TVER-TOOL-01-07
การเลือกใช้สมการที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณมวลชีวภาพเหนือดิน สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Demonstrating Appropriateness of Equations for Estimation of Aboveground Tree Biomass in Forest Project Activities)

ฉบับที่ 01

1. บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการเลือกใช้สมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสมในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ตลอดจนการใช้ตารางปริมาตรไม้ หรือสมการปริมาตรไม้ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor: BEF) และค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (basic wood density) สำหรับคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ในการตรวจวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ในพื้นที่กิจกรรมการปลูกป่า ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงานของโครงการ

2. นิยามที่เกี่ยวข้องและค่าอ้างอิง

รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 1

3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้

เครื่องมือนี้ใช้สำหรับการเลือกใช้สมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสม และสมการปริมาตรไม้ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้ เป็นไปตามระเบียบวิธีการที่เลือกใช้

4. การเลือกใช้สมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสม

4.1 การใช้สมการแอลโลเมตรีในการประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้โดยการคาดการณ์ล่วงหน้าก่อนการดำเนินโครงการ

ในการคาดการณ์ล่วงหน้า (*ex-ante* estimation) ก่อนการดำเนินโครงการ สามารถเลือกใช้สมการใด ๆ ในการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้

4.2 การใช้สมการแอลโลเมตรีในการประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้โดยการคาดการณ์ภายหลังการดำเนินโครงการ

ในการคาดการณ์ภายหลังการดำเนินโครงการ (*ex post* estimation) สามารถเลือกใช้สมการในการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ได้ดังนี้

4.2.1 สมการเฉพาะของชนิดไม้ หรือ กลุ่มของชนิดไม้ ที่มีการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ ใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ มีความเหมาะสมและสามารถเลือกมาใช้ในการคาดการณ์ภายหลังการดำเนินโครงการได้ ถ้าอย่างน้อย เป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

<u>ทางเลือกที่ 1</u> สมการแอลโลเมตรีใช้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ หรือ ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

<u>ทางเลือกที่ 2</u> สมการแอลโลเมตรีที่มีใช้ในเชิงพาณิชย์ของภาคป่าไม้เป็นเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

ทางเลือกที่ 3 สมการแอลโลเมตรีที่มีจำนวนตัวอย่างอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง และมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination, R^2) ไม่น้อยกว่า 0.85

4.2.2 การใช้สมการแอลโลเมตรีอื่น ๆ ที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขในข้อ 4.2.1 สามารถนำมาใช้ได้หากสามารถแสดงให้เห็นถึงที่มาของสมการที่เป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่าง

สมการแอลโลเมตรีเฉพาะของชนิดไม้ หรือ กลุ่มของชนิดไม้ ที่พัฒนาขึ้นต้องมีจำนวนต้นไม้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 ต้น ที่มีการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ ต้นไม้ตัวอย่างต้องมีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดีครอบคลุมขนาดของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ หากสมการแอลโลเมตรีมีการนำไปใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพมากกว่า 1 ชั้นภูมิ ต้นไม้ตัวอย่างต้องมีลักษณะเป็นตัวแทนของทุก ๆ ชั้นภูมิที่มีการนำสมการแอลโลเมตรีไปใช้

2) การประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่าง

ในการประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่าง มีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) และ/หรือ ความสูงของต้นไม้ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นจากการวัดและเป็นตัวแปรอิสระของสมการแอลโลเมตรี ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังสมการที่ (1)

$$Y = aX^b \quad (1)$$

Y	คือ	มวลชีวภาพ หรือน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ เช่น ลำต้น กิ่ง ใบ หรือส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
X	คือ	ตัวแปรอิสระที่ได้จากการวัดขนาดต้นไม้ อาจมีหนึ่งตัวแปร หรือ มากกว่า เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงของต้นไม้ ตัวแปรอิสระที่นิยมทั่วไป เช่น D^2H และ D^2 เป็นต้น
D	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (เซนติเมตร)
H	คือ	ความสูงของต้นไม้ (เมตร)
a, b	คือ	ค่าคงที่ของความสัมพันธ์

3) การตรวจวัดมวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่าง มี 2 วิธีการ

