การฝึกอบรมหลักสูตร

ความรู้เบื้องต้นโครงการ T-VER ภาคป่าไม้ และการเกษตร สำหรับผู้ประเมินภายนอกและผู้พัฒนาโครงการ

หัวข้อ

วิธีการคำนวณการลด/กักเก็บก๊าซเรือนกระจก ภาคป่าไม้

โดย นายอภิสิทธิ์ เสนาวงค์ นักวิชาการชำนาญการ สำนักประเมินและรับรองโครงการ

วันที่ 31 มีนาคม – 1 เมษายน 2564 เวลา 08.30-17.00 น.

จัดโดย

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

REDD+

พ.ศ. 2535 — พ.ศ. 2540 — 2548 — พ.ศ. 2558

UNFCCC — KYOTO PROTOCOL — PARIS2015 COP21·CMP11

1 ตลาดคาร์บอนภาคบังคับ	CDM
2 ตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจ	T-VER J-VER, K-VER VERRA, Gold Standard

T-VER

กิจกรรมอะไรบ้าง ที่ทำเป็นคาร์บอนเครดิตได้ ?

พลังงานทดแทน | การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน | การจัดการขยะของเสีย | การขนส่ง | การเกษตร | การปลูกป่า/ต้นไม้ การอนุรักษ์หรือฟื้นฟูป่า

ขั้นตอนการดำเนินโครงการ T-VER ภาคป่าไม้

1 ขึ้นทะเบียนโครงการ

สำรวจพื้นที่หาค่ากรณีฐาน

จัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ (PDD)

การตรวจสอบโครงการโดย Third Party

T-VER

ขึ้นทะเบียนโครงการ T-VER

3-5 ปี

2 รับรองคาร์บอนเครดิต

สำรวจพื้นที่หาการกักเก็บคาร์บอน

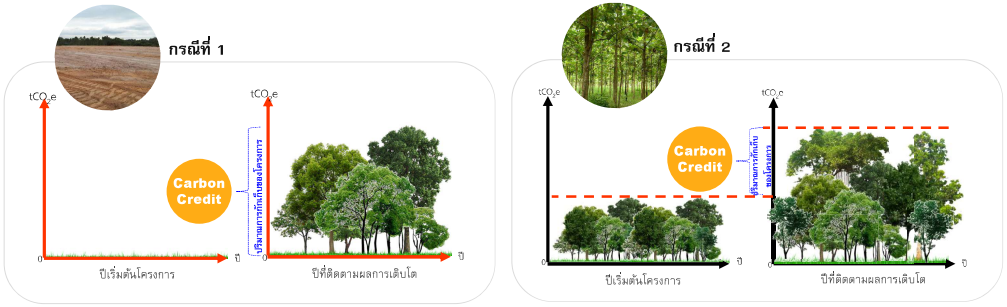
จัดทำเอกสารรายงานการติดตามผล (MR)

การตรวจสอบโครงการโดย Third Party

T-VER

รับรองปริมาณคาร์บอนเครดิต

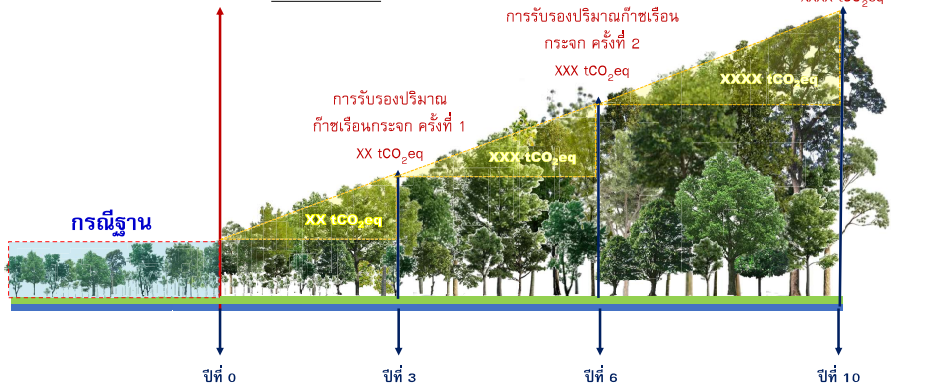
แนวคิดการคำนวณคาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้



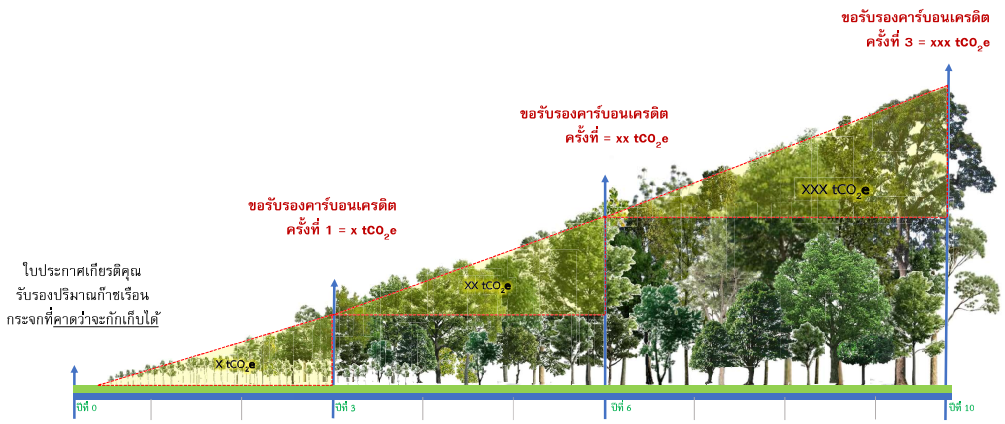
ก่อนการดำเนินโครงการ
เป็นพื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้

ก่อนการดำเนินโครงการ
เป็นพื้นที่ ที่มีต้นไม้ปกคลุมอยู่แล้วบางส่วน

แนวคิดการคำนวณคาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้

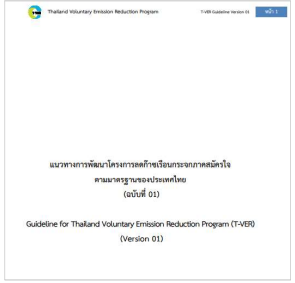


แนวคิดการคำนวณคาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้



เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการ T-VER ภาคป่าไม้

เอกสาร
แนวทางการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย



เอกสาร
ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

รหัส	เวอร์ชั่น	TITLE
T-VER-METH-FOR-01	4	การปลูกป่าอย่างยั่งยืน (Sustainable Forestation)
T-VER-METH-FOR-02	2	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าและการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าในระดับโครงการ Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation and Enhancing Carbon Sequestration in Forest Area Project Level P-REDD+
T-VER-METH-FOR-03	2	การปลูกป่าอย่างยั่งยืน โครงการขนาดใหญ่ (Large Scale Sustainable Forestation Project)

