**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 เครื่องมือนี้คำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการประเมินปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตพื้นที่โครงการโดยใช้วิธีการทำซ้ำ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณรอบแรกเป็นการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างที่ต้องการสำหรับการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในขอบเขตของโครงการ ดังสมการที่ (1)

 $n=\frac{N×t\_{VAL}^{2}×\left(\sum\_{i}^{}w\_{i}×s\_{i}\right)^{2}}{N×E^{2}+t\_{VAL}^{2}×\sum\_{i}^{}w\_{i}×s\_{i}^{2}}$***(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 สามารถใช้สมการอย่างง่ายในการคำนวณ*จำนวนแปลงตัวอย่าง ดังสมการที่ (2)

 $n=\left(\frac{t\_{VAL}}{E}\right)^{2}×\left(\sum\_{i}^{}w\_{i}×s\_{i}\right)^{2}$***(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 สามารถใช้สมการคำนวณ*จำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรับแล้ว ดังสมการที่ (3)

 $n\_{a}=n×\frac{1}{1+{n}/{N}}$***(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)

 $n\_{i}=n×\frac{w\_{i}×s\_{i}}{\sum\_{i}^{}w\_{i}×s\_{i}}$***(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

ในการคำนวณจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดและการกระจายจำนวนแปลงตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิในการประมาณค่ามวลชีวภาพสามาถใช้โปรแกรม Spreadsheet ของ **Winrock International** คำนวณ เรียกว่า **“WINROCK SAMPLE PLOT CALCULATOR SPREADSHEET TOOL”** สามารถดาวน์โหลดไฟล์ได้จากลิงค์ของเครื่องมือคำนวณนี้ หรือ เว็บไซต์ของ [Winrock International](https://winrock.org/document/winrock-sample-plot-calculator-spreadsheet-tool/)

# 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: s2) | เครื่องมือในทางสถิติใช้ในการวัดการกระจายของข้อมูลทำให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง |
| ระดับความเชื่อมั่น(confidence level) | โอกาสที่พารามิเตอร์ของประชากรจะอยู่่ในช่วงของค่าที่ประมาณได้ 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 |