ฐานการเรียนรู้

คาร์บอนเครดิต

ชื่อ-สกุล _____

อปท. _____

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เป็นสาเหตุหลัก ทำให้เกิด "ภาวะโลกร้อน"
- GHGs มีหลายชนิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีปริมาณการปล่อยมากที่สุด คิดเป็นประมาณ 75% ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด
- ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพในการดูดซับความร้อนหรือเกิดภาวะโลกร้อนไม่เท่ากัน จึงมีการเทียบกับศักยภาพในการดูดซับความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1) แล้วเรียกศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซต่าง ๆ เป็น "คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent: CO_2eq)"
- เราสามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยหลักการ "กิจกรรม x ค่าการปล่อย GHGs (Emission Factor)" ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า "คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint)"
- ต้นไม้ช่วยลดปริมาณ GHGs ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระบบนิเวศป่าไม้จึงมีความสำคัญและต้องทำการอนุรักษ์
- การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่ต้นไม้/ป่าไม้ดูดซับ ทำได้ตามขั้นตอน ดังนี้:
  1) คำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass: AGB) โดยใช้สมการอัลโลเมตรี (Allometric Equation)
  2) คำนวณปริมาณคาร์บอนสะสม (Carbon Storage: CS) โดยคิดเป็นร้อยละ 47 ของ AGB: CS = AGB x 0.47 kgCarbon
  3) คำนวณปริมาณคาร์บอนที่ดูดซับได้ (Carbon Sequestration: Cseq) โดย Cseq = CS x 44/12 $kgCO_2eq$
- หากจะซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิตจากป่าไม้ ต้องมีการทำโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีการคิดปริมาณ Cseq ตั้งต้นเมื่อเริ่มดำเนินโครงการ และดูแลต้นไม้ตามแผนที่วางไว้
- เมื่อต้นไม้/ป่าไม้ โตขึ้น สามารถนำปริมาณคาร์บอนที่สะสม/ดูดซับได้ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (เช่น 1 ปี, 3 ปี, หรือ 5 ปี) มาทำการตรวจสอบรับรองโดยผู้ที่มีอำนาจตามกฎหมาย เมื่อได้รับการรับรองแล้ว เราจะเรียกว่า "คาร์บอนเครดิต" จากนั้น สามารถนำไปซื้อ-ขายในตลาดคาร์บอน หรือใช้ประกอบการชดเชยการปล่อย GHGs ได้

สรุป 1: คำนวณ คาร์บอนฟุตพริ้นท์

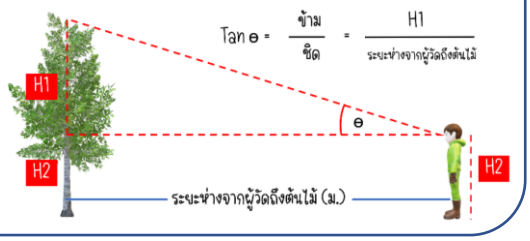
กิจกรรม x ค่าการปล่อย GHGs (emission factor)

GHGs ที่ปล่อย = _____ tCO_2eq / ปี

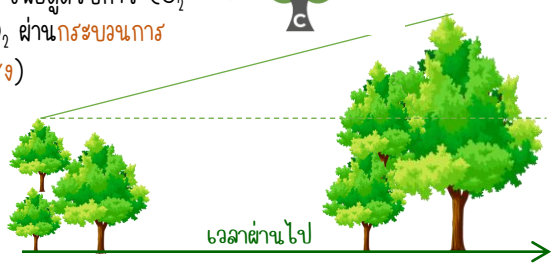
สรุป 2: เตรียมการคำนวณการกักเก็บคาร์บอน

(วัดขนาดเส้นรอบวง และหาความสูง โดยใช้ตรีโกณมิติ)

ความสูงต้นไม้ = H1 + H2 (เมตร)



ทำการปลูกต้นไม้ เพื่อดูดซับก๊าซ CO_2 (ต้นไม้ดูดซับ CO_2 ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)



สรุป 5: ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เมื่อต้นไม้โตขึ้น (เวลาผ่านไป 1 ปี) = ปีที่ 1 – ปีที่ 0