เอกสาร
เครื่องมือการคำนวณ

รหัส	เวอร์ชั่น	TITLE
T-VER-TOOL-FOR/AGR-01	3	การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (Calculation for Carbon Sequestration)
T-VER-TOOL-FOR/AGR-02	2	การคำนวณการสะสมคาร์บอนในดิน (Calculation for Soil Carbon)
T-VER-TOOL-FOR/AGR-03	2	การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช (Calculation for Carbon Sequestration in Dead Wood and Litter)

ระเบียบวิธีการคำนวณ
การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสาขาป่าไม้และพื้นที่สีเขียว

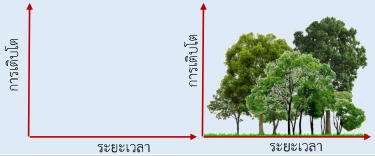
T-VER-METH-FOR-01
การปลูกป่าอย่างยั่งยืน

T-VER-METH-FOR-02
การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า และการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าในระดับโครงการ (P-REDD+)

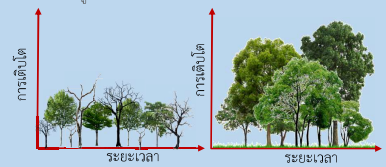
T-VER-METH-FOR-03
การปลูกป่าอย่างยั่งยืน โครงการขนาดใหญ่

รูปแบบการดำเนินการโครงการ

รูปแบบที่ 1 การปลูกป่าอย่างยั่งยืน (Sustainable Forestation)
- เป็นการปลูกป่าที่มีขนาดพื้นที่ *ไม่น้อยกว่า* 10 ไร่ และ เป็นไม้ยืนต้น
- ไม่มีการทำไม้ออกทั้งหมดในช่วงระยะเวลา 10 ปี
- มีเอกสารสิทธิ์ หรือ ได้รับอนุญาตอย่างถูกต้องตามกฎหมาย



รูปแบบที่ 2 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าและการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าในระดับโครงการ (P-REDD+)
- พื้นที่โครงการต้องเป็นพื้นที่ที่มีสภาพพื้นที่เป็นป่า คือ มีความหนาแน่นเรือนยอดไม่ต่ำกว่า 30% และต้นไม้เมื่อโตเต็มที่สูงเกิน 3 ม.
- เป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มจะมีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า
- ก่อนเริ่มโครงการต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าไม้ดั้งเดิม
- ในกรณีที่มีการปลูกเสริม ต้องคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับระบบนิเวศเดิมในพื้นที่
- มีเอกสารสิทธิ์ หรือ ได้รับอนุญาตอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

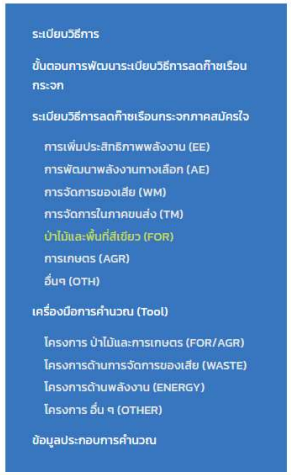


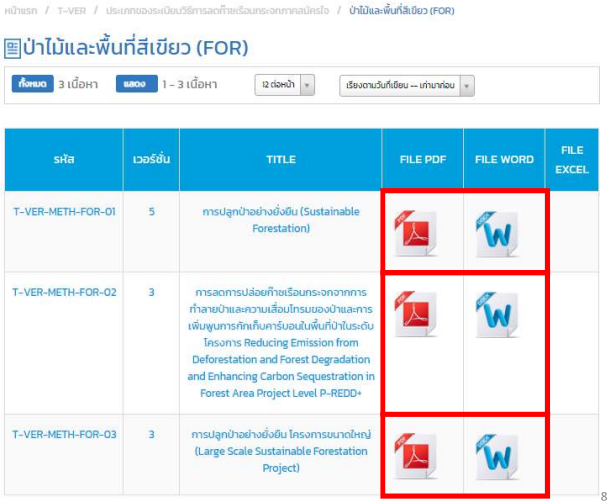
รูปแบบที่ 3 การปลูกป่าอย่างยั่งยืน โครงการขนาดใหญ่ (Large Scale Sustainable Forestation Project)
- เป็นการปลูกป่าที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน**ไม่น้อยกว่า** 16,000 tCO_2e/y และ เป็นไม้ยืนต้น
- ไม่มีการทำไม้ออกทั้งหมดในช่วงระยะเวลา 10 ปี
- มีเอกสารสิทธิ์ หรือ ได้รับอนุญาตอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

http://ghgreduction.tgo.or.th/t-ver.html

ระเบียบวิธีลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

ระเบียบวิธีการ





ความแตกต่างของแต่ละระเบียบวิธีการคำนวณ

ประเภทของโครงการ

METH-FOR 01
- การปลูกป่า/ต้นไม้

METH-FOR 02
- การอนุรักษ์หรือฟื้นฟูป่า

METH-FOR 03
- การปลูกป่า/ต้นไม้

ความแตกต่างของแต่ละระเบียบวิธีการคำนวณ

ลักษณะโครงการ (Project Outline)

METH-FOR 01
- เพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่

METH-FOR 02
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ เพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่

METH-FOR 03
- เพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่

ความแตกต่างของแต่ละระเบียบวิธีการคำนวณ

ลักษณะกิจกรรมที่เข้าข่าย (Applicability)

METH-FOR 01
- ปลูก ดูแล และจัดการอย่างถูกวิธี
- เป็นไม้ยืนต้น
- กักเก็บ CO2 ได้ไม่เกิน 16,000 ตัน/ปี

METH-FOR 02
- มีมาตรการในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า
- มีกิจกรรมลดความเสื่อมโทรมของป่า
- มีกิจกรรมเพิ่มพูนคาร์บอนในป่า

METH-FOR 03
- การปลูก ดูแล และการจัดการอย่างถูกวิธี
- เป็นไม้ยืนต้น

ความแตกต่างของแต่ละระเบียบวิธีการคำนวณ

เงื่อนไขของกิจกรรม (Project Conditions)

METH-FOR 01
- มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ไม่เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าดั้งเดิม
- พื้นที่ไม่ต่ำกว่า 10 ไร่
- ไม่ทำไม้ออกทั้งหมดในระยะเวลา 10 ปี
- เป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับ ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ

METH-FOR 02
- มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ไม่เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าดั้งเดิม
- มีสภาพเป็นพื้นที่ป่า
- มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่ที่ไม่มีป่า
- เป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับ ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ

METH-FOR 03
- มีหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ไม่เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าดั้งเดิม
- พื้นที่โครงการสามารถรวมหลายๆ พื้นที่เข้าด้วยกัน
- ไม่ทำไม้ออกทั้งหมดในระยะเวลา 10 ปี
- เป็นการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนเพิ่มเติมจากที่กฎหมายบังคับ ยกเว้นกิจกรรมของหน่วยงานภาครัฐ

หัวข้อรายละเอียดระเบียบวิธีการคำนวณ

ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)	1	FOR 01	FOR 02	FOR 03
ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)	2	FOR 01	FOR 02	FOR 03
กิจกรรมการกักเก็บคาร์บอนที่นำมาใช้ในการคำนวณ	3	FOR 01	FOR 02	FOR 03
การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนจากกรณีฐาน (Baseline Sequestration)	4	FOR 01	FOR 02	FOR 03
การประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า (Annual Rate Conversion)	5		FOR 02	
การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในปีที่ดำเนินการติดตามผล (Project Sequestration)	6	FOR 01	FOR 02	FOR 03
การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)	7			FOR 03
การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)	8			FOR 03
การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (Carbon Sequestration)	9	FOR 01	FOR 02	FOR 03
การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)	10	FOR 01	FOR 02	FOR 03

1 ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

1.1 ลักษณะการดำเนินงาน

FOR 01

การพัฒนาโครงการจะต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้
- การปลูก
- การดูแล
- การจัดการอย่างถูกวิธี

FOR 02

การพัฒนาโครงการจะต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้
- ป้องกันการตัดไม้ทำลายป่า
- ป้องกันความเสื่อมโทรมของป่า
- เพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าจากการ ปลูก ดูแล และจัดการอย่างถูกวิธี

FOR 03

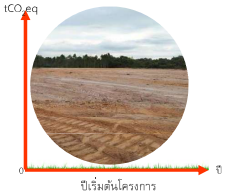
การพัฒนาโครงการจะต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้
- การปลูก
- การดูแล
- การจัดการอย่างถูกวิธี

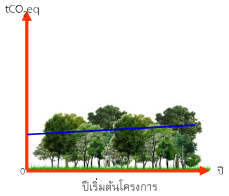
1.2 ขอบเขตของโครงการ

ผู้พัฒนาโครงการต้องระบุที่ตั้งโครงการ โดยต้องระบุพิกัด ตำแหน่ง ขอบเขต การใช้ประโยชน์พื้นที่ พื้นที่ปลูกต้นไม้ พื้นที่กันออก แผนที่และรายละเอียดของพื้นที่ที่จะดำเนินโครงการอย่างละเอียดพร้อมทั้ง แสดงหนังสือแสดงสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินตามกฎหมาย

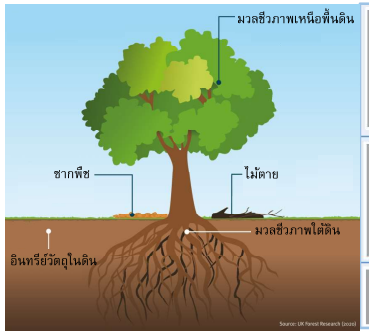
2 ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

- เป็นการคำนวณจากการกักเก็บคาร์บอนสุทธิของพื้นที่ก่อนเริ่มโครงการ
- ประเมินได้จากรูปแบบ/ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการก่อนเริ่มดำเนินโครงการ
- โครงการปลูกป่าบนพื้นใหม่ (พื้นที่ที่ไม่มีพืชพรรณปกคลุม) จะมีค่ากรณีฐานเท่ากับศูนย์





3 กิจกรรมการกักเก็บคาร์บอนที่นำมาใช้ในการคำนวณ



Living Biomass	1) มวลชีวภาพเหนือดิน (Aboveground Biomass: AGB)	FOR 01 FOR 02 FOR 03
	2) มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass: BGB)	FOR 01 FOR 02 FOR 03
Dead Organic Matter	3) ไม้ตาย (Deadwood)	FOR 02 FOR 03
	4) ซากพืช (Litter)	FOR 02 FOR 03
Soil Organic Matter	5) อินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter: SOM)	FOR 02 FOR 03

หมายเหตุ การคงอยู่ของมวลชีวภาพต้นไม้ (Existing Biomass) คำนวณจากอัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า ใช้สำหรับ T-VER-METH-FOR-02 เท่านั้น

4 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนจากกรณีฐาน (Baseline Sequestration)

$$C_{TT_0} = C_{ABG_0} + C_{BLG_0}$$ FOR 01

$$C_{BS} = C_{TT_0} + C_{Dead_0} + C_{Litter_0} + SOC_0$$ FOR 02 FOR 03

C_{TT_0}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการในปีฐาน (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-01
C_{ABG_0}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในปีฐาน (tCO_2eq)	
C_{BLG_0}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนใต้ดินในปีฐาน (tCO_2eq)	
C_{BS}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการในปีฐาน (tCO_2eq)	
C_{Dead_0}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายในปีฐาน (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-03
C_{Litter_0}	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชในปีฐาน (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-03
SOC_0	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของอินทรียวัตถุในดินในปีฐาน (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-02

เครื่องมือการคำนวณ (Tool)
การกักเก็บคาร์บอนของโครงการป่าไม้และการเกษตร

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-01
การคำนวณ
การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-02
การคำนวณ
การสะสมคาร์บอนในดิน

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-03
การคำนวณการกักเก็บคาร์บอน
ของไม้ตายและเศษซากพืช

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-01
การคำนวณ
การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

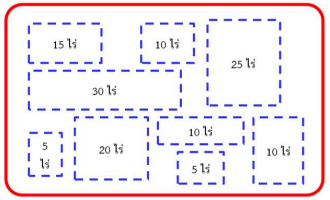
ทางเลือกในการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ทางเลือกที่ 1: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการนับจำนวนต้นไม้
ทางเลือกที่ 2: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการวัดขนาดต้นไม้
ทางเลือกที่ 3 : การประเมินโดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote sensing)
ทางเลือกที่ 4 : อื่นๆ ตามที่ อบก. พิจารณาเห็นชอบ

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-01
การคำนวณ
การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ทางเลือกที่ 1: การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการนับจำนวนต้นไม้

ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีขนาดแปลงย่อยไม่เกิน 30 ไร่ พื้นที่รวมทั้งหมดของโครงการไม่เกิน 1,000 ไร่ และคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของโครงการ โดยกำหนดให้มีอัตราการเพิ่มพูนปริมาณการเก็บกักคาร์บอนเท่ากับ 9.5 KgCO2/ต้น/ปี



$$C_{TT} = T \times t \times MAI \times 10^{-3}$$

C_{TT}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ
T	=	จำนวนต้นไม้ในพื้นที่โครงการทั้งหมด (ต้น)
t	=	ปีที่ดำเนินการติดตามผล (ปี)
MAI	=	อัตราการเพิ่มพูนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ($kgCO_2$/ต้น/ปี)