วิธีการที่ 1 การตรวจวัดมวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่างโดยวิธีทางตรง

โดยการตัดต้นไม้ตัวอย่าง และชั่งน้ำหนักทั้งหมดของต้นไม้ตัวอย่างแต่ละต้นในภาคสนาม และเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาอบแห้งและชั่งน้ำหนักแห้ง สำหรับคำนวณเป็นมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้งของต้นไม้ตัวอย่าง)

วิธีการที่ 2 การประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่างโดยวิธีการตรวจวัดปริมาตรของลำต้น มี 2 วิธีการ

- วิธีการแทนที่น้ำ (water displacement method)

  โดยการตัดต้นไม้ตัวอย่าง และทอนลำต้นเป็นท่อนให้พอดีกับถังน้ำ (เช่น xylometer) และไปใส่ในถัง (ใต้น้ำ) และวัดปริมาตรของน้ำที่ไหลออก ทำซ้ำขั้นตอนสำหรับทุกส่วนของลำต้น และรวมปริมาตรของส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ปริมาตรของลำต้น (stem volume, V_{STEM})

- วิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน (sectional diameters method)

  โดยการตัดต้นไม้ตัวอย่าง และทอนลำต้นเป็นท่อนความยาวไม่เกิน 2 เมตร วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดกึ่งกลางท่อน โดยที่ปริมาตรของแต่ละท่อน และปริมาตรของลำต้น สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ

$$V_i = \frac{\pi \times D^2_{M,i} \times L_i}{4} \times 10^{-4} \quad (2)$$

V_i	คือ	ปริมาตรของลำต้นท่อนที่ i (ลูกบาศก์เมตร)
$D_{M,i}$	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดกึ่งกลางท่อนที่ i (เซนติเมตร)
L_i	คือ	ความยาวของท่อนที่ i (เมตร)
H	คือ	ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)
a, b	คือ	ค่าคงที่ของความสัมพันธ์

$$V_{STEM} = \sum_i V_i \quad (3)$$

V_{STEM}	คือ	ปริมาตรของลำต้น (ลูกบาศก์เมตร)
V_i	คือ	ปริมาตรของลำต้นท่อนที่ i (ลูกบาศก์เมตร)

การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ตัวอย่าง ทั้งวิธีการแทนที่น้ำ หรือวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน สามารถทำได้โดยการคูณด้วยค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (basic wood density) ที่เหมาะสม หรือ คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor, BEF) ซึ่งมีค่ากลางเท่ากับ 1.15 หรือ อาจใช้ค่าสัมประสิทธิ์มวลชีวภาพจากค่าอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสม หรือ ตามที่ อบก. กำหนด

4) การเปรียบเทียบมวลชีวภาพของต้นไม้จากการวัดและจากการประมาณค่า

เปรียบเทียบมวลชีวภาพของต้นไม้จากการวัดและจากการประมาณค่าด้วย paired-t test ตามหลักการทางสถิติ ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 2

5) การใช้สมการแอลโลเมตรีในการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ

ในการใช้สมการแอลโลเมตรีในการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับกรณีฐาน และ/หรือ การดำเนินโครงการ เป็นไปตามหลักอนุรักษ์นิยม (conservative use of an equation) ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 สมการแอลโลเมตรีมีความเหมาะสมสำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ หากค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.90

กรณีที่ 2 สมการแอลโลเมตรีมีความเหมาะสมสำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับกรณีฐานเท่านั้น หากค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของต้นไม้ที่ได้จากการวัดมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่า และเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่าน้อยกว่า 0.20 (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 2)
- ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 3)

กรณีที่ 3 สมการแอลโลเมตรีมีความเหมาะสมสำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับการดำเนินโครงการเท่านั้น หากค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของต้นไม้ที่ได้จากการวัดมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่า และเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่าน้อยกว่า 0.20 (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 2)
- ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 3)

6) การปรับปรุงสมการแอลโลเมตรี

สมการแอลโลเมตรีที่ไม่มีความเหมาะสมตามเงื่อนไขในข้อ 5) สามารถดำเนินการปรับปรุงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น เพื่อให้ผลการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้น

