T-VER-P-TOOL-01-08
การคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม ในการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนสำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้
(Calculation of Appropriate Number of Sample Plots for Carbon Measurements in Forest Project Activities)

ฉบับที่ 01

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2566

1. บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ในการตรวจวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ในพื้นที่กิจกรรมการปลูกป่า ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงานของโครงการ

2. นิยามที่เกี่ยวข้องและค่าอ้างอิง

รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 1

3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้

เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้คำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมในการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ ในการตรวจวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ในพื้นที่กิจกรรมการปลูกป่า มีลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่ายและเงื่อนไขการนำไปใช้ ดังนี้

1) เครื่องมือนี้ใช้คำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมในการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้โดยวิธีการตรวจวัดภาคสนามสำหรับกรณีฐานและการดำเนินงานโครงการ

2) เครื่องมือนี้ใช้คำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมโดยอาศัยพื้นฐานจากการกำหนดระดับความถูกต้องของมวลชีวภาพที่ต้องการประเมิน

3) พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมวลชีวภาพในระดับแปลงตัวอย่าง เช่น สัมประสิทธิ์ตัวขยายมวลชีวภาพ (biomass expansion factor: BEF) อัตราส่วนระหว่างรากต่อลำต้น (root-shoot ratio) เป็นต้น กำหนดให้เป็นค่าคงที่ (fixed constants) ในทำนองเดียวกัน ทุกสมการที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพในระดับแปลงตัวอย่าง เช่น สมการแอลโลเมตรี สมการปริมาตรไม้ หรือ ตารางปริมาตรไม้ เป็นต้น ถือว่ามีความถูกต้อง

4. สมมติฐาน

สมมติฐานในการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมมีดังนี้

1) ต้องทราบขนาดพื้นที่ของโครงการในแต่ละชั้นภูมิ

2) ต้องทราบค่าความแปรปรวน (variance) ของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ

3) พื้นที่ที่โครงการมีการจำแนกชั้นภูมิอย่างน้อยหนึ่งชั้นภูมิ หรือมากกว่า

โดยที่

n	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของพื้นที่โครงการ
n_i	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของพื้นที่โครงการ
n_{BSL}	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของพื้นที่โครงการสำหรับกรณีฐาน
$n_{PROJ,i}$	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของพื้นที่โครงการสำหรับการดำเนินโครงการ

5. การกำหนดชั้นภูมิ (Stratification)

หากพื้นที่ดำเนินโครงการมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ (heterogeneous) จำเป็นต้องมีการจำแนกชั้นภูมิ (stratification) เพื่อให้การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ในการกำหนดชั้นภูมิควรจำแนกตามสภาพที่ปรากฏ โดยในชั้นภูมิเดียวกันควรมีลักษณะความคล้ายคลึงกันมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชั้นภูมิมากที่สุด ลักษณะที่สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชั้นภูมิ เช่น ประเภทของการใช้ที่ดิน ประเภทป่า ชนิดของพืชพรรณ ระดับความสูงจากน้ำทะเล ระดับความลาดชัน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชั้นอายุของพืชพรรณ และการจัดการ เป็นต้น ทั้งนี้ การจำแนกชั้นภูมิสามารถจำแนกโดยใช้ข้อมูลจากระยะไกล (remote sensing data) เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายจาก Google Earth เป็นต้น

นอกจากนี้ ในการจำแนกชั้นภูมิอยู่บนพื้นฐานของความแตกต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพที่ต้องการประเมินเป็นสำคัญ ดังนั้น จึงใช้ความแตกต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเป็นเกณฑ์ในกำหนดขนาดพื้นที่โดยประมาณในแต่ละชั้นภูมิ หากปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งหมดที่ต้องการประเมินมาจาก 2 แหล่ง หรือมากกว่า การจำแนกชั้นภูมิอยู่บนพื้นฐานของความแตกต่างของแหล่งสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพที่มีความสำคัญมากกว่า กล่าวคือมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากกว่า

