คู่มืออ้างอิง

การพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
ตามมาตรฐานของประเทศไทย

สาขาป่าไม้และการเกษตร

THAILAND VOLUNTARY EMISSION REDUCTION PROGRAM
REFERENCE MANUAL: FORESTRY AND AGRICULTURE SECTOR

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
พฤศจิกายน 2559

คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร

Thailand Voluntary Emission Reduction Program Reference Manual: Forestry and Agriculture Sector

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
พฤศจิกายน 2559

คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร

Thailand Voluntary Emission Reduction Program Reference Manual: Forestry and Agriculture Sector

ผู้แต่ง: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
พิมพ์ครั้งที่ 1: กุมภาพันธ์ 2558
พิมพ์ครั้งที่ 2: ธันวาคม 2558
พิมพ์ครั้งที่ 3: พฤศจิกายน 2559
ISBN: 978-616-91798-3-2

สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์
โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย:
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

คำนำ

ปัญหาสภาวการณ์โลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้ทวีความรุนแรงและส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง โดยส่วนหนึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์และการพัฒนาประเทศอย่างเร่งรีบในระยะเวลา 100 ปีที่ผ่านมา จากรายงานผลการศึกษาของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ซึ่งเป็นองค์กรที่ทำหน้าที่ให้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ต่ออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) พบว่า ในปี พ.ศ. 2550 ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศอยู่ที่ประมาณ 380 ส่วนในล้านส่วน (part per million: ppm) และมีแนวโน้มมากขึ้นทุกปี โดยมีสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์

จากการคาดการณ์ของ IPCC ต่อค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของโลกในอีก 100 ปีข้างหน้าในกรณีที่ไม่มีการดำเนินการใดๆ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะสูงขึ้นประมาณ 1.1 – 6.4 องศาเซลเซียส นักวิทยาศาสตร์และนักเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ประมาณการว่า หากปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 450 ppm จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นกว่า 2 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลให้ระบบนิเวศและเศรษฐกิจของโลกได้รับความเสียหายจนไม่สามารถฟื้นตัวกลับให้เป็นอย่างเดิมได้ และร้อยละ 30 ของสิ่งมีชีวิตทั่วโลกจะมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธ์ ผลผลิตข้าวและธัญพืชในเขตร้อนจะลดลง และเกิดสภาวะแห้งแล้งล้ำท่วมในซีกโลกต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแน่นอนว่าจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของทุกประเทศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) ขึ้น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาครัฐ เอกชนและประชาชน มีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคป่าไม้และการเกษตร ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากป่าไม้เป็นภาคส่วนสำคัญในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งสร้างความชุ่มชื้นและต้นกำเนิดแหล่งน้ำในธรรมชาติ รวมทั้งก่อให้เกิดผลประโยชน์ร่วมทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น อบก.จึงได้พัฒนา **“คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสัมครใจตามมาตรฐานของประเทศไทยสาขาป่าไม้และการเกษตร”** เพื่อให้ผู้พัฒนาโครงการใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจต่อไป

สารบัญ

นิยามและคำจำกัดความ 1

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย 7

1. หลักการและที่มา 8
2. ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ 10
3. การตรวจสอบและทวนสอบโครงการ 12
4. หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนโครงการ 12
5. หลักเกณฑ์การพิจารณารับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก 13

สาขาป่าไม้ 15

1. บทนำ 16
2. การวางแปลงสำรวจและเก็บข้อมูล 19
3. สมการแอลโลเมตรี 27
4. ค่าสัมประสิทธิ์ 31
5. ความเสี่ยงของการดำเนินการ 33
6. ความไม่ถาวร 34
7. เอกสารและสิ่งอ้างอิง 34

สาขาเกษตร 39

1. บทนำ 40
2. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สมบัติของดิน 44
3. สมการแอลโลเมตรี 54
4. ค่าสัมประสิทธิ์ 55
5. เอกสารและสิ่งอ้างอิง 64

นิยามและคำจำกัดความ

ก๊าซเรือนกระจก	ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดกลับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ หากมีปริมาณมากขึ้นจะส่งผลให้บรรยากาศโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ภายใต้โครงการ T-VER จะครอบคลุมก๊าซเรือนกระจก 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)
การกำจัดวัชพืช	การกำจัดพืชพรรณทุกชนิดที่ขึ้นมาแก่งแย่งหมู่ไม้ชนิดที่ต้องการ โดยไม่ได้คำนึงว่าพืชพรรณที่มาขึ้นแก่งแย่งนั้น จะมีเรือนยอดปกคลุมไม้ชนิดที่ต้องการหรือไม่
การตัดขยายระยะ (Thinning)	การเลือกตัดต้นไม้บางส่วนออก เพื่อช่วยให้ต้นไม้ที่เหลือมีโอกาสเจริญเติบโตอย่างเต็มที่
การทำแนวกันไฟ	แนวกีดขวางที่สร้างขึ้นเพื่อหยุดยั้งหรือเพื่อเป็นแนวตรวจการณ์ไฟ หรือเป็นแนวตั้งรับในการดับไฟป่า แนวกันไฟโดยทั่วไปคือแนวที่มีการกำจัดเชื้อเพลิงที่จะทำให้เกิดไฟป่าออกไป โดยอาจจะกำจัดเชื้อเพลิงออกไปทั้งหมดจนถึงชั้นดินแท้ (Mineral soil) หรืออาจจะกำจัดเฉพาะเชื้อเพลิงที่ติดไฟง่าย เช่น ใบไม้ หญ้า ออกไป เท่านั้นก็ได้
การทำไม้	การตัดต้นไม้ทั้งหมดออกจากพื้นที่
การปล่อยกรณีฐาน	กรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสภาพปกติ กล่าวคือยังไม่มีการดำเนินงานกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด

การรั่วไหล (Leakage)	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตโครงการ ซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินโครงการ
การลิดกิ่ง (Prunning)	การกำจัดกิ่งบางกิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออก
คาร์บอนในดิน	การสลายตัวของอินทรียวัตถุ (Organic matter) ที่สะสมในดินที่อยู่ในรูปของอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon)
ธาตุอาหารของพืช	สารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แบ่งออกเป็น ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง
ป่าเสื่อมโทรม	เป็นป่าที่มีต้นไม้มีค่า ที่มีลักษณะสมบูรณ์เหลืออยู่เป็นส่วนน้อย และป่านั้นยากที่จะฟื้นคืนได้ตามธรรมชาติ โดยมีต้นไม้ขนาดความโตวัดโดยรอบลำต้นที่ความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน ตั้งแต่ 50-100 ซม. ขึ้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ไม่เกินไร่ละ 8 ต้น หรือมีไม้ขนาดความโตเกินกว่า 100 เซนติเมตร ขึ้นไป ขึ้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 2 ต้น
ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี
ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยที่ได้มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งได้ผ่านสภาพการแปรรูป หรือถูกหมักและย่อยสลายจนอยู่ในรูปที่พืชสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้
พื้นที่ที่มีต้นไม้ปกคลุม	พื้นที่ที่มีต้นไม้จำนวน 1 ต้นขึ้นไป และมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร
พื้นที่ที่ไม่มีต้นไม้ปกคลุม	พื้นที่ที่ไม่มีต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร

มวลชีวภาพใต้ดิน (Aboveground Biomass; ABG)	น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่ยังมีชีวิตอยู่ใต้ดิน
มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Belowground Biomass; BLG)	น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่มีชีวิตอยู่เหนือพื้นดิน
ไม้ตาย	ต้นไม้ที่ล้ม หรือยืนต้นตาย
รอบตัดฟัน	ช่วงระยะเวลาของต้นไม้แต่ละชนิด นับตั้งแต่เริ่มงอกไปจนถึงมีขนาดลำต้นที่สามารถตัดฟันไปใช้ประโยชน์ได้
ระบบนิเวศป่าไม้	หน่วยของป่าธรรมชาติ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม
ระยะเวลาในการคิดเครดิต	โครงการ T-VER อบก. กำหนดให้โครงการประเภทป่าไม้มีระยะเวลาในการคิดเครดิต 20 ปี โครงการประเภทการเกษตรมีระยะเวลาในการคิดเครดิต 7 ปี
เศษซากพืช	ส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่ร่วงหล่นสู่ดิน ได้แก่ เปลือก กิ่ง ก้าน ใบ ดอก และผล
สมการแอลโลเมตรี	สมการความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งและขนาดของต้นไม้ โดยทั่วไปนิยมใช้เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ในกรณีเป็นกล้าไม้มักจะใช้ขนาดความโตที่โคนต้นแทนขนาดความโตที่เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก

ส่วนเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)	เป็นโครงการที่แสดงให้เห็นว่า มีการดำเนินการเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Business as usual) ในด้านต่างๆ เช่น ด้านเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม การเงิน การลงทุน รวมถึงเป็นโครงการที่มีทางเลือกอื่น และ เป็นโครงการที่ไม่ได้ดำเนินการกันทั่วไป (Common practice) และเป็นโครงการที่ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงได้มากกว่ามาตรฐานแนวทางหรือกิจกรรมที่มีอยู่เดิมในท้องถิ่นนั้น
สารปรับปรุงดิน	วัสดุที่ช่วยปรับปรุงสภาพทางเคมีชีวภาพและกายภาพของดินให้เหมาะสมกบการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ
เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (Diameter at breast height; DBH)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ วัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน
หนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย	เอกสารแสดงกรรมสิทธิ์ที่ดิน เอกสารที่แสดงถึงสิทธิในการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย เช่น โฉนดที่ดิน (น.ส.4) หนังสือรับรองการทำประโยชน์ (น.ส.3) เอกสารสิทธิให้ประชาชนเข้าทำประโยชน์ในเขตปฏิรูปที่ดิน (สปก.) หนังสือขอใช้ที่สาธารณประโยชน์ หนังสืออนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ในเขตนิคมสร้างตนเอง (น.ค.3) หรือหนังสืออนุญาตการใช้ประโยชน์ที่ดินจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย

(Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)

1. หลักการและที่มา

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น และส่งผลกระทบไปทั่วโลกนั้น มีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศอันเนื่องมาจากกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ทำให้นานาประเทศได้ให้ความสนใจและตระหนักในการที่จะร่วมกันในการป้องกันและแก้ไขปัญหาเหล่านี้ โดยเกิดเป็นข้อตกลงพหุภาคีภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) รวมทั้งข้อผูกพันตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งกำหนดให้มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบนพื้นฐานของความรับผิดชอบร่วมในระดับที่แตกต่างกัน (Common but Differentiated Responsibilities) โดยกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วต้องกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขณะที่กลุ่มประเทศกำลังพัฒนานั้น ถึงแม้ว่า ในช่วงเริ่มแรกจะยังไม่มีเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบนพื้นฐานของความสมัครใจภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ได้ ซึ่งจะช่วยให้กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถบรรลุเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อีกทางหนึ่ง โดยที่กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาจะได้รับประโยชน์จากการขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต (Certified Emission Reductions: CERs) รวมทั้งก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาอีกด้วย

จากประสบการณ์การในการพัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ที่ผ่านมาของประเทศไทย พบว่า มีอุปสรรคหลายประการ เช่น ต้นทุนทางธุรกรรมสูง กฎระเบียบในการดำเนินการที่เคร่งครัด ความเข้มงวดในการตรวจสอบเอกสารออกแบบโครงการ และการทวนสอบการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึง ความล่าช้าในการขึ้นทะเบียนโครงการและการรับรองคาร์บอนเครดิต เป็นต้น อีกทั้ง สถานการณ์ตลาดคาร์บอนภาคทางการ

หลังสิ้นสุดพันธกรณีที่ 1 ภายใต้พิธีสารเกียวโต ในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ได้ประสบปัญหาเรื่องราคาคาร์บอนเครดิต (CERs) ที่มีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการชะลอ หรือยกเลิกการพัฒนาโครงการ CDM ทั้งจากผู้ที่ได้พัฒนาโครงการไปแล้ว และจากผู้ที่กำลังพัฒนาโครงการรายใหม่