5. การพัฒนาและเลือกใช้สมการปริมาตรไม้ที่เหมาะสมสำหรับประเมินปริมาตรของต้นไม้

5.1 การคำนวณปริมาตรของต้นไม้

ในการคาดการณ์ภายหลังการดำเนินโครงการ (*ex post* estimation) สามารถเลือกใช้สมการปริมาตรไม้ (volume equation) หรือ ตารางปริมาตรไม้ (volume table) ในการประมาณค่าปริมาตรของต้นไม้ ได้ดังนี้

5.1.1 สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้เฉพาะของชนิดไม้ หรือกลุ่มของชนิดไม้ ที่มีการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ ใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ มีความเหมาะสมและสามารถเลือกมาใช้ในการคาดการณ์ภายหลังการดำเนินโครงการได้ ถ้าอย่างน้อย เป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

ทางเลือกที่ 1 ตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ หรือ ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

ทางเลือกที่ 2 ตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้ที่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์ของภาคป่าไม้เป็นเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

ทางเลือกที่ 3 ตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้ ที่มีจำนวนตัวอย่างอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง และมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination, R^2) ไม่น้อยกว่า 0.85

5.1.2 ตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้ ที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขในข้อ 5.1.1 สามารถนำมาใช้ได้หากสามารถแสดงให้เห็นถึงที่มาของสมการที่เป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่าง

ตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้เฉพาะของชนิดไม้ หรือกลุ่มของชนิดไม้ ที่พัฒนาขึ้นต้องมีจำนวนต้นไม้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 ต้น ที่มีการเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ ใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ ต้นไม้ตัวอย่างต้องมีลักษณะเป็นตัวแทนที่ดี ครอบคลุมขนาดของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ หากสมการปริมาตรไม้มีการนำไปใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพมากกว่า 1 ชั้นภูมิ ต้นไม้ตัวอย่างต้องมีลักษณะเป็นตัวแทนของทุก ๆ ชั้นภูมิที่มีการนำสมการแอลโลเมตรีไปใช้

2) การประมาณค่าปริมาตรลำต้นของต้นไม้ตัวอย่าง

ในการประมาณค่าปริมาตรลำต้นของต้นไม้ตัวอย่าง มีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) และ/หรือ ความสูง ของต้นไม้ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นจากการวัดและเป็นตัวแปรอิสระของตารางปริมาตรไม้ หรือ สมการปริมาตรไม้

$$V = f(D) \text{ หรือ } V = f(D, H) \quad (4)$$

V คือ ปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เมตร)
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (เซนติเมตร)
H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

3) การตรวจวัดปริมาตรลำต้นของต้นไม้ตัวอย่าง สามารถดำเนินการได้โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่งต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 การแทนที่น้ำ (water displacement method)

มีการตัดต้นไม้ตัวอย่าง และทอนลำต้นเป็นท่อนให้พอดีกับถังน้ำ (เช่น xylometer) และไปใส่ในถัง (ใต้น้ำ) และวัดปริมาตรของน้ำที่ไหลออก ทำซ้ำขั้นตอนสำหรับทุกส่วนของลำต้นและรวมปริมาตรของส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ปริมาตรของลำต้น (stem volume, V_{STEM})

วิธีการที่ 2 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน (sectional diameters method)

มีการตัดต้นไม้ตัวอย่าง และทอนลำต้นเป็นท่อนความยาวไม่เกิน 2 เมตร วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดกึ่งกลางท่อน โดยที่ปริมาตรของแต่ละท่อน และปริมาตรของลำต้น สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ

4) การเปรียบเทียบปริมาตรลำต้นของต้นไม้จากการวัดและจากการประมาณค่า

เปรียบเทียบปริมาตรลำต้นของต้นไม้จากการวัดและจากการประมาณค่าด้วย paired-*t* test ตามหลักการทางสถิติ ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 2

5) การใช้สมการปริมาตรไม้ในการประมาณค่าปริมาตรไม้สำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ

ในการใช้สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้สำหรับกรณีฐาน และ/หรือ การดำเนินโครงการเป็นไปตามหลักอนุรักษ์นิยม (conservative use of an equation) ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้มีความเหมาะสมสำหรับการประมาณค่ามวลชีวภาพสำหรับกรณีฐานและการดำเนินโครงการ หากค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.90

