คู่มือ

การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ
การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก

ระดับเมืองและจังหวัดรายภาค *(Sector)*

ชื่อหนังสือ : คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ระดับเมืองและจังหวัดรายภาค (Sector)

จัดทำโดย : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2569

ที่ปรึกษา :	นายรองเพชร บุญช่วยดี	รองผู้อำนวยการ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
	นายจักรพงษ์ แย้มยิ้ม	ผู้อำนวยการ สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ
ผู้เรียบเรียง :	นางสาวรัชพร สิงขโรทัย	นักวิชาการชำนาญการพิเศษ
	นางสาวตวงกมล พฤทธิ์ธโนปจัย	นักวิชาการชำนาญการ
	นางสาวสิริเนตร อุบล	นักวิชาการ
	นางสาวรสา แสงจันทร์	นักวิชาการ
	นางสาวณิชกานต์ ช้างพลาย	ผู้ช่วยนักวิชาการ สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ

คำนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือภาวะโลกเดือด เป็นประเด็นท้าทายที่ทุกภาคส่วนจำเป็นต้องร่วมมือกันแก้ไขอย่างจริงจังและเร่งด่วน เนื่องจากประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่ม 1 ใน 10 ประเทศที่มีความเสี่ยงสูงต่อผลกระทบในระยะยาว กล่าวคือความเสี่ยงต่อการดำเนินธุรกิจ วิถีชีวิตประชาชน ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติ ในเวทีระหว่างประเทศ ประเทศไทยได้เข้าร่วมประชุมรัฐภาคีภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) และได้ให้สัตยาบันความตกลงปารีส (Paris Agreement) ซึ่งกำหนดให้ทุกประเทศต้องมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ หรือ Nationally Determined Contribution (NDC) ที่ชัดเจน โดยประเทศไทยได้ยกระดับเป้าหมายในการประชุม COP30 ที่เมืองเบเลง ประเทศบราซิล กล่าวคือ ประเทศไทยได้ยื่นรายงาน NDC 3.0 ต่อ UNFCCC มีกำหนดเป้าหมายการดำเนินการ 5 ปี ซึ่งเร่งเป้าหมาย Net Zero Emissions ให้เร็วขึ้น 15 ปี ทั้งนี้ NDC 3.0 มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกลดร้อยละ 47 จากระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของปีฐาน ณ ปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) โดยแบ่งสัดส่วนเป็นการดำเนินการเองภายในประเทศ คิดเป็นร้อยละ 70 ของค่าเป้าหมาย และที่ต้องการขอรับการสนับสนุนจากต่างประเทศ อีกร้อยละ 30 ของค่าเป้าหมาย พร้อมมุ่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมทุกภาคส่วนตามโครงสร้างทางเศรษฐกิจ (Economy-wide) รวมถึงสาขาป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LULUCF) ภายใน พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035)

เป้าหมายดังกล่าวจะบรรลุได้ โดยอาศัยการขับเคลื่อนในระดับเมืองและจังหวัด ผ่านการจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการกำหนดกลไกเชิงเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินโครงการ การบริหารจัดการทรัพยากรและกิจกรรมในเมืองจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและบรรลุเป้าหมาย Net Zero Emissions โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของเมือง

คู่มือนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดรายภาค (Sector) โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานระดับเมืองและจังหวัดสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนสู่การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืนต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

อภิธานศัพท์และคำย่อ I

หัวข้อที่ 1 บทนำ 1

หัวข้อที่ 2 หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 13

หัวข้อที่ 3 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม 21

3.1 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรมภาคพลังงาน (Stationary Energy) 25

3.2 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรมภาคการขนส่ง (Transportation) 36

3.3 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรมการจัดการของเสีย (Waste) 46

3.4 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรมภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) 56

3.5 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรมภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) 62

หัวข้อที่ 4 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 73

4.1 ภาคพลังงาน (Stationary Energy) 77

4.2 ภาคการขนส่ง (Transportation) 86

4.3 ภาคการจัดการของเสีย (Waste) 94

4.4 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) 116

4.5 ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) 128

หัวข้อที่ 5 วิธีการตรวจความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 145

5.1 ภาคพลังงาน (Stationary Energy) 148

5.2 ภาคการขนส่ง (Transportation) 153

5.3 ภาคการจัดการของเสีย (Waste) 155

5.4 ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) 161

5.5 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) 173

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ขั้นตอนการใช้งานคู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ 8

รูปที่ 2 ขั้นตอนการจัดทำข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด 11

รูปที่ 3 หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการรายงานผลระดับเมืองและจังหวัด 14

รูปที่ 4 กรอบการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 16

รูปที่ 5 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคพลังงาน 25

รูปที่ 6 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคพลังงาน 34

รูปที่ 7 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคการขนส่ง 36

รูปที่ 8 กรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง (Transportation) 38

รูปที่ 9 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคการขนส่ง 44

รูปที่ 10 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคการจัดการของเสีย 46

รูปที่ 11 แหล่งและชนิดของก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย (Waste) 48

รูปที่ 12 กรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย (Waste) 49

รูปที่ 13 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคการจัดการของเสีย 54

รูปที่ 14 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 56

รูปที่ 15 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 60

รูปที่ 16 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 62

รูปที่ 17 แหล่งและชนิดของก๊าซเรือนกระจกของภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 64

รูปที่ 18 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 70

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 17

ตารางที่ 2 การอธิบายอักษรย่อสำหรับการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 19

ตารางที่ 3 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบตามโครงสร้างการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด 23

ตารางที่ 4 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงาน ตามคู่มือ GPC 28

ตารางที่ 5 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง ตามคู่มือ GPC 39

ตารางที่ 6 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย ตามคู่มือ GPC 50

ตารางที่ 7 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ตามคู่มือ GPC 58

ตารางที่ 8 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามคู่มือ GPC 66

ตารางที่ 9 ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) อ้างอิงตาม IPCC Fifth Assessment Report (AR5) 75

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ 100

ตารางที่ 11 แหล่งที่มาของข้อมูลในการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาขยะในระดับการประเมินต่างๆ 102

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาขยะ 106

ตารางที่ 13 ค่าแนะนำสำหรับพารามิเตอร์ของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก 107

ตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 จากการเผาขยะจำแนกตามประเภทและเทคโนโลยีการเผา 107

ตารางที่ 15 ค่าปรับแก้สัดส่วนของการปล่อยก๊าซ CH_4 (Methane Conversion Factors: MCF) ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน 111

ตารางที่ 16 รายละเอียดข้อมูลน้ำเสียอุตสาหกรรมที่แนะนำโดย IPCC 2006 114

ตารางที่ 17 ค่าปรับแก้สัดส่วนการปล่อยก๊าซ CH_4 (Methane Conversion Factors: MCF) ของระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม 115

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 18 ค่าความไม่แน่นอนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมพลังงาน 148

ตารางที่ 19 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรม การผลิตและก่อสร้าง 149

ตารางที่ 20 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอื่น ๆ 149

ตารางที่ 21 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการทำเหมืองถ่านหิน 150

ตารางที่ 22 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมัน 150

ตารางที่ 23 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของก๊าซธรรมชาติ 152

ตารางที่ 24 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่ง 153

ตารางที่ 25 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มการกำจัดขยะมูลฝอย 155

ตารางที่ 26 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มการบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางชีวภาพ 157

ตารางที่ 27 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มการกำจัดขยะด้วยการเผาในเตาเผาและเผากลางแจ้ง 158

ตารางที่ 28 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มการบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้ง 159

ตารางที่ 29 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ปศุสัตว์) 161

ตารางที่ 30 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (การปลูกพืช) 163

ตารางที่ 31 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน 170

ตารางที่ 32 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 175

อภิธานศัพท์ และคำย่อ

1. อภิธานศัพท์

1.1 ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก

คำศัพท์	ความหมาย
1.1 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)	ความตกลงระหว่างประเทศ ที่จัดทำขึ้นภายใต้สหประชาชาติ เพื่อเป็นกรอบความร่วมมือของประเทศต่าง ๆ ในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
1.2 การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution: NDC)	เป้าหมายและแผนการดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวที่ประเทศกำหนดขึ้นเองและยื่นต่อ UNFCCC ภายใต้ความตกลงปารีส (Paris Agreement)
1.3 คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำหน้าที่ประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)	หน่วยงานของสหประชาชาติที่ทำหน้าที่ประเมินองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและจัดทำรายงานสังเคราะห์เพื่อสนับสนุนการกำหนดนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศของรัฐบาลต่าง ๆ
1.4 กรอบมาตรฐานสากลสำหรับเมืองในการประเมินและรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories: GPC)	มาตรฐานหรือกรอบวิธีการที่สนับสนุนให้เมืองและจังหวัดสามารถระบุ ประเมินและรายงานบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นระบบ โปร่งใส และเปรียบเทียบได้ในระดับสากลและอ้างอิงระเบียบวิธีการคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

คำศัพท์	ความหมาย
1.5 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG)	สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆประกอบด้วย 1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 2) ก๊าซมีเทน (CH_4) 3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) 4) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) 5) ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) 6) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) และ 7) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) หมายเหตุ • สำหรับรายการก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ อ้างอิงตามรายงานการประเมินผลกระทบของ IPCC ฉบับล่าสุด • ไอน้ำและโอโซนทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ไม่รวมอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะผลกระทบต่อการเกิดภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ของสารดังกล่าวเมื่อมีการปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ
1.6 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Source)	แหล่งหรือกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ
1.7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ
1.8 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct Greenhouse Gas Emission)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ภายในขอบเขตทางภูมิศาสตร์ของเมืองและจังหวัด จากแหล่งกำเนิดที่ตั้งอยู่ในเมืองและจังหวัด และสามารถระบุได้ว่าเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เมืองและจังหวัดโดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในที่อยู่อาศัยสถานประกอบการและหน่วยงานรัฐ การใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่เกิดการเผาไหม้ภายในเมืองและจังหวัด กระบวนการอุตสาหกรรม และการจัดการของเสียภายในเมืองและจังหวัด เป็นต้น

คำศัพท์		ความหมาย
1.9	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Greenhouse Gas Emission)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น นอกขอบเขตทางภูมิศาสตร์ของเมืองและจังหวัด แต่เป็นผลมาจากกิจกรรมการใช้พลังงาน ภายในเมืองและจังหวัด เช่น การใช้ไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตภายนอกเมืองและจังหวัด เป็นต้น หมายเหตุ • โดยทั่วไปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้เกิดขึ้นในช่วงต้นน้ำของห่วงโซ่อุปทาน
1.10	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect Greenhouse Gas Emission)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นอกเหนือการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนตามข้อ (1.9) โดยเกิดขึ้นนอกขอบเขตพื้นที่เมืองและจังหวัด แต่มีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมการบริโภค หรือบริการที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่เมืองและจังหวัด เช่น กิจกรรมขนส่งหรือการจัดการของเสียที่ถูกนำไปดำเนินการนอกเมืองและจังหวัด เป็นต้น หมายเหตุ • โดยทั่วไปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้เกิดขึ้นในช่วงปลายน้ำของห่วงโซ่อุปทาน
1.11	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)	ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
1.12	ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide equivalent: CO_2eq)	หน่วยมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ ให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หมายเหตุ • ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ประเมินได้จากการใช้มวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

2. ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก

คำศัพท์	ความหมาย
2.1 ข้อมูลกิจกรรมก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Activity Data)	การวัดเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อย หรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หมายเหตุ • ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ไฟฟ้า ปริมาณการกำจัดขยะ ปริมาณการจัดการน้ำเสียของเมืองและจังหวัดที่ได้รับผลกระทบ
2.2 บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Inventory)	รายการของแหล่งปล่อย แหล่งเก็บสะสม และปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด
2.3 รายงานก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Report)	รายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัดเพื่อใช้สื่อสารให้กับกลุ่มเป้าหมายที่นำข้อมูลไปใช้งาน
2.4 ปีฐาน (Base Year)	ระยะเวลาที่ถูกกำหนด เพื่อจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบการปล่อยและดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยอาจเป็นหนึ่งปี หรือเป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บข้อมูลหลายปี
2.5 ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data: AD)	ข้อมูลเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อย (Emissions) หรือ การดูดกลับ (Removals) ก๊าซเรือนกระจก
2.6 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF)	ปริมาณการปล่อยหรือการดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยของข้อมูลกิจกรรม เช่น $kgCO_2/L$, $kgCO_2/kWh$, $kgCH_4/ton$ เป็นต้น

คำศัพท์	ความหมาย
2.7 การตรวจวัด (Measurement: M)	กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ปริมาณการใช้พลังงาน เชื้อเพลิง ระยะทางขนส่ง ปริมาณขยะ น้ำเสีย หรือพื้นที่ใช้ที่ดิน รวมถึงการบันทึก ตรวจสอบความครบถ้วน และควบคุมคุณภาพข้อมูล เป็นต้น
2.8 การรายงาน (Report: R)	การจัดทำเอกสารสรุปผลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบและโปร่งใส โดยอธิบายขอบเขตการประเมิน วิธีการประเมิน สมมติฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก แหล่งข้อมูลกิจกรรม และผลการปล่อย/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้ แยกตามภาคและรายภาค
2.9 การทวนสอบ (Verification: V)	กระบวนการตรวจสอบโดยหน่วยงานหรือผู้ประเมินที่เป็นอิสระ เพื่อยืนยันถึงข้อมูลกิจกรรม วิธีการประเมิน และผลการประเมินในบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (2.2) มีความถูกต้อง สอดคล้องตามคู่มือ/มาตรฐานที่กำหนด และมีหลักฐานรองรับเพียงพอ รวมถึงการชี้จุดบกพร่อง ความคลาดเคลื่อน หรือข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงความน่าเชื่อถือของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (2.2)
2.10 กระบวนการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ (Measurement, Reporting and Verification: MRV)	กรอบกระบวนการมาตรฐาน ที่ใช้เพื่อให้การคำนวณและการรายงานข้อมูลด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีความ ถูกต้อง โปร่งใส ตรวจสอบได้ และน่าเชื่อถือ

คำศัพท์	ความหมาย
2.11 ภาคพลังงาน (Stationary Energy)	ภาคที่ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในกิจกรรมแบบอยู่กับที่ (Stationary Combustion) รวมไปถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน ได้แก่ (1) การใช้เชื้อเพลิงในอาคารและสถานประกอบการ เช่น อาคารสำนักงาน บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมและสถานบริการที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนหรือพลังงาน (2) การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ เช่น โรงไฟฟ้า โรงผลิตไอน้ำ หม้อไอน้ำ และเตาเผา (3) การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมืองระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ และ (4) การใช้ไฟฟ้าและความร้อนที่ซื้อมาใช้ในเมืองและจังหวัด เป็นต้น
2.12 ภาคการขนส่ง (Transportation)	ภาคที่พิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าเพื่อการเดินทางและการขนส่งคน/สินค้า เช่น รถยนต์ รถบรรทุก รถจักรยานยนต์ รถไฟ เรือ และอากาศยาน เป็นต้น หมายเหตุ * การประเมินพิจารณาข้อมูล เช่น ปริมาณเชื้อเพลิง ข้อมูลระยะทาง ประเภทพาหนะ และรูปแบบการเดินทางภายใน/เชื่อมโยงพื้นที่เมืองและจังหวัดตามขอบเขตที่กำหนด เป็นต้น

คำศัพท์	ความหมาย
2.13 ภาคการจัดการของเสีย (Waste)	ภาคที่ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยและน้ำเสีย ตั้งแต่การรวบรวม การบำบัด ไปจนถึงการกำจัด เช่น การฝังกลบ การเทกอง การบำบัดแบบชีวภาพ การเผา การคัดแยกหรือแปรรูป รวมไปถึงระบบบำบัดน้ำเสีย ในชุมชน โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น
2.14 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use Sector: IPPU)	ภาคที่ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ใช่การเผาไหม้เพื่อพลังงาน เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ ปูนขาว โลหะเคมีภัณฑ์ หรือการรั่วไหลของสารทำความเย็นและก๊าซอุตสาหกรรมบางชนิด เป็นต้น โดยต้องแยกให้ชัดเจนจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในภาคพลังงาน
2.15 ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry, and Other Land Uses: AFOLU)	ภาคที่ครอบคลุมทั้งการปล่อยและการดูดกลับ/กักเก็บของก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมเกษตรและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น การปล่อยก๊าซมีเทนจากปศุสัตว์หรือนาข้าว การปล่อยไนตรัสออกไซด์จากดินและปุ๋ย รวมถึงการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในป่าไม้ พื้นที่สีเขียว และชีวมวลหรือดิน เป็นต้น
2.16 การติดตามผล (Monitoring)	กิจกรรมการรวบรวมและบริหารจัดการข้อมูลการปล่อย/ ลดก๊าซเรือนกระจกระหว่างการดำเนินโครงการกิจกรรมการปล่อย/ ลดก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ
2.17 ความไม่แน่นอน (Uncertainty)	พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับผลการประเมินเชิงปริมาณซึ่งอธิบายถึงผลการกระจายตัวเชิงปริมาณ และแนวโน้มสาเหตุการกระจายตัวเชิงคุณภาพที่ส่งผลต่อค่าที่ประเมิน

3. ศัพท์ที่เกี่ยวข้องระดับเมืองและจังหวัด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการทวนสอบ

คำศัพท์	ความหมาย
3.1 เมืองและจังหวัด (City and Province)	ระดับหน่วยพื้นที่ศึกษาที่ใช้จัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก โดยกำหนดพื้นที่ตามรูปแบบการปกครอง/ขอบเขตภูมิศาสตร์ เช่น เมือง (เทศบาล/เขต/องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) หรือจังหวัด เป็นต้น
3.2 ขอบเขตระดับเมืองและจังหวัด (City and Province Boundary)	กรอบที่ระบุให้ชัดเจนว่าบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัดนี้ครอบคลุมอะไร โดยกำหนดอย่างน้อยคือ พื้นที่ภูมิศาสตร์ ช่วงเวลารายงาน ชนิดก๊าซเรือนกระจก และแหล่งการปล่อย/แหล่งดูดกลับ ที่รวมอยู่ในบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (2.2)
3.3 ขอบเขตของรายงาน (Reporting Boundary)	ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่รายงานภายในขอบเขตของเมืองและจังหวัด
3.4 ขอบเขตการทวนสอบ (Verification Boundary)	กระบวนการที่ทำอย่างเป็นระบบ มีความเป็นอิสระ และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อประเมินการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกว่ามีความถูกต้องอย่างมีสาระสำคัญและสอดคล้องกับข้อกำหนดในการประเมินและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด
3.5 ผู้ทวนสอบ (Verifier)	บุคคลหรือกลุ่มบุคคล/หน่วยงานที่ดำเนินการทวนสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

หัวข้อที่ 1

บทนำ

หัวข้อที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ เนื่องจากส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อม ระบบเศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ของมนุษย์ ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน ภาวะโลกรวน และภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงและถี่ขึ้น เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง คลื่นความร้อน หรือพายุหมุนเขตร้อน ล้วนเป็นผลจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ ปัญหาเหล่านี้ทำให้ประชาคมโลกต้องร่วมมือกันในการกำหนดเป้าหมายและมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง

ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงสูงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในภาคเศรษฐกิจที่พึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติ เช่น เกษตรกรรม การท่องเที่ยว และการประมง อีกทั้งประเทศไทยยังติดอันดับหนึ่งในสิบประเทศที่มีความเปราะบางที่สุดต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติในระยะยาว ดังนั้น การดำเนินมาตรการด้านการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศจึงมีความจำเป็นเร่งด่วน

ในเวทีระหว่างประเทศ ประเทศไทยได้เข้าร่วมประชุมรัฐภาคีภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) และได้ให้สัตยาบันความตกลงปารีส (Paris Agreement) ซึ่งกำหนดให้ทุกประเทศต้องมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ หรือ Nationally Determined Contribution (NDC) ที่ชัดเจน โดยประเทศไทยได้ยกระดับเป้าหมายในการประชุม COP30 ที่เมืองเบเลง ประเทศบราซิล กล่าวคือ ประเทศไทยได้ยื่นรายงาน NDC 3.0 ต่อ UNFCCC กำหนดเป้าหมาย

การดำเนินการ 5 ปี ซึ่งเร่งเป้าหมาย Net Zero Emissions ให้เร็วขึ้น 15 ปี โดยปรับเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ เป็นภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ.2050) ทั้งนี้ NDC 3.0 มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 47 จากระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของปีฐาน ณ ปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) โดยแบ่งสัดส่วนเป็นการดำเนินการเองภายในประเทศ คิดเป็นร้อยละ 70 ของค่าเป้าหมาย และที่ต้องการขอรับการสนับสนุนจากต่างประเทศ อีกร้อยละ 30 ของค่าเป้าหมาย พร้อมมุ่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมทุกภาคส่วนตามโครงสร้างทางเศรษฐกิจ (Economy-wide) รวมถึงสาขาป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LULUCF) ภายในปี พ.ศ. 2578 (ค.ศ. 2035)

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ประเทศไทยจำเป็นต้องมีระบบการจัดการข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่มีมาตรฐาน โปร่งใส และตรวจสอบได้ โดยอ้างอิงแนวทางจากระเบียบวิธี The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) ซึ่งถือเป็นมาตรฐานกลางที่นานาชาติใช้ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

ระดับเมืองและจังหวัดจึงมีบทบาทเชิงยุทธศาสตร์ เนื่องจากเป็นระดับที่เชื่อมโยงระหว่างนโยบายระดับชาติกับการปฏิบัติจริง สามารถกำหนดมาตรการและโครงการเชิงพื้นที่ที่สอดคล้องกับลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดรายภาค (Sector) จึงเป็นรากฐานสำคัญในการวางแผนและติดตามผลการดำเนินงาน ทั้งยังช่วยให้เกิดการบูรณาการข้อมูลจากหลายหน่วยงาน เช่น ภาคพลังงาน ภาคการขนส่ง ภาคการจัดการของเสีย ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ และภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นอกจากนี้ การพัฒนาเครื่องมือในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (Measurement, Reporting, and Verification: MRV) สำหรับระดับเมืองและจังหวัดจะช่วยให้หน่วยงานท้องถิ่นสามารถจัดเก็บและใช้ข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ สร้างความน่าเชื่อถือและความโปร่งใส ตลอดจนสามารถนำผลการประเมินไปใช้ประกอบการกำหนดนโยบาย การวางแผนลดก๊าซเรือนกระจก และการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่สอดคล้องกับเป้าหมาย Net Zero Emissions ของประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด (ทสจ.) ทั้ง 76 จังหวัด พร้อมทั้งหน่วยงานซึ่งถือครองข้อมูลกิจกรรมในการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดรายภาค (Sector) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ได้แก่

1. สนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับเมืองและจังหวัดให้เป็นระบบและมีมาตรฐาน
2. การจัดทำแนวทางและวิธีการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ที่สอดคล้องกับระเบียบวิธี Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC)
3. การสร้างฐานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่น่าเชื่อถือเพื่อใช้ในการกำหนดเป้าหมายและติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด
4. เครื่องมือสนับสนุนการกำหนดแผนยุทธศาสตร์และนโยบายด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ ในระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว ระดับเมืองและจังหวัด

1.3 ขอบเขตของคู่มือ

ขอบเขตของคู่มือฉบับนี้ครอบคลุมการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกรายภาค (Sector) ตามแนวทางสากล ประกอบด้วย 5 ภาค ได้แก่

1. ภาคพลังงาน (Stationary Energy)
2. ภาคการขนส่ง (Transportation)
3. ภาคการจัดการของเสีย (Waste)
4. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)
5. ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การใช้คู่มือฉบับนี้จะช่วยให้เมืองและจังหวัดมีเครื่องมือและแนวทางที่ชัดเจนในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในระดับพื้นที่

1. การจัดทำฐานข้อมูลกิจกรรมก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้อง โปร่งใส และตรวจสอบได้
2. การสนับสนุนการกำหนดเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกและเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของเมืองและจังหวัด
3. การพัฒนาแผนงานและโครงการด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สอดคล้องกับนโยบายระดับประเทศ
4. การสร้างความตระหนักรู้และการมีส่วนร่วมของหน่วยงานและประชาชนในพื้นที่ต่อการลดก๊าซเรือนกระจก
5. การยกระดับขีดความสามารถของเมืองและจังหวัดในการเป็นต้นแบบสู่การพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืน

คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัด รวมทั้งเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถรายงานข้อมูลกิจกรรม สำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยขอบเขตของคู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ แบ่งออกเป็น 5 ภาค ได้แก่ 1) ภาคพลังงาน (Stationary Energy) 2) ภาคการขนส่ง (Transportation) 3) ภาคการจัดการของเสีย (Waste) 4) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) และ 5) ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) สำหรับวิธีการใช้คู่มือแบ่งเป็น 5 หัวข้อ ดังรูปที่ 1

หัวข้อที่ 1: บทนำ

คำอธิบาย: ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบเขตของคู่มือ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

หัวข้อที่ 2: หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำอธิบาย: ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 1 ขอบเขตที่ 2 และขอบเขตที่ 3 ซึ่งครอบคลุมทุกกิจกรรมของเมืองทั้งที่เกิดขึ้นภายในและนอกเมืองและจังหวัด

