสำหรับพื้นที่ในเขตชลประทานหรือการปลูกข้าวนอกฤดู (นาปรัง) เพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน
ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี ซึ่ง มีธาตุอาหารหลัก NPK โดยมีกระบวนการตั้งต้นมาจากก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์น้ำมัน และเมื่อนำมารวมกับกรด โดยผ่านกระบวนการทางเคมี จะได้ธาตุ NPK ออกมาเป็นแม่ปุ๋ยสูตรต่างๆ
ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยที่ได้มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งได้ผ่านสภาพการแปรรูป หรือถูกหมักหมมจนเน่าเปื่อยหมดแล้ว และอยู่ในสภาพที่พืชสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใบไม้ผุ ปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ต่างๆ กระดูกป่น กากถั่ว ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเทศบาล เป็นต้น
ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเอาเศษซากพืช มาหมักร่วมกับมูลสัตว์ หรือสารเร่งจุลินทรีย์
ปุ๋ยคอก	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ทั้งในรูปของแข็ง และของเหลว
ปุ๋ยพืชสด	ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่ยังสดอยู่ลงสู่ดิน
หนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย	เอกสารแสดงกรรมสิทธิที่ดิน เอกสารที่แสดงถึงสิทธิในการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย เช่น โฉนดที่ดิน (น.ส. 4) หนังสือรับรองการทำประโยชน์ (น.ส. 3) เอกสารสิทธิให้ประชาชนเข้าทำประโยชน์ในเขตปฏิรูปที่ดิน (สปก.) หนังสือขอใช้ที่สาธารณประโยชน์ หนังสืออนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ในเขตนิคมสร้างตนเอง (น.ค. 3) หรือหนังสืออนุญาตการใช้ประโยชน์ที่ดินจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

สำหรับนิยามอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ปรากฏในเครื่องมือการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

DRAFT

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 เป็นต้น
- การลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา สูตร ความถี่และเวลาที่เหมาะสม (ลดปริมาณการใส่ลง) การใช้สารยับยั้งการเปลี่ยนรูปของปุ๋ยไนโตรเจน (สารยับยั้งไนตริฟิเคชัน และเอ็นไซม์ยูรีเอส) เป็นต้น

2) กรณีดำเนินการจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว เกษตรกรต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถใช้บริหารจัดการน้ำได้

3) โครงการต้องมีการจัดให้มีการฝึกอบรมและการสนับสนุนเชิงเทคนิคให้แก่เกษตรกรที่ดำเนินโครงการ 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 อาจจะทำให้การดำเนินโครงการมีผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรมากไปด้วย

DRAFT

1.2 ขอบเขตของโครงการ

ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุที่ตั้งโครงการ โดยต้องระบุพิกัด ตำแหน่ง และรายละเอียดของพื้นที่ที่จะดำเนินโครงการอย่างละเอียด พร้อมทั้งแสดงหนังสือแสดงสิทธิในการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมายหรือหนังสือที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างถูกต้องตามกฎหมาย

2. การเลือกแหล่งปล่อยและประเภทก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ก๊าซเรือนกระจก	เงื่อนไข	รายละเอียด
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรณีฐาน (Baseline Emission)			
การใส่ปูน (Liming)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปูนในการปรับปรุงดินอาจส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
การใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea Fertilization)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปุ๋ยยูเรียอาจส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนในดิน (Soil Methanogenesis)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์ในดินในสภาวะไร้อากาศ
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Use of Nitrogen Fertilizers)	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการ (Project Emission)			
การใส่ปูน (Liming)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปูนในการปรับปรุงดินอาจส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
การใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea Fertilization)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การใส่ปุ๋ยยูเรียอาจส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน
กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มเมทาโนเจนในดิน (Soil Methanogenesis)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์ในดินในสภาวะไร้อากาศ
การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Use of Nitrogen Fertilizers)	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

DRAFT

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ก๊าซเรือนกระจก	เงื่อนไข	รายละเอียด
การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel Combustion)	CO_2	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	เกิดจากการใช้เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมจากการจัดการที่มีอยู่เดิม เช่น การปรับระดับพื้นที่นาด้วยเลเซอร์ เป็นต้น
มวลชีวภาพที่ถูกเผา (Biomass Burning)	CH_4	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	การปล่อย Non-CO_2 จากมวลชีวภาพที่ถูกเผา**
	N_2O	ประเมินตามเงื่อนไขกำหนด*	

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

** ทั้งนี้ ไม่ประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาชีวมวล

3. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline scenario)

การคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้องมีการดำเนินการที่เข้มข้นขึ้นกว่าการดำเนินงานตามปกติ ดังนั้นแนวคิดการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานจำเป็นต้องประเมินจากการดำเนินกิจกรรมที่มีก่อนเริ่มโครงการหรือการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ต่อเนื่องจากเดิม โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องลดลง (below business-as-usual)[1] โดยระเบียบวิธีการฯ นี้ กำหนดให้คำนวณเฉพาะกิจกรรมเกษตรที่มีการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นหลัก ได้แก่ การจัดการน้ำในพื้นที่ปลูกข้าว ส่วนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ เช่น การใส่ปุ๋ยไม่เข้าข่ายที่ต้องปรับลด

