



แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

www.tgo.or.th : info@tgo.or.th

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น



องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

www.tgo.or.th : info@tgo.or.th

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

พิมพ์ครั้งที่ 1: กันยายน 2561

จำนวน: 1,000 เล่ม

จัดทำโดย:

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

ที่ปรึกษา:

ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์

นายเจษฎา สกุลคุ

กองบรรณาธิการ:

นายวิษณุ ผลโพธิ์

นางสาววรรัตน์ ชะอุ่มเครือ

นางสาวเมธวดี เสรีเสถียรทรัพย์

นางวีณา คำวิชัย

นายพหล เสวตจินดา

นางสาวณัฐสิรี จุลินรักษ์

นายณพพร จันทพล

นางสาวชนันดา หอมกลิ่นจันทร์

นายพิศุทธิ์ โนนโคกสูง

นางสาวยศธรา บุญกัน

คำนำ

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีบทบาทที่สำคัญในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดำเนินการป้องกันและแก้ไขภาวะมลพิษในเขตพื้นที่ท้องถิ่นของตน อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างรวดเร็วทั้งในเชิงจำนวนและขนาดของเมืองส่งผลกระทบโดยตรงกับบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และส่งผลให้พื้นที่ชุมชนเขตเมืองมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศในอัตราที่สูงตามความเจริญของเมืองไปด้วย เนื่องจากการใช้พลังงาน การเกิดขยะมูลฝอย การลดลงของพื้นที่สีเขียว

ก๊าซเรือนกระจกเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจึงจำเป็นต้องมีส่วนช่วยบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนผ่านการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในท้องถิ่น

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้จัดทำหนังสือเล่มนี้สำหรับเป็นแนวทางในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกิจกรรมทั้งหมดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แบบเข้าใจง่าย เพื่อใช้ในการเผยแพร่ และให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งจะเป็นการเสริมสร้างศักยภาพให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และก้าวไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ (Low Carbon City) ได้ในที่สุด

สารบัญ

คำนิยาม.....	1
1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คืออะไร.....	5
2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คืออะไร.....	6
3. ทำไมต้องคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.....	6
4. ก๊าซเรือนกระจกมีกี่ชนิด.....	7
5. ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	10
6. จะแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างไร.....	11
7. ใครบ้างที่เกี่ยวข้อง.....	12
8. คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างไร.....	15
ขั้นตอนที่ 1 : การกำหนดขอบเขตขององค์กรและการดำเนินงาน.....	15
ขั้นตอนที่ 2 : การวิเคราะห์แหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก.....	24
ขั้นตอนที่ 3 : การคัดเลือกวิธีการคำนวณ.....	27
ขั้นตอนที่ 4 : การเก็บข้อมูล.....	28
ขั้นตอนที่ 5 : การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	30
ขั้นตอนที่ 6 : การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก.....	32
ขั้นตอนที่ 7 : รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของ.....	54
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	
ขั้นตอนที่ 8 : การทวนสอบข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกและปรับปรุงรายงาน.....	57
9. เอกสารอ้างอิง.....	63

คำนิยาม

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHG)	สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก่อนเมฆ
แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Source)	แหล่งหรือกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ
แหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Sink)	แหล่งหรือกระบวนการซึ่งก๊าซเรือนกระจกถูกดึงออกจากชั้นบรรยากาศ
แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Reservoir)	แหล่งหรือองค์ประกอบทางกายภาพของชั้นชีวภาค (ไบโอสเฟียร์) ชั้นธรณีภาค (จีโอสเฟียร์) หรืออุทกภาค (ไฮโดรสเฟียร์) ซึ่งสามารถเก็บและสะสมก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดักจับจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดึงออกจากบรรยากาศโดยแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก หมายเหตุ - มวลสารทั้งหมดของคาร์บอนที่อยู่ในแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ณ จุดใดๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ถือเป็นสต็อกของคาร์บอนของแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก - แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกหนึ่งสามารถถ่วงก๊าซเรือนกระจกไปยังแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกอื่นได้ - การสะสมของก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ก่อนที่จะเข้าไปสู่ชั้นบรรยากาศ และการเก็บสะสมของก๊าซเรือนกระจกในแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ถือว่าเป็นการดักจับและเก็บก๊าซเรือนกระจก (GHG Capture and Storage)
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission)	มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง
การดูดกลืนก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Removal)	มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดึงออกจากบรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง

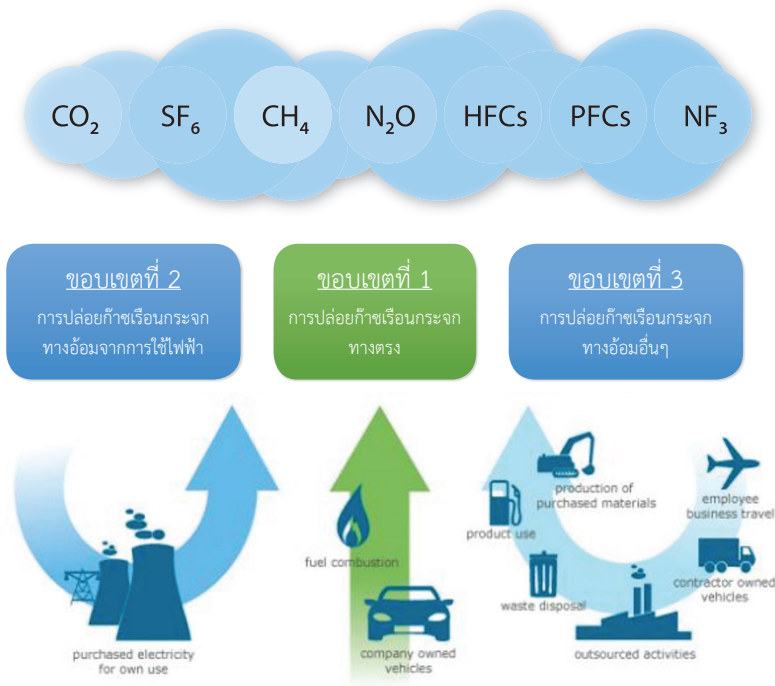
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)	ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยกิจกรรม (อ้างอิงจาก IPCC's glossary)
การแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Assertion)	การแสดงผลข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นที่ดำเนินการโดยหน่วยงานรับผิดชอบ
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรหรือ รายงานข้อมูลปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกขององค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO)	การแสดงผลปล่อยก๊าซเรือนกระจก, แหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก, ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร
รายงานก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Report)	เอกสารการรายงานผลข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้สื่อสารให้กับกลุ่มเป้าหมายที่นำข้อมูลไปใช้งาน
ศักยภาพในการเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP)	ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมาและแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในรอบ 100 ปี (Global Warming Potential 100 year; GWP 100 yr) ของ IPCC ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์
ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent : CO ₂ eq)	ค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
ปีฐาน (Base Year)	ระยะเวลาที่ถูกกำหนดเพื่อจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบสถานภาพการปล่อยและดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจก หมายเหตุ ระยะเวลาที่ถูกกำหนดเป็นช่วง อาจเป็นหนึ่งปีหรือเป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บข้อมูลหลายปีก็ได้

สาธารณูปโภค (Facility)	อุปกรณ์ (ทั้งที่เป็นสินทรัพย์ และทรัพย์สิน) หรือหน่วยผลิตที่อยู่ในขอบเขตภาระหน้าที่ขององค์กร
องค์กร (Organization)	หน่วยงานราชการ สถาบัน บริษัท ห้างร้าน สำนักงาน กิจกรรม หรือส่วนหนึ่งของบริษัท ห้างร้าน สำนักงาน กิจกรรม หน่วยงานราชการหรือสถาบันไม่ว่าจะอยู่ในรูปบริษัทหรือไม่ เป็นมหาชนหรือเอกชนซึ่งมีหน้าที่และการบริหารงานของตนเอง
กลุ่มเป้าหมาย (Intended User)	บุคคลหรือกลุ่มบุคคลผู้ต้องการนำผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ หมายเหตุ กลุ่มเป้าหมายอาจเป็นลูกค้า ผู้มีส่วนร่วมรับผิดชอบ ผู้ควบคุมโครงการก๊าซเรือนกระจก ผู้ดูแลหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ชุมชนในท้องที่ องค์กรรัฐหรือเอกชน เป็นต้น
ระดับของการรับรอง (Level of Assurance)	ระดับของการรับรอง สามารถพิจารณาในขั้นตอนการทวนสอบ โดยจะอธิบายถึงความละเอียดที่ผู้ทวนสอบใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล หมายเหตุ ระดับของการรับรอง แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับการรับรองแบบสมเหตุสมผล (Reasonable) และระดับการรับรองแบบจำกัด (Limited)
ความมีสาระสำคัญ (Materiality)	ข้อผิดพลาด การละเว้น หรือการบิดเบือนใดๆ ที่จะส่งผลต่อการรับรองก๊าซเรือนกระจกและส่งผลสืบเนื่องไปสู่การตัดสินใจของผู้ต้องการนำไปใช้งาน หมายเหตุ หลักการนี้จะนำไปใช้ในการวางรูปแบบการทวนสอบ และการวางแผนการเก็บตัวอย่างเพื่อพิจารณากระบวนการ อันจะนำไปสู่การลดความเสี่ยงที่ผู้ทวนสอบอาจมองข้ามความมีสาระสำคัญนี้จะบ่งชี้ให้เห็นถึงข้อมูล ซึ่งหากถูกละเว้นหรือบิดเบือนไป จะทำให้การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อผู้ต้องการนำไปใช้งานเกิดความผิดพลาดได้
การติดตามผล (Monitoring)	การประเมินอย่างต่อเนื่องหรือเป็นระยะของการปล่อยและดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจกหรือข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การทวนสอบ (Verification)	กระบวนการที่ทำอย่างเป็นระบบ มีความเป็นอิสระ และบันทึกเป็นลักษณะอักษร เพื่อประเมินการแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจก เมื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการทวนสอบ
หลักเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการทวนสอบ (Verification Criteria)	นโยบาย วิธีการดำเนินการ หรือข้อกำหนดที่ใช้ในการอ้างอิงเมื่อเปรียบเทียบกับหลักฐานต่างๆ
ผู้ทวนสอบ (Verifier)	บุคคลหรือกลุ่มบุคคลอิสระ ที่มีความสามารถและมีหน้าที่รับผิดชอบในกระบวนการทวนสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กร
ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของข้อมูล ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการคำนวณเชิงปริมาณ

1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คืออะไร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization) หรือรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัตถุดิบในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂ equivalent : CO₂eq) แบ่งการคำนวณออกเป็น 3 ขอบเขต (Scope) ได้แก่



รูปที่ 1 ขอบเขตการประเมินรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

จากรูปที่ 1 ขอบเขตการประเมินรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขององค์กร มีการแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ขอบเขต ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากการดำเนินงานขององค์กร (Direct Emissions) ประกอบด้วย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary Combustion) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive Emissions) ยกตัวอย่างเช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ การผลิตไฟฟ้า ความร้อนหรือไอน้ำเพื่อใช้ภายในหรือเพื่อจำหน่ายให้แก่องค์กรภายนอก การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยภายในพื้นที่ขององค์กร เป็นต้น

ขอบเขตที่ 2 กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า (Indirect Emissions from Purchased Electricity)

ขอบเขตที่ 3 กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emissions) นอกเหนือจากที่ระบุในขอบเขตที่ 1 และ 2 ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณก๊าซได้ แต่ไม่ถือเป็นข้อบังคับ ขึ้นอยู่กับองค์กร ยกตัวอย่างเช่น การใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง ไปสัมมนาด้วยยานพาหนะส่วนตัวหรือระบบขนส่งสาธารณะของบุคลากร เป็นต้น

2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คืออะไร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นปล่อยออกมาตลอดกระบวนการให้บริการจากกิจกรรมต่างๆ ในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ตั้งแต่การได้มาซึ่งอุปกรณ์ การขนส่ง การให้บริการ การใช้งาน และการจัดการของเสีย

3. ทำไมต้องคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การนำแนวคิดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรหรือการจัดทำรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรมาใช้ จะช่วยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดกระบวนการให้บริการจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ ซึ่งสามารถจำแนกสาเหตุและแหล่งของ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ และนำไปสู่การหามาตรการหรือแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมุ่งไปสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ

4. ก๊าซเรือนกระจกมีกี่ชนิด

ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มี 7 ชนิด ได้แก่

4.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide : CO₂)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดโดยธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในโรงงาน ภาคการขนส่ง หรือเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้การตัดไม้ทำลายป่ายังเป็นตัวการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากต้นไม้และป่าไม่สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้และกลายสภาพเป็นเนื้อไม้

4.2 ก๊าซมีเทน (Methane : CH₄)

แหล่งกำเนิดของก๊าซมีเทนมีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำนาข้าว ปศุสัตว์ การย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต ขยะอินทรีย์ที่กำลังย่อยสลาย (ในธรรมชาติและในที่ทิ้งขยะ) การเผาไหม้มูลชีวภาพ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ สามารถทำให้เกิดก๊าซมีเทนในบรรยากาศสูงถึงร้อยละ 20 ของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศทั้งหมดและก๊าซมีเทนยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า (ตารางที่ 1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน หรือ GWP) และมีอายุสะสมเฉลี่ยในชั้นบรรยากาศประมาณ 12 ปี

4.3 ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide : N₂O)

ปกติก๊าซชนิดนี้มีอยู่ในธรรมชาติจากมหาสมุทรและการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตในดินโดยแบคทีเรีย แต่ที่มีเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบันเนื่องมาจากเกษตรกรรม (ส่วนมากจาก

การใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ) และอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกบางชนิด นอกจากนี้ยังเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลและวัสดุอินทรีย์อื่นๆ ไนตรัสออกไซด์ยังถูกนำไปใช้โดยตรง ได้แก่ ใช้เป็นตัวเร่งระลอกของเหลว (Aerosol) และยาชา (ก๊าซหัวเราะ) ซึ่งเมื่อก๊าซไนตรัสออกไซด์ลอยขึ้นสู่บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ จะทำปฏิกิริยากับก๊าซโอโซน ทำให้เกราะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของโลกลดน้อยลง และไนตรัสออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 298 เท่า และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลา 114 ปี

4.4 ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon : HFCs)

ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับเป็นตัวทำความเย็น (ทั้งเพื่อการค้าและใช้ในครัวเรือน) ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ (ในบ้าน รถ สำนักงาน ฯลฯ) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารขยายตัวของโฟม ตัวทำละลาย สารสำหรับการดับเพลิง และตัวเร่งระลอกของเหลว (Aerosol) ถึงแม้จะถูกปล่อยออกมาในปริมาณน้อยแต่จะสร้างผลกระทบสูงมาก โดยมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดถึง 14,800 เท่า ขึ้นอยู่กับประเภทและมีอายุคงอยู่ในบรรยากาศสูงสุดถึง 270 ปี

4.5 ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon : PFCs)

ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอนเป็นก๊าซสังเคราะห์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท โดยกลุ่มก๊าซฟลูออรีนสามารถนำมาใช้แทนก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon : CFCs) ซึ่งเป็นสารที่ใช้อยู่ในปรับอากาศ ตู้เย็น สเปรย์ น้ำยาดับเพลิง

4.6 ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride : SF₆)

ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากที่สุดจากการประเมินของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการ

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) และมีอายุในบรรยากาศ 3,200 ปี ก๊าซนี้ถูกนำไปใช้ในด้านต่างๆ เช่น ยางรถยนต์ ฉนวนไฟฟ้า การผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า อุตสาหกรรมแมกนีเซียม เป็นต้น

4.7 ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃)

ก๊าซชนิดนี้ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่ภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ใช้กระบวนการผลิต โดยใช้ในการทำความสะอาดห้อง (Chamber) ที่ใช้สำหรับการให้ไอสารเคมีเกาะติดบนแก้วหรือซิลิคอนเวฟเฟอร์ และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ยังมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 17,200 เท่า

ก๊าซเรือนกระจกทั้ง 7 ชนิดนี้ในการรายงานแสดงผลจะอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent : CO₂eq) โดยเปรียบเทียบค่าก๊าซเรือนกระจกตัวอื่นด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) อ้างอิงจากคู่มือการคำนวณของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP 100) เป็นเกณฑ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในรอบ 100 ปี (GWP 100-yr)

สูตรทางเคมี	ค่า GWP	สูตรทางเคมี	ค่า GWP
CO ₂	1	CFC-13	14,400
CH ₄	25	HCFC-22	1,810
N ₂ O	298	HCFC-123	77
CFC-11	4,750	HCFC-124	609
CFC-12	10,900	HFC-23	14,800
HFC-32	675	HFC-152a	124
HFC-125	3,500	SF ₆	22,800

สูตรทางเคมี	ค่า GWP	สูตรทางเคมี	ค่า GWP
HFC-134a	1,430	PFCs	7,390 – 12,200
HFC-143a	4,470	NF ₃	17,200

ที่มา : IPCC Fourth Assessment Report, 2007

5. ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) เป็นค่าที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย โดยจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมและเทคโนโลยีของแหล่งปล่อยก๊าซในแต่ละประเทศ อาจมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามเงื่อนไขเฉพาะของกิจกรรมนั้น ๆ เรียกว่า ค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country specific emission factor) ซึ่งได้มาจากการตรวจวัดจริงหรือการทดลอง ในกรณีที่บางประเทศไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) สามารถอ้างอิงได้จาก 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถดูได้จากตารางที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_11335ee08a.pdf

ตารางที่ 2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ที่	ชนิดเชื้อเพลิง/พลังงาน	ค่า Emission Factor	หน่วย
1.	พลังงาน (การเผาไหม้แบบอยู่กับที่)		
	น้ำมันดีเซล	2.7080	kg CO ₂ eq/liter
	น้ำมันเบนซิน	2.1951	kg CO ₂ eq/liter
	LPG	1.6812	kg CO ₂ eq/liter
	LPG	3.1133	kg CO ₂ eq/kg

ที่	ชนิดเชื้อเพลิง/พลังงาน	ค่า Emission Factor	หน่วย
2. พลังงาน (การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่)			
	น้ำมันดีเซล	2.7446	kg CO ₂ eq/liter
	น้ำมันเบนซิน	2.2376	kg CO ₂ eq/liter
	LPG	1.7226	kg CO ₂ eq/liter
	LPG	3.1899	kg CO ₂ eq/kg
3. การใช้ไฟฟ้า			
	การใช้พลังงานไฟฟ้า	0.5821	kg CO ₂ eq/kWh
4. น้ำยาแอร์			
	R-22 (HCFC-22)	1,810	kg CO ₂ eq/kg
	R-134	1,100	kg CO ₂ eq/kg
	R-134a	1,430	kg CO ₂ eq/kg
5. อื่นๆ			
	กระดาษขาว A4 (1 รีม = 2.49 กิโลกรัม)	2.0859	kg CO ₂ eq/kg
	น้ำประปา	0.7043	kg CO ₂ eq/m ³

Update : มกราคม 2560

ที่มา : http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_11335ee08a.pdf

6. จะแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างไร

การแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นปล่อยออกมาตลอดกระบวนการให้บริการจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

- **ความตรงประเด็น (Relevance)**

มีการเลือกแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ข้อมูล รวมถึงวิธีการวัดและคำนวณที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมหรือประเมินได้นั้น ควรที่จะสะท้อนถึงปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในองค์กรหรือเกี่ยวข้องกับองค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถช่วยส่งเสริมการตัดสินใจสำหรับการวางนโยบายขององค์กร

- **ความสมบูรณ์ (Completeness)**

ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวมหรือประเมินได้ ควรเป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กร หรือเกี่ยวข้องกับองค์กร

- **ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency)**

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ได้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแล้วต้องไม่ขัดแย้งกัน

- **ความถูกต้อง (Accuracy)**

ลดความมั่วคลิด และความไม่แน่นอนในการรวบรวมหรือคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุด

- **ความโปร่งใส (Transparency)**

มีการเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอและเหมาะสม สามารถตรวจสอบได้เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

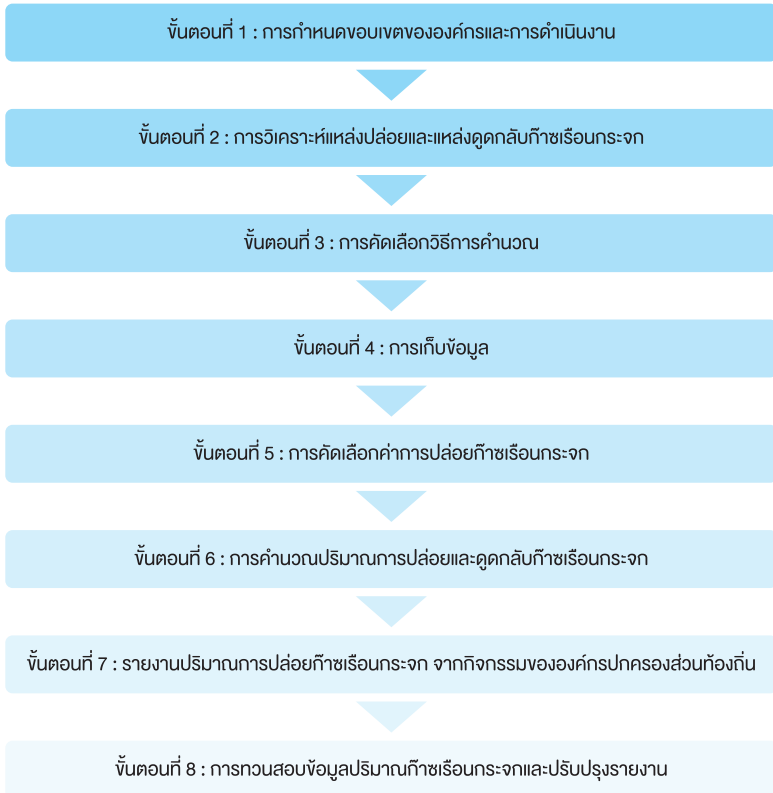
7. ใครบ้างที่เกี่ยวข้อง

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ต้องการจะทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ควรกำหนดผู้รับผิดชอบหลักและสร้างคณะทำงาน ทั้งนี้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรแต่งตั้งคณะทำงานพร้อมทั้งกำหนดบทบาทหน้าที่และสื่อสารให้ผู้ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กรทราบ

ซึ่งคณะทำงานควรมาจากหน่วยงานภายในทุกส่วนเพราะในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากรด้านต่างๆ เช่น การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้สารทำความเย็น ปริมาณขยะ ปริมาณการใช้กระดาษ ดังนั้น หากมีตัวแทนของแต่ละสำนัก กอง ฝ่าย เข้ามาร่วมคณะทำงานจะทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้ง่ายขึ้นและรวดเร็ว

8. คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างไร

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

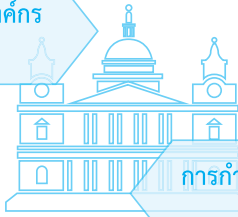


ขั้นตอนที่ 1

การกำหนดขอบเขตขององค์กรและการดำเนินงาน

โครงสร้างโดยทั่วไปขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย สำนัก ฝ่าย กอง หรือหน่วยงานอื่นๆ มากกว่าหนึ่งหน่วยงาน ซึ่งส่งผลให้มีแหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหนึ่งแหล่ง ดังนั้น การกำหนดขอบเขตเพื่อการประเมินข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญและต้องมีความชัดเจนเหมาะสม ซึ่งการกำหนดขอบเขตประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

การกำหนดขอบเขตขององค์กร
(Organization Boundaries)



การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน
(Operational Boundaries)

1. กำหนดขอบเขตขององค์กร

การกำหนดขอบเขตขององค์กรฯ ในการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก สามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

1.1 แบบควบคุม (Control Approach)

กำหนดขอบเขตการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแบบควบคุม แบ่งเป็นการควบคุมการดำเนินงาน (Operation Control) และการควบคุมทางการเงิน (Financial Control) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การควบคุมจากการดำเนินงาน (Operation Control)

องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของแต่ละหน่วยงานภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร โดยดูจากที่องค์กรฯ เป็นเจ้าของและสามารถกำหนดบทบาทและควบคุมการทำงานได้ ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของแต่ละหน่วยงานที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน

(2) การควบคุมทางการเงิน (Financial Control)

ทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยงานภายใต้อำนาจการควบคุมทางการเงินขององค์กรฯ ซึ่งยึดตามสัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินขององค์กรฯ เป็นหลัก