Cseq = _____ $kgCO_2eq$ / ปี

หรือ = _____ tCO_2eq / ปี

สรุป 3: ปริมาณคาร์บอนที่ดูดซับโดยต้นไม้

ปีตั้งต้น: พื้นที่ปลูก _____ ไร่

ความหนาแน่น _____ ต้น/ไร่

Cseq ปีที่ 0 = _____ $kgCO_2eq$ / ปี

สรุป 4: ปริมาณคาร์บอนที่ดูดซับโดยต้นไม้ เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี

Cseq ปีที่ 1 = _____ $kgCO_2eq$ / ปี

ทำการตรวจสอบรับรองโดยผู้ที่มีหน้าที่ตามกฎหมาย

"คาร์บอนเครดิต"

สรุป 6: คาร์บอนเครดิตที่ได้สามารถนำไปชดเชยก๊าซเรือนกระจกที่เราปล่อยจากกิจกรรมที่ได้ดำเนินการ หรือซื้อ-ขายในตลาดคาร์บอน

😆😆😆 อปท. ไหนสนใจเก็บข้อมูลคาร์บอนเพื่อเตรียมการเรื่องคาร์บอนเครดิตบ้าง ??? 😆😆😆

เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ

คาร์บอนเครดิต

จัดทำโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา และคณะ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 บทนำ: คาร์บอนเครดิต

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1. มีความรู้เกี่ยวกับบทบาทของระบบนิเวศป่าไม้ในการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศ
2. มีความรู้เกี่ยวกับการซื้อ-ขาย คาร์บอนเครดิต
3. สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น
4. สามารถประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ วัดความสูงต้นไม้
5. สามารถคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้สมการอัลโลเมตรี (allometric equation)
6. สามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนสะสม

1.2 สาระสำคัญ

- ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญ อันเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)
- ต้นไม้ / ป่าไม้ ช่วยดูดซับ CO_2 ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- เมื่อต้นไม้ / ป่าไม้ โตขึ้น สามารถนำปริมาณคาร์บอนที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ มาทำการ**ตรวจรับรอง**โดยผู้ที่มีอำนาจ**ตามกฎหมาย เมื่อได้รับการรับรองแล้วจะเรียกว่า** “**คาร์บอนเครดิต**” สามารถซื้อ-ขายได้ในตลาดคาร์บอน

1.3 เนื้อหา

- ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุหนึ่งเกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคิดเป็นประมาณ 75% ของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ (เช่น มีเทน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ฯลฯ)
- ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีศักยภาพในการดูดซับความร้อนไม่เท่ากัน จึงมีการเทียบกับศักยภาพในการดูดซับความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (มีค่าเท่ากับ 1) แล้วเรียกว่า คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent: CO_2eq)
- สามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกิจกรรมต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยหลักการ “**กิจกรรม x ค่าการปล่อย GHGs (emission factor)**” ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า “**คาร์บอนฟุตพริ้นท์**”
- ต้นไม้มีบทบาทในการช่วยลดปริมาณ GHGs ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีการสะสมคาร์บอนในรูปของเนื้อไม้ ทั้งเหนือดินและใต้ดิน ดังนั้นระบบนิเวศป่าไม้จึงมีความสำคัญและต้องทำการอนุรักษ์
- การคำนวณปริมาณคาร์บอนสะสม ทำได้ด้วยการ:
    - คำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้สมการอัลโลเมตรี (สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในที่นี้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกกับความสูง)
    - จากนั้น คำนวณปริมาณคาร์บอนสะสมโดยคิดเป็นร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
- หากจะซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิตจากป่าไม้ ต้องมีการทำ**โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**ภาคสมัครใจ โดยมีการคิด**ปริมาณคาร์บอนสะสมตั้งต้นเมื่อเริ่มดำเนินโครงการ** และดูแลต้นไม้ตามแผนที่วางไว้
- เมื่อต้นไม้ / ป่าไม้ โตขึ้น สามารถนำ**ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ** (เช่น 1 ปี, 3 ปี, หรือ 5 ปี) มาทำการตรวจรับรองปริมาณคาร์บอนที่สะสมโดยผู้ที่มีอำนาจตามกฎหมาย **เมื่อได้รับการรับรองแล้ว เราจะเรียกว่า “คาร์บอนเครดิต”** สามารถนำไปซื้อ-ขาย เพื่อประโยชน์ด้านการชดเชยคาร์บอนหรือสร้างรายได้ให้ชุมชน

2 กิจกรรมประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs)

วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

มีความรู้เกี่ยวกับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเบื้องต้น
ฝึกประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ตารางด้านล่าง

ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่าไหร่ ?