ผู้พัฒนาโครงการต้องมีการกำหนดหน่วยตัวอย่างโดยมีรายละเอียดรูปแบบการปลูกข้าวสำหรับกรณีฐาน และการดำเนินโครงการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการเกษตรสำหรับกรณีฐานและกรณีการดำเนินโครงการ

พารามิเตอร์	ชนิด[a]	ประเภท/ค่า	หมายเหตุ
รูปแบบการจัดการน้ำ (ในฤดูปลูก)	มีพลวัติ (Dynamic)	• การขังน้ำตลอดฤดูปลูก • ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำ 1 ครั้ง	

[1] สอดคล้องกับแนวปฏิบัติภายใต้ข้อ 6 ของความตกลงปารีส (Standard Article 6.4 activity standard for projects)

DRAFT

พารามิเตอร์	ชนิด[a]	ประเภท/ค่า	หมายเหตุ
		• ขังน้ำเป็นระยะ มีการระบายน้ำหลายครั้ง (รวมถึงการทำนาเปียกสลับแห้ง)	
รูปแบบการจัดการน้ำ (ก่อนฤดูปลูก)	มีพลวัติ (Dynamic)	• มีการขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน • ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน	
วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน	มีพลวัติ (Dynamic)	• ไม่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ • การใส่ฟางข้าวก่อนการปลูก[b] • การใส่ฟางข้าวนอกการปลูก[b] • ปุ๋ยพืชสด • ปุ๋ยคอก • ปุ๋ยหมัก	
ความเป็นกรดด่างของดิน	คงที่ (Static)	<4.5 4.5-5.5 >5.5	*ดำเนินการสำหรับแนวทางการประเมินที่ 2: การตรวจวัดโดยตรง
การใส่ปุ๋ยเคมี	คงที่ (Static)	• มีการใส่ปุ๋ยเคมี • ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี	
การใส่ปูน	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:

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

[b]การใส่ฟางข้าวก่อนการปลูก (Straw on-season) เป็นการที่ฟางข้าวที่ถูกทิ้งไว้ในหน้าดินและที่ถูกไถกลบเข้าไปในดินและทำการปลูกข้าวตามทันที โดยดำเนินการภายใน 30 วันก่อนปลูกข้าว ส่วนการใส่ฟางนอกฤดู (Straw off-season) เป็นการใส่ฟางข้าวในฤดูปลูกก่อนหน้า โดยดำเนินการนานกว่า 30 วันก่อนการปลูกข้าว

DRAFT

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

กรณีที่ต่ออายุโครงการ ต้องมีการทบทวนกรณีฐานใหม่ตามระเบียบวิธีฯ ของ อบก. (หากมี) อย่างไรก็ตามหากมีหลักฐานแสดงว่ามีการดำเนินกิจกรรมการเกษตรมีความต่อเนื่อง กรณีฐานยังสามารถใช้ได้ต่อเนื่องตามตารางกิจกรรมการเกษตรเดิม

4. การพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)

ผู้พัฒนาโครงการต้องดำเนินการกระบวนการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality) ดังนี้

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

  การจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี เช่น การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง การปลูกข้าวปราณีต การไถกลบตอซัง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ค่อนข้างซับซ้อนหรือมีรายละเอียดการดำเนินการที่เพิ่มขึ้น หากแต่เป็นรูปแบบการเกษตรที่ต้องการส่งเสริมของประเทศไทย ประกอบกับมีพื้นที่หรือสัดส่วนดำเนินการที่ค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้ หากโครงการดำเนินการเกษตรในลักษณะหรือรูปแบบเหล่านี้ โดยเฉพาะที่เป็นไปตามการส่งเสริมของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง และมีความสอดคล้องกับทิศทางการส่งเสริมการเกษตรของประเทศ ให้กำหนดว่าการดำเนินกิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดีเป็นรูปแบบการเกษตรที่ไม่เป็นการดำเนินงานตามแนวปฏิบัติทั่วไป (Common practice)

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

  ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงถึงอุปสรรคที่จะส่งผลให้ไม่เกิดการปรับเปลี่ยนการดำเนินกิจกรรมการเกษตรที่ลดก๊าซเรือนกระจก อุปสรรคที่มี เช่น อุปสรรคทางการเงิน อุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติและการเปิดรับของเกษตรกรต่อการปรับเปลี่ยน อุปสรรคอันเนื่องมาจากสภาพระบบนิเวศในท้องถิ่น อุปสรรคทางประเพณีวัฒนธรรมและค่านิยมทางสังคม อุปสรรคทางข้อกำหนดและกฎหมาย อุปสรรคทางการตลาด อุปสรรคทางเครื่องมือและเทคโนโลยี เป็นต้น โดยการพิสูจน์อุปสรรคที่มีอาจมีเพียงประเด็นหนึ่งหรือหลายประเด็นก็ได้ตามที่พบในพื้นที่โครงการ

