



คู่มือ

การประเมินการดูดกลับ
ก๊าซเรือนกระจก
ในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

ระดับเมืองและจังหวัด





ชื่อหนังสือ : คู่มือการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

จัดทำโดย : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2569

ที่ปรึกษา : นายรองเพชร บุญช่วยดี

รองผู้อำนวยการ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

นายจักรพงษ์ แยมยิ้ม

ผู้อำนวยการ

สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ

ผู้เรียบเรียง : นางสาวรัชพร สิงขโรทัย

นักวิชาการชำนาญการพิเศษ

นางสาวดวงกมล พฤทธิธโนปจัย

นักวิชาการชำนาญการ

นางสาวสิรินทร อุบล

นักวิชาการ

นางสาวรสา แสงจันทร์

นักวิชาการ

นางสาวณิกานต์ ช้างพลาย

ผู้ช่วยนักวิชาการ

สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ

คำนำ

คู่มือการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวระดับเมืองและจังหวัด ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางเชิงปฏิบัติสำหรับหน่วยงานภาครัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม ในการวิเคราะห์ ศึกษา และประเมินศักยภาพการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากทรัพยากรป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในระดับเมืองและจังหวัด คู่มือฉบับนี้ยังได้รวบรวมหลักเกณฑ์ วิธีการ และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากป่าไม้และพื้นที่สีเขียว เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ สามารถประเมินค่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ภายใต้กรอบความตกลงปารีส เชื่อมโยงกับเป้าหมายระดับชาติ เช่น NDC Roadmap เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจเชิงนโยบายอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การจัดทำคู่มือได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริง และเป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และขับเคลื่อนประเทศไทยสู่สังคมคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

อธิธานศัพท์และคำย่อ	I
หัวข้อที่ 1 กรอบแนวคิด	1
• นิยามป่าไม้	2
• การจำแนกประเภทป่าไม้ในประเทศไทย	5
• ลักษณะและความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง	17
• นิยามของประเภทกลุ่มพรรณไม้	22
หัวข้อที่ 2 สถานการณ์และนโยบายป่าไม้ของประเทศไทย	25
• สถานการณ์และแนวโน้มพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย	26
• นโยบายและกรอบการจัดการพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ	28
• สถานการณ์โลกต่อการจัดการป่าไม้ของไทย	33
• ข้อมูลการดูดกลืนและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้ ของประเทศไทย	34
หัวข้อที่ 3 วิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจก	37
• แหล่งกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้	39
• แนวทางการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้ และพื้นที่สีเขียว	44
• วิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้ และพื้นที่สีเขียว	46
• ข้อเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติสำหรับเขตเมืองและจังหวัด	82
• แนวทางการดูดกลืนคาร์บอนในรูปแบบอื่น	83

สารบัญ

หน้า

หัวข้อที่ 4 การทวนสอบและการติดตามผล	89
• การทวนสอบและการติดตามผลในระดับเมืองและจังหวัด	91
ตามแนวทาง GPC	
• การทวนสอบและการติดตามผลในระดับโครงการ	96
หัวข้อที่ 5 สรุปผล	99
เอกสารอ้างอิง	101
ภาคผนวก	110

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1	ประเภทป่าในประเทศไทย	5
รูปที่ 2	ป่าเต็งรัง บริเวณอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา	6
รูปที่ 3	ป่าผสมผลัดใบ (ป่าเบญจพรรณ)	7
รูปที่ 4	ป่าดิบชื้นในสวนพฤกษศาสตร์ จังหวัดตรัง	8
รูปที่ 5	ป่าดิบแล้ง บริเวณอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา	9
รูปที่ 6	ป่าดิบเขาต่ำ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่	10
รูปที่ 7	กุหลาบพันปี ในป่าดิบเขาระดับสูง พื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่	11
รูปที่ 8	ป่าสนผสมป่าดิบเขา	12
รูปที่ 9	ป่าชายเลนมีโกงกางใบใหญ่เป็นไม้เด่น	12
รูปที่ 10	ป่าพรุ	13
รูปที่ 11	ป่าชายหาด พื้นที่จังหวัดตราด	14
รูปที่ 12	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	18
รูปที่ 13	พื้นที่สีเขียวรกรงประโยชน์ในสถาบัน	19
รูปที่ 14	พื้นที่สีเขียวที่เป็นรั้วตามแนวสาธารณูปการตามแนวและเส้นสัญจรสาธารณะ	19
รูปที่ 15	พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจของชุมชน	20
รูปที่ 16	พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ พื้นที่ที่มีอยู่ตามธรรมชาติดั้งเดิม	21
รูปที่ 17	หญ้าทะเล (Seagrass)	23
รูปที่ 18	พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516–2567 (ล้านไร่)	27
รูปที่ 19	แผนที่สภาพพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2567	27
รูปที่ 20	แหล่งกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้	40

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 21	แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามคู่มือ GPC	48
รูปที่ 22	การแบ่งประเภทป่าตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ	51
รูปที่ 23	การแบ่งเขตนิเวศวิทยาโลก (Global ecological zone: GEZ map) ของปี ค.ศ. 2010	53
รูปที่ 24	การแบ่งพื้นที่ตามประเภทโครงการ Standard T-VER	60
รูปที่ 25	การแบ่งพื้นที่ตามประเภทโครงการ Premium T-VER	66
รูปที่ 26	ขอบเขตพื้นที่โครงการที่เป็นแปลงย่อย	68
รูปที่ 27	การวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดิน และ การวัดความสูงด้วยเครื่องมือ Haga Altimeter	77
รูปที่ 28	ตำแหน่งการวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ในพื้นที่สำรวจ	78
รูปที่ 29	เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage: CCS)	84
รูปที่ 30	เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนโดยตรงจากอากาศ (Direct Air Capture: DAC)	85
รูปที่ 31	กระบวนการผลิตไบโอชาร์ (Biochar)	87
รูปที่ 32	กระบวนการ MRV ตามรูปแบบของ GPC	91
รูปที่ 33	โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชี ก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน	92
รูปที่ 34	รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน	94
รูปที่ 35	กระบวนการ MRV ตามการดำเนินโครงการ T-VER	97
รูปที่ 36	กระบวนการ MRV ตามการดำเนินโครงการ LESS	98

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	การจำแนกประเภทป่าตามภูมิภาคและจังหวัด	15
ตารางที่ 2	พื้นที่ป่าปกคลุมและปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ พ.ศ. 2567	35
ตารางที่ 3	ข้อมูลสมการแอลโลเมตรีสำหรับกลุ่มชนิดไม้ในโครงการ LESS	79



อภิธานศัพท์และคำย่อ

1. อภิธานศัพท์

คำศัพท์	ความหมาย
1. เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (Diameter at Breast Height: DBH)	เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้วัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน
2. ต้นไม้ (Tree)	ต้นไม้ หรือ ไม้ยืนต้นที่มีเนื้อไม้ และอายุยืนยาวหลายปี มีความสูงเกิน 1.30 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร ตั้งแต่ 4.50 เซนติเมตรขึ้นไป
3. ไม้หนุ่ม (Sapling)	ต้นไม้ที่เป็นไปตามคำจำกัดความของต้นไม้ ซึ่งมีความสูงเกิน 1.30 เมตร แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร น้อยกว่า 4.50 เซนติเมตร
4. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass)	น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล รวมทั้งไม้หนุ่มและไผ่
5. มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass)	น้ำหนักแห้งของส่วนของต้นไม้ที่อยู่ใต้ดิน
6. ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	การประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของต้นไม้ ซึ่งประเมินจากกลไกธรรมชาติของพืช โดยพืชจะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากบรรยากาศ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ที่เป็นกระบวนการพื้นฐานในการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในรูปสารอนินทรีย์ให้กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์

คำศัพท์	ความหมาย
	และกักเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพของพืช ทั้งในส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (ลำต้น กิ่ง ใบ) และส่วนที่อยู่ใต้พื้นดิน (ราก)
7. สมการแอลโลเมตรี	สมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ซึ่งใช้คำนวณน้ำหนักแห้งของต้นไม้
8. คาร์บอนในดิน	การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ที่สะสมในดินในรูปของคาร์บอนอินทรีย์
9. ดิน	วัฏธรรรมชาติที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บาง ๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรีย์วัตถุผสมคลุกเคล้ากัน โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้ - อนินทรีย์วัตถุ (Mineral Matter) ได้แก่ ส่วนของแร่ธาตุต่าง ๆ ภายในหินซึ่งผุพังสักร่อนเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย โดยทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวเคมี - อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ได้แก่ ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ที่ทับถมกัน - น้ำ ในสารละลายซึ่งพบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน หรืออนุภาคดิน - อากาศ อยู่ในที่ว่างระหว่างเม็ดดินหรืออนุภาคดิน ก๊าซส่วนใหญ่ที่พบทั่วไปในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์
10. ไม้ตาย (Dead Wood)	ต้นไม้ที่ล้มตายหรือยืนต้นตาย
11. เศษซากพืช (Litter)	ส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่ร่วงหล่นสู่ดิน ได้แก่ กิ่ง ก้าน ใบ ดอก และผล

2. คำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
ABG	Aboveground Biomass มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
BLG	Belowground Biomass มวลชีวภาพใต้พื้นดิน
CF	Carbon Fraction ค่าสัดส่วนของคาร์บอน
CO ₂	Carbon Dioxide ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
DBH	Diameter at Breast Height เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก
GPC	Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories กรอบมาตรฐานสากลสำหรับเมืองในการประเมิน และรายงาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
MRV	Measurement, Reporting and Verification การตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ
tCO ₂ eq	Tons of Carbon Dioxide Equivalent ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

หัวข้อที่ 1

กรอบแนวคิด



หัวข้อที่ 1

กรอบแนวคิด

/// นิยามป่าไม้ ///

นิยามของป่าไม้ ตามกรอบสากลขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 2020) ป่าไม้ หมายถึง พื้นที่มากกว่า 0.50 เฮกตาร์ ที่มีต้นไม้สูงกว่า 5 เมตร และมีเรือนยอดปกคลุมมากกว่าร้อยละ 10 หรือมีศักยภาพที่จะเติบโตถึงระดับดังกล่าว โดยไม่ได้ถูกใช้เป็นกิจกรรมทางเกษตรกรรมหรือการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เป็นหลัก โดยส่วนนี้เป็นนิยามพื้นฐานที่องค์กรระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) และโครงการคาร์บอนเครดิตระดับโลก เช่น VERRA และ Gold Standard ใช้อ้างอิงเป็นมาตรฐานเบื้องต้น

ขณะที่ ความหมายของคำว่า Forest ตามรายงาน IPCC (2006) ระบุคำอธิบายว่า เป็นพื้นที่ที่มีขนาดมากกว่า 0.50 เฮกตาร์ มีต้นไม้สูงกว่า 5 เมตร และมีเรือนยอดปกคลุมมากกว่าร้อยละ 10 หรือต้นไม้ที่สามารถเติบโตจนถึงเกณฑ์เหล่านี้ได้ในพื้นที่เดิม ไม่รวมพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือเขตเมืองเป็นหลัก

การกำหนดว่าเป็นป่าไม้หรือไม่นั้น ต้องพิจารณาจากทั้งการมีต้นไม้และการไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นเป็นหลัก ต้นไม้ควรสามารถเติบโตจนถึงความสูงอย่างน้อย 5 เมตรได้ในพื้นที่เดิม รวมถึงพื้นที่ที่อยู่ระหว่างการปลูกป่าที่ยังไม่ถึงเกณฑ์เรือนยอดปกคลุมร้อยละ 10 และความสูงของต้นไม้ 5 เมตร ตลอดจนพื้นที่ที่ไม่มีต้นไม้ชั่วคราว อันเนื่องมาจากการแทรกแซงของมนุษย์ หรือภัยธรรมชาติซึ่งคาดว่าจะฟื้นฟูดังเดิม หรือเกิดขึ้นเองได้นอกจากนี้ยังรวมถึงพื้นที่ที่มีไม้และปาล์มที่เป็นไปตามเกณฑ์ความสูงและเรือนยอดปกคลุม

ถนนในป่า แนวกันไฟ และพื้นที่โล่งขนาดเล็กอื่น ๆ ป่าในอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์ธรรมชาติ และพื้นที่คุ้มครองอื่น ๆ เช่น พื้นที่ที่มีความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม แนวกันลม แนวต้นไม้ และแนวต้นไม้ที่มีพื้นที่มากกว่า 0.50 เฮกตาร์ และความกว้างมากกว่า 20 เมตร สวนป่าที่ใช้เพื่อการป่าไม้หรือการป้องกันเป็นหลัก เช่น สวนยางพารา ไม่รวมถึง ป่าไม้ในระบบการผลิตทางการเกษตร เช่น ในสวนผลไม้และระบบวนเกษตร แต่จะไม่รวมถึงต้นไม้ในสวนสาธารณะและสวนในเมือง (ซึ่งในรายงาน IPCC นี้ จัดกลุ่มไม้ในเมือง ไว้ในกลุ่ม Other land with tree cover)

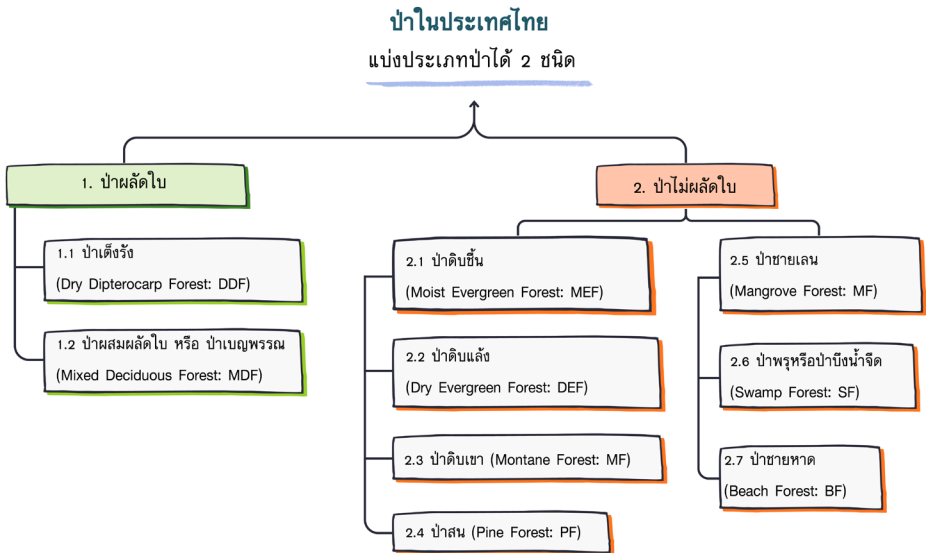
ความหมายของป่าไม้แตกต่างกันไปตามมติทางกฎหมาย การบริหารจัดการ และนิเวศวิทยา โดยทั่วไปหมายถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณไม้ขึ้นหนาแน่นและความหลากหลายทางชีวภาพสูง ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ในประเทศไทย เมื่อแบ่งตามบริบททางด้านกฎหมายตาม พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 คำว่า ป่า หมายความว่า ที่ดินที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามกฎหมายที่ดิน ขณะที่ความหมายตาม พระราชบัญญัติ ป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 ป่า หมายความว่า ที่ดินรวมตลอดถึง ภูเขา ห้วย หนอง คลอง บึง บาง ลำน้ำ ทะเลสาบ เกาะ และที่ชายทะเลที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามกฎหมายที่ดิน และความหมายตาม นโยบายป่าไม้ พ.ศ. 2568 ป่า หมายถึง พื้นที่ปกคลุมของพืชพรรณที่สามารถจำแนกได้ว่ามีไม้ยืนต้นปกคลุมเป็นผืนต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3.125 ไร่ (0.05 เฮกตาร์)

นอกจากนี้ ในทางนิเวศวิทยา ระบบนิเวศป่าไม้ หมายถึง ระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ส่วนคำว่า ป่าไม้ หมายถึง กลุ่มของพืชที่มี ต้นไม้ หรือ พืชยืนต้นอื่น ๆ ขึ้นเป็นพืชเด่นและปกคลุมพื้นที่อยู่โดยทั่วไป ซึ่งมีพื้นที่กว้างมากพอที่จะทำให้เกิดสภาวะของลมฟ้าอากาศเฉพาะ และสภาพทางนิเวศวิทยาอย่างหนึ่งที่แตกต่างจากพื้นที่บริเวณอื่น หรือ หมายถึง สิ่งมีชีวิตของต้นไม้และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่ต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยมีการปกคลุมพื้นที่อันกว้างใหญ่มีการใช้อากาศ น้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน เพื่อการเจริญเติบโตถึงอายุขัยและมีการสืบต่อพันธุ์ต่อไป ทั้งยังให้ผลผลิตและคุณประโยชน์ที่จำเป็นต่อมนุษย์ (Kreb, 1999)

นิยามป่าไม้ตามโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) และ โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (LESS)

ตามมาตรฐานโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) ได้กำหนดนิยามพื้นที่ป่าไม้ในโครงการ T-VER พื้นที่โครงการต้องเป็นพื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่า มีพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 1 ไร่ ความหนาแน่นเรือนยอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 และต้นไม้เมื่อโตเต็มที่สูงเกิน 3 เมตร อย่างน้อยเป็นเวลา 10 ปี ซึ่งระบุเป็นเงื่อนไขโครงการ ระเบียบวิธีการ T-VER-P-METH-13-03 ของ อบก. (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2566) และโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) ในกรณีขนาดพื้นที่ไม่ได้มีการกำหนดพื้นที่ขั้นต่ำที่แน่ชัดเหมือน T-VER สามารถเป็นป่าในเมือง และสวนป่าขนาดเล็ก ความสูงของต้นไม้ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 1.30 เมตร มีเส้นรอบวงต้นไม้ที่ระดับอก ตั้งแต่ 15 เซนติเมตร โครงการ LESS ถูกออกแบบมาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมขนาดเล็ก สร้างการมีส่วนร่วมเพื่อเตรียมความพร้อมและสร้างความคุ้นเคยกับการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ก่อนขยายไปสู่มาตรฐานที่สูงขึ้นอย่าง T-VER สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์ม ไปที่เว็บไซต์ ghgreduction.tgo.or.th องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. เกณฑ์นี้ใช้เพื่อระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพในการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับโครงการลดหรือชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

ป่าไม้ในประเทศไทยจัดเป็น ป่าโซนร้อนเขตรมรุ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1) ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด สามารถแบ่งประเภทได้ 2 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบหรือเบญจพรรณ และ 2) ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest) มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด สามารถแบ่งประเภทได้ 7 ชนิด คือ ป่าสน ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน ป่าชายหาด และป่าพรุ รวมชนิดของป่าไม้ในประเทศไทยมีทั้งหมด 9 ชนิด (ดอกกรัก และ อุทิศ, 2552)



รูปที่ 1 ประเภทป่าในประเทศไทย

1. ป่าผลัดใบ (Deciduous Forests) หมายถึง เป็นป่าไม้ที่ผลัดใบตามฤดูกาล มีการร่วงหล่นของใบพร้อมกันทั้งต้นและทั้งป่า พบทั่วไปในภูมิภาคที่มีช่วงฤดูแล้งยาวนาน การทิ้งใบของต้นไม้ทั้งป่าเป็นการลดการสูญเสียน้ำและเป็นการปรับตัวตามธรรมชาติของพรรณไม้เพื่อให้สามารถคงอยู่ได้ในสภาวะที่มีน้ำในดินน้อยในช่วงฤดูแล้ง นับตั้งแต่เดือนธันวาคมจนถึงพฤษภาคม อย่างไรก็ตามเวลาของการทิ้งใบและผลิใบของพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณมักจะมีคามผันแปรไปตามพื้นที่ ขึ้นอยู่กับสภาพความชุ่มชื้นของพื้นที่และพันธุ์ไม้เด่นที่ขึ้นอยู่ โดยทั่วไปป่าผลัดใบในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบหรือ เบญจพรรณ

1.1) ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest: DDF) หรือป่าแดง ป่าโคก และป่าแพะ มักพบขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปทางภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินในป่ามักจะเป็นดินลูกรังมีไม้เต็งและรังขึ้นอยู่เป็นพันธุ์ไม้เด่นอยู่หนาแน่นทั่วไป ประเทศไทยมีป่าชนิดนี้กระจายอยู่เป็นพื้นที่บริเวณกว้างกว่าป่าชนิดอื่น โดยพบตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีขึ้นไปทางภาคเหนือ เราจึงพบป่าเต็งรังได้ทั้งในพื้นที่ต่ำ พื้นที่ดอน และพื้นที่สูง สามารถพบทั้งในพื้นที่ราบและบนภูเขาที่เป็นพื้นที่แห้งแล้งมาก สามารถขึ้นได้บนลานหินที่เป็นหินแกรนิต หินทรายหรือศิลาแลง และหินปูน บางพื้นที่เป็นดินทรายร่วนลึกหรือดินสีเหลืองปนแดง หรือ ดินลูกรัง ป่าเต็งรังที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์นั้นเหลืออยู่ในเขตป่าอนุรักษ์บางแห่ง ตัวอย่างเช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี อุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดลำพูน เป็นต้น (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ป่าเต็งรัง บริเวณอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา

1.2) ป่าผสมผลัดใบ หรือ ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest: MDF)

ป่าผสมผลัดใบ หรือ ป่าเบญจพรรณ เป็นป่าไม้ที่มีพันธุ์ไม้เด่นหลายชนิดและพันธุ์ไม้ในหลายวงศ์ขึ้นอยู่ปะปนกัน เมื่อพิจารณาจากชื่อคำว่า เบญจพรรณ เนื่องมาจากในอดีตพบพันธุ์ไม้เด่น 5 ชนิด คือ สัก แดง ประดู่ มะค่าโมง และชิงชัน เป็นต้น ซึ่งจะมีการผลัดใบทั้งในช่วงฤดูแล้ง มีพันธุ์ไม้ผลัดใบหลายชนิดขึ้นปะปนกันอยู่ ได้แก่ ไม้สัก ตะแบกเลือด สมอพิเภก สมอไทย ตะแบกเปลือกบาง เสลา มะกอกเกลื้อน ขางหัวหมู แดง ประดู่ เป็นต้น ลักษณะทั่วไปเป็น ป่าค่อนข้างรกทึบ พื้นที่ป่าส่วนใหญ่มักมีไผ่หลายชนิดขึ้นปะปนอยู่หนาแน่น ในฤดูแล้งต้นไม้จะทิ้งใบหมดต้นทั้งป่า ดินในป่ามักเป็นดินร่วนปนทราย ลักษณะของดินผืนแปรไปตามพื้นที่ ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงมาก เป็นป่าที่พบมากในภาคเหนือและภาคกลาง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือขึ้นพบในบางจังหวัด (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ป่าผสมผลัดใบ (ป่าเบญจพรรณ)
(ภาพโดย ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร คำยอง)

2 ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forests) เป็นป่าที่มีความชุ่มชื้นตลอดปี ต้นไม้ส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ไม่ผลัดใบทั้งต้นในฤดูแล้ง มักพบในเขตที่มีความชื้นสูง โดยทั่วไปป่าไม่ผลัดใบแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามสภาพภูมิอากาศและลักษณะทางภูมิประเทศ

2.1) ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest: MEF) ป่าดิบชื้น หรือ ป่าดงดิบชื้น หรือป่าฝนเขตร้อน บางครั้งเรียกว่า Tropical rain forest พบมากทางภาคใต้และภาคตะวันออก เป็นป่าที่รกทึบมากกว่าป่าชนิดอื่น ๆ ประกอบด้วยชนิดพืชพันธุ์ไม้มากมาย ความแน่นทึบของป่าไม่ทำให้แสงส่องลงไปยังพื้นป่าได้น้อย พันธุ์ไม้เด่นที่ใช้บ่งชี้เป็นป่าดิบชื้นคือ วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ สกุลไม้ยาง (*Dipterocarpus*) และสกุลไม้ตะเคียน (*Hopea*) มีความสูง 30-50 เมตร จึงเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่มาก ไม้ชั้นเรือนยอดรอง ถัดลงมาเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดเล็กที่สามารถเจริญเติบโตภายใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ได้ดี ซึ่งรวมถึงไม้ตระกูลปาล์ม (Arecaceae) ชนิดต่าง ๆ ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก ต้นระกำ หวาย กระวาน ข่าป่า ไม้ชนิดต่าง ๆ บนต้นไม้ใหญ่มักจะมีพืชอิงอาศัย (Epiphytes) เช่น เฟิร์น ขยายพันธุ์ สีสาด มอส และกล้วยไม้ชนิดต่าง ๆ (รูปที่ 4) เช่น ป่าดิบชื้นในอุทยานแห่งชาติ เขาลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ป่าดิบชื้นในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัด ยะลา และนราธิวาส



รูปที่ 4 ป่าดิบชื้นในสวนพฤกษศาสตร์ จังหวัดตรัง

2.2) ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest: DEF) ป่าดิบแล้ง หรือ ป่าดงดิบแล้ง จัดเป็นชนิดย่อย ของป่าดิบชื้นเพราะชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน แต่มีจำนวน ชนิดพันธุ์และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้น้อยกว่า สภาพป่าในช่วงฤดูแล้งจะแห้ง แต่ไม่มีไฟป่า (รูปที่ 5) พันธุ์ไม้หลายชนิดที่สามารถขึ้นอยู่ทั้งในป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้งและ ป่าดิบเขา เช่น ทะโล้ อบเชย เป็นต้น ไม้ก่อบางชนิดสามารถพบในป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้ง ป่าดิบแล้งพบกระจายอยู่ทั่วไปตามที่ราบลุ่มภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ ภาคเหนือ มักจะพบตามหุบเขาหรือ ริมน้ำ เช่น บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา อุทยานแห่งชาติดอยชมพูกา จังหวัดน่าน เป็นต้น ในภาคเหนือ พบมากในพื้นที่จังหวัดน่าน แต่ในปัจจุบันป่าดิบแล้งจะเหลืออยู่เฉพาะบริเวณตามหุบเขาที่ ขึ้นหรือบริเวณตามแนวลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปี พันธุ์ไม้เด่นที่ใช้บ่งชี้เป็นป่าดิบแล้งคือ วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ สกุนไม้ยาง (*Dipterocarpus*) และสกุนไม้ตะเคียน (*Hopea*) พันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้งมีทั้งชนิดที่ผลัดใบและไม่ผลัดใบขึ้นปะปนกัน ไม้ยางที่พบใน ป่าดิบแล้ง ได้แก่ ตะเคียนทอง กระบาก หาด มะม่วงป่า ลำไยป่า เป็นต้น ส่วนพันธุ์ไม้ ผลัดใบที่ขึ้นอยู่ ได้แก่ ไม้วงศ์ตะแบก (*Lythraceae*) เช่น ตะแบกใหญ่ ตะแบกเปลือกบาง เสลา เป็นต้น