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ในฐานะหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่ในการส่งเสริมและสนับสนุนการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกของประเทศ จึงได้พัฒนามาตรฐานการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) ซึ่งได้พัฒนาตามแนวทางมาตรฐานสากล เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย รวมทั้ง ลดความยุ่งยากซับซ้อนของขั้นตอนการดำเนินโครงการ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศโดยความสมัครใจ และสามารถนำปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก หรือคาร์บอนเครดิต ที่เกิดขึ้นภายใต้โครงการ T-VER นี้ ซึ่งเรียกว่า “TVERs (Thailand Verified Emission Reductions)” ไปจำหน่ายในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจในประเทศได้ โดยโครงการที่สามารถเข้าร่วมจะแบ่งเป็น 2 สาขา ได้แก่

1. สาขาการผลิตและใช้พลังงาน อุตสาหกรรม การจัดการของเสียและการขนส่ง
2. สาขาป่าไม้และการเกษตร

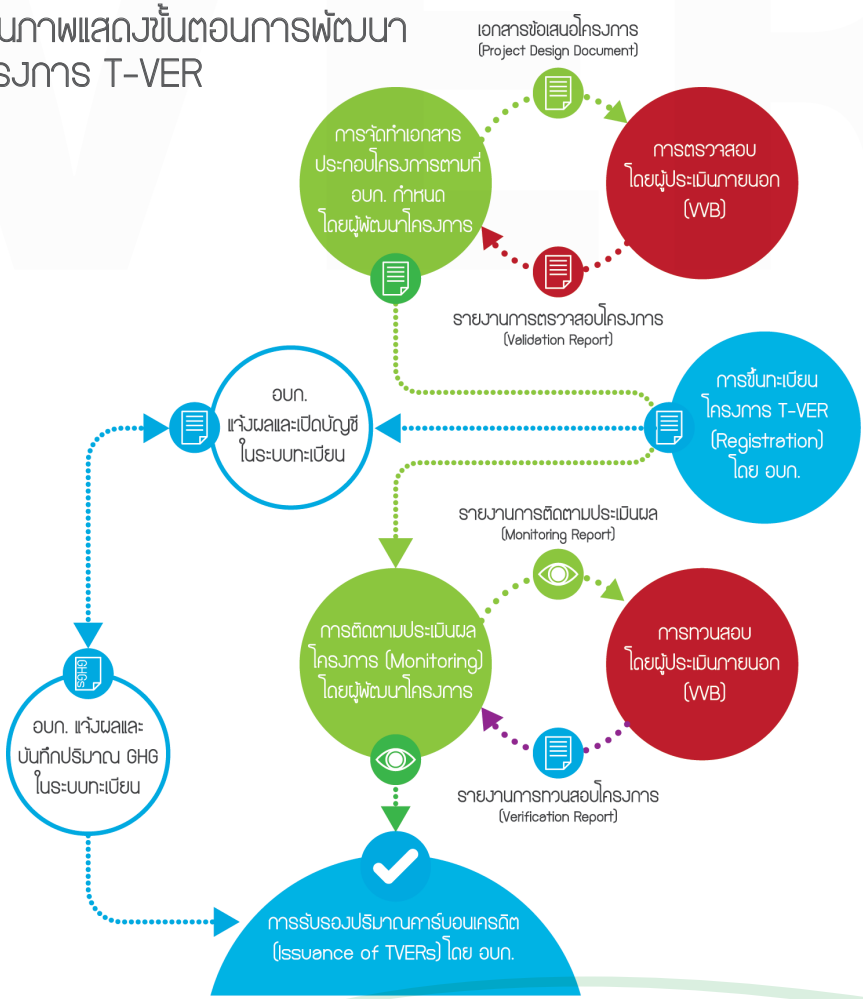
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ T-VER นอกจากจะเป็นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และคาร์บอนเครดิต (TVERs) ที่เกิดจากกิจกรรมของโครงการจำหน่ายเพื่อสร้างรายได้แล้ว การดำเนินโครงการ T-VER ดังกล่าว ยังก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกับสังคมและชุมชน เช่น ลดต้นทุนการใช้พลังงาน ทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น การสร้างงานในท้องถิ่น และช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กร

2. ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ

การพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) ผู้พัฒนาโครงการจะต้องจัดทำเอกสารประกอบการพิจารณาโครงการ T-VER ยื่นมายัง อบก. เพื่อพิจารณารายละเอียดและเสนอต่อคณะอนุกรรมการพิจารณาโครงการลดก๊าซเรือนกระจก และคณะกรรมการ อบก. ในการขอขึ้นทะเบียนโครงการและรับรองปริมาณคาร์บอนเครดิตต่อไป ทั้งนี้ ในการขอขึ้นทะเบียนโครงการและรับรองปริมาณคาร์บอนเครดิต จะต้องผ่านการตรวจสอบ ทวนสอบ จากผู้ประเมินภายนอกสำหรับโครงการภาคสมัครใจ (Validation and Verification Body: VVB) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาโครการ T-VER ดังภาพ

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินโครงการสามารถหาเพิ่มเติมได้ที่เวปไซต์ http://ghgreduction.tgo.or.th/t-ver ซึ่งประกอบไปด้วยแนวทางการพัฒนาโครงการ แบบฟอร์มสำหรับการพัฒนาโครงการ ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจก และรายชื่อผู้ประเมินภายนอกสำหรับโครงการภาคสมัครใจ

แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาโครงการ T-VER



หมายเหตุ

Project Design Document (PDD)	คือ	เอกสารข้อเสนอโครงการ
Validation report	คือ	รายงานการตรวจสอบโครงการ
Monitoring report	คือ	รายงานการติดตามผลการดำเนินโครงการ
Verification report	คือ	รายงานการทวนสอบโครงการ

3. การตรวจสอบและทวนสอบโครงการ

หลังจากที่ผู้พัฒนาโครงการได้จัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ (Project Design Document; PDD) แล้วเสร็จ ผู้พัฒนาโครงการต้องส่งเอกสารข้อเสนอโครงการดังกล่าวให้กับ VVB เพื่อทำการตรวจสอบ (Validate) เอกสารข้อเสนอโครงการ จากนั้น VVB จะออกรายงานการตรวจสอบโครงการ (Validation Report) ให้กับโครงการ เพื่อนำไปประกอบการขอขึ้นทะเบียนโครงการ T-VER กับ อบก. ต่อไป และหลังจากที่โครงการ T-VER ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้ว โครงการต้องจัดทำรายงานการติดตามประเมินผล (Monitoring Report) และส่งให้กับ VVB เพื่อทวนสอบ (Verify) ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ และ VVB จะออกรายงานการทวนสอบ (Verification Report) ให้กับโครงการ เพื่อนำไปประกอบการขอรับรองปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการกับ อบก. ต่อไป

4. หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนโครงการ

โครงการที่คณะกรรมการ อบก. จะพิจารณาให้ขึ้นทะเบียนต้องเป็นโครงการที่ลด/กักเก็บก๊าซเรือนกระจกในประเทศ โดยมีหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียน 5 ข้อ ดังนี้

1. การดำเนินกิจกรรมของโครงการต้องเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด
2. มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER)
3. มีการดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)
4. ใช้ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) ที่เหมาะสมกับโครงการ
5. มีวิธีการติดตามผลและการรายงานการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) ที่ใช้

5. หลักเกณฑ์การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก

โครงการที่คณะกรรมการจะพิจารณาให้การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกต้องขึ้นทะเบียนเป็นโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) โดยมีหลักเกณฑ์การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก 4 ข้อ ดังนี้

1. การดำเนินกิจกรรมของโครงการต้องไม่ขัดหรือแย้งต่อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2. มีความสอดคล้องกับข้อกำหนด/ระเบียบ/หลักเกณฑ์ของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER)

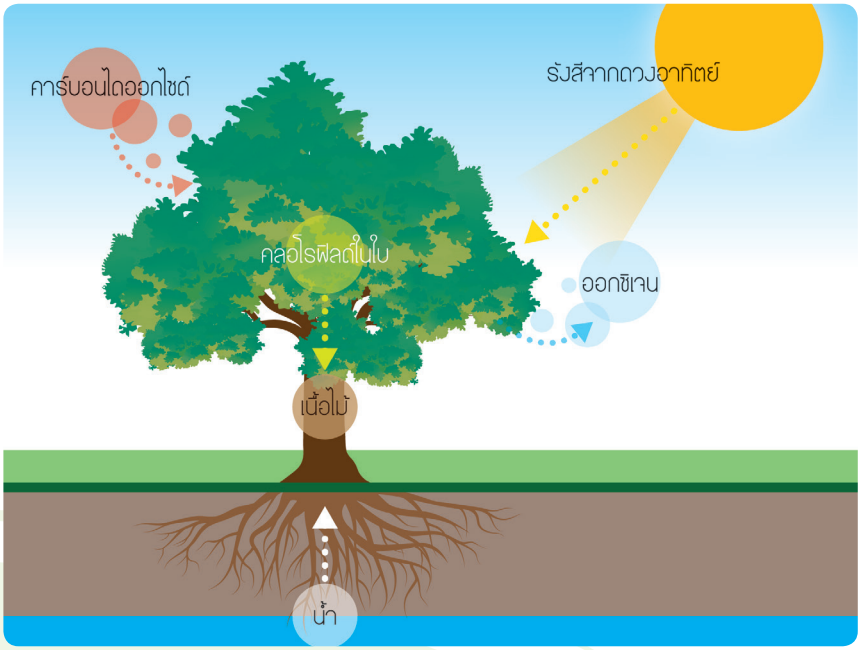
3. การดำเนินกิจกรรมของโครงการ มีวิธีการติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกและการเก็บข้อมูลของโครงการเป็นไปตามที่เอกสารข้อเสนอโครงการ (PDD) ฉบับที่ขึ้นทะเบียนกับ อบก. หากมีการเปลี่ยนแปลงต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่ อบก. กำหนด

4. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ขอการรับรอง ต้องคำนวณตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามที่เสนอในเอกสารข้อเสนอโครงการฉบับที่ขึ้นทะเบียนกับ อบก. ทั้งนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต้องสามารถทวนสอบได้โดยมีเอกสารหรือหลักฐานประกอบที่น่าเชื่อถือ

สาขาป่าไม้

1. บทนำ

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกสาขาป่าไม้ เป็นโครงการที่มีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกประเภทอื่นๆ คือ เป็นโครงการที่มีการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก โดยกระบวนการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของต้นไม้จากบรรยากาศผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้เป็นสารประกอบกลุ่มคาร์โบไฮเดรต และถูกนำไปใช้สร้างเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ รวมถึงที่สะสมในรูปของเนื้อไม้ด้วย



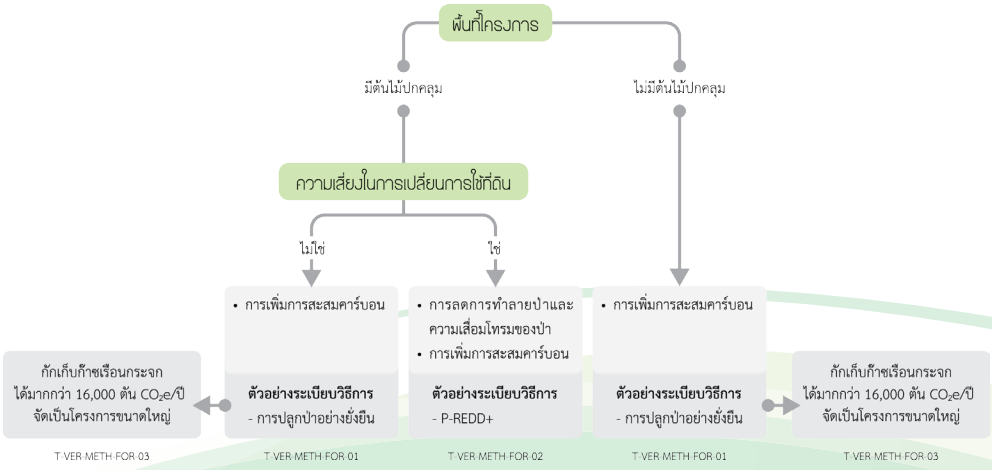
ที่มา: ดัดแปลงจาก Pass My Exams (n.d.)