DRAFT

ทั้งนี้ เมื่อผู้พัฒนาโครงการดำเนินกระบวนการตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 แล้วเสร็จ ผลการประเมินสอดคล้องกับข้อกำหนด ให้ถือว่าโครงการผ่านการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)

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)**

DRAFT

เป็นการเก็บตัวอย่างในพื้นที่โครงการและทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินโดยตรง ดำเนินการในพื้นที่ควบคุมของกรณีฐานและพื้นที่โครงการ ทั้งนี้ ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงรายละเอียดหลักการหรือวิธีการประเมินในขั้นตอนต่าง ๆ โดยอ้างอิงแนวทางการประเมินที่ อบก. กำหนด หรือเป็นไปตามหลักสากล

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

  เป็นการกำหนดสมการสำหรับคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้างอิงแนวทางการประเมินที่เป็นไปตามหลักสากล โดยเฉพาะคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศ ข้อแนะนำลำดับการเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังนี้

  (1) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จำเพาะกับโครงการจากการเผยแพร่ในเอกสารวิชาการที่มีการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ หรือพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากพื้นที่โครงการและวิธีการในระดับ Tier 2 ของคู่มือ IPCC Guidelines

  (2) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งข้อมูลอื่นที่เหมาะสม เช่น ค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ข้อมูลจากหน่วยงานราชการ หรือเอกสารเผยแพร่อื่น เพื่อกำหนดค่าการปล่อยที่จะใช้ ทั้งนี้ ต้องแสดงหลักฐานสำหรับความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลที่เลือกใช้

  (3) ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำตามคู่มือ IPCC Guidelines ในระดับ Tier 1

กิจกรรมการเกษตรตามขอบเขตของโครงการการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี มีแนวทางการประเมินดังแสดงในตารางที่ 2

DRAFT

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*

DRAFT

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 หรือวิธีการตรวจวัดอื่นที่มีความเหมาะสมทางวิชาการ

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3: การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (default)

รายละเอียดแสดงดังเนื้อหาข้างต้น

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมการปลูกข้าวที่ดีในกรณีฐาน ดังสมการต่อไปนี้

DRAFT

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

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

โดยที่

BE_y	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน ในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
BE_s	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน ในฤดูการเพาะปลูก s (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐาน ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
CF	=	ตัวปรับค่าตามหลักความอนุรักษ์ (Conservativeness Factor)
$CO_{2_{LIME,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูนในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CO_{2_{UREA,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$N_2O_{SOIL,BL,s,i}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
i	=	หน่วยตัวอย่าง i ตามตารางที่ 1 (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)
s	=	ฤดูการเพาะปลูก (S = จำนวนฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

5.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ (Methane emissions from fields)

ก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินในกลุ่มเมทาโนเจนในสภาพไร้อากาศในนาข้าว หากโครงการมีการดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากดิน เช่น มีการจัดการน้ำในพื้นที่นาข้าว เป็นต้น ด้วยสมการต่อไปนี้

DRAFT

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1

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

โดยที่:

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

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

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 2

การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวเป็นค่าจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของโครงการ 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:

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

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

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)

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

i = หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่นาข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)

s = ฤดูการเพาะปลูก (S = จำนวนฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวจากค่าแนะนำ IPCC

DRAFT

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

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

$$SF_{BL,o} = \left(1 + \sum_{i} ROA_{BL,s,i,om} \times 0.00625 \times CFOA_{om}\right)^{0\cdot59}$$

โดยที่:

$CH_{4_{SOIL,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแหล่งคาร์บอนในดินในกรณีฐาน ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$EF_{CH4BL,s,i}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐาน ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน)
$EF_{BL,c}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน)
$SF_{BL,w}$	=	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน
$SF_{BL,p}$	=	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน
$SF_{BL,o}$	=	ตัวปรับค่าตามการใส่วัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐาน
$ROA_{BL,s,i,om}$	=	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น)
$CFOA_{om}$	=	ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้นๆ ก่อนปลูก)
0.00625	=	ตัวปรับค่าปริมาณการใส่วัสดุอินทรีย์ (ตันต่อแฮกตาร์)
GWP_{CH4}	=	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันมีเทน)
$A_{s,i}$	=	พื้นที่เก็บเกี่ยวในหน่วยตัวอย่าง i ในฤดูกาลเพาะปลูก s (ไร่)
L_s	=	ระยะเวลาปลูกข้าวของโครงการในฤดูกาลเพาะปลูก s (วัน)
i	=	หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่นาข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)
s	=	ฤดูการเพาะปลูก (S = จำนวนฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)
om	=	=ชนิดของวัสดุอินทรีย์

DRAFT

5.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูน (Carbon dioxide emissions from liming)