หลักการคำนวณ:

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย = กิจกรรม (ปริมาณการใช้งาน) x ค่าการปลดปล่อย

ตารางที่ 1. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ

กิจกรรม (กรอกตามการ์ด)	ปริมาณการใช้งานต่อปี	หน่วยวัด	ค่าการปลดปล่อย (emission factor)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย ($kgCO_2eq$)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
			รวม	= $kgCO_2eq$
				÷ 1,000
			คิดเป็น (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)	= $tonneCO_2eq$

$tonneCO_2eq$ เขียนย่อได้เป็น "tCO_2eq"

หาความรู้เพิ่มเติมได้ที่:

http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=YjNKbllXNXBlbUYwYVc5dVgyVnRhWE56bYVc5dQ

http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9

3 กิจกรรมวัดความสูงและเส้นรอบวงของต้นไม้ (Plant height & diameter measurement)

วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

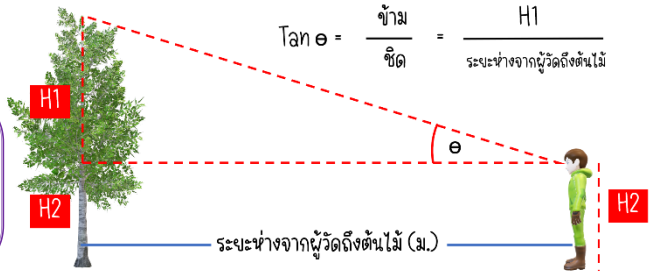
สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ตรีโกณมิติ มาใช้งานในชีวิตจริง ผ่านการหาความสูงต้นไม้ (ฝึกวัด 3 ต้น)
แบ่งหน้าที่ ฝึกใช้เครื่องมือและคำนวณ โดยวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับ 1.3 เมตร เหนือพื้นดิน และวัดมุม Θ

ต้นไม้แต่ละต้น สูงเท่าไหร่บ้าง มีขนาดเท่าไหร่ ?

หลักการคำนวณ :

Tan Θ = ข้าม/ชิด

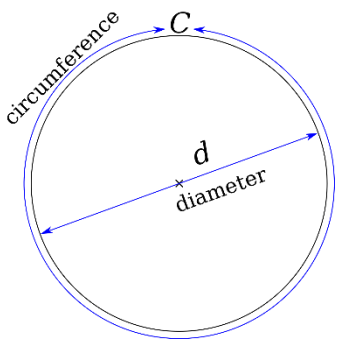
ความสูงต้นไม้ = H1 + H2
เมื่อ H1 คือ ระยะห่างจากผู้วัดถึงต้นไม้ x ค่า Tan Θ
H2 คือ ความสูงจากพื้นถึงระดับสายตาผู้วัด (ม.)

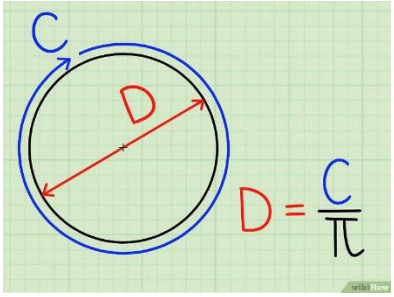


ตารางที่ 2. หาความสูงต้นไม้ (วัดเส้นรอบวงที่ 1.3 ม. เหนือพื้นดิน และวัดมุม Θ เสร็จแล้วนำมาคำนวณต่อ)

บันทึกข้อมูลภาคสนาม 3 ช่องนี้ ที่เหลือใช้การคำนวณ

ต้นที่	บันทึก เส้นรอบวง (C: ซม.)	คำนวณ ค่าเส้นผ่าน ศูนย์กลาง (ซม.) D = C ÷ 3.14	บันทึก มุมที่วัดได้ (องศา)	ค่า Tan Θ จากตาราง (ภาคผนวก) A	ระยะห่าง จากผู้วัด ถึงต้นไม้ (ม.) : B (แนะนำ 10 ม.)	คำนวณความสูง จากค่า Tan (ม.) (1) = A x B	ความสูงถึงระดับ สายตาผู้วัด (ม.) (2)	ความสูง ต้นไม้ (ม.) H = (1) + (2)
1.								
2.								
3.								