กรณีที่ 2 สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้มีความเหมาะสมในการประมาณค่าปริมาตรไม้สำหรับกรณีฐานเท่านั้น หากค่าเฉลี่ยปริมาตรไม้ที่ได้จากการวัดมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่า และเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่าน้อยกว่า 0.20 (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 2)
- ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 3)

กรณีที่ 3 สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้มีความเหมาะสมสำหรับการประมาณค่าปริมาตรไม้สำหรับการดำเนินโครงการเท่านั้น หากค่าเฉลี่ยปริมาตรไม้ที่ได้จากการวัดมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่า และเป็นไปตามเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งต่อไปนี้

- ค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ตามข้อ 4) มีค่าน้อยกว่า 0.20 (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 2)
- ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ (ดังรายละเอียดการทดสอบในภาคผนวกที่ 3)

6) การปรับปรุงสมการปริมาตรไม้

สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้ที่ไม่มีความเหมาะสมตามเงื่อนไขในข้อ 5) สามารถปรับปรุงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น เพื่อให้ผลการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้น

6. การใช้สมการสำหรับคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้

การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้สามารถทำได้ด้วยการใช้สมการแอลโลเมตรี และ การใช้สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้ ร่วมกับสัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor: BEF) และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (basic wood density) ในการเลือกใช้สมการและค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการพิจารณาความเหมาะสมของสมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตร สัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ และความหนาแน่นของเนื้อไม้ ให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยมในการเลือกใช้ข้อมูลและค่ามาตรฐานที่มีความเฉพาะและความสอดคล้องตามลำดับ ได้แก่ ผลงานวิจัยในพื้นที่ที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ข้อมูลสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับนานาชาติ ตลอดจนค่ามาตรฐานจาก IPCC ในเขตภูมิอากาศเดียวกัน (ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 4)

7. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

7.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องตรวจวัด

สมการแอลโลเมตรี

พารามิเตอร์	y_i
หน่วย	ตัน (น้ำหนักแห้ง)
ความหมาย	มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ *i* ที่ประมาณค่าด้วยสมการแอลโลเมตรี
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 2 สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 3
แหล่งของข้อมูล	มวลชีวภาพของต้นไม้ที่ประมาณค่าด้วยการแทนค่าตัวแปรอิสระ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง/ความสูง ในสมการแอลโลเมตรี
หมายเหตุ	-

สมการปริมาตรไม้

พารามิเตอร์	y_i
หน่วย	ลูกบาศก์เมตร
ความหมาย	ปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ต้นที่ *i* ที่ประมาณค่าด้วยสมการปริมาตรไม้หรือตารางปริมาตรไม้
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 2 สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 3
แหล่งของข้อมูล	ปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ที่ประมาณค่าด้วยการแทนค่าตัวแปรอิสระ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง/ความสูง ในสมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้ เป็นต้น
หมายเหตุ	-

7.2 พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวัด

สมการแอลโลเมตรี

พารามิเตอร์	Y_i
หน่วย	ตัน (น้ำหนักแห้ง)
ความหมาย	มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ *i* ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 2 สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 3
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	มวลชีวภาพของต้นไม้ตัวอย่างได้มาจากการคำนวณด้วยน้ำหนักสดของต้นไม้หารด้วยอัตราส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งของต้นไม้ โดยที่อัตราส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งของต้นไม้มีความแตกต่างไปตามส่วนของต้นไม้ เช่น ลำต้น กิ่ง และใบ เป็นต้น โดยมีทางเลือกในการคำนวณน้ำหนักแห้งของต้นไม้ ดังนี้ ทางเลือกที่ 1 นำค่าน้ำหนักสดทั้งหมดของต้นไม้หารด้วยอัตราส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นไม้ ซึ่งได้มาจากเอกสารทางวิชาการ เช่น การสำรวจป่าไม้ของชาติ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของชาติ ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ เป็นต้น ทางเลือกที่ 2 ชั่งน้ำหนักสดแต่ละส่วนของต้นไม้ (เช่น ลำต้น กิ่ง และใบ เป็นต้น) เก็บตัวอย่างแต่ละส่วนของต้นไม้เพื่อนำมาอบแห้งเพื่อคำนวณอัตราส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งแต่ละของต้นไม้ น้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของต้นไม้คำนวณจากน้ำหนักสดแต่ละส่วนของต้นไม้หารด้วยอัตราส่วนของน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งแต่ละของต้นไม้ น้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นไม้เป็นผลรวมของน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของต้นไม้
หมายเหตุ	-

