T-VER-P-TOOL-01-12

การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดิน สำหรับกิจกรรมโครงการเกษตร

(Calculation for change in soil organic carbon stocks in agriculture project activities)

ฉบับที่ 01

มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2566

1. บทนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินของพื้นที่โครงการ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณการกักเก็บทั้งในส่วนของกรณีฐานและการดำเนินงาน

2. คำนิยามที่เกี่ยวข้อง

รายละเอียดดังภาคผนวกที่ 1

3. ลักษณะของกิจกรรมที่เข้าข่าย และเงื่อนไขการนำไปใช้

เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับนำไปใช้คำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินในกรณีฐานและกรณีดำเนินโครงการเกษตร

4. สมมติฐาน

เครื่องมือนี้มีข้อสมมติฐานเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินดังนี้

1) การดำเนินโครงการทำให้พื้นที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินสะสมเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินก่อนมีโครงการจนค่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินคงที่ (steady-state)
2) การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนอินทรีย์ในดินในกรณีดำเนินโครงการมีอัตราคงที่ตลอดระยะเวลา 20 ปี นับจากปีที่ปลูก

5. การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดิน

พื้นที่โครงการถูกจำแนกตามชั้นภูมิ (stratification) ที่เหมาะสมดังนี้

1) เขตภูมิอากาศและชนิดดิน (ภาคผนวกที่ 2 ตารางที่ 1)
2) การจัดการพื้นที่ก่อนมีโครงการสำหรับพื้นที่การเกษตร (ภาคผนวกที่ 2 ตารางที่ 2)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินจากการดำเนินโครงการ มีวิธีการประเมินดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินก่อนเริ่มกิจกรรมโครงการ โดยคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

ทางเลือกที่ 1 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินของตัวอย่างที่เก็บจากแปลงตัวอย่าง

ปริมาณสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดิน เป็นการเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน และความหนาแน่นรวมของดินจากพื้นที่โครงการโดยตรง รายละเอียดการคำนวณแสดงดังสมการต่อไปนี้

$$SOC_{i,0} = \sum (SOC_{sample,i,0} \; x \; BD_{sample,i,0} \; x \; Dep_{sample,i,0} \; x \; 0.16)/N_i$$

โดยที่

$SOC_{i,0}$	=	ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)
$SOC_{sample,i,0}$	=	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินของตัวอย่างที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ (ค่าจากห้องปฏิบัติการในหน่วยกรัมของคาร์บอนสำหรับอนุภาคดินขนาด < 2 มิลลิเมตร) (กรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม)
$BD_{sample,i,0}$	=	ความหนาแน่นรวมของดินที่มีขนาดอนุภาค <2 มิลลิเมตร จากหน่วยตัวอย่าง i ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ (ค่าจากห้องปฏิบัติการในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
$Dep_{sample,i,0}$	=	ความลึกดินที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ (เซนติเมตร) (จากผิวดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร)
0.16	=	ค่าแปลงหน่วย (1 กรัม = 10^{-6} ตัน และ 1 ไร่ = 1.6 x 10^{7}ตารางเซนติเมตร)
N_i	=	จำนวนแปลงตัวอย่างที่เก็บข้อมูลในหน่วยตัวอย่างที่ i
i	=	หน่วยตัวอย่างที่ 1, 2, 3, ...

ทางเลือกที่ 2 ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินจากค่าอ้างอิง

$$SOC_{i,0} = SOC_{REF,i} \; x \; F_{LU,i,0} \; x \; F_{MG,i,0} \; x \; F_{I,i,0}$$

โดยที่

$SOC_{i,0}$	=	ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$SOC_{REF,i}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินอ้างอิงที่เป็นสภาพตามธรรมชาติ (เช่น พื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุง ไม่เสื่อมสภาพ และปกคลุมด้วยพืชพื้นถิ่น) ตามเขตภูมิอากาศและชนิดดินในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$F_{LU,i,0}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามประเภทการใช้ที่ดินก่อนเริ่มดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

$F_{MG,i,0}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามวิธีการจัดการดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

$F_{I,i,0}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

i = หน่วยตัวอย่างที่ 1, 2, 3, ...