การประเมินปริมาณคาร์บอนที่สะสมได้ของต้นไม้นั้น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้พัฒนาระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจขึ้นตามหลักวิชาการ เพื่อเป็นการกำหนดกิจกรรมของโครงการให้สอดคล้องกับวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ ซึ่งจะประกอบ

ไปด้วยหัวข้อหลักๆ เช่น ลักษณะกิจกรรมที่เข้าข่ายโครงการ เงื่อนไขการดำเนินโครงการ และการคำนวณการกักเก็บในกรณีฐานและการดำเนินโครงการ เป็นต้น โดยระเบียบวิธีการที่ประกาศใช้ต้องผ่านความเห็นชอบของคณะทำงานระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สาขาป่าไม้และการเกษตร คณะอนุกรรมการระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ และคณะกรรมการบริหารองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่าประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ เช่น การปลูกป่า การดูแลรักษา และการจัดการที่ถูกวิธีที่ก่อให้เกิดการเพิ่มการสะสมคาร์บอนและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า

การเลือกระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สาขาป่าไม้



การคำนวณปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก **สาขาป่าไม้** ภายใต้ระเบียบวิธีการที่ อบก.กำหนด จำเป็นต้องมีวิธีการในการคำนวณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นที่ยอมรับและถูกต้องตามหลักการทางวิชาการ ดังนั้น อกบ. จึงได้ทำการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและสำคัญต่อการพัฒนาโครงการ T-VER ในสาขาป่าไม้ ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ได้แก่ แนวทางการวางแปลงสำรวจและการเก็บข้อมูล สมการแอลโลเมตรีที่สำคัญในการประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการป้องกันความเสี่ยงของการดำเนินการและความไม่ถาวรของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

2. การวางแปลงสำรวจและเก็บข้อมูล

การวางแปลงสำรวจปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสำหรับโครงการภาคป่าไม้เป็นส่วนสำคัญในการประเมินปริมาณการกักเก็บ โดยหลักการสำคัญในการวางแปลงสำรวจปริมาณคาร์บอนคือความแม่นยำของปริมาณในการกักเก็บที่ประเมินได้ กล่าวคือยิ่งดำเนินการอย่างละเอียดและรอบคอบก็จะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ อบก. ได้กำหนดขั้นตอนและขนาดแปลงตัวอย่างไว้ดังนี้

2.1 การกำหนดจำนวนแปลงอย่างที่เหมาะสม

ในการวางแปลงตัวอย่างเพื่อสำรวจทรัพยากรป่าไม้ มักจะมีการตั้งคำถามถึงความเหมาะสมของจำนวนแปลงตัวอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการวางจำนวนแปลงน้อยเกินไปผลสรุปที่ได้จากการศึกษาอาจไม่ครอบคลุม หรือเกิดความคลาดเคลื่อนในการนำไปใช้ในการพยากรณ์ถึงประชากรต้นไม้ และในทางกลับกันหากวางแปลงจำนวนมากเกินไปก็จะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการเกินความจำเป็น ดังนั้นภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ จึงได้กำหนดแนวทางที่เหมาะสมไว้ 3 ทางเลือก ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การคำนวณขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอน กำหนดให้ขนาดพื้นที่สำหรับวางแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูลเพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนอย่างน้อยร้อยละ 1 ของพื้นที่ดำเนินโครงการทั้งหมด และวางแปลงตัวอย่างให้กระจายในแต่ละชั้นภูมิอย่างเหมาะสม โดยหากพื้นที่โครงการน้อยกว่า 300 ไร่ ให้วางแปลงตัวอย่างในชั้นภูมิกลาง

ทางเลือกที่ 2 การคำนวณหาจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมตาม A/R Methodology Tool “Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities” ในกรณีที่แปลง

ตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ดำเนินการโครงการทั้งหมด มีสมมการการคำนวณหาจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม ดังนี้

$$n = \left(\frac{t_{VAL}}{E}\right)^2 x \ (\sum_i w_i \ x \ s_i)^2$$

เมื่อ n = จำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม
t_{VAL} = ค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที
w_i = สัดส่วนของพื้นที่ในชั้นภูมิที่ i ต่อพื้นที่ทั้งหมด
s_i = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชั้นภูมิที่ i
E = ระดับความเชื่อมั่น

ทางเลือกที่ 3 ในกรณีที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ หมู่ไม้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล กำหนดให้เป็นการวางแปลงแบบจำแนกชั้นหรือหลายชั้นภูมิ (Multi-step Stratum Sampling) โดยมีแนวทางในการหาจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การแบ่งชั้นภูมิ (Stratum) ผู้พัฒนาโครงการทำการแบ่งชั้นภูมิ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกี่ชั้นภูมิก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับสภาพพืชพรรณในพื้นที่โครงการและได้รับความเห็นชอบจาก อบก.แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 ชั้นภูมิ โดยลักษณะที่สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชั้นภูมิ เช่น ประเภทป่า ชนิดพืช ระดับความสูง ความอุมดมสมบูรณ์ หรือ ชั้นอายุของพืชพรรณ เป็นต้น โดยหลักการสำคัญของการแบ่ง คือ ให้หน่วยที่อยู่ในชั้นภูมิเดียวกันควรมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชั้นภูมิมากที่สุด ในกรณีที่เป็นสวนป่าเชิงเดี่ยว ที่มีการจัดการอย่างประณีตรวมถึงมีลักษณะทางกายภาพที่มีความคล้ายคลึงกันจนไม่สามารถที่จะแบ่งชั้นภูมิย่อยได้อาจไม่ต้องทำการแบ่งชั้นภูมิ แต่ต้องมีการวางแปลงตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 3 แปลง

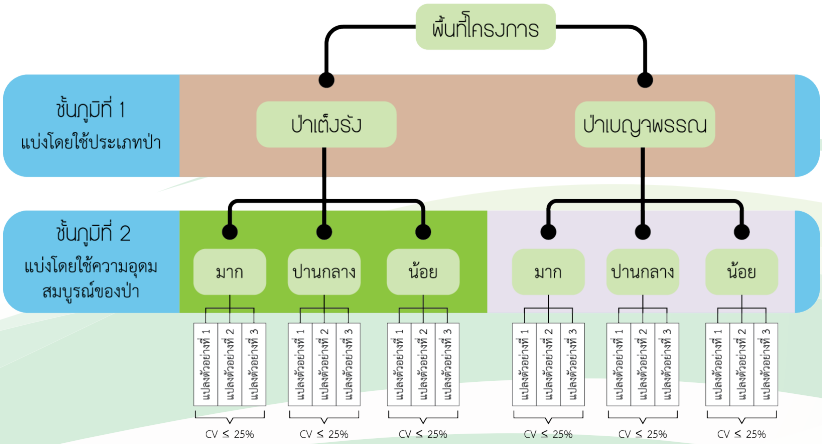
ขั้นตอนที่ 2 เมื่อทำการแบ่งชั้นภูมิออกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในหน่วยย่อยสุดท้ายของแต่ละชั้นภูมิ ให้ทำการวางแปลงตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 แปลงในแต่ละหน่วยย่อย เพื่อสำรวจข้อมูลในการประเมินค่ามวลชีวภาพ

ขั้นตอนที่ 3 คำนวนหาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variation: CV) เมื่อทำการเก็บข้อมูลจากแปลงตัวอย่างเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการคำนวนหาค่า CV ของแต่ละหน่วยย่อยที่ทำการวางแปลงตัวอย่าง โดยแปลงตัวอย่างในแต่ละหน่วยย่อยของชั้นภูมิสุดท้าย จะต้องมีค่า CV ของมวลชีวภาพไม่เกินร้อยละ 25 ในกรณีที่ค่า CV มวลชีวภาพของชั้นภูมิใด มากกว่าร้อยละ 25 ให้ทำการวางแปลงตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นภูมินั้นๆ จนกว่าจะได้ค่า CV ตามเกณฑ์ที่ อบก.กำหนด

$$CV = \frac{SD \times 100}{\overline{X}}$$

เมื่อ CV = ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variation)
SD = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

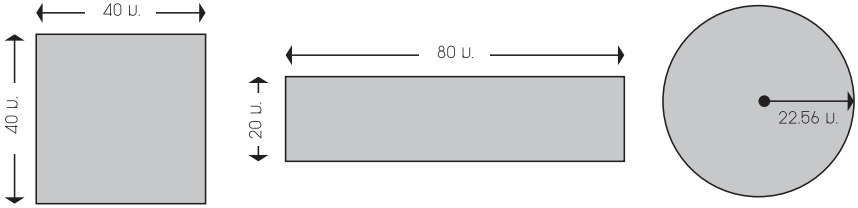
ภาพแสดงตัวอย่างการจำแนกชั้นภูมิเพื่อหาจำนวนแปลงที่เหมาะสม
ตามแนวทางเลือกที่ 3



2.2 การสุ่มเลือกข้อมูลโดยใช้แปลงตัวอย่าง (Sampling plot)

การสุ่มเลือกข้อมูลเพื่อเป็นตัวอย่าง (Sample) ของตัวแทนในการประมาณค่าของประชากรเป็นอีกขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก ซึ่งการสุ่มตัวอย่างที่ดีนอกจากจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือแล้วยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการสำรวจภายใต้งบประมาณ ระยะเวลา และจำนวนบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัด หน่วยของการสุ่มเลือกจะถูกเรียกว่า แปลงตัวอย่าง (Sampling plot) ซึ่งแปลงตัวอย่างที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 3 รูปแบบ จำแนกตามรูปร่างและขนาดของแปลง ได้แก่

- แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular sample plot)
- แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส (Square sample plot)
- แปลงตัวอย่างรูปวงกลม (Circular sample plot)



แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส (Square sample plot)

แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectegular sample plot)

แปลงตัวอย่างรูปวงกลม (Circular sample plot)

แปลงตัวอย่างแต่ละรูปแบบที่ได้กล่าวในข้างต้นมีความเหมาะสมและจำเพาะสำหรับวัตถุประสงค์ของการศึกษาในแต่ละเรื่องที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ ขอกล่าวถึงการวางแปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งเป็นรูปแบบแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมถึงเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติ

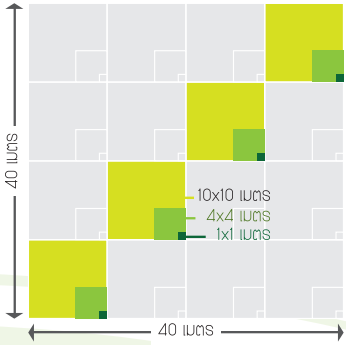
แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส (Square sample plot) เป็นรูปแบบแปลงตัวอย่างที่นิยมใช้โดยทั่วไปในงานศึกษาวิจัยที่ต้องมีการติดตามผลในระยะ

ยาวและต่อเนื่อง ในลักษณะของแปลงตัวอย่างแบบถาวร เช่น ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของหมู่ไม้ ศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่า หรือศึกษาการสืบต่อพันธุ์และทดแทนตามธรรมชาติของหมู่ไม้ เป็นต้น โดยแปลงมีขนาดเท่ากับ 40 X 40 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 1 ไร่ ซึ่งเป็นขนาดของแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาปริมาณคาร์บอน เนื่องจากมีความสอดคล้องกับสมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพ ซึ่งได้มีผู้การศึกษาไว้แล้วสำหรับพรรณไม้ของประเทศไทย การวางแปลงตัวอย่างและการเก็บขอมูลเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนโดยใช้แปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจตุรัส มีแนวทางการดำเนินการ ดังนี้

- ทำการวางแปลงรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส พื้นที่ 1 ไร่ โดยมีขนาดแปลงเท่ากับ 40 X 40 เมตร ด้วยวิธีการออกฉากโดยใช้ทฤษฎีบทพีทากอรัส และทำการปักหมุดแสดงขอบเขตแปลงตัวอย่างพร้อมทั้งระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ชัดเจนทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดตามประเมินผลภายหลังการดำเนินการโครงการ
- ทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 X 10 เมตร จำนวน 16 แปลง ในแต่ละแปลงทำการเก็บข้อมูลของไม้ใหญ่ (Tree) ทุกต้นที่มีความสูงมากว่า 1.30 เมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height : DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซ็นติเมตรขึ้นไป บันทึกข้อมูลต่างๆ ของไม้ใหญ่ ได้แก่ ชนิดไม้ จำนวนที่พบ DBH และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ในแบบบันทึกข้อมูล
- วางแปลงขนาด 4 X 4 เมตร ที่มุมด้านใดด้านหนึ่งของแปลงขนาด 10 X 10 เมตร เพื่อทำการศึกษาไม้หนุ่ม (Sapling) หรือไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซ็นติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ขึ้นไป โดยทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ชนิดไม้ จำนวนที่พบ DBH และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ในแบบบันทึกข้อมูล