หัวข้อที่ 3: การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม

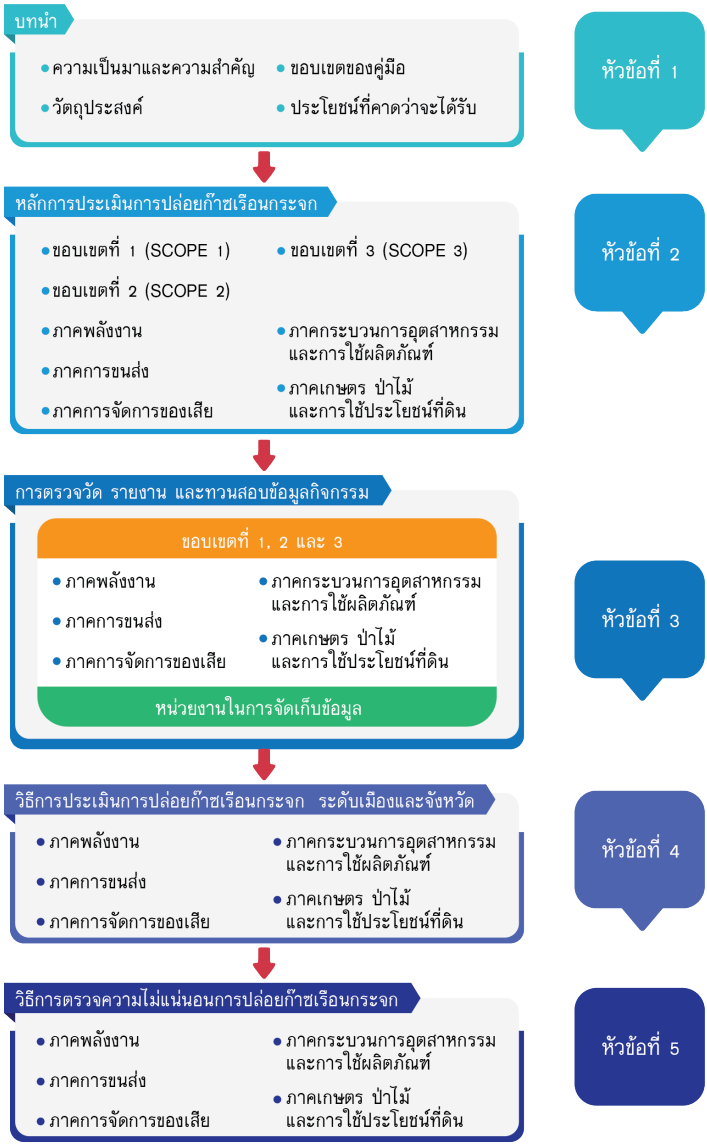
คำอธิบาย: กรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หน่วยงานที่เกี่ยวข้องศึกษากรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมที่เกิดขึ้น รวมไปถึงขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 5 ภาค

หัวข้อที่ 4: วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

คำอธิบาย: วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งวิธีการคำนวณในแต่ละรายภาคและรายการข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

หัวข้อที่ 5: วิธีการตรวจความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำอธิบาย: หน่วยงานที่เกี่ยวข้องศึกษาวิธีการประเมินความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการใช้งานคู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ

การจัดทำข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด ดำเนินการโดยแต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด พร้อมกำหนดอำนาจหน้าที่ เช่น สนับสนุนข้อมูลในการจัดทำข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก รวมไปถึงมาตรการและแผนการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น โดยขั้นตอนการจัดทำข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด แสดงดัง**รูปที่ 2** มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาข้อมูลจากหน่วยงานส่วนกลางหรือหน่วยงานที่สามารถสนับสนุนข้อมูลกิจกรรมที่มีความครบถ้วน สมบูรณ์ ของแต่ละภาค (Sector)

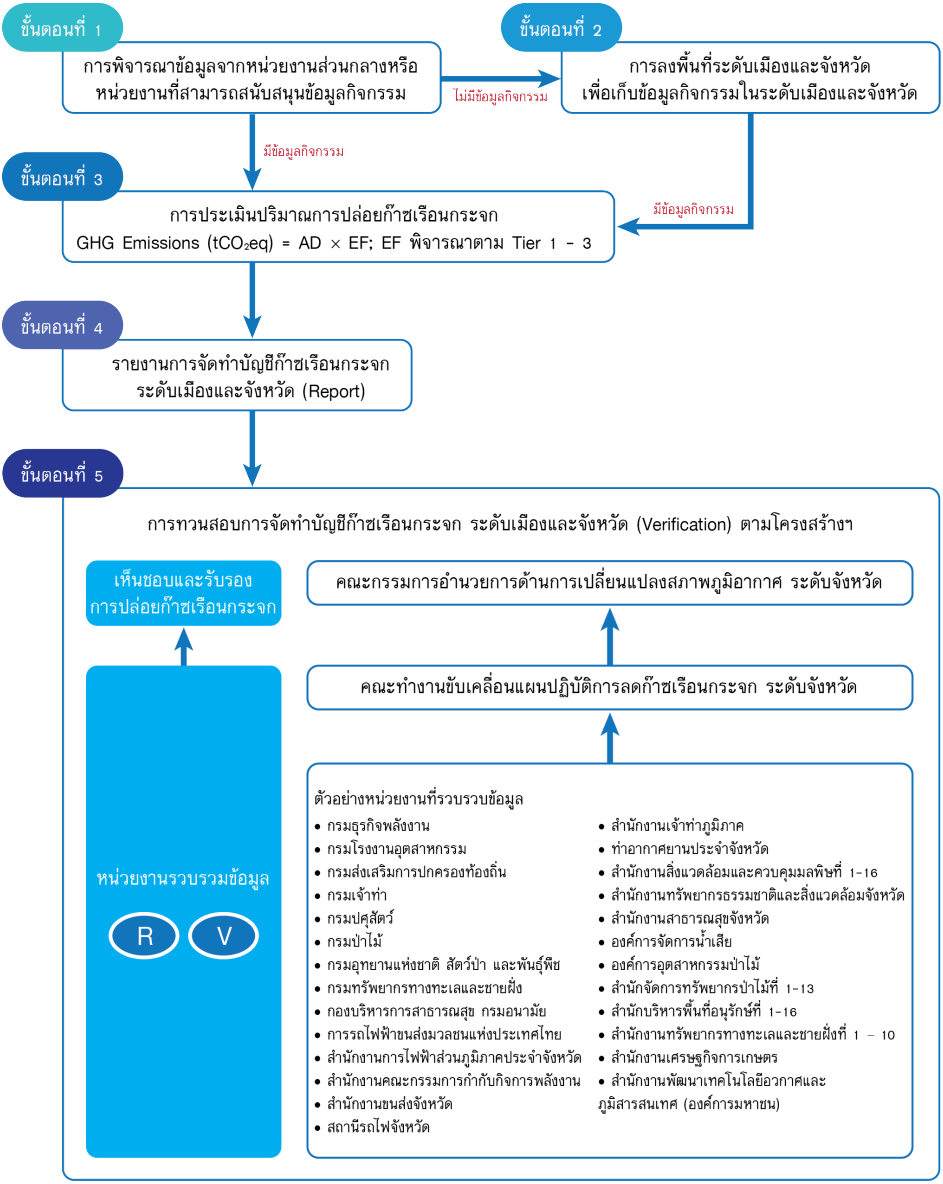
ขั้นตอนที่ 2 กรณีที่ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 ให้ดำเนินการลงพื้นที่ระดับเมืองและจังหวัดเพื่อเก็บข้อมูลกิจกรรมในบริบทของพื้นที่

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตาม Tier ที่เหมาะสมในบริบทของเมืองและจังหวัด

ขั้นตอนที่ 4 การนำข้อมูลของการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด (Report) ไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 5 การทวนสอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด (Verification) ตามโครงสร้างฯ โดยมีหน่วยงานในการรับผิดชอบรวบรวมข้อมูล เช่น สำนักงานพลังงานจังหวัด กรมการขนส่งทางบก การรถไฟแห่งประเทศไทย การท่าเรือแห่งประเทศไทย ท่าอากาศยานประจำจังหวัด กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 1-16 สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด กรมอนามัย กรมปศุสัตว์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมส่งเสริมการเกษตร กรมการข้าว กรมป่าไม้ และกรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น โดยส่งข้อมูลไปยังหน่วยงานเพื่อรับความเห็นชอบและรับรองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กล่าวคือ คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดรับข้อมูลการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด เพื่อตั้งเป้าหมาย มาตรการและแผนการลดก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รวมไปถึงจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับเมืองและจังหวัด ซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการกำหนดแผนยุทธศาสตร์และนโยบายด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ ในระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว และดำเนินการส่งข้อมูลการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด เพื่อรับความเห็นชอบและรับรองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 2 ขั้นตอนการจัดทำข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

หัวข้อที่ 2

หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

หัวข้อที่ 2 หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดเป็นไปตามระเบียบวิธี The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) จะแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามความเป็นจริงตามหลักการ GHG Protocol Corporate Standard เพื่อให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการรายงานผลอยู่บนพื้นฐานเดียวกัน ประกอบด้วยหลักการ แสดงดังรูปที่ 3

ความตรงประเด็น (Relevance)	การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลกิจกรรมและการรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองและจังหวัด
ความสมบูรณ์ (Completeness)	เก็บรวบรวมและประเมินทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัดหรือที่เกี่ยวข้องกับเมืองและจังหวัดอย่างครบถ้วน (กรณีไม่ครอบคลุมต้องมีการอธิบายถึงสาเหตุ)
ความต่อเนื่อง (Consistency)	ข้อมูลที่รวบรวมและประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องมีความต่อเนื่อง สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ และสอดคล้องกับข้อกำหนดของระเบียบวิธี GPC
ความโปร่งใส (Transparency)	มีการบันทึกข้อมูลที่ชัดเจน สามารถเปิดให้เข้าถึงแหล่งที่มาของข้อมูล ข้อสันนิษฐาน และวิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ความถูกต้อง (Accuracy)	ไม่ควรแสดงผลการประเมินที่มากหรือน้อยเกินความเป็นจริง และควรมีการรับรองผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป

รูปที่ 3 หลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการรายงานผลระดับเมืองและจังหวัด

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษาและขอบเขตในการดำเนินงานที่ชัดเจน เพื่อให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้องและบรรลุวัตถุประสงค์ โดยการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี GPC ได้แบ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 ภาค ได้แก่

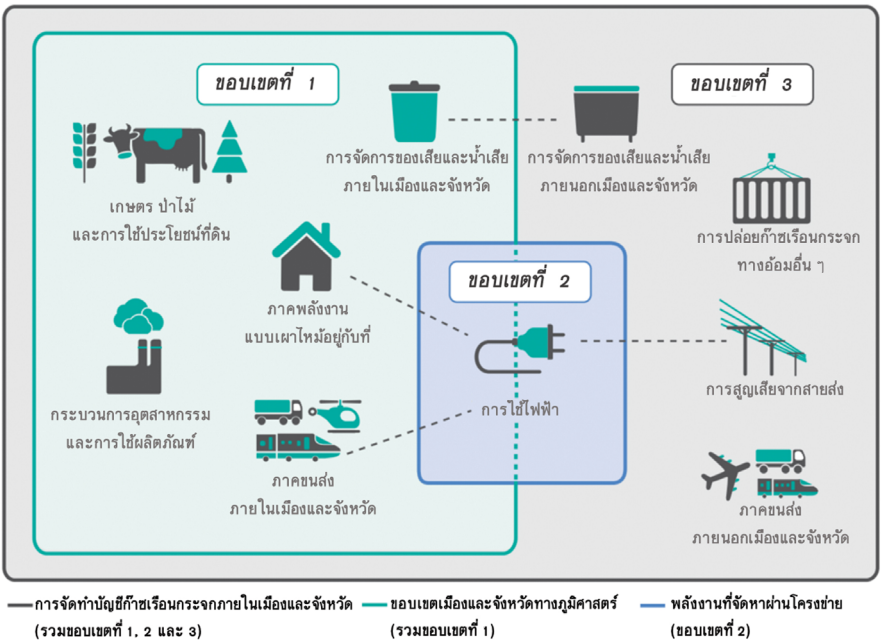
1. ภาคพลังงาน (Stationary Energy)
2. ภาคการขนส่ง (Transportation)
3. ภาคการจัดการของเสีย (Waste)
4. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)
5. ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

สำหรับการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งการรายงานออกเป็น 3 ขอบเขต แสดงดังรูปที่ 4 และตารางที่ 1 เพื่อให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมของเมืองทั้งที่เกิดขึ้นภายในและนอกเมืองและจังหวัด รายละเอียด ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 (SCOPE 1): การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในขอบเขตเมืองและจังหวัด (Provincial Boundary)

ขอบเขตที่ 2 (SCOPE 2): การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนที่นำเข้ามาจากภายนอกเขตเมืองและจังหวัด

ขอบเขตที่ 3 (SCOPE 3): การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นอกเหนือการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนตามขอบเขตที่ 2



รูปที่ 4 กรอบการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ 1 แสดงการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาคส่วน/รายภาค		ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
I. ภาคพลังงาน (Stationary Energy)				
I.1	พลังงานในที่พักอาศัย	✓	✓	✓
I.2	พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ	✓	✓	✓
I.3	พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง	✓	✓	✓
I.4.1/2/3	พลังงานในการผลิตพลังงาน	✓	✓	✓
I4.4	พลังงานในการผลิตไฟฟ้า (นำเข้ากริด)	✓		
I.5	พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง	✓	✓	✓
I.6	พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้	✓	✓	✓
I.7	การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน	✓		
I.8	การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ	✓		
II. ภาคการขนส่ง (Transportation)				
II.1	การขนส่งทางถนน	✓	✓	✓
II.2	การขนส่งทางราง	✓	✓	✓
II.3	การขนส่งทางน้ำ	✓	✓	✓
II.4	การขนส่งทางอากาศ	✓	✓	✓
II.5	การขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน	✓	✓	
III. ภาคการจัดการของเสีย (Waste)				
III.1.1/2	การจัดการของเสียด้วยวิธีฝังกลบ/เทกองของเสียที่เกิดในพื้นที่	✓		✓
III.1.3	การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นนอกพื้นที่ ด้วยวิธีฝังกลบ/เทกองในพื้นที่	✓		
III.2.1/2	การจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพของเสียที่เกิดในพื้นที่	✓		✓
III.2.3	การจัดการของเสียที่เกิดนอกพื้นที่ ด้วยวิธีการทางชีวภาพในพื้นที่	✓		
III.3.1/2	การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้ของเสียที่เกิดในพื้นที่	✓		✓
III.3.3	การจัดการของเสียที่เกิดนอกพื้นที่ ด้วยวิธีการเผาไหม้ในพื้นที่	✓		
III.4.1/2	การจัดการน้ำเสียและการปล่อยน้ำทิ้งของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่	✓		✓
III.4.3	การจัดการน้ำเสียที่เกิดนอกพื้นที่ ด้วยการบำบัดในพื้นที่	✓		

ภาคส่วน/รายภาค		ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
IV. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)				
IV.1	กระบวนการอุตสาหกรรม	✓		
IV.2	การใช้ผลิตภัณฑ์	✓		
V. ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)				
V.1	การจัดการปศุสัตว์	✓		
V.2	การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	✓		
V.3	วัสดุทางการเกษตรและแหล่งการปล่อยที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	✓		
VI. อื่น ๆ ขอบเขต 3				
VI.1	อื่น ๆ ขอบเขต 3			

หมายเหตุ

✓ = แหล่งการปล่อย GHG ภาคบังคับสำหรับการรายงานแบบ BASIC

✓ + ✓ = แหล่งการปล่อย GHG สำหรับการรายงานแบบ BASIC+

✓ = แหล่งการปล่อย GHG ที่เพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 (เฉพาะเมืองและจังหวัด)

= แหล่งการปล่อย GHG ขอบเขตที่ 3 อื่น ๆ

= แหล่งการปล่อย GHG ที่ไม่เกี่ยวข้อง

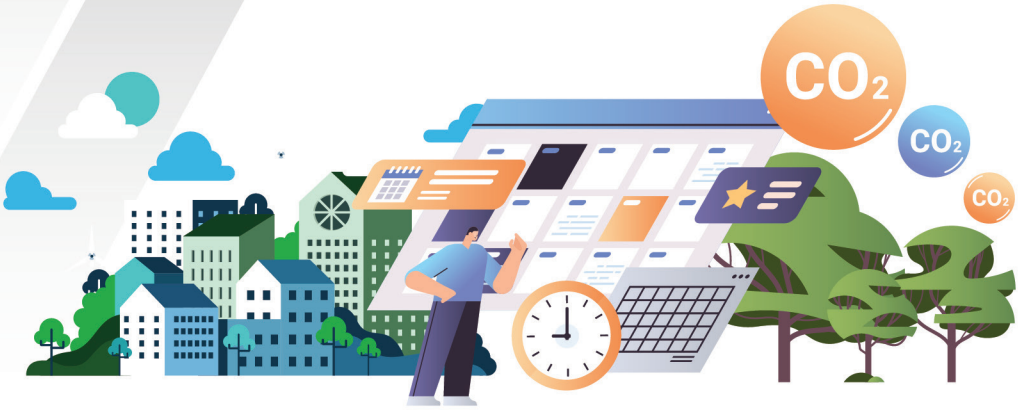
นอกจากนี้ ตามระเบียบวิธี GPC มีการแนะนำการอธิบายอักษรย่อตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ในการอธิบายถึงสาเหตุหรือข้อจำกัดของข้อมูลกิจกรรมและการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้การรายงานผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีความเข้าใจตรงกัน โดยรายละเอียดการอธิบายอักษรย่อแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การอธิบายอักษรย่อสำหรับการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

อักษรย่อ	คำอธิบาย
NO	ไม่ปรากฏกิจกรรมหรือกระบวนการนี้ภายในเมืองและจังหวัด (Not Occurring)
IE	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมนี้ถูกประเมินและรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมกับกลุ่มกิจกรรมอื่น (Included Elsewhere)
NE	มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมนี้แต่ไม่สามารถประเมินและรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ (Not Estimated)
C	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมนี้เป็นความลับไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้ (Confidential)

หัวข้อที่ 3

การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ ข้อมูลกิจกรรม



หัวข้อที่ 3 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม

การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม (Measurement, Reporting, and Verification; MRV) ข้อมูลกิจกรรมสำหรับการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับการดำเนินงานของหน่วยงาน และสอดคล้องกับสถานะในการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลกิจกรรมของแต่ละหน่วยงานที่รับผิดชอบ รวมทั้งสอดคล้องกับแนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก โดยมีนิยามการตรวจวัด การรายงาน และการทวนสอบ ดังนี้

การตรวจวัด (M) คือ การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่เป็นที่ยอมรับตามรูปแบบที่กำหนดของเมืองและจังหวัด ด้วยวิธีการมาตรฐานและมีระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อประกอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด

การรายงาน (R) คือ การรายงานข้อมูลที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบที่เชื่อถือได้ผ่านกระบวนการอนุมัติอนุญาตตามลำดับขั้น และผ่านการรับรองของหน่วยงานในระดับเมืองและจังหวัด

การทวนสอบ (V) คือ การตรวจสอบและประกันคุณภาพของข้อมูล เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่รายงานมีความถูกต้องสมบูรณ์ ไม่ซ้ำซ้อน และมีความต่อเนื่องของการจัดเก็บข้อมูล ด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม มีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดของทั้ง 5 ภาคส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบตามโครงสร้างการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัดของหน่วยงานผู้รับผิดชอบด้านข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

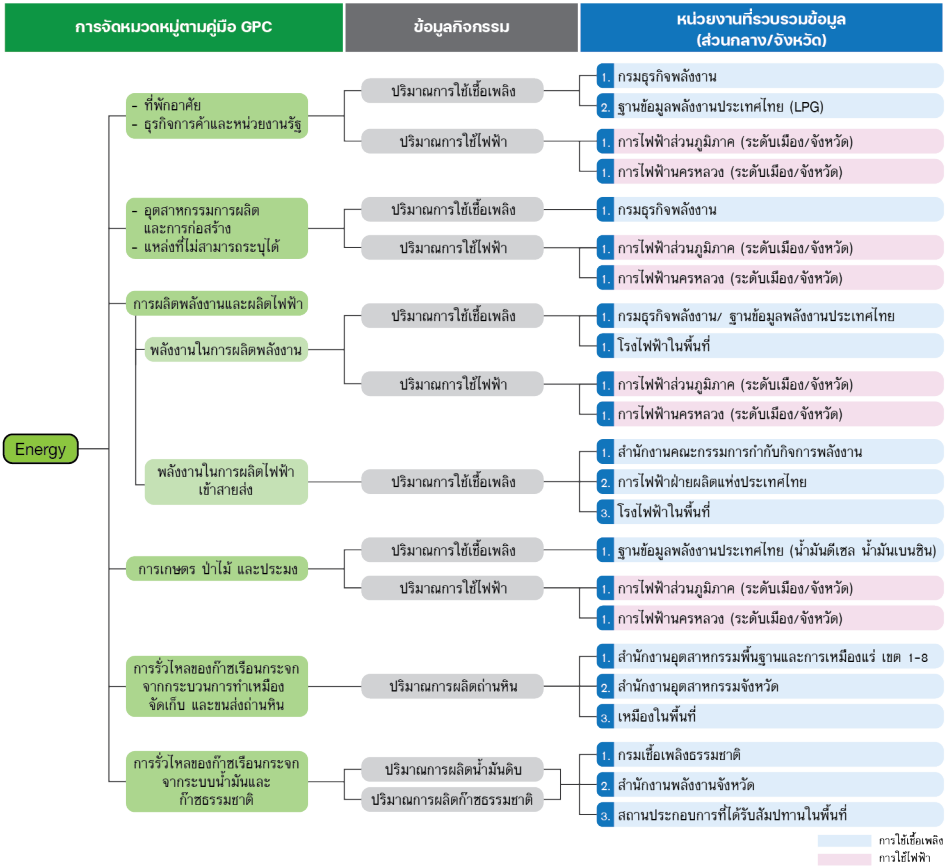
ตารางที่ 3 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบตามโครงสร้างการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด

ขั้นตอน	ผู้รับผิดชอบ	หน้าที่หลัก
M: การตรวจวัด	หน่วยงานเจ้าของข้อมูลสำหรับการตรวจสอบและรายงานข้อมูลในระดับจังหวัด	1. จัดการข้อมูล และจัดส่งข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกให้กับเมืองและจังหวัดที่มีการร้องขอ โดยให้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อให้จังหวัดสามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุม
R: การรายงาน	หน่วยงานซึ่งดูแลข้อมูลสำหรับภาพรวมในระดับจังหวัด	1. พิจารณาอนุมัติรับรองข้อมูลกิจกรรมสำหรับรายงานผลต่อคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด 2. รายงานข้อมูลกิจกรรมที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบ และประกันคุณภาพของข้อมูลให้กับคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อใช้สำหรับคำนวณและจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด โดยศึกษาวิธีการคำนวณในหัวข้อที่ 4
V: การทวนสอบ	คณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด	1. ตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลกิจกรรมที่ได้รับจากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

ขั้นตอน	ผู้รับผิดชอบ	หน้าที่หลัก
		2. รวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่ผ่านการทวนสอบของข้อมูล และทำการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด จากนั้นรายงานผลให้กับคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัด เพื่อพิจารณาเห็นชอบและรับรองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.1 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม ภาคพลังงาน (Stationary Energy)

ข้อมูลกิจกรรมภาคพลังงานตามคู่มือ GPC โดยเชื่อมโยงประเภทของพลังงาน โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ แสดงดังรูปที่ 5



หมายเหตุ: หน่วยงานที่รวบรวมข้อมูล (ส่วนกลาง/จังหวัด): หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

รูปที่ 5 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงาน

ภาคพลังงาน (Stationary Energy) เป็นภาคที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมากซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และการรั่วไหลจากกระบวนการผลิต กองเก็บ และการจัดส่งเชื้อเพลิง เป็นต้น แบ่งเป็น 8 รายภาค ได้แก่

1) พลังงานในที่พักอาศัย (Residential buildings)
2) พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ (Commercial and institutional buildings and facilities)
3) พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing industries and construction)
4) พลังงานในการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้า (Energy generation supplied to the grid)
5) พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง (Agriculture, forestry and fishing activities)
6) พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ (Non-Specified sources)
7) การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน (Fugitive emissions from mining, processing, storage and transportation of coal)
8) การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Fugitive emissions from oil and natural gas systems)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงานแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด เช่น การใช้พลังงานในที่พักอาศัย อาคารธุรกิจและหน่วยงานรัฐ อุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง และการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน เป็นต้น รวมไปถึงก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากการทำเหมืองถ่านหินและระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

ขอบเขตที่ 2 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น การใช้พลังงานในที่พักอาศัย อาคารธุรกิจและหน่วยงานรัฐ รวมไปถึงการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง เป็นต้น โดยการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 2 ควรรายงานการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด แต่ไม่รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงผลิตไฟฟ้าที่ตั้งภายในเมืองและจังหวัด

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานที่ไม่เข้าข่ายอยู่ในขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 เช่น การสูญเสียพลังงานภายในสายส่งไฟฟ้า ไอน้ำ และความร้อนภายในเมืองและจังหวัด เป็นต้น

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ (Oxidation) ของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์แบบอยู่กับที่ ซึ่งทำหน้าที่ผลิตความร้อนแล้วส่งต่อออกไปเป็นความร้อนหรือเป็นพลังงานกลให้กระบวนการต่าง ๆ แสดงขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงาน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงาน ตามคู่มือ GPC

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
1. พลังงานในที่พักอาศัย (Residential buildings)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงในครัวเรือนหรืออาคารที่พักอาศัย **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้า ไอน้ำในครัวเรือนหรืออาคารที่พักอาศัย **ขอบเขตที่ 3** การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า/ไอน้ำ/ความร้อน/ความเย็น ที่เกิดขึ้นระหว่างโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตพลังงานจนถึงครัวเรือนหรืออาคารที่พักอาศัยทุกประเภท เช่น การสูญเสียในสายส่งแรงสูง-แรงต่ำ หม้อแปลง และสายจำหน่ายก่อนถึงมิเตอร์ไฟฟ้าของบ้านเรือน เป็นต้น
2. พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ (Commercial and institutional buildings and facilities)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงในอาคารหรือสถานประกอบการเชิงพาณิชย์ เช่น สำนักงานเอกชน ห้างสรรพสินค้า โรงแรม ร้านอาหาร โกดังเอกชน เป็นต้น และหน่วยงานของรัฐ เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล สถานีอนามัย สำนักงานราชการ ไฟส่องสว่างทางหลวง และอาคารอื่นๆ เป็นต้น