1.2 แบบปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share)

กำหนดขอบเขตการรวบรวมผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยปันตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมทุน หรือลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้นๆ

ในการกำหนดขอบเขตขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรใช้วิธีการควบคุมจากการดำเนินงาน (Operation Control) เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีการแบ่งโครงสร้างและหน้าที่กระจายไปในหน่วยงานต่างๆ ที่ชัดเจน ส่งผลให้กิจกรรมที่อยู่ความรับผิดชอบของแต่ละสำนักและกองต่างๆ มีข้อมูลและการจัดเก็บรายละเอียดต่างๆ

เมื่อกำหนดขอบเขตขององค์กรแล้ว ก็จะสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

- แผนผังโครงสร้างการปกครองขององค์กร ที่มีโครงสร้างบริหารขององค์กร และโครงสร้างของคณะกรรมการประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

โครงสร้างการบริหารองค์กร

เทศบาลนครภูเก็ต



ที่มา: <http://www.phuketcity.go.th/content/structure>

รูปที่ 3 ตัวอย่างแผนผังโครงสร้างการบริหารของเทศบาลนครภูเก็ต

- สถานที่ตั้ง แผนผังบริเวณขององค์กร พื้นที่ความรับผิดชอบ โดยเฉพาะสถานที่ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- จำนวนพนักงานในองค์กร

- อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ในการคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2. กำหนดขอบเขตการดำเนินงาน

ในการกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emissions) คือ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีดังนี้

1. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น
 - การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามา แต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง
 - การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร โดยองค์กรเป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินงานดังกล่าว
2. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น
 - การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือ เช่าเหมา แต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง
3. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive Emissions) ตัวอย่างเช่น
 - การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศภายนอกที่เกิดขึ้น ณ บริเวณรอยเชื่อมต่อท่อของอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ภายในองค์กร เช่น

สารทำความเย็น หรือ การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ตั้งอยู่ภายในองค์กรในขณะทำการซ่อมบำรุง

- การใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้
- ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ
- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ย หรือสารเคมีเพื่อการชก้างหรือ ทำความสะอาดภายในองค์กร

4. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของชีวมวล (ดินและป่าไม้)

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า (Indirect Emissions from Purchased Electricity)

ทั้งนี้ การผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตและในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจะเกิด ณ แหล่งที่ผลิตไฟฟ้า ดังนั้น การใช้ไฟฟ้าในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะไม่ใช่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตั้งอยู่ แต่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า จึงเรียกว่า เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emissions) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ที่เกิดเนื่องจากการใช้สินค้าบริการ หรือการจ้างเหมาช่วง ตัวอย่างของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่

1. การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุม สัมมนา และติดต่อธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับองค์กร ด้วยระบบการขนส่งประเภทต่างๆ เช่น ยานพาหนะส่วนตัว ยานพาหนะที่ใช้ภายในองค์กร แต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร รถไฟ เรือโดยสาร เครื่องบิน

2. การเดินทางไป-กลับ จากที่พักถึงองค์กร เพื่อการทำงานของพนักงาน ด้วยยานพาหนะส่วนตัว หรือยานพาหนะที่ใช้ภายในองค์กร แต่จ้างเหมาบริการรวมน้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกองค์กร หรือระบบขนส่งสาธารณะ
3. การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน หรือกากของเสียที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการโดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้
4. กิจกรรมต่างๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเกิดจากการจ้างเหมารับช่วงดำเนินงานโดยหน่วยงาน หรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ อาทิ การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มจากกิจกรรมการประกอบอาหารภายในโรงอาหารโดยการจ้างเหมาจากบุคคล หน่วยงาน หรือองค์กรภายนอก
5. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกำจัดกากของเสีย และการบำบัดน้ำเสียโดยหน่วยงาน หรือองค์กรอื่น ภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้
6. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์หรือบริการขององค์กรในช่วงการใช้งาน และช่วงการจัดการซาก
7. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าทางอ้อมของบ้านพักพนักงานภายในองค์กร
8. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการใช้น้ำประปาภายในองค์กร
9. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากวัสดุสำนักงานที่มีการใช้ภายในองค์กร เช่น กระดาษ หมึกพิมพ์ ดินสอ ปากกา ยางลบ เป็นต้น

โดยการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในขอบเขตที่ 3 นี้จะพิจารณาตั้งแต่การผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการกำจัดทิ้ง

ตารางที่ 3 ตัวอย่างกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภท

ขอบเขตที่	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ขอบเขตที่ 1	1	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องปั่นกระแสไฟฟ้า
	2	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจากแหล่งที่มีการเคลื่อนที่ได้ เช่น ยานพาหนะ รถตักหน้าขุดหลัง เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นยากันยุง เป็นต้น
	3	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่นๆ	การรั่วซึมของก๊าซจากอุปกรณ์ข้อต่อ ถึงกักเก็บ และการขนส่ง เช่น สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
	4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะ	การจัดการขยะจากหลุมฝังกลบขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท. ดำเนินการเอง)
	5	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเตาเผาขยะ	การจัดการขยะการเผาไหม้ขยะ
	6	การบำบัดน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท. ดำเนินการเอง)
	7	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากท่อระบายน้ำ	การหมักหมมในท่อระบายน้ำ
	8	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของชีวมวล	ดิน ป่าไม้ พืชหญ้า และแหล่งน้ำ ตามธรรมชาติ
ขอบเขตที่ 2	9	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า	การใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในและนอกสำนักงาน ภัตตาคาร ไฟจราจร

ขอบเขตที่	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ขอบเขตที่ 3	10	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะ	การจัดการขยะจากหลุมฝังกลบขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท. ให้งานงานข้างนอกดำเนินการให้)
	11	การบำบัดน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท. ให้งานงานข้างนอกดำเนินการให้)
	12	การเดินทางไปราชการ	การเดินทางของพนักงานเพื่องานราชการโดยรถสาธารณะ ไม่รวมรถที่เป็นของราชการ
	13	การเดินทางของพนักงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเดินทางไป-กลับระหว่างบ้านกับที่ทำงาน
	14	การใช้งานของผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนการใช้น้ำประปา อุปกรณ์สำนักงาน เช่น กระดาษ หมึกพิมพ์ เป็นต้น
	15	การเดินทางของผู้มาติดต่อ	กิจกรรมการเดินทางของผู้มาติดต่อกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
	16	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก 15 ลักษณะข้างต้น	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 15 ประเภทข้างต้น โดยองค์กรต้องทำการระบุรายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2

การวิเคราะห์แหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

เมื่อดำเนินการกำหนดขอบเขตในทั้ง 2 ส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องวิเคราะห์แหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในขอบเขตขององค์กร และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของกิจกรรมหลักในแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กอง/สำนัก	ตัวอย่างหน้าที่และกิจกรรม	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อม	ขอบเขตที่
สำนักปลัด	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของสำนักปลัด	2
	- งานการเจ้าหน้าที่	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของสำนักปลัด	1
	- งานทะเบียนราษฎร	- การใช้สารเคมีดับเพลิง	1
	- งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และงานรักษาความสงบเรียบร้อยและความมั่นคง	- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
		- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
กองวิชาการและแผนงาน	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองวิชาการฯ	2
	- งานวิเคราะห์นโยบายและแผนงาน	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองวิชาการฯ	1
	- งานนิติกร	- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
	- งานประชาสัมพันธ์ และงานจัดทำงบประมาณ	- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
กองคลัง	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองคลัง	2
	- งานแผนที่ภาษี	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองคลัง	1
	- งานผลประโยชน์	- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
	- งานการเงินและบัญชี	- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
	- งานพัสดุและทรัพย์สิน พัฒนางานรายได้		
	- งานเร่งรัดรายได้ และงานทะเบียนทรัพย์สิน		

กอง/สำนัก	ตัวอย่างหน้าที่และกิจกรรม	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อม	ขอบเขตที่
กองช่าง	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองช่าง	2
	- งานวิศวกรรม	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองช่าง	1
	- งานสถาปัตยกรรม	- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
	- งานสวนสาธารณะ	- การใช้ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชสำหรับงานดูแลสวน	1
	- งานผังเมือง งานสถานที่และไฟฟ้า	- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองสาธารณสุขฯ	2
	- งานแผนงานสาธารณสุข	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองสาธารณสุขฯ	1
	- งานสุขาภิบาลและอนามัยสิ่งแวดล้อม	- หลุมฝังกลบขยะ	1 หรือ 3
	- งานรักษาความสะอาด และงานเผยแพร่และฝึกอบรม	- บ่อบำบัดน้ำเสีย	1 หรือ 3
		- การใช้สารเคมีเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ	3
		- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
		- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
กองการศึกษา	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองการศึกษา	2
	- งานการเจ้าหน้าที่	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองการศึกษา	1
	- งานบริหารวิชาการ	- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
	- งานการเงิน		
	- งานโรงเรียน	- การประกอบอาหารโดยใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG)	1
	- งานนิเทศการศึกษา	- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
	- งานกิจการนักเรียน และงานการศึกษานอกโรงเรียน		
กองสวัสดิการและสังคม	- งานธุรการ	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองสวัสดิการฯ	2
	- งานสังคมสงเคราะห์ และงานสวัสดิภาพเด็กและเยาวชน	- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองสวัสดิการฯ	1
		- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
		- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3

กอง/สำนัก	ตัวอย่างหน้าที่และกิจกรรม	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อม	ขอบเขตที่
กองประปา	- งานธุรการ และงานประปา	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของกองประปา	2
		- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของกองประปา	1
		- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
		- การใช้สารเคมีเพื่อผลิตน้ำประปา	3
		- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3
สถานธนาบาล	- งานรับจําหน่ายทรัพย์สินต่างๆของประชาชน	- การใช้ไฟฟ้าของอาคารสำนักงานของสถานธนาบาล	2
		- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะของสถานธนาบาล	1
		- การเดินสารทำความเย็นสำหรับอาคารและยานพาหนะ	1
		- การใช้วัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษและน้ำประปา	3

ขั้นตอนที่ 3

การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

เมื่อดำเนินการกำหนดขอบเขตและระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแล้ว ขั้นตอนต่อไปองค์กรต้องคัดเลือกวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์อย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการใดก็ได้แต่ต้องมีเหตุผลประกอบ และต้องแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน ซึ่งการคำนวณมีทั้งหมด 3 วิธี ดังต่อไปนี้

1. วิธีวัดจากการตรวจวัด (Measurement-based Methodologies)

ทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีมาตรฐานสากล

การวัดโดยตรงเหมาะสำหรับองค์กรที่มีเครื่องมือตรวจวัดติดตั้งอยู่และสามารถตรวจวัดต่อเนื่องได้อยู่แล้ว สำหรับองค์กรฯ ที่ไม่มีเครื่องมือตรวจวัด ไม่จำเป็นจะต้องจัดหาอุปกรณ์มาตรวจติดตั้ง องค์กรสามารถใช้วิธีวัดจากการคำนวณได้

2. วิธีวัดจากวิธีการคำนวณ (Calculation-based Methodologies)

การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือ การทำสมการมวลสารสมดุล หรือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) หรือ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของตันหรือกิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO₂e หรือ kgCO₂e) การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก}$$

โดยที่

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) คือ ปริมาณการใช้พลังงานหรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซออกมา เช่น ปริมาณการใช้น้ำมัน

เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่นับออกมาเป็นหน่วยของการใช้งาน

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยกิจกรรม

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะต้องมีความโปร่งใสและสามารถบอกถึงที่มาของการคำนวณและแหล่งอ้างอิงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

ในการวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของประเทศไทย **ควรใช้วิธีการวัดจากการคำนวณ (Calculation-based Method)** เนื่องจากวิธีวัดจากการตรวจวัดต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีข้อจำกัดในด้านของทรัพยากรบุคคล เครื่องมือและงบประมาณ

3. วิธีวัดจากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ

องค์กรฯ สามารถหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ ตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บ และข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งได้จากการตรวจวัด มาทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยสมการมวลสารสมดุล เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4

การเก็บข้อมูล

การใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณต้องมีการคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ขัดแย้งกับวิธีการคำนวณที่ได้เลือกไว้ ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งหมดควรได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี

1. วิธีรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลกิจกรรมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น (1) เก็บข้อมูลในระดับปฐมภูมิ เช่น ใบเสร็จรับเงิน บันทึกเบิก-จ่าย บันทึกอนุมิติ สมุดบันทึก เป็นต้น (2) ในกรณี

ที่ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลในระดับปฐมภูมิได้ ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิได้ เช่น การคำนวณข้อมูลสถิติ การสำรวจ เป็นต้น

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาและหน่วยของการเก็บข้อมูล

กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาของข้อมูล	หน่วย
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร		
- การใช้เครื่องจักรอยู่กับที่ เช่น เครื่องปั้มน้ำ เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นยุง ที่ใช้น้ำมันเบนซิน	ใบเสร็จรับเงิน	ลิตร
- การใช้เครื่องจักรอยู่กับที่ซึ่งใช้เชื้อเพลิง LPG	ใบเสร็จรับเงิน	กิโลกรัม
- การใช้น้ำมันขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ใช้น้ำมันเบนซิน	ใบเสร็จรับเงิน	ลิตร
- การใช้น้ำมันขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ใช้น้ำมันดีเซล	ใบเสร็จรับเงิน	ลิตร
- การกำจัดของเสียด้วยการฝังกลบสำหรับขยะไม่แยกประเภท	บันทึก	ตัน
- การเติมสารทำความเย็น HFC-134a	ใบเสร็จรับเงิน	กิโลกรัม
- การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเติมอากาศ	บันทึกการตรวจวัด	ลูกบาศก์เมตร
- การใช้ปุ๋ยเคมี	บันทึกการเบิกจ่าย	กิโลกรัม
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า		
- การใช้ไฟฟ้า	ใบเสร็จรับเงิน	กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ		
- การจ้างเหมารับช่วงขนส่งของเสียขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ด้วยเชื้อเพลิงดีเซล	ใบเสร็จรับเงิน	ลิตร
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำประปา	ใบเสร็จรับเงิน	ลูกบาศก์เมตร
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้กระดาษขาว	บันทึกการเบิกจ่าย	กิโลกรัม

กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาของข้อมูล	หน่วย
- การเดินทางไป-กลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากร ด้วยยานพาหนะส่วนตัวที่ใช้น้ำมันดีเซล	การสำรวจ	ลิตร
- การเดินทางไป-กลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากร ด้วยยานพาหนะส่วนตัวที่ใช้น้ำมันเบนซิน	การสำรวจ	ลิตร

2. ช่วงความถี่และช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลา 1 ปี ตามปีปฏิทินหรือปีงบประมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบบัญชีและการเบิกจ่ายของแต่ละองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แต่โดยปกติแล้วองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นส่วนใหญ่จะมีระบบบัญชีและการเบิกจ่ายตามปีงบประมาณ (ตุลาคม-กันยายน)

3. การเลือกปีฐาน

การเลือกปีที่น่ามาเป็นปีฐานของการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรเลือกปีที่มีข้อมูลสมบูรณ์และมีการเก็บข้อมูลอย่างแม่นยำและถูกต้อง และหลีกเลี่ยงปีที่มีภาวะอากาศที่แปรปรวน เช่น ไม่ควรเลือกปีที่ร้อนเกินไปจากอุณหภูมิเฉลี่ยมาก หรือปีที่เย็นกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมากเพราะจะทำให้องค์กรอาจจะใช้พลังงานมากเกินไป หรือน้อยเกินไปจากภาวะปกติ ซึ่งจะส่งผลถึงค่าที่ได้นั้นไม่เป็นตัวแทนของทั้งหมด หรือเลือกใช้ค่าเฉลี่ยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จาก 3 ปีงบประมาณก็ได้

ขั้นตอนที่ 5

การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ซึ่ง

- 1) ทราบแหล่งที่มา
- 2) เหมาะสมใช้กับแหล่งปล่อยหรือดูกลับก๊าซเรือนกระจกแต่ละแหล่ง
- 3) เป็นค่าปัจจุบันในขณะที่ใช้คำนวณ
- 4) ไม่ขัดแย้งกับบัญชีข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถดูได้จากตารางที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือดูข้อมูลเพิ่มเติมที่ http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_11335ee08a.pdf

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบปฐมภูมิ สามารถเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรม โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพของข้อมูลได้ดังนี้

- ฐานข้อมูลที่ทำการศึกษและเผยแพร่โดยองค์กรภายในประเทศ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมนั้นๆ
- ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai LCI Database) ซึ่งรวบรวมและจัดการโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ www.thailecidatabase.net)
- ข้อมูลวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศซึ่งผ่านการกรองแล้ว
- ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูปด้านการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA Software) ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมหรือฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ เป็นต้น
- ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) องค์กรของสหประชาชาติ

ตารางที่ 6 ตัวอย่างค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ชื่อ	หน่วย	ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (KgCO ₂ eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
ไฟฟ้า	กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)	0.5821	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014)
น้ำมันดีเซล (การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่)	ลิตร (l)	2.7446	IPCC
น้ำมันเบนซิน (การเผาไหม้แบบอยู่กับที่)	ลิตร (l)	2.1951	IPCC

ขั้นตอนที่ 6

การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถคำนวณใน 2 ส่วน คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของทั้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และ ปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการปลูกต้นไม้และพื้นที่สีเขียว



1. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ

1.1 กิจกรรมและการใช้สาธารณูปโภคของอาคารสถานที่

1.1.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของอุปกรณ์และเตาเผาต่างๆ

การเผาไหม้อยู่กับที่ หมายถึง การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า หรือผลิตความร้อน ในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่มีตำแหน่งที่คงที่ เช่น เตาเผาหม้อไอน้ำ เครื่องปั่นกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เครื่องยนต์

สันดาปภายในที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซหุงต้ม ถ่านหิน น้ำมันเตา น้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO_2eq) = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (l) x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($\text{kgCO}_2\text{eq/l}$)

ตัวอย่าง : สำนักปลัดใช้น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 10,000 ลิตรต่อปี

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} &= 10,000 \text{ l} \times 2.708 \text{ kgCO}_2\text{eq/l} \\ &= 27,080 \text{ kgCO}_2\text{eq}\end{aligned}$$

*หมายเหตุ : ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้น้ำมันดีเซล
(การเผาไหม้แบบอยู่กับที่ = $2.708 \text{ kgCO}_2\text{eq/l}$)

ในกรณีที่ไม่มีกรณจดบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจริง เราสามารถประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากวิธีดังต่อไปนี้

1. คำนวนจากการใช้ของปีที่ผ่านมาโดยข้อมูลของปีที่เลือกมานั้นจะต้องมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ตั้งอยู่บนเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน เช่น มีการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศในแต่ละวันคงที่
2. คำนวนจากการเทียบเคียงกับอาคารหรือสถานที่ที่มีลักษณะเดียวกัน มีเครื่องจักรและอุปกรณ์เหมือนกันในปริมาณต่อหน่วยพื้นที่ เช่น การประเมินการใช้เชื้อเพลิงต่อหนึ่งตารางเมตรของอาคารที่ใช้เทียบเคียง และนำไปคำนวณต่อพื้นที่ของอาคารที่อยู่ในการพิจารณา

1.1.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถหาข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าจากทุกแหล่งที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นเจ้าของ เช่น อาคารสำนักงาน ไฟสาธารณะ ไฟจราจร บั๊มน้ำ โรงบำบัดน้ำเสีย อาคารกำจัดขยะ อาคารต่างๆ เป็นต้น สามารถคำนวณค่า CO_2 Emission ได้จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละปีที่ต้องการคำนวณคูณด้วยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO₂eq) = ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO₂eq/kWh)

ตัวอย่าง : สำนักปลัดใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน 2,000 kWh ต่อปี

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} &= 2,000 \text{ kWh} \times 0.5821 \text{ kgCO}_2\text{eq/kWh} \\ &= 1,162 \text{ kgCO}_2\text{eq}\end{aligned}$$

*หมายเหตุ : ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้า = 0.5821 kgCO₂eq/kWh

ในกรณีที่ไม่มีกรณียกเว้นที่ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง หรือมิเตอร์ไฟฟ้ารวมที่ไม่ได้แยกส่วน หรือการที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเช่าพื้นที่อาคารบางส่วนของอาคารสำนักงานที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่ได้เป็นเจ้าของ สามารถประมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 สำนักงานของอาคารอื่น ต้องมีการปันส่วนการใช้ไฟฟ้าของแต่ละสำนักที่ไม่ได้มีการแยกมิเตอร์ไฟฟ้า สามารถคิดได้จากสมการ

$$\text{ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้} = (\text{พื้นที่ในส่วนรับผิดชอบ} \times \text{ปริมาณไฟฟ้าทั้งอาคาร}) / (\text{พื้นที่อาคาร} \times \text{อัตราการเช่า})$$

อัตราการเช่า หมายถึง จำนวนพื้นที่มีคนเช่าต่อจำนวนพื้นที่ทั้งหมด

ตัวอย่างเช่น หากมีสำนักงานต่างๆ เข้าทำงานอยู่ในพื้นที่ร้อยละ 75 ของพื้นที่อาคารให้ใช้ตัวเลข 0.75 ในสมการ

แบบที่ 2 กรณีไม่มีข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้า ให้ใช้ข้อมูลของอื่นๆ ที่ผ่านมา โดยการนำข้อมูลของปีที่เลือกมานั้นจะต้องมีการใช้ไฟฟ้าที่ตั้งอยู่บนเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน เช่น มีการตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศในแต่ละวันคงที่ การเปิด-ปิด ทำการของอาคาร เป็นต้น (ไม่แนะนำ)

แบบที่ 3 ใช้วิธีเทียบเคียงกับอาคารหรือสถานที่ที่มีลักษณะเดียวกัน มีเครื่องจักรและอุปกรณ์เหมือนกันในปริมาณต่อหน่วยพื้นที่ เช่น ประเมินการใช้เชื้อเพลิงต่อหนึ่งตารางเมตรของอาคารที่ใช้เทียบเคียง และนำไปคำนวณต่อพื้นที่ของอาคารที่อยู่ในการพิจารณา (ไม่แนะนำ)

แบบที่ 4 ในกรณีของไฟฟ้าสาธารณะ ไฟจราจรที่ไม่มีมิเตอร์วัด หรือกรณีที่ไม่สามารถทราบถึงค่ามิเตอร์ไฟฟ้ารวมในอาคาร ให้ใช้วิธีการหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ มาคำนวณเทียบกับเวลาที่ใช้ในแต่ละวันของแต่ละชนิด โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งปี} = \text{จำนวนวัตต์ทั้งหมด (w) x ชั่วโมงการเปิดใช้เฉลี่ย (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี) ต่อวัน (hr./day)} \\ \times 365 (\text{จำนวนวันใน 1 ปี}) / 1,000 (\text{ทำให้เป็นกิโลวัตต์})$$

โดย

$$\text{จำนวนวัตต์ทั้งหมด} = \text{จำนวนวัตต์จากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่รวมอยู่ในการพิจารณา}$$

1.1.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากรั่วไหลของสารทำความเย็นและสารเคมีดับเพลิง

โดยปกติทั่วไปองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องมีการเติมสารทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศและตู้เย็นในความรับผิดชอบ นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีจากถังดับเพลิงสำหรับกรณีซ้อมดับเพลิงหรือเกิดเพลิงไหม้ซึ่งสารทำความเย็นและสารเคมีดับเพลิงจัดอยู่ในกลุ่ม HFCs ซึ่งสามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้ ดังนั้น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องเก็บข้อมูลปริมาณสารทำความเย็นที่เติมเข้าไปในอุปกรณ์ต่างๆ แต่ละครั้ง และเมื่อได้ปริมาณแล้วก็นำมาคูณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แล้วแปลงค่านั้นให้อยู่ในปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂eq)

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

$$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO}_2\text{eq)} = \text{ปริมาณสารทำความเย็นที่มีการเติมทั้งปีในอุปกรณ์แต่ละชนิด (kg) x} \\ \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO}_2\text{eq/kg)}$$

ตัวอย่าง : สำนักปลัดมีการเติมสารทำความเย็นชนิด R-134A ในเครื่องปรับอากาศ จำนวน 12 กิโลกรัมต่อปี

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} &= 12 \text{ kg} \times 1,430 \text{ kgCO}_2\text{eq/kg} \\ &= 17,160 \text{ kgCO}_2\text{eq}\end{aligned}$$

*หมายเหตุ : ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้สารทำความเย็นชนิด R-134A = 1,430 kgCO₂eq/kg