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินกรณีดำเนินโครงการ โดยคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

<u>ทางเลือกที่ 1</u> ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินของตัวอย่างที่เก็บจากแปลงตัวอย่าง

ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน เป็นการเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินและความหนาแน่นรวมของดินจากพื้นที่โครงการโดยตรง รายละเอียดการคำนวณแสดงดังสมการต่อไปนี้

$$SOC_{i,t} = \sum (SOC_{sample,i,t} \; x \; BD_{sample,i,t} \; x \; Dep_{sample,i,t} \; x \; 0.16)/N_i$$

โดยที่

$SOC_{i,t}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินในพื้นที่โครงการจากหน่วยตัวอย่าง i ที่เวลา t (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$SOC_{sample,i,t}$ = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินของตัวอย่างที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i ที่เวลา t (ค่าจากห้องปฏิบัติการในหน่วยกรัมของคาร์บอนสำหรับอนุภาคดินขนาด <2 มิลลิเมตร) (กรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม)

$BD_{sample,i,t}$ = ความหนาแน่นรวมของดินที่มีขนาดอนุภาค <2 มิลลิเมตร จากหน่วยตัวอย่าง i ที่เวลา t (ค่าจากห้องปฏิบัติการในหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

$Dep_{sample,i,t}$ = ความลึกดินที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i ที่เวลา t (เซนติเมตร) (จากผิวดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร)

0.16 = ค่าแปลงหน่วย (1 กรัม = 10^{-6} ตัน และ 1 ไร่ = 1.6 x 10^{7}ตารางเซนติเมตร)

N_i = จำนวนแปลงตัวอย่างที่เก็บข้อมูลในหน่วยตัวอย่างที่ i

i = หน่วยตัวอย่างที่ 1, 2, 3, ...

t = 1, 2, 3, ... ปีตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ

ทางเลือกที่ 2 ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินจากค่าอ้างอิง

$$SOC_{i,t} = SOC_{REF,i} \; x \; f_{LU,i,t} \; x \; f_{MG,i,t} \; x \; f_{I,i,t}$$

โดยที่

$SOC_{i,t}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินเมื่อดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$SOC_{REF,i}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินอ้างอิงที่เป็นสภาพตามธรรมชาติ (เช่น พื้นที่ที่ไม่มีการปรับปรุง ไม่เสื่อมสภาพ และปกคลุมด้วยพืชพื้นถิ่น) ตามเขตภูมิอากาศและชนิดดินในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$F_{LU,i,t}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน เมื่อดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

$F_{MG,i,t}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามวิธีการจัดการดิน เมื่อดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

$F_{I,i,t}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน เมื่อดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i

i = หน่วยตัวอย่างที่ 1, 2, 3, ...

t = 1, 2, 3, ... ปีตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินกรณีดำเนินโครงการ โดยเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงในกรณีดำเนินโครงการจนกระทั่งปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินคงที่ รายละเอียดการประเมินแสดงดังนี้

$$dSOC_{i,t} = \frac{(SOC_{i,t} - SOC_{i,0})}{20 \; years}$$

โดยที่

$dSOC_{i,t}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี)

$SOC_{i,t}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน เมื่อดำเนินโครงการในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

$SOC_{i,0}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

i = หน่วยตัวอย่างที่ 1, 2, 3, ...

t = 1, 2, 3, ... ปีตั้งแต่เริ่มดำเนินโครงการ

เมื่อพิจารณาความไม่แน่นอน (uncertainty) และขีดจำกัดตามธรรมชาติ (inherent limitation) สำหรับความแม่นยำของการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในเครื่องมือนี้กำหนดให้อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินมีค่าไม่เกินกว่า 0.8 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี หรือ 0.128 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี

ดังนั้น หากประเมิน $dSOC_{t,i}$ >0.128 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปีกำหนดให้ $dSOC_{t,i}$ =0.128 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี

ขั้นตอนที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินของพื้นที่โครงการในปีที่ t ประเมินได้ดังนี้

$$\Delta SOC_t = \sum_i^n A_i \, x \, dSOC_{i,t} \, x \, \frac{44}{12} \, x \, 1 \, year$$

โดยที่

ΔSOC_t = การเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินสำหรับทุกชั้นภูมิของพื้นที่โครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี)

A_i = พื้นที่โครงการในหน่วยตัวอย่าง i (ไร่)

$dSOC_{i,t}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินในหน่วยตัวอย่าง i ของพื้นที่โครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี)

i = หน่วยตัวอย่าง 1, 2, 3, ...