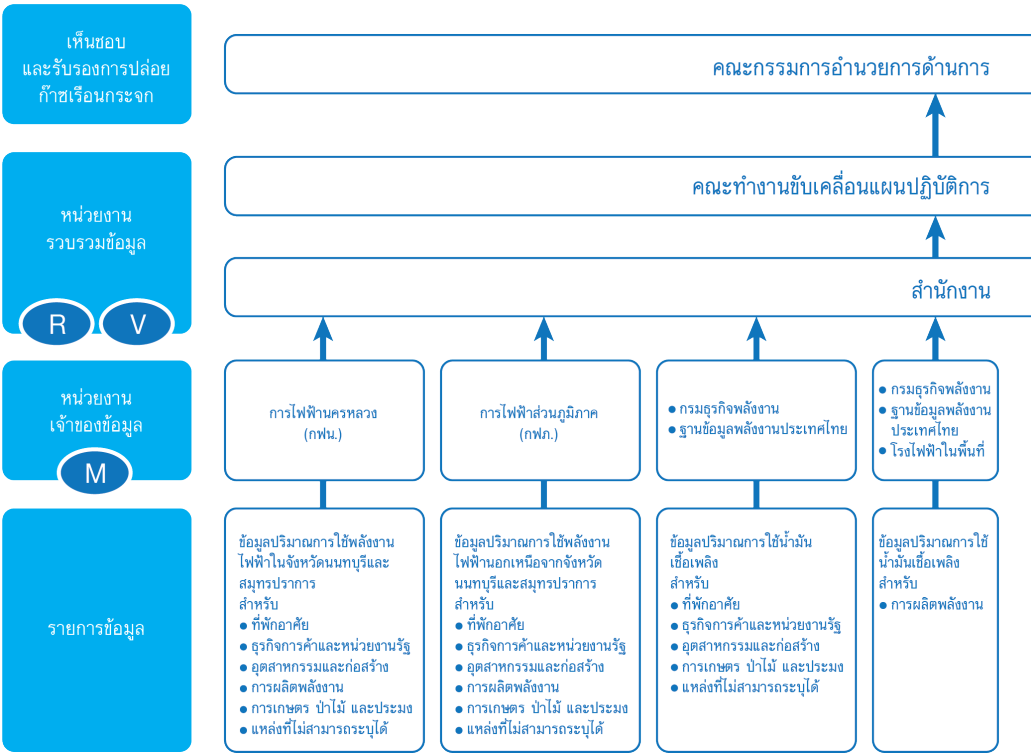
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	ขอบเขตที่ 2 การใช้ไฟฟ้า ไอน้ำในอาคารหรือสถานประกอบการเชิงพาณิชย์และหน่วยงานของรัฐ เช่น สำนักงานเอกชน ห้างสรรพสินค้า โรงแรม ร้านอาหาร โกดังเอกชน โรงเรียน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล สถานีอนามัย สำนักงานราชการ ไฟส่องสว่างทางหลวง และอาคารอื่น ๆ เป็นต้น **ขอบเขตที่ 3** การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า/ไอน้ำ/ความร้อน/ความเย็นของอาคารหรือสถานประกอบการเชิงพาณิชย์และหน่วยงานของรัฐ เช่น การสูญเสียในระบบสายส่งจากโรงไฟฟ้ามายังธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ เป็นต้น
3. พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing industries and construction)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงในสถานประกอบการอุตสาหกรรมและกิจกรรมก่อสร้าง (ยกเว้นที่จัดอยู่ในรายภาคพลังงานในการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้า) นอกจากนี้ ยังรวมถึงการเผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนเพื่อใช้เองภายในอุตสาหกรรม **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้า ไอน้ำในสถานประกอบการอุตสาหกรรมและกิจกรรมก่อสร้าง **ขอบเขตที่ 3** การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายที่จ่ายให้

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	ภาคอุตสาหกรรมและการก่อสร้างในเมืองและจังหวัด เช่น การสูญเสียในสายส่งและหม้อแปลงที่จ่ายไฟฟ้าให้โรงงาน เขตอุตสาหกรรม และไซต์งานก่อสร้าง เป็นต้น
4.1 พลังงานในการผลิตพลังงาน (Energy industries)	**ขอบเขตที่ 1** การใช้เชื้อเพลิงภายในโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตพลังงานเพื่อการเดินระบบภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้า/ไอน้ำ/ความร้อน/ความเย็น จากโครงข่ายที่ซื้อหรือรับจากภายนอก แล้วนำมาใช้ภายในโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตพลังงาน ภายในขอบเขตเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า/ไอน้ำ/ความร้อน/ความเย็น ที่เกิดขึ้นระหว่างโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตพลังงานจนถึงโรงงานผลิตพลังงานหรือโรงไฟฟ้า (กรณีใช้ไฟฟ้า/ไอน้ำ/ความร้อน/ความเย็นจากภายนอก)
4.2 พลังงานในการผลิตไฟฟ้าเข้าสายส่ง (Energy generation supplied to the grid)	**ขอบเขตที่ 1** การผลิตไฟฟ้า/พลังงานที่โรงไฟฟ้าผลิตแล้วส่งออกไปยังโครงข่าย เช่น โรงไฟฟ้าในเขตเมืองและจังหวัดเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าและส่งเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น

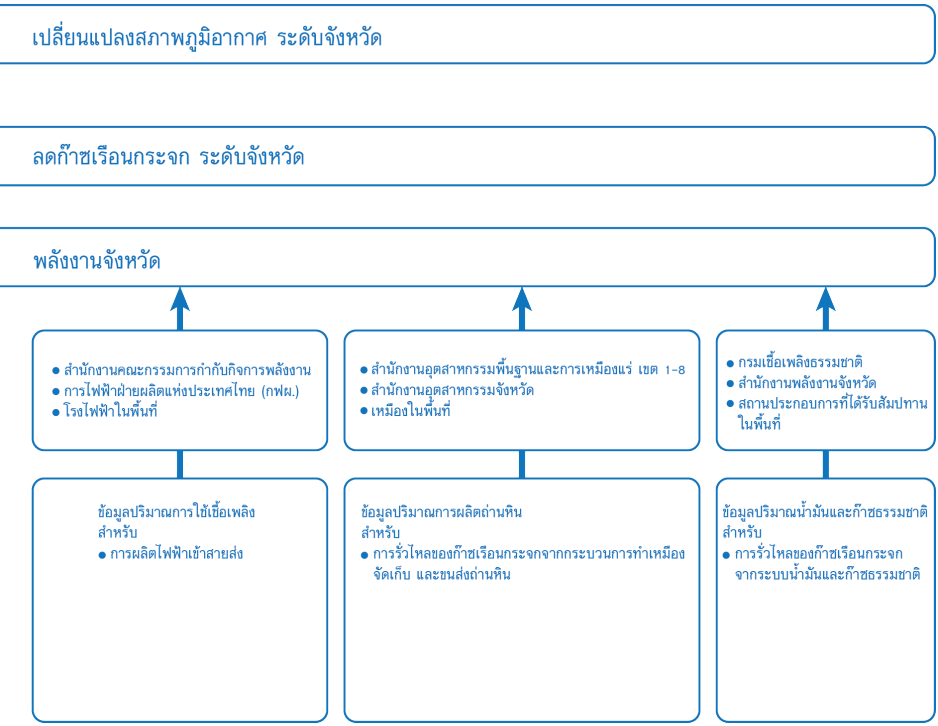
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
5. พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง (Agriculture, forestry and fishing activities)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงในการเกษตร ป่าไม้ และประมง ของเครื่องจักร อุปกรณ์ที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่ เช่น รถแทรกเตอร์ เป็นต้น **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้าในการเกษตร ป่าไม้ และประมงของเครื่องจักร ครอบคลุมทั้ง อุปกรณ์อยู่กับที่ เช่น ปั๊มน้ำชลประทาน เครื่องให้อากาศบ่อเลี้ยง เป็นต้น และอุปกรณ์เคลื่อนที่เฉพาะกรณีที่ใช้พลังงานจากโครงข่าย เช่น รถ/เครื่องจักรไฟฟ้าที่ชาร์จไฟจากโครงข่ายภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นระหว่างโรงไฟฟ้าหรือแหล่งผลิตพลังงานในกิจกรรมเกษตร ป่าไม้ และประมง ภายในเมืองและจังหวัด เช่น การสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าที่จ่ายให้ฟาร์มเกษตร ฟาร์มปศุสัตว์ โรงเรือนเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น
6. พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ (Non-specified sources)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เหลือทั้งหมดจากสถานประกอบการที่ผลิตหรือใช้พลังงานซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในหมวดอื่น **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้า ไอน้ำที่เหลือทั้งหมดจากสถานประกอบการที่ผลิตหรือใช้พลังงานซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในหมวดอื่น

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	ขอบเขตที่ 3 การสูญเสียพลังงานในระบบส่งและจำหน่ายของไฟฟ้า/พลังงานโครงข่ายจากสถานประกอบการที่ผลิตหรือใช้พลังงานซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในหมวดอื่น
7. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน (Fugitive emissions from mining, processing, storage and transportation of coal)	**ขอบเขตที่ 1** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่ง ซึ่งเกิดจากการทำเหมืองถ่านหินใต้ดินหรือเหมืองเปิดหน้า การแปรสภาพ จัดเก็บ และขนส่ง
8. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Fugitive emissions from oil and natural gas systems)	**ขอบเขตที่ 1** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการสำรวจหรือการผลิต การเผา การกลั่นหรือปรับปรุงคุณภาพ การขนส่ง และการกักเก็บ

การตรวจวัด ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง ที่มีการใช้ในที่อยู่อาศัย อาคารธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ อุตสาหกรรมและก่อสร้าง และการเกษตร ป่าไม้และประมง นอกจากนี้ยังประเมินถึงข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้า รวมถึงการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน รวมถึงการผลิต การรวบรวม การแปรรูป และการกลั่นน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ซึ่งสำนักงานพลังงานจังหวัดสามารถรวบรวมข้อมูลได้จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลที่ทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลรายงานไปยังคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำข้อมูลส่งไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดเพื่อให้ความเห็นชอบต่อการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รายละเอียดดังรูปที่ 6



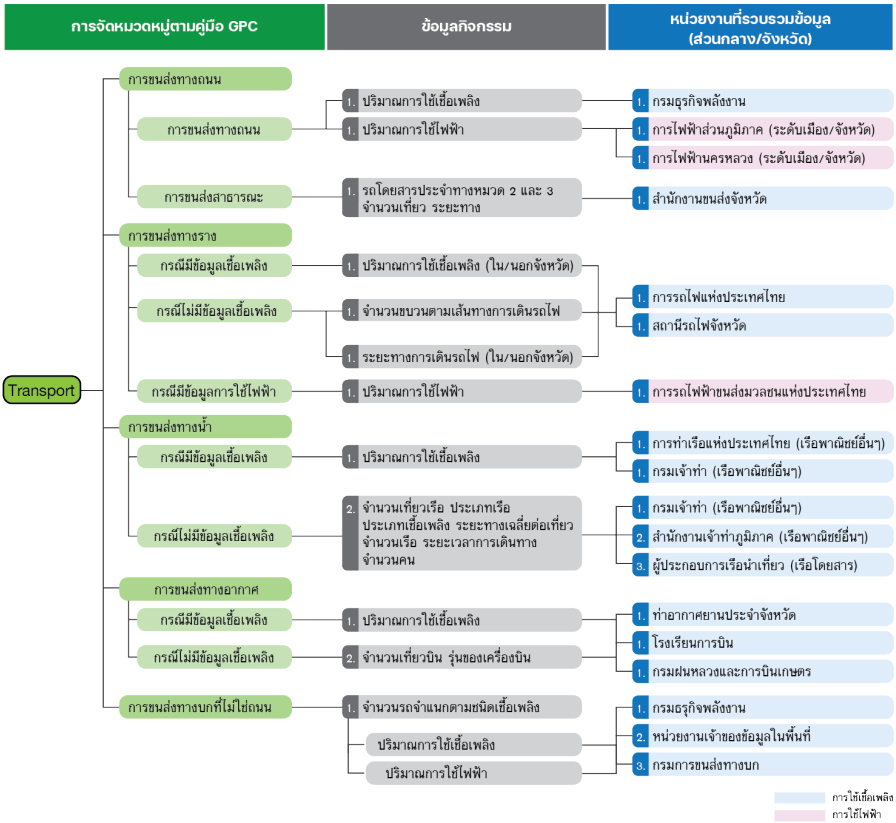
รูปที่ 6 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูล



บัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคพลังงาน

3.2 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูล กิจกรรมภาคการขนส่ง (Transportation)

ข้อมูลกิจกรรมภาคการขนส่ง ตามคู่มือ GPC โดยเชื่อมโยงประเภทของการขนส่ง โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ แสดงดังรูปที่ 7



หมายเหตุ: ข้อมูลกิจกรรม: หมายเลขแสดงลำดับการใช้ข้อมูลกิจกรรม โดยลำดับที่ 1 ดำเนินการในกรณีที่มีข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ส่วนลำดับที่ 2 ดำเนินการในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง โดยดำเนินการนำจำนวนขบวน จำนวนเที่ยวเรือ จำนวนเที่ยวบินคูณระยะทาง เป็นต้น

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2, และ 3 ตามลำดับ

รูปที่ 7 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคการขนส่ง

ภาคการขนส่ง (Transportation) เป็นภาคที่ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งหมด โดยข้อมูลกิจกรรมที่ใช้คือ ปริมาณเชื้อเพลิงและการใช้ไฟฟ้า ที่จำแนกตามประเภทการขนส่ง เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น โดยการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจะพิจารณาการขนส่งภายในเมืองและจังหวัดและการขนส่งระหว่างเขตเมืองและจังหวัด

กิจกรรมในภาคการขนส่ง (Transportation) แบ่งเป็น 5 รายภาค ได้แก่

1) การขนส่งทางถนน (On-road transportation)
2) การขนส่งทางราง (Railways)
3) การขนส่งทางน้ำ (Waterborne navigation)
4) การขนส่งทางอากาศ (Aviation)
5) การขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน (Off-road transportation)

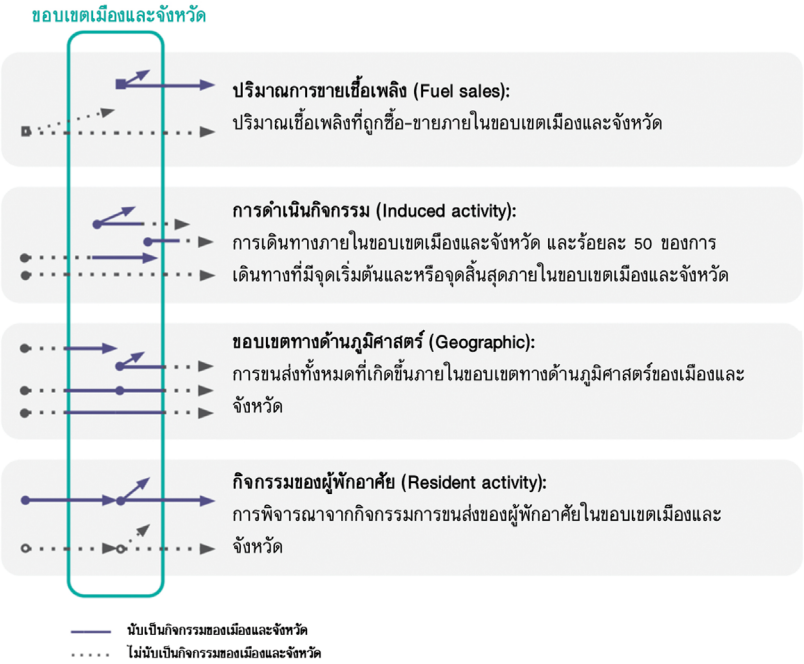
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่งแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด

ขอบเขตที่ 2 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขนส่งทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด เช่น รถไฟฟ้า กระเช้าลอยฟ้า และรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

ขอบเขตที่ 3 การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งที่เกิดขึ้นระหว่างเมืองและจังหวัด เช่น การขนส่งที่มีจุดตั้งต้นของการเดินทางอยู่ในเขตเมืองและจังหวัดและสิ้นสุดอยู่นอกเมืองและจังหวัด หรือการมีจุดตั้งต้นนอกเมืองและจังหวัดและมีจุดสิ้นสุดในเขตเมืองและจังหวัด เป็นต้น

เนื่องจากภาคการขนส่ง มีความซับซ้อนและมีความพร้อมของข้อมูลกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละภาคส่วน ดังนั้นตามระเบียบวิธี GPC มีการกำหนดหลักการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามความเหมาะสมของกิจกรรมของข้อมูลกิจกรรมในแต่ละภาคส่วน ซึ่งมีรายละเอียดหลักการประเมินภาคขนส่ง แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง (Transportation) ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง ตามคู่มือ GPC

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
1. การขนส่งทางถนน (On-road transportation)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือก๊าซของรถทุกประเภทที่วิ่งภายในเมืองและจังหวัด เช่น รถยนต์ รถแท็กซี่ รถบัส รถบรรทุก และรถจักรยานยนต์ เป็นต้น กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิง สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางถนน ดังนี้ 1.1 การนับจำนวนรถแต่ละประเภท เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก เป็นต้น แยกตามเชื้อเพลิง ระยะทางเฉลี่ยต่อปี (กม./คัน/ปี) หรือการใช้เชื้อเพลิงต่อกิโลเมตรของแต่ละประเภทรถ 1.2 การสำรวจระยะการเดินทางของคนในการใช้ยานพาหนะแต่ละประเภท โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผู้โดยสาร-กิโลเมตร" (gCO_2eq/pkm) หรือ "ยานพาหนะ-กิโลเมตร" (gCO_2eq/vkm) **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้าจากการชาร์จไฟฟ้าในเมืองและจังหวัด สำหรับรถไฟฟ้าหรือรถไฮบริด (สถานีชาร์จ บ้าน ที่ทำงาน) กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้า สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางถนน จากจำนวนรถจดทะเบียนในจังหวัดแยกตามเชื้อเพลิง (ไฟฟ้าหรือการแบ่งสัดส่วนของเบนซิน-ไฟฟ้า, ดีเซล-ไฟฟ้า, เบนซิน-ไฟฟ้าแบบเสียบปลั๊ก เป็นต้น) ประกอบการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคันต่อปี จากสถิติระดับประเทศ (ลิตร/คัน/ปี)

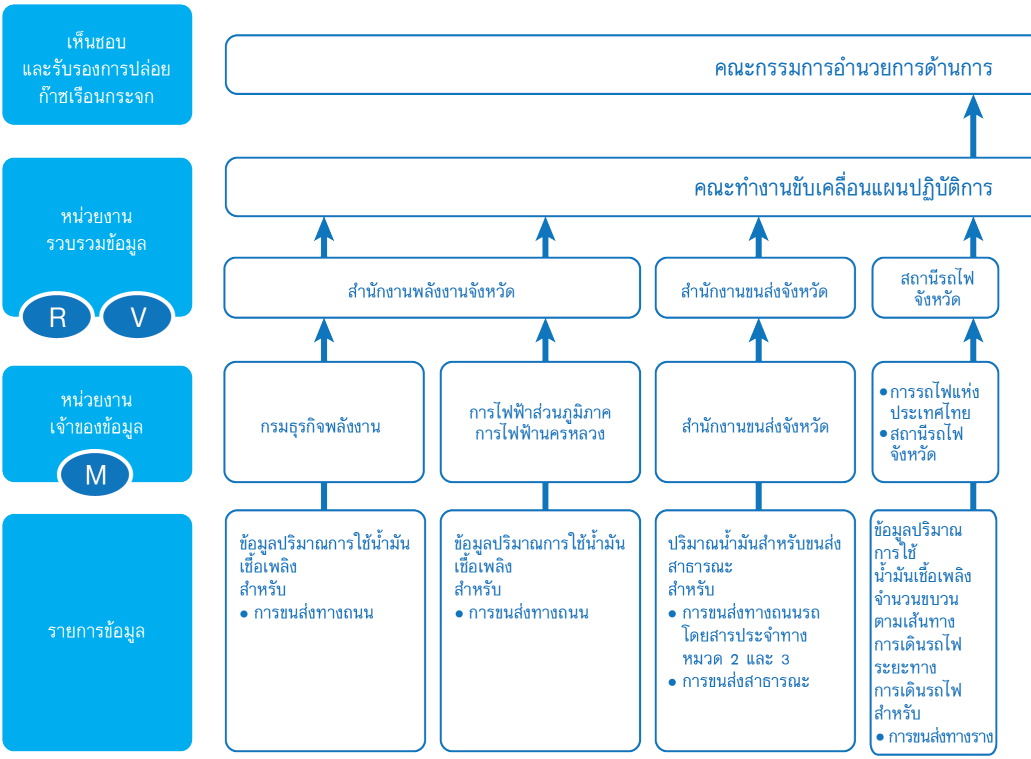
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	ขอบเขตที่ 3 การเดินทางทางถนนที่มี จุดเริ่มต้นหรือปลายทางอยู่ในเมืองและจังหวัด แต่ส่วนของการเผาไหม้เกิดขึ้นนอกเขตเมือง กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเขตเมืองและจังหวัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจำนวนยานพาหนะสะสม (คัน/ปี) โดยแยกประเภทการใช้เชื้อเพลิง รวมไปถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อยานพาหนะ (ลิตร/ปี)
2. การขนส่งทางราง (Railways)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถไฟดีเซลหรือหัวรถจักรภายในเมืองและจังหวัด กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของรถไฟ สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระยะทางในจังหวัดร่วมกับอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิง นำมาซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันของรถไฟในจังหวัด **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้าของรถราง รถไฟฟ้า รถไฟฟ้าใต้ดินภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถไฟดีเซลหรือหัวรถจักรภายนอกเมืองและจังหวัด กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของรถไฟ สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ระยะทางนอกจังหวัด ร่วมกับอัตราการสิ้นเปลืองชองเชื้อเพลิง นำมาซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันของรถไฟนอกจังหวัด

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
3. การขนส่งทางน้ำ (Waterborne navigation)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเรือ เรือเฟอร์รี่ เรือท่องเที่ยวที่วิ่งภายในน่านน้ำเขตเมืองและจังหวัด กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเรือเขตเมืองและจังหวัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจำนวนเที่ยวเรือ (เที่ยว/ปี) โดยแยกตามประเภทเรือ ประเภทเชื้อเพลิง ระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยว (กิโลเมตร) เวลาในการเดินทาง (นาที) จำนวนคน (คน) รวมไปถึง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง) นำมาซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันของเรือเขตเมืองและจังหวัดประเภทนั้นๆ **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้าของเรือไฟฟ้าที่วิ่งภายในน่านน้ำเขตเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเรือ เรือเฟอร์รี่ เรือท่องเที่ยว ซึ่งเป็นการเดินเรือระหว่างเมืองและจังหวัด ที่เมืองและจังหวัดเป็นต้นทางหรือปลายทาง กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเรือเขตเมืองและจังหวัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจำนวนเที่ยวเรือ (เที่ยว/ปี) โดยแยกตามประเภทเรือ ประเภทเชื้อเพลิง ระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยว (กิโลเมตร) เวลาในการเดินทาง (นาที) จำนวนคน (คน) รวมไปถึง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง) นำมาซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันของเรือเขตนอกเมืองและจังหวัดประเภทนั้นๆ

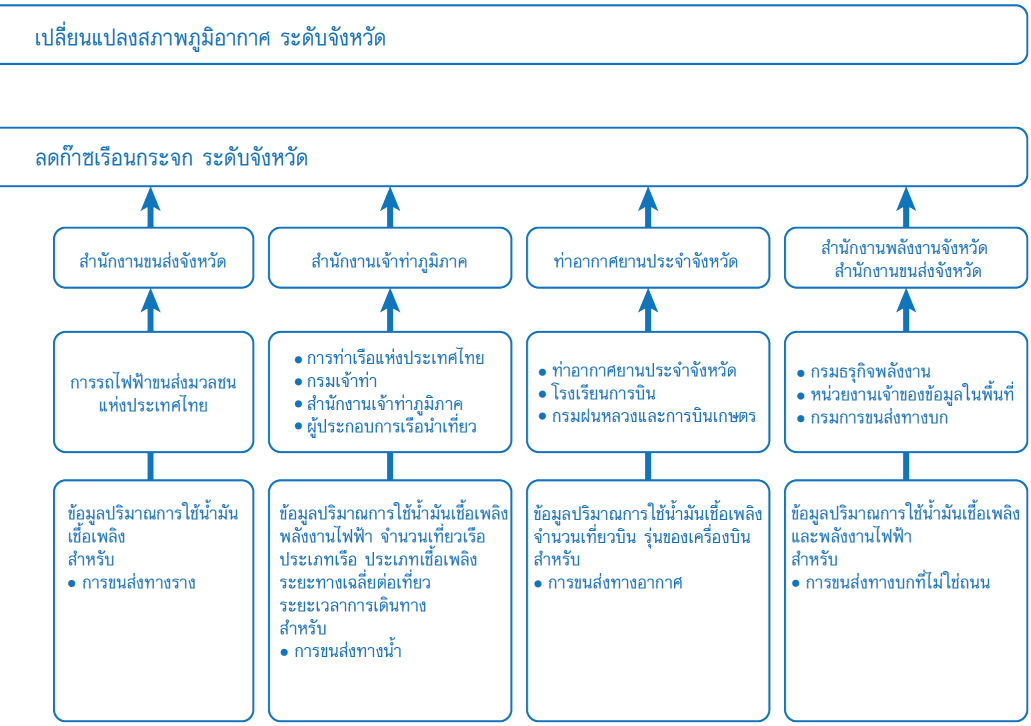
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
4. การขนส่งทางอากาศ (Aviation)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องบินภายในเมืองและจังหวัด ครอบคลุมการบินขึ้น/ลง และเคลื่อนที่ในเขตการปฏิบัติการของสนามบิน (LTO cycle – Landing and Take-Off) ภายในเมืองและจังหวัด กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องบินเขตเมืองและจังหวัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจำนวนเที่ยวบิน (flights/ปี) แยกตามปลายทาง (ภายในประเทศ/ระหว่างประเทศ) จำนวนผู้โดยสาร (คน) และระยะทางบิน (route distance) **ขอบเขตที่ 2** การใช้ไฟฟ้าที่ใช้กับระบบขนส่งทางอากาศภายในเมืองและจังหวัด เช่น ระบบรถไฟฟ้าภายในสนามบิน/อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นกิจกรรมขนส่ง เป็นต้น **ขอบเขตที่ 3** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องบินช่วงการบินลอยตัว (cruise) และส่วนของเส้นทางบินนอกเขตเมืองและจังหวัด กรณีไม่สามารถนำมาซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องบินเขตนอกเมืองและจังหวัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจำนวนเที่ยวบิน (flights/ปี) แยกตามปลายทาง (ภายในประเทศ/ระหว่างประเทศ) จำนวนผู้โดยสาร (คน) และระยะทางบิน (route distance)