ในการกำหนดชั้นภูมิสามารถจำแนกเป็นกรณีดังต่อไปนี้

- กรณีของการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิของกรณีฐาน สามารถจำแนกชั้นภูมิตาม ชนิดของพืชพรรณ และการปกคลุมเรือนยอด และ/หรือ ประเภทของการใช้ที่ดิน
- กรณีของการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิของกิจกรรมโครงการ การจำแนกชั้นภูมิสำหรับการคาดการณ์ก่อนการดำเนินโครงการอยู่บนพื้นฐานของการวางแผนการปลูกและจัดการ เช่น จำแนกตามปีที่ปลูก แปลงที่ปลูก ชนิดของต้นไม้ เป็นต้น กรณีที่เป็นสวนป่าเชิงเดี่ยวที่มีการจัดการอย่างประณีต และมีลักษณะทางกายภาพที่มีความคล้ายคลึงกันจนไม่สามารถจำแนกชั้นภูมิได้ อาจไม่จำเป็นต้องจำแนกชั้นภูมิ

- การประเมินและติดตามผลภายหลังการดำเนินโครงการ ซึ่งขึ้นอยู่กับการดำเนินการได้จริงตามแผนการปลูกและจัดการ ในกรณีที่เกิดผลกระทบต่อโครงการจากภัยธรรมชาติหรือมนุษย์ เช่น ไฟป่า เป็นต้น หรือ ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ประเภทของดิน เป็นต้น ซึ่งทำให้แนวโน้มของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของโครงการมีการเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องมีการจำแนกชั้นภูมิใหม่ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

6. ขนาดแปลงตัวอย่าง

แปลงตัวอย่างในการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในการตรวจวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ในพื้นที่กิจกรรมการปลูกป่า อาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือ วงกลม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการในการวางแปลงตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ สำหรับขนาดแปลงตัวอย่างสามารถเลือกใช้ขนาดแปลงตัวอย่างที่นิยมและยอมรับกันโดยทั่วไป ขนาดที่แนะนำ คือ แปลงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 40 x 40 เมตร (ขนาด 1 ไร่) ในกรณีที่พื้นที่ดำเนินโครงการมีขนาดไม่เหมาะสมที่จะวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร ให้พิจารณาวางแปลงตัวอย่างในรูปร่างและขนาดอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ ทั้งนี้ ขนาดของแปลงตัวอย่างเป็นพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ ในการตรวจวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนในต้นไม้ในพื้นที่กิจกรรมการปลูกป่า

7. การคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด

จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพขึ้นอยู่ค่าความถูกต้องและแม่นยำที่กำหนด และการแปรผันของปริมาณในมวลชีวภาพที่จะประเมิน ในเครื่องมือการคำนวณนี้กำหนดความถูกต้องและแม่นยำให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90 หรือ เป็นไปตามที่ อบก. กำหนด

พื้นที่โครงการมีการแบ่งชั้นภูมิตามความแปรปรวนของปริมาณมวลชีวภาพโดยประมาณ และกำหนดพื้นที่โดยประมาณของแต่ละชั้นภูมิ ถ้าปริมาณมวลชีวภาพเป็นผลรวมของปริมาณมวลชีวภาพในแหล่งสะสมคาร์บอนตั้งแต่สองแหล่งขึ้นไป จากนั้นจึงแบ่งชั้นภูมิอยู่บนพื้นฐานของความแปรปรวนของปริมาณมวลชีวภาพในแหล่งสะสมคาร์บอนหลัก เช่น แหล่งสะสมคาร์บอนที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด เป็นต้น

สำหรับเครื่องมือคำนวณนี้กำหนดการแปรผันของปริมาณมวลชีวภาพในรูปของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยประมาณของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิสามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ของพื้นที่โครงการ ข้อมูลจากงานวิจัยหรือรายงานของพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือประมาณค่าจากจากการสำรวจเบื้องต้น หรือจากข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือนี้

คำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการประเมินปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตพื้นที่โครงการ โดยใช้วิธีการทำซ้ำ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณรอบแรกเป็นการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ ดังสมการที่ (1)

$$n = \frac{N \times {t_{VAL}}^2 \times (\sum_i w_i \times s_i)^2}{N \times E^2 + {t_{VAL}}^2 \times \sum_i w_i \times {s_i}^2} \quad (1)$$