44/12 = สัดส่วนมวลโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน

6. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

6.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	$SOC_{REF,i}$
หน่วย	ตันคาร์บอนต่อไร่
ความหมาย	ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินอ้างอิง
แหล่งของข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use

	ทางเลือกที่ 2 ตามที่ อบก. กำหนด ในคู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร ทางเลือกที่ 3 ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$SOC_{sample,i,0}$
หน่วย	กรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม (อนุภาคดิน <2 มิลลิเมตร)
ความหมาย	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของตัวอย่างดินที่เก็บที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i และรายงานในหน่วยกรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม
แหล่งของข้อมูล	เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินก่อนเริ่มโครงการ ($SOC_{i,0}$)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$BD_{sample,i,0}$
หน่วย	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ความหมาย	ความหนาแน่นรวมของดินที่มีขนาดอนุภาค <2 มิลลิเมตรต่อหน่วยปริมาตรที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i และกำหนดให้รายงานค่าโดยน้ำหนักแห้ง
แหล่งของข้อมูล	เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการนำไปวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินก่อนเริ่มโครงการ ($SOC_{i,0}$)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Dep_{sample,i,0}$
หน่วย	เซนติเมตร
ความหมาย	ความลึกดินที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	เก็บข้อมูลจากพื้นที่โครงการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินก่อนเริ่มโครงการ ($SOC_{i,0}$)
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	F_{LU}

หน่วย	-
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน
แหล่งของข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use (ภาคผนวกที่ 2) ทางเลือกที่ 2 ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ ทางเลือกที่ 3 เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการเพื่อพัฒนาค่าตามที่ อบก. กำหนด
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	F_{MG}
หน่วย	-
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามวิธีการจัดการดิน
แหล่งของข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use (ภาคผนวกที่ 2) ทางเลือกที่ 2 ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ ทางเลือกที่ 3 เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการเพื่อพัฒนาค่าตามที่ อบก. กำหนด
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	F_I
หน่วย	-
ความหมาย	ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน
แหล่งของข้อมูล	ทางเลือกที่ 1 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4

	Agriculture, Forestry and Other Land Use (ภาคผนวกที่ 2) ทางเลือกที่ 2 ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ ทางเลือกที่ 3 เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการเพื่อพัฒนาค่าตามที่ อบก. กำหนด
หมายเหตุ	-

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

6.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	A_i
หน่วย	ไร่
ความหมาย	พื้นที่โครงการในหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	- สำรวจในพื้นที่ - ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม/ภาพถ่ายทางอากาศ
ความถี่ในการติดตาม	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$SOC_{sample,i,t}$
หน่วย	กรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม (อนุภาคดิน <2 มิลลิเมตร)
ความหมาย	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของตัวอย่างดินที่เก็บที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i และรายงานในหน่วยกรัมคาร์บอนต่อดิน 100 กรัม
แหล่งของข้อมูล	เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินกรณีดำเนินโครงการ ($SOC_{i,t}$)

ความถี่ในการติดตาม	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$BD_{sample,i,t}$
หน่วย	กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ความหมาย	ความหนาแน่นรวมของดินที่มีขนาดอนุภาค <2 มิลลิเมตรต่อหน่วยปริมาตรที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i และกำหนดให้รายงานค่าโดยน้ำหนักแห้ง
แหล่งของข้อมูล	เก็บตัวอย่างจากพื้นที่โครงการนำไปวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินกรณีดำเนินโครงการ ($SOC_{i,t}$)
ความถี่ในการติดตาม	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