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
5. การขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน (Off-road transportation)	**ขอบเขตที่ 1** การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่ไม่ใช่บนถนนและอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง เช่น อุปกรณ์ภาคพื้นสนามบินท่าเรือ สถานีขนส่งผู้โดยสาร และสถานีรถไฟ เป็นต้น **ขอบเขตที่ 2** พลังงานไฟฟ้า/ความร้อนเครือข่ายที่ใช้กับอุปกรณ์ขนส่งนอกถนนภายในเมืองและจังหวัด (ถ้ามี)

การจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด ภาคการขนส่ง เป็นการตรวจวัดข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางอากาศ และการขนส่งที่ไม่ใช่ถนน ซึ่งสำนักงานพลังงานจังหวัด สำนักงานขนส่งจังหวัด สถานีรถไฟจังหวัด สำนักงานเจ้าท่าภูมิภาค และท่าอากาศยานประจำจังหวัด สามารถรวบรวมข้อมูลได้จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลที่ทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลรายงานไปยังคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำข้อมูลส่งไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดเพื่อให้ความเห็นชอบต่อการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รายละเอียดดังรูปที่ 9



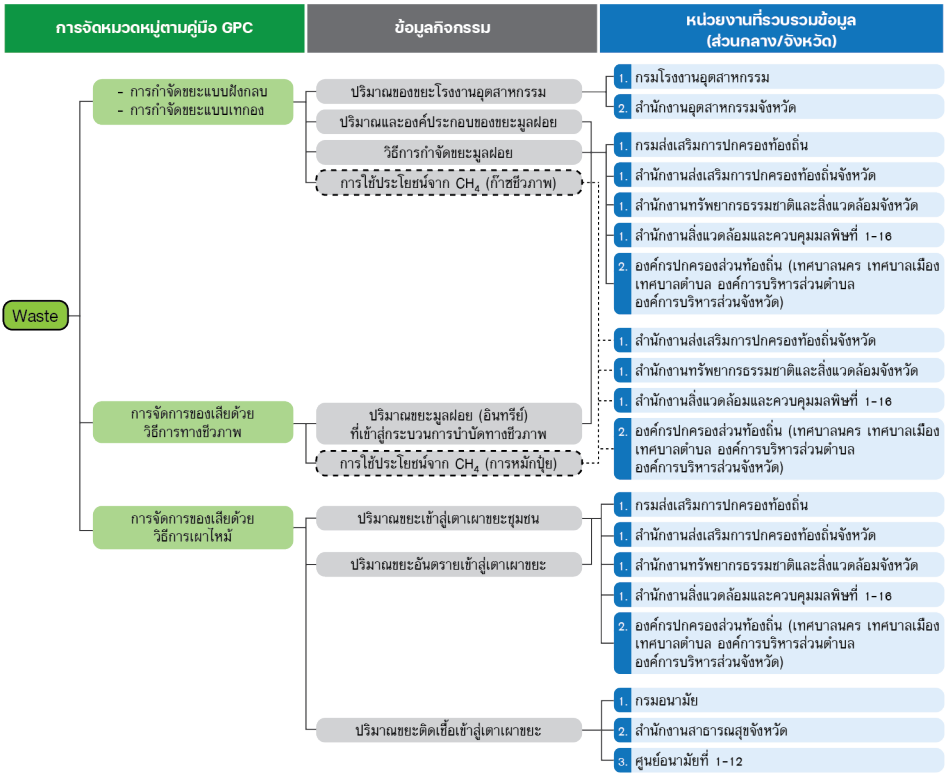
รูปที่ 9 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูล



บัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคการขนส่ง

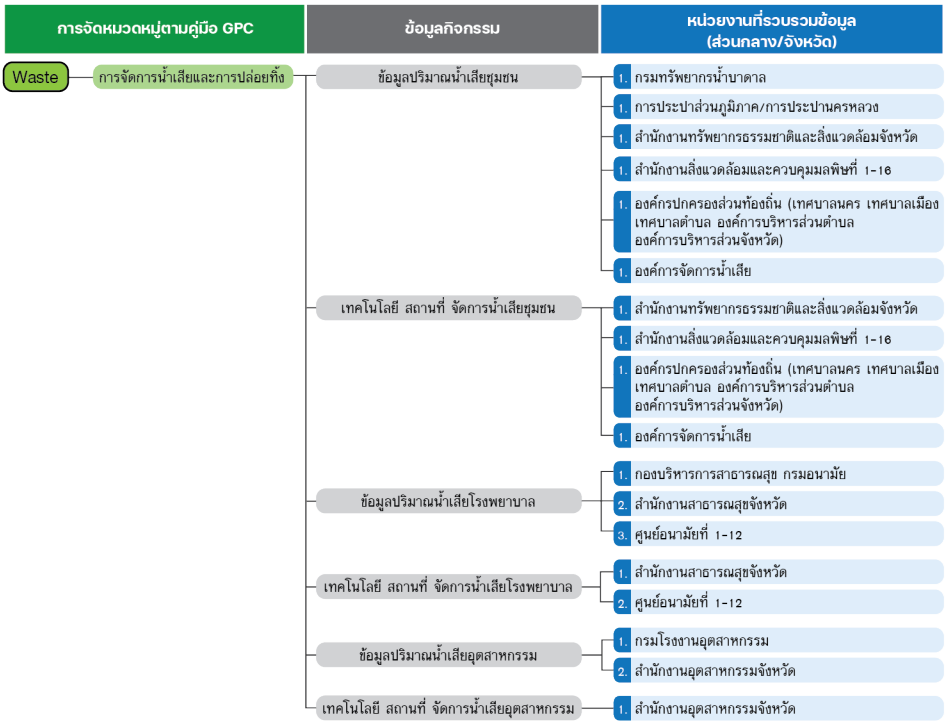
3.3 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ ข้อมูลกิจกรรมการจัดการของเสีย (Waste)

ข้อมูลกิจกรรมภาคการจัดการของเสียตามคู่มือ GPC โดยเชื่อมโยงประเภทของการจัดการของเสีย โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ แสดงดังรูปที่ 10



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

รูปที่ 10 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคการจัดการของเสีย



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

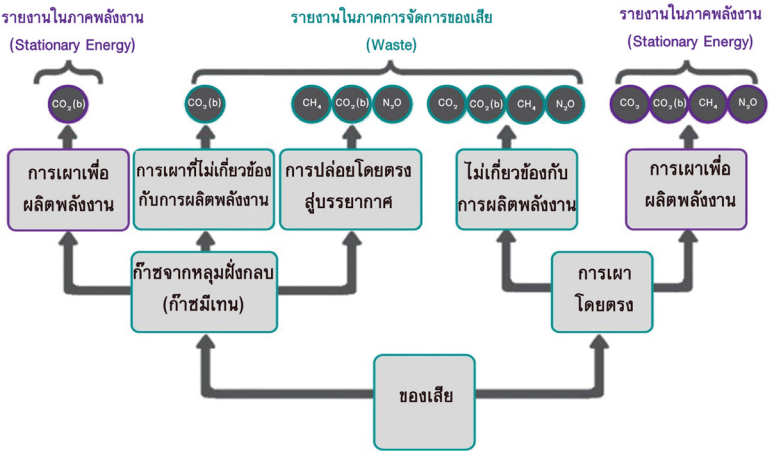
รูปที่ 10 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคการจัดการของเสีย (ต่อ)

ของเสีย คือ ของเสียชุมชนและของเสียอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้น ซึ่งอยู่ในรูปของขยะมูลฝอยและน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อของเสียผ่านกระบวนการจัดการหรือถูกทิ้งไว้ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานมากพอที่จะทำให้สารอินทรีย์ในขยะเกิดการย่อยสลายจะก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) โดยกระบวนการจัดการของเสียอาจเกิดได้ทั้งภายในและภายนอกเมืองและจังหวัด

กิจกรรมในภาคการจัดการของเสีย (Waste) แบ่งเป็น 4 รายภาค ได้แก่

1) การจัดการของเสียด้วยวิธีฝังกลบ/เทกอง
2) การจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ
3) การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้
4) การจัดการน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง

สำหรับการจัดการของเสียของเมืองและจังหวัดที่มีการดำเนินเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า แนะนำให้ดำเนินการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน (Stationary Energy) โดยรายละเอียดการรายงานในภาคการจัดการของเสีย แสดงดังรูปที่ 11



หมายเหตุ: $CO_2(b)$ หมายถึง both with a distinction between fossil and biogenic carbon dioxide

รูปที่ 11 แหล่งและชนิดของก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย (Waste)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสียแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 พิจารณาเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากของเสียที่เกิดขึ้นและถูกนำไปจัดการในแหล่งกำจัดหรือระบบบำบัดที่ตั้งอยู่ภายในขอบเขตเมืองและจังหวัด รวมไปถึงก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากของเสียที่นำเข้ามาจากเมืองและจังหวัดอื่นแต่มีการบำบัดหรือกำจัดภายในขอบเขตเมืองและจังหวัด

ขอบเขตที่ 2 ไม่มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดการของเสียอยู่ในขอบเขตที่ 2 กล่าวคือ ตามระเบียบวิธี GPC ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบจัดการของเสียและระบบบำบัดภายในเขตเมืองและจังหวัดให้ประเมินและรายงานในขอบเขตที่ 2 ของภาคพลังงาน (Stationary Energy) ในรายภาคพลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ (Commercial and institutional building and facilities)

ขอบเขตที่ 3 ไม่มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากของเสียที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัดและถูกนำไปบำบัดหรือกำจัดที่ตั้งอยู่นอกขอบเขตเมืองและจังหวัด

รายละเอียดการแบ่งกลุ่มกิจกรรมเพื่อการประเมินและการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบ GPC แสดงดังรูปที่ 12

รูปที่ 12 กรอบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย (Waste)

ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย แสดงดังตารางที่ 6

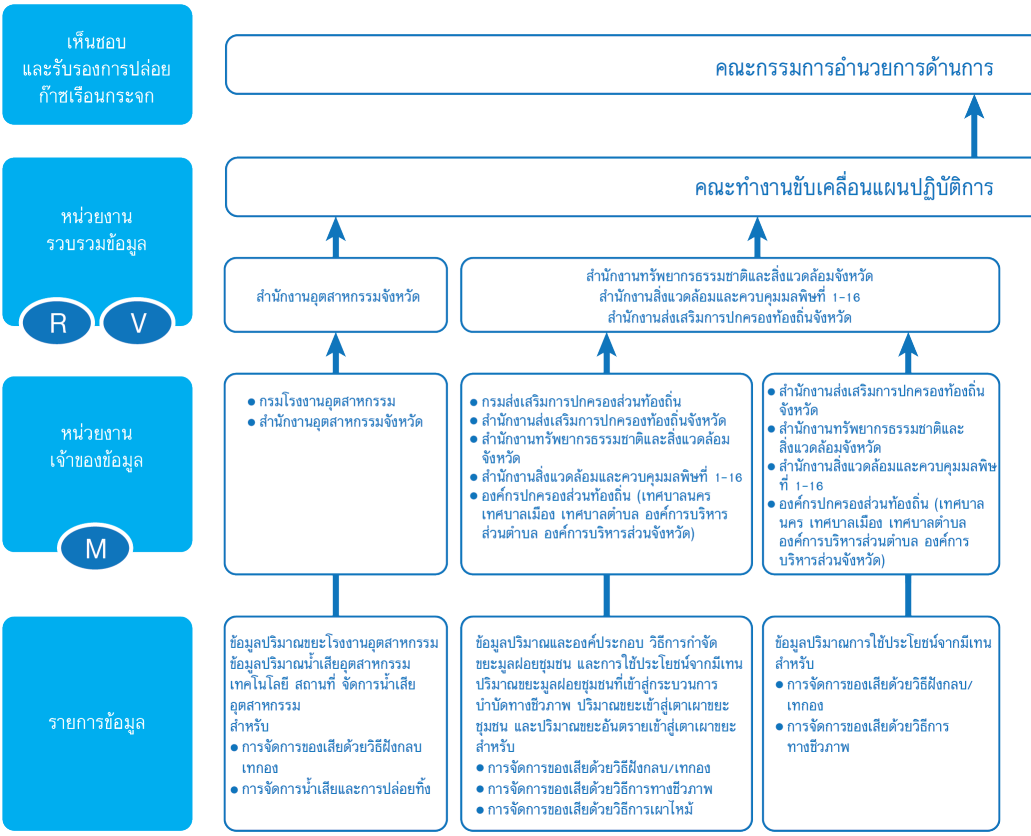
ตารางที่ 6 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย ตามคู่มือ GPC

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
1. การจัดการของเสียด้วยวิธีฝังกลบ/เทกอง (Solid waste disposal)	**ขอบเขตที่ 1** • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการจัดการโดยการฝังกลบหรือเทกองภายในเมืองและจังหวัด • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากภายนอกเมืองและจังหวัด ดำเนินการจัดการโดยการฝังกลบหรือเทกองภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการจัดการโดยการฝังกลบหรือเทกองภายนอกเมืองและจังหวัด
2. การจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ (Biological treatment of waste)	**ขอบเขตที่ 1** • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดทางชีวภาพ เช่น ทำปุ๋ยหมัก การย่อยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น ภายในเมืองและจังหวัด • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากภายนอกเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดทางชีวภาพ เช่น ทำปุ๋ยหมัก การย่อยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น ภายในเมืองและจังหวัด

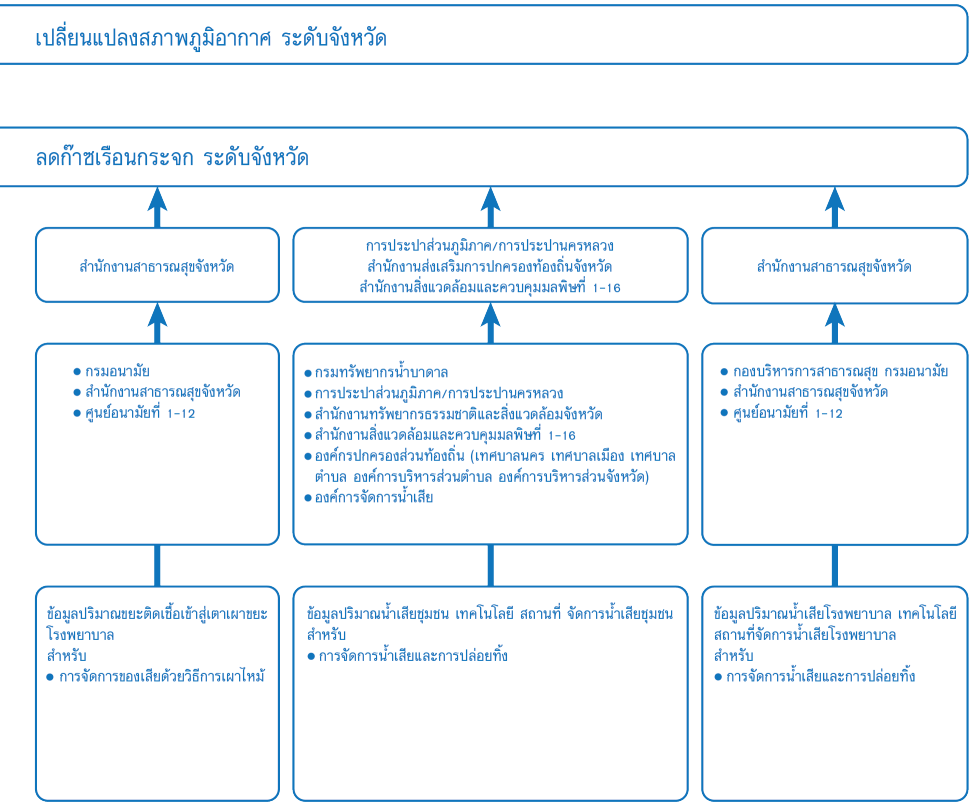
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	ขอบเขตที่ 3 • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดทางชีวภาพ เช่น ทำปุ๋ยหมัก การย่อยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น ภายนอกเมืองและจังหวัด
3. การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้ (Incineration and open burning)	**ขอบเขตที่ 1** • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการเผาทำลายหรือเผากลางแจ้งภายในเมืองและจังหวัด • ขยะมูลฝอยที่เกิดจากภายนอกเมืองและจังหวัด ดำเนินการเผาทำลายหรือเผากลางแจ้งภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** • ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการเผาทำลายหรือเผากลางแจ้งภายนอกเมืองและจังหวัด
4. การจัดการน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง (Wastewater treatment and discharge)	**ขอบเขตที่ 1** • น้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดหรือระบายภายในเมืองและจังหวัด • น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากภายนอกเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดหรือระบายภายในเมืองและจังหวัด **ขอบเขตที่ 3** • น้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด ดำเนินการบำบัดหรือระบายภายนอกเมืองและจังหวัด

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดภาคการจัดการของเสีย เป็นการตรวจวัดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ทั้งขยะมูลฝอย ขยะอุตสาหกรรม ขยะอันตราย และน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยครอบคลุมทั้งพื้นที่ของชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และโรงพยาบาล ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก ซึ่งสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 1-16 สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด และการประปาส่วนภูมิภาค/การประปานครหลวงดำเนินการรวบรวมข้อมูลได้จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลที่ทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลรายงานไปยังคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำข้อมูลส่งไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดเพื่อให้ความเห็นชอบต่อการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รายละเอียดดังรูปที่ 13

PAPER



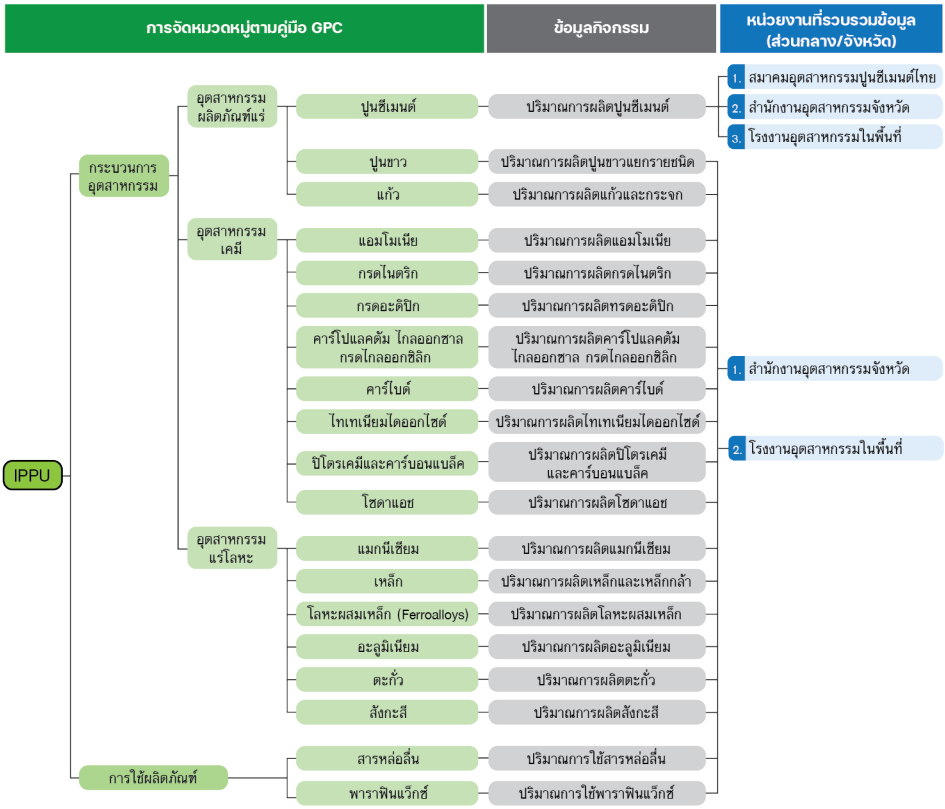
รูปที่ 13 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูล



บัญชีก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคการจัดการของเสีย

3.4 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูลกิจกรรม ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)

ข้อมูลกิจกรรมภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ตามคู่มือ GPC โดยเชื่อมโยงประเภทของกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ แสดงดังรูปที่ 14



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

รูปที่ 14 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ไม่รวมการใช้พลังงานและไฟฟ้า กล่าวคือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจะพิจารณาจากกระบวนการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานหรือการเผาไหม้เชื้อเพลิง

กิจกรรมในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) แบ่งเป็น 2 รายภาค ได้แก่

1) กระบวนการอุตสาหกรรม
   - 1.1 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แร่ (Mineral industry)
   - 1.2 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเคมี (Chemical industry)
   - 1.3 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแร่โลหะ (Metal industry)

2) การใช้ผลิตภัณฑ์ (Product Use)
   - 2.1 การใช้สารหล่อลื่น (Lubricant)
   - 2.2 การใช้พาราฟินแว็กซ์ (Paraffin Waxes)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ภายในขอบเขตเมืองและจังหวัด

ขอบเขตที่ 2 ไม่มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 กล่าวคือ ตามระเบียบวิธี GPC ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ภายในเขตเมืองและจังหวัดให้ประเมินและรายงานในขอบเขตที่ 2 ของภาคพลังงาน (Stationary Energy) ในรายภาคพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing industries and construction)

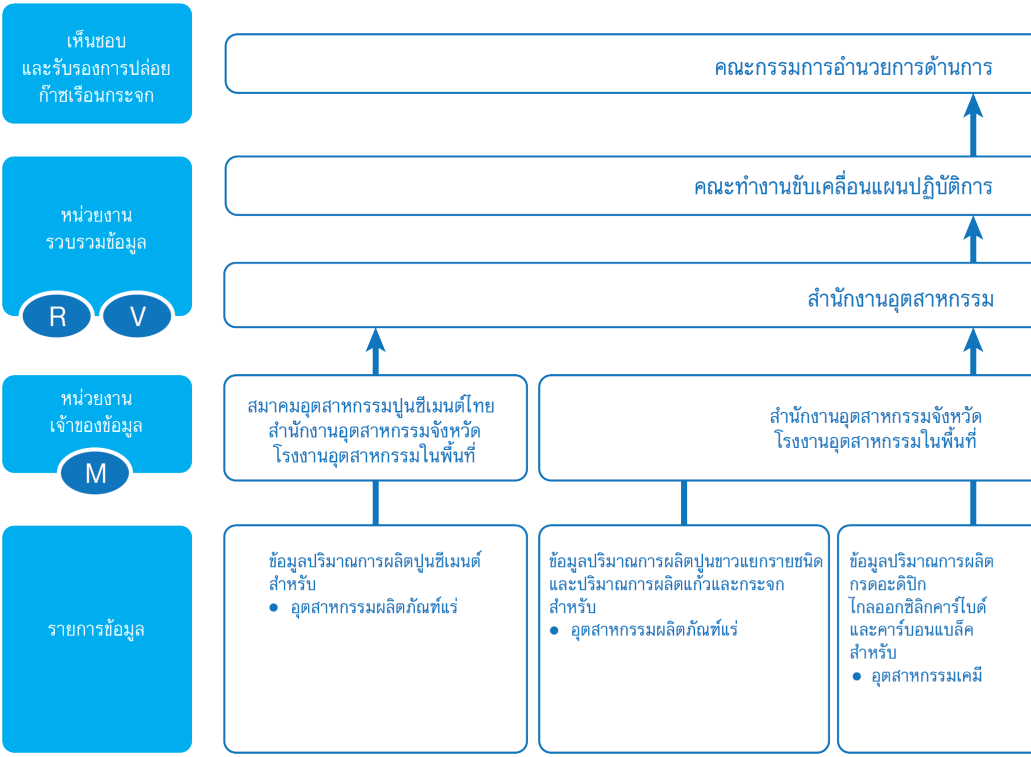
ขอบเขตที่ 3 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์นอกขอบเขตเมืองและจังหวัดไม่นำมารายงานในภาคนี้ แต่อาจรายงานภายใต้กลุ่มกิจกรรมอื่นๆ ขอบเขตที่ 3

ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ตามคู่มือ GPC

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
1. กระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process)	
1.1 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แร่ (Mineral industry)	**ขอบเขตที่ 1** การผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์แร่ ได้แก่ การผลิตปูนซีเมนต์ การผลิตปูนขาว และการผลิตแก้ว
1.2 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเคมี (Chemical industry)	**ขอบเขตที่ 1** การผลิตและการใช้สารเคมี ได้แก่ แอมโมเนีย กรดไนตริก กรดอะดิปิก คาร์โปแลคตัม ไกลออกซาล กรดไกลออกซิลิก คาร์ไบด์ ไทเทเนียมไดออกไซด์ ปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็คและโซดาแอช
1.3 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแร่โลหะ (Metal industry)	**ขอบเขตที่ 1** การผลิตโลหะ ได้แก่ เหล็กและเหล็กกล้า โค้กสำหรับถลุงเหล็ก โลหะผสมเหล็ก อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ตะกั่ว และสังกะสี
2. การใช้ผลิตภัณฑ์ (Product Use)	
2.1 การใช้สารหล่อลื่น (Lubricant)	**ขอบเขตที่ 1** การใช้สารหล่อลื่น เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่นจารบี เป็นต้น
2.2 การใช้พาราฟินแว็กซ์ (Paraffin Waxes)	**ขอบเขตที่ 1** การใช้พาราฟินแว็กซ์ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จำพวกปิโตรเลียมเจลลี่ พาราฟินแว็กซ์ เป็นต้น

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ เป็นการประเมินการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและกระบวนการใช้งานของสารเคมีต่างๆ ที่เกิดปฏิกิริยา โดยครอบคลุมกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แร่ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมแร่โลหะรวมถึงการใช้งานของผลิตสารหล่อลื่น และการใช้พาราฟินแว็กซ์ โดยจำเป็นต้องใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตและประมาณการใช้งานในพื้นที่ ซึ่งสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดดำเนินการรวบรวมข้อมูลได้จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลที่ทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลหรือเข้าสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ จากนั้นนำข้อมูลรายงานไปยังคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำข้อมูลส่งไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดเพื่อให้ความเห็นชอบต่อการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รายละเอียดดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชี

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับจังหวัด

ลดก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด

จังหวัด (สอจ.)