รูปที่ 5 ป่าดิบแล้ง บริเวณอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

2.3) ป่าดิบเขา (Montane Forest: MF) ป่าชนิดนี้พบตามภูเขาสูงในภาคเหนือ เป็นส่วนใหญ่ มีการกระจายอยู่บ้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ภูหลวง ภูเรือ ในจังหวัดเลย เป็นต้น ในภาคเหนือจะพบป่าดิบเขาตามพื้นที่สูงทั่วไป เช่น ดอยอินทนนท์ ดอยสุเทพ-ปุย ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย ดอยขุนตาล จังหวัดลำพูน ดอยชมพูกา จังหวัดน่าน เป็นต้น ในภาคใต้พบที่เขาลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นป่าไม้ผลัดใบที่ขึ้นอยู่บนพื้นที่สูง ป่าประเภทนี้สามารถแบ่งเป็น *ป่าดิบเขาระดับสูง (Upper montane forest)* พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่เป็น Temperate species (เขตอบอุ่น) วงศ์ก่อ (Fagaceae) เมี่ยง (Theaceae) อบเชย (Lauraceae) เช่น ป่าดิบเขาบริเวณยอดดอยอินทนนท์ในบริเวณที่เป็นหุบเขามักจะมีสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์มากและรกทึบ มีพันธุ์ไม้ที่แตกต่างไปจากพื้นที่ไหล่เขาและยอดเขา และ *ป่าดิบเขาระดับต่ำ (Lower montane forest, LMF)* พบพันธุ์ไม้กึ่งเขตร้อนผสมกับพันธุ์ไม้เขตอบอุ่น โดยปกติไม่มีไฟป่า ยกเว้นป่าดิบเขาที่เสื่อมโทรม ป่าดิบเขาเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความชุ่มชื้นมาก อากาศมักจะหนาวเย็น ดินมีความลึกและความอุดมสมบูรณ์มาก ดินมักจะเป็นดินสีน้ำตาลแดง พันธุ์ไม้เด่นที่ขึ้นเป็นป่าดิบเขาคือ วงศ์ไม้ก่อ (วงศ์ Fagaceae) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้เขตอบอุ่น (Temperate Species) เช่น สกุดก่อหนาม (*Castanopsis*) สกุดก่อตลับ หรือ ก่อหมวก (*Quercus*) และสกุดก่อตาหมู หรือ ก่อหุยม (*Lithocarpus*) ไม้ก่อบางชนิดพบในป่าชนิดอื่น เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น เป็นต้น (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ป่าดิบเขาต่ำ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 7 กุหลาบพันปี ในป่าดิบเขาในระดับสูง พื้นที่อุทยานแห่งชาติ
ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่
(ภาพโดย ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร คำยอง)

2.4) ป่าสน (Pine Forest: PF) บางคนเรียกว่า ป่าสนเขา เป็นป่าโปร่ง ตามพื้นป่า มักจะมีกล้าไม้และลูกไม้ของไม้สนขึ้นอยู่น้อย เนื่องจากกล้าไม้ต้องการแสงมากและมักจะถูกไฟป่าเผาไหม้ พืชพื้นล่างจึงเป็นพวกหญ้าต่าง ๆ ไม้สนสองใบและสนสามใบจะขึ้นเป็นพันธุ์ไม้เด่นปกคลุมทั้งป่า โดยมีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ๆ และอาจสูงถึง 35-40 เมตร ป่าสนเขาในประเทศไทยแบ่งย่อย 2 สังคม คือ 1) สังคมย่อยป่าสนผสมก่อ มีการกระจายตัวในพื้นที่ค่อนข้างสูง และมีช่วงความหนาแน่นยาวนาน 2) สังคมย่อยป่าสนผสมเต็งรัง มีการกระจายตัวอยู่ในระดับต่ำกว่าสังคมย่อยป่าสนผสมก่อ ในภาคกลางพบในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก เขตติดต่อกับจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง อุทยานแห่งชาติภูเรือและพื้นที่อื่น ๆ ในจังหวัดเลย นอกจากนี้ยังพบกระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ สำหรับภาคเหนือขึ้นพบได้ทั่วไปตามภูเขาสูง เช่น ดอยอินทนนท์ ดอยสุเทพ ดอยหลวงเชียงดาว อุทยานแห่งชาติห้วยน้ำดัง อุทยานแห่งชาติน้ำตกแม่สุรินทร์ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย พื้นที่บ้านวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ อุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัดสุพรรณบุรี ป่าสนสองใบผืนสุดท้ายของภาคกลาง เป็นต้น พันธุ์ไม้ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้เป็นป่าสน คือ สนสองใบ และสนสามใบ (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 ป่าสนผสมป่าดิบเขา

2.5) ป่าชายเลน (Mangrove Forest: MF) เป็นป่าไม้ผลัดใบที่ขึ้นอยู่บริเวณพื้นที่ดินเลนตามชายฝั่งทะเลและตามปากแม่น้ำใหญ่ ๆ ที่มีน้ำทะเลท่วมถึง ป่าชายเลนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลต่าง ๆ รวมทั้งนก นอกจากนี้ยังช่วยปกป้องชายฝั่งจากการเซาะกร่อนโดยคลื่นลม พันธุ์ไม้ที่ใช้บ่งชี้เป็นป่าชายเลน คือ โกงกางใบเล็ก และ โกงกางใบใหญ่ พันธุ์ไม้ชนิดอื่น ๆ ที่พบมาก ได้แก่ โปรงขาว โปรงแดง แสมขาว แสมดำ โกงกางหัวสุม ตะบูนดำ ตะบูนขาว เป็นต้น ไม้โกงกางเป็นไม้ที่โตเร็วและใช้ประโยชน์ในการทำถ่านที่มีคุณภาพดี เช่น ป่าชายเลน เกาะพระทอง จังหวัดพังงา ป่าชายเลน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เป็นต้น (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 ป่าชายเลนมีโกงกางใบใหญ่เป็นไม้เด่น

2.6) ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด (Swamp Forest: SF) เป็นป่าไม่ผลัดใบที่พบตามพื้นที่ลุ่มที่มีน้ำจืดท่วมขังอยู่เสมอบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล ในภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ อาจต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางหรือที่ดอนสูงขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 30 เมตร (ธวัชชัย, 2549) ซากใบไม้และส่วนอื่น ๆ ของพืชที่ร่วงหล่นสู่พื้นป่าส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายอย่างช้า ๆ กลายเป็นดินพีท หรือ ดินอินทรีย์ (Peat) ดินมีค่า pH ประมาณ 4-6 และมีการสะสมของสารประกอบฮัลเฟออร์ ดินในป่าพรุจึงเป็นกรดมาก และส่งผลกระทบทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในสภาพที่มีน้ำขังและลักษณะดินในป่าพรุมีอิทธิพลต่อการปรับตัวของพืช โดยเฉพาะลักษณะระบบรากนั้นจะมีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น มีระบบรากแก้วสั้น แต่มีรากแขนงที่แข็งแรงและมีรากค้ำยัน ได้แก่ ยากา (*Blumeodendron kurzii* (Hook.f.) Sm.) พันธุ์ไม้บางชนิดมีพุ่มพองขนาดใหญ่ เช่น กรรตา (*Parishia insignis* Hook.f.) และกราย (*Xylopiya malayana* Hook.f. & Thomson) บางชนิดมีรากหายใจโผล่ขึ้นมาจากพื้นดินเป็นแนวตั้ง เช่น หลุมพี (*Eleiodoxa conferta* (Griff.) Burret) รากหายใจของพืชบางชนิดโผล่ขึ้นมาและงอพับคล้ายหัวเข่า เช่น สะเดี้ยว (*Ganua motleyana* (de Vriese) Baehni) บางชนิดมีลักษณะโค้งคล้ายสะพาน เช่น ข้างไห้ (*Neesia malayana* Bakh.) แต่บางชนิดมีลักษณะเป็นพุ่มคล้ายเครื่องวงกลม เช่น เลือดควายใบใหญ่ (*Horsfieldia crassifolia* (Hook.f. & Thomson) Warb.) พื้นที่ป่าพรุ เช่น ป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส สวนพฤกษศาสตร์ระยอง จังหวัดระยอง พรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 ป่าพรุ
ที่มา : ดอกรัก และอุทิศ (2552)

2.7) ป่าชายหาด (Beach Forest: BF) เป็นป่าไม่ผลัดใบที่พบตามพื้นที่ริมฝั่งทะเลที่เป็นดินทราย หรือ โขดหิน อาจเป็นพื้นที่หาดทรายมาก่อน ต่อมายกตัวสูงขึ้นและน้ำทะเลท่วมไม่ถึง โดยได้รับโอเค็ม จากน้ำทะเลอยู่เสมอ พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่จึงเป็น พืชทนเค็ม อธิพลของลมทะเลที่พัดแรงอยู่เสมอส่งผลทำให้ต้นไม้ในป่ามีกิ่งก้านและลำต้นคดงอ มักจะพบอยู่เป็นหย่อมหรือแนวแคบ ๆ ตามชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย เช่น จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา พังงา เป็นต้น เป็นป่าที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่มาก มีลักษณะเป็นป่าโปร่ง ป่าชายหาดทางชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก พบตั้งแต่จังหวัดระนองลงไปถึงจังหวัดสตูล รวมทั้งในหมู่เกาะต่าง ๆ เช่น เกาะตะรุเตา จังหวัดสตูล เป็นต้น เนื่องจากป่าชายหาดขึ้นอยู่ตามชายทะเล ส่วนใหญ่จึงถูกรบกวนทำลายจนเสื่อมโทรม บางแห่งก็ถูกแปรสภาพไปเป็นแหล่งท่องเที่ยวและพื้นที่ชุมชน ป่าที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์อยู่จะพบตามเกาะที่ห่างไกลโดยเฉพาะในเขตอุทยานแห่งชาติ (รูปที่ 11)

สังคมพืชในป่าจะผันแปรไปตามพื้นที่ ถ้าเป็นชายฝั่งที่เป็นดินทรายจัด จะมีสนทะเลขึ้นเป็นกลุ่มและไม่มีพันธุ์ไม้อื่นขึ้นปะปน มีพืชพื้นล่างอยู่บ้าง ซึ่งมักจะเป็นพืชเลื้อยตามพื้นดิน เช่น คนทีสอทะเล (*Vitex rotundifolia* L.f.) ผักบุ้งทะเล (*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.) หน่วลอยลม (*Spinifex littoreus* Merr.) ถ้าเป็น ชายฝั่งที่เป็นหินหรือกรวด พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่คือ หูกวาง (*Terminalia catappa* L.) โพธิ์ทะเล (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Corr.) เป็นต้น พันธุ์ไม้เหล่านี้มีลำต้นไม่สูงมากนัก ลำต้นคดงอ แต่มีเรือนยอดต่อเนื่องกันตลอด เรือนยอดของพันธุ์ไม้ชั้นล่างมักจะชิดกันตลอด ชนิดที่สำคัญได้แก่ พลองขึ้นก (*Memecylon floribundum* Blume) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.) ประดู่ทะเล (*Cycas rumphii* Miq.) เป็นต้น



รูปที่ 11 ป่าชายหาด พื้นที่จังหวัดตราด

ประเภทป่า	ภาค	จังหวัด
ป่าผลัดใบ		
ป่าเต็งรัง	ภาคเหนือ	เชียงใหม่ ลำปาง พะเยา แม่ฮ่องสอน ตาก นครสวรรค์ และลำพูน
	ภาคกลาง	กาญจนบุรี อุทัยธานี และราชบุรี
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	นครราชสีมา ชัยภูมิ อุบลราชธานี อุตรธานี เลย และสกลนคร
ป่าผสมผลัดใบ หรือ ป่าเบญจพรรณ	ภาคเหนือ	เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง แพร่ น่าน ตาก และอุตรดิตถ์
	ภาคกลาง	กาญจนบุรี อุทัยธานี สุพรรณบุรี และนครสวรรค์
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	นครราชสีมา ชัยภูมิ เลย สกลนคร และอุบลราชธานี
ป่าไม่ผลัดใบ		
ป่าดิบชื้น	ภาคใต้	พังงา สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช นราธิวาส ตรัง สตูล และยะลา
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	จันทบุรี ตราด และระยอง
ป่าดิบแล้ง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	นครราชสีมา
	ภาคเหนือ	น่าน ตาก และเชียงใหม่

ประเภทป่า	ภาค	จังหวัด
ป่าไม้ผลัดใบ		
ป่าดิบเขา	ภาคเหนือ	เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และน่าน
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	เลย
	ภาคใต้	นครศรีธรรมราช
ป่าสน	ภาคเหนือ	พิษณุโลก และเชียงใหม่
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	เลย
	ภาคกลาง	ประจวบคีรีขันธ์
ป่าชายเลน	ภาคใต้	พังงา สตูล ตรัง กระบี่ ระนอง และภูเก็ต
ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด	ภาคกลาง	นครนายก พระนครศรีอยุธยา และปทุมธานี
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ระยอง และตราด
	ภาคใต้	นราธิวาส พัทลุง สงขลา ตรัง และสุราษฎร์ธานี
ป่าชายหาด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และเพชรบุรี
	ภาคกลาง	ประจวบคีรีขันธ์
	ภาคใต้	สงขลา พังงา ระนอง และสตูล

พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่กลางแจ้งและกึ่งกลางแจ้งที่อาจมีหรือไม่มีขอบเขตของที่ดินขึ้นน้ำรวมอยู่ก็ได้ โดยพื้นที่ดังกล่าวครอบคลุมทั้งพื้นที่ภายในเขตเมืองและนอกเขตเมือง ซึ่งอาจเป็นพื้นที่สาธารณะหรือพื้นที่เอกชนที่เปิดให้ประชาชนสามารถใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ พื้นที่สีเขียวประกอบด้วยพื้นที่เพื่อนันทนาการ และเพื่อส่งเสริมความงามทางภูมิทัศน์ พื้นที่เพื่ออรรถประโยชน์ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่สาธารณูปการ พื้นที่แนวกันชน พื้นที่สีเขียวในสถานศึกษา สถาบัน หรือองค์กรต่าง ๆ ตลอดจนพื้นที่ธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่ชายหาด พื้นที่ริมน้ำ รวมถึงพื้นที่ที่ทอดยาวตามแนวเส้นทางคมนาคมทั้งทางบกและทางน้ำ พื้นที่สีเขียวดังกล่าวมีบทบาทสำคัญทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม อาทิ การช่วยลดมลภาวะทางอากาศ เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว

ประเภทพื้นที่สีเขียวในเมือง

การกำหนดขอบเขตประเภทพื้นที่สีเขียวในเมือง ได้จำแนกพื้นที่สีเขียวตามบทบาทหน้าที่และลักษณะทางกายภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการจำแนกโดยศูนย์วิจัยป่าไม้ (2547) และสอดคล้องกับการแบ่งประเภทพื้นที่สีเขียวในฐานข้อมูลพรรณไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่สีเขียวและภูมิภาค และฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและพื้นที่สีเขียว (Thai Green Urban) ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565)

1. **พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (Park or Service Green Area: P)** หมายถึง พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณทั้งกลางแจ้ง กึ่งกลางแจ้ง หรือภายในอาคาร มักมีสิ่งอำนวยความสะดวกภายในพื้นที่ พื้นที่ประเภทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย เป็นแหล่งพบปะทางสังคมเป็นแหล่งเรียนรู้และจัดกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงส่งเสริมทัศนียภาพของเมือง ให้มีความสวยงามและเสริมสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดีของเมือง เช่น สวนสาธารณะ สวนพฤกษศาสตร์ สวนหย่อม สวนสุขภาพ สนามเด็กเล่น เป็นต้น



รูปที่ 12 พื้นที่สีเขียวสาธารณะ

2. พื้นที่สีเขียวอรรถประโยชน์ (Multipurpose Green Area: M) หมายถึง พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณสร้างขึ้นเพื่อใช้งานโดยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพื้นที่หรือผู้รับผิดชอบประชาชนทั่วไปไม่สามารถเข้าใช้บริการได้โดยตรงหรือมีเงื่อนไขในการเข้าใช้ (เช่น เก็บค่าบริการ หรือต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่สีเขียว) มักมีวัตถุประสงค์เพื่อประดับพื้นที่เพื่อความสวยงามส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นหลัก โดยพื้นที่สีเขียวประเภทนี้จำแนกเป็นประเภทย่อย 3 ประเภท ดังนี้

2.1 พื้นที่สีเขียวส่วนบุคคล (Multipurpose Private Green Area: MP) เช่น พื้นที่สีเขียวตามโครงการเอกชน บ้านและที่พักอาศัย เป็นต้น

2.2 พื้นที่สีเขียวในสถาบัน (Multipurpose Government Green Area: MG) เช่น แหล่งประวัติศาสตร์ สถาบันทางการเงิน สถาบันการศึกษา สถาบันราชการ สถาบันรัฐวิสาหกิจ เป็นต้น

2.3 พื้นที่สีเขียวในพื้นที่สาธารณูปการ เช่น พื้นที่ฝังกลบขยะ พื้นที่ล้อมรอบบ่อน้ำบาดาล ท่าอากาศยาน เป็นต้น



รูปที่ 13 พื้นที่สีเขียวหรือประโยชน์ในสถาบัน

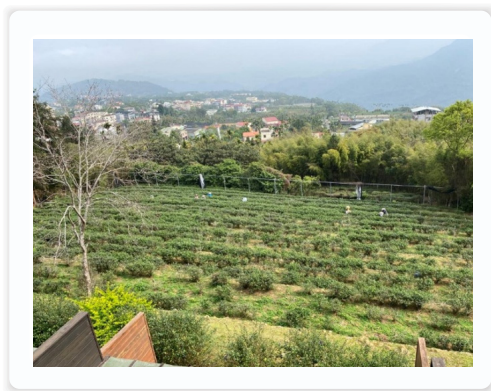
3. พื้นที่สีเขียวที่เป็นริ้วตามแนว สาธารณูปการ (Strip Green Area: S)

หมายถึง พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณที่อยู่ตามแนวเส้นสัญจรสาธารณะ มีลักษณะเป็นพื้นที่ริ้วยาวขนานกับเส้นทางสัญจรมีวัตถุประสงค์เพื่อลดมลภาวะที่เกิดขึ้น รวมถึงใช้ประดับเพื่อความสวยงามและเสริมสร้างทัศนียภาพแก่เมือง เช่น พื้นที่ริมทางสัญจรทางบก พื้นที่สีเขียวริมทาง พื้นที่สีเขียวเกาะกลางถนน เขตทางรถไฟ พื้นที่สีเขียวริมทางน้ำ คลองส่งน้ำ คลองชลประทาน เป็นต้น



รูปที่ 14 พื้นที่สีเขียวที่เป็นริ้วตามแนว
สาธารณูปการตามแนวและเส้นสัญจรสาธารณะ

4. พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจของชุมชน (Economic Green Area: E) หมายถึง พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณที่สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่เจ้าของ/หน่วยงานดูแลพื้นที่ โดยเน้นในด้านการเป็นแหล่งผลิตอาหารให้แก่มนุษย์และในบางพื้นที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว เช่น พื้นที่ป่าเศรษฐกิจ พื้นที่สีเขียวที่เป็นแหล่งผลิตอาหารแก่ชุมชน ประเภท ไร่นา สวนผลไม้ สวนสมุนไพร สวนเกษตร พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น



รูปที่ 15 พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจของชุมชน

5. พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ (Natural Green Area: N) หมายถึง พื้นที่ที่มีอยู่ตามธรรมชาติดั้งเดิมที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศเพราะเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งควบคุมและรักษาสภาพแวดล้อม ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์และดูแลรักษาให้มีความอุดมสมบูรณ์ผ่านการขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่อนุรักษ์ มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้ แต่ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศภายในพื้นที่สีเขียว เช่น พื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่สีเขียวบนเนินเขา พรุ แหล่งน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น สามารถจำแนกเป็น 3 ประเภทดังนี้

5.1 พื้นที่สีเขียวธรรมชาติในพื้นที่อนุรักษ์ (Natural Green Area in Conservation Zone: NC) ได้แก่ พื้นที่สีเขียวที่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ตามกฎหมายของ กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

5.2 พื้นที่สีเขียวธรรมชาตินอกพื้นที่อนุรักษ์ (Natural Green Area Outside Protected Area: NO) ได้แก่ พื้นที่สีเขียวธรรมชาติทุกประเภทที่อยู่นอกพื้นที่อนุรักษ์ตามกฎหมาย

5.3 พื้นที่สีเขียวธรรมชาติที่เป็นป่าชายเลน (Natural Mangrove Forest: NM) ได้แก่ พื้นที่สีเขียวที่เป็นกลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน



รูปที่ 16 พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ พื้นที่ที่มีอยู่ตามธรรมชาติดั้งเดิม

6. พื้นที่สีเขียวที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์หรือรอการพัฒนา (Wasteland: W) หมายถึง พื้นที่ที่ไม่มีการใช้ประโยชน์หรือเคยมีการใช้ประโยชน์แต่ปล่อยทิ้งร้างตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป โดยมีพืช เช่น หญ้า ไม้ดอกขนาดเล็ก ปกคลุมพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจพบไม้ขนาดเล็กเจริญเติบโตแทรกในพื้นที่ หากพื้นที่ปล่อยทิ้งร้างเป็นเวลานานอาจพบไม้พุ่มขนาดใหญ่หรือไม้เลื้อยร่วมด้วยตัวอย่างพื้นที่ เช่น นาร้าง ไร่ร้าง และทุ่งหญ้าธรรมชาติ เป็นต้น

ไม้ต้น ได้แก่ พืชขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีเนื้อไม้ ลำต้นแข็ง เห็นส่วนลำต้นตั้งตรงชัดเจน มักจะมีการแตกกิ่งก้านสาขาตอนบนของลำต้นเรียกว่า เรือนยอด พืชพวกนี้มีอายุยืนนานหลายปี ลำต้นจะขยายขนาดทั้งด้านกว้างและความสูง เช่น สัก ยางพารา เป็นต้น ขณะที่ความหมายของไม้ต้นในทางการสำรวจเพื่อประเมินการเติบโต หมายถึง ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ 1.30 เมตร ที่มีขนาดตั้งแต่ 4.50 เซนติเมตรขึ้นไป

ไม้โตช้า (Slow Growing Species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญทางเส้นรอบวงปีละประมาณ 1- 2.50 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 30 ปี หรือบางครั้งรวมถึงไม้โตช้ามาก คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญทางเส้นรอบวงน้อยกว่าปีละ 1 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลามากกว่า 30 ปีขึ้นไป (มณฑล, 2538)

ไม้โตเร็ว (Fast Growing Species) คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญทางเส้นรอบวงปีละประมาณ 4-5 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 15 ปี หรือบางครั้งรวมถึงไม้โตเร็วมาก คือ ต้นไม้ที่มีอัตราการเจริญทางเส้นรอบวงมากกว่าปีละ 5 เซนติเมตร หรือต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ 1.30 เมตร มากกว่า 100 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 10 ปีขึ้นไป (มณฑล, 2538)

สวนป่า (Forest Plantation) คือ พื้นที่ป่าไม้ที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ การอนุรักษ์ หรือเพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อม ส่วนใหญ่มักเป็นพรรณไม้ชนิดเดียว หรือไม้เศรษฐกิจเพียงไม่กี่ชนิดที่มีอายุใกล้เคียงกัน แบ่งเป็น กลุ่มไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส และกระถินเทพา (ตัดฟัน 5-10 ปี) และกลุ่มไม้โตปานกลาง/ช้า เช่น สัก ยางนา และพะยูง (ตัดฟัน 15-30 ปี) ตามพระราชบัญญัติสวนป่า พ.ศ. 2535 ที่ดินที่ได้จดทะเบียนเป็นสวนป่าเพื่อการค้าหรือเศรษฐกิจ โดยเน้นการปลูกและบำรุงรักษาไม้โครงสร้าง

ป่าชุมชน (Community Forest) คือพื้นที่ป่าธรรมชาติหรือป่าปลูก ที่กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนร่วมกับเจ้าหน้าที่รัฐ เพื่อให้ชุมชนสามารถเข้ามาดูแลรักษา อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน โดยมีกฎระเบียบที่ชุมชนกำหนดขึ้นเองภายใต้กฎหมายตามพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562 ในป่าชุมชนมีความหลากหลายทางพรรณไม้ที่สูง เนื่องจากเน้นความสมดุลของระบบนิเวศและการเข้าใช้ประโยชน์ของพื้นที่ แบ่งเป็น ไม้ใช้สอย ไม้กินได้/สมุนไพร และอย่างสุดท้ายคือ ไม้โครงสร้าง ไม้โครงสร้างเป็นไม้เนื้อแข็งดั้งเดิมที่เก็บไว้เป็นแหล่งต้นน้ำ

บลูคาร์บอน (Blue Carbon) ตามคำอธิบาย IPCC (2019c) คือ คาร์บอนทุกชนิดที่มีการไหลเวียนและการสะสมที่ขับเคลื่อนโดยกระบวนการทางชีวภาพในระบบนิเวศทางทะเล โดยมุ่งเน้นระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งที่มีพืชยึดเกาะดินหรือพื้นที่ท้องน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ป่าชายเลน และหญ้าทะเล โดยระบบนิเวศหญ้าทะเล ตาม IPCC (2014) หมายถึง ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งที่มีพืชทะเลที่มีดอก เป็นองค์ประกอบหลัก พบในบริเวณน้ำตื้นที่มีแสงส่องถึงและมีบทบาทสำคัญต่อการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลและตะกอนทะเล อีกทั้งยังมีรากที่สามารถยึดเกาะกับตะกอนได้น้ำ ระบบนิเวศเหล่านี้มีอัตราการสะสมคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่ในระดับสูง โดยเฉพาะการสะสมคาร์บอนในดินและตะกอนอย่างต่อเนื่องในระยะยาว



รูปที่ 17 หญ้าทะเล (Seagrass)
ที่มา : Murray et al. (2023)

โดยสรุป ในบทนี้ได้นำเสนอกรอบแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับความหมายและการจำแนกประเภทของป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในประเทศไทย รวมถึงบทบาทของทรัพยากรต่อระบบนิเวศและการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในระดับพื้นที่ ทั้งนี้ การทำความเข้าใจแนวคิดและนิยามดังกล่าว ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว อย่างไรก็ตาม การนำกรอบแนวคิดไปประยุกต์ใช้จำเป็นต้องพิจารณาควบคู่กับบริบทด้านสถานการณ์และนโยบายของประเทศ ดังนั้น บทถัดไปจึงนำเสนอภาพรวมสถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทย แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า และกรอบนโยบายที่เกี่ยวข้อง เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การจัดการในทางปฏิบัติ