1.1.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้สารเคมี

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารเคมีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 สารเคมีไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในระหว่างการใช้งาน ให้นำปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปคูณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ (ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีที่ใช้ได้ ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท สมบัติทางกายภาพ และเคมีของสารเคมีที่มีลักษณะใกล้เคียงมาใช้คำนวณแทน)

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO₂eq) = ปริมาณสารเคมี x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารเคมีที่ใช้

กรณีที่ 2 สารเคมีสามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกระหว่างการใช้งาน โดยปฏิกิริยาเคมี ให้ทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการมวลสารสัมพันธ์ แล้วนำไปรวมกับค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากกรณีที่ 1

1.1.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี ทำได้โดยนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริง คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและสูตรของปุ๋ยที่ใช้

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO_2eq) = ปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริง (kg) $\times$ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและสูตรของปุ๋ยที่ใช้ ($\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$ ปุ๋ย)

1.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะ

1.2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ในยานพาหนะและอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่

ยานพาหนะที่ใช้สำหรับการเดินทางบรรทุกหรือการก่อสร้าง เช่น รถยนต์เก๋ง รถตู้ รถกระบะ รถบรรทุก 6 ล้อ หรือ 10 ล้อ เรือ เครื่องบิน รถไถ รถดักหน้าชุดหลัง รถโฟล์คลิฟท์ รถตัดหญ้า รถกระเช้า ที่มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเผาไหม้ เช่น น้ำมันเบนซิน ก๊าซแอลพีจี สามารถคำนวณค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ในยานพาหนะและอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ ดังนี้

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (kgCO_2eq) = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิด $\times$ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในกรณีที่ไม่มีกรจตบันทึกรข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจริง เราสามารถหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจาก

1 การประมาณจากการอัตราการจ่ายเงินค่าเดินทาง (บาท/กิโลเมตร)

ระยะทางทั้งปี (กิโลเมตร) = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท) / อัตราค่าเดินทางขององค์กรฯ (บาทต่อกิโลเมตร)

โดยปกติ การใช้รถยนต์จะมีทั้งในเมืองและต่างพื้นที่ ดังนั้น การหาปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้โดยการประมาณจากระยะทาง ควรใช้สมมติฐาน ดังนี้

- (1) สำหรับการเดินทางโดยรถยนต์ กำหนดให้เป็นการเดินทางระหว่างเมือง ร้อยละ 45 และเป็นการเดินทางในเมืองร้อยละ 55
- (2) สำหรับรถบรรทุกหากไม่มีบันทึกการใช้งาน สามารถใช้ข้อสมมติฐานเรื่องอัตราสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง ดังนี้
 - รถบรรทุกขนาดกลาง (ขนาดบรรทุกช่วง 10,000-26,000 ปอนด์) ใช้ อัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง 8.0 mpg
 - รถบรรทุกขนาดใหญ่ (ขนาดบรรทุกมากกว่า 26,000 ปอนด์) ใช้ อัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง 5.8 mpg

(ที่มา : U.S. Department of Energy, Transportation Energy Data Book, Ed. 26, 2007, Table 5.4)

หมายเหตุ : mpg = ไมล์ต่อแกลลอน (mile per gallon)
= 0.4251 กิโลเมตรต่อลิตร

2 การประมาณปริมาณเชื้อเพลิงจากจำนวนเงินที่จ่ายไป

ในกรณีที่ไม่สามารถหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิง จากการจดบันทึกระยะทาง การเบิกจ่ายค่าเดินทาง สามารถคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ได้จากข้อมูลของการจ่ายเงินค่าเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะนั้นๆ โดยต้องทราบราคาขายของเชื้อเพลิง ณ เวลานั้น แต่หากไม่มีการจดบันทึกราคาซื้อเชื้อเพลิง ณ เวลานั้นไว้ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของราคาเชื้อเพลิงทั้งปี

$$\text{ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง} = (\text{ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง} - \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม}) / \text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง}$$

3 การประมาณปริมาณเชื้อเพลิงจากข้อมูลการใช้งาน

ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งตามหัวข้อ 1 และ 2 ได้เลย แต่ยังมีข้อมูลบันทึกของปีที่ผ่านมา หรือปีปัจจุบัน เราสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาประมาณการได้ โดยการประมาณจะต้องพิจารณาว่าในปีที่ผ่านมา หรือปีปัจจุบันมีการใช้งานยานพาหนะในเงื่อนไขเหมือนเดิม หรือใช้ปฏิบัติงานเหมือนเดิมหรือไม่ (ไม่แนะนำ)

1.2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางด้วยเครื่องบิน

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางโดยเครื่องบินสามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีมีข้อมูลระยะทาง ให้คำนวณจากระยะทางที่เดินทางของผู้โดยสาร คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบินต่อผู้โดยสาร

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ระยะทางในการเดินทางของพนักงานโดยเครื่องบิน (กิโลเมตร) x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tonCO₂/km)

วิธีที่ 2 กรณีไม่มีข้อมูลระยะทาง ให้คำนวณจากจำนวนเที่ยวในการเดินทาง คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบินต่อเที่ยว (หรือใช้ค่าเฉลี่ย 1,500 กิโลเมตรต่อเที่ยว)

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = จำนวนเที่ยวในการเดินทางของพนักงานโดยเครื่องบิน x 1,500 กิโลเมตร x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดการขยะมูลฝอย

ภารกิจหนึ่งที่สำคัญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น คือ การให้บริการด้านการจัดเก็บและกำจัดขยะของชุมชน ซึ่งบางองค์กรฯ อาจมีระบบการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการฝังกลบของตนเอง หรือบางองค์กรฯ อาจมีการจัดจ้างผู้รับเหมาในการกำจัดขยะมูลฝอย ทั้งนี้หากองค์กรฯ มีระบบการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยการฝังกลบของตนเอง การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใช้ข้อมูลตามวิธีการกำจัดจริง แต่หากไม่มีข้อมูลตามวิธีการกำจัดจริง ให้คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดกากของเสียแบบฝังกลบ (Landfill) โดยใช้ข้อมูลปริมาณ

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น (tCO₂eq/ตันมูลฝอย) ของการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) โดยอาศัยหลักการปฏิกิริยาการย่อยสลายอันดับหนึ่ง (First Order Decay : FOD) ของขยะซึ่งหลักการนี้ใช้ในการคำนวณหาการปล่อยก๊าซดังกล่าวพิจารณาจากปริมาณขยะที่ถูกนำมาฝังกลบ (Landfill) หรือเทกอง (Open Dump) ในพื้นที่ต่อปี โดยกองขยะจะเริ่มมีการย่อยสลายและปล่อยก๊าซ CH₄ ในปีที่สองของการจัดการ สมการที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CH₄ จากการจัดการขยะมูลฝอย แสดงตามสมการที่ 1

สมการที่ 1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการจัดการขยะมูลฝอย

$$CH_4 Emissions = \left[\sum_x CH_4 generated_{x,T} - R_T \right] \times (1 - R_T)$$

โดยที่

- CH₄ generated_T = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) จากการย่อยสลายของขยะ หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH₄/yr
- DDOCmdecomp_T = ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH₄/yr
- F = สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) จากบ่อฝังกลบ (ใช้ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ)
- 16/12 = ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนจากคาร์บอน (C) ไปเป็นก๊าซมีเทน (CH₄)

สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ (DDOCmdecomp_T) ในปีเริ่มทำการฝังกลบ และในช่วงปีที่พิจารณาการปล่อยก๊าซมีเทนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 และ 3

สมการที่ 2 และ 3 การประเมินหาปริมาณอินทรีย์สารในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ในปีที่เริ่มฝังกลบ

$$\begin{aligned}\text{DDOCmdecomp}_T &= \text{DDOCma}_{T-1} \times (1-e^{-k}) \\ \text{DDOCma}_T &= \text{DDOCma}_T \times (\text{DDOCma}_{T-1} \times e^{-k})\end{aligned}$$

โดยที่

- DDOCma_{T-1} = ปริมาณการสะสมของขยะมูลฝอย ณ สิ้นปี ของปีที่พิจารณา
หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH_4/yr
- DDOCma_T = ปริมาณการสะสมของขยะมูลฝอย ณ สิ้นปี ของปีที่เริ่มมีการจัดการขยะ
หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH_4/yr
- DDOCmd_T = ปริมาณการสะสมของอินทรีย์สารที่สามารถย่อยสลายได้ในปีที่พิจารณา
หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH_4/yr
- k = ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยา โดย $k = \ln(2)t_{1/2} \text{ (yr}^{-1}\text{)}$
- $t_{1/2}$ = Haft-life time (ปี)

1.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัด

การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัด ณ แหล่งกำจัดใด หากมีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงหรือระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง ให้ทำการคำนวณตามแนวทางการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ในยานพาหนะและอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ แต่หากไม่มีข้อมูลดังกล่าว ให้คำนวณโดยการตั้งสมมติฐานของการขนส่งจากของเสียโดยประมาณระยะทางจากองค์กรไปยังเมืองหรือจังหวัดที่เป็นสถานที่กำจัดกากของเสีย เช่น ขนไปกำจัดด้วยรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน (วิ่งปกติ) บรรทุกแบบน้ำหนักเต็ม และให้พิจารณาการขนส่งจากกลับที่เป็นรถบรรทุกเปล่าด้วย โดยใช้ค่าสมมติฐานของระยะทางในการขนส่ง เท่ากับ 40 กิโลเมตร

1.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากสถานีบำบัดน้ำเสีย

1.5.1 ในกรณีที่ต้องคัดกรองส่วนท้องถื่นไม่มีการเก็บรวบรวมปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง ให้ประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 80% ของปริมาณน้ำที่มีการใช้จริงทั้งหมดภายในองค์กร

โดยในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียคิดจากการนำปริมาณน้ำเสีย คูณด้วยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย ตามตารางที่ 8

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณน้ำเสีย x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทการบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 8 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย

ประเภทของการบำบัดน้ำเสีย	Methane Conversion Factor (kg CH ₄ /kg COD)	Emission Factor (kg CO ₂ eq/kg COD)	หมายเหตุ
กรณีน้ำเสียไม่ได้รับการบำบัด			
การปล่อยน้ำเสียลงสู่ทะเล แม่น้ำ และบึงโดยตรง	0.025	0.625	ไม่รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากสารอินทรีย์ภายในแหล่งน้ำ
กรณีน้ำเสียได้รับการบำบัด			
โรงบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ	0	0	
โรงบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ	0.075	1.875	ประเภทที่ไม่มีการควบคุมดูแลและมีการทำงานเกินความจุ
ระบบกำจัดสลัดจ์แบบไม่เติมอากาศ	0.20	5	ไม่รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ดักเก็บได้จากระบบบำบัด
Reactor แบบไม่เติมอากาศ	0.20	5	ไม่รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ดักเก็บได้จากระบบบำบัด
บ่อบำบัดดินแบบไม่เติมอากาศ	0.05	1.25	ความลึกไม่เกิน 2 เมตร

ประเภทของการบำบัดน้ำเสีย	Methane Conversion Factor (kg CH ₄ /kg COD)	Emission Factor (kg CO ₂ eq/kg COD)	หมายเหตุ
บ่อบำบัดสักรแบบไม่เติมอากาศ	0.20	5	ความเสี่ยงมากกว่า 2 เมตร

ที่มา : IPCC (2006), Chapter 6: Waste Water Treatment and Discharge

1.5.2 กรณีที่มีการเก็บรวบรวมคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดสามารถทำการคำนวณได้ตามสมการ (4) ดังต่อไปนี้

$$\text{COD}_{\text{Removal}} = R \times C \times Q \quad (4)$$

เมื่อ

R คือ ค่าประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (%) ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบบำบัด

C คือ ค่าความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสีย (kg/m³)

Q คือ อัตราการผลิตน้ำเสีย (m³)

จากสมการที่ (4) สามารถคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสียได้ดังสมการที่ (5)

$$\text{GHG}_{\text{Generation}} = \text{COD}_{\text{Removal}} \times L \quad (5)$$

เมื่อ

COD_{Removal} คำนวณได้จากสมการ (4)

L คือ ค่าอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ หรือ CH₄ (m³/kg) โดยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพสำหรับน้ำเสียจากแหล่งชุมชน มีค่าเท่ากับ 0.6 m³/kg