ได้แก่ แอมโมเนีย กรดไนตริก คาร์โปแลคตัม ไกลออกซาล กรดไทเทเนียมไดออกไซด์ ผลิตปิโตรเคมี และโซดาแอช เป็นต้น

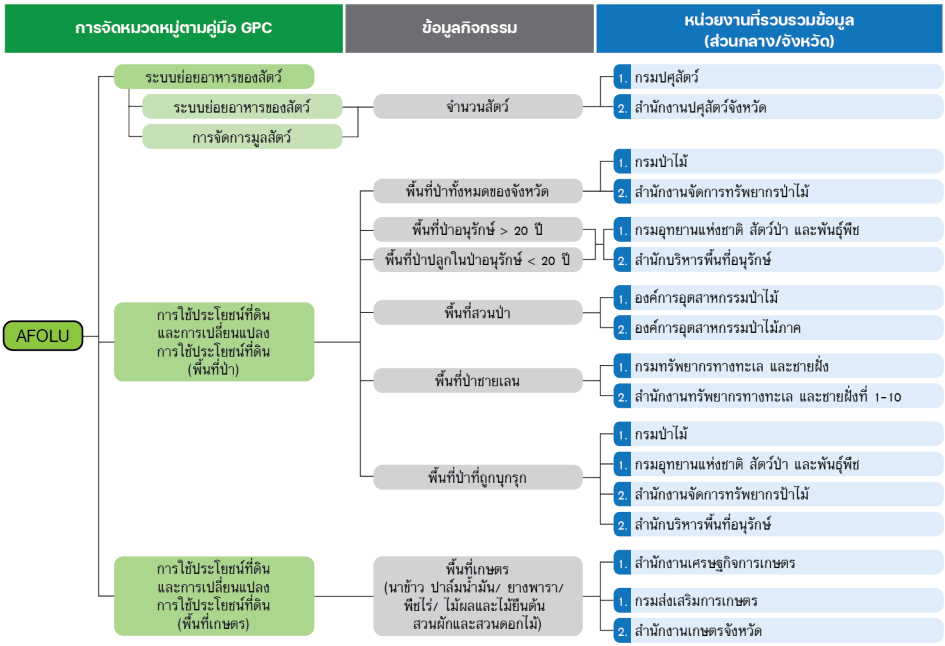
ข้อมูลปริมาณการผลิต ได้แก่ แมกนีเซียม เหล็กและเหล็กกล้า โลหะผสมเหล็ก อลูมิเนียม ตะกั่ว และสังกะสี เป็นต้น
สำหรับ
- อุตสาหกรรมแร่โลหะ

ข้อมูลปริมาณการใช้สารหล่อลื่น และปริมาณการใช้พาราฟินแว็กซ์
สำหรับ
- การใช้ผลิตภัณฑ์

ก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

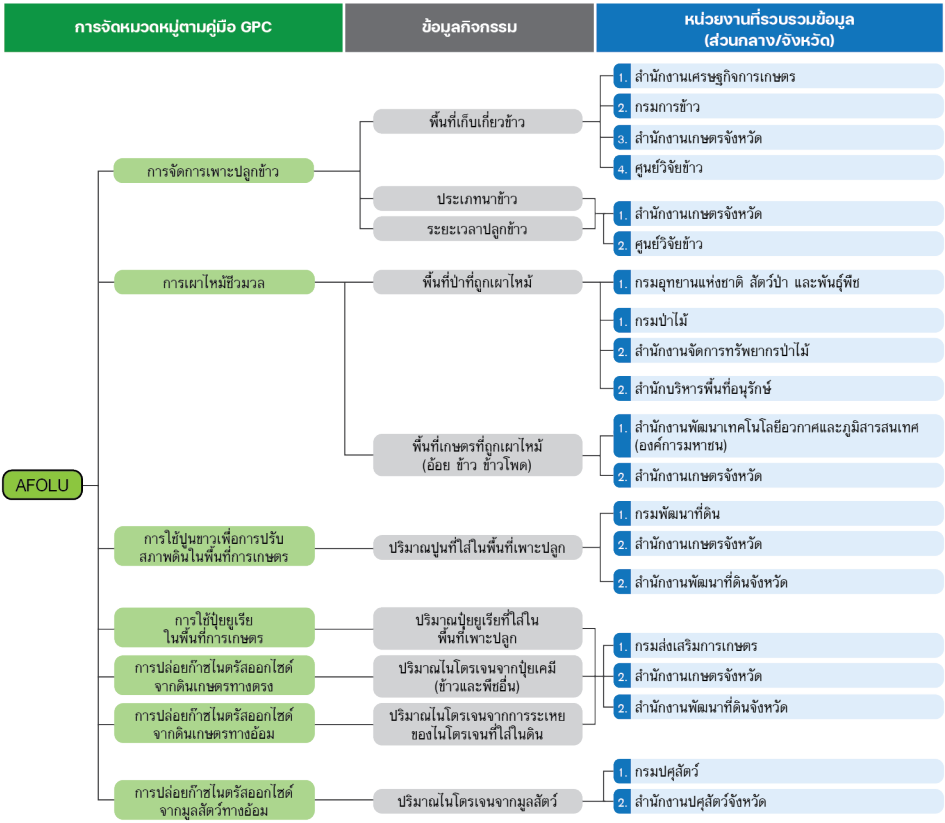
3.5 การตรวจวัด รายงาน และทวนสอบข้อมูล กิจกรรมภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

ข้อมูลกิจกรรมภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามคู่มือ GPC โดยเชื่อมโยงประเภทของภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยข้อมูลกิจกรรมสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรม เพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับเมืองและจังหวัดอย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้ แสดงดังรูปที่ 16



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

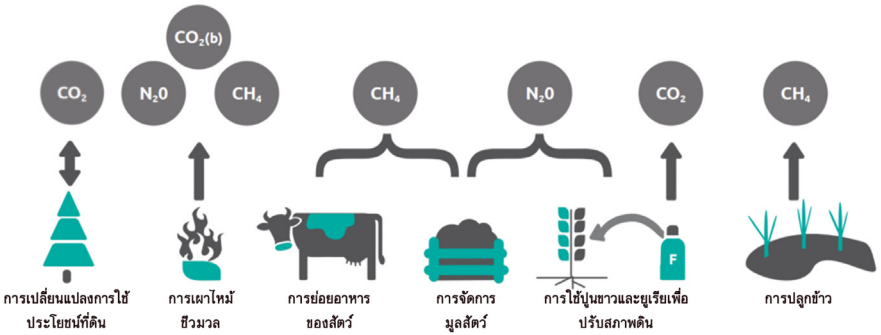
รูปที่ 16 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน



หมายเหตุ: หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง-หน่วยงานประสานกลาง: หมายเลขแสดงลำดับการนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรม หากในลำดับที่ 1 ไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลกิจกรรมหรือข้อมูลกิจกรรมไม่ครบถ้วน ให้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมในลำดับที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

รูปที่ 16 รายงานข้อมูลกิจกรรมสำหรับจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) แสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แหล่งและชนิดของก๊าซเรือนกระจกของภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กิจกรรมในภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) แบ่งเป็น 3 รายภาคหลัก 10 รายภาคย่อย ได้แก่

1) การจัดการปศุสัตว์

1.1 การจัดการปศุสัตว์

2) การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่า)

2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่เกษตร)

3) แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่คาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นดิน

3.1 การจัดการเพาะปลูกข้าว
3.2 การเผาไหม้ชีวมวล
3.3 การใช้ปูนเพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร
3.4 การใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเกษตร
3.5 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางตรง
3.6 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางอ้อม
3.7 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากมูลสัตว์ทางอ้อม

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในเขตเมืองและจังหวัดที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร การใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการปล่อยในภาคเกษตร จะไม่ถูกรวมอยู่ในภาค AFOLU เนื่องจากแนวทางของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas จัดให้การปล่อยดังกล่าวอยู่ในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)

การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เชิงชีวภาพ (Biogenic CO_2) จากการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งคำนวณในภาค AFOLU จะถูกรายงานภายใต้ขอบเขตที่ 1

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานจากโครงข่าย (grid-supplied energy) ในอาคารหรือยานพาหนะที่อยู่ในพื้นที่ฟาร์มหรือพื้นที่เกษตรกรรม ดำเนินการรายงานภายใต้ภาคพลังงาน (Stationary Energy) และภาคการขนส่ง (Transportation)

ขอบเขตที่ 3 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินนอกขอบเขตเมืองและจังหวัดไม่นำมารายงานในรายภาคนี้ แต่อาจรายงานภายใต้กลุ่มกิจกรรมอื่นๆ ขอบเขตที่ 3 (Other Scope 3)

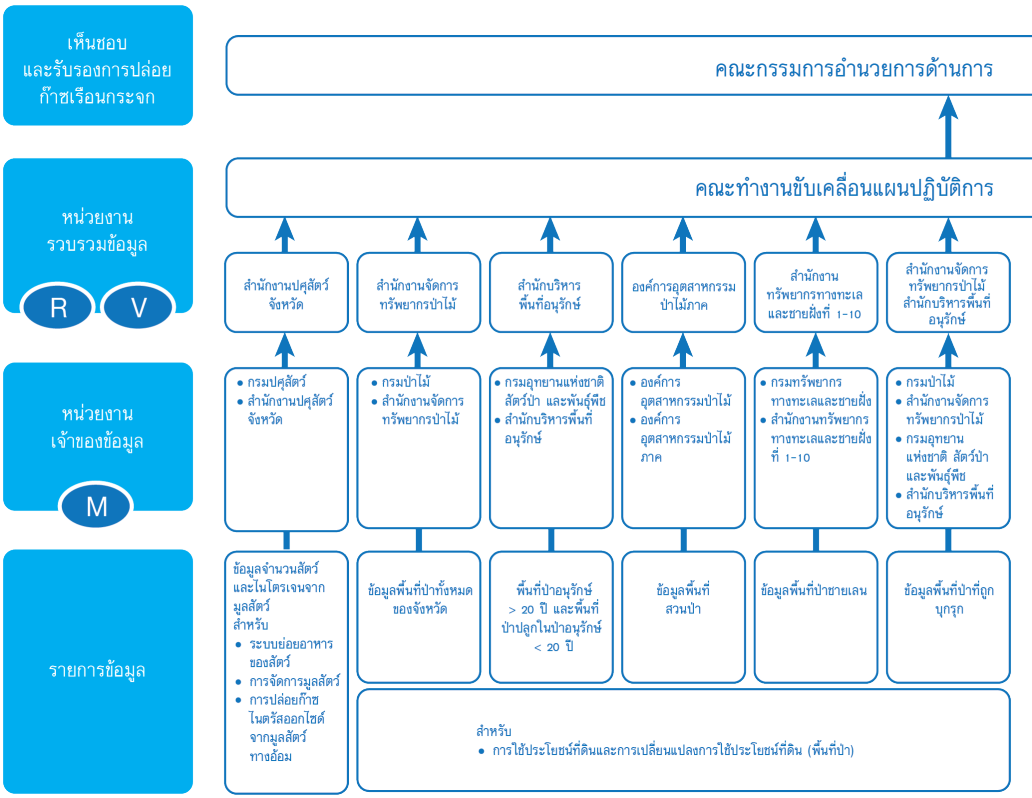
ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามคู่มือ GPC

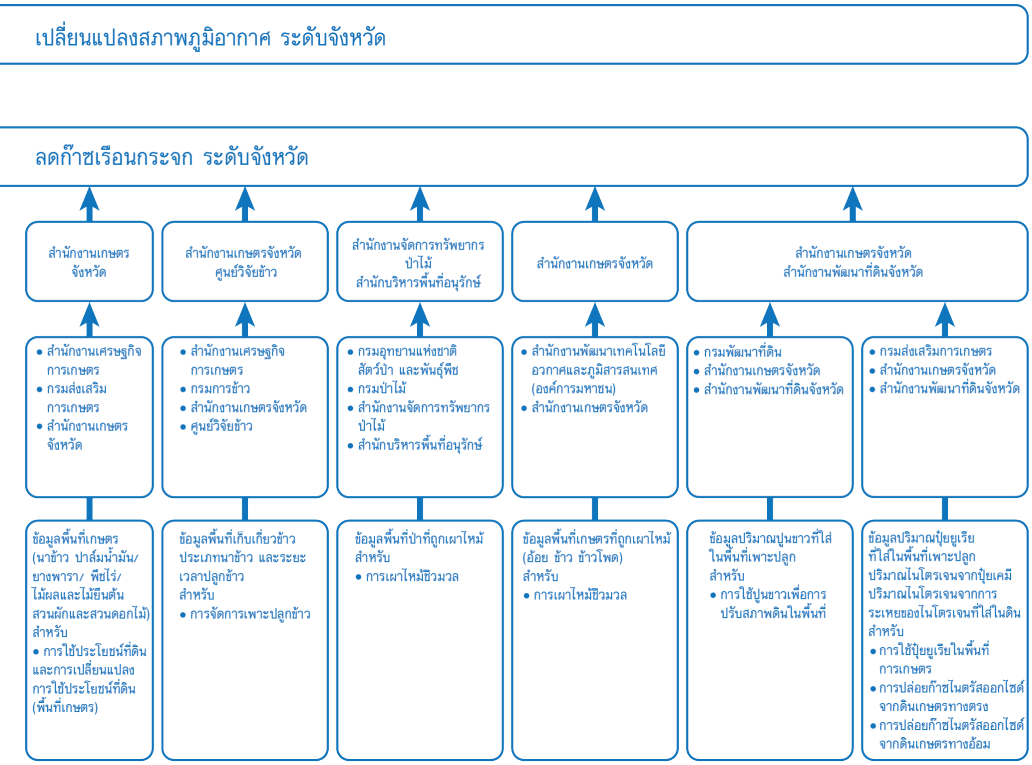
รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
1. การจัดการปศุสัตว์ (Livestock)	**ขอบเขตที่ 1** ระบบย่อยอาหารของสัตว์ และการจัดการมูลสัตว์ที่เกิดขึ้นภายในเมืองและจังหวัด
2. การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	**ขอบเขตที่ 1** การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอันเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land used) และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land conversion) ประกอบด้วย • ป่าไม้ (Forest Land): พื้นที่ทุกชนิดที่มีพืชพรรณไม้ยืนต้นตามเกณฑ์ที่ใช้กำหนด “ป่าไม้” ในบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ • พืชไร่/พืชสวน/นาข้าว: พื้นที่สำหรับการเกษตรรวมทั้งนาข้าวและระบบวนเกษตร • ทุ่งหญ้า (Grassland): ทุ่งหญ้าและแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์ • พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands): พื้นที่ซึ่งมีน้ำท่วมขังหรือเปียกชุ่มไปด้วยน้ำตลอดหรือเป็นบางช่วงของปี ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวรวมถึงแหล่งกักเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นและแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น อ่างเก็บน้ำ หนอง คลอง บึง เป็นต้น

รายภาค	ขอบเขตการประเมินก๊าซเรือนกระจก
	• พื้นที่ตั้งถิ่นฐาน (Settlements): พื้นที่ที่พัฒนาเพื่อการอยู่อาศัยและการสร้างรากฐานสำหรับการคมนาคมขนส่ง • อื่นๆ (Other): พื้นที่ซึ่งประกอบไปด้วย ดิน หิน และพื้นที่ซึ่งไม่ได้กล่าวในข้างต้น
3. แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นดิน	**ขอบเขตที่ 1** การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นดิน ประกอบด้วย • การจัดการเพาะปลูกข้าว • การเผาไหม้ชีวมวล • การใช้ปูนเพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร • การใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเกษตร • การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางตรง • การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางอ้อม • การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากมูลสัตว์ทางอ้อม

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัดของข้อมูลกิจกรรมภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการประเมินส่วนการรั่วไหลก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมปศุสัตว์ และกิจกรรมการเกษตร และความสามารถในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ป่า โดยจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลสัตว์ในภาคปศุสัตว์ กิจกรรมการเพาะปลูกในภาคการเกษตร นอกจากนี้ยังทำการพิจารณาถึงความสามารถในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากป่าไม้ยั่งยืน ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ป่า ซึ่งสำนักงานปศุสัตว์จังหวัด สำนักงานจัดการทรัพยากรป่าไม้ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาค สำนักงานทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 1-10 สำนักงานเกษตรจังหวัด ศูนย์วิจัยข้าว และสำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัด ดำเนินการรวบรวมข้อมูลได้จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูลทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลรายงานไปยังคณะทำงานขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำข้อมูลส่งไปยังคณะกรรมการอำนวยการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับจังหวัดเพื่อให้ความเห็นชอบต่อการจัดทำบัญชีรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด รายละเอียดดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล การรายงาน และการทวนสอบข้อมูลบัญชี



ก๊าซเรือนกระจกของเมืองและจังหวัด ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

หัวข้อที่ 4

วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

หัวข้อที่ 4 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงแนวทางจากระเบียบวิธี The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) ซึ่งถือเป็นมาตรฐานกลางที่นานาชาติใช้ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมืองและจังหวัด อีกทั้งอ้างอิงระเบียบวิธีการคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจกตาม 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลก ดังสมการที่ (1)

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data (AD)} \times \text{Emission Factor (EF)} \quad (1)$$

โดยที่

GHG Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)

Activity Data (AD) = ข้อมูลกิจกรรม (หน่วย)

Emission Factor (EF) = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq หน่วย)

เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทที่ถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนแตกต่างกัน กล่าวคือ ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) โดยใช้ในการแปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทที่แตกต่างกันให้เป็นหน่วยเดียวกันคือ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) ดังสมการที่ (2) และ (3) เพื่อให้สามารถดำเนินการเปรียบเทียบค่ากันได้โดยตรงซึ่งค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดดังแสดงตารางที่ 9

$$CO_2eq = \text{GHG Emissions} \times \text{GWP} \quad (2)$$

ดังนั้น

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data (AD)} \times \text{Emission Factor (EF)} \times \text{GWP} \quad (3)$$

ตารางที่ 9 ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) อ้างอิงตาม IPCC Fifth Assessment Report (AR5)

ชนิดก๊าซเรือนกระจก	สูตรเคมี	ค่า GWP
1. คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	1
2. มีเทน (มีเทนฟอสซิล)	CH_4	28 (30)
3. ไนตรัสออกไซด์	N_2O	265
4. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	SF_6	23,500
5. ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์	NF_3	16,100
6. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	HFCs	4-12,400
7. เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน	PFCs	6,630-11,100

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ประกอบด้วย 3 แบบ ได้แก่

- **การประเมินที่ 1 (Tier 1)** คือ วิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำ (Default Emission Factor) ตามคู่มือ IPCC และการใช้ปริมาณข้อมูลกิจกรรม (AD) จากสมมติฐานตามความเหมาะสมระดับเมืองและจังหวัดเป็นหลัก

- **การประเมินที่ 2 (Tier 2)** คือ วิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีความเฉพาะของประเทศโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) เฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor) โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจได้จากการศึกษาและวิจัยภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดของประเทศนั้น ๆ และใช้ปริมาณข้อมูลกิจกรรม (AD) จากข้อมูลสถิติหรือรายงานจากหน่วยงานซึ่งรับผิดชอบของข้อมูลกิจกรรม โดยทั่วไปการประเมินที่ 2 จะให้ผลการประเมินที่แม่นยำมากกว่าการประเมินที่ 1

• **การประเมินที่ 3 (Tier 3)** คือ วิธีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของประเทศนั้น ๆ โดยที่ประเทศที่มีความพร้อมของข้อมูลสามารถใช้วิธีการประเมินที่เฉพาะเทคโนโลยีของเมืองและจังหวัด (Technology-Specific Emission Factor) และใช้ปริมาณข้อมูลกิจกรรม (AD) จากการสำรวจการตรวจวัดโดยตรงหรือการใช้แบบจำลองในการประเมินตามบริบทพื้นที่นั้นๆ

วิธีการดังกล่าวจะต้องมีความโปร่งใสและมั่นใจว่ามีความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ รวมถึงมีการตีพิมพ์เผยแพร่ มีการรับรองข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูลกิจกรรมที่ชัดเจน

แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงตามคู่มือ GPC จัดให้แยกรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 ภาค ได้แก่

1. ภาคพลังงาน (Stationary Energy)
2. ภาคการขนส่ง (Transportation)
3. ภาคการจัดการของเสีย (Waste)
4. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)
5. ภาคการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

รายละเอียด ดังนี้

4.1 ภาคพลังงาน (Stationary Energy)

กิจกรรมในภาคพลังงาน (Stationary Energy) แบ่งเป็น 8 รายภาค ได้แก่

1. พลังงานในที่พักอาศัย (Residential buildings)
2. พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ (Commercial and institutional buildings and facilities)
3. พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing industries and construction)
4. พลังงานในการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้า (Energy generation supplied to the grid)
5. พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง (Agriculture, forestry and fishing activities)
6. พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ (Non-Specified sources)
7. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน (Fugitive emissions from mining, processing, storage and transportation of coal)
8. การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Fugitive emissions from oil and natural gas systems)

รายละเอียด ดังนี้

4.1.1 พลังงานในที่พักอาศัย (Residential buildings)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในที่พักอาศัย สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดดังสมการที่ (4)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (4)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัดจากผู้ให้บริการจำหน่ายเชื้อเพลิงและจำหน่ายไฟฟ้า (หน่วย ลิตร, กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น และประเภทของการใช้ไฟฟ้าจากที่พักอาศัย

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.2 พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ (Commercial and institutional buildings and facilities)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล เป็นต้น หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific EmissionFactor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (5)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (5)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัดในภาคธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐจากผู้ให้บริการจำหน่ายเชื้อเพลิงและจำหน่ายไฟฟ้า (หน่วย ลิตร, กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น และ ประเภทของการใช้ไฟฟ้าจาก สำนักงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน โรงพยาบาล ฯลฯ

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.3 พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing industries and construction)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น น้ำมันดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ไบโอดีเซล และน้ำมันเตา เป็นต้น หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่าCountry-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (6)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (6)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัดในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้างจากผู้ให้บริการจำหน่ายเชื้อเพลิงและจำหน่ายไฟฟ้า (หน่วย ลิตร,กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ไบโอดีเซล และน้ำมันเตา เป็นต้น และประเภทของการใช้ไฟฟ้าจากโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการก่อสร้าง

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.4 พลังงานในการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้า (Energy generation supplied to the grid)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้า สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (7)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (7)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าหรือไอน้ำแยกรายโรงไฟฟ้า (หน่วย ลิตร, กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าหรือไอน้ำเฉพาะของประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ชีวมวลและก๊าซชีวภาพ เป็นต้น และประเภทของการใช้ไฟฟ้าหรือไอน้ำ จากโรงไฟฟ้า โรงกลั่น โรงผลิตไอน้ำหรือความร้อน รวมถึงการผลิตพลังงานเพื่อจ่ายเข้ากริด

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.5 พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง (Agriculture, forestry and fishing activities)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในการเกษตร ป่าไม้ และประมง สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (8)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (8)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าในการเกษตร ป่าไม้ และประมงระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ลิตร, กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน เป็นต้น และประเภทของการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่เกษตรกรรม

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.6 พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ (Non-Specified sources)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ที่นอกเหนือจากรายภาคข้างต้น เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน เป็นต้น หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (9)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (9)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าระดับเมืองและจังหวัดนอกเหนือจากรายภาคข้างต้น (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเก็บข้อมูลนอกเหนือจากรายภาคข้างต้น (หน่วย ลิตร, กิโลวัตต์; L, kW)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน เป็นต้น และประเภทของการใช้ไฟฟ้านอกเหนือจากรายภาคข้างต้น

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ตัน (ton) ลิตร (litre) และลูกบาศก์ฟุต (scf) เป็นต้น

4.1.7 การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน (Fugitive emissions from mining, processing, storage and transportation of coal)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมือง จัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน สามารถประเมินได้จากการนำปริมาณการผลิตถ่านหินคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (10)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (10)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตถ่านหินระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)
$\text{Energy Consumption}_{fuel}$	=	ปริมาณการผลิตถ่านหินระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตัน, tons)
$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตถ่านหิน เฉพาะประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัน; tCO_2eq/ton)
fuel	=	ถ่านหิน

4.1.8 การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Fugitive emissions from oil and natural gas systems)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากระบบน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ สามารถประเมินได้จากการนำปริมาณการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (11)

$$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel} = \sum (\text{Energy Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}) \quad (11)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{GHG,fuel}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Energy Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ลิตร, ตัน, ลูกบาศก์เมตร; L, ton, m^3)

$\text{Emission Factor}_{GHG,country\text{-}specific}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเฉพาะประเทศ (หน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตัน หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/ton หรือ tCO_2eq/m^3)

fuel = น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

4.2 ภาคการขนส่ง (Transportation)

กิจกรรมในภาคการขนส่ง (Transportation) แบ่งเป็น 5 รายภาค ได้แก่

1) การขนส่งทางถนน (On-road transportation)

2) การขนส่งทางราง (Railways)

3) การขนส่งทางน้ำ (Waterborne navigation)