- วางแปลงขนาด 1 X 1 เมตร ไว้ที่มุมด้านใดด้านหนึ่งของแปลงขนาด 4 X 4 เมตร เพื่อสำรวจกล้าไม้หรือลูกไม้ (Seedling) หรือไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซ็นติเมตร และมีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร ทำการบันทึก ชนิดไม้ จำนวนที่พบ ขนาดความโตของโคนต้นที่ระดับชิดดิน และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ในแบบบันทึกข้อมูล *(การวางแปลงขนาด 1 X 1 เมตร เป็นทางเลือก สำหรับผู้พัฒนาโครงการ ที่มีความประสงค์จะใช้ข้อมูลเพื่อเป็นตัวอย่างในการประเมินการเปลี่ยนแปลงหรือการทดแทนของสังคมพืชในพื้นที่โครงการ)*

การวางแปลงตัวอย่าง แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและการเก็บข้อมูลจากแปลงตัวอย่าง



แปลงตัวอย่างขนาด 10x10 เมตร

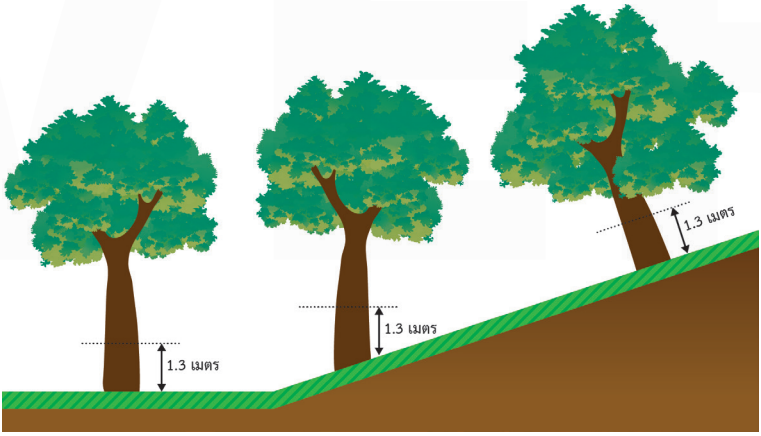
สำรวจไม้ใหญ่: ไม้ที่สูง>1.30 เมตร และ DBH≥4.5 ซม.
ข้อมูลการสำรวจ: ชนิดไม้ จำนวน ขนาดความโตเพียงอก (DBH) ความสูงทั้งหมด

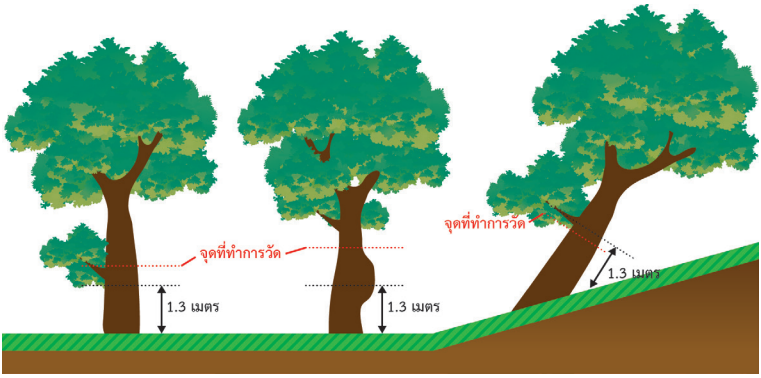
แปลงตัวอย่างขนาด 4x4 เมตร

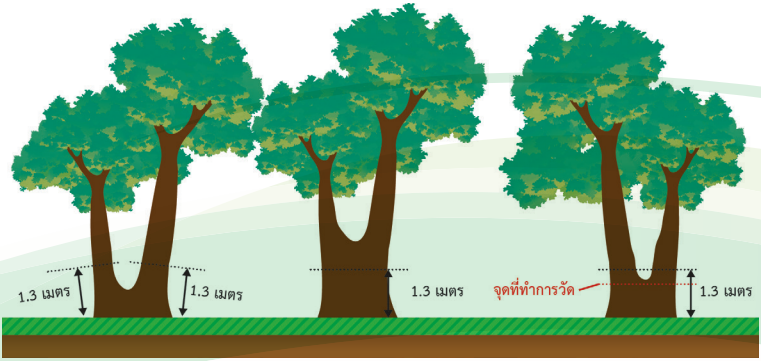
สำรวจไม้ใหญ่: ไม้ที่สูง>1.30 เมตร และ DBH<4.5 ซม.
ข้อมูลการสำรวจ: ชนิดไม้ จำนวน ขนาดความโตเพียงอก (DBH)ความสูงทั้งหมด

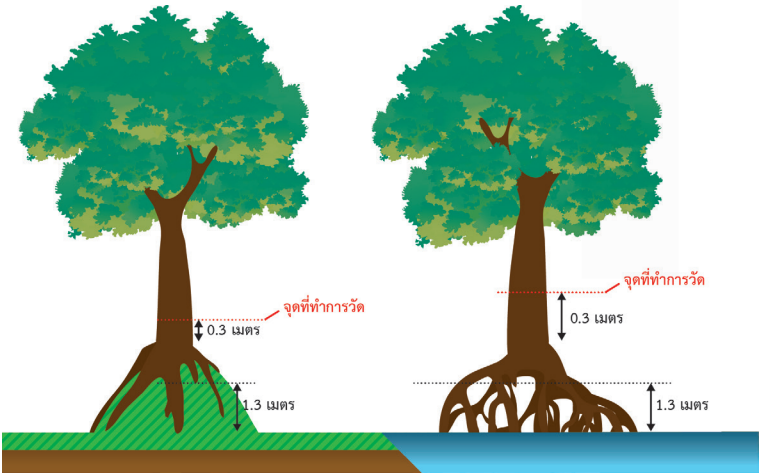
แปลงตัวอย่างขนาด 1x1 เมตร

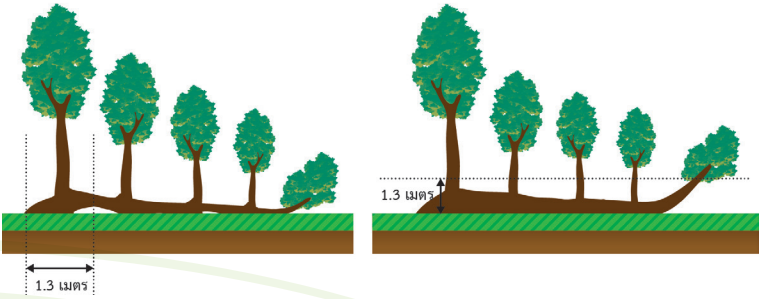
สำรวจไม้ใหญ่: ไม้ที่สูง<1.30 เมตร และ DBH<4.5 ซม.
ข้อมูลการสำรวจ: ชนิดไม้ จำนวน

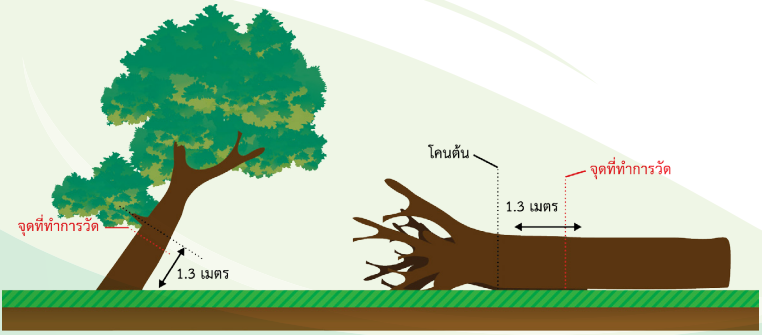

1.3 เมตร
1.3 เมตร
1.3 เมตร


จุดที่ทำการวัด
1.3 เมตร
1.3 เมตร
จุดที่ทำการวัด
1.3 เมตร


1.3 เมตร
1.3 เมตร
1.3 เมตร
จุดที่ทำการวัด
1.3 เมตร


จุดที่ทำการวัด
0.3 เมตร
1.3 เมตร
จุดที่ทำการวัด
0.3 เมตร
1.3 เมตร


1.3 เมตร
1.3 เมตร


จุดที่ทำการวัด
1.3 เมตร
โคนต้น
จุดที่ทำการวัด
1.3 เมตร

3. สมการแอลโลเมตรี

แหล่งกักเก็บคาร์บอนของโครงการประเภทป่าไม้และพื้นที่สีเขียว ประกอบด้วย 5 แหล่ง ได้แก่

1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass)
2) มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass)
3) ไม้ตาย (Dead wood)
4) เศษซากพืช (Litter)
5) อินทรียวัตถุในดิน (Soil organic carbon)

ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของโครงการประเภทป่าไม้และพื้นที่สีเขียว มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และ มวลชีวภาพใต้ดิน จะเป็นแหล่งกักเก็บหลักในประเมินการกักเก็บคาร์บอนภายใต้การดำเนินการโครงการ T-VER สำหรับมวลชีวภาพจากไม้ตาย เศษซากพืช และอินทรียวัตถุในดิน จะเป็นแหล่งกักเก็บทางเลือก ที่ผู้พัฒนาโครงการอาจจะเลือกมาใช้ในการประเมินหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้พัฒนาโครงการ

การกักเก็บคาร์บอนของพืชหรือไม้ยืนต้นจะถูกเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) ในส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งมวลชีวภาพในที่นี้หมายถึง น้ำหนักของพืชที่วัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้ง หรือน้ำหนักแห้งของพืชที่ปราศจากขี้เถ้า อาจเป็นน้ำหนักต่อหน่วยของพืช โดยปกติมักใช้หน่วยพื้นที่ ไร่ หรือ เฮกแตร์ ไม้ยืนต้นมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในสองแหล่งที่สำคัญ คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่งก้าน ใบ ผล และ มวลชีวภาพใต้พื้นดิน ได้แก่ มวลชีวภาพของพืชในส่วนที่อยู่ใต้ดินซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นรากของพืชชนิดต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงปริมาณมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นหรือหมู่ไม้ เพื่อที่จะใช้ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ โดยในการประเมินหาค่ามวลชีวภาพของต้นไม้

ต้องใช้ข้อมูลขนาดความโตของต้นไม้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (DBH) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ลงในสมการแอลโลเมตรีการประเมินมวลชีวภาพ ซึ่ง อบก. ได้กำหนดแนวทางในการเลือกใช้สมการของต้นไม้หรือหมู่ไม้ออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่

1) **สมการที่ อบก. แนะนำ**ให้ใช้เพื่อการประเมินมวลชีวภาพได้ ซึ่งแบ่งตามกลุ่มของชนิดไม้ที่สำคัญและพบได้โดยทั่วไปในประเทศไทย โดยจำแนกเป็น 5 กลุ่ม รายละเอียดดังตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มพรรณไม้ที่ อบก.ให้การยอมรับ

กลุ่มพรรณไม้	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$ $W_L = (28/ (W_S+W_B+0.025))^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)
กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466 (D^2H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579 (D^2H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678 (D^2H)^{0.5806}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)
กลุ่มปาล์ม	$W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5}(\ln H)$	Peason et al. (2005)
กลุ่มไผ่	ไผ่บงป่า $WT = 0.1466 (D)^{0.7187}$	อิทธิพงศ์ (2557)
	ไผ่บงดำ $WT = 0.49522 (D)^{0.8726}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ข้าวหลาม $WT = 0.17446 (D)^{1.0437}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ไร่และไผ่ผาก $WT = 0.2425 (D)^{1.0751}$	Kutintara (1995)
กลุ่มเถาวัลย์	$WT = 0.8622 (D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

หมายเหตุ:

W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)
W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)
W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)
W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ซม.)
H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