พารามิเตอร์	$Dep_{sample,i,t}$
หน่วย	เซนติเมตร
ความหมาย	ความลึกดินที่เก็บจากหน่วยตัวอย่าง i
แหล่งของข้อมูล	เก็บข้อมูลจากพื้นที่โครงการ เพื่อกำหนดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินกรณีดำเนินโครงการ ($SOC_{i,t}$)
ความถี่ในการติดตาม	ตามรอบของการประเมินติดตามผลเพื่อขอการรับรอง
หมายเหตุ	-

7. เอกสารอ้างอิง

1. Clean Development Mechanism (CDM)
   Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities (Version 01.1.0)
2. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use
3. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

การรบกวนดิน (soil disturbance)	กิจกรรมของมนุษย์ที่เป็นผลให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนที่สะสมในรูปอินทรีย์ในดินไปสู่บรรยากาศ เช่น การไถพรวน การขุด การคราด การทำร่อง การระบายน้ำ เป็นต้น
คาร์บอนอินทรีย์ในดิน (soil carbon)	การสลายตัวของอินทรียวัตถุ (organic matter) ที่สะสมในดินในรูปของอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon)
ดิน (soil)	เทหวัตถุธรรมชาติที่ปกคลุมผิวโลกอยู่บาง ๆ เกิดขึ้นจากผลของการแปรสภาพหรือผุพังของหินและแร่ และอินทรียวัตถุผสมคลุกเคล้ากัน โดยมีส่วนประกอบดังนี้ อนินทรียวัตถุ (mineral matter) คือ ส่วนของแร่ธาตุต่าง ๆ ภายในหิน ซึ่งผุพังสึกกร่อนเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย โดยวิธีทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ อินทรียวัตถุ (organic matter) คือ ส่วนที่เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกัน น้ำ คือ น้ำในสารละลาย ซึ่งพบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดิน (aggregate) หรืออนุภาคดิน (particle) อากาศ คือ ก๊าซที่อยู่ในที่ว่างระหว่างเม็ดดินหรืออนุภาคดิน ก๊าซส่วนใหญ่ที่พบทั่วไปในดิน ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ดินอินทรีย์ (organic soils)	ดินอินทรีย์ คือ ดินที่มีลักษณะต่าง ๆ ตามกำหนดของ FAO โดยต้องมีลักษณะในข้อ 1 และ 2 หรือ ข้อ 1 และ 3 ดังนี้ (1) มีความหนาตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป ชั้นดินมีความหนา <20 เซนติเมตร ต้องมีคาร์บอนอินทรีย์ในดินตั้งแต่ 12% ขึ้นไป เมื่อเกิดการผสมดินถึงระดับความลึกที่ 20 เซนติเมตร (2) กรณีดินไม่เคยอิ่มตัวด้วยน้ำนานกว่า 2-3 วัน และมีคาร์บอนอินทรีย์ในดิน >20% โดยน้ำหนัก (มีอินทรียวัตถุในดินประมาณ 35%) (3) กรณีดินมีสภาวะที่อิ่มตัวด้วยน้ำและ (i) มีคาร์บอนอินทรีย์ในดินอย่างน้อย 12% โดยน้ำหนัก (มีอินทรียวัตถุในดินประมาณ 20%) ถ้าไม่มีแร่ดินเหนียว หรือ (ii) มีคาร์บอนอินทรีย์ในดินอย่างน้อย 18% โดยน้ำหนัก (มีอินทรียวัตถุในดินประมาณ 30%) ถ้ามีแร่ดินเหนียวตั้งแต่ 60% ขึ้นไป หรือ (iii) มีคาร์บอนอินทรีย์ในดินในระดับปานกลางสำหรับแร่ดินเหนียวที่มีระดับปานกลาง ข้อมูลพื้นที่ควรมีการจำแนกตามเขตภูมิอากาศ คือ เขตอบอุ่นและเขตร้อนชื้น และจำแนกตามความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับพื้นที่ป่าไม้เขตอบอุ่น ข้อมูลพื้นที่ดินอินทรีย์

	อาจรวบรวมจากข้อมูลสถิติที่เป็นทางการของประเทศ หรือพื้นที่ดินอินทรีย์ของแต่ละประเทศที่รายงานโดย FAO (http://faostat.fao.org/) แหล่งข้อมูล: 2006 IPCC Guidelines (Volumne 4 Chapter 3)