ที่มา: EPA Inventory of US Greenhouse Gas Emission and Sinks: 1990-2006, Chapter 8-8-9 (2006)

1.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในกิจกรรมขอบเขตที่ 3

นอกเหนือจากแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขอบเขตที่ 1 และ 2 ที่อธิบายไว้ในบทก่อนหน้านี้ ยังมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ทั้งหมดที่ไม่ครอบคลุมในขอบเขตที่ 2 เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มา

ซึ่งวัตถุดิบที่จะมาผลิตสินค้าที่ซื้อมาใช้ในองค์กรฯ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่ได้เป็นเจ้าของหรือมีอำนาจควบคุมทั้งหมด (เช่น การเดินทางมาทำงานของพนักงานและการเดินทางไปราชการโดยรถสาธารณะ) กิจกรรมการจ้างเหมาดำเนินการ เช่น การกำจัดขยะ การขุดหลุมขยะ ตัดขยะ พลิกขยะ กิจกรรมภายนอกอื่นๆ การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 3 เป็นการรายงานแบบสมัครใจ อย่างไรก็ตาม ควรมีการทำรายงานครอบคลุมไปด้วยเพื่อให้การแสดงผลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความสมบูรณ์มากขึ้น

กิจกรรมที่อยู่ภายใต้ขอบเขตที่ 3 ได้แก่

1.6.1 การเดินทางมาทำงานของพนักงานโดยยานพาหนะส่วนตัวหรือสาธารณะ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} = \text{ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)} \times \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (kgCO}_2\text{eq/ลิตร)}$

หรือ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} = (\text{ระยะทาง/อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)}) \times \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (tonCO}_2\text{/km)}$

1.6.2 การเดินทางไปราชการโดยยานพาหนะที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นไม่ได้เป็นเจ้าของ เช่น รถสาธารณะ เครื่องบิน เป็นต้น

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} = \text{ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้} \times \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง}$

หรือ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = (ระยะทาง/อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

หรือ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ระยะทางที่เดินทาง × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบิน (กรณีเดินทางด้วยเครื่องบินโดยสาร)

1.6.3 การจ้างเหมาให้ผู้อื่นทำให้ เช่น งานลอกท่อ งานสูบล้างปฏิภาณ งานเก็บขยะ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง

หรือ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = (ระยะทาง/อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

1.6.4 การใช้วัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น กระดาษ

สมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณกระดาษที่ใช้ (กิโลกรัม) × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระดาษ ($\text{tCO}_2\text{eq/kg}$ กระดาษ)

2. การคำนวณปริมาณการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการปลูกต้นไม้ และพื้นที่สีเขียว

ในแต่ละพื้นที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมักมีกิจกรรมการปลูก ดูแล รักษา ซ่อมแซมต้นไม้ ทั้งในสวนสาธารณะ สวนสุขภาพ พื้นที่ส่วนกลางรอบบริเวณอาคาร ทางเดิน หรือสองข้างทาง เป็นประจำในแต่ละปี กิจกรรมดังกล่าวนี้ ผู้ปฏิบัติงานหรือเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบก็สามารถดำเนินการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ ดังนี้

2.1 การคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ (น้ำหนักแห้ง)

ในการสำรวจต้นไม้ที่ปลูกในพื้นที่สาธารณะทั้งที่เป็นเกาะกลางถนน สองข้างทาง สวนสาธารณะที่ใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจหรือสวนสุขภาพ ที่ใช้เป็นที่ออกกำลังกาย ต้นไม้ที่ปลูกมักจะปลูกเป็นชุดๆ ที่เป็นชนิดเดียวกัน มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ในการสำรวจข้อมูลการเก็บกักคาร์บอนที่เกิดจากการเติบโตของต้นไม้ จึงสามารถดำเนินการได้โดยการบันทึกชนิดของต้นไม้ ตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (dbh) วัดความสูงของต้นไม้ (h) ทุกต้น แต่ถ้าต้นไม้มีปริมาณมากๆ อาจเลือกใช้การสุ่มตัวอย่างช่วย การจำแนกชนิดไม้ ขนาดที่ใกล้เคียงกัน การตรวจนับ จากนั้นก็นำข้อมูลเหล่านี้มาคำนวณหามวลชีวภาพซึ่งก็คือ น้ำหนักแห้งเหนือพื้นดินของต้นไม้แต่ละต้น ก็จะได้ค่ามวลชีวภาพของต้นไม้เป็นรายต้น เมื่อรวมค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่างแล้ว ก็นำมาคำนวณหาค่ามวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่ เช่น ต่อไร่ หรือ เฮกตาร์ เป็นต้น คาร์บอนภายในดิน (Soil Organic Matter) อาจหาได้จากข้อมูลการสำรวจดิน หรือจากรายงานการวิจัย เราสำรวจเองได้ แต่ก็มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพง ซึ่งต้องตรวจวัดด้วยการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ สำหรับต้นไม้ขนาดต่างๆ นั้น จะดำเนินการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง จากนั้นนำค่าการเติบโตทั้งสองมาแทนค่าในสมการแอลโลเมตรี (Allometric Equation) ใช้คำนวณค่ามวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) เหนือพื้นดิน โดย Tsutsumi et al. (1983) โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$W_T = (W_S + W_B + W_L) \times \text{สัดส่วนปริมาณคาร์บอน (\%)}$$

$$W_S = 0.0509 \text{ (dbh}^2\text{h)}^{0.919}$$

$$W_B = 0.00893 \text{ (dbh}^2\text{h)}^{0.977}$$

$$W_L = 0.014 (\text{dbh}^2h)^{0.669}$$

โดยที่

W_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

W_S คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินส่วนที่เป็นลำต้น (Stem) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

W_B คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินส่วนที่เป็นกิ่ง (Branch) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

W_L คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินส่วนที่เป็นใบ (Leaf) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

dbh คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

h คือ ความสูงของต้นไม้ มีหน่วยเป็นเมตร

สำหรับค่ามวลชีวภาพของพืชล้มลุก (Herbaceous Layer) ที่อยู่เหนือพื้นดิน เช่น กระจี้ว เปราะป่า เพรียง หญ้า ลูกไม้ หรือเบญจไม้อเล็ก ๆ นั้น มักมีค่าน้อยมาก อาจตัดทิ้งได้ ส่วนมวลชีวภาพของพืชในชั้นไม้พุ่ม (Shrub Layer) ก็มีค่าน้อย และอาจตัดทิ้งไปได้เช่นกัน ไม้พุ่ม คือ พืชที่ตรงโคนมีหลายลำต้น เช่น เข็มป่า นอกจากนี้ก็อาจมีพวก ปรง หวาย กะพ้อ หรือต้นปาล์มที่ไม่สูงนัก แต่ชั้นไม้พุ่ม อาจมีมากในป่าบางประเภท สำหรับไม้ตายและซากพืช (Dead wood and litter) ในหัวข้อนี้ก็คือ ไม้ยืนต้นตาย กิ่งก้านและตอไม้หลังการทำให้ไม้ที่ทิ้งอยู่ตามพื้นดิน หรือฝังดินอยู่ ข้อมูลพวกนี้ก็สามารถสำรวจหาได้ แต่ข้อมูลซากพืช (Litter) ที่ร่วงหล่นเป็นรายปี มักไม่นิยมเก็บมัน แต่ก็หาได้โดยใช้ตะแกรงตาข่ายวางไว้ตามพื้นป่า นำไปชั่งเพื่อประเมินปริมาณน้ำหนักของมวลชีวภาพ และนำไปประเมินการดูดกลับของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

ตัวอย่าง การประเมินปริมาณธาตุคาร์บอนจากน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพ (Biomass)

เมื่อได้ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ที่อยู่เหนือพื้นดินแล้วจะนำมาคิดประเมินปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพนั้น โดยทั่วไปแล้วมวลชีวภาพจะมีค่าประมาณร้อยละ 50 ของค่ามวลชีวภาพ จากนั้นจึงนำเอาปริมาณมวลชีวภาพคูณด้วย 0.5 ก็จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของคาร์บอนที่อยู่ในมวลชีวภาพนั่นเอง

ตัวอย่าง สมมติว่ามวลชีวภาพของต้นไม้ เท่ากับ 250 กิโลกรัม	
คิดเป็นน้ำหนักของคาร์บอนที่ดูดกลับได้	= 250 ต้น x 0.5 (% ของคาร์บอน)
	= 125 กิโลกรัมคาร์บอน

หรือ

ป่าดิบแล้งมีมวลชีวภาพ 200 ตันต่อเฮกตาร์	
คิดเป็นน้ำหนักคาร์บอนได้	= 200 ต้น x 0.5
	= 100 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์

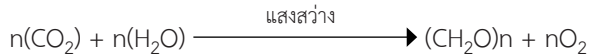
2.2 การวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงของการเก็บกักคาร์บอนของต้นไม้ในช่วงหนึ่ง

ผลจากการคำนวณในรอบแรกหรือข้อมูลการเก็บกักคาร์บอนในปีฐานจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปีถัดไป หรือปีที่ทำการสำรวจเมื่อวัดการเติบโตเปรียบเทียบสองครั้ง ก็จะได้ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของต้นไม้ที่ต้องการศึกษา ในช่วงเวลาทั้งสองครั้งและทราบถึงปริมาณที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น

	ตันคาร์บอนในปี พ.ศ. 2545	ตันคาร์บอนในปี พ.ศ. 2550	ปริมาณคาร์บอน ที่เพิ่มขึ้น (ตัน)
สวนสาธารณะ	688.35	984.47	296.12
ต้นไม้ที่ปลูกข้างถนน	147.56	338.69	191.13

ดังนั้น ระยะเวลา 5 ปีนี้ สวนสาธารณะเก็บกักคาร์บอนได้เพิ่มเฉลี่ยปีละ = $296.12/5 = 59.22$ ตันต่อปี

เมื่อต้องการทราบถึงปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดกลับมาใช้ในการสังเคราะห์แสงและเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ สามารถคำนวณได้จากการนำค่าปริมาณคาร์บอนที่ประเมินได้มาคูณด้วย 44/12 ก็จะเท่ากับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ดูดซับเข้าไปในการสังเคราะห์แสงและสร้างมวลชีวภาพของต้นไม้ นั่นเอง พืชจะดูดซับเข้าไปในการสังเคราะห์แสงและสร้างมวลชีวภาพของต้นไม้ นั่นเอง พืชจะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปแล้วปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ดังแสดงไว้ในสมการ



$$\begin{aligned} \text{ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ/ปี} &= (\text{ปริมาณคาร์บอนสุทธิเพิ่มพูน/ปี}) \times 44/12 \\ &= 59.22 \times (44/12) \\ &= 217.14 \text{ ตัน/ปี} \end{aligned}$$

ถ้าต้องการทราบถึงปริมาณออกซิเจนที่ปล่อยออกมาจากการสังเคราะห์แสงที่ทำให้เกิดการเติบโตหรือมีการสะสมเนื้อไม้เพิ่มมากขึ้น สามารถทำได้โดยการคำนวณจากการนำค่าปริมาณคาร์บอนที่ประเมินได้มาคูณด้วย 32/12 ก็จะเท่ากับออกซิเจนที่ต้นไม้ปล่อยออกมา ในการสังเคราะห์แสงและสร้างมวลชีวภาพของต้นไม้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณออกซิเจนที่ปล่อยออกมา/ปี} &= (\text{ปริมาณคาร์บอนสุทธิเพิ่มพูน/ปี}) \times 32/12 \\ &= 59.22 \times (32/12) \\ &= 157.92 \text{ ตัน/ปี} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ตัวอย่างการคำนวณในปีฐาน (ปีเริ่มต้น)

- 1.1 ลักษณะข้อมูลที่ได้จากสมุดจดบันทึก ควรบันทึกสถานที่ต่างๆ แยกกันไว้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการนำเสนองาน

ชนิดไม้	เส้นรอบวง (ซม.)	ความสูง (ม.)
ประดู่	52.20	7.00
ประดู่	41.50	6.00
ประดู่	58.40	6.50
หางนกยูงฝรั่ง	81.50	7.50
หางนกยูงฝรั่ง	74.00	7.50
ปาล์ม	36.20	3.00

ชนิดไม้	เส้นรอบวง (ซม.)	ความสูง (ม.)
ปาล์ม	27.00	3.00
ซีเหล็กอเมริกัน	34.80	5.50
ซีเหล็กอเมริกัน	28.20	4.00
มะฮอกกานี	137.70	9.50
ซีเหล็ก	50.00	6.50