สมการปริมาตรไม้

พารามิเตอร์	Y_i
หน่วย	ลูกบาศก์เมตร
ความหมาย	ปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ต้นที่ *i* ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 2 สมการ (1) และ (2) ในภาคผนวกที่ 3
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	วิธีการตรวจวัดปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ อาจใช้วิธีการแทนที่น้ำ (water displacement method) หรือ วิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน (sectional diameters method)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$D_{M,i}$
หน่วย	เซนติเมตร
ความหมาย	เส้นผ่านศูนย์กลางที่จุดกึ่งท่อนของต้นไม้ตัวอย่างต้นที่ i
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (2)
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	วิธีการตรวจวัดปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ โดยวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน (sectional diameters method)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	L_i
หน่วย	เมตร
ความหมาย	ความยาวท่อนของต้นไม้ตัวอย่างต้นที่ i
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการ (2)
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	วิธีการตรวจวัดปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ โดยวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน (sectional diameters method)
หมายเหตุ	-

8. เอกสารอ้างอิง

1) Demonstrating appropriateness of allometric equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities (Version 01.0.0)
2) Demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities" (Version 01.0.1)
3) Guidelines on conservative choice and application of default data in estimation of the net anthropogenic GHG removals by sinks
4) 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry
5) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
6) 2019 Refinement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
7) คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

สมการแอลโลเมตรี (allometric equation)	สมการสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรจากการวัดขนาดต้นไม้ หนึ่งตัวแปร หรือ มากกว่า เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงของต้นไม้
สมการปริมาตรไม้ (volume equation) หรือ ตารางปริมาตรไม้ (volume equation)	สมการ หรือ ตารางสำหรับประมาณค่าปริมาตรลำต้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรจากการวัดขนาดต้นไม้ หนึ่งตัวแปร หรือ มากกว่า เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงของต้นไม้ เป็นต้น
เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (Diameter at Breath Height: DBH)	เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้วัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน กรณีไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) วัดขนาดความโตลำต้นที่ระดับเหนือรากอันบนสุดขึ้นไป 30 เซนติเมตร หรือตามเงื่อนไขสมการประเมินมวลชีวภาพที่เลือกใช้กำหนดไว้
มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass)	น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล รวมทั้งไม้รุ่น (sapling) และไผ่
มวลชีวภาพใต้ดิน (belowground biomass)	น้ำหนักแห้งของส่วนของต้นไม้ที่อยู่ใต้ดิน
ชนิด (species)	ชนิดของพันธุ์พืชที่ปลูกในพื้นที่โครงการ สามารถอ้างอิงกลุ่มชนิดที่ใกล้เคียงกัน ในการประเมินมวลชีวภาพ เช่น การเลือกใช้สมการแอลโลเมตรี เป็นต้น
สัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor: BEF)	ค่าคงที่ที่ใช้ในการเปลี่ยนมวลชีวภาพของลำต้นส่วนที่ใช้เป็นสินค้าได้เป็นมวลชีวภาพทั้งหมดของต้นไม้
สัมประสิทธิ์ตัวแปลง/ขยายมวลชีวภาพ (biomass conversion and expansion factor: BCEF)	ค่าคงที่ที่ใช้ในการเปลี่ยนปริมาตรของลำต้นส่วนที่ใช้เป็นสินค้าได้เป็นมวลชีวภาพทั้งหมดของต้นไม้ ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ BEF และความหนาแน่นของเนื้อไม้ (D) ดังนี้ $$BCEF = BEF \times D$$ ทั้งนี้ สัมประสิทธิ์ตัวแปลง/ขยายมวลชีวภาพ ที่นำมาใช้ต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นการการเปลี่ยนปริมาตรของลำต้นส่วนที่ใช้เป็นสินค้าของต้นไม้เป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน หรือ มวลชีวภาพทั้งหมดของต้นไม้
ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination: R^2)	ค่าสถิติที่ใช้วัดความสมรูปของสมการหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยวัดจากสัดส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตาม เช่น มวลชีวภาพของต้นไม้ เป็นต้น จากตัวแปรอิสระ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงของต้นไม้ เป็นต้น