หัวข้อที่ 2

สถานการณ์และ นโยบายป่าไม้ ของประเทศไทย



หัวข้อที่ 2

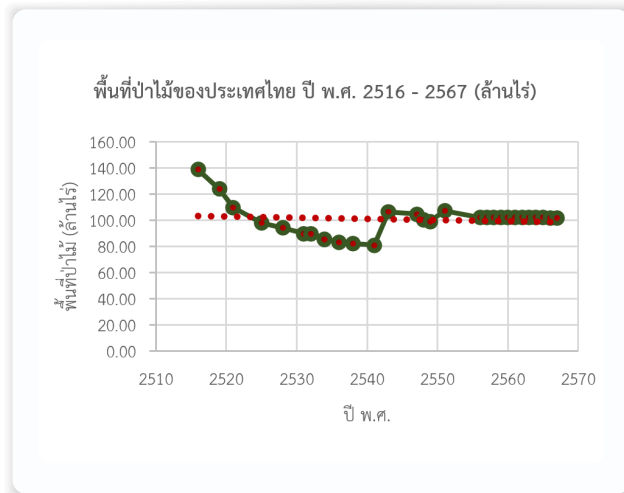
สถานการณ์และนโยบายป่าไม้ ของประเทศไทย

/// สถานการณ์และแนวโน้มพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย ///

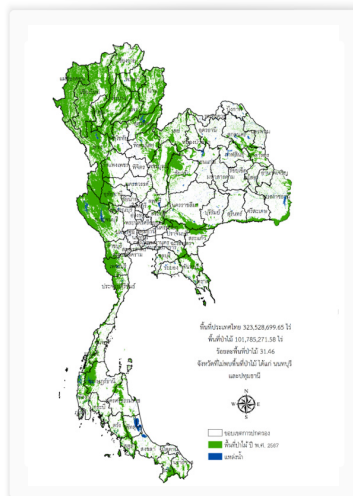
ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม การพัฒนาเศรษฐกิจจึงจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมทางด้านเกษตรกรรมและการท่องเที่ยวเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นหลัก ประกอบกับการขยายตัวของชุมชน และจำนวนของประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จึงมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเพื่อการทำการเกษตร และปลูกสร้างที่อยู่อาศัย ซึ่งส่งผลกระทบต่อการลดลงของพื้นที่ป่าในประเทศไทย

2.1.1 พื้นที่ป่าในประเทศไทย

ข้อมูลเกี่ยวกับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยนั้นได้จากข้อมูลของกรมป่าไม้ โดยข้อมูลป่าไม้แสดงพื้นที่มากในปี พ.ศ. 2516 แต่ได้ลดน้อยลงตลอดมาจนถึงปัจจุบัน ในปี พ.ศ. 2516 นั้นประเทศไทยมีป่าไม้ทั้งหมด 138.60 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศไทย แต่ในปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าไม้ได้ลดลงเหลือเพียง 81.08 ล้านไร่ หรือร้อยละ 25.28 ของพื้นที่ประเทศ ข้อมูลการปกคลุมของป่าไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ได้รวมเอาป่าปลูก เข้าไปด้วย ทำให้พื้นที่ปกคลุมด้วยป่าไม้เพิ่มขึ้น ในปีพ.ศ. 2567 พื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดของประเทศเหลือ 101.79 ล้านไร่ หรือ ประมาณร้อยละ 31.46 ที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ (รูปที่ 18 และ 19)



รูปที่ 18 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516 - 2567 (ล้านไร่)
 ดัดแปลงจาก: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้ (2568)



รูปที่ 19 แผนที่สภาพพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2567
 ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2568)

นโยบายป่าไม้แห่งชาติ

นโยบายป่าไม้แห่งชาติ (กรมป่าไม้, 2568) กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยในอัตราร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ ซึ่งดำเนินการโดยคณะกรรมการนโยบายป่าไม้แห่งชาติ เมื่อ ปี พ.ศ. 2528 ได้กำหนดจากการบูรณาการหลักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และสังคมศาสตร์ บนพื้นฐานหลักการใช้ที่ดินหลักการจัดการป่าไม้และหลักการจัดการลุ่มน้ำ และได้จำแนกป่าไม้ออกเป็น 2 ประเภทตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ ป่าเพื่อการอนุรักษ์ กำหนดไว้เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์หายาก และป้องกันภัยธรรมชาติต่าง ๆ และป่าเพื่อเศรษฐกิจ กำหนดไว้เพื่อการผลิตไม้และของป่าเพื่อประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ

1) **ป่าอนุรักษ์ (Conservation Forest)** จำนวนร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ กำหนดไว้เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งป้องกันภัยธรรมชาติต่าง ๆ และรักษาสภาพธรรมชาติที่สวยงามหรือมีจุดเด่นเฉพาะตัว ตลอดจนเพื่อประโยชน์ในการศึกษา การวิจัย และนันทนาการ หรือเขตพื้นที่อื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางธรรมชาติหรือคุณค่าอื่นอันควรแก่การอนุรักษ์หรือรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ สวนรุกขชาติ พื้นที่เตรียมการอุทยานแห่งชาติ พื้นที่เตรียมการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่เตรียมการเขตห้ามล่าสัตว์ป่า ป่าสงวนแห่งชาติที่ควรแก่การอนุรักษ์บางส่วน เป็นต้น

2) **ป่าเศรษฐกิจและป่าชุมชน (Commercial Forest and Community Forest)** จำนวนร้อยละ 15 ของพื้นที่ประเทศ กำหนดไว้เพื่อการผลิตไม้และของป่า เพื่อประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ หรือ เขตพื้นที่อื่นใดที่มีความเหมาะสมกับการกำหนดให้เป็นเขตป่าเศรษฐกิจโดยอยู่นอกเขตป่าอนุรักษ์ ประกอบด้วย (1) ป่าเศรษฐกิจในที่ดินของรัฐ ได้แก่ ป่าสงวนแห่งชาติ (ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 3 4 และ 5) เขตป่าไม้ของรัฐที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ตามกฎหมายให้เป็นป่าเศรษฐกิจ เขตพื้นที่อื่นของรัฐที่ประสงค์จะสร้างสวนป่าเศรษฐกิจป่าไม้ถาวร ป่าชายเลนนอกเขตป่าชายเลนอนุรักษ์ และ (2) ป่าเศรษฐกิจ

ในที่ดินของเอกชน ได้แก่ ที่ดินกรรมสิทธิ์และสิทธิครอบครองตามประมวลกฎหมายที่ดิน และที่ดินนอกเขตป่าไม้ของรัฐอื่น ๆ

ป่าชุมชน หมายถึง ป่านอกเขตป่าอนุรักษ์หรือพื้นที่อื่นของรัฐนอกเขตป่าอนุรักษ์ ที่ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งเป็นป่าชุมชนโดยชุมชนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ พื้นที่ จัดการ บำรุงรักษา ตลอดจนใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชุมชนอย่างสมดุลและยั่งยืน

อย่างไรก็ตามเป้าหมายพื้นที่ป่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศไทย มีการกำหนดบนข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการและสถานการณ์ประเทศ เมื่อปี พ.ศ. 2528 ซึ่งได้กำหนดบนพื้นฐานพื้นที่ป่าในที่ดินของรัฐภายใต้กฎหมายแต่ละฉบับ และป่าเพื่อเศรษฐกิจได้มุ่งเน้นไปยังพื้นที่ป่าธรรมชาติที่มีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบเนื้อไม้ในเขตที่กำหนดให้ใช้ประโยชน์ได้และสามารถอนุญาตให้สัมปทานไม้กับภาคเอกชน แต่ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการยกเลิกสัมปทานไม้ในป่าธรรมชาติแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ดังนั้น การใช้ประโยชน์ในรูปแบบเนื้อไม้จึงมุ่งไปยังพื้นที่ไม้จากสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจ

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

ขณะที่ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) ได้กำหนดเป้าหมายพื้นที่ป่าไม้ที่ควรมีไว้ในส่วนของแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติประเด็นการเติบโตอย่างยั่งยืน ได้กำหนดเป้าหมายพื้นที่สีเขียวทุกประเภทไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ของพื้นที่ประเทศ โดยแบ่งเป็นสัดส่วนพื้นที่สีเขียวพื้นที่เป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ 35 พื้นที่ป่าเศรษฐกิจ เพื่อการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 15 และพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท ร้อยละ 5 โดย หัวข้อ รักษาและเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เน้นที่ประเด็นส่งเสริมการอนุรักษ์ พื้นที่ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวทั้งในเขตป่า เมือง และชุมชน โดยใช้เทคโนโลยีในการป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่า จัดการพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่เสี่ยงอย่างเหมาะสม บูรณาการหน่วยงานและชุมชนให้มีส่วนร่วมในการดูแลป่า ปลูกป่าเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน พัฒนาแผนที่และฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียวระดับจังหวัด รวมทั้งสร้างพื้นที่สีเขียวเพื่อการเรียนรู้และพักผ่อน เพื่อให้คนอยู่ร่วมกับป่าได้อย่างสมดุลและยั่งยืน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570)

สำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ให้ความสำคัญต่อการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้เป็นหนึ่งในหมุดหมายภายใต้มิติทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม (หมุดหมายที่ 10 และ 11) โดยระบุว่า พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติควรอยู่ที่ ร้อยละ 33 และป่าเศรษฐกิจร้อยละ 12 ของพื้นที่ประเทศ เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจแบบ หมุนเวียน (Circular Economy) และสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-Carbon Society) แผนนี้ ยังเน้นการใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการคำนึงถึงทุนทางทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของประเทศเป็นพื้นฐานของการกำหนดทิศทางการพัฒนา (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565)

เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (NDC 3.0)

การบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับที่มากกว่า 47% ภายใน ปี พ.ศ. 2578 ประเทศไทยต้องอาศัยความร่วมมือและการสนับสนุนการดำเนินงานจาก ต่างประเทศ รวมถึงการจูงใจให้เกิดการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกจากทุก ภาคส่วนโดยเฉพาะการดำเนินงานจากเอกชนเพื่อให้ประเทศสามารถเปลี่ยนผ่านสู่ การดำเนินงานทางเทคโนโลยีลดก๊าซเรือนกระจกที่มีต้นทุนสูง และมุ่งสู่เป้าหมายการลด ก๊าซเรือนกระจกในระยะยาวของประเทศ กลไกบริหารจัดการคาร์บอนเครดิตภายใต้กรอบ ความร่วมมือระหว่างประเทศ ได้แก่ ความตกลงปารีสกำหนดให้มีกลไกข้อ 6 เพื่อส่งเสริม ความร่วมมือระหว่างประเทศ (Cooperative Approach) เพื่อบรรลุเป้าหมายการลด ก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศกำหนด โดยความร่วมมือนี้ให้ไปด้วยความสมัครใจ ระเบียบ วิธีการพัฒนาโครงการ และสัดส่วนของการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตของประเทศไทย จะเป็น ไปตาม “แนวทางและกลไกการบริหารจัดการคาร์บอนเครดิต” แผนปฏิบัติการฉบับนี้ ได้กำหนดค่าเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กลไกบริหารจัดการคาร์บอนเครดิต ภายใต้กรอบความร่วมมือระหว่างประเทศสูงสุดไม่เกินร้อยละ 3 ที่เป็นการดำเนินการเพิ่ม เต็มจากเป้าหมายที่เป็นการดำเนินการเองโดยประเทศ (ร้อยละ 30) และจะมี การพิจารณาเก็บคาร์บอนเครดิตอย่างน้อยร้อยละ 10 จากคาร์บอนเครดิตสะสมตลอดช่วง การถ่ายโอนโดยทำการหักจากปริมาณคาร์บอนเครดิตที่จะถ่ายโอนในปีสุดท้าย (ปีเป้าหมาย NDC) เพื่อใช้รองรับการปรับบัญชีเพื่อหลีกเลี่ยงการนับซ้ำ (Corresponding Adjustment)

โดยไม่ให้เกิดภาระต่อการบรรลุเป้าหมายของแผนปฏิบัติการฉบับนี้ จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนหลังสิ้นสุดการถ่ายโอนคาร์บอนเครดิต ดังนั้นผลจากการดำเนินกิจกรรมดังกล่าว ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (National Greenhouse Gas Inventory) ลดลงเพิ่มเติมจากการดำเนินการมาตรการตามแผนปฏิบัติการฉบับนี้

พื้นที่สีเขียว

ในประเทศไทย พื้นที่สีเขียว เป็นแนวคิดที่มีความหมายกว้างและมีการตีความแตกต่างไปตามกฎหมายและนโยบายของแต่ละหน่วยงาน แต่โดยภาพรวมหมายถึงพื้นที่ที่มีต้นไม้ พืชพรรณ หรือพืชคลุมดิน ซึ่งมีบทบาทต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ และคุณภาพชีวิตของประชาชน ทั้งในเขตเมืองและชนบท ภายใต้กฎหมายผังเมือง พื้นที่สีเขียวถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่นันทนาการ และพื้นที่ต้นไม้ในเมือง ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ร่มรื่น ลดมลพิษ และรองรับกิจกรรมสาธารณะของประชาชน

ในระดับนโยบายป่าไม้แห่งชาติ แนวคิดพื้นที่สีเขียวถูกขยายให้ครอบคลุมทั้งป่าธรรมชาติ ป่าเศรษฐกิจ และพื้นที่ต้นไม้ในเมืองหรือชุมชน โดยกำหนดเป้าหมายให้ประเทศไทยมีพื้นที่สีเขียวรวมไม่น้อยกว่า 55 ของพื้นที่ประเทศ แบ่งเป็นป่าธรรมชาติ ร้อยละ 35 ป่าเศรษฐกิจ ร้อยละ 15 และพื้นที่สีเขียวในเมืองและชนบทอีก ร้อยละ 5 การนิยามพื้นที่สีเขียวในบริบทนี้สะท้อนความมุ่งหมายที่จะรักษาความสมดุลเชิงนิเวศ เพิ่มความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน และรองรับความต้องการด้านทรัพยากรของสังคมสำหรับหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) และกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (สส.) ให้ความหมายของคำว่า พื้นที่สีเขียวในเมืองที่ยั่งยืน (Sustainable Urban Green Area) หมายถึง พื้นที่สีเขียวที่มีพืชพรรณที่มีความหลากหลายทั้งชนิดและปริมาณ โดยมีไม้ยืนต้นขนาดใหญ่เป็นองค์ประกอบหลัก และได้รับการดูแลบำรุงรักษาให้คงอยู่อย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสมดุลทางระบบนิเวศ เกิดสภาพแวดล้อมที่ดี สวยงาม ร่มเย็น น่าอยู่ และเพิ่มองค์ประกอบของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรในเมือง ชุมชน และผู้มาเยือน ตลอดจนเสริมสร้างเศรษฐกิจของชุมชน (กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม, 2568ก)

ยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศไทย (Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy: LT-LEDS) ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2565 เป็นกรอบนโยบายสำคัญที่กำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศสู่สังคมคาร์บอนต่ำในระยะยาว โดยให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับบทบาทของภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LULUCF) ซึ่งถือเป็นภาคส่วนที่สามารถดูดซับและกักเก็บคาร์บอนจากบรรยากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้ครอบคลุมร้อยละ 55 ของพื้นที่ประเทศภายในปี พ.ศ. 2580 โดยแบ่งเป็นป่าอนุรักษ์ร้อยละ 35 ป่าเศรษฐกิจร้อยละ 15 และพื้นที่สีเขียวในระดับเมืองและชนบทร้อยละ 5 ซึ่งเป็นเป้าหมายที่ได้ขยายความหมายของพื้นที่สีเขียวให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่ปลูกสร้างเพื่อเศรษฐกิจ พื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชุมชนซึ่งมีความสำคัญทั้งในเชิงนิเวศ เศรษฐกิจ และการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ

LT-LEDS ยังระบุว่า หากประเทศไทยสามารถบรรลุสัดส่วนพื้นที่สีเขียวดังกล่าว ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินจะสามารถสร้างศักยภาพ การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสุทธิ (Net GHG Removals) ได้ประมาณ 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂eq) ในปี พ.ศ. 2580 โดยศักยภาพนี้มาจากการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าธรรมชาติ การเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ การลดการสูญเสียพื้นที่ป่า และการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมืองและชนบท ซึ่งช่วยเสริมความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในระดับประเทศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในภาพรวมแนวทางตาม LT-LEDS ชี้ให้เห็นว่าภาคป่าไม้เป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทยในระยะยาว การกำหนดเป้าหมายพื้นที่สีเขียวร้อยละ 55 จึงเป็นมาตรการเชิงยุทธศาสตร์ที่มุ่งเพิ่มแหล่งดูดซับคาร์บอนตามธรรมชาติ ควบคู่ไปกับการรักษาความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และความมั่นคงของทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565)

/// สถานการณ์โลกต่อการจัดการป่าไม้ของไทย ///

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565) มุ่งเน้นการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้รูปแบบเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ โดยมีการประเมินสถานการณ์ของทุนทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของประเทศ พบว่า ทรัพยากรป่าไม้ของไทยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยมีสัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ในช่วงประมาณร้อยละ 31-33 ของพื้นที่ทั้งหมดจากการปลูกป่าไม่ทดแทนได้ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่สูญเสียไป

ความตกลงปารีส (Paris Agreement) ได้รับการรับรองจากประเทศภาคีเมื่อวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2558 มีเป้าหมายหลักเพื่อควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และพยายามจำกัดไม่ให้เกิน 1.50 องศาเซลเซียส ประเทศไทยได้ลงนามรับรองความตกลงดังกล่าวเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2559 แสดงถึงความมุ่งมั่นของประเทศในการมีส่วนร่วมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องภายใต้กรอบพันธกรณีนี้ ไทยได้กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 20 - 25 ภายในปี พ.ศ. 2573 และต้องมีการทบทวนเป้าหมายทุก 5 ปี เพื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภายใต้ความตกลงปารีส ถือเป็นก้าวสำคัญของไทยในการยกระดับการรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะในภาค LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry) ในปี ค.ศ. 2022 ประเทศไทยยังคงมีสถานะเป็นการดูดกลับสุทธิ (Net Removal) ซึ่งภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมในภาคส่วนนี้ บัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ โดยนำเสนอปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2022 ซึ่งปี ค.ศ. 2022 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวม 278,039.73 ktCO₂eq (รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน) และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 385,941.14 ktCO₂eq (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน) ความก้าวหน้าของการดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย NDC ในปี ค.ศ. 2021 - 2022 ประเทศไทยมีการลดก๊าซเรือนกระจก รวม 60.33 MtCO₂eq และ 65.23 MtCO₂eq ตามลำดับ สำหรับความก้าวหน้าในการดำเนินงานตาม NDC ภายใต้มาตรา 4 ของความตกลงปารีส ประเทศไทยมีความก้าวหน้าในการดำเนินงานที่ร้อยละ 30.46 เมื่อเทียบกับ BAU และการถ่ายโอนคาร์บอนเครดิตระหว่างประเทศทั้งสิ้น 1,916 tCO₂eq ซึ่งเป็นปีแรกที่มีการถ่ายโอนคาร์บอนเครดิตระหว่างประเทศ

ข้อมูลการดูดกลับและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ในภาคป่าไม้ของประเทศไทย

ปี พ.ศ. 2567 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้อยู่ที่ 101,785,271.58 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.46 ของพื้นที่ประเทศ ในระดับประเทศข้อมูลจากรายงานความโปร่งใสรายสองปี ฉบับที่ 1 (Thailand's First Biennial Transparency Report: BTR1) ได้นำเสนอบัญชี ก๊าซเรือนกระจกของประเทศ โดยเฉพาะในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use, Land-Use Change and Forestry: LULUCF) ซึ่งเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญในการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ตามธรรมชาติ ซึ่งตามรายงาน BTR1 ปี ค.ศ. 2022 พื้นที่ป่าไม้ที่ยังคงเป็นป่า (Forest Land Remaining Forest Land) ได้ประเมินปริมาณการดูดกลับสุทธิ (Net Removals) อยู่ที่ 29,328.06 กิโลตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ktCO_2eq) (กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม, 2568)

จากข้อมูลที่มีการรายงานผลการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ สวนรุกขชาติ และพื้นที่เตรียมการต่าง ๆ พบว่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ในปี พ.ศ. 2566 มีพื้นที่ทั้งหมด 62.65 ล้านไร่ มีปริมาณการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่อนุรักษ์ 2,646,245,799.10 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) หรือ 2.65 กิกะตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (GtCO_2eq) ในขณะที่ ปี พ.ศ. 2567 มีการรายงานปริมาณการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่อนุรักษ์ เท่ากับ 2,682,663,534.35 tCO_2eq (2.68 GtCO_2eq) ซึ่งมีการเพิ่มขึ้น 36,417,735.25 tCO_2eq โดยระบุ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน แบ่งตามประเภทป่าของอุทยานแห่งชาติ แสดงดังตาราง 2 (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2568) ป่าอนุรักษ์ของไทยมีแนวโน้มดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงถึงบทบาทสำคัญของพื้นที่อนุรักษ์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

ตารางที่ 2

พื้นที่ป่าปกคลุมและปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ พ.ศ. 2567

ประเภทพื้นที่ป่าอนุรักษ์	พื้นที่ป่าปกคลุม (ไร่)	ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (tCO ₂ eq)
อุทยานแห่งชาติ	33,872,820.81	1,460,623,670
วนอุทยาน	611,465.27	19,359,353
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	21,579,873.47	953,150,639
เขตห้ามล่าสัตว์ป่า	2,431,419.57	94,887,829
สวนรุกขชาติ	20,589.79	604,662
สวนพฤกษศาสตร์	16,358.61	745,570
เตรียมการอุทยานแห่งชาติ	3,716,328.68	129,137,356
เตรียมการเขตห้ามล่าสัตว์ป่า	744,717.96	24,157,651

หัวข้อที่ 3

วิธีการและแนวทางการ ประเมินการดูดกลับ ก๊าซเรือนกระจก



หัวข้อที่ 3

วิธีการและแนวทางการประเมิน การดูดกลืนก๊าซเรือนกระจก

ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในฐานะแหล่งดูดกลืน (Carbon Sink) ของก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ให้มาสะสมอยู่ในมวลชีวภาพของพืช ทั้งในส่วนเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass) และใต้พื้นดิน (Belowground Biomass) รวมถึงสะสมในซากอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดิน กระบวนการดังกล่าวทำให้ป่าไม้เป็นหนึ่งในกลไกเชิงธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และได้รับการยอมรับในกรอบการรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศภายใต้ภาค AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)

ระบบนิเวศป่าไม้ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นแหล่งดูดกลืนเพียงด้านเดียว หากยังเป็นแหล่งการปล่อย (Carbon Source) เช่น การหายใจของพืชและการทำงานของจุลินทรีย์ การย่อยสลายซากพืช การเกิดไฟป่า การรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น สมดุลคาร์บอนสุทธิ (Net ecosystem carbon balance) ของพื้นที่ป่าใด ๆ จึงเป็นผลลัพธ์ของความแตกต่างระหว่างปริมาณการดูดกลืนและปริมาณการปล่อยในช่วงเวลาที่กำหนด ในบริบทของป่าธรรมชาติที่ยังคงมีการเจริญเติบโตและมีโครงสร้างอายุที่หลากหลาย การเพิ่มพูนของเนื้อไม้ จากการเจริญเติบโตของต้นไม้เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศป่ายังคงมีสถานะเป็นแหล่งดูดกลืนสุทธิ กล่าวคือ อัตราการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่าสูงกว่าอัตราการสูญเสียจากการหายใจและการย่อยสลาย เมื่อพิจารณาในระดับภูมิทัศน์หรือระดับประเทศ พื้นที่ป่าที่มีการจัดการอย่างเหมาะสม การฟื้นฟูป่า และการเพิ่มพื้นที่สีเขียว จึงมีศักยภาพในการเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอย่างต่อเนื่อง

การประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้อาศัยกรอบวิธีการที่เป็นระบบครอบคลุมการประเมินคาร์บอนในแหล่งสะสม (Carbon Pools) ตลอดจนการประเมินการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการติดตาม การดำเนินการดังกล่าวควรอ้างอิงแนวทาง

มาตรฐานสากล เช่น IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories เพื่อให้ผลการประเมินมีความโปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ และสอดคล้องกับระบบรายงานในระดับประเทศ

บทนี้จึงมุ่งนำเสนอวิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในระบบนิเวศป่าไม้ โดยเน้นหลักการทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับพลวัตรคาร์บอน การกำหนดขอบเขตการประเมิน การเลือกใช้สมการและค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ตลอดจนขั้นตอนการคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเพื่อให้สามารถสะท้อนบทบาทที่แท้จริงของป่าไม้ทั้งในฐานะแหล่งดูดกลับและแหล่งปลดปล่อย และสนับสนุนการวางแผนจัดการป่าไม้และนโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องทางวิชาการ

/// แหล่งกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ ///

ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนจากบรรยากาศ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 แหล่งหลัก ตามแนวทางของ IPCC (IPCC, 2006) (รูปที่ 20) ได้แก่ มวลชีวภาพเหนือดิน (Aboveground Biomass: ABG) ซึ่งประกอบด้วยลำต้น กิ่ง และใบของต้นไม้ มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass: BLG) ได้แก่ รากไม้ ที่ช่วยสะสมคาร์บอนใต้ดิน ไม้ตาย (Dead Wood) เช่น ชากลำต้นหรือไม้ต้นตายที่ล้มนอน อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Carbon) ซึ่งเกิดจากการสะสมของสารอินทรีย์ และเศษซากพืชที่สลายตัวแล้ว และเศษซากใบไม้ (Litter) ซึ่งหมายถึงเศษใบไม้ กิ่งอ่อน และอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่า โดยแหล่งดูดซับและกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดนี้เป็นตัวชี้วัดสำคัญของศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ และมักถูกใช้เป็นการประมาณมาตรฐานในการประเมินปริมาณคาร์บอนในป่าไม้ตามแนวทางของ IPCC และระบบคาร์บอนเครดิตต่าง ๆ



รูปที่ 20 แหล่งกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

3.1.1. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass: ABG)

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน หมายถึง มวล หรือ น้ำหนักแห้ง ทุกส่วนของพืชที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ ของไม้ยืนต้นในพื้นที่ป่าไม้หรือพื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนหลักของระบบนิเวศบนบก เนื่องจากสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและสะสมไว้ในรูปของเนื้อไม้ (ไม่รวมเศษซากที่ร่วงลงพื้น หรือไม้ตาย)