หาความรู้เพิ่มเติมได้ที่:

https://www.yangna.org/การวัดความสูงของต้นไม้/

4 กิจกรรมคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและคาร์บอนสะสม ปีตั้งต้น (Aboveground biomass: AGB; Carbon storage: CS)

วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

สามารถคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้สมการอัลโลเมตรี (allometric equation) คำนวณปริมาณคาร์บอนสะสม และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ดูดซับได้

ต้นไม้เก็บคาร์บอนได้เท่าไหร่ ? (ปีตั้งต้น/ปีฐาน/ปีที่ 0)

คำนวณ AGB โดยใช้สมการอัลโลเมตรี กรณีนี้ใช้สมการของต้นสัก	$AGB = 0.045 (D^2H)^{0.921}$	kg
คำนวณ CS โดยมีค่าร้อยละ 47 ของ AGB	$CS = AGB \times 0.47$	kgCarbon
คำนวณปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ต้นไม้ดูดซับ (CO_2 sequestration)	$CO_2seq = CS \times 44/12$	$kgCO_2eq$

ตารางที่ 3. คำนวณ AGB, CS, CO_2seq **ปีตั้งต้น**

นักเรียนนำข้อมูลจากตารางที่ 2 มากรอก

ต้นที่	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.): D	ความสูง (ม.) : H	คำนวณ AGB (kg) = DxDxHx0.045	คำนวณ CS (kgC)	คำนวณ CO_2seq ($kgCO_2eq$)
1.				x 0.47	x 44/12
2.					
3.					
เฉลี่ย	-	-			

คิดรวมตามพื้นที่ที่ปลูก — ค่าเฉลี่ยต่อต้น x ขนาดพื้นที่ปลูก x จน.ต้น/ไร่

ขนาดพื้นที่ปลูกที่มี (ไร่) (จากการ์ด)	จำนวนต้นไม้ต่อไร่ (จากการ์ด)	AGB รวม (kg)	CS รวม (kgC)	CO_2seq รวม ($kgCO_2eq$)
			x 0.47	x 44/12

คิดโดย : ขนาดพื้นที่ปลูก x จำนวนต้นไม้ต่อไร่ x ค่าเฉลี่ยของแต่ละค่า

5 การคำนวณค่า AGB, CS, CO_2seq เมื่อต้นไม้โตขึ้น (ปีที่ 1) (Calculation: Plant growth)

วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

สามารถคำนวณค่า AGB, CS, CO_2seq เมื่อต้นไม้โตขึ้น ทั้งนี้ใช้การสุ่มการ์ดว่าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปอย่างไร

ต้นไม้เก็บคาร์บอนได้เท่าไหร่เมื่อโตขึ้น ? (ปีที่ 1)

คำนวณ AGB โดยใช้สมการอัลโลเมตรี กรณีนี้ใช้สมการของต้นสัก	$AGB = 0.045 (D^2H)^{0.921}$	kg
คำนวณ CS โดยมีค่าร้อยละ 47 ของ AGB	$CS = AGB \times 0.47$	kgCarbon
คำนวณปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ต้นไม้ดูดซับ (carbon sequestration)	$CO_2seq = CS \times 44/12$	$kgCO_2eq$

ตารางที่ 4. คำนวณ AGB, CS, CO_2seq ปีที่ 1 ตามการดูแลและสถานการณ์ภัยธรรมชาติ

นักเรียนนำข้อมูลจากตารางที่ 3 มากรอก

ใช้ข้อมูลตามการ์ดที่สุ่มได้ มาคำนวณ

ต้นที่	ปีที่ 0		D_1	H_1	ปีที่ 1		
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) ปีที่ 0 D	ความสูง (ม.) ปีที่ 0 H	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.) ปีที่ 1 (โตขึ้นเท่าไร ตามการ์ด)	ความสูง (ม.) ปีที่ 1 (สูงขึ้นเท่าไร ตามการ์ด)	AGB (kg) $= D_1 \times D_1 \times H_1 \times 0.045$	CS (kgC)	CO_2seq ($kgCO_2eq$)
1.						x 0.47 →	x 44/12 →
2.							
3.							
เฉลี่ย	-	-	-	-			