โดยที่

n	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)
N	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ในขอบเขตของโครงการ ได้แก่ ประชากร หรือ ระยะห่างของการสุ่มตัวอย่าง (ไม่มีหน่วย)
t_{VAL}	คือ	ค่า Student's t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระไม่จำกัด (∞) สำหรับระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (ไม่มีหน่วย) ในที่นี้กำหนดให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90
w_i	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนักของขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิ (ไม่มีหน่วย)
s_i	คือ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ (ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)
E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ได้แก่ ครึ่งหนึ่งของช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval) ในการประมาณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตโครงการ (ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)
i	คือ	1, 2, 3, ...ชั้นภูมิในขอบเขตโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 หากจำนวนแปลงตัวอย่าง n ที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) ได้ 30 หรือมากกว่า ไม่จำเป็นต้องมีการคำนวณในรอบต่อไป จำนวนแปลงตัวอย่าง n ที่คำนวณได้ในขั้นตอนแรก คือจำนวนแปลงตัวอย่างที่สามารถนำไปใช้ได้

ขั้นตอนที่ 3 หากจำนวนแปลงตัวอย่าง n ที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) ได้น้อยกว่า 30 คำนวณซ้ำในสมการที่ (1) โดยใช้ t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระเท่ากับ $n-1$ และจำนวนแปลงตัวอย่าง n ที่คำนวณได้ในรอบที่สอง คือจำนวนแปลงตัวอย่างที่สามารถนำไปใช้ได้

ขั้นตอนที่ 4 ในกรณีที่สัดส่วนของพื้นที่ตัวอย่างน้อยกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่โครงการ สามารถใช้สมการอย่างง่ายในการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่าง ดังสมการที่ (2)

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

n	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)
t_{VAL}	คือ	ค่า Student's t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระไม่จำกัด (∞) สำหรับระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (ไม่มีหน่วย) ในที่นี้กำหนดให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90
w_i	คือ	ค่าถ่วงน้ำหนักของขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิ (ไม่มีหน่วย)
s_i	คือ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ (ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)
E	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ได้แก่ ครึ่งหนึ่งของช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval) ในการประมาณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตโครงการ (ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)
i	คือ	1, 2, 3, ...ชั้นภูมิในขอบเขตโครงการ

ขั้นตอนที่ 5 ในกรณีที่สัดส่วนของพื้นที่ตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่โครงการ สามารถใช้สมการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรับแล้ว ดังสมการที่ (3)

$$n_a = n \times \frac{1}{1+n/N} \quad (3)$$

n_a	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรับแล้วสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)
n	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)
N	คือ	จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ในขอบเขตของโครงการ ได้แก่ ประชากร หรือ ระยะห่างของการสุ่มตัวอย่าง (ไม่มีหน่วย)

8. การกระจายจำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ

ในการกระจายจำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิใช้วิธีการค่าที่เหมาะสม (optimum allocation) โดยคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิ ดังสมการที่ (4)

$$n_i = n \times \frac{w_i \times s_i}{\sum_i w_i \times s_i} \quad (4)$$

n_i คือ จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)

n คือ จำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ (ไม่มีหน่วย)

w_i คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิ (ไม่มีหน่วย)

s_i คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ (ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)

i คือ 1, 2, 3, ...ชั้นภูมิในขอบเขตโครงการ

9. การใช้โปรแกรม Spreadsheet คำนวณ

ในการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดและการกระจายจำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิในการประมาณค่ามวลชีวภาพสามารถใช้โปรแกรม Spreadsheet ของ **Winrock International** คำนวณ เรียกว่า **"WINROCK SAMPLE PLOT CALCULATOR SPREADSHEET TOOL"** สามารถดาวน์โหลดไฟล์ได้จากลิงค์ของเครื่องมือคำนวณนี้ หรือ เว็บไซต์ของ Winrock International

10. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

10.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องตรวจวัด

พารามิเตอร์	t_{VAL}
หน่วย	ไม่มีหน่วย
ความหมาย	ค่า Student's t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระไม่จำกัด สำหรับระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (ไม่มีหน่วย)
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการที่ (1) และ (2)
แหล่งของข้อมูล	ตารางค่า Student's t-value ในภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	กำหนดให้มีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 90 ในการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในกิจกรรมโครงการปลูกป่า นอกเหนือจากการกำหนดระดับความเชื่อมั่นอื่น ๆ ตามที่ระบุในระเบียบวิธีการ หรือตามที่ อบก. กำหนด