2) สมการแอลโลเมตรีที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการ ที่สามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ เช่น เป็นสมการที่มีการศึกษาในพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่โครงการ หรือเป็นสมการที่มีชนิดพืชพรรณคล้ายคลึงกับพื้นที่โครงการ เป็นต้น ตัวอย่างสมการดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมการแอลโลเมตรีของต้นไม้รายต้นแยกตามชนิดป่าของประเทศไทย

ชนิดป่า	สมการ	อ้างอิง
ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา	$W_S = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$ $W_B = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$ $W_L = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Tsutsumi et.al. (1983)
ป่าดิบชื้น	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$ $W_B = 0.006003 (D^2H)^{1.027}$ $W_L = (28/ (W_S+W_B+0.025))^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et.al.(1965)
ป่าเต็งรังและป่าเบญพรรณ	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.03}$ $W_L = (28/ (W_S+W_B+0.025))^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)

ชนิดป่า	สมการ	อ้างอิง
ป่าสนเขา (สนสองใบ)	$W_S = 0.2141 (D^2H)^{0.9814}$ $W_B = 0.00002 (D^2H)^{1.4561}$ $W_L = 0.00072 (D^2H)^{1.0138}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	สุนันทา (2531)
ป่าสนเขา (สนสามใบ)	$W_S = 0.02698 (D^2H)^{0.946}$ $W_B = 0.00018 (D^2H)^{1.455}$ $W_L = 0.00072 (D^2H)^{1.094}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	พงษ์ศักดิ์ (2524)
ไม้โกงกาง (*Rhizophora* spp.)	$W_S = 0.05466 (D^2H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579 (D^2H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678 (D^2H)^{0.5806}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)
พรรณไม้ในป่าชายเลนชนิดอื่นๆ	$W_S = 0.0449 (D^2H)^{0.9549}$ $W_B = 0.02412 (D^2H)^{0.8649}$ $W_L = 0.09422 (D^2H)^{0.5439}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)

หมายเหตุ:

W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)
W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)
W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)
W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (ซม.)
H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

3) **สมการแอลโลเมตรีที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ดำเนินโครงการโดยตรง** ซึ่งในกรณีนี้ผู้ดำเนินโครงการจะต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ความเห็นชอบก่อนการนำไปใช้อีกครั้ง

4. ค่าสัมประสิทธิ์

มวลชีวภาพของพืชชนิดต่างๆ นั้น จะมีปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามหากต้องการจะทราบถึงสัดส่วนของปริมาณคาร์บอนในพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง จำเป็นที่จะต้องนำตัวอย่างของพืชชนิดนั้นไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะทราบสัดส่วนของปริมาณคาร์บอนในพืชชนิดนั้นๆ ได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูงในการดำเนินการ ดังนั้นภายใต้โครการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจจึงได้กำหนดแนวทางในการหาปริมาณคาร์บอนด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่มีผู้ทำการศึกษาไว้แล้ว ซึ่งเมื่อนำมาคูณกับค่ามวลชีวภาพก็จะได้เป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ชนิดนั้นๆ โดยค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการประเมินหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ค่าสัดส่วนคาร์บอน (carbon fraction: CF) คือ ปริมาณสัดส่วนของคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของต้นไม้ ซึ่งพรรณไม้แต่ละชนิดจะมีค่าของสัดส่วนคาร์บอนในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมาก และค่าที่สามารถนำมาอ้างอิงใช้ได้ภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ค่าที่ อบก. แนะนำ ซึ่งเป็นค่าที่นำมาจากค่ามาตรฐานของ IPCC (2006) และค่าที่ได้จากการศึกษาของคณะวนศาสตร์ (2554) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ระดับที่ 2 ค่าสัดส่วนคาร์บอน ที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ

ระดับที่ 3 ค่าสัดส่วนคาร์บอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ดำเนินโครงการ โดยหากผู้พัฒนาโครงการต้องการจะใช้ค่านี้ในการประเมินปริมาณคาร์บอน ผู้พัฒนาโครงการจะต้องส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาค่าสัดส่วนให้กับ อบก. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ความเห็นชอบก่อนการนำไปใช้

4.2 **ค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้** (root/shoot ratio) เป็นค่าที่ใช้ประเมินหามวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ จากมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของชนิดไม้หรือกลุ่มพรรณไม้นั้นๆ โดยในการใช้ค่าดังกล่าวเพื่อประเมินหาปริมาณการสะสมคาร์บอนใต้ดิน อบก. ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 ค่าที่ อบก. แนะนำ ซึ่งเป็นค่าที่นำมาจากค่ามาตรฐานของ IPCC (2006) และค่าที่ได้จากการศึกษาของคณะวนศาสตร์ (2554) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ระดับที่ 2 ค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ ที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ

ระดับที่ 3 ค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ดำเนินโครงการ โดยหากผู้พัฒนาโครงการต้องการจะใช้ค่านี้ในการประเมินปริมาณคาร์บอน ผู้พัฒนาโครงการจะต้องส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาค่าสัดส่วนให้กับ อบก. เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ความเห็นชอบก่อนการนำไปใช้

ตารางที่ 3 สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ของชนิด/พรรณไม้ต่างๆ

ชนิด/กลุ่มพรรณไม้	สัดส่วนคาร์บอนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้น (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
พรรณไม้ทั่วไป *	47.00	27.00
โกงกาง **	47.15	48.00
ปาล์ม **	41.30	41.00
ไผ่ *	47.00	27.00
เถาวัลย์ *	47.00	27.00

หมายเหตุ * IPCC (2006)
** คณะวนศาสตร์ (2554)

5. ความเสี่ยงของการดำเนินการ

การดำเนินโครงการด้านป่าไม้หรือการกักเก็บคาร์บอนในรูปของเนื้อไม้ของต้นไม้มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น กล่าวคือปริมาณที่กักเก็บได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเติบโตของต้นไม้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมและการดูแลรักษาเป็นสำคัญ โดยในส่วนของปัจจัยแวดล้อมเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความแล้ง ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

จากความเสี่ยงดังกล่าว อบก. ได้กำหนดให้โครงการสาขาป่าไม้มีการหักปริมาณคาร์บอนเครดิตที่กักเก็บได้จากโครงการในปริมาณร้อยละ 3 ของปริมาณคาร์บอนเครดิตที่กักเก็บได้ทั้งหมดของโครงการ โดยปริมาณดังกล่าวจะคืนให้

แก่ผู้พัฒนาโครงการเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการคิดเครดิต (Crediting period) ของโครงการ

6. ความไม่ถาวร

ความไม่ถาวร (Non-permanence) จากการดำเนินโครงการด้านป่าไม้ ซึ่งมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในรูปของเนื้อไม้ และเมื่อต้นไม้เติบโตถึงระยะหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่ต้นไม้จะถูกตัดฟันออกนอกพื้นที่ ทำให้แหล่งกักเก็บคาร์บอนบางส่วนหรือทั้งหมดหายไป ซึ่งจัดเป็นความไม่ถาวรของการดำเนินโครงการด้านป่าไม้ หากโครงการมีมาตรการหรือแนวทางการดำเนินการที่เป็นการบ่งบอกถึงการคงไว้ซึ่งสภาพความเป็นพื้นที่ป่าก็จะสามารถช่วยลดความไม่ถาวรดังกล่าวได้

การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ จำเป็นต้องมีการระบุแผนการดำเนินโครงการในการใช้ประโยชน์พื้นที่หลังหมดระยะเวลาในการคิดเครดิตของโครงการ เพื่อเป็นการแสดงถึงเจตนาของผู้พัฒนาโครงการในการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแนวทางในการป้องกันและจัดการความไม่ถาวรของโครงการด้านป่าไม้ที่อาจจะเกิดขึ้น

7. เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันตินันท์ ผิวสอาด. 2554. การปรับสมการเพื่อประเมิน

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่าสักในประเทศไทย. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ชิงชัย วิริยะบัญชา, ภานุมาศ ลาดปาละ และ วัฒนา ศักดิ์ชูวงษ์. 2554. การสะสมคาร์บอนของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้ง ที่ 2: การเปลี่ยนกระบวนทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว วันที่ 18 - 19 สิงหาคม 2554.

พงษ์ศักดิ์ สุหนาพุ. 2524. ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สนสามใบ : 1. ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของสวนป่าสนสามใบอายุต่างๆ ที่ ฮอด เชียงใหม่. รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 77. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา ขจรศรีชล. 2531. ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของป่าสนธรรมชาติ บริเวณโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

FAO. 2009. National Forest Monitoring and Assessment: Manual for integrated field data collection version 2.3. National Forest Monitoring and Assessment Working Paper NFMA 37/E. Rome. 188 P.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.

Komiyama, A., Ogino, K., Aksornkoae, S., Sabhasri, S., 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. 1. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. J. Trop. Ecol. 3, 97–108.

Kutintara, U., D. Marod, M. Takahashi, and T. Nakashizuka. 1995.

Growth and dynamics of bamboos in a tropical seasonal forest. In Proceedings of the International Workshop on "The Changes of Tropical Forest Ecosystems by EL Nino and Others", Bangkok, Japan Science & Technology Agency+National Research Council of Thailand+Japan International Science & Technology Exchange Center, p.125-139.

Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1967. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. Nature and life in SE Asia 1: 21-157.

Pass My Exams, n.d.. What is photosysthesis. Available Source : http://www.passmyexams.co.uk/GCSE/biology/what-isphotosynthesis.html, December 30,2014

Pearson, T., S. Walker and S. Brown. 2005. Sourcebook for Land Use Change and Forestry projects. Winrock International, Arlington, VA, USA.

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhammanonda and B. Prachaiyo.1983. Forest: felling, burning and regeneration, an experiment at Nam Phrom, northeast Thailand, and its implications for upland farming in the monsoon tropics. Chapter 3. Kyoto

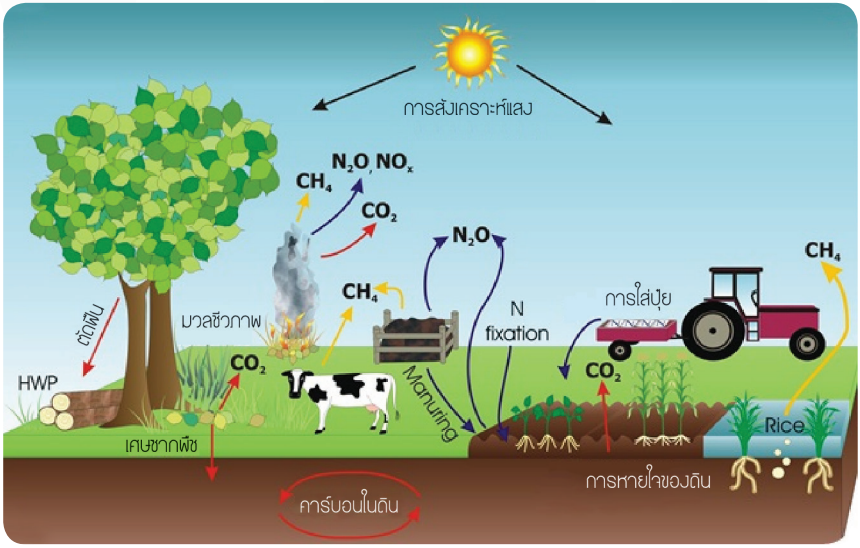
สาขาเกษตร

1. บทนำ

ภาคเกษตรเป็นภาคส่วนที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดภาวะโลกร้อน โดยเป็นทั้งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนโดยเฉพาะในดิน สำหรับกิจกรรมทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากนาข้าวและพื้นที่ปศุสัตว์ ส่วนการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในพื้นที่เกษตร หมายถึง การเก็บสะสมคาร์บอนในพืชและในดิน ผ่านกิจกรรมการเกษตรต่างๆ เช่น การปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุอินทรีย์หรือวัสดุที่มีคาร์บอนสูง และการส่งเสริมระบบวนเกษตร รวมไปถึงการลดกิจกรรมที่เร่งการการสูญเสียคาร์บอนในดิน โดยเฉพาะการไถพรวนดินละการเผาเศษซากพืชในพื้นที่เพาะปลูก