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-01
การคำนวณ
การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ทางเลือกที่ 2 : การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการวัดขนาดต้นไม้

เป็นการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass; ABG) และ มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground Biomass; BLG) ของต้นไม้โดยใช้สมการแอลโลเมตรี

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ 1 ต้น (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์) = มวลชีวภาพของต้นไม้ X สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ X สัดส่วนของน้ำหนักโมเลกุล CO_2 ต่อ C

= มวลชีวภาพของต้นไม้ X สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ X (44/12)

มวลชีวภาพของต้นไม้ = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน + มวลชีวภาพใต้ดิน

$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$
$W_B = 0.0039 (D^2H)^{1.030}$
$W_L = (28/(W_S+W_B+0.025))^{-1}$
$W_T = W_S + W_B + W_L$

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

มวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ X ค่าสัดส่วนรากต่อต้น

การเลือกใช้สมการแอลโลเมตรี และ ค่าคงที่ในการคำนวณคาร์บอนของต้นไม้

สมการแอลโลเมตรี

1. สมการแอลโลเมตรีที่แนะนำโดย อบก. (ภาคผนวกที่ 2 :T-VER-TOOL-FOR/AGR-01)
2. สมการแอลโลเมตรีที่มีการศึกษาและตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ
3. สมการแอลโลเมตรีที่พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ดำเนินโครงการโดยจำเป็นต้องจัดส่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาสมการดังกล่าวมายัง อบก. เพื่อตรวจสอบ

ค่าสัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ (CF)

1. ตารางที่ 4.3 หน้า 4.48 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 (Default 0.47)
2. ตามที่ อบก. กำหนด ในคู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร
3. ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ

สัดส่วนรากต่อต้นของต้นไม้ (R)

1. ตารางที่ 4.4 หน้า 4.49 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4
2. ตามที่ อบก. กำหนด ในคู่มืออ้างอิงการพัฒนา โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย สาขาป่าไม้และการเกษตร
3. ค่าที่ได้จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับและสามารถระบุได้ว่าเหมาะสมกับพื้นที่ดำเนินโครงการ

ตัวอย่าง สมการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกลุ่มพรรณไม้ชนิดต่างๆ

กลุ่มพรรณไม้	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$	Ogawa et al. (1965)
	$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$	
	$W_L = (28/ (W_S+W_B+0.025))^{-1}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	
กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466 (D^2H)^{0.945}$	Komiyama et al. (1987)
	$W_B = 0.01579 (D^2H)^{0.9124}$	
	$W_L = 0.0678 (D^2H)^{0.5806}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	

กลุ่มพรรณไม้		สมการ	อ้างอิง
กลุ่มปาล์ม		$W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5}(\ln H)$	Peason et al. (2005)
กลุ่มไผ่	ไผ่บงป่า	$WT = 0.1466 (D)^{0.7187}$	อิทธิพงศ์ (2557)
	ไผ่บงดำ	$WT = 0.49522 (D)^{0.8726}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ข้าวหลาม	$WT = 0.17446 (D)^{1.0437}$	Kutintara (1995)
	ไผ่ไร่และไผ่ผาก	$WT = 0.2425 (D)^{1.0751}$	Kutintara (1995)
กลุ่มเถาวัลย์		$WT = 0.8622 (D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ความสูง 1.30 เมตร
H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้
W_S = มวลชีวภาพของลำต้น
W_B = มวลชีวภาพของกิ่ง
W_L = มวลชีวภาพของใบ
W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

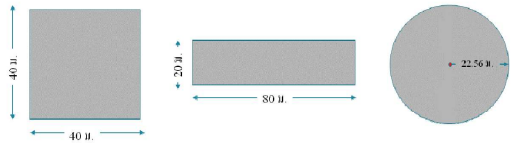
การวางแปลงสำรวจและเก็บข้อมูลสำหรับโครงการ T-VER

ขั้นตอนที่ 1 : การกำหนดชั้นภูมิ (Stratification)

แบ่งพื้นที่โครงการเป็นชั้นภูมิก่อน (Stratification) ตามสภาพที่ปรากฏ โดยในชั้นภูมิเดียวกันควรมีลักษณะความคล้ายคลึงกันมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันระหว่างชั้นภูมิมากที่สุด กรณีที่เป็นสวนป่าเชิงเดี่ยว ที่มีการจัดการอย่างปราณีต รวมถึงมีลักษณะทางกายภาพที่มีความคล้ายคลึงกันจนไม่สามารถแบ่งชั้นภูมิได้ อาจไม่ต้องทำการแบ่งชั้นภูมิ

ขั้นตอนที่ 2 : ขนาดและรูปแปลงตัวอย่าง

ขนาดแปลงตัวอย่างที่ อบก. แนะนำ คือ แปลงสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 40 x 40 เมตร (ขนาด 1 ไร่) ในกรณีที่พื้นที่ดำเนินโครงการไม่เพียงพอที่จะวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร ให้พิจารณาวางแปลงตัวอย่างในรูปแบบและขนาดอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่

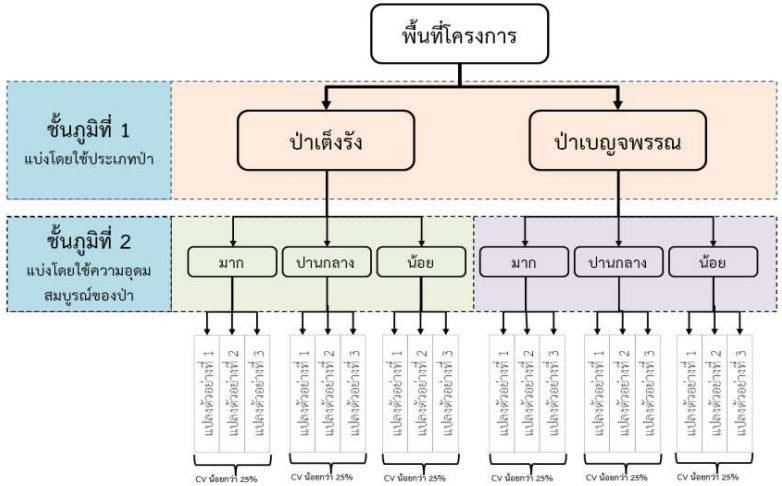


ขั้นตอนที่ 3 : การกำหนดจำนวนแปลงตัวอย่าง มี 3 ทางเลือกดังนี้

ทางเลือกที่ 1 การวางแปลงตัวอย่างให้กระจายในแต่ละชั้นภูมิอย่างเหมาะสม (Random Sampling) โดยรวมพื้นที่ของแปลงตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของพื้นที่ดำเนินโครงการทั้งหมด หากพื้นที่โครงการน้อยกว่า 300 ไร่ ให้วางแปลงตัวอย่างที่ชั้นภูมิกลาง