- 1.2 เปลี่ยนค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ เป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สมการ
 $DBH = \text{เส้นรอบวง} / 3.14$

ชนิดไม้	เส้นรอบวง (ซม.)	DBH (ซม.)	ความสูง (ม.)
ประดู่	52.20	16.62	7.00
ประดู่	41.50	13.22	6.00
ประดู่	58.40	18.60	6.50
หางนกยูงฝรั่ง	81.50	25.96	7.50
หางนกยูงฝรั่ง	74.00	23.57	7.50
ปาล์ม	36.20	11.53	3.00
ปาล์ม	27.00	8.60	3.00
ซีเหล็กอเมริกัน	34.80	11.08	5.50
ซีเหล็กอเมริกัน	28.20	8.98	4.00
มะฮอกกานี	137.70	43.85	9.50
ซีเหล็ก	50.00	15.92	6.50

- 1.3 ใช้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (DBH) และความสูงของต้นไม้อัตโนมัติคำนวณชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) ได้ดังสมการข้างต้น

ชนิดไม้	DBH (ซม.)	ความสูง (ม.)	น้ำหนัก แห้งของ ลำต้น (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ กิ่ง (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ ใบ (กก.)	น้ำหนัก รวม (กก.)
ประดู่	16.62	7.00	53.34	14.52	2.21	70.07
ประดู่	13.22	6.00	30.37	7.98	1.47	39.81
ประดู่	18.60	6.50	61.25	16.81	2.45	80.51
หางนกยูงฝรั่ง	25.96	7.50	128.90	37.08	4.21	170.19
หางนกยูงฝรั่ง	23.57	7.50	107.94	30.71	3.70	142.35
ปาล์ม	11.53	3.00	12.50	3.10	0.77	16.37
ปาล์ม	8.60	3.00	7.29	1.75	0.52	9.56
ซีเหล็กอเมริกัน	11.08	5.50	20.29	5.19	1.09	26.57
ซีเหล็กอเมริกัน	8.98	4.00	10.29	2.52	0.67	13.48
มะฮอกกานี	43.85	9.50	420.00	130.19	9.94	560.12
ซีเหล็ก	15.92	6.50	46.04	12.41	1.99	60.44
รวม						1,189.46

1.4 คำนวณการกักเก็บคาร์บอนในปฐฐาน

$$\begin{aligned}
 \text{คาร์บอนกักเก็บ} &= \text{มวลชีวภาพในปฐฐาน} \times 0.5 \\
 &= 1,189.46 \times 0.5 \\
 &= 594.73 \text{ กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

1.5 คำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ดูดซับ

$$\begin{aligned}
 \text{คาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ} &= \text{ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ} \times (44/12) \\
 &= 594.73 \times (44/12) \\
 &= 2,180.68 \text{ กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ ค่าที่ได้เป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับสะสม ไม่ใช่คาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับรายปี

1.6 คำนวณปริมาณออกซิเจนที่ต้นไม้ปล่อย

$$\begin{aligned}\text{ออกซิเจนที่ปล่อย} &= \text{ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ} \times (32/12) \\ &= 594.73 \times (32/12) \\ &= 1,585.95 \text{ กิโลกรัม}\end{aligned}$$

หมายเหตุ ค่าที่ได้เป็นค่าออกซิเจนที่ต้นไม้ปล่อยไปสะสม ไม่ใช่ออกซิเจนที่ปล่อยรายปี

2. ตัวอย่างการคำนวณในปีที่ 2

2.1 ลักษณะข้อมูลที่ได้จากสมุดจดบันทึก ควรบันทึกสถานที่ต่างๆ แยกกันไว้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการนำเสนองาน

ชนิดไม้	เส้นรอบวง (ซม.)	ความสูง (ม.)
ประดู่	55.0	7.5
ประดู่	45.0	6.5
ประดู่	63.2	7.0
หางนกยูงฝรั่ง	88.6	8.0
หางนกยูงฝรั่ง	74.0	8.0
ปาล์ม	39.8	3.5
ปาล์ม	29.0	3.5
ซีเห็กอเมริกัน	39.0	6.0
ซีเห็กอเมริกัน	32.2	4.5
มะฮอกกานี	147.0	10.0
ซีเห็ก	55.00	7.0

2.2 เปลี่ยนค่าเส้นรอบวงของต้นไม้ในปีที่ 2 เป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สมการ DBH = เส้นรอบวง/3.14

ชนิดไม้	เส้นรอบวง (ซม.)	DBH (ซม.)	ความสูง (ซม.)	เส้นรอบวง (ซม.) ปีที่ 2	DBH (ซม.) ปีที่ 2	ความสูง (ซม.) ปีที่ 2
ประดู่	52.2	16.62	7.00	55.0	17.52	7.5
ประดู่	41.5	13.22	6.00	45.0	14.33	6.5
ประดู่	58.4	18.60	6.50	63.2	20.13	7.0
หางนกยูงฝรั่ง	81.5	25.96	7.50	88.6	28.22	8.0
หางนกยูงฝรั่ง	74.0	23.57	7.50	74.0	23.57	8.0
ปาล์ม	36.2	11.53	3.00	39.8	12.68	3.5
ปาล์ม	27.0	8.60	3.00	29.0	9.24	3.5
ซีเหล็กอเมริกัน	34.8	11.08	5.50	39.0	12.42	6.0
ซีเหล็กอเมริกัน	28.2	8.98	4.00	32.2	10.25	4.5
มะฮอกกานี	137.7	43.85	9.50	147.0	46.82	10.0
ซีเหล็ก	50.0	15.92	6.50	55.0	17.52	7.0

2.3 ใช้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (DBH) และความสูงของต้นไม้คำนวณหา มวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง)

ชนิดไม้ (ซม.)	DBH (ซม.)	ความสูง (ม.)	น้ำหนัก แห้งของ ลำต้น (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ กิ่ง (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ ใบ (กก.)	น้ำหนัก รวม (กก.)
ประดู่	17.52	7.5	62.59	17.20	2.49	82.28
ประดู่	14.33	6.5	37.93	10.10	1.73	49.76
ประดู่	20.13	7.0	75.83	21.10	2.86	99.78
หางนกยูงฝรั่ง	28.22	8.0	159.51	46.51	4.91	210.93
หางนกยูงฝรั่ง	23.57	8.0	114.57	32.72	3.86	151.14
ปาล์ม	12.68	3.5	17.15	4.34	0.97	22.46
ปาล์ม	9.24	3.5	9.59	2.34	0.63	12.56
ซีเหล็กอเมริกัน	12.42	6.0	27.09	7.06	1.35	35.51

ชนิดไม้ (ชม.)	DBH (ชม.)	ความสูง (ม.)	น้ำหนัก แห้งของ ลำต้น (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ กิ่ง (กก.)	น้ำหนัก แห้งของ ใบ (กก.)	น้ำหนัก รวม (กก.)
ซีเหล็กอเมริกัน	10.25	4.5	14.61	3.66	0.86	19.14
มะฮอกกานี	46.82	10.0	496.56	155.55	11.22	663.33
ซีเหล็ก	17.52	7.0	58.75	16.08	2.37	77.20
รวม						1,424.10

2.4 คำนวณการกักเก็บคาร์บอนรายปี

$$\begin{aligned}
 \text{คาร์บอนกักเก็บ/ปี} &= (\text{มวลชีวภาพปีที่ 2} - \text{มวลชีวภาพปีฐาน}) \times 0.5 \\
 &= (1,424.10 - 1,189.46) \times 0.5 \\
 &= 117.32 \text{ กิโลกรัม/ปี}
 \end{aligned}$$

2.5 คำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ดูดซับรายปี

$$\begin{aligned}
 \text{คาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ/ปี} &= (\text{ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ/ปี}) \times (44/12) \\
 &= 117.32 \times (44/12) \\
 &= 430.17 \text{ กิโลกรัม/ปี}
 \end{aligned}$$

2.6 คำนวณปริมาณออกซิเจนที่ต้นไม้ปล่อยรายปี

$$\begin{aligned}
 \text{ออกซิเจนที่ปล่อย/ปี} &= (\text{ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ/ปี}) \times (32/12) \\
 &= 117.32 \times (32/12) \\
 &= 312.85 \text{ กิโลกรัม/ปี}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 7

การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
ควรประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลขององค์กรฯ

ประกอบด้วยรายละเอียดโดยทั่วไปขององค์กรฯ ที่ทำการรายงานผล เช่น ขนาดพื้นที่ จำนวนประชากร งบประมาณประจำปี จำนวนพนักงานและลูกจ้าง โครงสร้างการบริหาร องค์กร หน้าที่ขององค์กร เป็นต้น

2. รายละเอียดการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

- 1) วัตถุประสงค์และเกณฑ์ของการจัดทำรายงาน
- 2) ขอบเขตและการดำเนินงานขององค์กร ประกอบด้วย
 - 2.1) การกำหนดขอบเขตการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยระบุว่าเป็นแบบควบคุมทางการดำเนินงานหรือทางการเงิน
 - 2.2) พื้นที่หรือหน่วยงานภายในองค์กรที่กำหนดเป็นขอบเขตในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก และการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (ควรระบุขอบเขตทางกายภาพ เช่น พื้นที่ จำนวนตึก จำนวนชุมชน จำนวนประชากร จำนวนพนักงานและลูกจ้าง ที่ต้องการกำหนดเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างชัดเจน)
 - 2.3) พื้นที่หรือหน่วยงานภายในองค์กรที่ไม่ได้ถูกระบุเป็นขอบเขตในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก และการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกพร้อมระบุเหตุผลของการยกเว้นดังกล่าว
- 3) โครงสร้างขององค์กร และหน้าที่รับผิดชอบ ได้แก่ โครงสร้างโดยทั่วไปขององค์กร และโครงสร้างทางการบริหาร รวมถึงหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน โดยเฉพาะหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร
- 4) ปีฐาน และระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล ระบุช่วงเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร รายละเอียดและคำอธิบายถึงการได้มาซึ่งปีฐานสำหรับการเปรียบเทียบ รวมถึงคำอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงใดๆ

ที่เกิดขึ้นกับช่วงระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปีฐาน ซึ่งมีความแตกต่างจากเอกสารการรายงานผลการประเมินก่อนหน้านี้

- 5) การทวนสอบรายงานการประเมินก๊าซเรือนกระจก อธิบายวิธีการทวนสอบและระดับของการรับรอง

3. รายละเอียดของบัญชีก๊าซเรือนกระจก

ในส่วนนี้เป็นการรายงานสรุปปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ระยะเวลาของข้อมูล และปีที่รายงาน ขอบเขตขององค์กร กิจกรรมที่เป็นแหล่งของก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ขอบเขต ข้อจำกัดในการได้มาซึ่งข้อมูล ควรประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย เนื้อหารายละเอียดที่อธิบายถึงแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในองค์กร แยกตามประเภทของกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- 2) สรุปปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก และผลรวมของปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในหน่วยตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตลอดจนปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- 3) วิธีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 3.1) รายละเอียดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล อาทิ แหล่งที่มาข้อมูล และวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกแยกตามกลุ่ม และประเภทของกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
 - 3.2) รายละเอียดวิธีการคำนวณ การตั้งสมมติฐานการคำนวณ และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
 - 3.3) คำอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดขึ้นกับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และ/หรือ วิธีการคำนวณ และ/หรือ การตั้งสมมติฐานการคำนวณซึ่งมีความแตกต่างจากเอกสารการรายงานผลการประเมินก่อนหน้านี้

- 4) เอกสารอ้างอิงของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งที่มาของการสืบค้น และเอกสารต่างๆ ที่ใช้อ้างอิง ซึ่งสามารถตรวจสอบย้อนกลับเพื่อความน่าเชื่อถือของการจัดทำเอกสารรายงานผลการประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรได้