พื้นที่เกษตรเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เนื่องจากทั่วโลกมีพื้นที่เกษตรถึง 5,023 ล้านเฮกตาร์ หรือร้อยละ 40-50 ของพื้นที่ดินบนผิวโลก โดยก๊าซเรือนกระจกหลักที่ปล่อยมาจากพื้นที่เกษตร ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ส่วนใหญ่เป็นการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อย โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์และการเผาเศษซากพืช ส่วนก๊าซมีเทนเกิดจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุในสภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดจากการย่อยอาหารของสัตว์ การหมักมูลสัตว์หรือเศษซากพืช และจากนาข้าว ขณะที่ก๊าซไนตรัสออกไซด์เกิดจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในดินและมูลสัตว์ ซึ่งเป็นกระบวนการตามธรรมชาติและหากมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากเกินความต้องการของพืชจะยิ่งเพิ่มปริมาณการปลดปล่อยก๊าซชนิดนี้ ที่ผ่านมาภาพรวมของโลกมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก ทำให้มีความต้องการอาหารสูงขึ้น มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร โดยเฉพาะใน

ประเทศกำลังพัฒนามีการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นและคิดเป็นสามในสี่ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเกษตรทั้งโลก (UNFCCC, 2008) ดังนั้น การลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการลดก๊าซเรือนกระจกของโลก

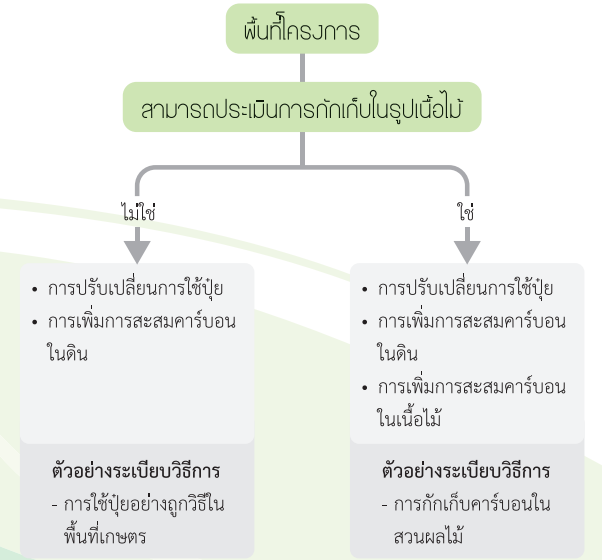


ที่มา: ดัดแปลงจาก Colorado State University (n.d.)

ข้อมูลจากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พบว่าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) ภาคการเกษตรปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 51.88 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็น ร้อยละ 22.60 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ถือเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับสองรองจากภาคพลังงาน แหล่งปล่อยที่สำคัญได้แก่ กลุ่มนาข้าว ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในภาคการเกษตร คิดเป็น ร้อยละ 55.7 กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 15.9 กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 14.6 กลุ่มการ

จัดการมูลสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 9.8 และกลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง คิดเป็นร้อยละ 1.9 ดังนั้น ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม จำเป็นต้องตระหนักถึงการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรม และเร่งหาแนวทางบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อรองรับข้อกำหนดที่อาจมีขึ้นในอนาคตของประชาคมโลก

ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดและ/หรือกักเก็บได้จากสาขาการเกษตรจำเป็นต้องมีวิธีการคำนวณตามหลักวิชาการ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้พัฒนาระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจขึ้นเพื่อเป็นการกำหนดกิจกรรมของโครงการให้สอดคล้องกับวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลด และ/หรือกักเก็บได้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆ เช่น ลักษณะกิจกรรมที่เข้าข่ายโครงการ เงื่อนไขการดำเนินโครงการ และการคำนวณการกักเก็บในกรณีฐานและการดำเนินโครงการ เป็นต้น



โดยระเบียบวิธีการฯ ที่ใช้ต้องผ่านความเห็นชอบของคณะทำงานระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สาขาป่าไม้และการเกษตร คณะอนุกรรมการระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ และคณะกรรมการบริหารองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทยภาคการเกษตรประกอบไปด้วยกิจกรรม 2 ประเภท คือ กิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก และกิจกรรมการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ซึ่งกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจก เช่น การลดการใช้ปุ๋ยเคมี การลดปริมาณปุ๋ยให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เป็นต้น ส่วนกิจกรรมการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอน ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การกักเก็บคาร์บอนในเนื้อไม้ของไม้ผลทางการเกษตรที่มีเนื้อไม้ และการกักเก็บคาร์บอนในดิน

การคำนวณปริมาณการลด และ/หรือ กักเก็บก๊าซเรือนกระจก สาขาการเกษตรภายใต้ระเบียบวิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องมีสมการ หรือ ค่าคงที่ในการคำนวณ ดังนั้น อบก. จึงได้จัดรวบรวมค่าคงที่ที่จำเป็นสำหรับการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดและ/หรือกักเก็บได้ ประกอบด้วย สมการแอลโลเมตรี ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ รวมไปถึงการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดและ/หรือ กักเก็บได้ของโครงการ

2. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สมบัติของดิน

ตัวอย่างดินที่เก็บมาต้องเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของที่ดินแปลงนั้น ตามวิธีการของคณะเกษตร (2557) ชี้ว่าการเก็บตัวอย่างดินอย่างถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญ โดยถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์ก็จะไม่ตรงกับสมบัติที่แท้จริงของดิน โดยหลักสำคัญของการเก็บตัวอย่างดินมีดังต่อไปนี้

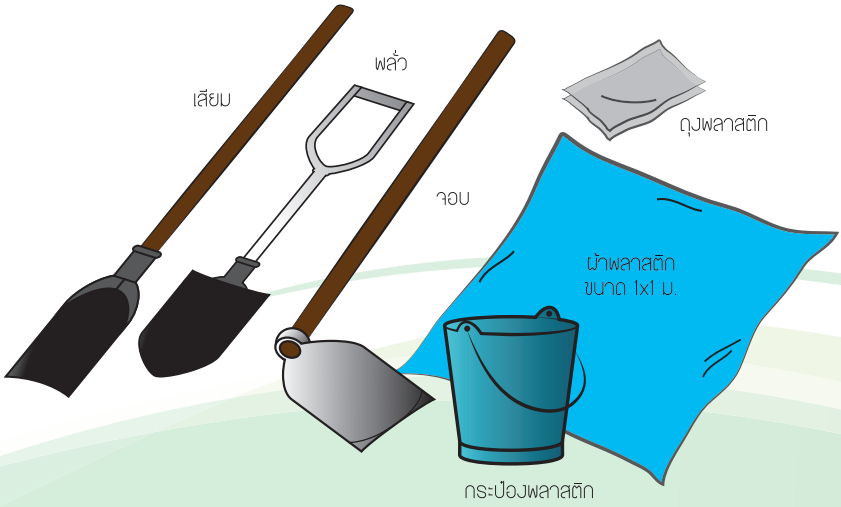
- ควรเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วหรือก่อนการเตรียมดินเพื่อปลูกพืชครั้งต่อไป
- การเก็บตัวอย่างดินไม่ควรเก็บในพื้นที่ที่เปียกแฉะหรือมีน้ำท่วมขัง เพราะจะทำให้การเข้าไปทำงานลำบาก รวมถึงไม่ควรเก็บตัวอย่างในพื้นที่ที่แห้งจนเกินไปเนื่องจากดินจะแข็งทำให้ยากต่อการขุดหรือการเก็บตัวอย่าง ดังนั้นจึงควรเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ที่ดินมีความชื้นเล็กน้อยซึ่งจะทำให้ง่ายและสะดวกต่อการเก็บตัวอย่างดิน

- ต้องไม่เก็บตัวอย่างดินบริเวณที่เคยเป็นบ้าน หรือโรงเรือนเก่า หรือจอมปลวก ควรเก็บให้ห่างจากบ้านเรือน อาคาร ที่อยู่อาศัย คอกสัตว์ และบริเวณที่มีปุ๋ยตกค้างอยู่
- อุปกรณ์ที่เก็บตัวอย่างดินต้องสะอาด ไม่เปื้อนดิน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช หรือสารเคมีอื่นๆ

2.1 การวางแปลงตัวอย่างเพื่อเก็บตัวอย่างดิน

1) การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับขุดหรือเจาะเก็บดิน เช่น พลั่ว จอบ และเสียม รวมถึงการเตรียมภาชนะที่ใส่ดิน เช่น ถังพลาสติก กล่องกระดาษแข็ง กระบุง ผ้ายางหรือผ้า พลาสติก และถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างดินเพื่อส่งไปวิเคราะห์

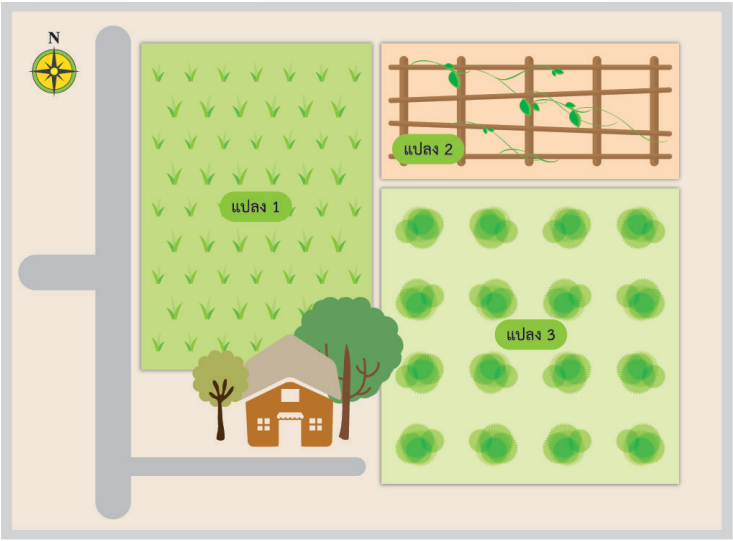
อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดิน



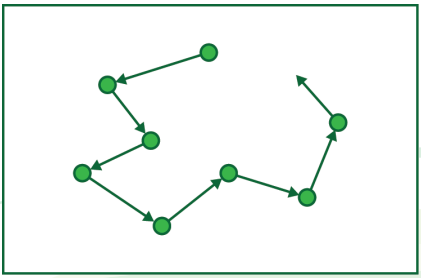
2) การกำหนดขนาดพื้นที่แปลงย่อย ในการเก็บตัวอย่างดิน โดยทั่วไปแล้วไม่มีขนาดจำกัดที่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพื้นที่ เช่น ความลาดชัน เนื้อดิน สีดิน เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดแปลงย่อยจึงควรให้ครอบคลุมและเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ โดยการกำหนดแปลงย่อยที่ดีนั้นควรมีความสม่ำเสมอหรือคล้ายคลึงกันมากที่สุดในแต่ละแปลงย่อย อย่างไรก็ตามภายใต้การดำเนินการโครงการ T-VER แนะนำให้กำหนดพื้นที่แปลงย่อยแต่ละแปลงมีขนาดแปลงละ 10 ไร่ เศษที่เหลือจาก 10 ไร่ ให้กำหนดเป็น 1 แปลง และในกรณีที่มีแปลงเก็บตัวอย่างดินมากกว่า 1 แปลงขึ้นไป หากเศษเหลือไม่เกิน 5 ไร่ไม่ต้องแบ่งเป็นแปลงย่อยใหม่

3) การสุ่มเก็บตัวอย่างและกำหนดจุดเก็บดิน การเก็บตัวอย่างดินที่ดีจะต้องกระจายจุดเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ในแต่ละแปลง ซึ่งในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม และการเก็บแบบมีรูปแบบ ตามแนวทางของ Carter and Gregorich (2007) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

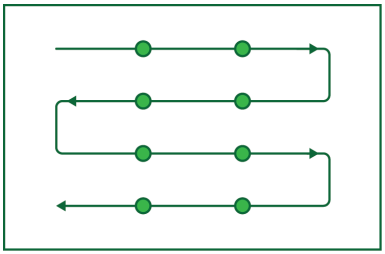
แนวทางการแบ่งแปลงย่อยเพื่อการเก็บตัวอย่างดิน