ภาคผนวกที่ 2 การจัดการดิน

ตารางที่ 1 SOC จำแนกตามเขตภูมิอากาศและชนิดดิน

TABLE 2.3 (UPDATED)
DEFAULT REFERENCE CONDITION SOIL ORGANIC CARBON STOCKS (SOC_{REF}) FOR MINERAL SOILS (TONNES C HA^{-1} IN 0-30 CM DEPTH) [1,2]

IPCC Climate Zone [5]	IPCC soil class [6]		
	High activity clay soils (HAC) [7]	**Low activity clay soils (LAC) [8]**	**Sandy soils (SAN) [9]**
Polar Moist/Dry (Px - undiff)[13]	59 ± 41% (24)	NA	27 ± 67% (18)
Boreal Moist/Dry (Bx - undiff)[13]	63 ± 18% (35)	NA	10 ± 90% [4]
Cool temperate dry (C2)	43 ± 8% (177)	33 ± 90% [3]	13 ± 33% (10)
Cool temperate moist (C1)	81 ± 5% (334)	76 ± 51% (6)	51 ± 13% (126)
Warm temperate dry (W2)	24 ± 5% (781)	19 ± 16% (41)	10 ± 5% (338)
Warm temperate moist (W1)	64 ± 5% (489)	55 ± 8% (183)	36 ± 23% (39)
Tropical dry (T4)	21 ± 5% (554)	19 ± 10% (135)	9 ± 9% (164)
Tropical moist (T3)	40 ± 7% (226)	38 ± 5% (326)	27 ± 12% (76)
Tropical wet (T2)	60 ± 8% (137)	52 ± 6% (271)	46 ± 20% (43)
Tropical montane (T1)	51 ± 10% (114)	44 ± 11% (84)	52 ± 34% (11)
	Spodic soils (POD) [10]	**Volcanic soils (VOL) [11]**	**Wetland soils (WET) [12]**
Polar Moist/Dry (Px - undiff)[13]	NO	NA	NA
Boreal Moist/Dry (Bx - undiff)[13]	117 ± 90% [3]	20 ± 90% [4]	116 ± 65% (6)
Cool temperate dry (C2)	NO	20 ± 90% [4]	87 ± 90% [3]
Cool temperate moist (C1)	128 ± 14% (45)	136 ± 14% (28)	128 ± 13% (42)
Warm temperate dry (W2)	NO	84 ± 65% (10)	74 ± 17% (49)
Warm temperate moist (W1)	143 ± 30% (9)	138 ± 12% (42)	135 ± 28% (28)
Tropical dry (T4)	NA	50 ± 90% [4]	22 ± 17% (32)
Tropical moist (T3)	NA	70 ± 90% [4]	68 ± 17% (55)
Tropical wet (T2)	NA	77 ± 27% (14)	49 ± 19% (33)
Tropical montane (T1)	NA	96 ± 31% (10)	82 ± 50% (12)

ที่มา 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories

ตารางที่ 2 การจัดการพื้นที่เกษตร

TABLE 5.5 (UPDATED)
RELATIVE CARBON STOCK CHANGE FACTORS (F_{LU}, F_{MG}, AND F_I) (OVER 20 YEARS) FOR MANAGEMENT ACTIVITIES ON CROPLAND