ทางเลือกที่ 2 การวางแปลงตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการแบ่งชั้นภูมิเรียบร้อยแล้ว ให้วางแปลงตัวอย่างในกลุ่มชั้นภูมิสุดท้าย จำนวนไม่น้อยกว่า 3 แปลง โดยให้วางแปลงตัวอย่างกระจายในแต่ละกลุ่มชั้นภูมิสุดท้าย
2. ค่ามวลชีวภาพในแต่ละกลุ่มชั้นภูมิสุดท้าย มาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of variation: CV) โดยค่า CV ที่ได้ต้องไม่เกินร้อยละ 25 ให้ถือว่าจำนวนแปลงตัวอย่างดังกล่าวเป็นตัวแทนที่เหมาะสม
3. กรณีค่า CV ของกลุ่มชั้นภูมิสุดท้ายใด ๆ เกินร้อยละ 25 จำเป็นต้องทำการวางแปลงตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นภูมินั้น เพื่อให้ค่า CV อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด



ทางเลือกที่ 3 การหาจำนวนแปลงตัวอย่างตาม A/R Methodology Tool "Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities"

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

n = จำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม
t_{VAL} = ค่าวิกฤตการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบที
w_i = สัดส่วนของพื้นที่ในชั้นภูมิที่ i ต่อพื้นที่ทั้งหมด
s_i = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชั้นภูมิที่ i
E = ระดับความเชื่อมั่น

T-VER-TOOL-
FOR/AGR-01
การคำนวณ
การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ทางเลือกที่ 3: การประเมินโดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล

เป็นระบบสำรวจบันทึกข้อมูลพื้นที่ป่าไม้หรือหมู่ไม้ ด้วยเครื่องรับรู้ (Sensors) โดยปราศจากการเข้าไปตรวจวัดจริงในพื้นที่ ซึ่งเครื่องรับรู้อาจจะถูกติดไปกับยานอวกาศ เครื่องบิน อากาศยานไร้คนขับ บอลลูน หรือ อื่นๆ ก็ได้ โดยเครื่องรับรู้จะตรวจจับคลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) ที่สะท้อนจากวัตถุหรือหมู่ไม้จากคลื่นที่ส่งออกไป และจากนั้นจะมีการแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข โดยเทคโนโลยีสำรวจระยะไกลที่นำมาใช้ต้องเป็นระบบที่ได้รับการยอมรับ มีความน่าเชื่อถือ อ้างอิงได้ในทางวิชาการ

ทางเลือกที่ 4 : อื่นๆ ตามที่ อบก. พิจารณาเห็นชอบ

T-VER-TOOL-

FOR/AGR-02

การคำนวณการสะสมคาร์บอนในดิน

เก็บตัวอย่างดินโดยทำการเก็บตัวอย่างที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร ให้เป็นไปตามที่ อบก.กำหนด จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน (SOC_{ref}) ในห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน และคำนวณได้จากสูตร

$$SOC_0 = SOC_{ref} \times F_{LU_0} \times F_{MG_0} \times F_{I_0} \times A \times \frac{44}{12}$$

SOC_0 = ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการของพื้นที่โครงการ (tCO_2e)

SOC_{ref} = ค่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก่อนเริ่มโครงการจากการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตันคาร์บอนต่อไร่)

F_{LU_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

F_{MG_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

F_{I_0} = ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่กลับคืนสู่ดิน ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ

A = พื้นที่โครงการ (ไร่)

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามประเภทการใช้ที่ดิน

พื้นที่	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
พื้นที่เพาะปลูกระยะยาว	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.58	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ที่มีการจัดการอย่างต่อเนื่องมากกว่า 20 ปี โดยพืชที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชปีเดียว (annual crop)
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.48	
นาข้าว	ทุกประเภท	1.10	สำหรับพื้นที่ที่เป็นนาข้าวมามากกว่า 20 ปี รวมถึงพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดอื่นระหว่างช่วงที่ไม่ได้มีการทำนาด้วย
พื้นที่เพาะปลูกพืชทางการเกษตรที่มีอายุหลายปี	ทุกประเภท	1.00	เช่น สวนผลไม้ กาแฟ และโกโก้ เป็นต้น
พื้นที่อนุรักษ์ทางการเกษตร	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.93	สำหรับพื้นที่การเกษตรที่ใช้ในเชิงของการอนุรักษ์ระบบนิเวศ หรือการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น พื้นที่ปลูกหญ้า หรือแฝกเป็นต้น ซึ่งไม่ได้ใช้สำหรับปลูกพืชทางการเกษตร
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.82	

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามวิธีการจัดการดิน

รูปแบบ	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบ	ทุกประเภท	1.00	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการไถพรวนอย่างเต็มรูปแบบตามการดำเนินงานปกติของโครงการ
มีการลดการไถพรวน	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.09	สำหรับพื้นที่ที่มีการลดการไถพรวนลงจากการดำเนินงานปกติ
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.15	
ไม่มีการไถพรวน	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.17	สำหรับพื้นที่ที่ทำการปลูกโดยที่ไม่มีการไถพรวน สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชได้
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.22	

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมคาร์บอนในดินตามระดับอินทรียวัตถุที่ใส่ลงในดิน

รูปแบบ	ความชื้น	ค่าคงที่	หมายเหตุ
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	0.95	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีเศษซากพืชที่เหลืออยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ โดยมีการนำเศษซากพืชออกจากพื้นที่โครงการ (ด้วยวิธีการเผาหรือเก็บออกนอกพื้นที่)
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	0.92	
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับปานกลาง	ทุกประเภท	1.00	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชในพื้นที่โครงการ หรือหากมีการนำเศษซากพืชออกก็มีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมในพื้นที่ รวมไปถึงการปลูกพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนในระหว่างรอบการปลูกพืชด้วย
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับสูง (ไม่รวมปุ๋ยจากมูลสัตว์)	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.04	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชไว้ในพื้นที่และมีการใส่เพิ่มเติมมากกว่าในระดับปานกลาง หรือเป็นการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินด้วย
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.11	
ปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในพื้นที่อยู่ในระดับสูง (รวมปุ๋ยจากมูลสัตว์)	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร	1.37	สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีการเหลือเศษซากพืชไว้ในพื้นที่และมีการใส่เพิ่มเติมมากกว่าในระดับปานกลาง หรือเป็นการจัดการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และใช้ปุ๋ยจากมูลสัตว์ด้วย
	พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรขึ้นไป	1.44	

