**T-VER-P-TOOL-01-03**

**การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของไม้ตาย
และเศษซากพืช**สำหรับ**กิจกรรมโครงการ**ป่าไม้

 **(Calculation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in forest project activities)**

**ฉบับที่ 01**

**มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2566**

# 1. บทนำ

 เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินปริมาณการกักเก็บและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืชซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงานของโครงการ

# 2. นิยามที่เกี่ยวข้อง

 รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 1

# 3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้

 เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้คำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช สำหรับการคำนวณในกรณีฐานและกิจกรรมโครงการ เฉพาะในกรณีทางเลือกในการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช โดยใช้วิธีการแทนค่าคงที่เป็นหลัก (the default-factor based method) ใช้สำหรับการคำนวณปริมาณการกักเก็บและการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช ในกรณีที่โครงการไม่มีการเคลื่อนย้ายไม้ตายและเศษซากพืชโดยกิจกรรมใด ๆของมนุษย์ออกจากขอบเขตพื้นที่โครงการ (project boundary) เท่านั้น

# 4. การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช

การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนดังกล่าวใช้การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช บนพื้นฐานวิธีการคำนวณโดยใช้ค่าคงที่เชิงอนุรักษ์ (conservative default-factor based method) มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

## 4.1 การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตาย (Carbon stock in dead wood)

สามารถคำนวณโดยใช้ค่าที่กำหนดให้โดยไม้ตายที่เกิดขึ้นในโครงการต้องไม่มีการนำออกตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตาย อ้างอิงจากมวลชีวภาพของต้นไม้และค่าคงที่เชิงอนุรักษ์ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C\_{Dw,i,t}= C\_{Tree,i,t}×DF\_{DW}$$

เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$C\_{Dw,i,t}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายในชั้นภูมิ *i* ในปี*t*(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $$C\_{Tree,i,t}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในชั้นภูมิ *i*ในปี *t* (*ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า*)ใช้การประเมินเช่นเดียวกับT-VER-P-TOOL-01-02 *การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของต้นไม้สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้ (Calculation for carbon stocks and change in carbon stocks of trees in forest project activities)* |
| $$DF\_{DW}$$ | = | ค่าคงที่เชิงอนุรักษ์สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย จากสัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นไม้ (ร้อยละ) |
| *i* | = | *ชั้นภูมิ 1, 2, 3, …*  |

ค่าคงที่สำหรับการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตายแสดงดังภาคผนวกที่ 2

## 4.2 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนของไม้ตาย (Change in carbonstock in dead wood)

อัตราของการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย ณ ช่วงเวลานั้น ๆคำนวณโดยใช้สมมติฐานการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น (linear change) โดยการคำนวณใช้สมการดังนี้

$$dC\_{DW,(t\_{1}t\_{2}) }=\frac{C\_{DW,t\_{2}} - C\_{DW,t\_{1}}}{T}$$

 เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$dC\_{DW,(t\_{1}t\_{2}) }$$ | = | อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายภายในขอบเขตโครงการ ณ ช่วงเวลาระหว่าง ปีที่ t1 และปีที่ t2 (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) |
| $$C\_{DW,t\_{2}}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายภายในขอบเขตโครงการ ณ จุดเวลาในปีที่ t2(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $$C\_{DW,t\_{1}}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายภายในขอบเขตโครงการ ณ จุดเวลาในปีที่ t1(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| T | = | เวลาที่ผ่านไประหว่างการประเมินสองครั้งติดต่อกัน (T=t2 – t1) (ปี) |

ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตาย คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$∆C\_{DW,t} = dC\_{DW,(t\_{1}t\_{2}) }×1 ปีสำหรับt\_{1}\leq t\leq t\_{2}$$

เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$∆C\_{DW,t}$$ | = | การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายภายในขอบเขตโครงการ ในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $$dC\_{DW,(t\_{1}t\_{2}) }$$ | = | อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายภายในขอบเขตโครงการ ณ ช่วงเวลาระหว่าง ปีที่ t1 และปีที่ t2 (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) |

## 4.3 การคำนวณการปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืช (Carbon stock in litter)

ในการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืช สามารถคำนวณโดยใช้ค่าที่กำหนดให้โดยเศษซากพืชที่เกิดขึ้นในโครงการต้องไม่มีการนำออกจากขอบเขตโครงการ การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืช อ้างอิงจากมวลชีวภาพของต้นไม้และค่าคงที่เชิงอนุรักษ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C\_{LI,i,t}= C\_{Tree,i,t}×DF\_{LI}$$

 เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$C\_{LI,i,t}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชในชั้นภูมิ *i* ณ เวลาในปีที่ *t* (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $$C\_{Tree,i,t}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ในชั้นภูมิ *i* ณ เวลาในปีที่ *t* (*ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า*) ใช้การประเมินเช่นเดียวกับ T-VER-P-TOOL-01-02การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของต้นไม้สำหรับกิจกรรมโครงการป่าไม้ (*Calculation for carbon stocks and change in carbon stocks of trees inforest project activities)*  |
| $$DF\_{LI}$$ | = | ค่าคงที่เชิงอนุรักษ์สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชจากสัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นไม้ (ร้อยละ) |
| *i* | = | *ชั้นภูมิ 1, 2, 3, …*  |

ค่าคงที่สำหรับการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืช แสดงดังภาคผนวกที่ 3