ซึ่งการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับระดับข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยทั่วไปอ้างอิงตามแนวทางของ IPCC (2006a; 2019a) ได้แก่ การวัดโดยตรง เป็นวิธีที่ให้ค่าความแม่นยำสูงที่สุดโดยการตัดต้นไม้ นำส่วนต่าง ๆ เช่น ลำต้น กิ่ง และใบ มาชั่งน้ำหนักสด จากนั้นอบให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งอีกครั้ง เพื่อคำนวณหามวลชีวภาพจริงของต้นไม้แต่ละส่วน จากนั้นรวมเป็นมวลชีวภาพเหนือดินทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ และวิธีใช้ค่าอ้างอิง ที่ได้จากการพัฒนาสมการแอลโลเมตรีสำหรับชนิดไม้หรือประเภทป่าในพื้นที่ต่าง ๆ ตามแนวทางของ IPCC ส่วนมากตัวแปรที่ใช้มักเป็นส่วนของกิ่งก้านกับการเติบโตของพืช ได้แก่ ขนาดความโต ความสูง หรือความหนาแน่นของเนื้อไม้

3.1.2 มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass: BLG)

มวลชีวภาพใต้ดิน หมายถึง ปริมาณมวลชีวภาพของระบบรากที่มีชีวิตทั้งหมดของไม้ยืนต้น ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับน้ำและแร่ธาตุจากดิน และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญรองจากมวลชีวภาพเหนือดิน การประเมินมวลชีวภาพใต้ดินสามารถทำได้โดยตรงผ่านการขุดและชั่งน้ำหนักรากในแปลงตัวอย่าง หรือโดยทางอ้อมโดยใช้สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้ (Root-Shoot Ratio; R) ซึ่งคำนวณจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดินตามแนวทางของ IPCC (2019) วิธีการประเมินด้วย สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้สามารถทำได้เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและไม่ทำลายตัวอย่าง แต่ยังคงให้ค่าประมาณปริมาณคาร์บอนใต้ดินที่แม่นยำในระดับพื้นที่ศึกษา

3.1.3 ไม้ตาย (Dead Wood)

ต้นไม้ที่ล้มตายหรือยืนต้นตาย เป็นปริมาณการสะสมมวลชีวภาพของต้นไม้ที่ตายแล้วทั้งที่ยืนต้นตาย และที่ไม้ล้มชันนอนไพร รวมถึงท่อนไม้หรือกิ่งขนาดใหญ่ที่อยู่ในกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งยังคงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนสำคัญของระบบนิเวศป่าไม้ การประเมินมวลชีวภาพของไม้ตายสามารถทำได้โดยการสำรวจปริมาตรไม้ตายภาคสนามหรือการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวของท่อนไม้ แล้วแปลงค่าปริมาตรเป็นมวลชีวภาพและคาร์บอนตามค่าสัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ ตามแนวทางของ IPCC (2006a; 2019a)

3.1.4 อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Carbon)

อินทรีย์วัตถุในดินหมายถึงคาร์บอนที่สะสมอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ภายในชั้นดิน เช่น เศษซากพืช รากที่สลายตัว และจุลินทรีย์ในดิน ไม่รวมรากมีชีวิต (ซึ่งอยู่ใน BLG) แต่รวมคาร์บอนจากรากที่ตายแล้ว เศษอินทรีย์วัตถุที่กำลังย่อยสลายและผสมในดิน ปัจจัยสำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศ การประเมินปริมาณคาร์บอนในดินสามารถทำได้โดยการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นความลึก แล้ววิเคราะห์หาค่าคาร์บอนอินทรีย์ (SOC) และคำนวณเป็นปริมาณคาร์บอนสะสมต่อพื้นที่ (ดินคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ; $t\ C\ ha^{-1}$) ตามแนวทางของ IPCC (2006a; 2019a) เพื่อใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือการจัดการพื้นที่ป่าไม้

ในระดับ Tier 1 IPCC ได้กำหนดค่าเริ่มต้น (IPCC, 2006a) สำหรับแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและเขตภูมิอากาศ เพื่อใช้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น จากป่าไม้ไปสู่พื้นที่เกษตร ซึ่งมักทำให้ค่า SOC ลดลง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) เพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ข้อมูลที่ได้จากการประเมิน ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน (SOC stock, $t\ C\ ha^{-1}$) ที่ความลึกมาตรฐาน และการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในดินต่อปี (ΔSOC , $t\ C\ ha^{-1}yr^{-1}$) โดยคำนวณจากความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการสำรวจ (ก่อน-หลังโครงการ หรือระหว่างปี t และ $t + 1$ เป็นต้น)

3.1.5 เศษซากใบไม้ (Litter Biomass)

ซากอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่บนผิวดิน เช่น ใบไม้แห้ง กิ่งไม้ขนาดเล็ก เปลือกไม้ ผลหรือเศษซากพืชที่ร่วงหล่นจากเรือนยอด ซึ่งยังไม่เข้าสู่กระบวนการย่อยสลายสมบูรณ์ เศษซากใบไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนระยะสั้นในระบบนิเวศป่าไม้ โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งส่งผ่านคาร์บอนจากมวลชีวภาพพืชสู่ดิน และมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารและการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคป่าไม้ดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิดการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแหล่งกักเก็บที่สำคัญของระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งตามแนวทาง IPCC ประกอบด้วย 5 แหล่งหลัก ได้แก่ มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน ไม้ตาย เศษซากพืช และคาร์บอนอินทรีย์ในดิน การประเมินจะมุ่งคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของแต่ละแหล่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง และติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่วงเวลา

ในเชิงนิยาม ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในแหล่งกักเก็บนั้น ณ ช่วงเวลาที่กำหนด ส่วนการดูดกลับหรือการเปลี่ยนแปลงคาร์บอน (Carbon Stock Change; ΔC) หมายถึงผลต่างของปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ระหว่างสองช่วงเวลา ซึ่งโดยทั่วไปแสดงค่าในหน่วยตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี ($t\ C\ ha^{-1} yr^{-1}$) หากค่า ΔC เป็นบวก แสดงถึงสถานะเป็นแหล่งดูดกลับสุทธิ และหากเป็นลบ แสดงถึงการปล่อยสุทธิ การแปลงเป็นหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2eq) ดำเนินการโดยคูณด้วยอัตราส่วนมวลโมเลกุล เท่ากับ 44/12

การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินมักอาศัยสมการแอลโลเมตริก (Allometric Equations) ที่พัฒนาจากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดลำต้นกับน้ำหนักแห้ง (มวล) หรือใช้แบบจำลองคาร์บอน (Carbon Models) ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาคหรือระยะยาว สำหรับแหล่งกักเก็บอื่น เช่น คาร์บอนในดิน อาจใช้การสุ่มเก็บตัวอย่างภาคสนามร่วมกับค่าความหนาแน่นรวมดิน (Bulk Density) และความเข้มข้นคาร์บอนอินทรีย์ โดยระดับความละเอียดและความซับซ้อนของการประเมินขึ้นอยู่กับระดับวิธี (Tier) ตามกรอบ IPCC โดย Tier 1 ใช้ค่าปัจจัยมาตรฐานสากล (Default Values) ที่เผยแพร่ในรายงาน IPCC เหมาะกับกรณีที่ข้อมูลจำกัด Tier 2 ใช้ค่าปัจจัยที่พัฒนาจากข้อมูลเฉพาะของประเทศหรือภูมิภาค เพื่อสะท้อนลักษณะระบบนิเวศได้แม่นยำขึ้น ส่วน Tier 3 ใช้วิธีขั้นสูง เช่น แบบจำลองเชิงพลวัต ระบบติดตามระยะยาว หรือฐานข้อมูลสำรวจป่าไม้ถาวรซึ่งให้ความแม่นยำสูง

การประเมินการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคป่าไม้จึงเป็นกระบวนการที่เริ่มจากการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละแหล่งกักเก็บ แล้วคำนวณการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ภายใต้ระดับวิธีที่เหมาะสมกับบริบทข้อมูล ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประเมินมีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และสอดคล้องกับมาตรฐานสากลด้านบัญชีก๊าซเรือนกระจก

แนวทางการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

การประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ตามแนวทางของ IPCC ภายใต้กรอบภาค AFOLU สามารถดำเนินการได้ 2 แนวทางหลัก ได้แก่ วิธีการแบบ การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Stock Change Method) และวิธีการแบบ การเพิ่ม-การสูญเสีย (Gain-Loss Method) ซึ่งทั้งสองวิธีตั้งอยู่บนหลักสมดุลมวลคาร์บอน (Mass Balance Principle) แต่แตกต่างกันในเชิงโครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนการคำนวณ ทั้งนี้ได้กำหนดไว้ว่าเป็นระบบใน 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 AFOLU และได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมใน 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

วิธีการแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Stock Change Method) เป็นการประเมินจากผลต่างของปริมาณคาร์บอนในแหล่งกักเก็บคาร์บอนระหว่างสองช่วงเวลา กล่าวคือ เป็นการวัดหรือประมาณค่าคาร์บอนในแหล่งกักเก็บ ณ เวลาเริ่มต้น (C_{t1}) และเวลาในรอบการติดตามถัดไป (C_{t2}) แล้วคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปีตามสมการที่ 1

$$\Delta C = \frac{C_{t2} - C_{t1}}{t2 - t1} \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ ΔC คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสุทธิ (ตันคาร์บอนต่อปี) หากต้องการรายงานในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถแปลงหน่วยด้วยอัตราส่วนมวลโมเลกุล (44/12) $t1$ คือเวลาหรือปีที่เริ่มต้น และ $t2$ คือช่วงเวลาหรือปีที่วัดในรอบถัดไป วิธีนี้แสดงผลสุทธิของการเปลี่ยนแปลงในระบบทั้งหมด โดยไม่จำเป็นต้องแยกองค์ประกอบของการเพิ่มและการสูญเสียอย่างละเอียด จึงเหมาะสำหรับกรณีที่มีข้อมูลการสำรวจแบบ วัดซ้ำ หรือมีแปลงตัวอย่างถาวรที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง

ในทางกลับกัน วิธีการแบบการเพิ่ม-การสูญเสีย เป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนจากผลต่างระหว่างปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มพูนเข้าสู่ระบบ (Gains) และปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียออกจากระบบ (Losses) ภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$\Delta C = \Delta C_{\text{Gain}} - \Delta C_{\text{Loss}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่

ΔC = การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสุทธิของระบบ ($t \text{ C yr}^{-1}$)

ΔC_{Gain} = ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น เช่น การเจริญเติบโตของมวลชีวภาพจากการฟื้นฟูป่า

ΔC_{Loss} = ปริมาณคาร์บอนที่ลดลง เช่น การตัดไม้ การตายตามธรรมชาติ ไฟป่า หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ในบริบทของป่าไม้ ค่า Gains มักคำนวณจากอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพในรอบปี (Annual Increment) คูณกับพื้นที่ ส่วน Loss อาจรวมถึงการตัดไม้ การตายตามธรรมชาติ ไฟป่า หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน วิธีนี้มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถใช้ได้แม้ไม่มีข้อมูลการวัดซ้ำระยะยาว โดยอาศัยข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ร่วมกับค่าปัจจัยการปล่อยหรือการดูดกลืน จึงเหมาะกับการประเมินในระดับโครงการ หรือในกรณีที่ประเทศยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลภาคสนาม

ในเชิงทฤษฎี ทั้งสองวิธีควรให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนระหว่างสองช่วงเวลาเท่ากับผลรวมสุทธิของการเพิ่มและการสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในเชิงปฏิบัติขึ้นอยู่กับคุณภาพข้อมูล ความละเอียดของฐานข้อมูล และระดับความก้าวหน้าทางเทคนิค (Tier) ที่เลือกใช้ในการประเมิน

สำหรับระบบนิเวศป่าที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีการรบกวนต่ำ อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพมักสูงกว่าอัตราการสูญเสีย ส่งผลให้ระบบมีสถานะเป็นแหล่งดูดกลืนสุทธิ (Net Carbon Sink) ในทางตรงกันข้าม หากเกิดการรบกวนรุนแรง เช่น การตัดไม้หรือไฟป่าในบริเวณกว้าง อัตราการสูญเสียอาจสูงกว่าอัตราการเพิ่มพูน ทำให้พื้นที่ดังกล่าวกลายเป็นแหล่งการปล่อยสุทธิ (Net Carbon Source) ได้ ดังนั้น การเลือกใช้แนวทางการประเมินที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อความถูกต้อง โปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับของผลการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้

วิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลับ ก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวสามารถดำเนินการได้ภายใต้กรอบการประเมินที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยในทางปฏิบัติของประเทศไทย แนวทางสำคัญสามารถจำแนกได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่ (1) การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับพื้นที่ตามกรอบ The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) และ (2) การประเมินในระดับโครงการภายใต้กลไกลดก๊าซเรือนกระจก เช่น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ผ่านโครงการ T-VER และ LESS แม้ว่าทั้งสองแนวทางจะอาศัยหลักการพื้นฐานเดียวกัน แต่มีความแตกต่างเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ คือ การประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแหล่งกักเก็บคาร์บอนตามแนวทางของ IPCC ในกรณีของการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดตามกรอบ GPC การประเมินมีลักษณะเป็น ระบบบัญชี (Accounting Framework) ที่รายงานข้อมูลจากสถานการณ์จริงของการปล่อยและการดูดกลับสุทธิภายในขอบเขตภูมิภาค หรือพื้นที่ที่กำหนดในปรัายงาน โดยไม่มีการกำหนดสถานการณ์อ้างอิงเชิงสมมติ (Baseline) เพื่อเปรียบเทียบ ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบาย การติดตามผล และการกำหนดเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกในระดับพื้นที่

ในขณะเดียวกัน การประเมินในระดับโครงการ เช่น T-VER และ LESS มีลักษณะเป็นกลไกการรับรองระดับโครงการที่ใช้ว่าการดำเนินกิจกรรมของโครงการก่อให้เกิดการดูดกลับหรือการลดการปล่อยเพิ่มขึ้นจากสถานการณ์ปกติ จึงต้องกำหนด Baseline และ พิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติม (Additionality) ของโครงการ ผลลัพธ์ของการประเมินในระดับโครงการสามารถนำไปใช้รับรองปริมาณการลดหรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เพื่อแสดงผลการดำเนินงานและ/หรือการออกคาร์บอนเครดิต ขณะที่ผลลัพธ์จากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนเป็นข้อมูลเชิงนโยบายของพื้นที่ โดยแนวทางทั้งสองมีความเหมือนกันในเชิงวิธีการทางเทคนิคด้านการคำนวณคาร์บอนและการอ้างอิงมาตรฐาน IPCC แต่แตกต่างกันในเชิงกรอบแนวคิด วัตถุประสงค์ และการนำผลลัพธ์ไปใช้ กล่าวคือ GPC เป็นเครื่องมือ

เชิงนโยบายเพื่อการติดตามภาพรวมระดับพื้นที่ ขณะที่ LESS เป็นกลไกลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อสร้างแรงจูงใจ และ T-VER เป็นกลไกทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเปลี่ยนการลดก๊าซเรือนกระจกให้กลายเป็นคาร์บอนเครดิต ที่มีมูลค่าทางการเงิน การทำความเข้าใจความเหมือนและความแตกต่างดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของจังหวัดหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

วิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมกับบริบทของเมืองและจังหวัดในประเทศไทย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับได้แก่

1. การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในระดับพื้นที่

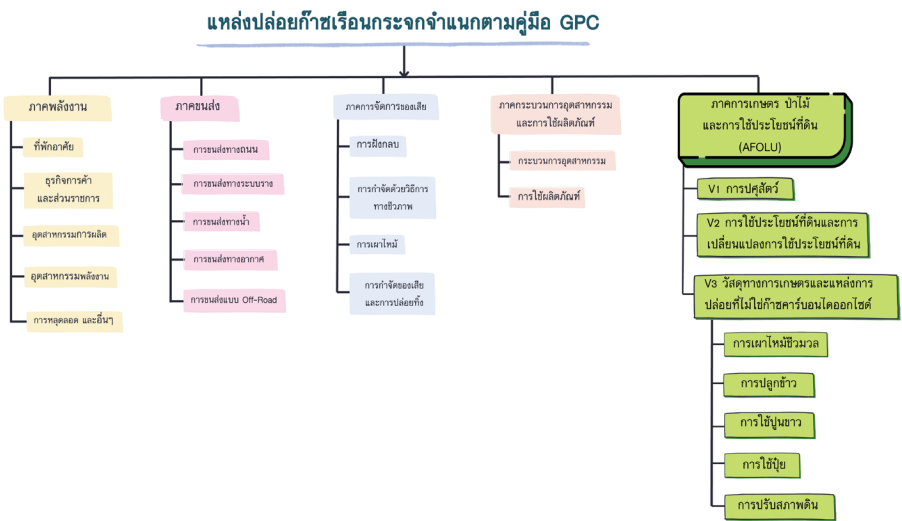
การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวและจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัดดำเนินการภายใต้กรอบของ GPC ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด โดยมีหลักการและวิธีการคำนวณสอดคล้องกับแนวทางของ IPCC ตามเอกสาร 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 AFOLU

ในบริบทของประเทศไทย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ทำหน้าที่พัฒนาและปรับปรุงแนวทางการคำนวณและการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทเชิงนิเวศ เศรษฐกิจ และโครงสร้างข้อมูลของเมืองและจังหวัด ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานท้องถิ่นสามารถจัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นระบบ โปร่งใส และตรวจสอบได้

การจัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับจังหวัด มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและติดตามทั้งการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกภายในขอบเขตภูมิศาสตร์ของจังหวัด โดยแสดงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในรายงาน การดำเนินงานจึงต้องอาศัยกรอบ GPC ในการกำหนดขอบเขต แหล่งที่มา และหมวดกิจกรรม พร้อมทั้งอ้างอิงระเบียบวิธีการคำนวณตามแนวทาง IPCC เพื่อให้ผลลัพธ์มีความสอดคล้องกับมาตรฐานสากล กระบวนการจัดทำรายงานจำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมอย่างครบถ้วน 5 ภาคส่วน ได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคขนส่ง ภาคการจัดการของเสีย ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และการใช้ผลิตภัณฑ์ และภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลดังกล่าว

จะถูกใช้ร่วมกับค่าปัจจัยการปล่อยหรือการดูดกลับ (Emission/Removal Factors) เพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยหรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO₂eq) อย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

ภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว การประเมินจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในแหล่งกักเก็บคาร์บอนหลัก และรายงานผลในรูปการดูดกลับสุทธิของพื้นที่จังหวัด ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการกำหนดเป้าหมายและมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด โดยการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในระดับพื้นที่ อยู่ในภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) ในหมวดการปล่อยและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land) ดังรูปที่ 21 ซึ่งการปล่อยและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land) (IPCC, 2006b; 2019b) แบ่งออกได้ ดังนี้



รูปที่ 21 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามคู่มือ GPC

1) **พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)** ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่มีพืชพรรณไม้ยืนต้น ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ประเทศกำหนดไว้สำหรับการนิยาม พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) ในระบบบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศ นอกจากนี้ ยังรวมถึงพื้นที่ที่มีโครงสร้างพืชพรรณซึ่งในปัจจุบันอาจมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว แต่มีศักยภาพที่จะพัฒนาและเติบโตจนถึงระดับเกณฑ์ที่ประเทศกำหนดไว้สำหรับการจัดเป็นพื้นที่ป่าไม้ได้ภายใต้สภาพพื้นที่เดิม อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เช่น การตัดไม้ทำลายป่าหรือการเสื่อมโทรมของป่า จะถูกนับเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการสูญเสียคาร์บอน

2) **พื้นที่เกษตรกรรม (Cropland)** ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกทุกประเภท รวมถึงนาข้าว และระบบวนเกษตร (Agroforestry) พื้นที่ที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกพืชไร่ พืชสวน หรือพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ พื้นที่ประเภทนี้อาจเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการดิน การใช้ปุ๋ย หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าเป็นเกษตรกรรม

3) **พื้นที่ทุ่งหญ้าและพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (Grassland)** ครอบคลุมพื้นที่ทุ่งเลี้ยงสัตว์และทุ่งหญ้าที่ไม่จัดเป็นพื้นที่เพาะปลูก รวมถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณไม้ยืนต้นหรือพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่หญ้า เช่น พืชล้มลุกหรือไม้พุ่ม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ใช้จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามนิยามของประเทศ

4) **พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands)** หมายถึง พื้นที่ที่ถูกปกคลุม หรือ อิ่มตัวด้วยน้ำตลอดทั้งปีหรือเป็นบางช่วงของปี และไม่จัดอยู่ในประเภทพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตร พื้นที่ทุ่งหญ้า หรือพื้นที่ชุมชน ทั้งนี้หมวดพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถจำแนกย่อยเป็นพื้นที่ที่มีการจัดการและไม่มีการจัดการได้ตามนิยามของแต่ละประเทศ โดยพื้นที่ชุ่มน้ำพบได้ในทุกเขตภูมิอากาศ และครอบคลุมทั้งแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการจัดการอาจรวมถึงอ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำสร้างขึ้นอื่น ๆ เช่น บ่อน้ำเพื่อการเกษตรและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คลองและคูระบายน้ำ รวมถึงพื้นที่ชุ่มน้ำที่สร้างขึ้นเพื่อบำบัดน้ำเสีย นอกจากนี้ยังอาจรวมถึงระบบนิเวศชุ่มน้ำหลากหลายประเภท เช่น พรุ พื้นที่ชุ่มน้ำริมแม่น้ำ ป่าพรุ หรือป่าชุ่มน้ำ หนอง บึง แอ่งน้ำเค็ม ทะเลสาบน้ำเค็ม พื้นที่ชุ่มน้ำกร่อย แหล่งเกลือธรรมชาติ และพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง เช่น ป่าชายเลน พื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง และหญ้าทะเล

ส่วนพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่มีการจัดการ หมายถึง แม่น้ำ ทะเลสาบ หนอง หรือพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติอื่น ๆ ที่ไม่ได้ถูกปรับเปลี่ยนโดยกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง ตามหลักการจำแนกพื้นที่จัดการ (Managed Land Proxy) (IPCC, 2019b)

5) **พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Settlements)** หมวดนี้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้วทั้งหมด รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมและพื้นที่ตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ทุกขนาด เว้นแต่พื้นที่นั้นได้ถูกจัดรวมอยู่ในหมวดการใช้ที่ดินประเภทอื่นแล้ว ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับนิยามของประเทศ

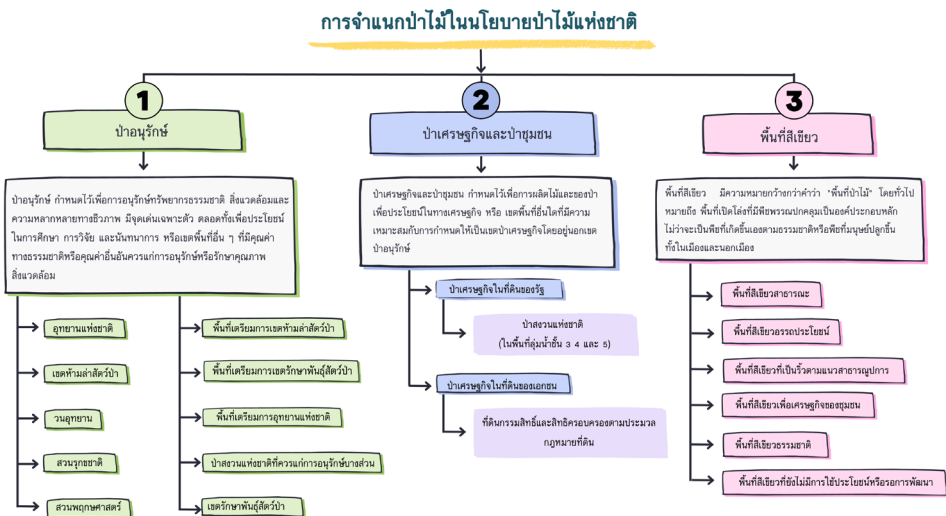
6) **พื้นที่อื่น ๆ (Other Land)** หมวดนี้ครอบคลุมพื้นที่ดินเปลือย หิน น้ำแข็ง และพื้นที่ทั้งหมดที่ไม่เข้าข่ายใน 5 หมวดข้างต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลรวมของพื้นที่ที่จำแนกได้สอดคล้องกับพื้นที่รวมของประเทศในกรณีที่มีข้อมูล ทั้งนี้ หากมีข้อมูล ประเทศควรจำแนกพื้นที่ที่ไม่มีการจัดการออกเป็นหมวดการใช้ที่ดินข้างต้น เช่น พื้นที่ป่าไม้ที่ไม่มีการจัดการ พื้นที่ทุ่งหญ้าที่ไม่มีการจัดการ และพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่มีการจัดการ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและช่วยให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ธรรมชาติไปยังหมวดอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขณะเดียวกัน การแบ่งประเภทพื้นที่ป่าตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ของประเทศไทย ได้มีการจำแนกพื้นที่ป่าออกเป็น 3 กลุ่มหลัก เพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ (รูปที่ 22) ดังนี้

- ป่าอนุรักษ์ หมายถึง พื้นที่ป่าที่รัฐกำหนดให้รักษาสภาพธรรมชาติไว้เป็นหลัก เพื่อคุ้มครองความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศ ตลอดจนแหล่งต้นน้ำลำธาร โดยมีข้อจำกัดด้านการใช้ประโยชน์เพื่อป้องกันผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของทรัพยากร พื้นที่ประเภทนี้ครอบคลุมเขตพื้นที่ตามกฎหมายอนุรักษ์ เช่น อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และถือเป็นฐานทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศในระยะยาว

- ป่าเศรษฐกิจ หมายถึง พื้นที่ป่าที่กำหนดให้ใช้ประโยชน์ด้านทรัพยากรและเศรษฐกิจภายใต้หลักการจัดการอย่างยั่งยืน โดยยังคงรักษาศักยภาพการผลิตและความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศ พื้นที่ดังกล่าวอาจเป็นทั้งป่าธรรมชาติที่มีการจัดการหรือป่าปลูกเชิงเศรษฐกิจ และต้องอยู่ภายใต้แผนการจัดการป่าไม้ที่มีหลักวิชาการรองรับ เพื่อให้การใช้ประโยชน์ไม่กระทบต่อความยั่งยืนของทรัพยากรในระยะยาว

- พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมทุกประเภท ไม่จำกัดเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ แต่รวมถึงพื้นที่พืชพรรณในเมือง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุ่มน้ำ และภูมิทัศน์ธรรมชาติอื่น ๆ ที่มีบทบาทต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศเมือง และคุณภาพชีวิตของประชาชน



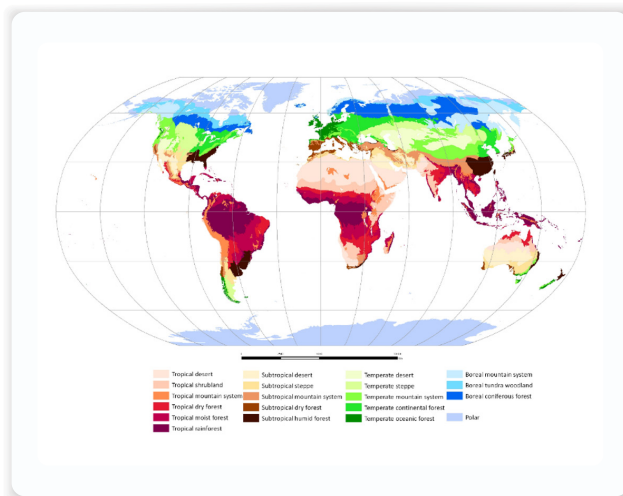
รูปที่ 22 การแบ่งประเภทป่าตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ

ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน สำหรับการรายงานระดับพื้นที่ตามกรอบการรายงานขอบเขตที่ 1 (Scope 1) ของ GPC การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินถือเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่กำหนดโครงสร้างของการคำนวณ และการรายงานผล โดยในภาคป่าไม้จะมีการจำแนกพื้นที่ป่าออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์และสภาพภาพของพื้นที่ เช่น ป่าอนุรักษ์ ป่าปลูก ป่าเศรษฐกิจ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากไฟป่า และป่าชายเลน ทั้งนี้การแบ่งประเภทอาจรวมถึงการพิจารณาอายุป่า เช่น พื้นที่ป่าที่มีอายุมากกว่า 20 ปี (>20 ปี) และพื้นที่ป่าที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปี (<20 ปี) แสดงความแตกต่างของพลวัตคาร์บอน (Carbon Dynamic) และอัตราการสะสมมวลชีวภาพ

ข้อมูลกิจกรรม ในภาคป่าไม้สามารถรวบรวมได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และฐานข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับจังหวัด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวใช้เป็นฐานในการคำนวณทั้งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emissions) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Removals) จากระบบนิเวศป่าไม้และพื้นที่สีเขียว โดยใช้สมการมาตรฐาน

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor} \dots\dots\dots (3)$$

การเลือกใช้ค่าปัจจัยการปล่อยหรือการดูดกลับ (Emission/Removal Factors: EF/RF) ควรอ้างอิงตามแนวทาง IPCC 2006 และ 2019 Refinement และสามารถเลือกใช้ค่ามาตรฐานจาก IPCC หรือค่าที่พัฒนาระดับประเทศ เช่น ของ อบก. ทั้งนี้ค่า EF มีความแตกต่างกันตามเขตภูมิอากาศ ชนิดป่า และสภาพพื้นที่ จึงควรเลือกใช้ให้สอดคล้องกับเขตนิเวศที่พื้นที่ตั้งอยู่ ตามการจำแนกเขตนิเวศในเอกสาร IPCC (2019a) ซึ่งอ้างอิงฐานข้อมูลของ FAO (2010) ประเทศไทยตั้งอยู่ในหลายเขตนิเวศ ได้แก่ ภาคเหนือส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าเขตร้อนชื้นผลัดใบ (Tropical moist deciduous forest; TAWa, ที่ส่วนใหญ่ขึ้นมีช่วงฤดูแล้ง 3-5 เดือน) ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในเขตป่าเขตร้อนแล้ง (Tropical dry forest; TAWb, ส่วนใหญ่แล้ง มีช่วงฤดูแล้ง 5-8 เดือน) และภาคใต้อยู่ในเขตป่าฝนเขตร้อน (Tropical rain forest; TAr, ส่วนใหญ่ขึ้น มีช่วงฤดูแล้ง ≤ 3 เดือน) (รูปที่ 23) การเลือกใช้ค่า EF จึงควรอ้างอิงตามเขตนิเวศดังกล่าวเพื่อให้ผลการประเมินมีความเหมาะสมเชิงพื้นที่



รูปที่ 23 การแบ่งเขตนิเวศวิทยาโลก (Global ecological zone: GEZ map)
ของปี ค.ศ. 2010 โดย FAO (2012)

โดยนอกเหนือจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่สวนป่าหรือป่าเศรษฐกิจ (Plantation) ตามข้อมูลรายงาน แบ่งเป็น สวนป่ายูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) สวนป่าสัก (Teak) สวนป่าไม้สน (Pine) สวนป่าไม้โกงกาง (*Rhizophora* spp.) สวนป่าไม้โตช้า (Slow growing species) เช่น พะยูง ประดู่ป่า ตะเคียนทอง มะค่าโมง และยางนา และสวนป่าประเภทอื่น ๆ (Other) การรายงานในระดับจังหวัดควรระบุพื้นที่ของสวนป่าแต่ละประเภทอย่างชัดเจน และใช้คำปัจจัยที่สอดคล้องกับชนิดป่าและระบบการจัดการ

สำหรับพื้นที่ป่าชายเลน ในเอกสาร 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories; Wetlands (IPCC, 2014) ในกรณีที่ใช้การประเมินแบบ Tier 1 จะสามารถแบ่ง Region ของพื้นที่ป่าชายเลนให้อยู่ในเขต Tropical Wet: TAr และ Tropical Dry: TAwA, TAwB, TBWh) ซึ่งในกรณีนี้ประเทศไทย ป่าชายเลนภาคใต้ จัดอยู่กลุ่ม Tropical Wet นอกจากนี้ในการจัดกลุ่มระบุว่าป่าชายเลน (Mangrove Forest) ที่ถูกจัดให้อยู่ในหมวดหมู่ พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) ตามนิยามป่าไม้ระดับชาติ หากมีการตัดฟันแบบเลือกตัด (Selective cutting) หรือการตัดหมด

(Clear cutting) จะยังคงถูกรายงานอยู่ภายใต้หมวดพื้นที่ป่าไม้ต่อไป ตราบเท่าที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use Change) ส่วนป่าชายเลนที่ไม่เข้าเกณฑ์ครบถ้วนตามเกณฑ์นิยามป่าไม้ของประเทศ แต่มีลักษณะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งที่มีไม้ยืนต้น จะถูกจัดให้อยู่ในหมวด พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) และหากมีการตัดฟันแบบเลือกตัดหรือการกำจัดมวลชีวภาพเกิดขึ้น ก็ยังคงถูกรายงานอยู่ภายใต้หมวด พื้นที่ชุ่มน้ำ เช่นเดิม ในทางกลับกันกิจกรรมด้านการจัดการพื้นที่อาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหมวดหมู่การรายงาน (Change in reporting category) ตัวอย่างเช่น ป่าชายเลน ซึ่งถูกจัดอยู่ในหมวด พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) เมื่อมีการแผ้วถางพื้นที่ หรือมีการระบายน้ำ และถูกเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น จะถือว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงไปยัง หมวดหมู่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น

ข้อมูลจากรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับการประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศ โดยขั้นตอนพื้นฐานของการคำนวณประกอบด้วยการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ในพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตร ทั้งในสภาพการใช้ที่ดินเดิมและพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ที่ดิน ทั้งนี้การประเมินการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสามารถดำเนินการตามแนวทางของ IPCC โดยหนึ่งในวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ วิธีการแบบเพิ่ม-การสูญเสีย (Gain-Loss Method)

หลักการของวิธีดังกล่าวตั้งอยู่บนความสมดุลของปริมาณคาร์บอนของระบบ โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพในช่วงเวลาหนึ่ง จะเท่ากับผลต่างระหว่างปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มเข้าสู่ระบบและปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียออกจากระบบในช่วงเวลาเดียวกัน

ในขั้นตอนการคำนวณส่วนของการเพิ่มพูนคาร์บอน (Carbon Gain) สำหรับมวลชีวภาพของพืช สามารถประเมินได้จากพื้นที่ของแต่ละประเภทการใช้ที่ดินร่วมกับอัตราการเพิ่มพูนของมวลชีวภาพและค่าความเข้มข้นคาร์บอนในมวลชีวภาพ ซึ่งสามารถแสดงในรูปสมการทั่วไปดังนี้

$$\Delta C_{\text{Gain}} = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times G_{\text{Total } i,j} \times Cf_{i,j}) \dots\dots\dots (4)$$

โดยที่

ΔC_{Gain} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ที่เพิ่มขึ้นต่อปี
(ตัน คาร์บอนต่อปี; tonnes C yr⁻¹)

A = พื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (เฮกตาร์; ha)

G_{Total} = ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพรายปี
(ตันน้ำหนักแห้ง ต่อเฮกตาร์ต่อปี; tonnes d.m. ha⁻¹yr⁻¹)

i = ระบบนิเวศในพื้นที่ (i = 1 ถึง n)

j = สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ (j = 1 ถึง m)

CF = สัดส่วนปริมาณคาร์บอนของน้ำหนักแห้งในเนื้อไม้
(ตันคาร์บอนต่อตันน้ำหนักแห้ง; tonnes C/tonnes d.m)

ตัวอย่าง การประเมินการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพสำหรับการจัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับพื้นที่ ในปี พ.ศ. 2566 ของจังหวัดหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตนิเวศป่าเขตร้อนชื้นผลัดใบ (Tropical moist deciduous forest) มีข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2565 เท่ากับ 1,534,497.77 เฮกตาร์ และมีค่าอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพรวมรายปีเท่ากับ 2.19 ตันมวลชีวภาพต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งเป็นผลรวมของอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดิน (ค่านี้ได้มาจาก $G_{\text{Total}} = G_w \times (1+R)$ เป็นค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพบนดินและใต้ดินรายปี โดยเป็นค่าที่ถูกกำหนดไว้ตารางการรายงาน Activity Data โดย G_w = ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพบนดิน และ R = สัดส่วนมวลชีวภาพใต้ดินต่อมวลชีวภาพเหนือดิน) ทั้งนี้กำหนดให้สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพ (Carbon Fraction: CF) เท่ากับ 0.52 ตามเขตชีวนิเวศ การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นต่อปีดำเนินการตามสมการ

แทนค่า

$$\begin{aligned}\Delta C_{\text{Gain}} &= 1,534,497.77 \times 2.19 \times 0.52 \\ &= 1,747,486.06 \text{ ตันคาร์บอนต่อปี}\end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นจากการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพป่าไม้ของจังหวัดตัวอย่าง เท่ากับ 1,747,486.06 ตันคาร์บอนต่อปี

ในขณะเดียวกัน พบว่า พื้นที่ป่าเดิมถูกรบกวนโดยไฟป่าทำให้มีการสูญเสียปริมาณคาร์บอนที่ได้จากการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพป่าไม้ เท่ากับ 682,361.61 ตันคาร์บอนต่อปี ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสุทธิของระบบ ตามวิธีการคำนวณแบบเพิ่ม-การสูญเสีย (Gain-Loss Method) มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned}\Delta C &= \Delta C_{\text{Gain}} - \Delta C_{\text{Loss}} \\ &= 1,747,486.06 - 682,361.61 \\ &= 1,065,124.44 \text{ ตันคาร์บอนต่อปี}\end{aligned}$$

ซึ่งเมื่อคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างปีฐานกับปีติดตามผล จะสามารถระบุได้ว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของคาร์บอน จากนั้นจึงนำค่าการเปลี่ยนแปลงนี้ไปแปลงเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่ถูกดูดกลืนหรือปล่อยออกสู่บรรยากาศต่อไปตามกรอบการจัดทำบัญชีรายงานก๊าซเรือนกระจก

การประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวตามกรอบบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับพื้นที่ของ GPC มีบทบาทสำคัญในการสะท้อนภาพรวมการปล่อยและการดูดกลืนสุทธิภายในขอบเขตภูมิศาสตร์ของจังหวัด โดยอาศัยหลักการคำนวณตามแนวทางของ IPCC ซึ่งเน้นการประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงของระบบนิเวศในปรัายงาน ผลลัพธ์จากการประเมินในลักษณะนี้จึงเป็นข้อมูลเชิงบัญชีที่ใช้สนับสนุนการวางแผนนโยบาย การติดตามแนวโน้ม และการกำหนดเป้าหมายด้านการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับพื้นที่

อย่างไรก็ตาม การประเมินในระดับบัญชีพื้นที่ดังกล่าวเป็นเพียงการวิเคราะห์ภาพรวมของระบบทั้งหมด ไม่ได้แยกผลลัพธ์จากกิจกรรมหรือโครงการเฉพาะรายโครงการ

ดังนั้น ในกรณีที่ต้องการประเมินผลการลดหรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่มีการดำเนินการเฉพาะพื้นที่หรือเฉพาะมาตรการ จำเป็นต้องใช้กรอบการประเมินในระดับกิจกรรมหรือระดับโครงการ ซึ่งมีวิธีการกำหนดขอบเขต การคำนวณ และการตรวจสอบผลแตกต่างจากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก

ในบริบทของประเทศไทย การประเมินในระดับกิจกรรมและโครงการดังกล่าวดำเนินการภายใต้กลไกลดก๊าซเรือนกระจกของ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เช่น โครงการ T-VER และ LESS ซึ่งออกแบบมาเพื่อประเมินผลการลดหรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมเฉพาะ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบกับสถานการณ์อ้างอิงและกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบที่ชัดเจน ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ต่างจากการประเมินตามกรอบ GPC กล่าวคือ มุ่งเน้นการประเมินผลของกิจกรรมรายโครงการ มากกว่าการสะท้อนภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมด

ในหัวข้อต่อไปจะอธิบายหลักการ วิธีการ และขั้นตอนการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในระดับกิจกรรมและโครงการ ภายใต้กรอบ T-VER และ LESS พร้อมทั้งเปรียบเทียบโครงสร้างการประเมินกับแนวทางบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับพื้นที่ เพื่อให้เห็นความแตกต่างเชิงแนวคิด วิธีคำนวณ และการนำผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน

2. การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในระดับกิจกรรมและโครงการ

การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในระดับกิจกรรมและโครงการ ตามโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) และโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) เพื่อจัดทำมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และการเกษตร ในระดับเมืองและจังหวัด

ในภาคป่าไม้และการเกษตรจะมีการเปรียบเทียบ ข้อมูลจากการดำเนินโครงการ (Project Scenario) กับข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario) เพื่อระบุปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นจริงจากการดำเนินโครงการ ซึ่งถือเป็น คาร์บอนสุทธิที่ดูดกลับได้ (Net Carbon Removal) ตามหลัก Additionality (ปริมาณการลดหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเพิ่มเติมจากกรณีที่ไม่มีโครงการ) ของ IPCC และมาตรฐานคาร์บอนเครดิตต่าง ๆ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1) **ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)** คือ การปล่อยหรือการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกตามสภาพปกติในพื้นที่ที่ยังไม่ได้ดำเนินการโครงการ ใช้เป็นค่ามาตรฐานเปรียบเทียบกับเพื่อคำนวณส่วนเพิ่มของคาร์บอนจากโครงการ สามารถอ้างอิงจากข้อมูลในอดีตหรือแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น ป่าที่อาจเสื่อมโทรมลง พื้นที่รกร้างที่ไม่มีการปลูกต้นไม้เพิ่ม ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยของป่าธรรมชาติที่มีสภาพคงที่ สามารถสร้างได้จากข้อมูล เช่น ข้อมูลการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหรือข้อมูลการใช้ที่ดิน (Land Cover Map) ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่า (Deforestation/Degradation Rate) และข้อมูลอื่นๆ สิ่งที่ได้ คือ การกักเก็บคาร์บอนในปีฐาน (Baseline Sequestration) เป็นปริมาณคาร์บอนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือจากการใช้ที่ดินปัจจุบัน (หน่วย $t\ C\ ha^{-1}$ หรือ $tCO_2eq\ ha^{-1}$)

2) **ข้อมูลจากการดำเนินโครงการ (Project Scenario)** คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมภายในขอบเขตของโครงการในช่วงเวลาที่โครงการดำเนินงานซึ่งอาจเป็นการลดหรือกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจริงจากการดำเนินโครงการ เช่น (การปลูกป่า การจัดการพืชเกษตรยืนต้น การฟื้นฟูพื้นที่) ซึ่งสามารถใช้วิธีการสำรวจภาคสนาม หรือแบบจำลอง (Model Simulation) เพื่อประเมินคาร์บอนในแต่ละแหล่งกักเก็บ สามารถใช้ได้จากข้อมูลภาคสนามจากแปลงโครงการ ข้อมูลจากการติดตามผลรายปี (Monitoring Data) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าจริงจากภาพถ่ายดาวเทียม สมการแอลโลเมตริก (Allometric Equations) หรือแบบจำลองการเติบโตต้นไม้ ทำให้ทราบการกักเก็บคาร์บอนในปีที่ดำเนินการติดตามผล (Project Sequestration) คือ ปริมาณคาร์บอนสะสมจริงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ (หน่วย $t\ C\ ha^{-1}$ หรือ $tCO_2eq\ ha^{-1}$) แสดงดังสมการที่ 5

การคำนวณการดูดกลืนคาร์บอนสุทธิ (Net Carbon Removal)

$$Net\ Carbon\ Removal = C_{Project} - C_{Baseline} \dots\dots\dots(5)$$

โดยที่

$C_{Project}$ = คาร์บอนสะสมในพื้นที่โครงการ ($tCO_2eq\ ha^{-1}$)

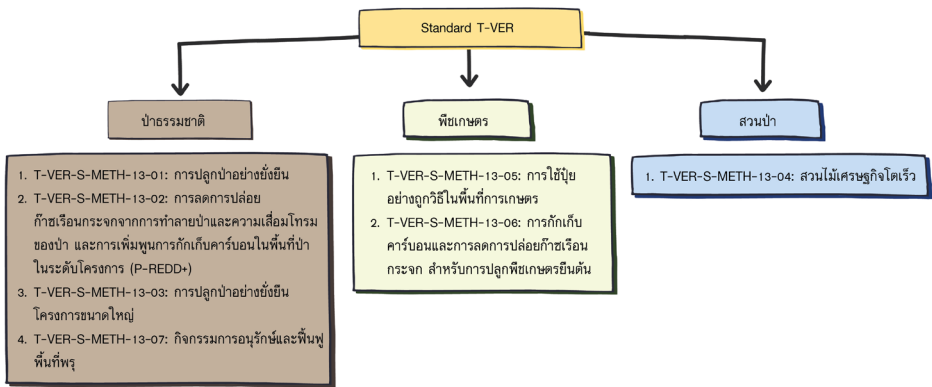
$C_{Baseline}$ = คาร์บอนที่คาดว่าจะสะสมได้ตามข้อมูลกรณีฐาน ($tCO_2eq\ ha^{-1}$)

ผลการคำนวณจากสูตรดังกล่าว จะทำให้ทราบปริมาณคาร์บอนที่ดูดกลับได้เพิ่มขึ้นจากการดำเนินโครงการ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณเป็น คาร์บอนเครดิต (Carbon Credits) หรือประเมินผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในระบบนิเวศป่าไม้ เช่น โครงการอนุรักษ์ป่าธรรมชาติ ใช้แนวโน้มการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งเป็นการลดปริมาณคาร์บอนในป่าให้เป็นข้อมูลกรณีฐาน โดยมีโครงการการดำเนินงานเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนด้วยการกำหนดมาตรการการป้องกันและรักษาป่าให้คงไว้ ผลที่ได้คือลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากการสูญเสียมวลชีวภาพจากการถูกตัดไม้หรือโครงการปลูกป่าฟื้นฟู ข้อมูลกรณีฐาน คือ พื้นที่ป่าเดิมที่มีความเสื่อมโทรม มีคาร์บอนต่ำ กิจกรรมโครงการเพื่อการเพิ่มการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์คือการปลูกต้นไม้ใหม่ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพในพื้นที่ ส่งผลให้มีคาร์บอนเพิ่มขึ้นจากการเติบโตของต้นไม้

3. การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) และโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (LESS)

ในการดำเนินโครงการ T-VER และโครงการ LESS แบ่งพื้นที่ตามประเภทกิจกรรมป่าไม้เพื่อให้วัดผลได้จริง โดยในเล่มคู่มือนี้จะมุ่งเน้นไปที่มาตรฐาน Standard T-VER เป็นหลัก เพื่อใช้เป็นวิธีการและแนวทางการประเมินการดูดกลับระดับโครงการ โดยแบ่งเป็นกิจกรรมที่มีการประเมินในพื้นที่ป่าธรรมชาติ พืชเกษตร และสวนป่า (รูปที่ 24)

การแบ่งพื้นที่ตามประเภทโครงการ STANDARD T-VER



รูปที่ 24 การแบ่งพื้นที่ตามประเภทโครงการ Standard T-VER

การแบ่งประเภทป่าไม่มีความสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจาก IPCC ที่วางกรอบวิธีมาตรฐานสากลในการจำแนกพื้นที่เพื่อใช้รายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจก ซึ่งถูกนำมาบูรณาการเข้ากับนโยบายป่าไม้ของประเทศไทย ที่จำแนกป่าตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์ ได้แก่ ป่าธรรมชาติ ป่าเศรษฐกิจ และพื้นที่สีเขียว เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนที่แม่นยำตามสภาพระบบนิเวศ ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาดำเนินงานในระดับพื้นที่ผ่านโครงการ T-VER และ LESS ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเปลี่ยนหลักเกณฑ์และค่าทางสถิติต่าง ๆ ให้กลายเป็นกิจกรรมกักเก็บคาร์บอนที่วัดผลได้จริง ส่งผลให้การขับเคลื่อนนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศมีมาตรฐานที่น่าเชื่อถือตั้งแต่ระดับปฏิบัติการไปจนถึงระดับสากล

• โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)

โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย หรือ T-VER (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เป็นกลไกคาร์บอนเครดิตภาคสมัครใจที่จัดทำโดย อบก. เพื่อส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน และองค์กร

ปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินกิจกรรมลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบ และสามารถแปลงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเป็นหน่วยคาร์บอนเครดิต (tCO₂e) สำหรับการซื้อ-ขายหรือชดเชยการปล่อยก๊าซภายในประเทศได้ โดยโครงการต้องพัฒนาตามระเบียบวิธี (Methodology) ที่ อบก. กำหนดในแต่ละสาขา เช่น ป่าไม้ การฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม ป่าเศรษฐกิจ เกษตรกรรม และพลังงานหมุนเวียน ควบคู่กับการดำเนินกระบวนการติดตาม-รายงาน-ทวนสอบ (Measurement Reporting and Verification: MRV) เพื่อรับรองความถูกต้องและความโปร่งใสของข้อมูล ทั้งนี้การตรวจสอบความใช้ได้ของผลการดำเนินงานจัดทำโดยหน่วยงานผู้ตรวจประเมินภายนอกที่ได้รับการรับรอง (Validation and Verification Bodies: VVB) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบความสอดคล้องตามข้อกำหนดอย่างเป็นอิสระ ส่งผลให้คาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ในตลาดคาร์บอนของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสุจริตมาตรฐาน T-VER เป็นกลไกสำคัญในการสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐกิจเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะในภาคป่าไม้และเกษตรกรรม ตลอดจนช่วยผลักดันประเทศไทยสู่เป้าหมายการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวได้อย่างยั่งยืน

มาตรฐาน T-VER แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ Standard T-VER และ Premium T-VER ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย อบก. เพื่อรองรับความต้องการของโครงการลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกในหลายประเภทกิจกรรม แสดงรายละเอียด คือ

1) T-VER (Standard T-VER)

Standard T-VER เป็นมาตรฐานพื้นฐานของโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย ครอบคลุมกิจกรรมลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่สามารถดำเนินการได้ในหลายสาขา เช่น พลังงานทดแทน การจัดการพลังงาน การจัดการของเสีย เกษตรกรรม และป่าไม้โครงการภายใต้มาตรฐานนี้ต้องจัดทำตาม ระเบียบวิธี (Methodology) ที่ อบก. กำหนด พร้อมทั้งผ่านกระบวนการติดตาม รายงาน และทวนสอบ (MRV) และได้รับการตรวจประเมิน โดยหน่วยตรวจประเมินภายนอกที่ได้รับการรับรอง (VVB) โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดหรือดูดซับได้ เรียกว่า “คาร์บอนเครดิต” คาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นสามารถขึ้นทะเบียนและซื้อ-ขายภายในประเทศได้อย่างถูกต้องตามระเบียบของ อบก.