คิดรวมตามที่ปลูก

ค่าเฉลี่ย x ขนาดพื้นที่ x จน.ต้น/ไร่

พื้นที่ปลูกที่มี (ไร่) จากการ์ด	จำนวนต้นไม้ต่อไร่ จากการ์ด	AGB รวม (kg)	CS รวม (kgC)	CO_2seq รวม ($kgCO_2eq$)
		x 0.47 →		x 44/12 →

คิดโดย : พื้นที่ปลูก x จำนวนต้นไม้ที่ปลูกต่อไร่ x ค่าเฉลี่ยของแต่ละค่า

6 คำนวณปริมาณก๊าซ GHGs ที่ลดได้ เมื่อเวลาผ่านไป และตรวจสอบปริมาณ GHGs ที่ลดได้

วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

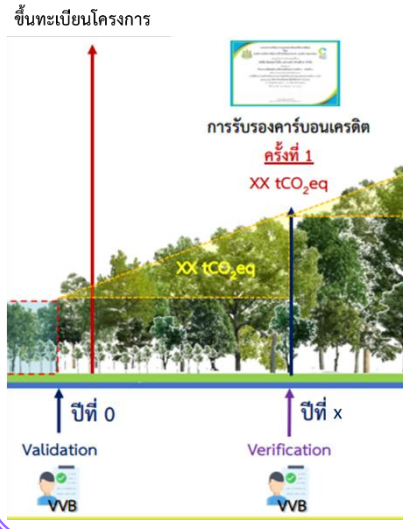
สามารถหาปริมาณ GHGs ที่ป่าไม้ดูดกลับมาได้ และทราบกระบวนการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เพื่อให้ได้คาร์บอนเครดิต โดยทำการคำนวณความต่างของปีปัจจุบันกับปีตั้งต้น แล้วนำไปขอการรับรองที่โต๊ะ อบก.

เมื่อเวลาผ่านไป...ต้นไม้ในป่าปลูกของเราดูดซับ CO_2 ได้เท่าไหร่ ?

คำนวณผลต่างระหว่างปีเริ่มต้น (ปีที่ 0 หรือปีฐาน) กับปีที่ t (คิดเฉลี่ยต่อปีได้ โดยหารด้วยระยะเวลา)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เมื่อเวลาผ่านไป = $CO_2seq_{(t)}$ - $CO_2seq_{(t=0)}$ $kgCO_2eq$

ตารางที่ 5. ปริมาณ GHG ที่ลดได้เมื่อเวลาผ่านไป *(ใช้ตัวเลข CO_2seq รวม จากตารางที่ 3 และ 4 ด้านล่างๆ)*

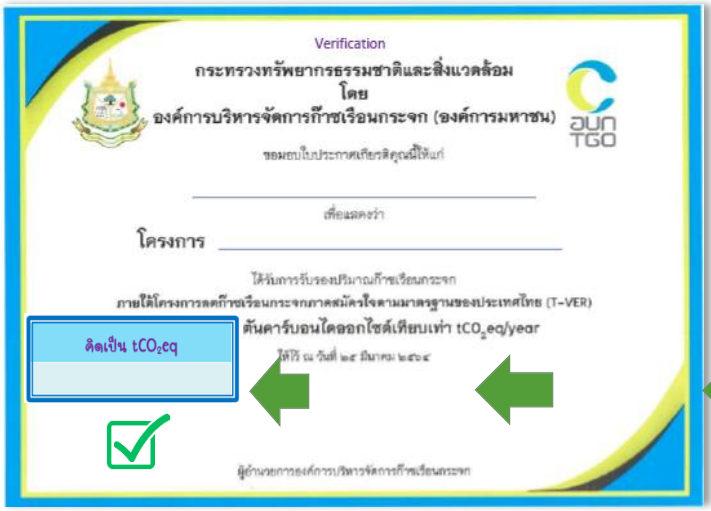


ปีที่ 1		ปีที่ 0		GHG ที่ลดได้ เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี
CO_2seq รวม ($kgCO_2eq$)	-	CO_2seq รวม ($kgCO_2eq$)	=	($kgCO_2eq$)
(ตารางที่ 4)		(ตารางที่ 3)		