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

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

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

โดยที่:

$CO_{2_{LIME,BL,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปูนในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$M_{Limestone,BL,s,i}$	=	ปริมาณการใช้หินปูนในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันหินปูนต่อไร่)
$EF_{Limestone}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้หินปูน (ตันคาร์บอน/ตันหินปูน)
$M_{Dolomite,BL,s,i}$	=	ปริมาณการใส่โดโลไมต์ในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันปูนขาวต่อไร่)
$EF_{Dolomite}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่โดโลไมต์ (ตันคาร์บอน/ตันโดโลไมต์)
$A_{s,i}$	=	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)
$\frac{44}{12}$	=	อัตราส่วนน้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน

5.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรีย (Carbon dioxide emissions from urea fertilization)

หากโครงการกำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรีย จำเป็นต้องประเมินด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (Default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

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

โดยที่:

DRAFT

$CO_{2_{UREA,BL,s,i}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

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

EF_{Urea} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใส่ปุ๋ยยูเรีย (ตันคาร์บอน/ตันปุ๋ยยูเรีย)

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

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

5.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrous oxide emissions from nitrogen fertilizers)

การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน ประกอบด้วยการปล่อยทางตรงและทางอ้อมจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน หากโครงการกำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 1

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

โดยที่:

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

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

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 2

การประเมินการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นค่าจากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของโครงการ 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:

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

DRAFT

$EF_{N2OBL,s,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (กิโลกรัมก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อไร่ต่อฤดูปลูก)
โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำสำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด (รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 2)

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

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

i = หน่วยตัวอย่าง i โดยต้องครอบคลุมพื้นที่นาข้าวทั้งหมด (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)

s = ฤดูการเพาะปลูก (S = จำนวนฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

การประเมินการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากค่าแนะนำ IPCC

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

(1) <u>การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรง</u>

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

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

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

(2) <u>การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อม</u>

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

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

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

โดยที่:

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

DRAFT

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

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

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

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

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

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

$EF_{N2ODirect}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ตันไนตรัสออกไซด์ต่อตันไนโตรเจน)

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

$Frac_{GASM}$ = สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน

$M_{SN,BL,s,i,j}$ = ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย j (ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่)

$M_{ON,BL,s,i,k}$ = ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย k (ตันไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ต่อไร่)

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

DRAFT

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

GWP_{N2O} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันไนตรัสออกไซด์)

5.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีดำเนินโครงการ (Project emissions)

การประเมินปริมาณการปล่อยหรือกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสำหรับกรณีดำเนินโครงการ ดังสมการต่อไปนี้

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

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

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

PE_s = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ฤดูการเพาะปลูก s (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

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

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

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

DRAFT

$N_2O_{SOIL,PJ,s,i}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากการดำเนินโครงการ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$Non-CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลจากการดำเนินโครงการ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
i	=	หน่วยตัวอย่าง i ตามตารางที่ 1 (n = จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด)
s	=	ฤดูการเพาะปลูก (s = จำนวนฤดูกาลเพาะปลูกในปีที่ดำเนินโครงการ)

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

DRAFT

5.2.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion)

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโครงการที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มเติมจากการจัดการที่มีอยู่เดิม เช่น การปรับระดับพื้นที่นาด้วยเลเซอร์ เป็นต้น หากผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จำเป็นต้องประเมินด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (Default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

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

โดยที่:

$CO_{2_{FUEL,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$FC_{PJ,s,i,a}$	=	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i ประเภท a (หน่วยต่อไร่)
$A_{s,i}$	=	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)
NCV_a	=	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของการใช้เชื้อเพลิงประเภท a (เมกะจูลต่อหน่วย)
$EF_{CO2,a}$	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท a (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/เทราจูล)
a	=	ประเภทเชื้อเพลิงฟอสซิล

5.1.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาชีวมวล (Methane emissions from biomass burning)

หากโครงการมีการเผาตอซัง และฟางข้าวในพื้นที่โครงการ และผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กำหนดให้มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาชีวมวล จำเป็นต้องประเมินด้วยแนวทางการประเมินที่ 3 คือ การคำนวณด้วยค่าแนะนำ (default) ด้วยสมการต่อไปนี้

การประเมินด้วยวิธีการที่ 3

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

DRAFT

โดยที่:

$Non - CO_{2_{BURNing,PJ,s,i}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลจากการดำเนินโครงการ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
$MB_{PJ,s,i}$	=	มวลของตอซัง และฟางข้าวที่ถูกเผาในกรณีฐาน ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i (กิโลกรัมต่อไร่)
C_f		ค่าสัมประสิทธิ์การเผาของตอซัง และฟางข้าว (สัดส่วนของมวลชีวภาพที่เป็นเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้)
$A_{burn,s,i}$	=	พื้นที่ถูกเผาในฤดูกาลเพาะปลูก 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)

$$ERy = (BEy - PEy - LEy) \times (1 - U_d)$$

โดยที่:

ER_y	=	ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

DRAFT

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน ในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ในปี y (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

LE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

U_d = ค่าปรับลดความไม่แน่นอน (15% กรณีผู้พัฒนาโครงการประเมินด้วยวิธีการที่ 3)

8. ความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ผู้พัฒนาโครงการต้องทำการประเมินความไม่แน่นอนของปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมโครงการ โดยหากโครงการกำหนดให้มีการประเมินด้วยแนวทางการประเมินใด ผู้พัฒนาโครงการต้องพิจารณาเลือกวิธีการประเมินความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องและเป็นไปตามหลักการสากลที่เหมาะสม พร้อมอ้างอิงแนวทางการประเมินที่ใช้โดยเป็นไปตามหลักอนุรักษ์นิยม (Conservative) กรณีที่โครงการมีความไม่แน่นอนสะสมสำหรับโครงการมีค่ามากกว่าที่แนวทางอ้างอิงกำหนดไว้ จะต้องนำค่าที่ได้ไปหักลดกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในแหล่งสะสมทั้งจากกรณีฐานและจากการดำเนินโครงการ

สำหรับการประเมินด้วยวิธีการที่ 1 และ 2 เมื่อค่าความไม่แน่นอนในค่าเฉลี่ยของการประเมินของพารามิเตอร์มากกว่าร้อยละ 20 ค่าเฉลี่ยจะถูกปรับลดจากร้อยละของความไม่แน่นอน ดังนี้

ความไม่แน่นอน (Uncertainty: U)	ส่วนลด (ร้อยละของความไม่แน่นอน)
20<U≤30	50%
30<U≤40	75%
U>40	100%

สำหรับการประเมินด้วยวิธีการที่ 1 และ 2 กำหนดค่าปรับลด 15%

9. ขั้นตอนการติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Procedure)

9.1 แผนการติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

แผนการติดตามผลการดำเนินโครงการเป็นการเตรียมการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ต้องมั่นใจว่าเกษตรกรมีการดำเนินการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี และมีการบันทึกข้อมูล ตามที่กำหนดไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการ

9.2 การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring of project implementation)

DRAFT

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

10. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

10.1 พารามิเตอร์ที่ต้องไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	CF
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับค่าตามหลักความอนุรักษ์ (*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**
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.11 (Southeast Asia)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$SF_{BL,w}$ หรือ $SF_{PJ,w}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC

ขังน้ำต่อเนื่อง	1.00
ขังน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำ 1 ครั้ง	0.71
ขั้งน้ำเป็นระยะ ระบายน้ำหลายครั้ง	0.55

แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.12
หมายเหตุ	-

DRAFT

พารามิเตอร์	$SF_{BL,p}$ หรือ $SF_{PJ,p}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC ขังน้ำก่อนปลูก มากกว่า 30 วัน: 2.41 ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกน้อยกว่า 180 วัน: 1.00 ไม่มีการขังน้ำก่อนปลูกมากกว่า 180 วัน: 0.89
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.13
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$ROA_{BL,s,i,om}$
หน่วย	กิโลกรัมต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น
ความหมาย	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด om ที่ใส่ ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งของข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$CFOA_{om}$
หน่วย	-
ความหมาย	ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้นๆ ก่อนปลูก) กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกน้อยกว่า 30 วัน: 1.00 ไถกลบฟางข้าวก่อนปลูกมากกว่า 30 วัน: 0.19 ปุ๋ยคอก: 0.21 ปุ๋ยหมัก: 0.17 ปุ๋ยพืชสด: 0.45
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 5 Table 5.14
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Limestone,BL,s,i}$
หน่วย	ตันหินปูนต่อไร่

DRAFT

ความหมาย	ปริมาณการใช้ปูนขาวในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{Dolomite,BL,s,i}$
หน่วย	ตันปูนขาวต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่โดโลไมต์ในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-
พารามิเตอร์	$EF_{Limestone}$
หน่วย	ตันคาร์บอน/ตันหินปูน
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปูนขาว กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.12**
แหล่งของข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{Dolomite}$
หน่วย	ตันคาร์บอน/ตันโดโลไมต์
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	ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	EF_{Urea}
หน่วย	ตันคาร์บอน/ตันยูเรีย

DRAFT

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	ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย j
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$M_{ON,BL,s,i,k}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีฐาน ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย k
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลประวัติการเพาะปลูกย้อนหลังไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือเอกสาร ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ โดยเป็นแหล่งข้อมูลทางการจากหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ การสัมภาษณ์เกษตรกร หรือการตรวจวัดโดยสามารถสุ่มตัวอย่างได้
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{N2O,Direct}$
หน่วย	ตันไนตรัสออกไซด์ต่อตันไนโตรเจนที่ใส่
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ไนโตรเจนของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน และเศษวัสดุการเกษตร กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการขังน้ำตลอดฤดูปลูก: **0.006** พื้นที่ปลูกข้าวที่มีการระบายน้ำ 1 ครั้งหรือหลายครั้ง: **0.005**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11, Table 11.1
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{GASF}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนของปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน

DRAFT

	กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.11**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{GASM}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่ใส่ในดินและเกิดการระเหยในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.21**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, 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 **0.01**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Frac_{LEACH}$
หน่วย	-
ความหมาย	สัดส่วนของไนโตรเจนที่ใส่ในดิน (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) และสูญเสียผ่านการชะล้างและไหลบ่า กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.24**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2006, 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 2006, Volume 4, Chapter 11, Table 11.3
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	NCV_a
หน่วย	เมกะจูลต่อหน่วย

DRAFT

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	ค่าสัมประสิทธิ์การเผาของตอซัง และฟางข้าว กรณีใช้ค่าแนะนำของ IPCC กำหนดให้มีค่าเท่ากับ **0.8**
แหล่งข้อมูล	IPCC Guidelines 2019, Volume 4, Chapter 2, Table 2.6
หมายเหตุ	-

สำหรับพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องติดตามผล ปรากฏในเครื่องมือการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

DRAFT

9.4 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	GWP_{CH4}
หน่วย	tCO_2e/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	tCO_2e/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	พื้นที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	- สำรวจในพื้นที่ - ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม/ภาพถ่ายทางอากาศ
ความถี่ในการติดตามผล	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

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

DRAFT

ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐานสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำสำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$EF_{CH4PJ,s,i}$
หน่วย	กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในการดำเนินโครงการสำหรับฤดูปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	โดยเป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ตัวแทนของโครงการด้วยวิธีแบบกล่องปิด (Closed chamber) ตลอดฤดูปลูกข้าว มีอย่างน้อย 3 ซ้ำสำหรับแต่ละรูปแบบการปลูก (ตารางที่ 1) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนซ้ำที่ตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
ความถี่ในการติดตามผล	ภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	-

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

DRAFT

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

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

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

พารามิเตอร์	$M_{Urea,PJ,s,i}$
หน่วย	ตันปุ๋ยยูเรียต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้ปุ๋ยยูเรียในการดำเนินโครงการ ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i

DRAFT

แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูการเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

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

พารามิเตอร์	$M_{ON,PJ,s,i,k}$
หน่วย	ตันไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในการดำเนินโครงการ ในฤดูกาลเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่าง i ชนิดปุ๋ย k
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ข้อมูลที่รวบรวมและบันทึกโดยเกษตรกรหรือผู้พัฒนาโครงการโดยวิธีการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูการเพาะปลูก
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$FC_{PJ,s,i,a}$
หน่วย	หน่วยต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i ประเภท a
แหล่งข้อมูล	รายงานการบันทึก
วิธีการติดตามผล	ทางเลือกที่ 1 กรณีซื้อหรือเบิกจ่ายเชื้อเพลิง โดยเป็นการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในคราวเดียว ไม่มีการเก็บสำรอง ให้ติดตามจากใบแจ้งหนี้หรือบันทึกเบิกจ่ายที่แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ทางเลือกที่ 2 กรณีมีภาชนะเก็บเชื้อพลิงและใช้จากภาชนะเก็บ ให้วัดมวลหรือปริมาตรของเชื้อเพลิงที่ใช้ และบันทึกปริมาณการใช้เชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ในการติดตามผล	ตลอดฤดูการเพาะปลูก

DRAFT

หมายเหตุ	-

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

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

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

DRAFT

พารามิเตอร์	$fN_2O_{SOIL,BL,s,i}$
หน่วย	ตันไนตรัสออกไซด์
ความหมาย	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในกรณีฐานที่ได้จากแบบจำลอง ในฤดูการเพาะปลูก s ของหน่วยตัวอย่างที่ i
แหล่งของข้อมูล	รายงานการตรวจวัด
วิธีการติดตามผล	รายละเอียดตามวิธีการประเมินที่เลือกใช้ รวมถึงการเก็บตัวอย่างและข้อมูล การใช้ค่าอ้างอิงหรือค่าแนะนำจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และการคำนวณค่าจากสมการที่เหมาะสม
ความถี่ในการติดตามผล	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

สำหรับพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ต้องติดตามผล ปรากฏในเครื่องมือคำนวณที่เกี่ยวข้อง