ภายใต้โครงการ T-VER อบก. ได้จัดทำเครื่องมือคำนวณ (Calculation Tools) เพื่อสนับสนุนการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดหรือดูดซับได้ในโครงการภาคป่าไม้ และการเกษตร (Forestry and Agriculture: FOR/AGR) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้การคำนวณเป็นไปตามหลักวิชาการที่ถูกต้อง โปร่งใส และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ตามระบบ MRV ปัจจุบัน อบก. ได้ประกาศใช้ ระเบียบวิธีการ (Methodology) จำนวน 7 ระเบียบวิธี และเครื่องมือคำนวณ 3 รายการ ในสาขาป่าไม้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2568ค) ได้แก่

ระเบียบวิธีการ (Methodology)

- 1.T-VER-S-METH-13-01: การปลูกป่าอย่างยั่งยืน (Sustainable Forestation)
- 2.T-VER-S-METH-13-02: การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า และการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าในระดับโครงการ (Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation and Enhancing Carbon Sequestration in Forest Area Project Level: P-REDD+)
- 3.T-VER-S-METH-13-03: การปลูกป่าอย่างยั่งยืน โครงการขนาดใหญ่ (Large Scale Sustainable Forestation Project)
- 4.T-VER-S-METH-13-04: สวนไม้เศรษฐกิจโตเร็ว (Economic Fast Growing Tree Plantation)
- 5.T-VER-S-METH-13-05: การใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (Good Fertilization Practice in Agricultural Land)
- 6.T-VER-S-METH-13-06: การกักเก็บคาร์บอนและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับการปลูกพืชเกษตรยืนต้น (Carbon Sequestration and Reducing Emission for Perennial Crop Plantation)
- 7.T-VER-S-METH-13-07: กิจกรรมการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่พรุ (Conservation and Restoration of Peatland)

เครื่องมือการคำนวณ (Tools)

1. T-VER-S-TOOL-01-01: การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้
(Calculation for Carbon Sequestration in tree)
2. T-VER-S-TOOL-01-02: การคำนวณการสะสมคาร์บอนในดิน
(Calculation for Soil Carbon)
3. T-VER-S-TOOL-01-03: การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช
(Calculation for Carbon Sequestration in Dead Wood and Litter)

การพัฒนาเครื่องมือจะอ้างอิงวิธีการทางวิชาการสากลและข้อมูลที่เหมาะสมกับป่าไม้ของประเทศไทย เพื่อให้ผลการคำนวณสอดคล้องกับระเบียบวิธีของ T-VER ในสาขาป่าไม้และการเกษตร อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลการลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่รายงานต่อ อบก. และสนับสนุนการตรวจประเมินโดยหน่วยตรวจประเมินภายนอก (VVB) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) T-VER มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER)

Premium T-VER เป็นมาตรฐานระดับสูงที่ อบก. พัฒนขึ้นเพื่อรองรับโครงการที่ต้องการความเข้มงวดและความน่าเชื่อถือในระดับเทียบเท่าสากล โดยในคู่มือจะเน้นกิจกรรมลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และเกษตรกรรม เช่น การปลูกป่า การฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม การจัดการคาร์บอนในดิน หรือกิจกรรมสนับสนุนการดูดกลืนคาร์บอนตามธรรมชาติ มาตรฐานนี้ใช้ระเบียบวิธีและเกณฑ์ที่ละเอียดกว่าระบบ Standard มี MRV ที่เข้มข้นขึ้น ใช้ข้อมูลกิจกรรมและหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น และบางแนวทางมีระดับความสอดคล้องใกล้เคียงมาตรฐานสากล เช่น Verra VCS หรือ Gold Standard ส่งผลให้คาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นมีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะกับโครงการที่ต้องการยกระดับคุณภาพ หรือรองรับตลาดคาร์บอนสมัครใจในอนาคตที่มีมาตรฐานสูงขึ้น ปัจจุบัน อบก. ได้ประกาศใช้ ระเบียบวิธีการ (Methodology) จำนวน 9 ระเบียบวิธี (รูปที่ 25) และเครื่องมือคำนวณ 10 รายการ ในสาขาป่าไม้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2568) ได้แก่

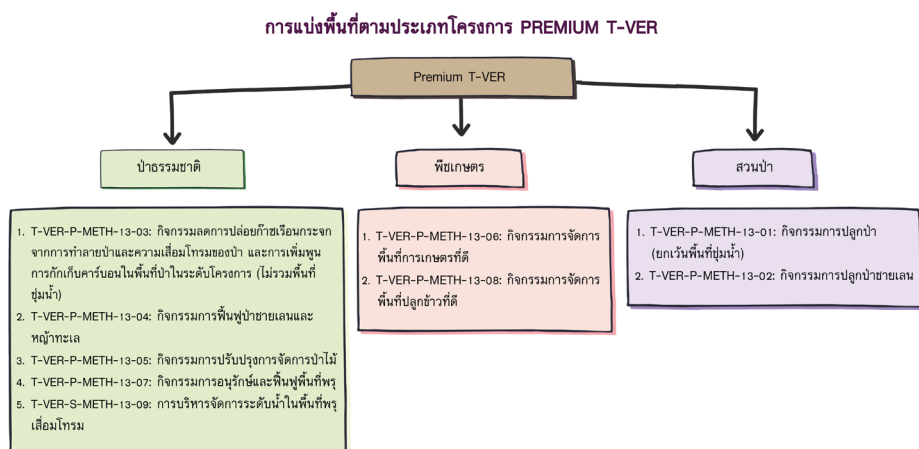
ระเบียบวิธีการ (Methodology)

1. T-VER-P-METH-13-01: กิจกรรมการปลูกป่า (ยกเว้นพื้นที่ชุ่มน้ำ)
(Afforestation/Reforestation of lands except wetlands)
2. T-VER-P-METH-13-02: กิจกรรมการปลูกป่าชายเลน
(Afforestation/Reforestation of degraded mangrove habitats)
3. T-VER-P-METH-13-03: กิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า และความเสื่อมโทรมของป่า และการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่า ในระดับโครงการ (ไม่รวมพื้นที่ชุ่มน้ำ)
(Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation and Enhancing Carbon Sequestration in Forest Area Project Level: P-REDD+) (Except Wetlands)
4. T-VER-P-METH-13-04: กิจกรรมการฟื้นฟูป่าชายเลนและหญ้าทะเล
(Mangrove and Seagrass Restoration)
5. T-VER-P-METH-13-05: กิจกรรมการปรับปรุงการจัดการป่าไม้
(Improved Forest Management)
6. T-VER-P-METH-13-06: กิจกรรมการจัดการพื้นที่การเกษตรที่ดี
(Enhanced Good Practices in Agricultural Land)
7. T-VER-P-METH-13-07: กิจกรรมการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่พรุ
(Conservation and Restoration of Peatland)
8. T-VER-P-METH-13-08: กิจกรรมการจัดการพื้นที่ปลูกข้าวที่ดี
(Enhanced Good Practices in Paddy Rice Field)
9. T-VER-P-METH-13-09: การบริหารจัดการระดับน้ำในพื้นที่พรุเสื่อมโทรม
(Rewetting of Drained Peatland)

เครื่องมือการคำนวณ (Tools)

1. T-VER-P-TOOL-01-01: การกำหนดกรณีฐานและการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Combined Tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in forest project activities)
2. T-VER-P-TOOL-01-02: การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของต้นไม้ สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation for carbon stocks and changes in carbon stocks of trees in forest project activities)
3. T-VER-P-TOOL-01-03: การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของไม้ตาย และเศษซากพืชสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in forest project activities)
4. T-VER-P-TOOL-01-04: การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนในดิน สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation for change in soil organic carbon stocks in forest project activities)
5. T-VER-P-TOOL-01-05: การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาผลาญชีวมวลสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation for non-CO₂ greenhouse gas emissions from burning of biomass in forest project activities)
6. T-VER-P-TOOL-01-06: การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเคลื่อนย้ายกิจกรรมการเกษตร สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Estimation of the increase in GHG emissions attributable to displacement of pre-project agricultural activities in forest project activities)
7. T-VER-P-TOOL-01-07: การเลือกใช้สมการที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณมวลชีวภาพเหนือดินสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Demonstrating Appropriateness of Equations for Estimation of Aboveground Tree Biomass in Forest Project Activities)

8. T-VER-P-TOOL-01-08: การคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมในการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation of Appropriate priate Number of Sample Plots for Carbon Measurements in Forest Project Activities)
9. T-VER-P-TOOL-01-09: การทดสอบนัยสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Tool for Testing Significance of GHG emissions in Forest Project Activities)
10. T-VER-P-TOOL-01-10: การแบ่งชั้นภูมิพื้นที่โครงการในพื้นที่ป่าชายเลนและหญ้าทะเล
(Methods for Stratification of the Project Area in Mangrove and Seagrass)



รูปที่ 25 การแบ่งพื้นที่ตามประเภทโครงการ Premium T-VER

โดยสรุป Standard T-VER เหมาะกับโครงการทั่วไปที่ต้องการดำเนินงานด้านคาร์บอนเครดิตในระดับประเทศ ส่วน Premium T-VER เหมาะกับโครงการที่ต้องการความเข้มงวดและความน่าเชื่อถือระดับสูง โดยเฉพาะโครงการป่าไม้และเกษตรกรรมทั้งสองมาตรฐานมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เพิ่มความร่วมมือจากหลายภาคส่วน และขับเคลื่อนประเทศไทยสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ในอนาคต

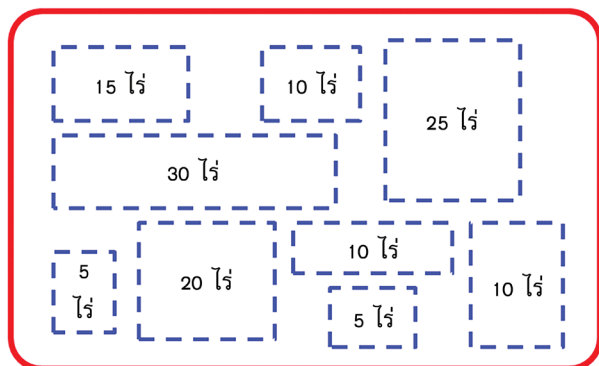
ในคู่มือฉบับนี้ การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสำหรับผู้ใช้งานในการเลือกระเบียบวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง สามารถประเมินได้ 3 ทางเลือก (ทางเลือกการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้โดยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) จึงไม่ได้มีการระบุในเล่มคู่มือนี้) จากเครื่องมือการคำนวณ (Tools) ภายใต้อุปข่ายการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร Standard T-VER เอกสาร T-VER-S-TOOL-01-01 ตาม อบก. (2568) ดังนี้

1) ทางเลือกที่ 1: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการนับจำนวนต้นไม้

การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของโครงการสามารถดำเนินการได้โดยสมมติให้ปริมาณคาร์บอนที่ต้นไม้กักเก็บในแต่ละปีมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Relationship) และมีอัตราการเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 9.50 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งต้นต่อปี ทั้งนี้เป็นไปตามแนวทางระเบียบวิธีของ อบก. ภายใต้อนุสัญญา T-VER

ผู้พัฒนาโครงการที่จะขอรับรองการกักเก็บคาร์บอนต้องดำเนินการตามเงื่อนไขหลักดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตพื้นที่โครงการ ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีการปลูกต้นไม้แล้วเท่านั้น โดยแต่ละแปลงย่อยต้องมีขนาดไม่เกิน 30 ไร่ (แปลงย่อยหมายถึงพื้นที่ที่มีเนื้อที่ติดกันและอยู่ในความครอบครองของผู้ถือครองรายเดียวกัน) และรวมพื้นที่ทั้งโครงการต้องไม่เกิน 1,000 ไร่ (รูปที่ 26)



ขอบเขตพื้นที่แปลงย่อย ไม่เกิน 30 ไร่



ขอบเขตพื้นที่โครงการ ไม่เกิน 1,000 ไร่

รูปที่ 26 ขอบเขตพื้นที่โครงการที่เป็นแปลงย่อย

2. นิยามของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ ต้นไม้ที่นำมาคำนวณหมายถึง ต้นไม้ (Tree) และ ไม้หนุ่ม (Sapling) ไม่รวมกล้าไม้ ต้นจาก และพืชชนิดต่าง ๆ ในกรณีที่ต้นไม้มีหลายลำต้นให้นับเป็น 1 ต้นเท่านั้น

3. ต้องมีการระบุวิธีการติดตามผลที่สามารถระบุอัตลักษณ์ของต้นไม้ได้อย่างชัดเจน และถาวรครอบคลุมช่วงระยะเวลาการคิดคาร์บอนเครดิต

4. กรณีที่ต้นไม้ หรือไม้หนุ่มในพื้นที่โครงการตาย จะไม่มีการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ หรือไม้หนุ่มนั้น ๆ ในช่วงระยะเวลาที่ขอการรับรองคาร์บอนเครดิต เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์ (Conservativeness)

5. กรณีการปลูกต้นไม้เสริม ในกรณีที่มีการปลูกต้นไม้เสริมหลังจากโครงการได้รับการขึ้นทะเบียนแล้ว ให้เริ่มนับปีของการติดตามผลสำหรับต้นไม้ที่ปลูกเสริมตั้งแต่วันถัดไปหลังได้รับหนังสือตอบรับการเปลี่ยนแปลงจาก อบก. โดยต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่องค์การฯ กำหนดอย่างเคร่งครัด

โดยประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่ได้จากสมการที่ 6

$$C_{\pi} = T \times t \times MAI \times 10^{-3} \dots\dots\dots(6)$$

- เมื่อ C_{π} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
- T = จำนวนต้นไม้ในพื้นที่โครงการทั้งหมด (ต้น)
- t = ปีที่ดำเนินการติดตามผล (ปี)
- MAI = อัตราการเพิ่มพูนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ($\text{kgCO}_2/\text{ต้น/ปี}$)

สำหรับทางเลือกที่ 1: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการนับจำนวนต้นไม้
กำหนดให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในปริมาณเท่ากับศูนย์

ตัวอย่าง จำนวนต้นไม้ในแปลง (T) มีจำนวน 500 ต้น ปีที่ดำเนินการติดตามผล
(t) 3 ปี มีอัตราการเพิ่มพูนปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (MAI) เท่ากับ 9.50 กิโลกรัม
คาร์บอนไดออกไซด์/ต้น/ปี ดังนั้น ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่ (C_{π})
มีค่าเท่ากับ 14.25 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2) ทางเลือกที่ 2: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการวัดขนาดต้นไม้
หรือไม้หนุ่

เป็นการประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพของต้นไม้โดยใช้สมการ
แอลโลเมตรี ซึ่งมวลชีวภาพของต้นไม้ ประกอบด้วยมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground
Biomass: ABG) และมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass: BLG) โดยมีรายละเอียด
การคำนวณ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแปลงตัวอย่างสำรวจให้เป็นไปตามที่ อบก. กำหนด บันทึกชนิด
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ในพื้นที่แปลงตัวอย่างของโครงการ
ตามเงื่อนไขสมการประเมินมวลชีวภาพที่เลือกใช้กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยเลือกสมการแอลโลเมตรี
ที่เหมาะสมกับชนิดของพรรณไม้หรือพื้นที่โครงการ เป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1) สมการแอลโลเมตรีใช้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ หรือในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

2) สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ของภาคป่าไม้เป็นเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

3) สมการอื่นที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ

4) สมการที่ อบก. แนะนำ

กรณีที่มีการใช้สมการแอลโลเมตรีอื่น ๆ ที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้น หรือสมการประเมินมวลชีวภาพต้องเสนอให้ อบก. พิจารณาและเห็นชอบ

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass: BLG)

ทางเลือกที่ 1 ใช้สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้แต่ละชนิด โดยสามารถใช้ค่าสัดส่วนที่ อบก. แนะนำ หรือค่าอื่น ๆ ที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ หรือ พัฒนาค่าสัดส่วนต้นต่อรากสำหรับพื้นที่ที่ดำเนินโครงการเองและต้องเสนอให้ อบก. พิจารณาและเห็นชอบตามสมการที่ 7

$$b_{BLG,j} = b_{ABG,j} \times R \dots\dots\dots (7)$$

เมื่อ

$b_{BLG,j}$ = ค่ามวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ชนิด j (ต้นน้ำหนักแห้ง)

$b_{ABG,j}$ = ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ชนิด j (ต้นน้ำหนักแห้ง)

R = สัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้

j = ชนิดไม้ 1, 2, 3,... z

ตัวอย่าง ในการสำรวจพันธุ์ไม้และประเมินค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในพื้นที่แห่งหนึ่ง ขนาด 1 ไร่ พบว่าในพื้นที่ที่มีค่ามวลชีวภาพเหนือดิน ($b_{ABG,j}$) เท่ากับ 18,000 กิโลกรัม ซึ่งค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้นของต้นไม้มีค่าเท่ากับ 0.27 (R) ของมวลชีวภาพเหนือดิน ดังนั้น มวลชีวภาพใต้ดิน ($b_{BLG,j}$) มีค่าเท่ากับ 4,860 กิโลกรัม

ทางเลือกที่ 2 สามารถคำนวณจากสมการแอลโลเมตรี โดยเงื่อนไขการเลือกใช้สมการเป็นไปตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 2

กรณีการนำไม้ล้อยมาปลูกในพื้นที่โครงการ จะไม่พิจารณาค่ามวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ $b_{BLG} = 0$ เพื่อเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแต่ละชั้นภูมิ

ทำการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ คำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ การคำนวณค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแต่ละชั้นภูมิ สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$b_{TREE,j} = b_{ABG,j} + b_{BLG,j} \dots\dots\dots(8)$$

$$C_{TREE,p,i} = \sum (b_{TREE,j} \times CF) \dots\dots\dots(9)$$

$$C_{TREE,i} = \frac{\sum C_{TREE,p,i}}{a_p} \dots\dots\dots(10)$$

เมื่อ

- $b_{TREE,j}$ = ค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ชนิด j (ต้นน้ำหนักแห้ง)
- $b_{ABG,j}$ = ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ชนิด j (ต้นน้ำหนักแห้ง)
- $b_{BLG,j}$ = ค่ามวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ชนิด j (ต้นน้ำหนักแห้ง)
- $C_{TREE,i}$ = ค่าการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง p ชั้นภูมิ i (ตันคาร์บอน)
- CF = สัดส่วนปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ (ตันคาร์บอนต่อต้นน้ำหนักแห้ง)
- $C_{TREE,p,i}$ = ค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแต่ละชั้นภูมิ (ตันคาร์บอนต่อไร่)
- a_p = พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่าง p (ไร่)
- p = แปลงตัวอย่าง 1, 2, 3,...n
- j = ชนิดไม้ 1, 2, 3,... z

ขั้นตอนที่ 5 การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่โครงการ
สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$C_{TREE} = \sum (a_i \times C_{TREE,i}) \dots\dots\dots(11)$$

เมื่อ

C_{TREE} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอน)

$C_{TREE,i}$ = ค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแต่ละชั้นภูมิ i
(ตันคาร์บอนต่อไร่)

a_i = พื้นที่ของชั้นภูมิ i (ไร่)

i = ชั้นภูมิ 1, 2, 3,...m

3) ทางเลือกที่ 3: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้โดยเทคโนโลยีการ สำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelli- gence: AI)

เป็นรูปแบบการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ที่เป็นการนำเทคโนโลยี
สำรวจระยะไกลมาพัฒนาเป็นอัลกอริทึมเพื่อให้ได้ปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบของโปรแกรม
หรือ Application ที่สามารถนำไปประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ โดยโปรแกรม หรือ
Application ดังกล่าวจะต้องได้รับการเห็นชอบจาก อบก. ตามแนวทางการพิจารณารับรอง
วิธีการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้โดยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote
Sensing) ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ที่ อบก. กำหนดขึ้น

$$C_{TREE} = C_{TREE,model} \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อ

C_{TREE} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอน)

$C_{TREE,model}$ = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ
ประเมินโดยใช้แบบจำลอง (ตันคาร์บอน)

4) ทางเลือกที่ 4: อื่น ๆ ตามที่ อบก. พิจารณาเห็นชอบ

สำหรับพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง (Urban Green Space) การประเมินจะพิจารณาจากองค์ประกอบของต้นไม้รายต้น พื้นที่สวนสาธารณะ และแนวกถนน หรือการใช้เครื่องมือเชิงเทคนิค เช่น โปรแกรม i-Tree Eco ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในต้นไม้แต่ละชนิด และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ดูดซับได้ต่อปี (United States Department of Agriculture Forest Service, 2022) การประเมินลักษณะนี้ช่วยสะท้อนบทบาทของพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองต่อการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ (Low Carbon City)

นอกจากนี้การประเมินการดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ยังต้องดำเนินการภายใต้หลักการสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Additionality (ผลการดูดกลืนที่เกิดขึ้นเพิ่มเติมจากภาวะปกติ) Permanence (ความยั่งยืนของการกักเก็บคาร์บอน) Leakage (การรั่วไหลของการปล่อยก๊าซไปยังพื้นที่อื่น) และ MRV เพื่อให้ผลการประเมินมีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2023) ซึ่งการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่และชีวภาพควบคู่กับการประยุกต์ใช้แนวทางมาตรฐานสากล เพื่อสะท้อนศักยภาพการดูดซับคาร์บอนของระบบนิเวศในประเทศไทยอย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ ทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการบริหารจัดการคาร์บอนและการก้าวสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศในอนาคต (กรมป่าไม้, 2565)

• โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS)

โครงการ LESS เป็นกลไกภาคสมัครใจที่จัดทำขึ้นโดย อบก. เพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชนท้องถิ่น รวมถึงโครงการด้านป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในเมืองมีส่วนร่วมในการลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นรูปธรรม โดย LESS ทำหน้าที่เป็นระบบรับรองการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก ผ่านการออกเอกสาร LOR-Letter of Recognition เพื่อยืนยันว่ากิจกรรมที่ดำเนินการมีส่วนร่วมช่วยลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกตามหลักเกณฑ์ที่ อบก. กำหนด แม้โครงการภายใต้ LESS จะไม่ได้ออกเป็นคาร์บอนเครดิตที่สามารถซื้อขายได้เหมือน T-VER แต่ยังคงให้ความสำคัญกับความถูกต้องของข้อมูลโดยยึดหลักการประเมินที่โปร่งใสและตรวจสอบได้

การพัฒนาโครงการ LESS ซึ่งกำหนดให้ผู้พัฒนาโครงการต้องแสดงข้อมูลเชิงกิจกรรม และการคำนวณผลการลดหรือการดูดซับก๊าซเรือนกระจกตามสูตรและค่ามาตรฐานที่ อบก. รับรอง โดยหลักฐานที่ใช้ในการประเมินอาจรวมถึงข้อมูลการปลูกต้นไม้ การขยายพื้นที่สีเขียว การจัดการขยะ การประหยัดพลังงาน หรือกิจกรรมอื่นที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชุมชนหรือองค์กร ซึ่งในภาพรวม LESS เป็นกลไกที่เหมาะสมสำหรับโครงการที่ต้องการแสดงบทบาทด้านสิ่งแวดล้อม การรับผิดชอบต่อสังคม (CSR/ESG) หรือการสนับสนุนเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยไม่จำเป็นต้องเข้าสู่กระบวนการออกคาร์บอนเครดิตที่มีความซับซ้อนมากกว่า ด้วยเหตุนี้ LESS จึงเป็นกลไกที่ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาครัฐ เอกชน และชุมชน ในมิติกว้าง ขยายฐานกิจกรรมด้านสภาพภูมิอากาศ และเพิ่มการรับรู้ของสังคมต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศอย่างเป็นรูปธรรม

ในคู่มือฉบับนี้ การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับผู้ใช้งานในการเลือกระเบียบวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง สามารถดำเนินโครงการได้ อ้างอิงตามองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2566) โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

1. ประเภทกิจกรรม: เป็นโครงการประเภทการปลูกป่า/ต้นไม้

2. ลักษณะของกิจกรรม: โครงการที่เข้าข่าย (Applicability)

1. การปลูก ดูแล และการจัดการอย่างถูกวิธี
2. เป็นไม้ยืนต้น (ความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตร ขึ้นไป และมีเส้นรอบวงตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป)
3. ไม้ยืนต้นที่ขอการรับรองสามารถเป็นไม้เศรษฐกิจโตเร็วตามประกาศของ อบก. ได้ไม่เกินร้อยละ 50 และต้องเป็นการปลูกเพื่ออนุรักษ์โดยไม่มีการตัดขาย
4. กรณีกิจกรรมการปลูกพืชเกษตรยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมันทุเรียน เป็นต้น ให้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยตามวิธีการคำนวณเรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่การเกษตร (LESS-AGR-01) ร่วมด้วย
5. มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย หรือหนังสือยินยอมให้ดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ ในพื้นที่จากเจ้าของที่ดิน

6. ต้องเป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับให้ดำเนินการอยู่แล้ว แต่ทั้งนี้จะต้องไม่เป็นการขัดหรือแย้งต่อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานภายในกำกับของรัฐ

3. วิธีการจัดเก็บข้อมูล โดยมีขั้นตอนการประเมินข้อมูลตามมาตรฐานที่มีการนำเสนอบนหน้าเว็บไซต์ อบก. ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประเมินขนาดพื้นที่ คือ พื้นที่โครงการ หรือ พื้นที่ที่ปลูกต้นไม้ทั้งหมด
2. เลือกรูปแบบการวางแผนและการสุ่มตัวอย่าง

กรณีที่พื้นที่โครงการมีการปลูกต้นไม้เป็นแปลง

- หากมีขนาดพื้นที่โครงการน้อยกว่า 100 ไร่ กำหนดให้วางแผนตัวอย่าง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของพื้นที่ทั้งหมด
- หากขนาดพื้นที่โครงการตั้งแต่ 100 ไร่ แต่ไม่ถึง 1,000 ไร่ กำหนดให้วางแผนตัวอย่าง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ไม่น้อยกว่า 1 ไร่
- หากขนาดพื้นที่โครงการตั้งแต่ 1,000 ไร่ ขึ้นไป กำหนดให้วางแผนตัวอย่าง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.1 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ไม่น้อยกว่า 5 ไร่ หรือวางแผนแบบจำแนกชั้นภูมิตามแนวทาง T-VER

หมายเหตุ:

1. พื้นที่ที่วางแผนตัวอย่างควรกระจายอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่โครงการได้
2. กรณีที่มีการจำแนกหลายชั้นภูมิหรือหลายกลุ่มตัวอย่าง ให้กรอกข้อมูลแยกไฟล์ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

กรณีพื้นที่โครงการมีการปลูกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว (Strip)

- ในกรณีที่ปลูกมากกว่า 300 ต้น ให้เก็บข้อมูลต้นไม้เพื่อเป็นตัวแทนในกลุ่มต้นไม้ที่ปลูกพร้อมกัน ไม่น้อยกว่า 300 ต้น และให้นับจำนวนต้นไม้ทุกต้นภายใต้กิจกรรมที่ดำเนินการ
- กรณีที่ปลูกน้อยกว่า 300 ต้น ให้เก็บข้อมูลต้นไม้ทุกต้น

กรณีปลูกไม้เป็นระเบียบ จัดสวน รอบ ๆ อาคารสถานที่

- ให้เก็บข้อมูลต้นไม้ทุกต้นที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่

