**T-VER-TOOL-FOR/AGR-01**

**การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้**

**(Calculation for Carbon Sequestration)**

**1. บทนำ**

 เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้ดินของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงานภายใต้กิจกรรมโครงการ อีกทั้งเครื่องมือฉบับนี้สามารถนำไปใช้กับโครงการที่ต้องการประเมินปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับด้านป่าไม้ และ/หรือโครงการที่ต้องการประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากต้นไม้ที่ปลูกหรือขึ้นตามธรรมชาติภายในพื้นที่โครงการ

**2. คำนิยามที่เกี่ยวข้อง**

 **เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (Diameter at Breath Height; DBH)**

 เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้วัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน

 **ต้นไม้ (Tree)**

 ต้นไม้ที่มีเนื้อไม้ มีลำต้นหลักลำต้นเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกเต็มที่ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร มีความสูงเมื่อโตเต็มที่อย่างน้อย 3 เมตร

 ต้นไม้ที่มีความสูงเกิน 1.30 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร ตั้งแต่ 4.50 เซนติเมตรขึ้นไป

 **ไม้หนุ่ม (Sapling)**

 ต้นไม้ที่เป็นไปตามคำจำกัดความของต้นไม้ ซึ่งมีความสูงเกิน 1.30 เมตร แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร น้อยกว่า 4.50 เซนติเมตร

 **มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน**

 น้ำหนักแห้งของทุกส่วนของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล รวมทั้งไม้หนุ่ม (sapling) และไผ่

 **มวลชีวภาพใต้ดิน**

 น้ำหนักแห้งของส่วนของต้นไม้ที่อยู่ใต้ดิน คือ ราก

**สมการแอลโลเมตรี**

 สมการแอลโลเมตรี คือ สมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ ซึ่งใช้คำนวณน้ำหนักแห้งของต้นไม้

**3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้**

 เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้คำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้ โดยจะรวมการคำนวณทั้งการกักเก็บเหนือพื้นดินและใต้ดิน ซึ่งอาจนำไปใช้ในการคำนวณในพื้นที่ที่มีการสำรวจทั้งพื้นที่ (100%) หรือ การสุ่มวางแปลงตัวอย่างก็ได้

**4. การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน**

 การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่สะสมในรูปเนื้อไม้ นั้นสามารถคำนวณได้จากการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ สามารถแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass; ABG) และมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass; BLG) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

 **ส่วนที่ 1** การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass; ABG)

 ขั้นตอนที่ 1 วางแปลงตัวอย่างสำรวจและจดบันทึกชนิดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตร และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ในพื้นที่ของโครงการ โดยข้อกำหนดในการวางแปลงสำรวจให้เป็นไปตามที่ อบก. กำหนด เพื่อนำข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงที่ได้ไปคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่ต่อไป

 ขั้นตอนที่ 2 ทำการคำนวณมวลชีวภาพโดยเลือกสมการแอลโลเมตรี (allometric equation) ที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการจากสมการที่ อบก. แนะนำ (สมการแยกตามประเภทป่าของประเทศไทย) หรือสมการอื่นที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ หรือ พัฒนาสมการสำหรับพื้นที่ที่ดำเนินโครงการเอง โดยจำเป็นต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบอีกครั้ง และนำไปคำนวณหามวลชีวภาพโดยใช้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1

 ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ และปรับหน่วยให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ

$$C\_{ABG}=\sum\_{}^{}C\_{ABG,i}$$

$$C\_{ABG,i} = \sum\_{}^{}M\_{ij}×\frac{A}{a}×CF×\frac{44}{12}$$

เมื่อ $C\_{ABG}$ = ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บเหนือพื้นดินทั้งหมดของพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

 $C\_{ABG,i}$ = ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บเหนือพื้นดินของต้นไม้ชนิดที่ $i$
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

 $M\_{ij}$ = มวลชีวภาพของต้นไม้ชนิด $i$ จำนวน $j$ ในพื้นที่แปลงตัวอย่างโดยสามารถคำนวณได้จากสมการแอลโลเมตรี (ตันน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่แปลงตัวอย่างต่อปี)

 $A$ = พื้นที่โครงการทั้งหมด (ไร่)

 $a$ = พื้นที่แปลงตัวอย่างที่สำรวจ (ไร่)

 $CF$ = สัดส่วนปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ (กำหนดให้เท่ากับ 0.47)