÷ 1,000

คิดเป็น tCO_2eq

Verification



ตรวจสอบความถูกต้องของ GHGs ที่ลดได้ (หรือคาร์บอนที่ลดได้) กับหน่วยงานตรวจสอบที่ได้รับการรับรองตามกฎหมาย

คาร์บอนเครดิต

7 กิจกรรมชดเชยคาร์บอน และการซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิต

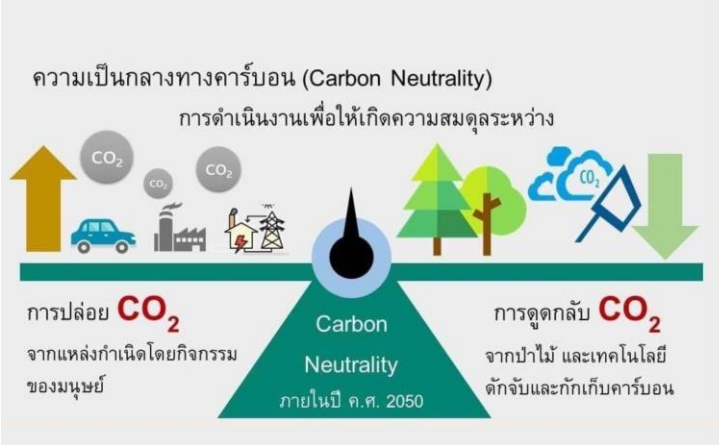
วัตถุประสงค์และแนวทางการทำกิจกรรม

มีความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมชดเชยคาร์บอน โดยตรวจสอบกับปริมาณ GHGs ที่ปล่อยจากการคำนวณในขั้นแรก ทดลองซื้อ-ขาย คาร์บอนเครดิตเบื้องต้น โดยใช้ราคาคาร์บอนจากตลาดการซื้อขายในประเทศไทย

การชดเชยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

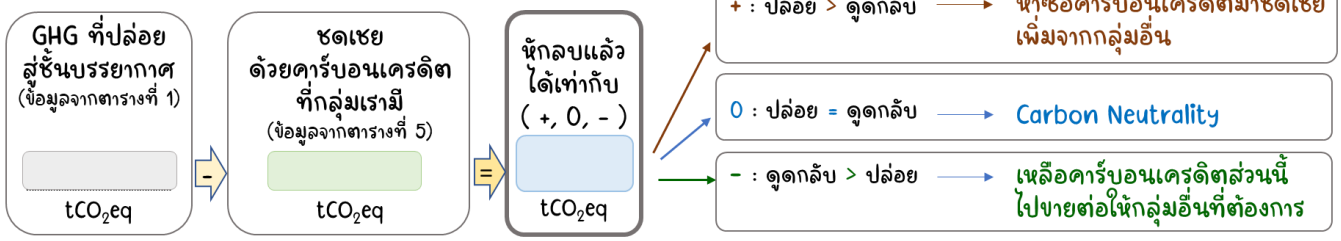
Carbon neutrality: คิดเฉพาะ CO_2 ยอมรับกิจกรรมชดเชยการดูดกลับจากบุคคลที่ 3

Net-Zero GHG Emission: คิด GHGs 7 ชนิด ไม่ยอมรับกิจกรรมชดเชยการดูดกลับจากบุคคลที่ 3

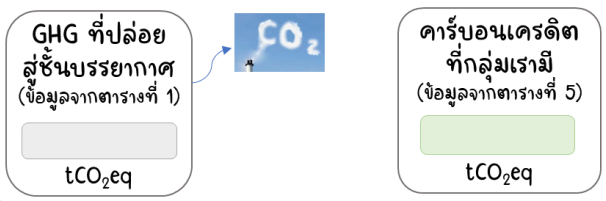


กลุ่มเราต้องชดเชยการปล่อย GHGs หรือไม่ ?

กรณีที่ 1: สนใจชดเชยการปล่อย GHGs ด้วยการดูดกลับโดยต้นไม้



กรณีที่ 2: ไม่สนใจชดเชย GHGs ที่เราปล่อยแต่จะเอาคาร์บอนเครดิตไปขาย (เรายังคงทำให้โลกร้อน...)