4) การขนส่งทางอากาศ (Aviation)

5) การขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน (Off-road transportation)

รายละเอียด ดังนี้

4.2.1 การขนส่งทางถนน (On-road transportation)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนน สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (12)

$$\text{GHG Emissions}_{road} = \sum (\text{Fuel Consumption} \times \text{Emission Factor}_{fuel}) \quad (12)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{road}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางถนนระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

Fuel Consumption = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของยานพาหนะแต่ละประเภทจากการขนส่งทางถนน (หน่วย ลิตร/ปี, กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี: L/yr, kWh/yr)

$\text{Emission Factor}_{fuel}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่ง เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นต้น และจากไฟฟ้าการขนส่งทางถนน เป็นต้น

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ลิตร (litre) และกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เป็นต้น

4.2.2 การขนส่งทางราง (Railways)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางราง สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงจาก น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (13)

$$\text{GHG Emissions}_{\text{railway}} = \sum (\text{Fuel Consumption} \times \text{Emission Factor}_{\text{fuel}}) \quad (13)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{\text{railway}}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางราง ระดับเมือง และจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)
Fuel Consumption	=	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของรถไฟแต่ละประเภทจากการขนส่งทางราง (หน่วย ลิตร/ปี, กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี: L/yr, kWh/yr)
$\text{Emission Factor}_{\text{fuel}}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้า เฉพาะประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร; tCO_2eq/L)
fuel	=	ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่ง เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา เป็นต้น และจากไฟฟ้าการขนส่งทางราง เป็นต้น

ในการนี้ หากไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของรถไฟแต่ละประเภทจากการขนส่งทางรางสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า IPCC Default Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (14)

$$\text{GHG Emissions}_{railway} = \sum (\text{Capacity}_{fuel} \times \text{Number}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{fuel}) \quad (14)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{railway}$	=	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางราง ระดับเมือง และจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)
Capacity_{fuel}	=	กำลังการใช้เชื้อเพลิงหรือการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (หน่วย ลิตร/ขบวน หรือกิโลวัตต์/ขบวน; L/train, kW/train)
Number_{fuel}	=	จำนวนยานพาหนะการขนส่งทางรางระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ขบวน, train)
$\text{Emission Factor}_{fuel}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำ (Default Emission Factor) ของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้า (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร; tCO_2eq/L)
fuel	=	ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่งทางราง เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา เป็นต้น และจากการใช้ไฟฟ้าของขนส่งทางราง

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 1 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากสมมติฐาน มีหน่วยเป็น ลิตร (litre) และกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เป็นต้น

4.2.3 การขนส่งทางน้ำ (Waterborne navigation)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางน้ำ สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงจาก น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน น้ำมันเตาหรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (15)

$$\text{GHG Emissions}_{water} = \sum (\text{Fuel Consumption} \times \text{Emission Factor}_{fuel}) \quad (15)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{water}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางน้ำระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

Fuel Consumption = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของเรือแต่ละประเภทจากการขนส่งทางน้ำ (หน่วย ลิตร/ปี, กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี: L/yr, kWh/yr)

$\text{Emission Factor}_{fuel}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่ง เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน และน้ำมันเตา เป็นต้น และจากไฟฟ้าการขนส่งทางน้ำ เป็นต้น

ในการนี้ หากไม่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของเรือแต่ละประเภทจากการขนส่งทางน้ำสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า IPCC Default Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (16)

$$\text{GHG Emissions}_{water} = \sum (\text{Capacity}_{fuel} \times \text{Number}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{fuel}) \quad (16)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{water}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางน้ำระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

Capacity_{fue} = กำลังการใช้เชื้อเพลิงหรือการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (หน่วย ลิตร/ลำ หรือกิโลวัตต์/ลำ; L/ boat หรือ kWh/boat)

Number_{fuel} = จำนวนยานพาหนะการขนส่งทางน้ำระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ลำ, boat)

$\text{Emission Factor}_{fuel}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนะนำ (Default Emission Factor) ของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้า (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อ ลิตร; tCO_2eq/L)

fuel = ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่งทางน้ำ เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน และน้ำมันเตา เป็นต้น และจากการใช้ไฟฟ้าของขนส่งทางน้ำ

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 1 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากสมมติฐาน มีหน่วยเป็น ลิตร (litre) และกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เป็นต้น

4.2.4 การขนส่งทางอากาศ (Aviation)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางอากาศ สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงจาก น้ำมันเครื่องบินหรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) จะใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า IPCC Default Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (17)

$$\text{GHG Emissions}_{air} = \sum (\text{Fuel Consumption}_{fuel} \times \text{Emission Factor}_{fuel}) \quad (17)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{air}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางอากาศระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$\text{Fuel Consumption}_{fuel}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (หน่วย เทระจูล; TJ)

$\text{Emission Factor}_{fuel}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงจาก Default Emission Factor (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเทระจูล; tCO_2eq/TJ)

4.2.5 การขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน (Off-road transportation)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน สามารถประเมินได้จากการนำเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) หรือปริมาณการใช้ไฟฟ้าคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ที่ใช้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณค่า Country-Specific Emission Factor ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ดังสมการที่ (18)

$$\text{GHG Emissions}_{\text{non-road}} = \sum (\text{Fuel Consumption} \times \text{Emission Factor}_{\text{fuel}}) \quad (18)$$

โดยที่

$\text{GHG Emissions}_{\text{non-road}}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนนระดับเมืองและจังหวัด (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

Fuel Consumption = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าของยานพาหนะแต่ละประเภทจากการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน (หน่วย ลิตร/ปี, กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี: L/yr, kWh/yr)

$\text{Emission Factor}_{\text{fuel}}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้เชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าเฉพาะของประเทศ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร หรือ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลวัตต์; tCO_2eq/L หรือ tCO_2eq/kW)

fuel = ประเภทของการใช้เชื้อเพลิงและไฟฟ้าในการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน เช่น ประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นต้น และจากไฟฟ้าการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ถนน เป็นต้น

โดยข้อมูลกิจกรรมหลักสำหรับระดับการประเมิน 2 ได้แก่ ชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจากข้อมูลสถิติ/รายงาน มีหน่วยเป็น ลิตร (litre) และกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เป็นต้น

4.3 ภาคการจัดการของเสีย (Waste)

กิจกรรมในภาคการจัดการของเสีย (Waste) แบ่งเป็น 4 รายภาค ได้แก่

1) การจัดการของเสียด้วยวิธีฝังกลบ/เทกอง (Solid waste disposal)

2) การจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ (Biological treatment of waste)

3) การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้ (Incineration and open burning)

4) การจัดการน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง (Wastewater treatment and discharge)

รายละเอียด ดังนี้

4.3.1 การจัดการของเสียด้วยวิธีฝังกลบ/เทกอง (Solid waste disposal)

สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (Degradable Organic Carbon: DOC) ในขยะมูลฝอยถูกย่อยสลายอย่างช้าๆ ทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการกำจัดขยะมูลฝอยตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories อาศัยหลักการจำลองปฏิกิริยาการย่อยสลายอันดับหนึ่ง (First Order Decay Model: FOD) สามารถแบ่งแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 รายภาคย่อยตามลักษณะของการจัดการ

1) Managed Waste Disposal Sites (พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่มีการจัดการดี) คือ แหล่งกำจัดขยะมูลฝอยที่มีการควบคุมอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เช่น มีวัสดุปิดทับ (Cover material) มีการบดอัดโดยเครื่องมือกล (Mechanical compaction) และมีการปรับระดับกองของเสีย (Levelling of the waste) เป็นต้น

2) Unmanaged Waste Disposal Sites (พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่มีการจัดการไม่ดี) คือ แหล่งกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสม เช่น การเทกองแบบควบคุม (Controlled dump) และการเทกองในพื้นที่เปิด (Open dump) เป็นต้น

3) Uncategorized Waste Disposal Sites (พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถระบุวิธีจัดการได้) คือ แหล่งกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถจำแนกได้ตามลักษณะการจัดการในข้อ 1) และข้อ 2) ข้างต้น

ในการนี้ ประกอบด้วยการประเมิน 3 ระดับ ได้แก่

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** ประเมินตามหลักการ FOD[1] ซึ่งใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories เหมาะสำหรับกรณีที่ข้อมูลกิจกรรมมีจำกัดและต้องการประเมินเบื้องต้น
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** ประเมินตามหลักการ FOD ซึ่งใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าพารามิเตอร์บางตัวตามค่าแนะนำตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories โดยข้อมูลกิจกรรมควรมีคุณภาพดีและเป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country-Specific for the area and province) เกี่ยวกับการกำจัดของเสียในปัจจุบันและในอดีตรวมไปถึงสถานที่กำจัดของเสียแบบฝังกลบ/เทกอง

  โดยมีการบันทึกข้อมูลกิจกรรมในปัจจุบันและข้อมูลย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี และควรอ้างอิงจากข้อมูลสถิติ/รายงาน
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** ประเมินตามหลักการ FOD ที่ต้องการข้อมูลกิจกรรมจำเพาะของเมืองและจังหวัดเช่นเดียวกับระดับการประเมินที่ 2 และใช้ค่าพารามิเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับเมืองและจังหวัดหรือค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง ได้แก่ ค่าครึ่งชีวิต (Half-Life) ค่าศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทน (Methane Generation Potential: L_o) และค่า DOC ในขยะมูลฝอยและสัดส่วนของ DOC ที่ย่อยสลายได้ (DOC_f)

การประเมินประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country Specific) โดยการตรวจวัด
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะในแหล่งกำเนิดหรือเฉพาะสถานที่จัดการขยะ เช่น ข้อมูลจำเพาะระดับอำเภอหรือระดับท้องถิ่น

[1]FOD (First-Order Decay) คือ การสลายตัวอันดับหนึ่ง เป็นแนวคิดของ IPCC ที่ใช้ประเมินการเกิดก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบโดยขยะอินทรีย์ที่ถูกฝังกลบ ไม่ปล่อยก๊าซมีเทนทันทีทั้งหมด แต่จะค่อยๆ ย่อยสลายและปล่อยก๊าซมีเทนต่อเนื่องหลายปี อีกทั้งอัตราการย่อยสลายแปรตามปริมาณขยะที่ยังย่อยสลายได้เหลืออยู่ในแต่ละปี

โดยปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในขยะสามารถประเมินจากสมการที่ (19)

$$CH_4\ generate_T = DDOCmdecomp_T \times F \times \frac{16}{12} \qquad (19)$$

โดยที่

$CH_4 generate_T$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในปีที่ T (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

$DDOCmdecomp_T$ = ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

F = สัดส่วนของก๊าซมีเทน (CH_4) ต่อปริมาตรของก๊าซทั้งหมด (ค่าแนะนำของคู่มือ 2006 IPCC Guidelines; F = 0.5)

$\frac{16}{12}$ = ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนจากคาร์บอน (C) ไปเป็นก๊าซมีเทน (CH_4)

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

ก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย สามารถประเมินตามสมการที่ (20)

$$CH_4\ Emissions_T = \left[\sum_X (CH_4 generated_{X,T} - R_T)\right] \cdot (1 - OX_T) \qquad (20)$$

โดยที่

$CH_4 Emissions_T$ = ปริมาณการปล่อยมีเทนจากการจัดการขยะมูลฝอยในปีที่ T (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

$CH_4 generated_{X,T}$ = ตามสมการที่ (19): ปริมาณมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในขยะประเภท X ในปี T (หน่วย กิกะกรัมมีเทน, Gg)

R_T = ปริมาณมีเทนที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Methane recovery) ในปีที่ T (หน่วย กิกะกรัมมีเทน, Gg CH_4)

OX_T = สัดส่วนของมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในปีที่ T
ค่าแนะนำของคู่มือ 2006 IPCC Guidelines
- หลุมฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล เท่ากับ 0.1
- ลานเทกอง เท่ากับ 0

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

X = ประเภทของขยะในพื้นที่ที่นำไปจัดการ

สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ในขยะสะสมในพื้นที่กำจัดเมื่อสิ้นสุดปีที่ T ($DDOC_{maT}$) และปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้และถูกย่อยสลายเป็นก๊าซมีเทนในปีที่ T ($DDOC_{mdecompT}$) สามารถประเมินตามสมการที่ (21) - (22)

$$DDOC_{maT} = DDO_{m\ remT} + (DDOC_{maT-1} \times \cdot e^{-k}) \quad (21)$$

$$DDOC_{mdecompT} = DDOC_{m\ decT} + DDOC_{maT-1} \cdot (1 - e^{-k}) \quad (22)$$

โดยที่

$DDOC_{maT}$ = ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ (แต่ยังไม่ถูกย่อยสลาย) ที่สะสมอยู่ในพื้นที่กำจัด ณ สิ้นปีที่ T (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

$DDOC_{maT-1}$ = ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ (แต่ยังไม่ถูกย่อยสลาย) ที่สะสมอยู่ในพื้นที่กำจัด ณ สิ้นปีที่ T-1 (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

$DDOC_{mdecompT}$ = ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายเป็นก๊าซมีเทนได้ในปีที่ T (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

k = ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาโดย $k = \ln(2)/t_{1/2}$ (y-1)

$t_{1/2}$ = Half-life time (หน่วย ปี; yr)

4.3.2 การจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ (Biological treatment of waste)

การบำบัดขยะมูลฝอยทางชีวภาพ มีส่วนช่วยในการลดปริมาณขยะและทำให้ขยะมีเสถียรภาพ ช่วยกำจัดโรคในขยะ รวมทั้งการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถแบ่งแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 รายภาคย่อยตามลักษณะของการจัดการ มีรายละเอียด ดังนี้

1) **Composting (การหมักปุ๋ย)** เป็นการนำขยะอินทรีย์ (Organic waste) เช่น เศษอาหาร เศษไม้ ใบไม้ และกากตะกอน มาย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพหรือทางเคมี การหมักปุ๋ยก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทน

2) **Anaerobic digestion (การหมักแบบไร้อากาศ)** เป็นกระบวนการย่อยสลายขยะอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียภายใต้สภาพไร้อากาศ โดยก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการบำบัดด้วยวิธีการนี้จะถือว่าเกิดขึ้นในปริมาณที่ไม่มีนัยสำคัญ สำหรับกรณีที่มีการนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการบำบัดไปเป็นแหล่งผลิตพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า ปริมาณก๊าซมีเทนในส่วนดังกล่าวนี้จะดำเนินการพิจารณาในภาคพลังงาน

3) **Mechanical and Biological Waste Treatment: MBT** (การบำบัดเชิงกลชีวภาพ) เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน โดยเป็นการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในขยะมูลฝอยให้มากที่สุด ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมร่วมกับการพลิกกลับกองขยะด้วยเทคนิคเชิงกล

ประกอบด้วยการประเมิน 3 ระดับ ได้แก่

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะประเทศ (Country Specific) โดยการตรวจวัด
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะในแหล่งกำเนิดหรือเฉพาะสถานที่จัดการขยะ เช่น ข้อมูลจำเพาะระดับอำเภอหรือระดับท้องถิ่น

การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการทางชีวภาพใช้สมการที่ (23) และสมการที่ (24) ตามลำดับ โดยปริมาณของก๊าซมีเทนที่ดำเนินการใช้ประโยชน์จะถูกลบออกเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนสุทธิจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \times EF_i \times 10^{-3} - R) \qquad (23)$$

โดยที่

CH_4 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

M_i = ปริมาณขยะที่ถูกจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพ (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

EF_i = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 (หน่วย กรัมมีเทนต่อกิโลกรัมขยะ; g CH_4/kgwaste)

i = รูปแบบของการนำขยะไปบำบัด เช่น การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ยหรือการนำขยะไปย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

R = ปริมาณก๊าซ CH_4 ที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น นำก๊าซ CH_4 ไปทำเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

$$N_2O \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \qquad (24)$$

โดยที่

N_2O Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O (หน่วย กิกะกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี; Gg N_2O/yr)

M_i = ปริมาณขยะที่ถูกจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพ (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

EF_i = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (หน่วย กรัมไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมขยะ; g N_2O/kgwaste)

i = รูปแบบของการนำขยะไปบำบัด เช่น การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ยหรือการนำขยะไปย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Default Emission Factors) ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ ในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการจัดการของเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพ

วิธีการบำบัด	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย สำหรับ CH_4 (g CH_4/kg ขยะ)		ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย สำหรับ N_2O (g N_2O/kg ขยะ)	
	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักเปียก	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักเปียก
การหมักปุ๋ย (Composting)	10 (0.08 - 20)	4 (0.03 - 8)	0.6 (0.2 - 1.6)	0.3 (0.06 - 0.6)
การหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic digestion)	2 (0 - 20)	1 (0-8)	สันนิษฐาน มีค่าเล็กน้อย	สันนิษฐาน มีค่าเล็กน้อย

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 4: Biological Treatment of Solid Waste, ตาราง 4.1 Default emission factors for CH_4 and N_2O emissions from biological treatment of waste.

4.3.3 การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้ (Incineration and open burning)

การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้ในเตาเผาและการเผากลางแจ้งเป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกแหล่งในภาคของเสีย โดยของเสียที่นำเข้าสู่กระบวนการจำแนกเป็นขยะมูลฝอยชุมชน ขยะอุตสาหกรรม ขยะติดเชื้อ และตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสามารถแบ่งแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 2 รายภาคย่อยตามลักษณะของการจัดการ ดังนี้

1) **Waste Incineration (การเผาขยะในเตาเผา)** เตาเผาขยะมูลฝอยที่มีขยะมูลฝอยสดหรือขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกเพื่อเผาทำลาย ส่งผลให้ลดปริมาณของขยะมูลฝอย ทั้งนี้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเผาไหม้สามารถดำเนินการผลิตไฟฟ้าได้

2) **Open Burning of Waste (การเผาขยะในที่โล่ง)** การเผาขยะในพื้นที่เปิดโดยเป็นการเผาที่ใช้เตาเผาทำเองหรือในแบบไม่มีภาชนะรองรับ ไม่มีการควบคุมมลพิษทางอากาศจากการเผา การเผาขยะในเตาเผาและการเผาขยะในที่โล่งทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทน

ประกอบด้วยการประเมิน 3 ระดับ ได้แก่

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country Specific) โดยการตรวจวัด
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นข้อมูลจำเพาะในแหล่งกำเนิดหรือเฉพาะสถานที่จัดการขยะ เช่น ข้อมูลจำเพาะระดับอำเภอหรือระดับท้องถิ่น

ตารางที่ 11 แหล่งที่มาของข้อมูลในการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาขยะในระดับการประเมินต่างๆ

แหล่งที่มาของข้อมูล						
ระดับการประเมิน	ปริมาณของเสีย	องค์ประกอบของชุมชน (%)	สัดส่วนขยะแห้ง (dm)	สัดส่วนคาร์บอน (CF)	สัดส่วนคาร์บอนฟอสซิล (FCF)	ค่าออกซิเดชันแฟกเตอร์ (OF)
Tier 3	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ	ค่าจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ
Tier 2b	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าแนะนำ/ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าแนะนำ/ค่าจำเพาะของประเทศ
Tier 2a	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ
Tier 1	ค่าแนะนำ/ค่าจำเพาะของประเทศ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ	ค่าแนะนำ

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste, ตาราง 5.1 Overview of data sources of different tier levels.

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาขยะในพื้นที่ที่มีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะจำแนกตามชนิดของขยะ เช่น ขยะประเภทกระดาษ สิ่งทอ เศษอาหาร เศษไม้ ยาง และเศษหนังสัตว์ เป็นต้น โดยแบ่งการประเมินแต่ละระดับ ดังนี้

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ก๊าซ CH_4 และ ก๊าซ N_2O โดยใช้ข้อมูลลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยตามค่าแนะนำของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories เช่น ปริมาณขยะแห้ง องค์ประกอบของขยะ ปริมาณคาร์บอนในขยะ และสัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิล ตามสมการที่ (25) - (27)

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times 44/12) \quad (25)$$

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6} \quad (26)$$

$$N_2O \text{ Emissions} = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6} \quad (27)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในปีที่ประเมิน (หน่วย กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี; Gg CO_2/yr)

CH_4 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 ในปีที่ประเมิน (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

N_2O Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O ในปีที่ประเมิน (หน่วย กิกะกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี; Gg N_2O/yr)

SW_i = ปริมาณขยะประเภท i ที่นำเข้าเตาเผา (น้ำหนักเปียก) (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

i = ประเภทของขยะที่นำเข้าเตาเผา
MSW: ขยะมูลฝอยชุมชน, ISW: ขยะอุตสาหกรรม
CW: ขยะติดเชื้อ, SS: กากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย

dm_i = สัดส่วนปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอยประเภท i (fraction)

CF_i = สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดเทียบกับปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอยประเภท i (fraction)

FCF_i = สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลเทียบกับคาร์บอนทั้งหมดในขยะมูลฝอยประเภท i (fraction)

OF_i = ค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์ สำหรับขยะมูลฝอยประเภท i (fraction)

IW_i = ปริมาณขยะประเภท i ที่นำเข้าเตาเผา (น้ำหนักเปียก) (กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

EF_i = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 หรือ N_2O จากการเผาขยะหรือของเสีย (หน่วย กิโลกรัม CH_4 หรือ กิโลกรัม N_2O/กิกะกรัมของขยะ; kg CH_4/Ggwaste หรือ N_2O/Ggwaste)

44/12 = ค่าการแปลงจาก C เป็น CO_2

10^{-6} = ค่าการแปลงหน่วยจากกิโลกรัมเป็นกิกะกรัม

สำหรับขยะมูลฝอยชุมชน สามารถประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 แยกตามองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เข้าสู่เตาเผาขยะ เช่น กระดาษ ไม้ พลาสติก ดังสมการที่ (28)

$$CO_2 \text{ Emissions} = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times 44/12 \quad (28)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในปีที่ประเมิน (หน่วย กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี; Gg CO_2/yr)

MSW = ปริมาณขยะมูลฝอย (น้ำหนักเปียก) ที่นำไปเผาในเตาเผาและนำไปเผาในที่โล่ง (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

j = องค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนที่ถูกนำไปเผาในเตาเผาและถูกเผาในที่โล่ง เช่น กระดาษ สิ่งทอ เศษอาหารไม้ ยางและเศษหนังสัตว์

WF_j = สัดส่วนขององค์ประกอบ j ในขยะมูลฝอยชุมชน $\sum WF_j = 1$

dm_j = สัดส่วนปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอยประเภท j (fraction)

CF_j = สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดเทียบกับปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอยประเภท j (fraction)

FCF_j = สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลเทียบกับคาร์บอนทั้งหมดในขยะมูลฝอยประเภท j (fraction)

OF_j = ค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์ สำหรับขยะมูลฝอยประเภท j (fraction)

44/12 = ค่าการแปลงจาก C เป็น CO_2

- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country Specific) โดยการตรวจวัด โดยแบ่งเป็น 2 ระดับย่อย ได้แก่

- **ระดับการประเมินที่ 2a (Tier 2a):** สำหรับขยะมูลฝอย ใช้ข้อมูลปริมาณขยะและองค์ประกอบขยะที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ ส่วนพารามิเตอร์อื่นสามารถใช้ค่าแนะนำของ IPCC สำหรับของเสียประเภทอื่นใช้ข้อมูลปริมาณของเสียที่เป็นข้อมูลจำเพาะของเมืองและจังหวัด ส่วนพารามิเตอร์อื่นสามารถใช้ค่าแนะนำของ IPCC

- **ระดับการประเมินที่ 2b (Tier 2b):** ใช้ข้อมูลปริมาณ องค์ประกอบขยะ และพารามิเตอร์อื่นที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ เช่น สัดส่วนขยะแห้ง สัดส่วนคาร์บอนในขยะ สัดส่วนฟอสซิลคาร์บอนและค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 ระดับการประเมินที่ 2 ใช้สมการการประเมินเช่นเดียวกับ ระดับการประเมินที่ 1 หากแต่ใช้ข้อมูลกิจกรรมและการปล่อยก๊าซ CH_4 ที่เป็นค่าจำเพาะของเมืองและจังหวัด

- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ระดับการประเมินที่ 3 ใช้สมการการประเมินเช่นเดียวกับระดับการประเมินที่ 1 หากแต่ใช้ข้อมูลกิจกรรมจำเพาะของสถานที่/โรงงานกำจัดขยะ ได้แก่ เทคโนโลยีเตาเผา (Fixed bed, Stoker, Fluidized bed หรือ Kiln) วิธีการดำเนินงาน (ต่อเนื่อง, กึ่งต่อเนื่องหรือแบบครั้ง) ขนาดความสามารถของเตาเผา ค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับขยะ (เช่น ปริมาณคาร์บอนในเถ้าขยะ) ซึ่งค่าดังกล่าวมีผลต่อค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 ระดับการประเมินที่ 3 ใช้สมการการประเมินเช่นเดียวกับ ระดับการประเมินที่ 1 แต่ใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยก๊าซ CH_4 ที่เป็นค่าจำเพาะของโรงงานเผาขยะนั้นๆ

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O ระดับการประเมินที่ 3 ใช้ข้อมูลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซ N_2O ในก๊าซระบายทิ้ง (Flue gas) ซึ่งเป็นข้อมูลจำเพาะของโรงงานเผาขยะ และประเมินดังสมการที่ (29)

$$N_2O\ Emissions = \sum_i (IW_i \times EC_i \times FGV_i) \times 10^{-9} \quad (29)$$

โดยที่

N_2O Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O ในปีที่ประเมิน (หน่วย กิกะกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี; Gg N_2O/yr)

IW_i = ปริมาณขยะประเภท i ที่นำเข้าเตาเผา (น้ำหนักเปียก) (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

EC_i = ค่าความเข้มข้นของก๊าซ N_2O ในก๊าซระบายทิ้งจากการเผา

FGV_i = ปริมาตรของก๊าซระบายทิ้งต่อปริมาณขยะที่เข้าเตาเผาขยะประเภท i (หน่วย ลูกบาศก์เมตร/ล้านกรัม; m^3/million g)

10^{-9} = ค่าการแปลงหน่วย มิลลิกรัมเป็นกิกะกรัม

ค่าแนะนำ (Default) ตามคู่มือ 2006 IPCC Guideline

1. ค่าพารามิเตอร์สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาขยะและของเสีย จำแนกตามประเภทของเสีย แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาขยะ

ประเภทของขยะที่นำเข้าเตาเผา	สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในขยะแห้ง	สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดเทียบกับปริมาณขยะแห้ง (%)	สัดส่วนของฟอสซิลคาร์บอนเทียบกับคาร์บอนทั้งหมด (%)	ค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์
ขยะชุมชน	ตามองค์ประกอบ	ตามองค์ประกอบ	ตามองค์ประกอบ	100
ขยะอุตสาหกรรม	NA	50	90	100
ขยะติดเชื้อ	NA	60	40	100
ขยะติดเชื้อ (คิดจากน้ำหนักเปียก)	15*	40*	25*	NA
กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	NA	40-50	0	100
ของเหลวที่มีคาร์บอนฟอสซิล	NA	80	100	100

หมายเหตุ: *คิดจากน้ำหนักขยะที่เปียก NA = Not Available (ไม่มีข้อมูล)
ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste, ตาราง 5.2 Default for CO2 emission factors for incineration and open burning of waste.