3. สำรวจและเก็บข้อมูล

1) เก็บข้อมูลเฉพาะต้นไม้ที่เป็นไม้ยืนต้น มีเนื้อไม้

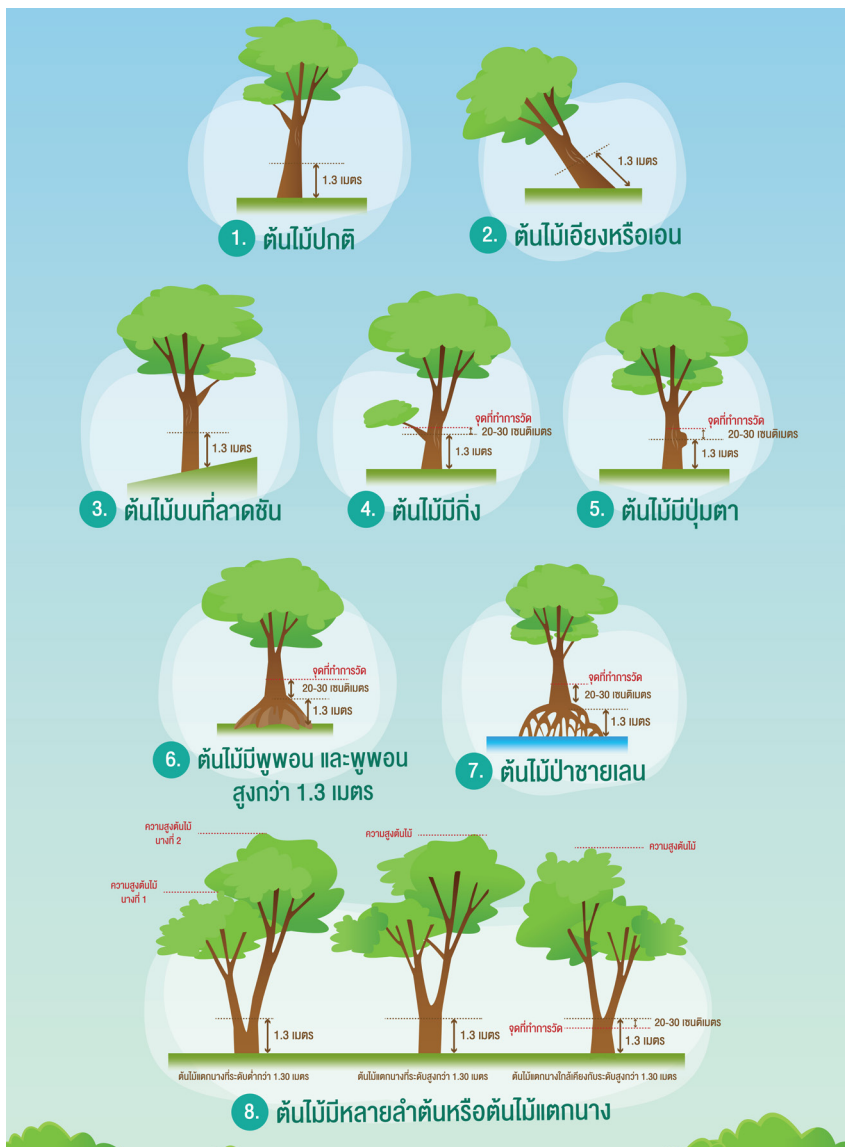
- ไม้ต้น หมายถึง ต้นไม้มีความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตร ขึ้นไป และมีเส้นรอบวงตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป
- ไม้: วัดทุกลำ ยกเว้นกรณีที่กอไม้มีจำนวนไม้มากกว่า 20 ลำ ให้วัดเพียง 20 ต้น และนับจำนวนต้นไม้ในกอ นั้น ๆ ทั้งหมด

2) ผู้ดำเนินโครงการต้องเก็บข้อมูลต้นไม้เพื่อใช้ในการคำนวณจำนวน 2 ข้อมูล ดังนี้

- ความสูงของต้นไม้: ใช้วิธีการวัดด้วยเครื่องมือคริโนมิเตอร์ (Clinometer) หรือวิธีอื่น ๆ ที่ได้รับการยอมรับ เช่น Haga Altimeter (รูปที่ 27)
- ความโตของต้นไม้: วัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับความสูงเพียงอก (1.30 เมตรจากพื้นดินที่โคนต้น) (รูปที่ 27 และ 28)



รูปที่ 27 การวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดิน (ซ้าย) และการวัดความสูงด้วยเครื่องมือ Haga Altimeter (ขวา)



รูปที่ 28 ตำแหน่งการวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ในพื้นที่สำรวจ

4. วิธีการคำนวณ สามารถคำนวณค่าการสะสมมลชีวภาพ และกักเก็บคาร์บอน โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 ประมาณการสะสมมลชีวภาพเหนือดิน (ABG) ด้วยสมการแอลโลเมตรีที่มีการระบุตามประเภทพรรณไม่ว่าเป็นกลุ่มใด ได้แก่ 1) พรรณไม้ทั่วไป 2) พรรณไม้ป่าชายเลน 3) กลุ่มปาล์ม 4) กลุ่มไผ่ และ 5) กลุ่มเถาวัลย์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ข้อมูลสมการแอลโลเมตรีสำหรับกลุ่มชนิดไม้ในโครงการ LESS

กลุ่มชนิดไม้	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 $W_T = 0.1466(D)^{0.7187}$ ไผ่บงดำ $W_T = 0.49522(D^2)^{0.8726}$ ไผ่ข้าวหลาม $W_T = 0.17466(D^2)^{1.0437}$ ไผ่ไร่และไผ่ผาก $W_T = 0.2425(D^2)^{1.0751}$	อธิธิพงษ์ (2557) Kutintara (1995) Kutintara (1995) Kutintara (1995)
กลุ่มเถาวัลย์	$W_T = 0.8622(D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

โดย

W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)

W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)

W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

4.2 ประเมินการสะสมมวลชีวภาพใต้ดิน (BLG) โดย อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือดิน เท่ากับ 0.27 ตามค่ากลาง (Default Value) ของ (IPCC, 2003)

$$\text{มวลชีวภาพใต้ดิน (BLG)} = \text{มวลชีวภาพเหนือดิน (ABG)} \times 0.27$$

4.3 ปริมาณคาร์บอน (Carbon content) โดย ค่าสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพ เท่ากับ 0.47 ตามค่ากลาง (default value) ของ (IPCC, 2003)

$$\text{ปริมาณคาร์บอน (Carbon Content)} = (\text{ABG} + \text{BLG}) \times 0.47$$

4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ คำนวณโดยการนำค่าปริมาณคาร์บอนคูณกับ สัดส่วนระหว่าง คาร์บอนไดออกไซด์ (มวลโมเลกุลเท่ากับ 44) และ คาร์บอน (มวลโมเลกุลเท่ากับ 12) คือ 44/12

$$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้} = \text{ปริมาณคาร์บอน} \times (44/12)$$

ดังนั้น ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (kgCO_2eq) คำนวณได้ตามสมการ

$$\text{การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด} = \text{ขนาดพื้นที่โครงการ (ไร่)} \times \text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้}$$

ตัวอย่าง การประเมินการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

หน่วยงานแห่งหนึ่งมีพื้นที่ป่าปลูกขนาด 10 ไร่ วางแปลงสำรวจ ขนาด 1 ไร่ จำนวน 1 แปลง ดำเนินการสำรวจพันธุ์ไม้ในแปลง วัดขนาดต้นไม้ และความสูง ของต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับ 1.30 เมตร ตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป พบว่ามีจำนวน 300 ต้น

จากนั้นทำการประเมินการสะสมมวลชีวภาพ ด้วยสมการแอลโลเมตรี พบว่า มีการสะสมมวลชีวภาพทั้งหมด 10,000 กิโลกรัม

$$\text{การสะสมมวลชีวภาพใต้ดิน (BLG)} = 10,000 \times 0.27 = 2,700 \text{ กิโลกรัม}$$

$$\text{ปริมาณคาร์บอน (Carbon Content)} = (10,000 + 2,700) \times 0.47 = 5,969 \text{ KgC}$$

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้} &= 5,969 \times (44/12) \\ &= 21,886.30 \text{ kgCO}_2\text{eq หรือ } 21.89 \text{ tCO}_2\text{eq}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด} &= 10 \text{ ไร่} \times 21.89 \text{ tCO}_2\text{eq} \\ &= 218.90 \text{ tCO}_2\text{eq}\end{aligned}$$

แนวทางการประเมินการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่สีเขียว สามารถประยุกต์ใช้หลักการเดียวกับการประเมินในภาคป่าไม้ โดยอ้างอิงจากแนวทางของ IPCC และ อบก. ซึ่งได้พัฒนาแนวทางและระเบียบวิธีสำหรับการคำนวณคาร์บอนในแหล่งกักเก็บต่าง ๆ (Carbon Pools) ทั้งในระดับประเทศและระดับโครงการ

ในเชิงวิธีการ แนวทางของ IPCC แบ่งระดับความละเอียดของข้อมูลออกเป็น Tier 1-3 โดย Tier 1 ใช้ค่ามาตรฐานสากล (Default Values) ที่กำหนดไว้ เช่น ค่า Biomass Expansion Factor (BEF) (IPCC, 2003) และ สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ (CF) ส่วน Tier 2 ใช้ข้อมูลเฉพาะประเทศ เช่น ค่าความหนาแน่นเนื้อไม้ หรือค่าคาร์บอนเฉลี่ยของดินในแต่ละภูมิภาค และ Tier 3 ใช้แบบจำลองหรือข้อมูลจากการติดตามระยะยาว เพื่อให้ได้ค่าประมาณคาร์บอนที่มีความแม่นยำสูงสุด

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้นำหลักการของ IPCC มาประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย โดยจัดทำระเบียบวิธีภายใต้มาตรฐาน T-VER เพื่อรองรับการประเมินการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เช่น สวนสาธารณะ พื้นที่ต้นไม้ริมถนน และพื้นที่สีเขียวในสถาบันการศึกษา ซึ่งสามารถใช้หลักการประเมินจากภาคป่าไม้ได้อย่างสอดคล้อง เช่น การคำนวณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน (Aboveground Biomass) จากขนาดทรงต้น และการประเมินคาร์บอนในดิน (Soil Organic Carbon) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินเชิงปริมาณโดยมีโครงการในพื้นที่สีเขียวที่ได้รับการรับรองในปัจจุบัน

เพื่อให้การประเมินการดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่สีเขียวของเมืองและจังหวัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับแนวทางของ IPCC และ อบก. ควรดำเนินการตามแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. จัดทำฐานข้อมูลต้นไม้ในเขตพื้นที่อย่างเป็นระบบ โดยบันทึกข้อมูลพรรณไม้ ตำแหน่งพิกัด (GPS) เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้ เพื่อใช้คำนวณมวลชีวภาพและคาร์บอนในแต่ละปีได้อย่างต่อเนื่อง
2. ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS) และระบบติดตามผลระยะยาว เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลพื้นที่สีเขียวกับขอบเขตการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถคำนวณคาร์บอนในระดับ Tier 2 หรือ Tier 3 ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น
3. พัฒนาแนวทางการติดตามและรายงานผล (MRV) ที่มีมาตรฐานเดียวกับโครงการภาคป่าไม้ เพื่อรองรับการตรวจสอบโดยหน่วยงานภายนอกและการขอรับรองคาร์บอนเครดิตในอนาคต
4. ส่งเสริมความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาและหน่วยงานวิจัย ในการเก็บข้อมูลชีวภาพและวิเคราะห์คาร์บอนในดิน เพื่อพัฒนาโมเดลประเมินการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมกับชนิดพรรณไม้และสภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่เมืองแต่ละภูมิภาค

/// แนวทางการดักจับคาร์บอนในรูปแบบอื่น ///

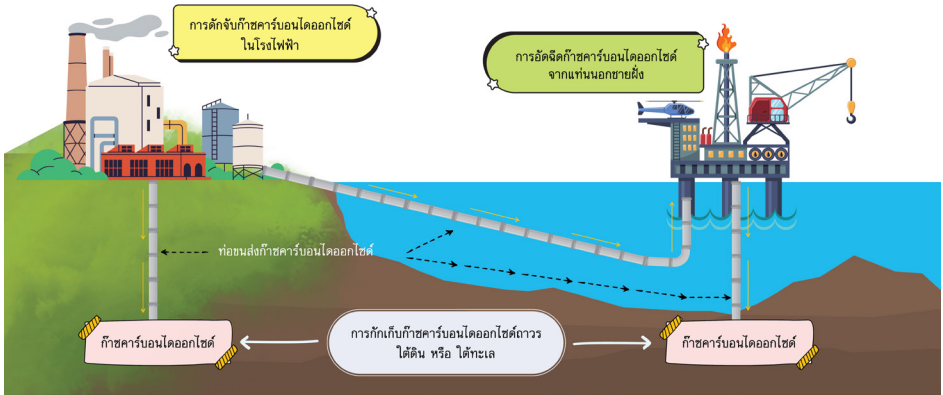
การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคมทั่วโลก การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดและดักจับคาร์บอนกลับจากชั้นบรรยากาศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage: CCS) การดักจับคาร์บอนโดยตรงจากอากาศ (Direct Air Capture: DAC) และการใช้ Biochar ซึ่งทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีการปล่อยติดลบ หรือ Negative Emission Technologies (Talei&Soleimani, 2021)

เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage: CCS)

เทคโนโลยี CCS เป็นกระบวนการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากแหล่งปล่อยขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้า โรงงานปูนซีเมนต์ และอุตสาหกรรมเหล็ก แล้วนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ได้ไปบีบอัดและขนส่งเพื่อนำไปจัดเก็บในชั้นหินใต้ดินอย่างถาวร เช่น แหล่งก๊าซธรรมชาติที่หมดอายุหรือชั้นหินเกลือ กระบวนการนี้แบ่งเป็นสามขั้นตอน ได้แก่ การดักจับ (Capture) การขนส่ง (Transport) และการกักเก็บ (Storage) (รูปที่ 29)

CCS สามารถลดการปล่อยคาร์บอนจากภาคอุตสาหกรรมที่ลดได้ยาก เช่น การผลิตเหล็กและพลังงานฟอสซิล จึงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานสะอาด อย่างไรก็ตาม CCS ยังมีข้อจำกัดในด้านต้นทุนสูง การใช้พลังงานมาก และความเสี่ยงการรั่วไหลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น การพัฒนา CCS มักต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐหรือตลาดคาร์บอนเครดิตเพื่อให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage : CCS)



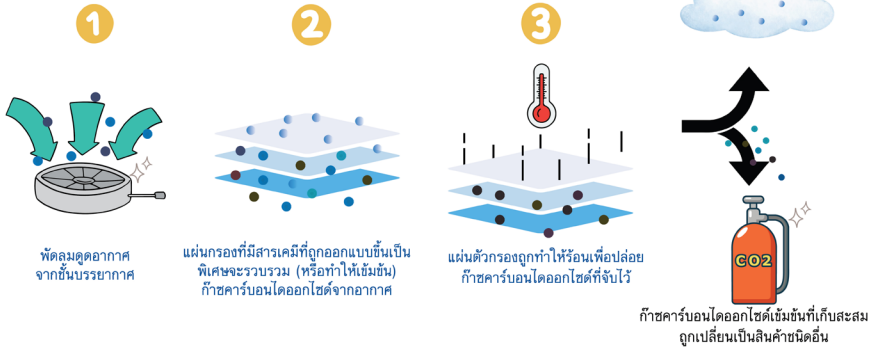
รูปที่ 29 เทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน
(Carbon Capture and Storage: CCS)

เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนโดยตรงจากอากาศ (Direct Air Capture: DAC)

DAC เป็นเทคโนโลยีที่สามารถดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกจากอากาศโดยตรง โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งปล่อยเฉพาะ (IEA, 2024) กระบวนการทำงานคือการใช้พัดลมดูดอากาศผ่านสารดูดซับ (Sorbents) หรือสารละลายเคมี (Solvents) ที่ทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นก๊าซจะถูกแยก บีบอัด และจัดเก็บในลักษณะเดียวกับ CCS หรืออาจนำไปใช้ผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ วัสดุก่อสร้าง หรือปุ๋ยเคมี (รูปที่ 30) ข้อดีของ DAC คือ สามารถลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในชั้นบรรยากาศได้โดยตรง จึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่สร้าง การปล่อยติดลบ (Negative Emissions) ซึ่งมีความจำเป็นต่อการจำกัดอุณหภูมิโลกไม่ให้เกิน 1.50 องศาเซลเซียส (IPCC, 2019a) อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีนี้ยังมีต้นทุนสูงมาก (มากกว่า 1,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อดันคาร์บอนไดออกไซด์) และต้องใช้พลังงานจำนวนมาก เนื่องจากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศต่ำ

การดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงจากอากาศ (Direct Air Capture: DAC)

อากาศปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ที่ผ่านการกรองแล้วถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ

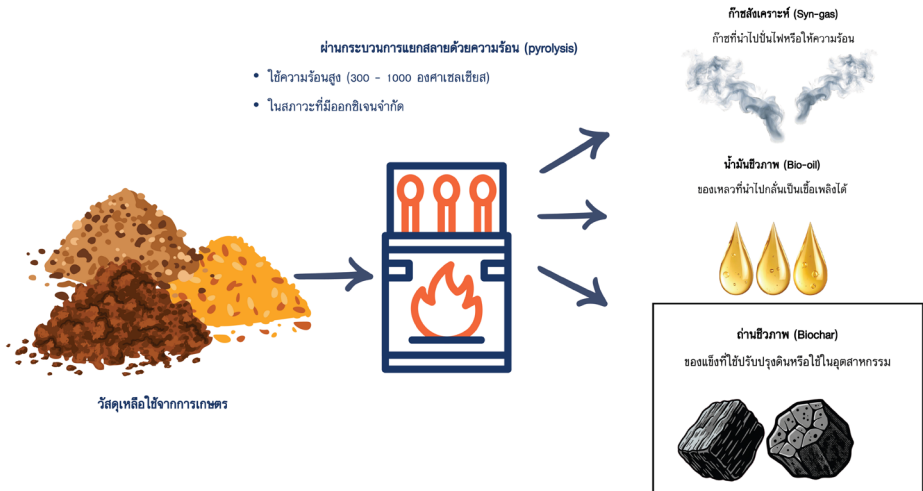


รูปที่ 30 เทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนโดยตรงจากอากาศ
(Direct Air Capture: DAC)

ถ่านชีวภาพ (Biochar)

ถ่านชีวภาพหรือไบโอชาร์ (Biochar) เป็นวัสดุคาร์บอนที่ผลิตจากการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ของมวลชีวภาพ เช่น เศษไม้ ซังข้าวโพด หรือของเหลือทางการเกษตร ในสถานะที่มีออกซิเจนต่ำ ทำให้ได้วัสดุคาร์บอนที่มีความเสถียรสูงและย่อยสลายช้ามาก (รูปที่ 31) เมื่อ Biochar ถูกฝังในดิน จะช่วยกักเก็บคาร์บอนไว้ในรูปที่คงทนเป็นเวลาหลายร้อยปี (Liu et al., 2024) นอกจากนี้ ยังช่วยปรับปรุงสมบัติของดิน เช่น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการชะล้างของธาตุอาหาร และส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ในดิน การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment) ของการผลิต Biochar พบว่าการใช้ของเสียทางการเกษตรมาผลิต Biochar สามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Woolf et al., 2021) และเมื่อผนวกกับระบบคาร์บอนเครดิตภาคเกษตร Biochar สามารถเป็นเครื่องมือสำคัญของการจัดการคาร์บอนในเมืองและจังหวัด อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของ Biochar ยังขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบ อุณหภูมิการผลิต และคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ (Zhao et al., 2023)

โครงการผลิตและใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพ (Biochar) เป็นหนึ่งในประเภทโครงการที่สามารถยื่นขอรับรองตามมาตรฐานโครงการ T-VER โดยอยู่ภายใต้หมวด Premium T-VER ซึ่งรองรับกิจกรรมที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนระยะยาวและต้องการมาตรฐานความน่าเชื่อถือระดับสูงตามแนวทางสากล อบก. ได้กำหนดระเบียบวิธีเฉพาะสำหรับโครงการกลุ่มนี้ ภายใต้รหัส T-VER-P-METH-14-03: การผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ (Production and Utilization of Biochar) ซึ่งครอบคลุมกระบวนการผลิต Biochar จากมวลชีวภาพที่ยั่งยืน เช่น เศษวัสดุเกษตร เศษไม้ หรือของเหลือใช้ทางชีวภาพ รวมถึงการนำ Biochar ไปใช้เพื่อการกักเก็บคาร์บอนในระยะยาว เช่น การปรับปรุงดิน การใช้เป็นวัสดุผสม หรือการประยุกต์ใช้ในระบบนิเวศที่สามารถติดตามและวัดผลการกักเก็บคาร์บอนได้อย่างชัดเจน ภายใต้มาตรฐานดังกล่าว โครงการต้องดำเนินการตามหลักการ MRV อย่างครบถ้วน ตั้งแต่การเก็บข้อมูลกิจกรรมกระบวนการผลิต Biochar คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณคาร์บอนคงเหลือ (Stable Carbon Fraction) ปริมาณที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ตลอดจนการติดตามความคงทนของคาร์บอนในสภาพแวดล้อมการใช้งาน การตรวจประเมินจัดทำโดยหน่วยตรวจประเมินภายนอก (VVB) ที่ได้รับการรับรอง เพื่อยืนยันว่าผลประโยชน์ด้านก๊าซเรือนกระจกที่รายงานมีความถูกต้อง โปร่งใส และสอดคล้องกับระเบียบวิธีของ อบก. (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2568ข)



รูปที่ 31 กระบวนการผลิตไบโอชาร์ (Biochar)

เทคโนโลยี CCS, DAC และ Biochar เป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการดักจับคาร์บอน (Carbon Removal) โดยแต่ละวิธีมีจุดแข็งแตกต่างกัน CCS เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ DAC เหมาะกับการดักจับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศโดยตรง ส่วน Biochar เหมาะกับภาคเกษตรและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ ทั้งสามแนวทางมีเป้าหมายเดียวกันคือ การบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) ของประเทศไทย

หัวข้อที่ 4

การทวนสอบและ การติดตามผล



หัวข้อที่ 4

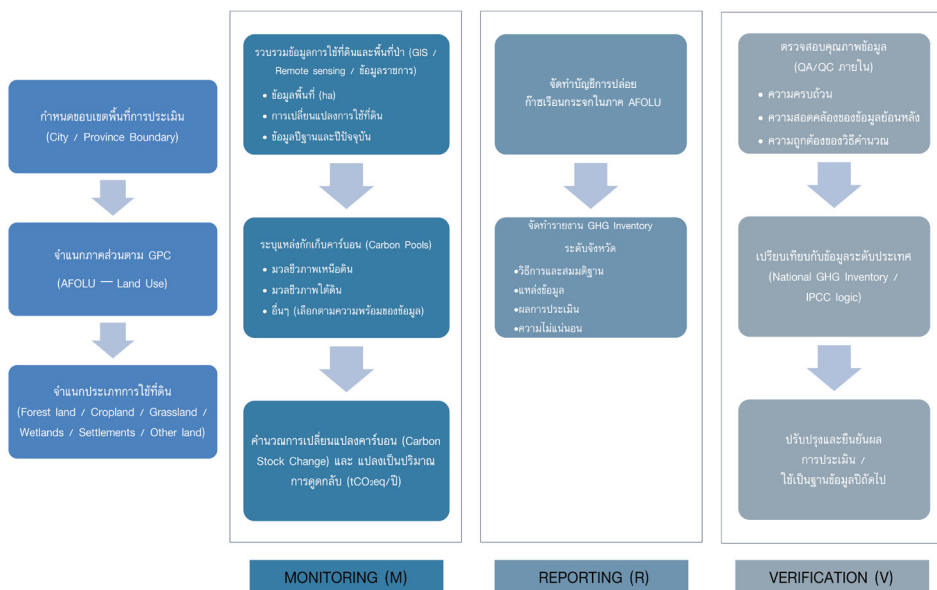
การทวนสอบและการติดตามผล

การประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการติดตามและทวนสอบที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และระดับของการประเมิน เพื่อให้ผลลัพธ์มีความถูกต้อง โปร่งใส และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบทของประเทศไทย แนวทางการประเมินและการติดตามผลการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้สามารถดำเนินการได้ภายใต้กรอบมาตรฐานที่แตกต่างกัน ได้แก่ GPC ซึ่งมุ่งเน้นการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด โครงการ T-VER ซึ่งเป็นการประเมินเชิงโครงการที่มีการทวนสอบโดยหน่วยงานอิสระ และโครงการ LESS ซึ่งเป็นกลไกการรับรองผลสำหรับกิจกรรมขนาดเล็ก

ความแตกต่างของกระบวนการติดตามและทวนสอบในแต่ละกรอบสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทที่ต่างกันของการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ทั้งในเชิงนโยบาย ระดับพื้นที่และในเชิงโครงการที่มุ่งสู่การรับรองผลลัพธ์ โดยการทำความเข้าใจลักษณะและขอบเขตของกระบวนการดังกล่าวจะช่วยให้องค์กรระดับจังหวัดสามารถเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเป้าหมายการบริหารจัดการป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทวนสอบและการติดตามผล ในระดับเมืองและจังหวัด ตามแนวทาง GPC

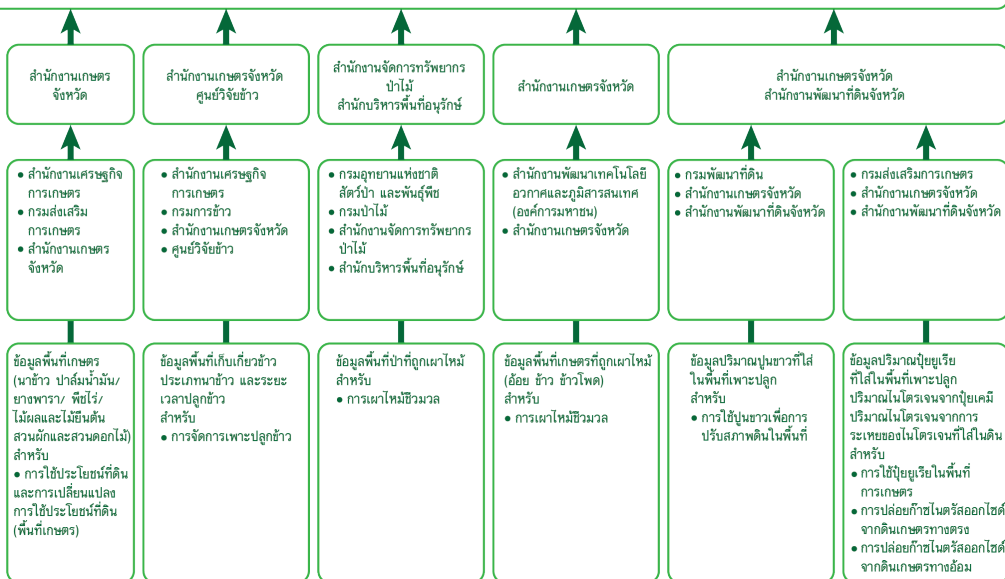
กระบวนการติดตามและทวนสอบตาม GPC มุ่งเน้นการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในเชิงระบบ เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด (GHG Inventory) การติดตามข้อมูลจะเน้นการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและแหล่งกักเก็บคาร์บอนในภาพรวมของพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลรายการเป็นหลัก ขณะที่การทวนสอบดำเนินการในรูปแบบการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลภายใน (QA/QC) เพื่อให้ข้อมูลมีความสอดคล้อง ครบถ้วน และสามารถเปรียบเทียบได้ในเชิงเวลา มีการทวนสอบโดยที่ปรึกษาการจัดทำบัญชี GHG เป็นสถาบันการศึกษา เนื่องจากผลการประเมินมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เชิงนโยบาย ไม่ใช่เพื่อการรับรองคาร์บอนเครดิต ดังรูปที่ 32