พารามิเตอร์	E
หน่วย	ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่

ความหมาย	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ในการประมาณปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในขอบเขตโครงการ
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการที่ (1) และ (2)
แหล่งของข้อมูล	ตารางค่า Student's t-value ในภาคผนวกที่ 2
หมายเหตุ	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ ร้อยละ 10 ของค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ นอกเหนือจากการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้อื่น ๆ ตามที่ระบุในระเบียบวิธีการ หรือตามที่ อบก. กำหนด

10.2 พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวัด

พารามิเตอร์	N
หน่วย	ไม่มีหน่วย
ความหมาย	จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ในขอบเขตของโครงการ ได้แก่ ประชากร หรือ ระยะห่างของการสุ่มตัวอย่าง
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการที่ (1) และ (3)
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่เป็นไปได้ในขอบเขตของโครงการมีค่าเท่ากับพื้นที่โครงการทั้งหมดหารด้วยขนาดของแปลงตัวอย่าง
หมายเหตุ	ตัวอย่าง พื้นที่โครงการ 1,000 ไร่ และแปลงตัวอย่างมีขนาด 1 ไร่ N มีค่าเท่ากับ 1,000

พารามิเตอร์	w_i
หน่วย	ไม่มีหน่วย
ความหมาย	ค่าถ่วงน้ำหนักของขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิ
สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการที่ (1) (2) และ (4)
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	ค่าถ่วงน้ำหนักของขนาดพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิ มีค่าเท่ากับพื้นที่ในแต่ละชั้นภูมิหารด้วยพื้นที่โครงการทั้งหมด
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	s_i
หน่วย	ตันน้ำหนักแห้ง หรือ ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่
ความหมาย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ

สมการที่เกี่ยวข้อง	สมการที่ (1) (2) และ (4)
แหล่งของข้อมูล	การตรวจวัดภาคสนาม
วิธีการตรวจวัด	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยประมาณของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นภูมิ อาจทราบได้จากข้อมูลที่มีอยู่ของพื้นที่โครงการ หรือ พื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับโครงการ หรือ ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ
หมายเหตุ	-

9. เอกสารอ้างอิง

1) A/R Methodology Tool “Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities”
2) 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry
3) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
4) 2019 Refinement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
5) T-VER tool: T-VER-TOOL-FOR/AGR-01 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (Calculation for Carbon Sequestration) (ฉบับที่ 4)
6) คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass)	น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล รวมทั้งไม้รุ่น (sapling) และไผ่
มวลชีวภาพใต้ดิน (belowground biomass)	น้ำหนักแห้งของส่วนของต้นไม้ที่อยู่ใต้ดิน
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: s)	เครื่องมือในทางสถิติใช้ในการวัดการกระจายของข้อมูลทำให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลที่วัดแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ย
ความแปรปรวน (variance: s^2)	เครื่องมือในทางสถิติใช้ในการวัดการกระจายของข้อมูลทำให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง
ระดับความเชื่อมั่น (confidence level)	โอกาสที่พารามิเตอร์ของประชากรจะอยู่ในช่วงของค่าที่ประมาณได้ เช่น กำหนดให้การประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้มีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 หมายความว่าโอกาสที่ค่ามวลชีวภาพที่ประมาณได้มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุด (lower limit) หรือมากกว่า ค่าสูงสุด (upper limit) เพียงร้อยละ 10
ช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval)	ช่วงของค่าพารามิเตอร์ที่ครอบคลุมค่าที่แท้จริงของประชากร (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) ที่ระดับความเชื่อมั่นใดๆ ที่กำหนด เช่น การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของกิจกรรมการปลูกป่ากำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ภาคผนวกที่ 2 พารามิเตอร์อ้างอิงทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 2.1 ค่า Student's t-value ที่มีจำนวนค่าอิสระ และระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ สำหรับการคำนวณจำนวนตัวอย่าง

	Confidence level				
Df	80%	90%	95%	98%	99%
1	3.078	6.314	12.706	31.820	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.897	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.625	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.584	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763

29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Df – Degree of freedom

บันทึกการแก้ไข

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	-	1 มีนาคม 2566	ปรับแก้ไขจาก TVER-TOOL-01-08