2. ค่าสัดส่วนปริมาณขยะแห้ง สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดและสัดส่วนของฟอสซิลคาร์บอน จำแนกตามองค์ประกอบของขยะชุมชน แสดงในตารางที่ 13 และค่าการปล่อยก๊าซ CH_4 จากการเผาขยะมูลฝอยชุมชน แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ค่าแนะนำสำหรับพารามิเตอร์ของขยะมูลฝอยที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจก

องค์ประกอบขยะ	สัดส่วนปริมาณขยะแห้ง (dm, %)	สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ในขยะแห้ง (DOC, %)		สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดเทียบกับปริมาณขยะแห้ง (%)		สัดส่วนของฟอสซิลคาร์บอนเทียบกับคาร์บอนทั้งหมด (%)		สัดส่วนฟอสซิลคาร์บอนเทียบกับคาร์บอนทั้งหมด (%)	
		ค่าแนะนำ	ช่วง	ค่าแนะนำ	ช่วง	ค่าแนะนำ	ช่วง	ค่าแนะนำ	ช่วง
กระดาษ	90	40	36-45	44	40-50	46	42-50	1	0-5
เศษผ้า	80	24	20-40	30	25-50	50	25-50	20	0-50
เศษอาหาร	40	15	8-20	38	20-50	38	20-50	-	-
เศษไม้	85	43	39-46	50	46-54	50	46-54	-	-
ขยะจากสวน	40	20	18-22	49	45-55	49	45-55	0	0
ผ้าอ้อม	40	24	18-32	60	44-80	70	54-90	10	10
ยางและหนัง	84	39	39	47	47	67	67	20	20
พลาสติก	100	-	-	-	-	75	67-85	100	95-100
โลหะ	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
เศษแก้ว	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
อื่นๆ	90	-	-	-	-	3	0-5	100	50-100

หมายเหตุ: NA = Not Available (ไม่มีข้อมูล)
ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 2: Waste Generation, Composition, and Management Data, ตาราง 2.4 Default dry matter content, DOC content, total carbon content and fossil carbon fraction of different MSW components.

ตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 จากการเผาขยะจำแนกตามประเภทและเทคโนโลยีการเผา

ประเภทของเตาเผา/เทคโนโลยีการเผา		ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 (กก. CH_4/ กิกะกรัมของขยะ)
การเผาแบบต่อเนื่อง (Continuous incineration)	เตาเผาแบบสโตกเกอร์ (Stoker)	0.2
	เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized bed)	~0
การเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-continuous incineration)	เตาเผาแบบสโตกเกอร์ (Stoker)	6
	เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized bed)	188
การเผาแบบครั้ง (Batch-type incineration)	เตาเผาแบบสโตกเกอร์ (Stoker)	60
	เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized bed)	237

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste, ตาราง 5.3 CH4 emission factor for incineration of MSW.

4.3.4 การจัดการน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง (Wastewater treatment and discharge)

การจัดการน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง เกิดการปล่อยไนตรัสออกไซด์และมีเทน โดยก๊าซทั้งสองชนิดเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศโดยแบคทีเรียในน้ำเสีย ทั้งน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน (น้ำเสียจากบ้านที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์) และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงของเสียจากชุมชน (Human waste) ตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ปี 2006 ได้แบ่งรายภาคย่อยของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 2 รายภาคย่อย ได้แก่

1) **Domestic Wastewater Treatment and Discharge (การบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้ง)** เป็นการนำน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน เช่น น้ำเสียที่เกิดจากอาคารบ้านเรือน น้ำเสียจากอาคารพาณิชย์ เป็นต้น มาบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้ง

2) **Industrial Wastewater Treatment and Discharge (การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายน้ำทิ้ง)** เป็นการบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้งน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

รายละเอียด ดังนี้

4.3.4.1 การบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้ง

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้งตามคู่มือ 2006 IPCC Guidelines แบ่งระดับการประเมินเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและพารามิเตอร์ของน้ำเสียตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country Specific) ทั้งนี้มีการพิจารณาถึงปริมาณตะกอนที่ถูกกำจัดด้วยการเผา ถมดิน หรือใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม

o ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3): การใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะรายโรงบำบัด (Plant Specific) การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 จากการบำบัดน้ำเสียชุมชน มีขั้นตอนดังนี้

1. การประเมินปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (TOW) ในน้ำเสียชุมชน ตามสมการที่ (30) - (31)

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 0.001 \cdot I \cdot 365 \quad (30)$$

$$TOW = Flow \cdot BOD \cdot 0.001 \cdot I \cdot 365 \quad (31)$$

โดยที่

TOW = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียชุมชน (หน่วย กิโลกรัม BOD; kgBOD)

P = จำนวนประชากร (หน่วย คน; person)

Flow = ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวัน; m^3/day)

BOD = ค่า BOD ของน้ำเสียชุมชน ซึ่งเป็นค่าจำเพาะของประเทศ (หน่วย กรัม/ คน-วัน; g/person-day)

I = ค่าปรับแก้ กรณีมีการรวบรวมน้ำเสียชุมชนผ่านท่อรวม
กรณีการรวบรวมน้ำเสีย: I = 1.25
กรณีไม่มีการรวบรวมน้ำเสีย: I = 1.00

0.001 = ค่าการแปลงหน่วยจากกรัม (g) เป็นกิโลกรัม (kg)

365 = ค่าการแปลงหน่วยจากวันเป็นปี

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ (m^3/day) ในกรณีที่ไม่มีระบบน้ำเสียในพื้นที่ สามารถหาปริมาณน้ำเสียได้ 2 วิธี[1] คือ (1) ปริมาณน้ำเสียคิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดของพื้นที่ หรือ (2) อัตราการเกิดน้ำเสียที่ 150 ลิตรต่อคนต่อวัน และใช้ค่า BOD เท่ากับ 120 มิลลิกรัมต่อลิตร

[1]คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ 2555

2. ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 สำหรับวิธีการบำบัดและการระบายน้ำทิ้ง แสดงสมการที่ (32)

$$EF_j = B_0 \times MCF_j \quad (32)$$

โดยที่

EF_j = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 สำหรับการบำบัด กำจัด และการระบายทิ้ง j (หน่วย กิโลกรัม CH_4/กิโลกรัม BOD; $kgCH_4/kgBOD$)

B_0 = ศักยภาพการเกิดก๊าซ CH_4 สูงสุดสำหรับน้ำเสียชุมชน ค่าแนะนำของ IPCC: B_0 = 0.6 (หน่วย กิโลกรัม CH_4/กิโลกรัม BOD; $kgCH_4/kgBOD$)

MCF_j = ค่าแฟคเตอร์ปรับแก้สำหรับก๊าซ CH_4 เกิดขึ้นจากวิธีการบำบัด กำจัด หรือการระบายทิ้ง

J = ระบบบำบัดหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการน้ำเสีย เช่น ระบบบ่อปรับเสถียร ระบบตะกอนเร่งไร้อากาศ - เติมอากาศ (ASBR) ระบบเติมอากาศหรือระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (AS) เป็นต้น

โดยค่าปรับแก้สัดส่วนของการปล่อยก๊าซ CH_4 แสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าปรับแก้สัดส่วนของการปล่อยก๊าซ CH_4 (Methane Conversion Factors: MCF) ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

วิธีการบำบัดหรือระบายทิ้ง	รายละเอียด	ค่า MCF	ช่วง
ไม่มีการบำบัดน้ำเสีย			
ระบายทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติ	แหล่งน้ำที่รับภาระสารอินทรีย์สูงมีโอกาสเข้าสู่สภาวะไร้อากาศ	0.1	0-0.2
น้ำเสียไหลช้า ๆ ตามท่อ	รางปิดและอุณหภูมิสูง มีโอกาสก่อให้เกิดก๊าซ CH_4	0.5	0.4-0.8
น้ำเสียมีการไหล (ท่อปิดหรือเปิด)	การไหลของน้ำที่เร็ว ทำให้การเกิดก๊าซ CH_4 น้อยมาก	0	0
มีการบำบัดน้ำเสีย			
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ	ระบบที่มีการจัดการที่ดี ทำให้ก๊าซ CH_4 เกิดขึ้นปริมาณน้อย	0	0-0.1
	ระบบมีการจัดการไม่ดี รับภาระสารอินทรีย์มาก	0.3	0.2-0.4
ถังหมักแบบไร้อากาศสำหรับกากตะกอน	ไม่พิจารณาการใช้ประโยชน์จากก๊าซ CH_4	0.8	0.8-1.0
ถังหมักไร้อากาศ	ไม่พิจารณาการใช้ประโยชน์จากก๊าซ CH_4	0.8	0.8-1.0
บ่อหมักไร้อากาศแบบตื้น	ความลึกน้อยกว่า 2 เมตร	0.2	0.0-0.3
บ่อหมักไร้อากาศแบบลึก	ความลึกมากกว่า 2 เมตร	0.8	0.8-1.0
บ่อเกรอะ (Septic tank)	ลดค่า BOD ลงได้ครึ่งหนึ่งในสภาวะไร้อากาศ	0.5	0.5
บ่อฮึม	ภูมิอากาศแห้ง ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าบ่อฮึมขนาดครอบครัว 3-5 คน	0.1	0.05-0.15
	ภูมิอากาศแห้ง ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าบ่อฮึม ผู้ใช้งานจำนวนมาก (ชุมชน)	0.5	0.4-0.6
	ภูมิอากาศชื้น ระดับน้ำใต้ดินสูงกว่าบ่อฮึม	0.7	0.7-1.0
	มีการขุดลอกตะกอนออกเพื่อทำปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ	0.1	0.1

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, ตาราง 6.3 Default MCF values for domestic wastewater.

4.3.4.2 การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายทิ้ง

การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายทิ้ง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย ลักษณะและวิธีการบำบัดน้ำเสียในแต่ละรายประเภทอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษ อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ และอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เป็นต้น

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายทิ้งตามคู่มือ 2006 IPCC Guidelines แบ่งระดับการประเมินเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและพารามิเตอร์ของน้ำเสียตามระเบียบวิธี 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories แสดงดังตารางที่ 12
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะของประเทศ (Country Specific) ทั้งนี้มีการพิจารณาถึงปริมาณตะกอนที่ถูกกำจัดด้วยการเผา ถมดิน หรือใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นข้อมูลจำเพาะในโรงบำบัด (Plant Specific)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 จากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. การประเมินปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (TOW) ในน้ำเสียอุตสาหกรรม ตามสมการที่ (33) - (34)

$$TOW = P \times COD \times 0.001 \times I \times 365 \quad (33)$$

$$TOW = FLOW \times COD \times 0.001 \times I \times 365 \quad (34)$$

โดยที่

TOW = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (หน่วย กิโลกรัมซีโอดี; kgCOD)

P = จำนวนประชากร (หน่วย คน; person)

Flow = ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวัน; m^3/day)

COD = ค่า COD ของน้ำเสียอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นค่าจำเพาะของประเทศ (หน่วย กรัม/อุตสาหกรรม-วัน; g/industrial-day)

I = ค่าปรับแก้ กรณีมีการรวบรวมน้ำเสียอุตสาหกรรมผ่านท่อรวม

กรณีการรวบรวมของเสีย I = 1.25
กรณีไม่มีการรวบรวมของเสีย I = 1.00

0.001 = ค่าการแปลงหน่วยจากกรัมเป็นกิโลกรัม

365 = ค่าการแปลงหน่วยจากวันเป็นปี

ในกรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ ให้ใช้ปริมาณน้ำเสียรวม เท่ากับร้อยละ 80 ของน้ำใช้[2]

2. ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 สำหรับวิธีการบำบัดและการระบายน้ำทิ้ง แสดงสมการที่ (35)

$$EF_j = B_0 \times MCF_j \quad (35)$$

โดยที่

EF_j = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 สำหรับการบำบัด กำจัด และการระบายทิ้ง j (หน่วย กก. CH_4/ กก. BOD; $kgCH_4/kgBOD$)

B_0 = ศักยภาพการเกิดก๊าซ CH_4 สูงสุดสำหรับน้ำเสียอุตสาหกรรม ค่าแนะนำของ IPCC: B_0 = 0.25 (กก. CH_4/ กก. COD; $kgCH_4$/ kgCOD)

MCF_j = ค่าแฟคเตอร์ปรับแก้สำหรับก๊าซ CH_4 ที่เกิดขึ้นจากวิธีการบำบัด กำจัด หรือการระบายทิ้ง

j = ระบบบำบัดหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการน้ำเสีย เช่น ระบบบ่อปรับเสถียร ระบบตะกอนเร่งไร้อากาศ - เติมอากาศ (ASBR) ระบบเติมอากาศหรือระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (AS) เป็นต้น

[2]คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ 2555

โดยค่าปรับแก้สัดส่วนของการปล่อยก๊าซ CH_4 แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 รายละเอียดข้อมูลน้ำเสียอุตสาหกรรมที่แนะนำโดย IPCC 2006

รายประเภทอุตสาหกรรม	อัตราการเกิดน้ำเสีย (W) (m^3/ตัน)	ช่วงอัตราการเกิดน้ำเสีย (m^3/ตัน)	ค่า COD (kg/m^3)	ช่วง COD (kg/m^3)
Alcohol Refining	24	16 - 32	11	5 - 22
Beer & Malt	6.3	5.0 - 9.0	2.9	2 - 7
Coffee	NA	NA	9	3 - 15
Dairy Products	7	3 - 10	2.7	1.5 - 5.2
Fish Processing	NA	8 - 18	2.5	NA
Meat & Poultry	13	8 - 18	4.1	2 - 7
Organic Chemicals	67	0 - 400	3	0.8 - 5
Petroleum Refineries	0.6	0.3 - 1.2	1.0	0.4 - 1.6
Plastics & Resins	0.6	0.3 - 1.2	3.7	0.8 - 5
Pulp & Paper (Combined)	162	85 - 240	9	1 - 15
Soap & Detergents	NA	1.0 - 5.0	NA	0.5 - 1.2
Starch Production	9	4 - 18	10	1.5 - 42
Sugar Refining	NA	4 - 18	3.2	1 - 6
Vegetable Oils	3.1	1.0 - 5.0	NA	0.5 - 1.2
Vegetables, Fruits & Juices	20	7 - 35	5.0	2 - 10
Wine & Vinegar	23	11 - 46	1.5	0.7 - 3.0

หมายเหตุ: NA = Not Available (ไม่มีข้อมูล)

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, ตาราง 6.9 Examples of industrial wastewater data.

ตารางที่ 17 ค่าปรับแก้สัดส่วนการปล่อยก๊าซ CH_4 (Methane Conversion Factors: MCF) ของระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม

วิธีการบำบัดหรือระบายทิ้ง	รายละเอียด	ค่า MCF	ช่วง
ไม่มีการบำบัดน้ำเสีย			
ระบายทิ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติ	แหล่งน้ำที่รับภาระสารอินทรีย์สูงมีโอกาสเข้าสู่สภาวะไร้อากาศ	0.1	0-0.2
มีการบำบัดน้ำเสีย			
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ	ระบบที่มีการจัดการที่ดี ทำให้ก๊าซ CH_4 เกิดขึ้นปริมาณน้อย	0	0-0.1
	ระบบมีการจัดการไม่ดี รับภาระสารอินทรีย์มาก	0.3	0.2-0.4
ถังหมักแบบไร้อากาศสำหรับกากตะกอน	ไม่พิจารณาการใช้ประโยชน์จากก๊าซ CH_4	0.8	0.8-1.0
ถังหมักไร้อากาศ	ไม่พิจารณาการใช้ประโยชน์จากก๊าซ CH_4	0.8	0.8-1.0
บ่อหมักไร้อากาศแบบตื้น	ความลึกน้อยกว่า 2 เมตร	0.2	0.0-0.3
บ่อหมักไร้อากาศแบบลึก	ความลึกมากกว่า 2 เมตร	0.8	0.8-1.0

ที่มา: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5: Waste (Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge, ตาราง 6.8 Default MCF values for industrial wastewater.

4.4 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)

กิจกรรมในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) แบ่งเป็น 2 ประเภท 7 รายภาคได้แก่

1) กระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process)

1.1 กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

1.2 กระบวนการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์

1.3 กระบวนการผลิตแก้ว

1.4 กระบวนการผลิตเหล็ก

1.5 กระบวนการผลิตเคมี

2) การใช้ผลิตภัณฑ์ (Product Use)

2.1 การใช้ผลิตภัณฑ์สารหล่อลื่น

2.2 การใช้พาราฟินแว็กซ์

รายละเอียด ดังนี้

4.4.1 กระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process)

กระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process) ประกอบด้วย 5 รายภาคย่อย ได้แก่ 1) กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ 2) กระบวนการผลิตปูนขาว 3) กระบวนการผลิตแก้ว 4) กระบวนการผลิตเหล็ก และ 5) กระบวนการผลิตเคมี รายละเอียด ดังนี้

4.4.1.1 กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตปูนเม็ดซึ่งเป็นกระบวนการระหว่างการผลิตปูนซีเมนต์ โดยหินปูน ($CaCO_3$) เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้มากที่สุดในการทำปูนเม็ด จะถูกเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง จากนั้นทำปฏิกิริยาได้เป็น ปูนขาว (CaO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการเผาหินปูนเท่านั้น ไม่รวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงในส่วนต่างๆ

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) Use clinker production data โดยการประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตปูนเม็ด ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณวัตถุดิบคาร์บอเนตชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตปูนเม็ด (Clinker) สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (36)

$$CO_2 \text{ Emissions} = M_{cl} \times EF_{cl} \times CF_{ckd} \qquad (36)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการผลิตปูนซีเมนต์ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

M_{cl} = น้ำหนัก (มวล) ของปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ (หน่วย ตัน; ton)

EF_{cl} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับปูนเม็ด (หน่วย ตัน CO_2/ตันปูนเม็ด; tCO_2/tclinker)

CF_{ckd} = ค่าปรับแก้สำหรับฝุ่นที่หลุดรอดจากกระบวนการเผาปูนซีเมนต์ (Cement Kiln Dust: CKD)

4.4.1.2 กระบวนการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์

อุตสาหกรรมการผลิตปูนขาว ($CaCO_3$) หรือแร่โดโลไมต์ $CaMg(CO_3)_2$ ในประเทศไทยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและกระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศ ปูนขาวถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ปูนซีเมนต์ การถลุงเหล็ก กระดาษและเยื่อกระดาษ นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการปรับสภาพความเป็นกรดด่างในน้ำและดิน หรือใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

กระบวนการผลิตปูนขาวเริ่มจากการนำหินปูน ($CaCO_3$) หรือโดโลไมต์มาเผาที่อุณหภูมิสูง (Calcination) เพื่อให้ได้ปูนขาวและเกิดก๊าซ CO_2 เช่นเดียวกับกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Use lime production and default emission factor โดยการประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์ทั้งหมดไม่แยกรายชนิด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (37)

$$CO_2 \text{ Emissions} = EF_{lime} \times \text{Amount of lime production} \quad (37)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

EF_{lime} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 ในการผลิตปูนขาวจากการเผาหินปูน (หน่วย ตัน CO_2/ตันปูนขาว; tCO_2/t lime-dolomite)

Amount of lime production = ปริมาณการผลิตปูนขาวไม่แยกรายชนิด (หน่วย ตัน; ton)

ในการนี้หากข้อมูลกิจกรรมสามารถแยกรายชนิด สามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2): Use lime production data by type โดยการประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์แยกรายชนิด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (38)

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (EF_{lime,i} \times M_{l,i} \times CF_{lkd,i} \times CF_{h,i}) \qquad (38)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตปูนขาวหรือโดโลไมต์ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

$EF_{lime,i}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับปูนขาวแยกรายชนิด i (tCO_2/t lime-dolomite)

$M_{l,i}$ = ปริมาณการผลิตปูนขาวแยกรายชนิด i (หน่วย ตัน; ton)

$CF_{lkd,i}$ = ค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับ LKD ของปูนขาวหรือโดโลไมต์แยกรายชนิด i

$CF_{h,i}$ = ค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับการไฮเดรตปูนขาวหรือโดโลไมต์แยกรายชนิด i

i = ชนิดของปูนขาวหรือโดโลไมต์

4.4.1.3 กระบวนการผลิตแก้ว

อุตสาหกรรมผลิตแก้วและกระจกสามารถแบ่งออกเป็นผลิตภัณฑ์หลัก 4 ชนิด คือ แก้วบรรจุภัณฑ์ กระจกแผ่น Fiber Glass และผลิตภัณฑ์แก้วชนิดพิเศษ โดยก๊าซ CO_2 เกิดจากกระบวนการหลอมวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของคาร์บอเนต เช่น หินปูน โดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$) และโซดาแอช (Na_2CO_3) เพื่อผลิตแก้วและกระจก

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Glass production data โดยการประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตแก้วและกระจกทั้งหมดไม่แยกรายชนิด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (39)

$$CO_2 \text{ Emissions} = M_g \times EF \times (1 - CR) \quad (39)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตแก้วและกระจก (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

M_g = ปริมาณการผลิตแก้วและกระจกไม่แยกรายชนิด (หน่วย ตัน; ton)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 ในการผลิตแก้วและกระจก (หน่วย ตัน CO_2/ตันผลิตภัณฑ์; tCO_2/tproduct)

CR = อัตราส่วนของเศษแก้วและกระจกที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต

ในการนี้หากข้อมูลกิจกรรมสามารถแยกรายชนิด สามารถดำเนินการในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2): Glass production in each manufacturing process โดยการประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตแก้วและกระจกแยกรายชนิด ในแต่ละกระบวนการและขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น กระจกแผ่น แก้วบรรจุภัณฑ์ และไฟเบอร์กลาส เป็นต้น สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (40)

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i \left[M_{g,\,i} \times EF_i \times (1 - CR_i) \right] \qquad (40)$$

โดยที่

CO_2 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตแก้วและกระจก (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

$M_{g,\,i}$ = ปริมาณการผลิตแก้วและกระจกที่หลอมแยกรายชนิด i (หน่วย ตัน; ton)

EF_i = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 ในการผลิตแก้วและกระจกแยกรายชนิด i (หน่วย ตัน CO_2/ตันผลิตภัณฑ์; $tCO_2/tproduct$)

CR = อัตราส่วนของเศษแก้วและกระจกแยกรายชนิด i ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต

4.4.1.4 กระบวนการผลิตเหล็ก

อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and Steel Production) เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้าระดับกลางน้ำ (Midstream) กล่าวคือ เป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตเหล็กจากการนำเศษเหล็กมาหลอมใหม่เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติและส่วนผสมทางเคมีให้ออกมาเป็นเหล็กกล้า ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่ในประเทศไทยผลิตด้วยเตาอาร์คไฟฟ้า (Electric Arc Furnaces: EAF) นอกจากการผลิตเหล็กกล้าแล้วในอุตสาหกรรมระดับกลาง น้ำยังมีการหล่อเหล็กกล้าให้เป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เช่น เหล็กแท่งยาว เหล็กแท่งแบน เป็นต้น ไปจนถึงกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้าระดับปลายน้ำ (Downstream) ซึ่งเป็นการนำเอาเหล็กจากอุตสาหกรรมระดับกลางน้ำไปแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เหล็ก

ประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้าระดับกลางน้ำจึงประเมินค่าการปล่อย CO_2 จากกระบวนการผลิตเหล็กกล้าด้วยระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Production - base emission factor ซึ่งใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตเหล็กกล้าแต่ละเทคโนโลยีเตาเผาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับเทคโนโลยีเตาเผานั้น ๆ โดยเทคโนโลยีเตาเผามี 3 เทคโนโลยี คือ 1) การผลิตเหล็กโดยใช้เตาออกซิเจน (Basic Oxygen Furnaces, Electric Arc Furnaces: BOF) 2) การผลิตเหล็กโดยใช้เตาอาร์คไฟฟ้า (Electric Arc Furnaces: EAF) และ 3) การผลิตเหล็กโดยใช้เตาโอเพ่นฮาร์ท (Open Hearth Furnaces: OHF) สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (41)

$$E_{CO_2} = BOF \times EF_{BOF} + EAF \times EF_{EAF} + OHF \times EF_{OHF} \quad (41)$$

โดยที่

E_{CO_2} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

BOF = ปริมาณของเหล็กเกล้าที่ผลิตโดยเตาเผาออกซิเจน (หน่วย ตัน; ton)

EF_{BOF} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการเผาออกซิเจน (หน่วย ตัน CO_2/ตันผลิตภัณฑ์; tCO_2/tproduct)

EAF = ปริมาณของเหล็กกล้าดิบที่ผลิตโดยเตาอาร์คไฟฟ้า (หน่วย ตัน; ton)

EF_{EAF} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 จากเตาอาร์คไฟฟ้า (หน่วย ตัน CO_2/ตันผลิตภัณฑ์; tCO_2/tproduct)