DRAFT

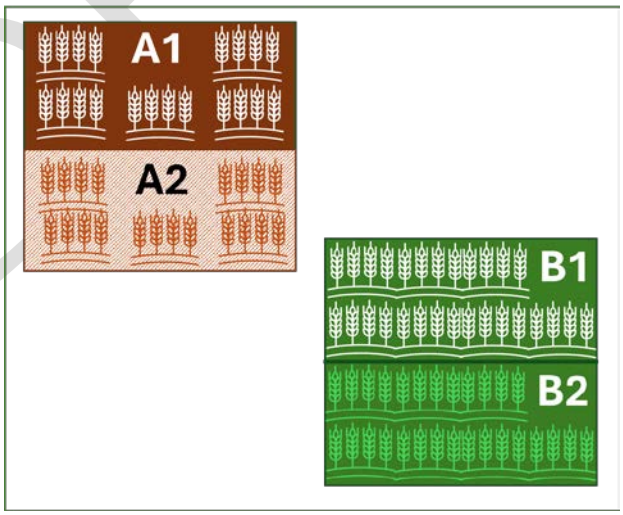
ภาคผนวก

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 แต่ปลูกข้าวแตกต่างสายพันธุ์กัน ซึ่งจำแนกย่อยออกเป็นพื้นที่ A1 และ A2 ส่วนพื้นที่ B เป็นพื้นที่ที่จัดอยู่ในชุดดินที่แตกต่างจากพื้นที่

DRAFT

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 โดยกำหนดที่ความเชื่อมั่น 90% (Confidential) และความแม่นยำ 10% (Precision) หรือวิธีการอื่นที่มีความเหมาะสมเชิงวิชาการ พร้อมรายละเอียด

<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.

DRAFT

ภาคผนวกที่ 2: การตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าว

- การตรวจวัดการปล่อยก๊าซมีเทนหรือก๊าซไนตรัสออกไซด์จากพื้นที่ปลูกข้าวต้องอยู่ภายใต้การควบคุมหรือการให้คำปรึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เก็บตัวอย่างก๊าซในภาคสนามหรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม
- ผู้พัฒนาโครงการต้องจัดทำแผนและรายละเอียดการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ปลูกข้าวก่อนฤดูปลูก โดยมีเนื้อหาที่สำคัญได้แก่ การกำหนดพื้นที่ตัวแทนการปลูกข้าวของโครงการ ซึ่งครอบคลุมภูมิอากาศ ชนิดดิน การจัดการน้ำ พันธุ์ข้าวและพืชอื่น และการใส่ปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ ตารางเวลาการปลูกข้าวและการเก็บตัวอย่างก๊าซ รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น
- รายละเอียดการดำเนินการติดตั้งกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซแสดงดังต่อไปนี้

หัวข้อ	รายละเอียด	
วัสดุที่ใช้ทำกล่องเก็บตัวอย่าง	ทางเลือกที่ 1: การใช้วัสดุทึบแสง ● ทำจากพลาสติกแบบ PVC หรือจากวัสดุจากโรงงาน เช่น เหล็กกัลวาไนซ์หรือเหล็กชุบสังกะสี ● ทำสีขาวหรือสารที่ช่วยสะท้อนแสง ● เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างระยะสั้น โดยทั่วไปประมาณ 30 นาที	ทางเลือกที่ 2: การใช้วัสดุโปร่งแสง ● ทำจากวัสดุที่เป็นอะคริลิก ● ข้อดีของกล่องโปร่งแสง คือ หากมีฝาที่เปิดปิดได้ สามารถวางกล่องทิ้งไว้ในแปลงได้นานกว่า
การติดตั้งในดิน	ทางเลือกที่ 1: ฐานที่ตรึงกับพื้นที่ ● ฐานทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิมและสามารถทิ้งไว้ในแปลงได้ตลอดฤดูปลูก ● ต้องปิดสนิมกับกล่อง และไม่ให้อากาศเข้าออกได้ ● เจาะรูที่ฐานเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนน้ำในบริเวณภายในและภายนอกฐานได้ ● ต้องติดตั้งก่อนการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรก ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง	ทางเลือกที่ 2: ไม่มีฐาน ● กล่องเก็บก๊าซวางบนดิน และทำการเปิดฝากล่องเพื่อระบายอากาศ
วัสดุเสริม	● ติดตั้งเครื่องหรืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องจุดเก็บตัวอย่างก๊าซ โดยใช้จุกยางในการเปิดปิดจุดเก็บตัวอย่าง	

DRAFT

หัวข้อ	รายละเอียด	
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	30 นาที
ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง	ช่วงเช้า
ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง	อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดฤดูปลูกข้าว (เริ่มปลูกข้าวจนถึงก่อนเก็บเกี่ยวข้าว)
หลอดเก็บก๊าซ	อยู่ในสภาพที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ เก็บตัวอย่างได้ดีและไม่รั่ว ทั้งนี้ต้องตรวจสอบสภาพก่อนใช้งาน และใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมการเก็บก๊าซ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
การเก็บรักษาตัวอย่าง	● การวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง สามารถเก็บตัวอย่างไว้ในหลอดเก็บก๊าซได้ ● การวิเคราะห์ตัวอย่างเกินกว่า 24 ชั่วโมง ต้องเก็บตัวอย่างก๊าซในขวดที่เป็นสุญญากาศและเก็บในที่มีความดันสูงกว่าปกติเล็กน้อย (slight overpressure)

- รายละเอียดการวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซ

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการตรวจวัด	เครื่อง Gas Chromatograph และใช้ Flame ionization detector (FID) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัด
การฉีดก๊าซ	การฉีดโดยตรงหรือใช้ Multi-port valve และ Sample loop
คอลัมน์	คอลัมน์แบบ Packed หรือแบบ Capillary

DRAFT

การปรับเทียบ	วิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซมาตรฐานก่อนและหลังการวิเคราะห์ตัวอย่างในแต่ละวัน

- วิธีคำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$m_{CH4,t} = C_{CH4,t}\ x\ V_{chamber}\ x\ M_{CH4}\ x\ \frac{1\ atm}{R\ x\ T_t\ x\ 1000}$$

$$s = \frac{\Delta m_{CH4}}{\Delta t}$$

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

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

โดยที่:

$m_{CH4,t}$	มวลของก๊าซมีเทนในกล่องเก็บก๊าซที่เวลา t (มิลลิกรัม)
t	เวลาเก็บก๊าซ (เช่น 0, 15, 30 นาที)
$C_{CH4,t}$	ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในกล่องเก็บก๊าซที่เวลา t จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง (ส่วนในล้านส่วน)
$V_{chamber}$	ปริมาตรกล่องเก็บก๊าซ (ลิตร)
M_{CH4}	มวลโมเลกุลของก๊าซมีเทน (16 กรัมต่อโมล)
$1\ atm$	ความดันบรรยากาศ (กำหนดให้มีค่าคงที่ที่ 1 บรรยากาศ หรือมีอุปกรณ์ตรวจวัดติดตั้งภายในกล่อง)
R	ค่าคงที่ก๊าซ (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.08206 ลิตรต่อเคลวินต่อโมล)
T_t	อุณหภูมิที่เวลา t (เคลวิล)
s	ความชันของกราฟเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของก๊าซและเวลา (ค่าจากการคำนวณ)
RE_{ch}	อัตราการปล่อยก๊าซจากกล่องเก็บตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อความสูงต่อตารางเมตร)
ch	กล่องเก็บตัวอย่างที่1, 2, 3,.... ในแปลง
$A_{chamber}$	พื้นที่หน้าตัดของกล่องเก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)
RE_{plot}	ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยก๊าซของแปลง (มิลลิกรัมต่อความสูงต่อตารางเมตร)
N_{ch}	จำนวนกล่องเก็บตัวอย่างในแปลง

- เมื่อได้ค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนต่อพื้นที่ปลูกข้าวแล้ว ทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกข้าว โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซในแต่ละช่วงของการเก็บตัวอย่างคำนวณหาผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซตลอดฤดูปลูก และรายงานในหน่วยมิลลิกรัมต่อตารางเมตรหรือหน่วยกิโลกรัมต่อไร่

DRAFT

ภาคผนวกที่ 3: หลักการทางวิชาการสำหรับการใช้แบบจำลอง และการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน

แบบจำลองการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวสามารถประมาณค่าและคาดการณ์ได้จากแบบจำลองหลายลักษณะ ตั้งแต่แบบจำลองที่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์หรือความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างง่าย จนถึงแบบจำลองที่อ้างอิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างแบบจำลองที่รวบรวมแสดงดังต่อไปนี้

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

2) แบบจำลอง DNDC-Rice Model เป็นแบบจำลองที่คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนและไนโตรเจนในดินที่อ้างอิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอน ไนโตรเจน และน้ำในดิน โดยมีการพัฒนาการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับพื้นที่ปลูกข้าว

จากแบบจำลองที่รวบรวมได้ข้างต้น เป็นตัวอย่างแบบจำลองการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่นิยมใช้ หากแต่การใช้แบบจำลองต้องการข้อมูลหลายชนิด และที่มีความถี่เหมาะสม รวมถึงระยะเวลาที่เก็บข้อมูลยาวนานเพียงพอ

หลักการใช้แบบจำลองการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว

ขั้นตอนการใช้แบบจำลองในการประมาณค่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีต่าง ๆ มีหลักการเชิงวิชาการที่ต้องดำเนินการที่สำคัญ ได้แก่ การปรับเทียบแบบจำลอง การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวด้วยแบบจำลอง และการวิเคราะห์ความอ่อนไหวและความไม่แน่นอนของแบบจำลองที่ใช้ โดยผู้ใช้แบบจำลองสำหรับการพัฒนาโครงการจำเป็นต้องแสดงรายละเอียดการดำเนินการในขั้นตอนเหล่านี้ให้ชัดเจนและเข้าใจได้ ทั้งนี้ ขออธิบายวิธีการพอสังเขปดังนี้

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

DRAFT

และข้อมูลที่ใช้มีความเหมาะสมและให้ความถูกต้องแม่นยำในการคาดการณ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง

การใช้แบบจำลอง จำเป็นต้องวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของผลคาดการณ์ที่ได้ 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.

DRAFT

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

DRAFT

บันทึกการแก้ไข

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	--	2567	-

DRAFT