ลองซื้อ-ขาย : ราคากลางคาร์บอนตันละ 100 บาท ☐ ซื้อ จากกลุ่ม..... ☐ ขาย ให้กลุ่ม .....

ปริมาณ ..... ตัน ราคาที่ตกลง ..... บาท/ตัน คิดเป็นเงิน ..... บาท

ภาคผนวก ตารางค่า Tan

Deg	Sin	Cos	Tan
0	0	1	0
1	0.0175	0.9998	0.0175
2	0.0349	0.9994	0.0349
3	0.0523	0.9986	0.0524
4	0.0698	0.9976	0.0699
5	0.0872	0.9962	0.0875
6	0.1045	0.9945	0.1051
7	0.1219	0.9925	0.1228
8	0.1392	0.9903	0.1405
9	0.1564	0.9877	0.1584
10	0.1736	0.9848	0.1763
11	0.1908	0.9816	0.1944
12	0.2079	0.9781	0.2126
13	0.2250	0.9744	0.2309
14	0.2419	0.9703	0.2493
15	0.2588	0.9659	0.2679
16	0.2756	0.9613	0.2867
17	0.2924	0.9563	0.3057
18	0.3090	0.9511	0.3249
19	0.3256	0.9455	0.3443
20	0.3420	0.9397	0.3640
21	0.3584	0.9336	0.3839
22	0.3746	0.9272	0.4040
23	0.3907	0.9205	0.4245
24	0.4067	0.9135	0.4452
25	0.4226	0.9063	0.4663
26	0.4384	0.8988	0.4877
27	0.4540	0.8910	0.5095
28	0.4695	0.8829	0.5317
29	0.4848	0.8746	0.5543
30	0.5000	0.8660	0.5774
31	0.5150	0.8572	0.6009
32	0.5299	0.8480	0.6249
33	0.5446	0.8387	0.6494
34	0.5592	0.8290	0.6745
35	0.5736	0.8192	0.7002
36	0.5878	0.8090	0.7265
37	0.6018	0.7986	0.7536
38	0.6157	0.7880	0.7813
39	0.6293	0.7771	0.8098
40	0.6428	0.7660	0.8391
41	0.6561	0.7547	0.8693
42	0.6691	0.7431	0.9004
43	0.6820	0.7314	0.9325
44	0.6947	0.7193	0.9657
45	0.7071	0.7071	1.0000

Deg	Sin	Cos	Tan
46	0.7193	0.6947	1.0355
47	0.7314	0.6820	1.0724
48	0.7431	0.6691	1.1106
49	0.7547	0.6561	1.1504
50	0.7660	0.6428	1.1918
51	0.7771	0.6293	1.2349
52	0.7880	0.6157	1.2799
53	0.7986	0.6018	1.3270
54	0.8090	0.5878	1.3764
55	0.8192	0.5736	1.4281
56	0.8290	0.5592	1.4826
57	0.8387	0.5446	1.5399
58	0.8480	0.5299	1.6003
59	0.8572	0.5150	1.6643
60	0.8660	0.5000	1.7321
61	0.8746	0.4848	1.8040
62	0.8829	0.4695	1.8807
63	0.8910	0.4540	1.9626
64	0.8988	0.4384	2.0503
65	0.9063	0.4226	2.1445
66	0.9135	0.4067	2.2460
67	0.9205	0.3907	2.3559
68	0.9272	0.3746	2.4751
69	0.9336	0.3584	2.6051
70	0.9397	0.3420	2.7475
71	0.9455	0.3256	2.9042
72	0.9511	0.3090	3.0777
73	0.9563	0.2924	3.2709
74	0.9613	0.2756	3.4874
75	0.9659	0.2588	3.7321
76	0.9703	0.2419	4.0108
77	0.9744	0.2250	4.3315
78	0.9781	0.2079	4.7046
79	0.9816	0.1908	5.1446
80	0.9848	0.1736	5.6713
81	0.9877	0.1564	6.3138
82	0.9903	0.1392	7.1154
83	0.9925	0.1219	8.1443
84	0.9945	0.1045	9.5144
85	0.9962	0.0872	11.4301
86	0.9976	0.0698	14.3007
87	0.9986	0.0523	19.0811
88	0.9994	0.0349	28.6363
89	0.9998	0.0175	57.2900
90	1.0000	0.0000	

engineeringtoolbox.com