การใช้สมการตามหลักอนุรักษ์นิยม (conservative use of an equation)	การใช้สมการในการคำนวณมีแนวโน้มที่จะส่งผลให้เกิดการประเมินค่าที่ยอมรับได้และไม่สูงเกินไป เช่น ค่า p-value จากการทดสอบ paired t-test ในการประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ หรือ ปริมาตรของลำต้น มีค่าน้อยกว่า 0.20 เป็นต้น

ภาคผนวกที่ 2 การคำนวณค่า *p* value ในการทดสอบ paired *t*-test

การคำนวณค่า *p* value ในการทดสอบ paired *t*-test มีดังนี้

1. การคำนวณค่าความแตกต่างตามสมการ ที่ (1) และ (2)

$$A = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i) \quad (1)$$

$$B = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)^2 \quad (2)$$

A คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

B คือ ผลรวมยกกำลังสอง (sum of square) ของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

Y_i คือ <u>สมการแอลโลเมตรี</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม (ตันน้ำหนักแห้ง)
<u>สมการปริมาตรไม้</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม (ลูกบาศก์เมตร)

y_i คือ <u>สมการแอลโลเมตรี</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่คำนวณจากการสมการแอลโลเมตรี (ตันน้ำหนักแห้ง)
<u>สมการปริมาตรไม้</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่คำนวณจากสมการปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เมตร)

2. การคำนวณค่าความแปรปรวน (variance) ตามสมการ ที่ (3)

$$S = \frac{n \times B - A^2}{n \times (n-1)} \quad (3)$$

S คือ ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

A คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

B คือ ผลรวมยกกำลังสอง (sum of square) ของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

n คือ จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

3. การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ตามสมการที่ (4)

$$E = \sqrt{\frac{S}{n}} \quad (4)$$

E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ที่ได้จากของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
S	คือ	ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
n	คือ	จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

4. การคำนวณค่า t ตามสมการที่ (5)

$$t = \frac{A}{n \times E} \quad (5)$$

t	คือ	ค่า Student's t-value
E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ที่ได้จากของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
n	คือ	จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

5. การหาค่า p-value

ทางเลือกที่ 1 สามารถหาค่า p-value ที่ค่า t-value ใดๆ โดยใช้ตาราง Student's t-distribution

ทางเลือกที่ 2 สามารถหาค่า p-value ที่ค่า t-value ใดๆ โดยใช้ฟังก์ชันจากโปรแกรม spreadsheet ดังสมการที่ (6)

$$p = TDIST(t, df, a) \quad (6)$$

p	คือ	ค่า p-value ที่ค่า t-value ใดๆ
df	คือ	จำนวนค่าอิสระ มีค่าเท่ากับ $n - 1$
t	คือ	ค่า t จากการคำนวณตามสมการที่ (5)
a	คือ	ลักษณะการคำนวณกำหนดให้เป็น two-tailed distribution ดังนั้น $a = 2$

ภาคผนวกที่ 3 การทดสอบในกรณีที่ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์

การทดสอบในกรณีที่ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณค่าความแตกต่างตามสมการ ที่ (1) และ (2)

$$A = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i) \quad (1)$$

$$B = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)^2 \quad (2)$$

A คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

B คือ ผลรวมยกกำลังสอง (sum of square) ของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

Y_i คือ <u>สมการแอลโลเมตรี</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม (ตันน้ำหนักแห้ง)
<u>สมการปริมาตรไม้</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนาม (ลูกบาศก์เมตร)

y_i คือ <u>สมการแอลโลเมตรี</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่คำนวณจากการสมการแอลโลเมตรี (ตันน้ำหนักแห้ง)
<u>สมการปริมาตรไม้</u>
มวลชีวภาพของต้นไม้ต้นที่ i ที่คำนวณจากสมการปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เมตร)