T-VER-TOOL-

FOR/AGR-03

การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช

การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตาย (Dead Wood)

$$C_{Dead} = C_{TT} \times DF_{DW}$$

C_{Dead} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

C_{TT} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

DF_{DW} = ค่าคงที่สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี)	ค่าคงที่ (DF_{DW})
<2000	<1000	0.02
<2000	1000-1600	0.01
<2000	>1600	0.06
>2000	ทุกระดับความสูง	0.07

T-VER-TOOL-

FOR/AGR-03

การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายและเศษซากพืช

การคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืช (Litter)

$$C_{Litter} = C_{TT} \times DF_{LI}$$

C_{Dead} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ตาย (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
C_{TT} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)
DF_{LI} = ค่าคงที่สำหรับคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในเศษซากพืช

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี)	ค่าคงที่ (DF_{LI})
<2000	<1000	0.04
<2000	1000-1600	0.01
<2000	>1600	0.01
>2000	ทุกระดับความสูง	≅

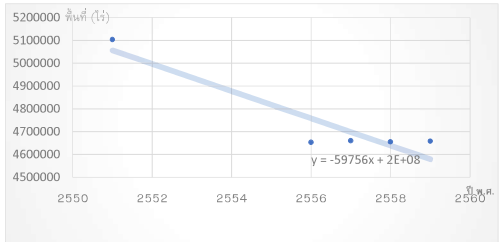
5 การประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า (Annual Rate Conversion)

$$\text{ARC} = \frac{TC}{T}$$

ARC = อัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า (ร้อยละต่อปี)
TC = การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าที่ลดลง (ร้อยละ)
T = ระยะเวลาของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าที่นำมาใช้* (ปี)

หมายเหตุ: * กำหนดให้ระยะเวลาของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าที่นำมาใช้ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

5 การประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า (Annual Rate Conversion)



ปี	พื้นที่ (ไร่)
2547	5,310,800.00
2551	5,103,551.85
2556	4,653,023.73
2557	4,659,641.72
2558	4,654,853.32
2559	4,658,605.14

$$\text{ARC} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยพื้นที่ป่าที่เปลี่ยนแปลง } X\ 100}{\text{พื้นที่ป่าในปี เริ่มต้น}}$$

$$\text{ARC} = \frac{59{,}756\ X\ 100}{5103551.85}$$

$$\text{ARC} = 1.17\ \%\text{ต่อปี}$$

6 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในปีที่ดำเนินการติดตามผล (Project Sequestration)

$$C_{TT_t} = C_{ABG_t} + C_{BLG_t}$$ FOR 01

$$C_{PS_t} = C_{TT_t} + C_{Dead_t} + C_{Litter_t} + SOC_t$$ FOR 02 FOR 03

C_{TT_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ ในปีที่ t (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-01
C_{ABG_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในปีที่ t (tCO_2eq)	
C_{BLG_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนใต้ดิน ในปีที่ t (tCO_2eq)	
C_{PS_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่ในปีที่ t (tCO_2eq)	
C_{Dead_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ตายในปีที่ t (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-03
C_{Litter_t}	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของเศษซากพืชในปีที่ t (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-03
SOC_t	=	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของอินทรียวัตถุในดินในปีที่ t (ทางเลือก) (tCO_2eq)	T-VER-TOOL-FOR/AGR-02
t	=	ปีที่ดำเนินการติดตามประเมินผล (ปี)	

7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

$$GHG_E = GHG_{Burning} + GHG_{Fuel}$$

GHG_{PE} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมพื้นที่ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

$GHG_{Burning}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมพื้นที่โดยการเผา (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

GHG_{Fuel} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมพื้นที่โดยการใช้เครื่องจักร (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

8 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

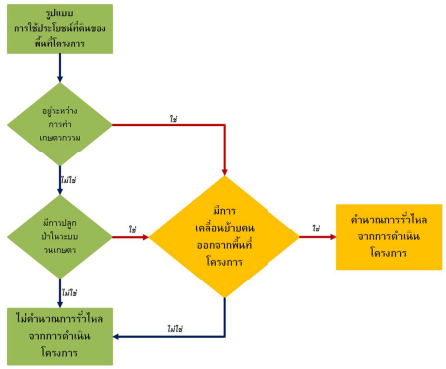
หากการดำเนินกิจกรรมของโครงการก่อให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ใหม่ เช่น การทำการเกษตร การตั้งถิ่นฐาน เป็นต้น จะต้องคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากการรั่วไหลต่อไป

$$GHG_{LEAK} = \left(\frac{44}{12} \times \Delta C_{Biomass}\right) + \Delta SOC$$

GHG_{LEAK} = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (tCO_2eq)

$\Delta C_{Biomass}$ = ปริมาณมวลชีวภาพที่ลดลงจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ของพื้นที่นอกขอบเขตโครงการ (tCO_2eq)

ΔSOC = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของพื้นที่นอกขอบเขตโครงการ (tCO_2eq)



9 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (Carbon Sequestration)

$$C_{SEQ} = C_{TT_t} - C_{TT_i}$$ FOR 01

C_{SEQ} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (tCO_2eq)

C_{TT_t} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการ ในปีที่ t (tCO_2eq)

C_{TT_i} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการในปีฐาน (C_{TT_0}) หรือปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการของปีที่ได้รับการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกล่าสุด (tCO_2eq)

t = ปีที่ดำเนินการติดตามประเมินผล

i = ปีที่ได้รับการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกล่าสุด

9 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (Carbon Sequestration)

$$C_{SEQ} = C_{PS_t} - C_{PS_i} + \left(C_{TT_o} \times \left|ARCx\left(\frac{t_d}{365}\right)\right|\right)$$ FOR 02

C_{SEQ} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (tCO_2eq)

C_{PS_t} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่ในปีที่ t (tCO_2eq)

C_{PS_i} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่ในในปีฐาน (C_{BS})หรือ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการของปีที่ได้รับการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกล่าสุด (tCO_2eq)

C_{TT_0} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในปีฐาน (tCO_2eq)

ARC = อัตราการเปลี่ยนแปลงรายปีของพื้นที่ป่า (ร้อยละต่อปี)

t_d = จำนวนวันที่ดำเนินการติดตามประเมินผล

t = ปีที่ดำเนินการติดตามประเมินผล

10 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (Carbon Sequestration)

$$C_{SEQ} = C_{PS_t} - C_{PS_i} - GHG_{PE_p} - GHG_{LEAK}$$

FOR 03

C_{SEQ} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากโครงการ (tCO_2eq)

C_{PS_t} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการในปีที่ t (tCO_2eq)

C_{PS_i} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการในกรณีฐาน (C_{BS}) หรือปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของพื้นที่โครงการของปีที่ได้รับการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกล่าสุด (tCO_2eq)

GHG_{PE_p} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเตรียมพื้นที่ ในช่วงเวลาที่ติดตามผล (tCO_2eq)

GHG_{LEAK} = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (tCO_2eq)

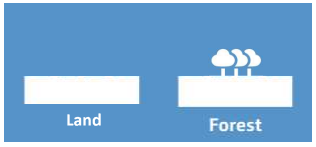
t = ปีที่ดำเนินการติดตามประเมินผล (ปี)

11 การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

ต้องมีการจัดทำแผนการติดตามผลการดำเนินงานตามพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผล (ในหัวข้อพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผล) และต้องระบุรายละเอียดของวิธีการตรวจวัด และความถี่ของการตรวจวัด ที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ อบก.