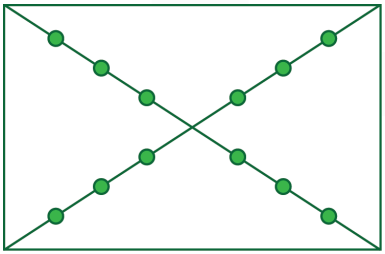
- **รูปแบบที่ 1 เก็บแบบสุ่มไม่มีระยะแน่นอน** แต่สุ่มให้กระจายตัวมากที่สุด การวางแนวเก็บตัวอย่างอาจกำหนดเป็นแนวเส้นทแยงมุมแปลง แนวซิกแซกแนวรูปตัว W



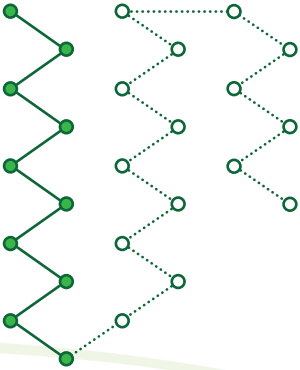
- **รูปแบบที่ 2 การเก็บแบบมีรูปแบบ** จะแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย เช่น แปลงละ 1 ไร่ และเก็บบริเวณกลางแปลงย่อย หรือมุมแปลงย่อย โดยให้มีจำนวนตัวอย่างรวมตามที่ต้องการ



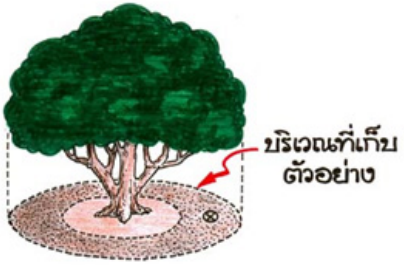
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดให้แต่ละจุดเก็บมีระยะห่างเท่าๆ กัน ในแนวตรงเหมาะสำหรับพื้นที่แปลงที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาว



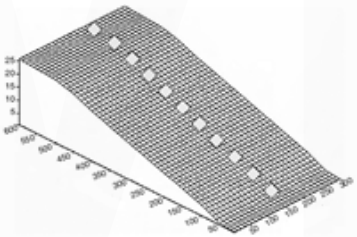
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดให้แต่ละจุดเก็บมีระยะห่างเท่า ๆ กัน ในแนวทะแยงมุมเหมาะ สำหรับพื้นที่แปลงที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



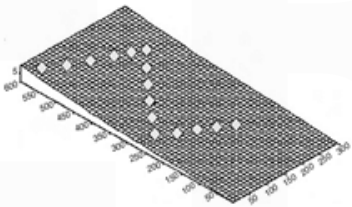
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละแปลงย่อยโดยมีระยะเท่ากัน และเดินเป็นรูปซิกแซกเหมาะสำหรับแปลงขนาดใหญ่ ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และแบ่งออกเป็นแปลงย่อย เพราะสามารถกำหนดจำนวนจุดในแต่ละแถวได้เหมาะสมกับพื้นที่



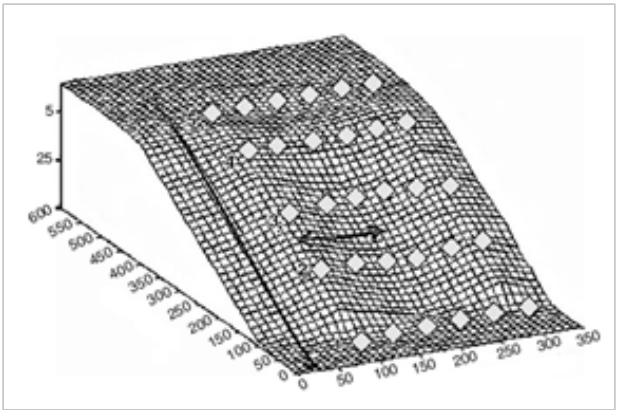
กรณีที่เป็นสวนไม้ผล ให้เก็บดินภายในทรงพุ่มต้นละจุดประมาณ 15 ต้น ในแต่ละแปลง



กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินในกรณีพื้นที่มีความลาดชันไม่มากนัก และลักษณะของดินหรือพื้นที่ไม่แตกต่างกันมาก



ในพื้นที่ลาดชันเล็กน้อย อาจกำหนดจุดเก็บแบบซิกแซกได้



กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามแนวระดับ ตามตัวอย่างภาพจะเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 5 ระดับ ระดับละ 6 จุดตัวอย่าง

2.2 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์สมบัติ

1) ก่อนขุดเพื่อเก็บตัวอย่างดินจะต้องถางหญ้า กวาดเศษพืช หรือวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกเสียก่อน (ห้ามแซะหรือปาดหน้าดินออก) การเก็บดินแต่ละจุดให้ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปลิ่มลึกประมาณ 30 ซม. หลังจากนั้นเก็บดิน โดยใช้พลั่วแซะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่น

หนาประมาณ 2-3 ซม. จนถึงก้นหลุม ดินที่ได้เก็บรวบรวมใส่ถุง หรือถังพลาสติก

2) คลุกเคล้าดินแต่ละแปลงที่เก็บมาให้เข้ากันแล้วเทลงบนผ้าพลาสติก ทำการคลุกเคล้าอีกครั้งโดยยกมุมผ้าพลาสติกทีละ 2 มุม ที่อยู่ตรงข้ามกัน ทำสลับมุมกัน 3-4 ครั้ง

3) หลังจากนั้นกองดินให้เป็นรูปฝาชี แล้วใช้มือตบยอดกองให้แบนราบ และใช้นิ้วมือขีดเป็นกากบาท (+) บนยอดกอง ซึ่งจะทำให้ดินถูกแบ่งแยกเป็น 4 ส่วน

4) เก็บตัวอย่างจากกองดินนี้เพียง 1 ส่วน ให้ได้ดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม หรือถ้าดินมีหินกรวดปนมาก อาจเก็บมา 1-2 กิโลกรัม ใส่ดินลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อส่งวิเคราะห์

5) เขียนป้ายเบอร์แปลง พร้อมรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับตัวอย่างดิน ผูกติดไว้กับถุงตัวอย่างดิน ป้ายนี้เกษตรกรควรทำไว้อีกชุดหนึ่งเก็บไว้ เพื่อป้องกันการลืม

2.3 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน

ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นรวมของดิน มีวิธีการเก็บตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.3.1 กลุ่มดินที่มีปริมาณกรวด-หินผสมน้อยกว่าร้อยละ 25

1) กลุ่มดินที่มีเนื้อดินหยาบ (ดินร่วนปนทราย ดินร่วน ดินร่วนเหนียว) เก็บโดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (ชนิดมาตรฐานจะมีความจุ 100 ลบ.ซม.) ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการเก็บตัวอย่างดิน ขนาดกว้างประมาณ 10 - 15 ซม.
- ตอกกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (ขนาดสูงประมาณ 7.5 ซม.)
- แซะหรือขุดตัวอย่างดินออกมา ปาดหัวท้ายให้เสมอกับขอบกระบอกเก็บตัวอย่างดิน
- นำตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก และเขียนรายละเอียดของตัวอย่างดิน ได้แก่ สถานที่เก็บ ระดับความลึก วันที่เก็บ
- นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักดินแห้ง (กรัม)
- นำไปคำนวณหาความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้สมการ

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของดิน}}{\text{ปริมาตรของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน}}$$

ปริมาตรกระบอกเก็บตัวอย่างดิน = 3.14 × (รัศมี)^2 × ความสูงของกระบอก

ที่มา: USDA-NRCS (2008)

2) กลุ่มดินเนื้อละเอียด (ดินเหนียว) ใช้สำหรับตัวอย่างดินที่เป็นก้อน มีเศษหินเจือปนไม่สามารถใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินได้ เลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทน เก็บตัวอย่างก้อนดินในระดับความลึกที่ต้องการ และนำมาวิเคราะห์ โดยแบ่งดินที่ผึ่งแห้งออกเป็น 2 ส่วน *ส่วนที่ 1* นำไปหาปริมาณน้ำในดินโดยน้ำหนัก โดยแยกตัวอย่างดินใส่ถุงหรือภาชนะที่ปิดสนิท เก็บไว้ในที่เย็นและมืด *ส่วนที่ 2* นำมาใช้หาความหนาแน่นรวมของดิน เก็บตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก และมีวัสดุกันกระแทก

ส่วนที่ 1 นำมาหาความชื้นในดิน

ชั่งถุงดิน/ภาชนะบรรจุพร้อมตัวอย่างดินก่อนอบ (ไม่เปิดฝา) ใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อยทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นเปิดถุง/ฝาภาชนะ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนัก ทำความสะอาดถุงพลาสติก/ภาชนะใส่ดิน อบแห้ง ชั่งน้ำหนัก คำนวณหาความปริมาณน้ำในดิน ดังนี้

ปริมาณน้ำในดิน = น้ำหนักดินเปียก - น้ำหนักดินแห้ง

น้ำหนักดินแห้ง = น้ำหนัก (ดิน+ถุง) หลังการอบ - น้ำหนักถุง

น้ำหนักดินเปียก = น้ำหนัก (ดิน+ถุง) ก่อนการอบ - น้ำหนักถุง

ส่วนที่ 2 นำมาหาความหนาแน่นรวมของดิน

นำตัวอย่างดินผึ่งแห้งมาผูกด้วยด้าย 2-3 เส้น ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดอย่างน้อยทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นนำตัวอย่างดินจุ่มลงในพาราฟินร้อน (อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) ยกขึ้นทิ้งไว้จนไม่มีพาราฟินหยด นำตัวอย่างดินที่เคลือบพาราฟินมาชั่งน้ำหนักในน้ำ สามารถคำนวณความหนาแน่นรวม ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินผึ่งแห้ง-ปริมาณน้ำในดิน}}{\text{(น้ำหนักดินผึ่งแห้ง+พาราฟิน) - น้ำหนักดินชุบพาราฟินในน้ำ - ปริมาตรพาราฟิน}}$$

$$\text{ปริมาตรพาราฟิน} = \frac{\text{น้ำหนักพาราฟินที่เคลือบ}}{\text{ความหนาแน่นพาราฟิน}}$$

2.3.2 กลุ่มดินที่มีปริมาณกรวด-หินผสมมากกว่าร้อยละ 25 เป็นการหาความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่เก็บตัวอย่าง มีขั้นตอน ดังนี้

- เตรียมกรอบไม้หรือพลาสติก ขนาดกว้าง 30 x 30 x 30 เซนติเมตร เจาะช่องตรงกลางเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร
- นำกรอบดังกล่าว วางลงบนพื้นที่ที่เตรียมไว้เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน
- ขุดเก็บตัวอย่างดินในช่องกลาง และเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดใส่ถุงพลาสติกไว้ ขุดจนได้ความลึกที่ต้องการ (ประมาณ 20-30 เซนติเมตร) แต่งขอบให้เรียบ
- นำถุงพลาสติกมาใส่ลงในหลุมที่ขุดไว้ กดปรับให้แนบกับผิวดินในหลุม

- ทำการตวงน้ำและกรอกลงไปในหลุมจนเต็มวัดปริมาตรน้ำที่กรอกจะได้ปริมาตรดินที่ขุดออกมา
- นำตัวอย่างดินไปอบแห้งที่ 105 องศา ชั่งน้ำหนักดิน
- ทำการร่อนตัวอย่างดินเพื่อแยกดินและกรวดออกจากกัน จากนั้นนำดินและกรวดที่แยกได้ไปชั่งหาหนักแห้ง และนำไปคำนวณหาความหนาแน่นรวม ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินแห้งหลังแยกกรวดออก}}{\text{ปริมาตรดิน - ปริมาตรกรวด}}$$

$$\text{ปริมาตรกรวด} = \frac{\text{มวลของกรวด}}{2.65}$$

3. สมการแอลโลเมตรี

การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ผลที่มีเนื้อไม้ทั้งในส่วนเหนือพื้นดินและใต้ดินในพื้นที่โครงการ สามารถประเมินได้จาการคำนวณโดยอาศัยสมการแอลโลเมตรี ทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงานภายใต้กิจกรรมโครงการ โดยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน สามารถนำหลักการ และสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้น ของโครงการประเภทป่าไม้และพื้นที่สีเขียว ดังที่ได้กล่าวในข้างต้น เป็นแนวทางในการคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนได้เช่นเดียวกัน