4. ข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ

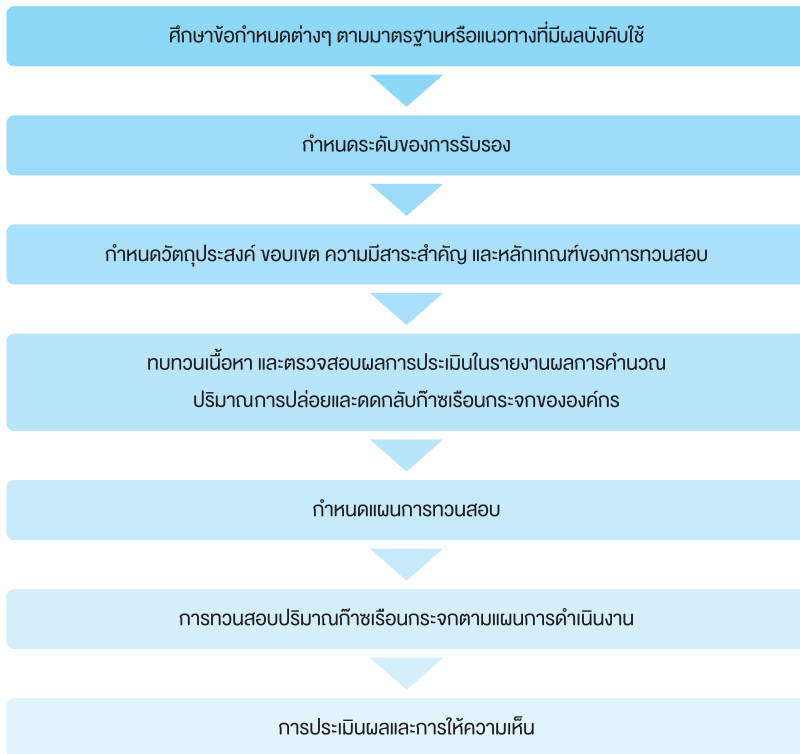
เป็นส่วนที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถเพิ่มเติมลงในเอกสารการรายงานผลการประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก นอกเหนือจากส่วนอื่นๆ ข้างต้น ดังที่กล่าวไปแล้ว ตัวอย่างเช่น

- 1) ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ที่อยู่ในกิจกรรมขอบเขตที่ 3
- 2) รายละเอียดแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามสาหรณูปโภคที่อยู่ภายในขอบเขตของการประเมิน
- 3) รายละเอียดแสดงการนำผลลัพธ์ที่ได้จากประเมินไปประยุกต์ใช้ต่อ เช่น การนำไปใช้เปรียบเทียบกับค่าตัวเลขที่สะท้อนค่าใช้จ่ายที่ลดลง หรือตัวเลขที่สะท้อนถึงการบริการขององค์กร เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพขององค์กร
- 4) นโยบาย และ/หรือ แนวทางการบริหารจัดการเพื่อการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในองค์กร

ขั้นตอนที่ 8

การทวนสอบข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกและปรับปรุงรายงาน

การทวนสอบผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรได้รายงานไว้ให้มีความถูกต้องตามหลักการแสดงผล ได้แก่ ความตรงประเด็น ความสมบูรณ์ ความไม่ขัดแย้งกัน ความถูกต้อง และความโปร่งใส โดยกระบวนการทวนสอบโดยทั่วไป มีรายละเอียดดังนี้



1. ศึกษาข้อกำหนดต่างๆ ตามมาตรฐาน หรือแนวทางที่มีผลบังคับใช้

ผู้ทวนสอบจะต้องทำความเข้าใจในภาพรวมของข้อกำหนดต่างๆ ตามมาตรฐาน ได้แก่ ISO 14064-1, ISO 14064-3 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2. กำหนดระดับของการรับรอง

2.1 ระดับการรับรองแบบสมเหตุสมผล (Reasonable Assurance) เป็นระดับการรับรองที่ผู้ทวนสอบให้การรับรองผลการประเมินที่มีการตรวจสอบข้อมูล บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก วิธีการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจก การคำนวณ และการจัดทำรายงานผลโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน และมีการแก้ไขข้อผิดพลาด หรือชี้แจงข้อละเว้นที่เกิดขึ้นภายในรายงานผลการประเมินแล้วกับผู้ทวนสอบ

2.2 ระดับการรับรองแบบจำกัด (Limited Assurance) เป็นระดับการรับรองที่ให้การรับรองแก่ผลการประเมินที่มีการตรวจสอบและแก้ไขสาระสำคัญของขั้นตอนการประเมิน และรายงานผลเพียงบางส่วน

3. กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต ความมีสาระสำคัญ และหลักเกณฑ์ของการทวนสอบ

4. ทบทวนเนื้อหา และตรวจสอบผลการประเมินในรายงานผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

4.1 เอกสารรายงานผลการตรวจวัดปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลองค์กร เอกสารอ้างอิงสนับสนุน เอกสารการติดตามผล และการคำนวณการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกรายละเอียดการอธิบายเทคโนโลยีที่ใช้ ได้แก่ รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เอกสารอ้างอิงสนับสนุน ได้แก่ ใบเสร็จรับเงิน บันทึกรายการต่างๆ เอกสารการติดตามผล และคำนวณการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ โปรแกรมคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

4.2 ทบทวนข้อตกลงเบื้องต้นและแผนการทวนสอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ ขอบเขต สาระสำคัญ หลักเกณฑ์การทวนสอบ โดยวัตถุประสงค์การทวนสอบเพื่อทบทวนการดำเนินการทวนสอบว่ารายงานการติดตามผลและเอกสารสนับสนุนอื่นๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ ทวนสอบระบบและขั้นตอนการติดตามผลเป็นไปตามที่ได้เสนอไว้ในแผนการติดตามผล และวิเคราะห์ข้อมูลการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้บันทึกและจัดเก็บไว้ตามแผนการติดตามผลและแสดงข้อสรุปยืนยันเอกสารหรือหลักฐานที่ใช้อ้างอิงเป็นเอกสารจริง และแจ้งเกณฑ์การทวนสอบที่อ้างอิงตามมาตรฐานต่างๆ

5. กำหนดแผนการทวนสอบ

ผู้ทวนสอบต้องกำหนดแผนการดำเนินงานของการทวนสอบโดยพิจารณาจากคามมีนัยสำคัญ ซึ่งจะทำให้การทวนสอบสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถรักษาระดับความเสี่ยงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทวนสอบไว้ในระดับต่ำซึ่งสามารถยอมรับได้ ซึ่งรายการที่อยู่ในแผนการทวนสอบ ได้แก่ กำหนดประเภทของวิธีการดำเนินงานและขอบเขตของการดำเนินงาน ตารางการทำงาน สถานที่ที่จะเข้าเยี่ยมชม

บุคคลที่ทำหน้าที่ในการทวนสอบ กำหนดวิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างและจำนวนตัวอย่าง กำหนดระดับการรับรอง (Level of Assurance) และความมีสาระสำคัญ (Materiality)

6. การทวนสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามแผนการดำเนินงาน

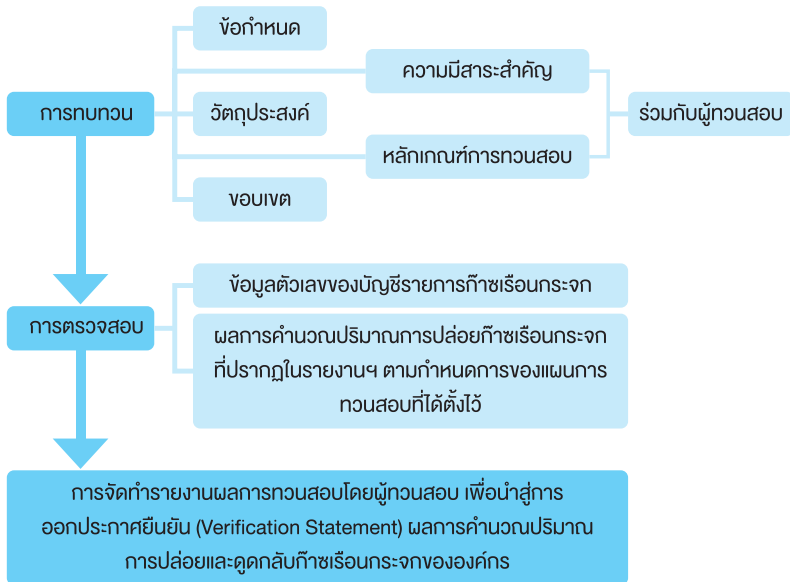
ผู้ทวนสอบต้องดำเนินการทวนสอบตามแผนที่วางไว้ หากมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงานการทวนสอบจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนของแผนที่เปลี่ยนแปลงใหม่โดยผู้ทวนสอบนั้น โดยเริ่มต้นจากการทวนสอบหลักฐานเกี่ยวกับการระบุขอบเขตการดำเนินงานขององค์กร การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก การกำหนดขอบเขตการคำนวณ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมไปถึงหลักฐานเกี่ยวกับกระบวนการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และอื่นๆ

ทั้งนี้ ในวันที่เข้าไปดำเนินการทวนสอบองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้ทวนสอบต้องดำเนินการ ดังนี้

- (1) การดำเนินการเปิดประชุม
- (2) การสื่อสารระหว่างการทวนสอบ
- (3) บทบาท และความรับผิดชอบของผู้นำทางและผู้สังเกตการณ์
- (4) การรวบรวมและการทวนสอบข้อมูล
- (5) การจัดทำรายงานสิ่งที่พบในการทวนสอบ
- (6) การจัดเตรียมสรุปผลในการทวนสอบ
- (7) การดำเนินการปิดประชุม
- (8) เก็บข้อมูลในระหว่างการทวนสอบเทียบกับเกณฑ์การทวนสอบ
- (9) ข้อมูลจากการทวนสอบ ได้แก่ เอกสาร บันทึก สังเกต สัมภาษณ์

7. การประเมินผลและการให้ความเห็น

ผู้ทวนสอบต้องประเมินหลักฐานและข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากการดำเนินงานตามขั้นตอนของแผนการทวนสอบ เพื่อทำการประเมินบทสรุปการทวนสอบ และจัดเตรียมเอกสารข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะการทวนสอบ (Verification Statement) และรายงานการทวนสอบ (Verification Report) อย่างเป็นทางการ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทวนสอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ประสงค์จะทำการทวนสอบโดยบุคคลที่ 3 ควรเตรียมการและวางแผนเบื้องต้นก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการทวนสอบ โดยมีแนวทางการปฏิบัติการ ดังนี้

1. ทำการศึกษาข้อกำหนดต่างๆ ของการทวนสอบตามมาตรฐาน หรือแนวทางที่มีผลบังคับใช้
2. การเลือกผู้ทวนสอบที่มีความสามารถ มีประสบการณ์ทางเทคนิค และไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับองค์กร
3. สื่อสารให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการทวนสอบ
4. จัดเตรียมรายงานผลการตรวจวัดปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก เอกสารการติดตามผลและคำนวณการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก และเอกสารอ้างอิงสนับสนุน ได้แก่ ใบเสร็จรับเงิน แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล และบันทึกต่างๆ ตามที่ผู้ทวนสอบแจ้ง

5. จัดเตรียมบุคลากรสำหรับการสัมภาษณ์ และพาคณะผู้ทวนสอบเยี่ยมชมในพื้นที่
6. หากได้รับเอกสารข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะจากการทวนสอบ องค์กรฯ ต้องดำเนินการแก้ไข โดยพิจารณาจากลักษณะและความมีนัยสำคัญของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และต้องมีการสื่อสารทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นเหล่านั้นกลับไปยังผู้ทวนสอบ

การปรับปรุงรายงาน

เมื่อองค์กรฯ ได้รับรายงานการทวนสอบแล้ว องค์กรฯ ต้องดำเนินการปรับปรุงรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้เป็นไปตามหลักการการแสดงผลคาร์ฟุตพริ้นท์ที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความตรงประเด็น ความสมบูรณ์ ความไม่ขัดแย้งกัน ความถูกต้อง และความโปร่งใส

เอกสารอ้างอิง

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). ช่วยโลกคลายร้อน
องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท ฟิฟู ดีไซน์ แอนด์
พริ้นท์ จำกัด. ตุลาคม 2559.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). แนวทางการประเมินคาร์บอน
ฟุตพริ้นท์ขององค์กร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง
จำกัด (มหาชน). กรกฎาคม 2554.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). แนวทางการประเมินคาร์บอน
ฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท เอส.
พี.ไทย เพรส จำกัด. พฤศจิกายน 2554.

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

NOTE

ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

เลขที่ 120 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

โทรศัพท์ 0 2141 9836-8

โทรสาร 0 2143 8405

อีเมล info@tgo.or.th

เว็บไซต์ <http://www.tgo.or.th>

เฟซบุ๊ก ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