$i$ = ชนิดต้นไม้ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง

$j$ = จำนวนต้นไม้ในพื้นที่แปลงตัอย่าง

 **ส่วนที่ 2** การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass; BLG)

 ขั้นตอนที่ 1 คำนวณปริมาณมวลชีวภาพของส่วนใต้พื้นดินของต้นไม้โดยใช้สัดส่วนน้ำหนักแห้งของต้นต่อรากของต้นไม้แต่ละชนิด โดยสามารถใช้ค่าสัดส่วนที่ อบก. แนะนำหรือค่าอื่นที่ๆ ที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่โครงการ หรือ พัฒนาค่าสัดส่วนต้นต่อรากสำหรับพื้นที่ที่ดำเนินโครงการเอง โดยจำเป็นต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบอีกครั้ง และนำมาคำนวณโดยใช้สมการ

$$C\_{BLG}=\sum\_{}^{}C\_{BLG,i}$$

$$C\_{BLG,i} = C\_{ABG,i} ×R\_{i}$$

 เมื่อ $C\_{BLG}$ = ปริมาณคาร์บอนใต้ดินที่กักเก็บของต้นไม้ทั้งหมดของพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

 $C\_{BLG,i}$ = ปริมาณคาร์บอนใต้ดินที่กักเก็บของต้นไม้ชนิด $i$ ของพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

 $C\_{ABG,i}$ = ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินที่กักเก็บของต้นไม้ชนิด $i$ ของพื้นที่โครงการ
(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

 $R\_{i}$ = สัดส่วนน้ำหนักแห้งของต้นต่อราก ของต้นไม้ชนิดที่ $i$

$i$ = ชนิดต้นไม้ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง

**ส่วนที่ 3** การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมของการดำเนินโครงการ

 เมื่อทำการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งเหนือพื้นดินและใต้ดินแล้ว นำมาหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่ได้จากสมการ

$$C\_{TT} = C\_{ABG}+ C\_{BLG}$$

เมื่อ $C\_{TT}$= ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการ
 (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

$C\_{ABG}$= ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

$C\_{BLG}$= ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนใต้ดิน (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี)

**5. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง**

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | A |
| หน่วย | ไร่ |
| รายละเอียด | พื้นที่ทั้งหมดของโครงการ |
| แหล่งของข้อมูล | - สำรวจในพื้นที่- ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม/ภาพถ่ายทางอากาศ |
| หมายเหตุ | - |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | a |
| หน่วย | ไร่ |
| รายละเอียด | พื้นที่แปลงตัวอย่างของโครงการ |
| แหล่งของข้อมูล | - การกำหนดขนาดพื้นที่แปลงตัวอย่างของโครงการ- ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม/ภาพถ่ายทางอากาศ |
| หมายเหตุ | - |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | CF (Carbon fraction) |
| หน่วย | - |
| รายละเอียด | สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ |
| แหล่งของข้อมูล | - งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการ- IPCC Guideline (2006) |
| หมายเหตุ | - |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | DBH |
| หน่วย | เซนติเมตร |
| รายละเอียด | เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 ม.จากพื้นดิน |
| แหล่งของข้อมูล | ตรวจวัดในพื้นที่ |
| หมายเหตุ | ข้อมูลจากการวางแปลงตัวอย่าง |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | H |
| หน่วย | เมตร |
| รายละเอียด | ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ |
| แหล่งของข้อมูล | ตรวจวัดในพื้นที่ |
| หมายเหตุ | ข้อมูลจากการวางแปลงตัวอย่าง |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Mij |
| หน่วย | ตันน้ำหนักแห้ง |
| รายละเอียด | มวลชีวภาพของต้นไม้ชนิดที่ i จำนวน j ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง คำนวณจากสมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ |
| แหล่งของข้อมูล | - ตามที่ อบก. กำหนด- งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการ- สมการแอลโลเมตรีที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ที่ดำเนินโครงการ\*- IPCC Guideline  |
| หมายเหตุ | \* ผู้พัฒนาโครงการจำเป็นต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบอีกครั้ง |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | Ri |
| หน่วย | - |
| รายละเอียด | สัดส่วนน้ำหนักแห้งของต้นต่อรากของต้นไม้ชนิดที่ i |
| แหล่งของข้อมูล | - งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการ- ค่าที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ที่ดำเนินโครงการ\*- IPCC Guideline  |
| หมายเหตุ | \* ผู้พัฒนาโครงการจำเป็นต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบอีกครั้ง |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | 44/12 |
| หน่วย | - |
| รายละเอียด | มวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน เพื่อแปลงหน่วยจากตันคาร์บอนเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์ |
| แหล่งของข้อมูล | - IPCC Guideline |
| หมายเหตุ |  |

|  |
| --- |
| **บันทึกการแก้ไข T-VER-TOOL-FOR/AGR-01** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับที่** | **ฉบับที่** | **แก้ไขครั้งที่** | **วันที่บังคับใช้** | **รายการแก้ไข** |
|  |  |  |  |  |