4. ค่าสัมประสิทธิ์

4.1 ปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยทำจากวัสดุอินทรีย์ มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตของพืช โดยอาจผลิตจากมูลสัตว์ เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลค้างคาว เศษวัสดุการเกษตร ซากต้นไม้ ใบไม้ หรือของเสียจากโรงงาน (บางประเภท) เป็นต้น โดยปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ จะมีปริมาณธาตุอาหารหลักเป็นองค์ประกอบ คือ ไนโตรเจน (Nitrogen; N) ฟอสฟอรัส (Phosphorus; P) และโพแทสเซียม (Potassium; K) ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 4

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ

(หน่วย : ร้อยละ)

ชนิดของปุ๋ย	ไนโตรเจน (N)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K)
ฟางข้าว	0.59	0.08	1.72
แกลบ	0.46	0.26	0.70
ละอองข้าว	2.71	0.68	0.59
ขี้เถ้าแกลบ	0.00	0.15	0.81
ใบเสียว	1.64	0.14	0.43
ใบกระถินณรงค์	1.58	0.10	0.40
ใบกระถินเทพา	1.09	0.03	0.06
ใบยูคาลิปตัส	0.68	0.07	0.03
ผักตบชวา	1.55	0.45	2.80
ใบฉำฉา	2.10	0.09	0.40

(หน่วย : ร้อยละ)

ชนิดของปุ๋ย	ไนโตรเจน (N)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K)
โสนอัฟริกัน	1.68	0.15	2.40
โสนอินเดีย	2.25	0.35	3.03
โสนไทย	2.06	0.44	1.90
โสนจีนแดง	2.25	0.34	2.34
ไมยราบไร้หนาม	1.04	0.04	1.03
ปอเทือง	1.98	0.30	2.41
ถั่วมะแฮะ	1.42	0.26	0.90
ถั่วพร้า	3.03	0.37	3.12
ถั่วพุ่ม	2.05	0.22	3.20
ถั่วเหลือง	2.71	0.56	2.47
ถั่วเขียว	1.85	0.23	3.00
กระถินยักษ์	3.70	0.24	1.88
ถั่วฮามาต้า	1.06	0.02	0.97
ถั่วลาย	1.60	0.04	1.32
คุดซู่	1.94	0.02	0.97
คาโลโปโกเนียม	1.11	0.03	0.82
ซังข้าวโพด	1.78	0.25	1.53
ต้นข้าวโพด	0.71	0.11	1.38
ต้นมันสำปะหลัง	1.23	0.24	1.23

(หน่วย : ร้อยละ)

ชนิดของปุ๋ย	ไนโตรเจน (N)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K)
แหนแดง	3.30	0.57	1.23
กากส่าเหล้า	2.06	0.17	1.03
กากของเสียจากระบบบำบัดจากโรงงานน้ำตาล	1.01	2.41	0.44
กากของเสียจากระบบบำบัดของโรงงานสุรา	5.94	0.56	0.50
กากละหุ่งจากโรงงานน้ำมันละหุ่ง	5.26	1.12	0.58
มูลวัว	1.10	0.40	1.60
มูลควาย	0.97	0.60	1.66
มูลสุกร	0.60	0.50	1.00
มูลไก่	2.42	6.29	2.11
มูลเป็ด	1.02	1.84	0.52
มูลค้างคาว	1.54	14.28	0.60
ปุ๋ยหมักฟางข้าว	1.34	0.53	0.97
ชานอ้อย	0.60	0.24	0.47
ปุ๋ยหมักกากอ้อย	0.56	1.51	1.97
เปลือกถั่วลิสง	1.04	0.06	0.77
ตอซังถั่วลิสง	1.74	0.11	0.52

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2543)

4.2 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดิน

ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดิน (Relative Stock Change Factor; F) ของพื้นที่ดำเนินโครงการเป็นค่าคงที่สำหรับประมาณปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพื้นที่โดยประเมินจากรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการพื้นที่ดำเนินโครงการ โดย IPCC (2006) ได้กำหนดค่าดังกล่าวเป็น 3 ด้านหลักๆ ประกอบด้วย

4.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน (F_{LU})

เป็นค่าสัมประสิทธิ์จากประเภทการใช้ที่ดินต่างๆ ที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยการใช้ที่ดินแต่ละประเภทจะส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนในดินที่สะสมได้ต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน (F_{LU})

พื้นที่	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
พื้นที่เพาะปลูกระยะยาว	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.58	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยพืชที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.48	
นาข้าว	ทุกประเภท	1.10	ใช้สำหรับพื้นที่ที่เป็นนาข้าวมามากกว่า 20 ปี รวมถึงพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดอื่นระหว่างช่วงที่ไม่ได้มีการทำนาด้วย
พื้นที่เพาะปลูกพืชทางการเกษตรที่มีอายุหลายปี	ทุกประเภท	1.00	ตัวอย่างเช่น สวนผลไม้ กาแฟ และ โกโก้ เป็นต้น
พื้นที่อนุรักษ์ทางการเกษตร	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.93	ใช้สำหรับพื้นที่การเกษตรที่ใช้ในเชิงของการอนุรักษ์ระบบนิเวศ หรือการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น พื้นที่ปลูกหญ้า หรือแฝก เป็นต้น ซึ่งไม่ได้ใช้สำหรับปลูกพืชทางการเกษตร
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.82	

ที่มา : IPCC (2006) Table 3.3.4 Relative stock change factor (F_{LU}, F_{MG}, and F_I) (over 20 years) for different management activity on cropland

4.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน (F_{MG})

เป็นค่าสัมประสิทธิ์จากวิธีการจัดการดินของพื้นที่โครงการที่ส่งผลต่อศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดิน รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน (F_{MG})

รูปแบบ	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบ	ทุกประเภท	1.00	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบตามการดำเนินงานปกติของโครงการ
มีการลดการไถพรวน	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.09	ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีการลดการไถพรวนลงจากการดำเนินงานปกติ
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.15	
ไม่มีการไถพรวน	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.17	ใช้สำหรับพื้นที่ที่ทำการปลูกโดยที่ไม่มีการไถพรวน สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชได้
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.22	

ที่มา : IPCC (2006) Table 3.3.4 Relative stock change factor (F_{LU}, F_{MG}, AND F_I) (over 20 years) for different management activity on cropland

4.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่ใส่ลงในดิน (F_I)

เป็นค่าสัมประสิทธิ์จากระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดินของพื้นที่โครงการที่ส่งผลต่อศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยจะขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุที่ใส่ในพื้นที่โครงการ เช่น ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก หรือ ปุ๋ยคอก เป็นต้น รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่ใส่ลงในดิน (F_I)

รูปแบบ	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.95	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีเศษซากพืชที่เหลืออยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ โดยมีการนำเศษซากพืชออกจากพื้นที่โครงการ (ด้วยวิธีการเผาหรือเก็บออกนอกพื้นที่)
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.92	
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับปานกลาง	ทุกประเภท	1.00	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่โครงการ หรือหากมีการนำเศษซากพืชออกก็มีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมในพื้นที่ รวมไปถึงการปลูกพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนในระหว่างรอบการปลูกพืชด้วย

รูปแบบ	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับสูง (ไม่รวมปุ๋ยจากมูลสัตว์)	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.04	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชไว้ในพื้นที่และมีการใส่เพิ่มเติมมากกว่าในระดับปานกลาง หรือเป็นการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินด้วย
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.11	
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับสูง (รวมปุ๋ยจากมูลสัตว์)	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.37	ใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชไว้ในพื้นที่และมีการใส่เพิ่มเติมมากกว่าในระดับปานกลาง หรือเป็นการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และใช้ปุ๋ยจากมูลสัตว์ด้วย
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.44	

ที่มา : IPCC (2006) Table 3.3.4 Relative stock change factor (F_{LU}, F_{MG}, and F_I) (over 20 years) for different management activity on cropland

4.3 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Specific Energy หรือ Calorific Value)

เป็นปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นๆ 1 หน่วยมวล (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งและของเหลว) หรือ 1 หน่วยปริมาตร (สำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ) เมื่อเผาไหม้หมดอย่างสมบูรณ์ เราสามารถวิเคราะห์ได้โดยนำเชื้อเพลิงไปเผาในเครื่อง Bomb Calorimeter และบันทึกอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น ค่าความร้อนอาจรายงานเป็นหน่วยต่างๆ กันแล้วแต่ประเทศที่ใช้ เช่น เมกกะจูล/กิโลกรัม, บีทียู/ปอนด์, แคลอรี่/กรัม หรือ กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม เป็นต้น

ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value (Low Heating Value)) หมายถึง ค่าความร้อนที่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ ซึ่งจะเท่ากับค่า Gross Calorific Value ลบด้วยค่าความร้อนแฝงของไอน้ำคูณน้ำหนักน้ำทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิง ซึ่งค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง รายละเอียดดังตารางที่ 8

4.4 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิง

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิง (Emission factor of fuels) คือ ค่าที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูลกิจกรรมการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เพื่อคิดเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมการใช้เชื้อเพลิงนั้นๆ โดยการนำปริมาณพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงนั้น ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงสามารถดูได้จากตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความร้อนสุทธิและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิง

ชนิดของเชื้อเพลิง	ค่าความร้อนสุทธิ[1] (Net Calorific Value) (MJ/Liter)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก[2] (Emission Factor) ($kgCO_2/TJ$)
น้ำมันเบนซินหรือก๊าซโซลีน (Motor Gasoline)	31.48	69,300
น้ำมันก๊าด (Kerosene)	34.53	71,900
น้ำมันดีเซล (Gas/Diesel Oil)	36.42	74,100

ชนิดของเชื้อเพลิง	ค่าความร้อนสุทธิ[1] (Net Calorific Value) (MJ/Liter)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก[2] (Emission Factor) ($kgCO_2/TJ$)
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gases)	26.62	63,100

ที่มา : [1] รายงานพลังงานของประเทศ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

[2] IPCC (2006) Table 1.4 Defaul CO_2 Emission Factor For Consumption

5. เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2543. เอกสารทางวิชาการเรื่องการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว รวบรวมและเรียบเรียงโดย นายประเสริฐ สองเมือง กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

คณะเกษตร. 2557. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (แหล่งที่มา: http://www.soiltest-ku.agr.ku.ac.th/ index.php?option=com_content&view=article&id=17:2010-03-01-06-18-21&catid=5:preparation&Itemid=27)

อุษา กลิ่นหอม, ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ, พรชัย อุทรักษ์, ฤทธิรงค์ จังโกฏิ, เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ และ คมกริช วงศ์ภาคำ. 2554. การชดเชยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคป่าไม้. รายงานฉบับสมบูรณ์ภาย

ใต้แผนงานวิจัยเรื่องการศึกษาวิธีการตรวจวัดการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ปลุกป่าและพื้นที่ฟื้นฟูสภาพป่า เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). กรุงเทพฯ. 220 หน้า

Carter, M.R. and Gregorich E.G., 2007. Soil Sampling and Method of Analysis. 2nd Edition. Canadian Society of Soil Science. 1263 pp.

Colorado State University, n.d.. Available Source: http://www.nrel.colostate.edu/asset/nrel_files/projects/ghg-act/img/ghg_cycle.jpg, December 30,2014.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.

Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1965. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. Nature and life in SE Asia 1: 21-157.

Pibumrung, P., N.Gajaseni, and A. Popan. 2008. Profiles of Carbon Stocks in Forest, Reforestation and Agricultural Land, Northern Thailand. Journal of Forestry Research (2008) 19(1): 11-18.

UNFCCC. 2008. Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Technical paper. Available Source: unfccc.int/resource/docs/2008/tp/08.pdf, December 30, 2014.

United state Department of Agriculture (USDA): Natural Resource Conservation Service (NRCS)., 2008. Soil Bulk Density: Moisture/Aeration. Guides for Educators. 9 pp.

บันทึก

บันทึก

บันทึก

สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผล

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

โทรศัพท์: 0 2141 9841-9 โทรสาร: 0 2143 8404 อีเมล: tver@tgo.or.th

http://ghgreduction.tgo.or.th/t-ver

ISBN 978-616-91798-3-2

หนังสือเล่มนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์
โดยดำเนินการชดเชยคาร์บอนเครดิตจากโครงการ T-VER