##  4.4 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในของเศษซากพืช (Change in carbon stock in litter)

อัตราของการเปลี่ยนแปลงเศษซากพืช ณ ช่วงเวลานั้น ๆ คำนวณโดยใช้สมมติฐานการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น (linear change) โดยการคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืช ใช้สมการ

$$dC\_{LI,(t\_{1}t\_{2}) }=\frac{C\_{LI,t\_{2}} - C\_{LI,t\_{1}}}{T}$$

เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$dC\_{LI,(t\_{1}t\_{2}) }$$ | = | อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชภายในขอบเขตโครงการ ณ ช่วงเวลาระหว่าง ปีที่ t1 และปีที่ t2(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) |
| $$C\_{LI,t\_{2}}$$ | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืชภายในขอบเขตโครงการ ณ จุดเวลาในปีที่ t2(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $C\_{LI,t\_{1}}$  | = | ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืชภายในขอบเขตโครงการ ณ จุดเวลาในปีที่ t1(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| T | = | เวลาที่ผ่านไประหว่างการประเมินสองครั้งติดต่อกัน (T=t2 – t1) (ปี) |

 ดังนั้น การเปลี่ยนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืช คำนวณโดยใช้สมการ ดังนี้

$$∆C\_{LI,t} = dC\_{LI,(t\_{1}t\_{2}) }×1 ปีสำหรับt\_{1}\leq t\leq t\_{2}$$

เมื่อ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$∆C\_{LI,t}$$ | = | การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของของเศษซากพืชภายในขอบเขตโครงการ ในปีที่ t(ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) |
| $$dC\_{LI,(t\_{1}t\_{2}) }$$ | = | อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชภายในขอบเขตโครงการ ณ ช่วงเวลาระหว่าง ปีที่ t1 และปีที่ t2 (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี) |

# 5. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

## 5.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | $$DF\_{DW}$$ |
| หน่วย | ร้อยละ |
| ความหมาย | ค่าคงที่เชิงอนุรักษ์สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายจากสัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นไม้ |
| แหล่งของข้อมูล | ภาคผนวกที่ 2อ้างอิง AR-TOOL12: A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 03.1) |
| หมายเหตุ |  |

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | $$DF\_{LI}$$ |
| หน่วย | ร้อยละ |
| ความหมาย | ค่าคงที่เชิงอนุรักษ์สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชจากสัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นไม้  |
| แหล่งของข้อมูล | ภาคผนวกที่ 3อ้างอิงAR-TOOL12: A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 03.1) |
| หมายเหตุ |  |

## 5.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

|  |  |
| --- | --- |
| พารามิเตอร์ | T |
| หน่วย | ปี |
| ความหมาย | เวลาที่ผ่านไประหว่างการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายหรือเศษซากพืชสองครั้งติดต่อกัน  |
| แหล่งของข้อมูล | สมการคำนวณ |
| ความถี่ในการติดตามผล | ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง |
| หมายเหตุ | หากมีการประเมินการกักเก็บคาร์บอนต่อเนื่องกันสองครั้ง ณ จุดเวลาที่แตกต่างกันในปี t2 และ ปี t1ตัวอย่าง ในปีที่ 1 ประเมินเดือนเมษายน แต่ ในปีที่ 2 ประเมินในเดือนกันยายน ต้องกำหนด ให้ T เป็นค่าเศษส่วน  |

# 6. เอกสารอ้างอิง

1. AR-TOOL12 A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities Version 03.1
2. Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities (AR-TOOL14 Version 04.2)
3. T-VER tool: T-VER-TOOL-FOR/AGR-03 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช (Calculation for Carbon Sequestration in Dead Wood and Litter) (ฉบับที่ 2)

**ภาคผนวก**

# ภาคผนวกที่ 1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

|  |  |
| --- | --- |
| ไม้ตาย (dead wood) | ต้นไม้ที่ล้มตายหรือและไม้ยืนต้นตาย  |
| เศษซากพืช (litter) | ส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่ร่วงหล่นสู่ดิน ได้แก่ กิ่ง ก้าน ใบ ดอก และผล  |

# ภาคผนวกที่ 2 ค่าคงที่สำหรับการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)** | **ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี)** | **ค่าคงที่ (**$DF\_{DW}$**)**  |
| <2000 | <1000 | 0.02 |
| <2000 | 1000-1600 | 0.01 |
| <2000 | >1600 | 0.06 |
| *>*2000 | ทุกระดับความสูง | 0.07 |

**ที่มา***:* AR-TOOL12: A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 03.1)

# ภาคผนวกที่ 3 ค่าคงที่สำหรับการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืช

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ความสูงจากระดับน้ำทะเล****(เมตร)** | **ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี)** | **ค่าคงที่ *(***$DF\_{LI}$**)**  |
| <2000 | <1000 | 0.04 |
| <2000 | 1000-1600 | 0.01 |
| <2000 | >1600 | 0.01 |
| *>*2000 | ทุกระดับความสูง | 0.01 |

**ที่มา***:* AR-TOOL12: A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 03.1)

|  |
| --- |
| **บันทึกการแก้ไข**  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ฉบับที่** | **แก้ไขครั้งที่** | **วันที่บังคับใช้** | **รายการแก้ไข** |
| 01 | - | 1 มีนาคม 2566 | ปรับแก้ไขจาก TVER-TOOL-01-03 |