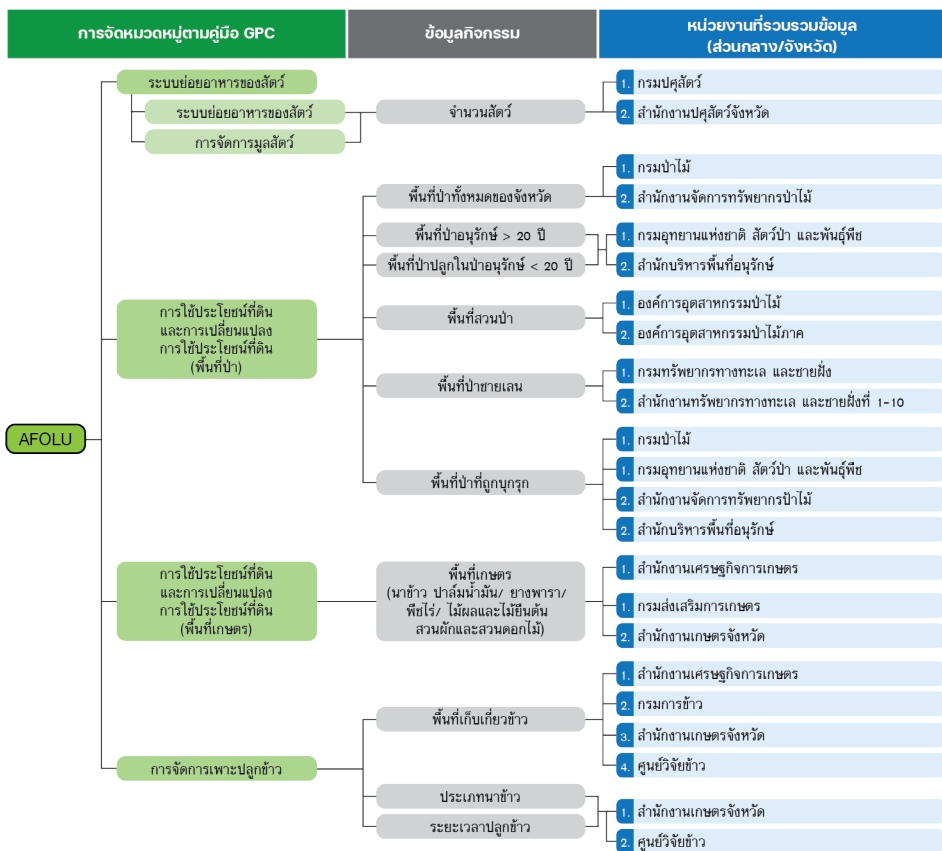
รูปที่ 32 กระบวนการ MRV ตามรูปแบบของ GPC

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด

ลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด

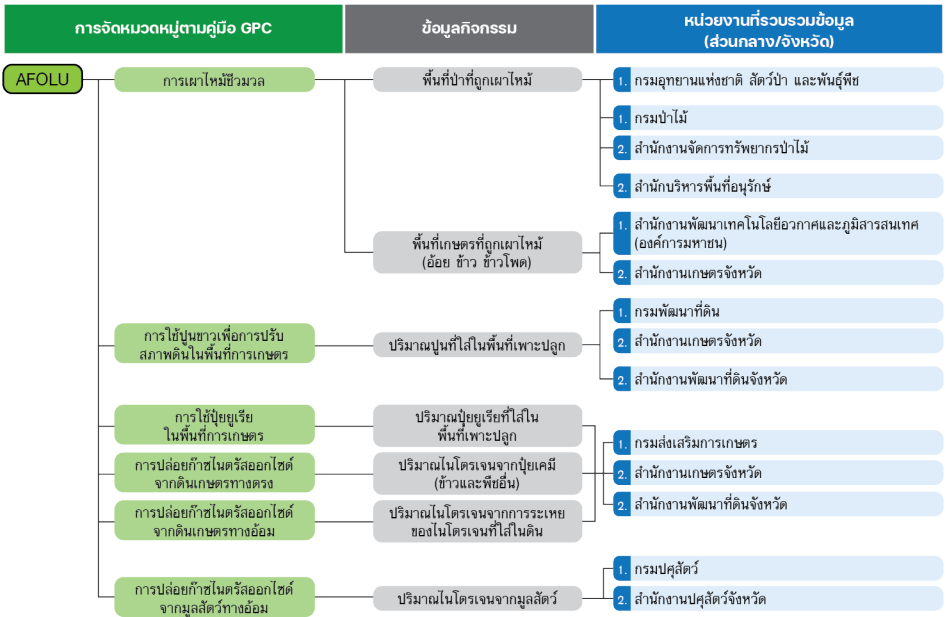


ก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

รูปที่ 34 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

รูปที่ 34 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

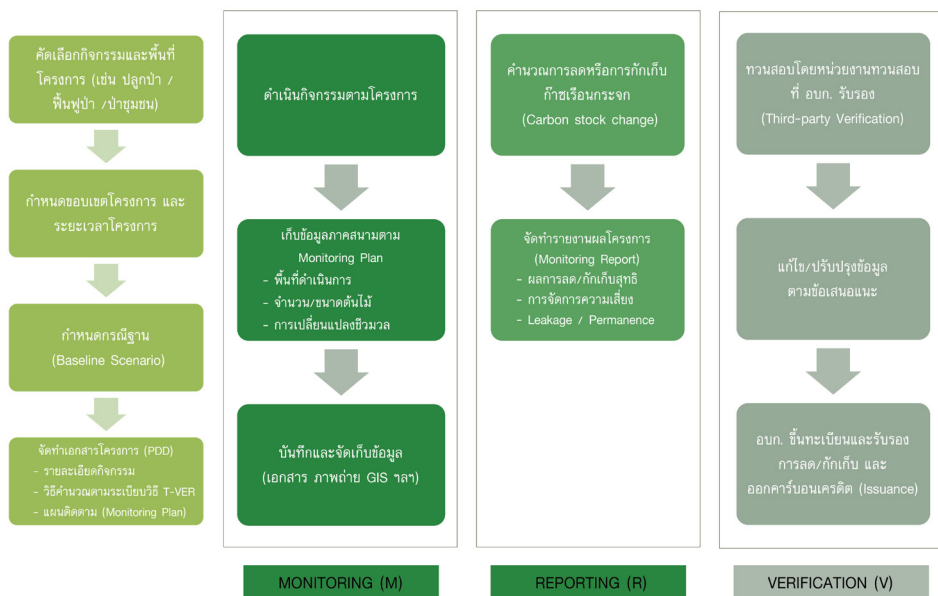
การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถเลือกระดับ (Tier) ได้ดังนี้ Tier 1 สามารถนำค่าต่าง ๆ ที่กำหนดโดยคู่มือ IPCC ใช้ในการประเมินการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน Tier 2 ใช้วิธีเช่นเดียวกัน Tier 1 แต่สามารถนำข้อมูลเฉพาะในระดับประเทศมาใช้ในการประเมิน และ Tier 3 เป็นการใช้อยู่ ข้อมูลระดับท้องถิ่น ร่วมกับข้อมูลการวางแผน และสำรวจภาคสนามตลอดจนใช้แบบจำลองในการประเมินในที่นี้ เป็นการประเมินในระดับประเทศ และจำแนกตามระดับของพื้นที่ ซึ่งตามรูปแบบของการทำ MRV ในระดับ GPC สามารถเลือกใช้ระดับของข้อมูลเป็น Tier 2 ตามหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องแสดงดังรูปที่ 34

กระบวนการ MRV ตาม GPC เป็นการประเมินเชิงระบบสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกเมืองและจังหวัด โดยมุ่งเน้นการติดตามและรายงานการเปลี่ยนแปลงของแหล่งกักเก็บคาร์บอนในภาคการใช้ที่ดิน และการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลภายใน เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ประกอบการวางแผนนโยบายได้

การทวนสอบและการติดตามผลในระดับโครงการ

การทวนสอบและการติดตามผลในระดับโครงการ T-VER

กระบวนการ MRV ของโครงการ T-VER เป็นการประเมินเชิงโครงการที่มีความเข้มงวดสูง โดยมุ่งเน้นการติดตามผลการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมป่าไม้โดยตรงเมื่อเทียบกับกรณีฐาน การติดตามผลต้องดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ในเอกสารโครงการ และต้องมีการเก็บข้อมูลภาคสนามอย่างเป็นระบบ การรายงานผลต้องแสดงปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ พร้อมทั้งพิจารณาความเสี่ยงด้านการรั่วไหลและความคงทนของแหล่งกักเก็บ (Leakage และ Permanence) โดยผลการประเมินจะต้องผ่านการทวนสอบจากหน่วยงานอิสระที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ให้การรับรอง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการรับรองผลและการรับรองคาร์บอนเครดิตได้

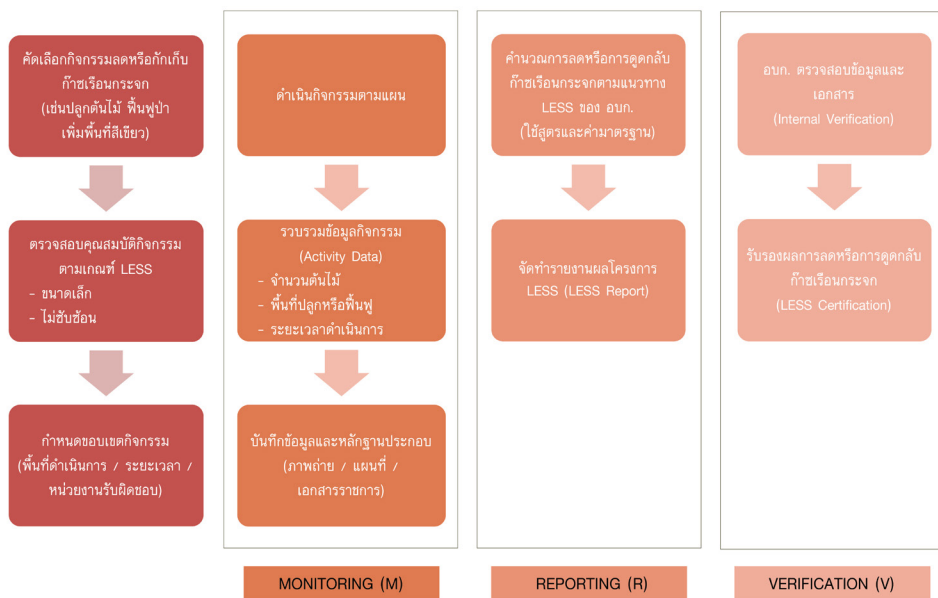


รูปที่ 35 กระบวนการ MRV ตามการดำเนินโครงการ T-VER

กระบวนการ MRV ของโครงการ T-VER เป็นการประเมินเชิงโครงการที่มีความเข้มงวด โดยเริ่มจากการกำหนดกรณีฐาน การติดตามและเก็บข้อมูลภาคสนาม การรายงานผลการลดหรือการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก และการทวนสอบโดยหน่วยงานอิสระ เพื่อให้ผลการประเมินมีความถูกต้อง โปร่งใส และสามารถนำไปใช้ในการรับรองคาร์บอนเครดิตได้

การทวนสอบและการติดตามผลในระดับโครงการ LESS

กระบวนการติดตามและทวนสอบตามกรอบ LESS ถูกออกแบบให้มีความเรียบง่ายและเหมาะสมกับกิจกรรมขนาดเล็ก เช่น การปลูกต้นไม้หรือการเพิ่มพื้นที่สีเขียว การติดตามผลมุ่งเน้นการบันทึกข้อมูลกิจกรรมพื้นฐาน เช่น พื้นที่หรือจำนวนต้นไม้ และใช้วิธีการคำนวณตามค่ามาตรฐานที่ อบก. กำหนด การทวนสอบในกรอบ LESS เป็นการตรวจสอบโดย อบก. โดยตรง โดยไม่มีการทวนสอบจากหน่วยงานภายนอก และผลการประเมินใช้เพื่อการรับรองผลการดำเนินงานเชิงสิ่งแวดล้อมและการสื่อสารเชิงนโยบาย มากกว่าการรับรองคาร์บอนเครดิต



รูปที่ 36 กระบวนการ MRV ตามการดำเนินโครงการ LESS

กระบวนการ MRV ของโครงการ LESS เป็นการติดตามและตรวจสอบผลการลดหรือการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกสำหรับกิจกรรมขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการคำนวณอย่างง่ายและการตรวจสอบโดย อบก. เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมในระดับพื้นที่

กระบวนการทวนสอบและติดตามผลการประเมินการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการข้อมูลคาร์บอนในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียว การมีระบบ MRV ที่มีมาตรฐาน จะช่วยให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบาย การวางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด รวมถึงการขอรับรองหรือขึ้นทะเบียนโครงการดูดกลืนคาร์บอนในระดับประเทศและนานาชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หัวข้อที่ 5

สรุปผล



หัวข้อที่ 5

สรุปผล

คู่มือการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และพื้นที่สีเขียวระดับเมืองและจังหวัด ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือเชิงปฏิบัติสำหรับเมืองและจังหวัด ผู้กำหนดนโยบาย และผู้ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม ในการทำความเข้าใจและประเมินศักยภาพการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่สีเขียวได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ คู่มือพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวทางของ IPCC (AFOLU 2006 และ 2019 Refinement) โดยปรับให้เหมาะสมกับบริบทการจัดการทรัพยากรและข้อมูลของประเทศไทย

เนื้อหาครอบคลุมกรอบแนวคิดคาร์บอนในระบบนิเวศบนบก การจำแนกประเภทพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ข้อมูลที่จำเป็นต่อการประเมิน (Activity Data) วิธีการคำนวณการดูดกลับคาร์บอนตามระดับความละเอียดของข้อมูล (Tier 1-3) และแนวทางการติดตาม ตรวจสอบ และรายงานผล (MRV) เพื่อให้ผลการประเมินมีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดได้จริง

ผลการประเมินตามคู่มือสามารถสนับสนุนการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับพื้นที่ การวางแผนพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ การฟื้นฟูพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียวอย่างมีเป้าหมาย ตลอดจนการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ เช่น โครงการ T-VER โดยสรุป คู่มือฉบับนี้มุ่งทำให้การประเมินคาร์บอนเป็นเรื่องที่เข้าใจง่าย วัดผลได้ และใช้ตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อสนับสนุนเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม. (2568ก). คู่มือเกณฑ์การวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่สีเขียวในเมือง เพื่อสนับสนุนความเป็นกลางทางคาร์บอน. สืบค้นจาก https://www.thai-german-cooperation.info/wp-content/uploads/2025/04/คู่มือตัวชี้วัด_ประกอบE_learning_A5_20250115_withcover-2.pdf
- กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม. (2568ข). รายงานความโปร่งใสรายสองปี ฉบับที่ 1 (Thailand's First Biennial Transparency Report: BTR1) (ฉบับประชาชน). กรุงเทพฯ: กองขับเคลื่อนการลดก๊าซเรือนกระจก กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม. <https://www.dcce.go.th/4335/>
- กรมป่าไม้. (2565). นโยบายและแผนป่าไม้แห่งชาติ (พ.ศ. 2565-2580). กรุงเทพมหานคร: กรมป่าไม้.
- ชิงชัย วิริยะปัญญา, ภาณุมาศ ลาดपालะ และ วัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. (2554). การสะสมคาร์บอนของ เถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. ในเอกสารประกอบการประชุม วิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 2: การเปลี่ยนกระบวนทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว วันที่ 18-19 สิงหาคม 2554. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- ดอกกรั๊ก มารอด และ อุทิศ ภูอินทร์. (2552). นิเวศวิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.

- บุญนุษ รุธิโก. (2556). ความยั่งยืนในการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง. วารสารสุทธิ
ปริทัศน์, 27(84), 55-76.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู, ปรีชา ธรรมานนท์, วิสุทธิ สุวรรณภินันท์, สันต์ เกตุปราณีต และ
ปณัญ ศรีอรุณ. (2524). ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สนสามใบ
ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของสวนป่าไม้สนสามใบอายุต่างๆ ที่สอด เชียงใหม่.
รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 77
- มณฑล จำเริญพฤกษ์. (2538). เทคโนโลยีการปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์. ใน ร้อยบทความ
กรมป่าไม้ 2538. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์
- ลดาวัลย์ พวงจิตร และอ้อ พรานไชย. (2561). ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของสวนไม้
ผลเชิงเดี่ยวและสวนผสมในเขต ภาคตะวันออกของประเทศไทย. กรุงเทพฯ :
สำนักงานพัฒนา เศรษฐกิจจากฐานทางชีวภาพ (องค์การมหาชน)
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้. (2568). ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี
2567. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2568 จาก
<https://forestinfo.forest.go.th/Content.aspx?id=10424>
- สุนันทา ขจรศรีชล. (2531). ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของป่าสน. ธรรมชาติ
บริเวณโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัด. เชียงใหม่.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้. (2568). โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567.
กรุงเทพมหานคร: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้.
- สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2568). ปริมาณการดูดซับก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่อนุรักษ์. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2568 จาก
https://catalog.dnp.go.th/dataset/67_dnp07_31_02
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). แผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564). กรุงเทพฯ:
สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). *รายงานฉบับสมบูรณ์ มาตรการในการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนอย่างยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). *แนวทางการจัดการพื้นที่สีเขียวและมาตรฐานอัตราส่วนพื้นที่สีเขียวสำหรับชุมชนเมืองในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2562). *คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน*. กองประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy (LT-LEDS)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กลุ่มงานพื้นที่สีเขียวและนันทนาการ. (2568). *พื้นที่สีเขียว*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2568 จาก <https://onep.gdcatalog.go.th/dataset/green>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *คู่มือการพัฒนาพื้นที่สีเขียว*. สืบค้นจาก <https://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-05.pdf>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). *แนวทางการจัดการพื้นที่สีเขียวสำหรับชุมชนเมืองในประเทศไทย*. สืบค้นจาก <https://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-01.pdf>

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2566ก). โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme): โครงการด้านป่าไม้และเกษตร. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/less.html>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2566ข). ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า และการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าในระดับโครงการ (ไม่รวมพื้นที่ชุ่มน้ำ) : T-VER-P-METH-13-03 [เวอร์ชัน 2]. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://ghgreduction.tgo.or.th/>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2567). ระเบียบวิธีภายใต้มาตรฐานการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย(T-VER) สาขาป่าไม้และเกษตร: T-VER-S-METH-13-01 ถึง T-VER-S-METH-13-07 [เวอร์ชันล่าสุด]. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://ghgreduction.tgo.or.th/>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2568ก). T-VER-S-TOOL-01-01: การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (Calculation for Carbon Sequestration in Trees) (ฉบับที่ 2). กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://tver.tgo.or.th/database/Uploads/Tool/c575f516-1f3c-4dbc-83ec-2ab65e1d76dc.pdf>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2568ข). T-VER-P-METH-14-03: ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ประโยชน์ (Production and Utilization of Biochar). กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2568ค). Standard T-VER ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/t-ver.html>

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2568ง). *Premium T-VER: ระเบียบวิธี*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/premium-t-ver.html>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2554). *คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้*. สืบค้นจาก <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-tver/68-tver-publications/1200-2019-08-23-05-35-13.html>
- อิทธิพงศ์ วรรณลังกา รุ่งเรือง พูลลศิริ และ ลดาวัลย์ พวงจิตร. (2558). มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และปริมาณสารอาหารในสวนไม้ที่มีอายุต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวนศาสตร์* 34 (1): 65-75
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), 295-310.
- FAO, G., 2012. *Global ecological zones for FAO forest reporting: 2010 update*. FAO: Rome, Italy.
- Gold Standard. (2020). *Gold Standard for the Global Goals: Land Use & Forests Activity Requirements (Version 1.2.1)*. Gold Standard Foundation. <https://globalgoals.goldstandard.org>
- Goddard, M. A., Dougill, A. J., & Benton, T. G. (2010). Scaling up from gardens: Biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(2), 90-98.
- Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-228.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry (LULUCF)*. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES). <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpگلulucf/gpگلulucf.htm>
- IPCC. (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry: Annex 3A.1 - Biomass default tables for Section 3.2 forest land*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
- IPCC. (2006a). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 - Agriculture, forestry and other land use: Chapter 2 - Generic methodologies applicable to multiple land-use categories*. Geneva: IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf
- IPCC. (2006b). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 - Agriculture, forestry and other land use, Chapter 3: Consistent representation of lands*. Institute for Global Environmental Strategies.
- IPCC. (2006c). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 - Agriculture, forestry and other land use: Chapter 4 - Forest land*. Geneva: IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf
- IPCC. (2014). *2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands*. IPCC, Switzerland.

- IPCC. (2019a). *2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., & Federici, S. (Eds.). Switzerland: IPCC.
- IPCC. (2019b). *Glossary*. In E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, R. Shermanau, & S. Federici (Eds.), *2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. IPCC.
- IPCC. (2019c). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities*, 26(4), 187–194.
- Komiyama A, K. Ogino, S. Aksornkoae & S. Sabhasri. (1987). Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. I. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. *Journal of Tropical Ecology* 3:97–108
- Kutintara, U., D. Marod, M. Takahashi, and T. Nakashizuka, (1995). Growth and dynamics of bamboos in a tropical seasonal forest. pp. 125–139 In, *The International Workshop on The changes of tropical forest ecosystems by El Niño and others*. National Research Council, Kanchanaburi.
- Liu, X., Wang, H., & Chen, G. (2024). Biochar carbon sequestration potential and soil interaction: A meta-analysis. *Nature Communications Earth & Environment*, 5(3), 245–259.

- Maskulrath, P., Szymanski, W. W., Jinjaruk, T., Bualert, S., Saiohai, J., Narisara, S., & Fungkeit, Y. (2025). Urban green space in a tropical area-Quantification of surface energy balance and carbon dioxide flux dynamics. *Urban Science*, 9(5), 153.
<https://doi.org/10.3390/urbansci9050153>
- Murray, L.S., Milligan, B., Ashford, O. S., Bonotto, E., Cifuentes-Jara, M., Glass, L., Howard, J., Landis, E., Aigrette, L., Gil, L., & Hamilton, J. (2023). *The blue carbon handbook: Blue carbon as a nature-based solution for climate action and sustainable development*. High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy. USA: Washington, DC.
- Ogawa, H., K. Yoda & T. Kira. (1965). A preliminary survey on the vegetation of Thailand. *Nature and life in SE Asia* 1: 21-157.
- Pearson. T., S. Walker and S. Brown. (2005). *Source Book for LULUCF Projects*. Winrock International, Arlington, VA, USA. Put web reference
- Singkran, N., et al. (2023). Evaluating urban park ecosystem services and modeling improvement scenarios in Bangkok, Thailand. *Heliyon*, 9, e22002. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22002>
- Talei, S., & Soleimani, Z. (2021). Comparative analysis of three different negative emission technologies: BECCS, absorption and adsorption of atmospheric CO₂. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 31(3).
- Tyrväinen, L., & Miettinen, A. (2000). Property prices and urban forest amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(2), 205-223.

- United States Department of Agriculture Forest Service. (2022). *i-Tree Eco user's manual: Quantifying ecosystem services and carbon benefits of urban trees*. USDA Forest Service.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2022). *Benefits of green infrastructure*. <https://www.epa.gov/green-infrastructure/benefits-green-infrastructure>
- Van Renterghem, T. (2014). Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deep tree belts. *Ecological Engineering*, 69, 276–286.
- Verra. (2023). *VCS Program Definitions v 4.4*. Verra. <https://www.lmsp.lv/documents/view/024d7f84fff11dd7e8d9c510137a2381/Verra+VCS+Program+Definitions+v4.4+updated+4+Oct+2023.pdf>
- Woolf, D., Lehmann, J., & Joseph, S. (2021). Carbon balance and biochar systems: A life cycle assessment approach. *Carbon Management*, 12(5), 499–518.
- Zhao, B., Zhang, Y., & Lin, Q. (2023). Biochar properties and stability in soils: Effects of pyrolysis temperature and feedstock types. *Science of the Total Environment*, 892, 164039.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มชนิดของไม้

กลุ่มชนิดไม้	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ ทั่วไป	$W_S = 0.0396(D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349(D^2H)^{1.030}$ $W_L = (28/(W_S + W_B + 0.025))^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)
กลุ่มพรรณไม้ ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466(D^2H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579(D^2H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678(D^2H)^{0.5806}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)
กลุ่มปาล์ม	$W_T = 6.666 + 12.826(H)^{0.5}(\ln H)$	Peason et al. (2005)
กลุ่มไผ่	ไผ่บงป่า $W_T = 0.1466(D)^{0.7187}$ ไผ่บงดำ $W_T = 0.49522(D^2)^{0.8726}$ ไผ่ข้าวหลาม $W_T = 0.17466(D^2)^{1.0437}$ ไผ่ไร่และไผ่ผาก $W_T = 0.2425(D^2)^{1.0751}$	อธิธิพงษ์ (2557) Kutintara (1995) Kutintara (1995) Kutintara (1995)
กลุ่มเถาวัลย์	$W_T = 0.8622(D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

กลุ่มชนิดไม้	สมการ	อ้างอิง
เงาะ	$W_S = 0.0083(D_0)^{3.1573}$ $W_B = 0.00002(D_0)^{4.4921}$ $W_L = 0.0033(D_0)^{2.6908}$ $W_T = 0.0065(D_0)^{3.3102}$	ลดาวัลย์ พวงจิตร และ อ อ พรานไชย. (2561).
ทุเรียน	$W_S = 0.0051(D_0)^{2.9820}$ $W_B = 0.0046(D_0)^{2.4675}$ $W_L = 0.0101(D_0)^{1.9889}$ $W_T = 0.0078(D_0)^{2.9605}$	ลดาวัลย์ พวงจิตร และ อ อ พรานไชย. (2561).
มังคุด	$W_S = 0.0492(D)^{2.6368}$ $W_B = 0.1635(D)^{1.9872}$ $W_L = 0.0795(D)^{2.0795}$ $W_T = 0.2164(D)^{2.3548}$	ลดาวัลย์ พวงจิตร และ อ อ พรานไชย. (2561).
ลองกอง	$W_S = 0.0090(D_0)^{2.9849}$ $W_B = 0.0031(D_0)^{2.9358}$ $W_L = 0.0084(D_0)^{2.2572}$ $W_T = 0.0234(D_0)^{2.7680}$	ลดาวัลย์ พวงจิตร และ อ อ พรานไชย. (2561).

หมายเหตุ:

W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)

W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)

W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร

D_0 = เส้นผ่านศูนย์กลางระดับขีดดิน (ซม.)

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)



องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร
10210 ประเทศไทย

โทรศัพท์: 0 2141 9997
อีเมล: lcsoffice@tgo.or.th
เว็บไซต์: CCF.tgo.or.th