หลักการพื้นฐานในการคำนวณคาร์บอนเครดิตจากโครงการป่าไม้

ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของโครงการ/ **คาร์บอนเครดิต** (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) = ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจาก **การดำเนินโครงการ (Project sequestration)** (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) − ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกใน **กรณีฐาน (Baseline)** (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)



การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่

ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในพื้นที่ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) = **พื้นที่ทั้งหมด** (ไร่) X **ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้** (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ไร่)

พื้นที่ป่าชุมชนบ้านหนองมั่ง มีพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ และได้ทำการวางแปลงสำรวจตัวอย่าง ขนาด 40 X 40 เมตร (1 ไร่) พบว่ามีปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ***จงหาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่ชุมชนบ้านหนองมั่ง ?***

ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในพื้นที่ = *100 ไร่* X *15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ไร่*

1,500 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ 1 ต้น (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์) = มวลชีวภาพของต้นไม้ X สัดส่วนคาร์บอนในเนื้อไม้ X สัดส่วนของน้ำหนักโมเลกุล CO_2 ต่อ C

= มวลชีวภาพของต้นไม้ X 0.47 X (44/12)

มวลชีวภาพของต้นไม้ = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน + มวลชีวภาพใต้ดิน

$W_S = 0.0396 (D^2 H)^{0.933}$

$W_B = 0.0039 (D^2 H)^{1.030}$

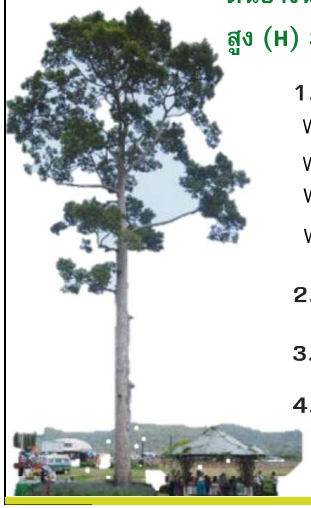
$W_L = (28/(W_S + W_B + 0.025))^{-1}$

$W_T = W_S + W_B + W_L$

มวลชีวภาพใต้ดินของต้นไม้ = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ X ค่าสัดส่วนรากต่อต้น

= มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ X 0.27

ตัวอย่าง... การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้



ต้นยางนามีขนาดเส้นผ่านศูนกลางที่ระดับความสูงเพียงอก (D) = 50 เซ็นติเมตร สูง (H) 30 เมตร จงหาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นยางนา

1. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

$W_S = 0.0396 \times (50^2 \times 30)^{0.933}$ = 1,400.00 Kg

$W_B = 0.00349 \times (50^2 \times 30)^{1.030}$ = 366.55 Kg

$W_L = (28/(1400 + 366.55 + 0.025))^{-1}$ = 63.09 Kg

$W_T = 1400 + 366.55 + 63.09$ = **1,829.64** Kg

2. มวลชีวภาพใต้ดิน = 1,829.64 kg X 0.27 = **494.00** Kg

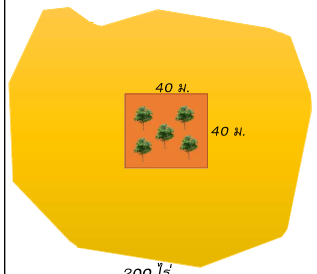
3. มวลชีวภาพของทั้งต้น = 1,829.64 kg + 494.00 Kg = **2,323.65** Kg

4. การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นยางนา

= 2323.65 Kg X 0.47 X (44/12) = **4,004.42** **KgCO_2eq**

ตัวอย่าง... การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าไม้

พื้นที่ป่าชุมชนบ้านหนองมั่ง มีพื้นที่ทั้งหมด 200 ไร่ และได้ทำการวางแปลงสำรวจตัวอย่าง ขนาด 40 X 40 เมตร (1 ไร่) พบว่ามีต้นไม้จำนวน 5 ต้น แต่ละต้นกักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 500 600 700 800 และ 900 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ **จงหาปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่ชุมชนบ้านหนองมั่ง** ?



ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของแปลงตัวอย่าง = *ผลรวมของปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่าง*

= *500 + 600 + 700 + 800 + 900*

= *3,500 KgCO_2eq*

= *3.5 tCO_2eq*

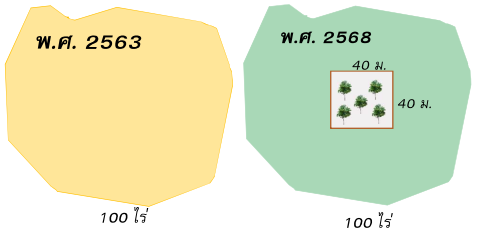
ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านหนองมั่ง = *พื้นที่ทั้งหมด X ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง*

= *200 ไร่ X 3.5 tCO_2eq/ไร่*

= ***700 tCO_2eq***

ตัวอย่าง... การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนเครดิตจากโครงการ T-VER

พื้นที่ป่าชุมชน A มีพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ ก่อนเข้าร่วมโครงการ เป็นพื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้และได้ทำการปลูกพร้อมทั้งขอขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ T-VER ในปี พ.ศ. 2563 จากนั้นได้ดูแลแปลงปลูกเป็นเวลา 5 ปี และในปี 2568 และได้ทำการวางแปลงสำรวจตัวอย่าง ขนาด 40 X 40 เมตร (1 ไร่) พบว่าต้นไม้จำนวน 5 ต้น กักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 3,500 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ไร่ **จงหาปริมาณคาร์บอนเครดิตของพื้นที่ป่าชุมชน A** ?