Factor value type	Level	Temperature regime	Moisture regime[1]	IPCC defaults	Error [2,3]	Description
Land use[5] (F_{LU})	Long-term cultivated	Cool Temperate/ Boreal	Dry	0.77	±14%	Represents area that has been converted from native conditions and continuously managed for predominantly annual crops over 50 yrs. Land-use factor has been estimated under a baseline condition of full tillage and nominal ('medium") carbon input levels. Input and tillage factors are also applied to estimate carbon stock changes, which includes changes from full tillage and medium input.
			Moist	0.70	±12%	
		Warm Temperate	Dry	0.76	±12%	
			Moist	0.69	±16%	
		Tropical	Dry	0.92	±13%	
			Moist/Wet	0.83	±11%	
Land use[6] (F_{LU})	Paddy rice	All	Dry and Moist/Wet	1.35	±4%	Long-term (> 20 year) annual cropping of wetlands (paddy rice). Can include double-cropping with non-flooded crops. For paddy rice, tillage and input factors are not used.
Land use[5] (F_{LU})	Perennial/ Tree Crop	Temperate/ Boreal	Dry and Moist	0.72	±22%	Long-term perennial tree crops such as fruit and nut trees, coffee and cacao.
		Tropical	Dry and Moist/Wet	1.01	±25%	
Land use (F_{LU})	Set aside (< 20 yrs)	Temperate/ Boreal and Tropical	Dry	0.93	±11%	Represents temporary set aside of annually cropland (e.g., conservation reserves) or other idle cropland that has been revegetated with perennial grasses.
			Moist/Wet	0.82	±17%	
		Tropical montane[44]	n/a	0.88	±50%	
Tillage (F_{MG})	Full	All	Dry and Moist/Wet	1.00	n/a	Substantial soil disturbance with full inversion and/or frequent (within year) tillage operations. At planting time, little (e.g., <30%) of the surface is covered by residues.
Tillage[7] (F_{MG})	Re-duced	Cool Temperate/ Boreal	Dry	0.98	±5%	Primary and/or secondary tillage but with reduced soil disturbance (usually shallow and without full soil inversion). Normally leaves surface with >30% coverage by residues at planting.
			Moist	1.04	±4%	
		Warm Temperate	Dry	0.99	±3%	
			Moist	1.05	±4%	
		Tropical	Dry	0.99	±7%	
			Moist/Wet	1.04	±7%	
Tillage[7] (F_{MG})	No-till	Cool Temperate/ Boreal	Dry	1.03	±4%	Direct seeding without primary tillage, with only minimal soil disturbance in the seeding zone. Herbicides are typically used for weed control.
			Moist	1.09	±4%	
		Warm Temperate	Dry	1.04	±3%	
			Moist	1.10	±4%	
		Tropical	Dry	1.04	±7%	
			Moist/Wet	1.10	±5%	

ตารางที่ 2 การจัดการพื้นที่เกษตร (ต่อ)

TABLE 5.5 (UPDATED) (CONTINUED)
RELATIVE CARBON STOCK CHANGE FACTORS (F_{LU}, F_{MG}, AND F_I) (OVER 20 YEARS) FOR MANAGEMENT ACTIVITIES ON CROPLAND

Factor value type	Level	Temper-ature regime	Moisture regime[1]	IPCC defaults	Error [2,3]	Description
Input (F_I)	Low	Tem-perate/ Boreal	Dry	0.95	±13%	Low residue return occurs when there is removal of residues (via collection or burning), frequent bare-fallowing, production of crops yielding low residues (e.g., vegetables, tobacco, cotton), no mineral fertilization or N-fixing crops.
			Moist	0.92	±14%	
		Tropical	Dry	0.95	±13%	
			Moist/ Wet	0.92	±14%	
		Tropical montane[4]	n/a	0.94	±50%	
Input (F_I)	Mediu m	All	Dry and Moist/ Wet	1.00	n/a	Representative for annual cropping with cereals where all crop residues are returned to the field. If residues are removed then supplemental organic matter (e.g., manure) is added. Also requires mineral fertilization or N-fixing crop in rotation.
Input (F_I)	High without manure	Tem-perate/ Boreal and Tropical	Dry	1.04	±13%	Represents significantly greater crop residue inputs over medium C input cropping systems due to additional practices, such as production of high residue yielding crops, use of green manures, cover crops, improved vegetated fallows, irrigation, frequent use of perennial grasses in annual crop rotations, but without manure applied (see row below).
			Moist/ Wet	1.11	±10%	
		Tropical montane[4]	n/a	1.08	±50%	
Input (F_I)	High – with manure	Tem-perate/ Boreal and Tropical	Dry	1.37	±12%	Represents significantly higher C input over medium C input cropping systems due to an additional practice of regular addition of animal manure.
			Moist/ Wet	1.44	±13%	
		Tropical montane[4]	n/a	1.41	±50%	

ที่มา 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Chapter 5: Cropland

บันทึกการแก้ไข

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
01	-	1 มีนาคม 2566	ปรับแก้ไขจาก TVER-TOOL-01-12