2. การคำนวณค่าความแปรปรวน (variance) ตามสมการ ที่ (3)

$$S = \frac{n \times B - A^2}{n \times (n-1)} \quad (3)$$

S คือ ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

A คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

B คือ ผลรวมยกกำลังสอง (sum of square) ของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ

n คือ จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

3. การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ตามสมการ ที่ (4)

$$E = \sqrt{\frac{S}{n}} \quad (4)$$

E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ที่ได้จากของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
S	คือ	ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ/ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
n	คือ	จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

4. ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ คำนวณได้ดังสมการที่ (5)

$$\left|\frac{A}{n}\right| > T \times E \quad (5)$$

$\left\|\frac{A}{n}\right\|$	คือ	ค่าช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีค่าไม่เท่ากับศูนย์
A	คือ	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
T	คือ	ค่า Student's t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระ มีค่าเท่ากับ $n-1$ ที่ระดับที่มีนัยสำคัญ $\alpha = 0.2$ (two-tailed value) <u>ทางเลือกที่ 1</u> สามารถหาค่า T โดยใช้ตาราง Student's t-distribution <u>ทางเลือกที่ 2</u> สามารถหาค่า T โดยใช้ฟังก์ชั่นจากโปรแกรม spreadsheet ดังสมการที่ (6)
E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ที่ได้จากของความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพ หรือ ปริมาตรของต้นไม้ที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามและจากสมการ
n	คือ	จำนวนต้นไม้ตัวอย่าง

$$T = TINV(0.2, df) \quad (6)$$

df	คือ จำนวนค่าอิสระ มีค่าเท่ากับ $n-1$

ภาคผนวกที่ 4 ข้อแนะนำการเลือกและประยุกต์ใช้ค่ามาตรฐานในการคำนวณ

ข้อแนะนำการเลือกและประยุกต์ใช้ค่ามาตรฐาน (default value) ตามหลักการอนุรักษ์นิยมในการคำนวณการปล่อย/การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ

1. แหล่งที่มาของค่ามาตรฐาน (sources of default data)

1.1 ในการคำนวณการปล่อย/การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ หากระเบียบวิธีการกำหนดให้สามารถใช้ค่ามาตรฐาน ควรมีการเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยม

1.2 ข้อมูลควรมีความเฉพาะของชนิดไม้ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การเลือกเป็นไปตามลำดับ ดังนี้

1.2.1 ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ในประเทศที่มีการทบทวนและตรวจสอบโดยนักวิชาการ (peer-reviewed article) โดยมีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ ใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ

1.2.2 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ หรือ ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ หรือระดับภูมิภาค โดยมีลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะภูมิอากาศ ใกล้เคียงกับลักษณะพื้นที่ของโครงการ

1.2.3 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ หรือ ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับนานาชาติ รวมทั้งค่ามาตรฐานของ IPCC ที่อยู่ในเขตภูมินิเวศ (ecological zone) เดียวกัน

1.3 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลที่มีความเฉพาะของชนิดไม้ ตามข้อ 1.2 สามารถเลือกใช้ข้อมูลในระดับสกุล (genus) หรือ วงศ์ (family) ที่อยู่ในเขตภูมินิเวศ (ecological zone) เดียวกัน โดยมีการเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยม และเป็นไปตามลำดับในข้อ 1.2.1-1.2.3

2. การเลือกค่ามาตรฐานตามหลักการอนุรักษ์นิยม (conservative choice of default data)

2.1 ในกรณีที่มีค่ามาตรฐานที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงพื้นที่โครงการ เช่น ลักษณะพืชพรรณคล้ายกัน เขตภูมินิเวศเดียวกัน) ค่ามาตรฐานที่นำมาใช้ถือว่าเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยม

2.2 ในกรณีอื่น ๆ ให้เป็นไปตามหลักการดังนี้

2.2.1 ค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐาน มีการตรวจกับข้อมูลภาคสนามและมีความแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 10 (±10%)

2.2.2 ค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐาน ไม่เป็นไปตามข้อ 2.2.1 จำเป็นต้องมีการประเมินดังนี้

- หากมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐาน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (อาจเป็นค่าสูงสุด หรือค่าต่ำสุด ตามความเหมาะสม) นำมาใช้ได้ตามตามหลักการอนุรักษ์นิยม
- หากมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) และจำนวนตัวอย่าง สามารถนำมาใช้คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐานมาใช้ได้ตามตามหลักการอนุรักษ์นิยม

- หากไม่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) แต่แสดงค่ามาตรฐานเป็นช่วง ให้คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยโดยกำหนดให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95
- หากข้อมูลค่ามาตรฐานไม่มีค่าสถิติใดๆ ข้างต้น ให้คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามข้อแนะนำในข้อ 5.

3. คำนิยามตามหลักการอนุรักษ์นิยมในการเลือกค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณมวลชีวภาพ

ค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณมวลชีวภาพที่นำมาใช้ถือว่าเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยม หากเป็นไปตามหลักการ ดังนี้

3.1 ในการคำนวณการปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิ หากมีการคูณกันด้วยค่ามาตรฐานตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป ค่ามาตรฐานที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด ถือเป็นค่าที่นำมาพิจารณาตามหลักการอนุรักษ์นิยม ส่วนค่ามาตรฐานอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง

3.2 ในกรณีที่ค่ามาตรฐานมีค่าเพิ่มขึ้นจากการแปลงด้วยค่าคงที่ ให้พิจารณาหลักการอนุรักษ์นิยมจากค่ามาตรฐานเริ่มต้น เช่น R และ 1+R เมื่อ R คือ อัตราส่วนระหว่างรากต่อลำต้นของต้นไม้ ในการนำมาใช้ให้พิจารณาเฉพาะค่า R

4. การคำนวณการปล่อย/การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิโดยการเลือกค่ามาตรฐานตามหลักการอนุรักษ์นิยม

การคำนวณการปล่อย/การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิโดยการเลือกค่ามาตรฐานเป็นไปตามหลักการอนุรักษ์นิยม สามารถดำเนินการในกรณีดังต่อไปนี้

4.1 การคำนวณการเพิ่มขึ้นของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในขอบเขตพื้นที่โครงการที่ไม่ได้เกิดจากการดำเนินกิจกรรมใด ๆ ของโครงการ สามารถคำนวณโดยใช้ค่ามาตรฐานตามหลักการอนุรักษ์นิยม ในขณะที่การลดลงของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสามารถคำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

4.2 ปริมาณการปล่อย/การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของโครงการสามารถคำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของค่ามาตรฐานทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

4.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตพื้นที่โครงการสามารถใช้ค่ามาตรฐานตามหลักการอนุรักษ์นิยม

5. การใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามาตรฐานที่สำคัญ

ในกรณีที่ในรายงานมีเพียงค่าเฉลี่ย หรือช่วงของข้อมูล ซึ่งเป็นชุดข้อมูลขนาดเล็กและไม่เพียงพอในการนำไปคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ใด ๆ สามารถเลือกใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้มาจากช่วงการกระจายของข้อมูลของ IPCC ทั้งนี้ ข้อมูลที่นำเสนอนี้เป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย

- ความเพิ่มพูนของปริมาตรเหนือดินของพืชที่มีเนื้อไม้: ร้อยละ 50

- ความเพิ่มพูนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชที่มีเนื้อไม้: ร้อยละ 50
- ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชที่มีเนื้อไม้: ร้อยละ 50
- ค่าสัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor, BEF) ของพืชที่มีเนื้อไม้จากฐานของปริมาณมวลชีวภาพ: ระหว่างร้อยละ -40 (ค่าต่ำสุด) และร้อยละ +100 (ค่าสูงสุด)
- ค่าสัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor, BEF) ของพืชที่มีเนื้อไม้จากฐานของความเพิ่มพูนมวลชีวภาพ: ร้อยละ 10
- อัตราส่วนมวลชีวภาพของรากต่อลำต้น: ร้อยละ 35 (ทั้งไม้ยืนต้น และไม้รุ่น)

บันทึกการแก้ไข TVER-TOOL-01-07

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
1	-	24 สิงหาคม 2565	-