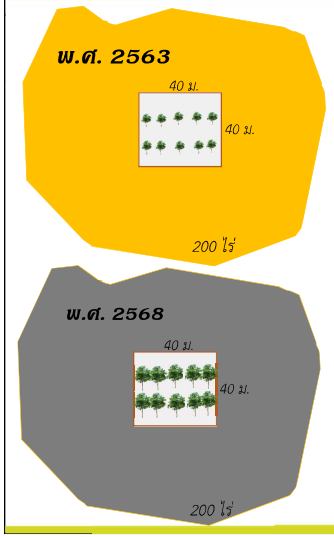


ปริมาณคาร์บอนเครดิต (tCO_2eq)

= **ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ** (tCO_2eq) − **ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกใน กรณีฐาน** (tCO_2eq)

= (3.5 tCO_2eq/ไร่ X 100 ไร่) − (0 tCO_2eq/ไร่ X100 ไร่)

= **350 tCO_2eq**



สวนป่าของนาย B มีพื้นที่ 100 ไร่ ทำการปลูกไม้สักไว้แล้วเป็นเวลา 5 ปี จากนั้นได้ทำการวางแปลงสำรวจขนาด 40 X 40 เมตร (1 ไร่) พบว่าไม้สัก 10 ต้น เมื่อคำนวณแล้วพบว่ามีปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,500 $KgCO_2eq$ และขอขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ T-VER กับ อบก. ในปี พ.ศ. 2563 จากนั้นได้ดูแลแปลงปลูกเป็นเวลา 5 ปี และในปี 2568 ได้ทำการวางแปลงสำรวจขนาด 1 ไร่ พบว่ามีต้นไม้จำนวน 10 ต้น กักเก็บก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 8,000 $KgCO_2eq$ ***จงหาปริมาณคาร์บอนเครดิตของพื้นที่สวนป่าของนาย B ที่จะได้รับการรับรองจาก อบก. ?***

ปริมาณคาร์บอนเครดิต (tCO_2eq)

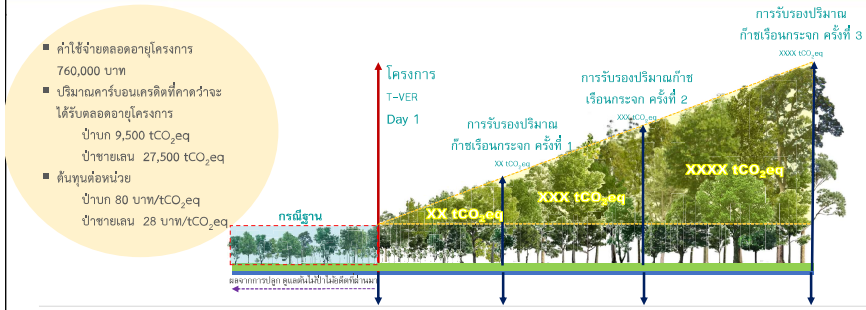
= **ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจาก**การดำเนินโครงการ (tCO_2eq) **-** **ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน** (tCO_2eq)

= (8.0 tCO_2eq/ไร่ X 100 ไร่) **-** (3.5 tCO_2eq/ ไร่ X 100 ไร่)

= **450 tCO_2eq**

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการรับรองคาร์บอนเครดิต

- ค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการ 760,000 บาท
- ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่คาดว่าจะได้รับตลอดอายุโครงการ
  - ป่าบก 9,500 tCO_2eq
  - ป่าชายเลน 27,500 tCO_2eq
- ต้นทุนต่อหน่วย
  - ป่าบก 80 บาท/tCO_2eq
  - ป่าชายเลน 28 บาท/tCO_2eq



สมมติฐานการประเมิน

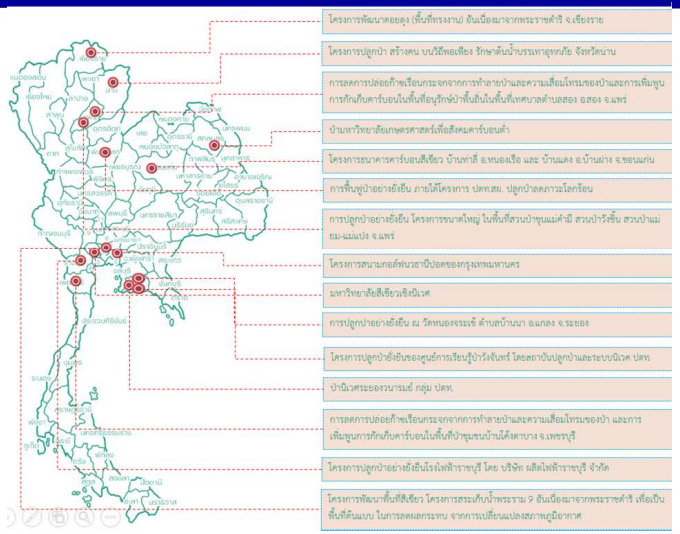
1. พื้นที่ดำเนินโครงการ 1,000 ไร่และ มีการปลูกต้นไม้ไว้แล้ว
2. วางแปลงตัวอย่าง ร้อยละ 1 ของพื้นที่โครงการ
3. ค่าวางแปลงตัวอย่าง 10,000 บาท/ไร่
4. การตรวจสอบและทวนสอบโครงการ ใช้ 6 man-day อัตรา 15,000บาท/man-day
5. อัตราความเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอน ป่าบก 0.95 tCO_2eq/ไร่/ปี ป่าชายเลน 2.75 tCO_2eq/ไร่/ปี

	ปีที่ 0	ปีที่ 3	ปีที่ 6	ปีที่ 10	รวมค่าใช้จ่าย
ค่าสำรวจวางแปลงตัวอย่าง	100,000*	100,000	100,000	100,000	400,000
ค่าตรวจสอบความใช้ได้ จาก VVB (Third Party)	90,000	-	-	-	90,000
ค่าทวนสอบโครงการ จาก VVB (Third Party)	-	90,000	90,000	90,000	270,000
รวมค่าใช้จ่าย	190,000	190,000	190,000	190,000	760,000

* กรณีเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้วางแปลงตัวอย่างไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

โครงการ T-VER สาขาป่าไม้

- ปัจจุบันมีโครงการ T-VER ภาคป่าไม้ที่ขึ้นทะเบียนกับ อบก. จำนวน 15 โครงการ ในพื้นที่ 237,334.47 ไร่
- มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะกักเก็บได้ 335,492 tCO_2eq/year
- ได้รับการรับรองคาร์บอนเครดิต แล้วจำนวน 3 โครงการ เป็นปริมาณ 2,241 tCO_2eq ในพื้นที่ 309.84 ไร่



ขอบคุณครับ

Thank you for your attention

SCAN ME

สำนักประเมินและรับรองโครงการ
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
โทรศัพท์: 0 2141 9844
โทรสาร: 0 2143 8404
อีเมล: Abhisit.s@tgo.or.th
เว็บไซต์: http://ghgreduction.tgo.or.th