OHF = ปริมาณของเหล็กกล้าที่ผลิตโดยเตาเผาโอเพ่นฮาร์ท (ton)

EF_{OHF} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 จากเตาเผาโอเพ่นฮาร์ท (หน่วย ตัน CO_2/ตันผลิตภัณฑ์; tCO_2/tproduct)

4.4.1.5 กระบวนการผลิตเคมี

อุตสาหกรรมเคมีจัดว่าเป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อภาพรวมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย ซึ่งวัตถุดิบส่วนใหญ่มาจากปิโตรเลียม และวัตถุดิบที่มีสารประกอบของก๊าซเรือนกระจก ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมเคมีมีความหลากหลายและมีขนาดที่แตกต่างกัน ตามแนวทางคู่มือ IPCC 2006 Guidelines ส่วนใหญ่จะเป็นสารเคมีพื้นฐานที่ใช้ทั่วไป และใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นของผลิตภัณฑ์อื่นๆ รายละเอียด ดังนี้

1) การผลิตกรดไนตริก (Nitric Acid Production)

กรดไนตริก (HNO_3) เป็นสารเคมีพื้นฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมีทั่วไป ในขั้นตอนการผลิตกรดไนตริกก่อให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกรดไนตริก สำหรับประเทศไทยใช้วิธีการผลิตด้วยการละลายแอมโมเนีย (NH_3) ลงในน้ำที่ความดันสูง แอมโมเนียจะเปลี่ยนเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) จากนั้นไนตริกออกไซด์จะถูกออกซิไดซ์ต่อไปเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เมื่อไนโตรเจนไดออกไซด์ละลายน้ำจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไนตริก โดยมีผลพลอยได้จากปฏิกิริยา คือ ไนตริกออกไซด์ ซึ่งจะออกซิไดซ์กับแอมโมเนีย ภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดันสูง เปลี่ยนเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Nitric acid production การคำนวณใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตกรดไนตริก ซึ่งสามารถประเมินค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยใช้สมการที่ (42)

$$E_{N_2O} = EF \times NAP \qquad (42)$$

โดยที่

E_{N_2O} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O (หน่วย กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์; kg N_2O)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ N_2O (หน่วย กิโลกรัม N_2O/ตันกรดไนตริก; kg N_2O/tNitric)

NAP = ปริมาณการผลิตกรดไนตริก (หน่วย ตัน; ton)

2) การผลิตคาร์โปแลคตัม ไกลออกซอล และกรดไกลออกซิลิค (Caprolactam, Glyoxal and Glyoxylic Acid Production)

คาร์โปแลคตัม เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นกลาง เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดวงแหวนเจ็ดเหลี่ยมมีสูตรโมเลกุล คือ $C_6H_{11}NO$ ณ อุณหภูมิห้องและความดันอากาศ (25 °C) เป็นของแข็งสีขาวละลายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่สารคาร์โปแลคตัมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไนล่อนและมีแอมโมเนียซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ เป็นผลพลอยได้ ซึ่งสารดังกล่าวถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องมากมาย เช่น เสื้อผ้า ชุดว่ายน้ำ ผ้าร่ม ผ้าใบ แห อวน และชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นต้น

การผลิตคาร์โปแลคตัม มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ชนิด คือ (1) ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการออกซิไดซ์แอมโมเนีย เพื่อให้ได้ในตริกออกไซด์/ไนโตรเจนไดออกไซด์ (2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแอมโมเนียคาร์บอเนต และ (3) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากแอมโมเนียไบซัลไฟต์ แต่อย่างไรก็ตามการประเมินก๊าซเรือนกระจกสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตคาร์โปแลคตัม พิจารณาเฉพาะก๊าซไนตรัสออกไซด์เท่านั้น เนื่องจากมีปริมาณมากที่สุด

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Caprolactam production การประเมินใช้ข้อมูลปริมาณการผลิตคาร์โปแลคตัม ซึ่งสามารถคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยใช้สมการที่ (43)

$$E_{N_2O} = EF \times CP \qquad (43)$$

โดยที่

E_{N_2O} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O (หน่วย กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์; kgN_2O)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ N_2O (หน่วย กิโลกรัม N_2O/ตันคาร์โปแลคตัม; $kgN_2O/tCaprolactam$)

CP = ปริมาณการผลิตคาร์โปแลคตัม (หน่วย ตัน; ton)

3) การผลิตปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค (Petrochemical and Carbon Black Production)

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้ปิโตรเลียมเป็นวัตถุดิบหลักและเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญตามคู่มือ IPCC 2006 Guidelines โดยแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีออกเป็น 6 ชนิด ได้แก่ เมทานอล (Methanol), เอทิลีน (Ethylene), เอทิลีนไดคลอไรด์และไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (Ethylene Dichloride and Vinyl Chloride Monomer), เอทิลีนออกไซด์ (Ethylene Oxide), อะคริโลไนไตรส์ (Acrylonitrile) และคาร์บอนแบล็ค (Carbon Black)

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Product-based emission factor method คือ ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นค่ากลาง (Default)

4.4.2 การใช้ผลิตภัณฑ์ (Product Use)

การใช้ผลิตภัณฑ์ (Product Use) ประกอบด้วย 2 รายภาคย่อย ได้แก่ 1) การใช้ผลิตภัณฑ์สารหล่อลื่น และ 2) การใช้พาราฟินแว็กซ์ รายละเอียด ดังนี้

4.4.2.1 การใช้ผลิตภัณฑ์สารหล่อลื่น

น้ำมันสารหล่อลื่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้โดยทั่วไปในภาคอุตสาหกรรมและภาคการขนส่ง โดยน้ำมันหล่อลื่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากส่วนที่เหลือจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ (Crude oil) โดยโรงกลั่นแยกเอาส่วนที่เบา ได้แก่ ก๊าซน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ออก หลังจากนั้นนำส่วนที่เหลือไปเข้าหอกลั่นต่อเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่น

โดยทั่วไปการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้น้ำมันหล่อลื่นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินคือ ปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่น (Carbon Content of Lubricant: $CC_{Lubricant}$) และสัดส่วนของการออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันหล่อลื่น (Oxidised During Use: ODU) ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นจะเกิดการออกซิไดซ์จากการเผาไหม้รวมที่เกิดจากการรั่วซึมของอุปกรณ์ ทำให้น้ำมันหล่อลื่นหลุดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์หรือเครื่องจักร และปล่อยก๊าซ CO_2 ออกสู่บรรยากาศ สามารถประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) ดังสมการที่ (44)

$$CO_{2\ Emission} = LC \times CC_{Lubricant} \times ODC_{Lubricant} \times (44/12) \qquad (44)$$

โดยที่

$CO_{2\ Emission}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้น้ำมันหล่อลื่น (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

LC = ปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นแยกรายชนิด (หน่วย ล้านลิตร, million litre)

$CC_{Lubricant}$ = ปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่น (หน่วย ตันคาร์บอน/เทระจูล; tCO_2/TJ)

$ODC_{Lubricant}$ = สัดส่วนของการออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันหล่อลื่น (ODU)

4.4.2.2 การใช้พาราฟินแว็กซ์

พาราฟินแว็กซ์ถูกนำไปใช้ในงานหลากหลาย เช่น เทียน กล่องลูกฟูก การเคลือบกระดาษ การทำบอร์ด การผลิตอาหาร ขัดเงาแว็กซ์ สารลดแรงตึงผิว (เช่น ในผลิตภัณฑ์ซักล้าง) เป็นต้น โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พาราฟินแว็กซ์ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำพาราฟินแว็กซ์ไปใช้ระหว่างการใช้งาน เช่น เทียนไข

โดยการได้มาซึ่งข้อมูลกิจกรรมสามารถดำเนินการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1): Aggregated default data การประเมินใช้ข้อมูลรวมเนื่องจากมีพารามิเตอร์จำกัด สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังสมการที่ (45)

$$CO_{2\ Emission} = PW \times CC_{wax} \times ODC_{wax} \times (44/12) \quad (45)$$

โดยที่

$CO_{2\ Emission}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากการใช้พาราฟินแว็กซ์ (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; tCO_2eq)

PW = ปริมาณการใช้พาราฟินแว็กซ์รวม (หน่วย เทระจูล; TJ)

CC_{wax} = ปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนในพาราฟินแว็กซ์ (หน่วย ตันคาร์บอน/เทระจูล; ton C/TJ)

ODC_{wax} = สัดส่วนของการออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้พาราฟินแว็กซ์ (ODU)

$44/12$ = อัตราส่วนของมวล CO_2 ต่อ C

4.5 ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

กิจกรรมในภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) แบ่งเป็นรายภาคหลัก 10 รายภาค ได้แก่

1) การจัดการปศุสัตว์

1.1 การจัดการปศุสัตว์

2) การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่า)

2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่เกษตร)

3) แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 จากพื้นดิน

3.1 การจัดการเพาะปลูกข้าว

3.2 การเผาไหม้ชีวมวล

3.3 การใช้ปูนขาวเพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร

3.4 การใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเกษตร

3.5 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางตรง

3.6 การปล่อยกก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางอ้อม

3.7 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากมูลสัตว์ทางอ้อม

รายละเอียด ดังนี้

4.5.1 การจัดการปศุสัตว์

การจัดการภาคปศุสัตว์ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ผ่านการหมักในระบบการย่อยอาหารของสัตว์ทั้งก๊าซมีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการมูลสัตว์ สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยใช้ค่า IPCC Default Emission Factor ตามคู่มือ PCC 2006 จากสมการที่ (46) – (48)

การหมักในลำไส้ (Enteric fermentation)

$$CH_{4\ Enteric} = \sum N \times EF \qquad (46)$$

การจัดการปุ๋ยคอก (Manure management)

$$CH_{4\ Manure} = \sum N \times EF \qquad (47)$$

$$N_2O\ Manure = \sum (\text{N ไนโตรเจนในมูลสัตว์} \times \text{สัดส่วนไนโตรเจนในระบบการจัดการมูลสัตว์} \times EF) \qquad (48)$$

โดยที่

N = จำนวนปศุสัตว์ (หน่วย ตัว; amount of animal)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย กิโลกรัมมีเทนต่อหัวต่อปี หรือ กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อหัวต่อปี; $kgCH_4/head.yr$, $kgN_2O/head.yr$)

หมายเหตุ:

- การคำนวณการหมักในลำไส้และการจัดการปุ๋ยคอก ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor)
- การคำนวณ N_2O Manure ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก IPCC Default Emission Factor

4.5.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ประเมินจากการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอันเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land used) และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land conversion) โดยคู่มือ IPCC ได้จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) หมายถึง พื้นที่ทั้งหมดที่เต็มไปด้วยต้นไม้หรือป่าไม้
2. พื้นที่เพาะปลูก (Cropland) หมายถึง พื้นที่สำหรับการเกษตรรวมทั้งนาข้าวและระบบวนเกษตร (Agro-Forestry System)
3. พื้นที่ทุ่งหญ้า (Grassland) หมายถึง พื้นที่ทุ่งหญ้าปล่อยว่าง (Rangelands) และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Pasture Land)
4. พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) หมายถึง พื้นที่ซึ่งมีน้ำท่วมขังหรือเปียกชุ่มไปด้วยน้ำตลอดหรือเป็นบางช่วงของปี ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวรวมถึงแหล่งกักเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น และแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น อ่างเก็บน้ำ หนอง คลอง บึง
5. พื้นที่ที่ใช้ตั้งถิ่นฐาน (Settlements) หมายถึง พื้นที่ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อการอยู่อาศัยและการสร้างรากฐานสำหรับการคมนาคมขนส่ง
6. พื้นที่อื่นๆ (Other Land) หมายถึง พื้นที่ซึ่งประกอบไปด้วย ดิน หิน น้ำแข็ง และพื้นที่ซึ่งไม่ตกอยู่ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใดๆ ดังกล่าวข้างต้น

การประเมินหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของพื้นที่จากการใช้ประโยชน์ที่ดินเดิม และพื้นที่ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ สามารถประเมินได้โดยใช้วิธี Gain-Loss กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพต่อปีมีค่าเท่ากับผลต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นต่อปี (ΔC_{Gain}) ตามสมการที่ (49) และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงต่อปี (ΔC_{Loss}) ตามสมการที่ (50)

$$\Delta C_{Gain} = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times G_{Total\ i,j} \times CF_{i,j}) \quad (49)$$

โดยที่

ΔC_{Gain} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ที่เพิ่มขึ้นต่อปี (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A = พื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (หน่วย เฮกตาร์; ha)

G_{Total} = ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพรายปี (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; ton d.m/yr)

i = ระบบนิเวศในพื้นที่ (i= 1 ถึง n)

j = สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ (j= 1 ถึง m)

CF = สัดส่วนปริมาณคาร์บอนของน้ำหนักแห้งในเนื้อไม้ (หน่วย ตันคาร์บอนต่อตันน้ำหนักแห้ง; ton C/ton d.m)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงหรือสูญเสียต่อปี (ΔC_{Loss}) เนื่องจาก ไม้ที่ล้มตาย ไม้ที่ถูกเก็บเกี่ยวเพื่อทำเป็นเชื้อเพลิงและสิ่งรบกวน เช่น ไฟไหม้ โรคระบาดจากแมลง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ สามารถประเมินได้จากสมการที่ (50)

$$\Delta C_{Loss} = L_{Wood\ Removal} + L_{Fuel\ Wood} + L_{Disturbance} \quad (50)$$

โดยที่

ΔC_{Loss} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงต่อปี (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

$L_{Wood\ Removal}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปต่อปีเนื่องจากไม้ที่ล้มตายจากพื้นที่ (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

$L_{Fuel\ Wood}$ = ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปต่อปีเนื่องจากไม้ที่ถูกเก็บเกี่ยวเพื่อทำเป็นเชื้อเพลิง (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

$L_{Disturbance}$ = ปริมาณคาร์บอนของชีวมวลที่สูญเสียไปต่อปีเนื่องจากการถูกรบกวนในพื้นที่ (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

4.5.2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้)

การประเมินการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (GHG emissions and removals) จากกลุ่มพื้นที่ป่ายังคงเป็นพื้นที่ป่าไม้จะพิจารณาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมหลัก และมีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Non-CO_2 Emissions) หากมีการเผาเกิดขึ้นในพื้นที่

สมการที่ใช้ในการประเมินการปล่อยหรือดูดกลับคาร์บอนกลุ่มพื้นที่ป่าไม้ยังคงเป็นพื้นที่ป่าไม้ ตามสมการที่ (51)

$$\Delta C_{Biomass} = \Delta C_{Gain} - \Delta C_{Loss} \quad (51)$$

โดย

$\Delta C_{Biomass}$ = การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินรายปี (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

ΔC_{Gain} = ความเพิ่มพูนปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินจากการเติบโตของต้นไม้ เช่น สวนป่า และป่าเสื่อมโทรมที่ฟื้นตัว เป็นต้น (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

ΔC_{Loss} = ความสูญเสียปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทำไม้จากสวนป่า และการเกิดไฟไหม้ เป็นต้น (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

โดยการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินจากกิจกรรมต่าง ๆ กลุ่มพื้นที่ป่าไม้ยังคงเป็นพื้นที่ป่าไม้ รายละเอียด ดังนี้

1) การประเมินปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโตของต้นไม้ในสวนป่า ได้แก่ สัก ยูคาลิปตัส สน กลุ่มไม้โตเร็ว กลุ่มไม้โตช้า และกลุ่มไม้ป่าชายเลน ดังสมการที่ (52)

$$C_{GT} = \sum_i (A_{T_i} \times G_{BT_i} \times CF_i) \quad (52)$$

โดย

C_{GT} = ความเพิ่มพูนปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินจากการเติบโตของต้นไม้ เช่น สวนป่า และป่าเสื่อมโทรมที่ฟื้นตัว เป็นต้น (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A_{T_i} = พื้นที่ปลูกไม้ป่ายืนต้นชนิด/กลุ่มใด ๆ (หน่วย เฮกตาร์; ha)

G_{BT_i} = ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปีของต้นไม้ที่ปลูก (หน่วย ตันคาร์บอนต่อตันน้ำหนักแห้ง; ton C/ton d.m)

CF_i = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ป่ายืนต้นชนิด/กลุ่มใด ๆ

I = ไม้ป่ายืนต้นชนิด/กลุ่มใด ๆ

2) การประเมินการสูญเสียปริมาณคาร์บอนจากการตัดไม้ในสวนป่า ได้แก่ สัก ยูคาลิปตัส สน กลุ่มไม้โตเร็ว กลุ่มไม้โตช้า และกลุ่มไม้ป่าชายเลน ดังสมการที่ (53)

$$C_{LT} = \sum_i (V_{T_i} \times BEF_i \times CF_i) \quad (53)$$

โดย

C_{LT} = ปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยเนื่องจากการตัดไม้ป่ายืนต้นชนิด/กลุ่มใดๆ (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

V_{T_i} = ปริมาตรไม้ที่มีการตัดฟันออกมาใช้ประโยชน์ไม้ยืนต้นชนิด/กลุ่มใด ๆ (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อปี; m^3/yr)

BEF_i = สัมประสิทธิ์มวลชีวภาพ/ความหนาแน่นของเนื้อไม้ชนิด/กลุ่มใด ๆ (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อลูกบาศก์เมตร; ton d.m/m^3)

CF_i = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ป่ายืนต้นชนิด/กลุ่มใด ๆ

3) การประเมินการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ปล่อยให้มีการฟื้นตัวหรือเจริญทดแทนตามธรรมชาติ และมีกิจกรรมที่มีการปลูกพื้นฟู โดยการประเมินแยกโดยใช้อัตราความเพิ่มพูนที่แตกต่างกันดังสมการที่ (54) และ (55) ตามลำดับ

$$C_{R1} = \sum_i (A_{R1} \times G_{R1_i} \times CF_i) \quad (54)$$

$$C_{R2} = \sum_i (A_{R2} \times G_{R2_i} \times CF_i) \quad (55)$$

โดย

C_{R1} = ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บจากการเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ปล่อยให้มีการฟื้นตัวหรือเจริญทดแทนตามธรรมชาติ (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A_{R1} = พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ปล่อยให้มีการฟื้นตัวหรือเจริญทดแทนตามธรรมชาติ (หน่วย เฮกตาร์; ha)

G_{R1_i} = ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพรายปีของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ปล่อยให้มีการฟื้นตัวหรือเจริญทดแทนตามธรรมชาติ (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; (ton d.m/ha)/yr)

C_{R2} = ปริมาณคาร์บอนที่ดูดกลับจากการเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่พื้นฟู (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A_{R2} = พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่ที่มีการฟื้นฟู (หน่วย เฮกตาร์; ha)

G_{R2_i} = ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพรายปีของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่มีการฟื้นฟู (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; (ton d.m/ha)/yr)

CF_i = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชนิดใด ๆ

I = ชนิดป่า

4) การประเมินปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยเนื่องจากการเกิดไฟป่า ดังสมการที่ (56)

$$C_{LB} = \sum_i (A_B \times B_{LB_i} \times CF_i) \quad (56)$$

โดย

C_{LB} = ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียจากการเกิดไฟป่า (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A_B = พื้นที่ป่าเกิดไฟป่า (หน่วย เฮกตาร์; ha)

B_{LB_i} = การสูญเสียมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าเกิดไฟป่า (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; (ton d.m/ha)/yr)

CF_i = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชนิดใดๆ

i = ชนิดป่า

การประเมินในกลุ่มย่อยนี้ เป็นการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) จึงใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นค่าเฉพาะของประเทศ (country specific value) จำแนกตามชนิดป่า ชนิดของพรรณไม้ และประเภทของกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาให้เป็นการประเมินในระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3) ยังกระทำได้ยากเนื่องจากขาดข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่และอายุของต้นไม้

4.5.2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่เกษตร)

การประเมินการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เกษตรยังคงเป็นพื้นที่เกษตร จะพิจารณาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมหลักเช่นกัน แต่เป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชเกษตรยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมันและไม้ผล มีการประเมินการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากความเพิ่มพูนมวลชีวภาพ (growth increments) และการสูญเสียมวลชีวภาพ (biomass loss) ของพืชเกษตรยืนต้น เช่นเดียวกับสวนป่า โดยการประเมินการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากความเพิ่มพูนมวลชีวภาพและการสูญเสียมวลชีวภาพจากการตัดต้นไม้ แสดงในสมการที่ (57) และ (58) ตามลำดับและประเมินปริมาณคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงสุทธิต่อปี ดังสมการที่ (51) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) การประเมินปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโตของต้นไม้ในพื้นที่ปลูกพืชยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล ดังสมการที่ (57)

$$C_{GC} = \sum_i (A_{C_i} \times G_{BC_i} \times CF_i) \qquad (57)$$

โดย

C_{GC} = ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บเพิ่มขึ้นจากการเติบโตของพืชเกษตรยืนต้น (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

A_{C_i} = พื้นที่ปลูกพืชเกษตรยืนต้น (หน่วย เฮกตาร์; ha)

G_{BC_i} = ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปีของพืชเกษตรยืนต้น (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; (ton d.m/ha)/yr

CF_i = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชเกษตรยืนต้นใดๆ

i = ชนิดพืชเกษตรยืนต้น

2) การประเมินปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยเนื่องจากการตัดพืชเกษตรยืนต้น ดังสมการที่ (58)

$$C_{LC} = \sum_i (V_{LC_i} \times BFF_i \times CF_i) \quad (58)$$

โดย

C_{LC} = ปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยเนื่องจากการตัดพืชเกษตรยืนต้น (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tons C/yr)

V_{LC_i} = ปริมาตรพืชเกษตรยืนต้นที่มีการตัดฟันออกมาใช้ประโยชน์ (หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อปี; m^3/yr)

BFF_i = สัมประสิทธิ์มวลชีวภาพ/ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (หน่วย ตันน้ำหนักแห้งต่อลูกบาศก์เมตร; ton d.m/m^3)

CF = สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชเกษตรยืนต้น

i = ชนิดพืชเกษตรยืนต้น

การประเมินในกลุ่มย่อยนี้ เป็นการประเมินในระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2) ในส่วนของยางพาราและปาล์มน้ำมัน โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นค่าเฉพาะของประเทศ (country specific value) จำแนกตามชนิดพืชเกษตรยืนต้น ซึ่งการพัฒนาให้เป็นการประเมินในระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3) ยังทำได้ยากเนื่องจากขาดข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ และอายุของต้นไม้ และยังมีการประเมินในระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1) สำหรับไม้ผลเนื่องจากยังขาดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของความเพิ่มพูนมวลชีวภาพ ซึ่งอาจจะมีงานวิจัยเพื่อพัฒนาเป็นระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2)

4.5.3 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 จากพื้นดิน

แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 จากพื้นดินประกอบด้วย 1) การจัดการเพาะปลูกข้าว 2) การเผาไหม้ชีวมวล 3) การใช้ปูนขาวเพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร 4) การใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเกษตร 5) การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางตรง 6) การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางอ้อม และ 7) การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากมูลสัตว์ทางอ้อม โดยการประเมินก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 จากพื้นดิน แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- **ระดับการประเมินที่ 1 (Tier 1):** การประเมินโดยใช้ค่า IPCC Default ตามคู่มือ IPCC 2006
- **ระดับการประเมินที่ 2 (Tier 2):** การประเมินโดยใช้ค่าเฉพาะของประเทศ (Country-Specific)
- **ระดับการประเมินที่ 3 (Tier 3):** การประเมินโดยใช้ค่าเฉพาะของพื้นที่นั้น ๆ (Area-Specific)

รายละเอียดดังนี้

4.5.3.1 การจัดการเพาะปลูกข้าว

$$CH_4 = \sum_i (EF_i \times t_i \times A_i) \qquad (59)$$

โดย

CH_4 = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการเพาะปลูกข้าว (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg CH_4/yr)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย กิโลกรัมมีเทนต่อเฮกตาร์ต่อวัน; (kg CH_4/ha)/day)

t = จำนวนวันการขังน้ำ (หน่วย วัน; day)

A = เนื้อที่เก็บเกี่ยวข้าว (หน่วย ไร่; rai)

i = ชนิดของข้าว

4.5.3.2 การเผาไหม้ชีวมวล

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3} \quad (60)$$

โดย

L_{fire} = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ (หน่วย ตันมีเทนต่อปี, ตันไนตรัสออกไซด์ต่อปี; tCH_4/yr, tN_2O/yr)

A = พื้นที่ในการเผา (หน่วย เฮกตาร์; ha)

M_B = ปริมาณของมวลชีวภาพที่สามารถนำมาเผาไหม้ได้

C_f = ค่าสัมประสิทธิ์การเผาไหม้

G_{ef} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย กรัมของก๊าซเรือนกระจกต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งที่ถูกเผาไหม้; g_{GHG}/kg of dry matter burnt)

4.5.3.3 การใช้ปูนขาวเพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร

$$CO_2\text{-C Emissions} = (M_{Limestone} \times EF_{Limestone}) + (M_{Dolomite} \times EF_{Dolomite}) \quad (61)$$

โดย

CO_2-C Emissions = ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เกิดขึ้นจากการใช้ปูนขาว เพื่อการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร (หน่วย ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี; tCO_2eq/yr)

$M_{Limestone}$ = ปริมาณของการใช้ปูนขาวชนิด limestone ในการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร (หน่วย ตัน, ton)

$EF_{Limestone}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปูนขาวชนิด limestone (หน่วย กิโลกรัมปูนขาวชนิด limestone ต่อกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; kg limeston/$kgCO_2eq$)

$M_{Dolomite}$ = ปริมาณของการใช้ปูนขาวชนิด Dolomite ในการปรับสภาพดินในพื้นที่การเกษตร (หน่วย ตัน, ton)

$EF_{Dolomite}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปูนขาวชนิด Dolomite (หน่วย กิโลกรัมปูนขาวชนิด dolomite ต่อกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า; kg dolomite /kgCO_2eq)

4.5.3.4 การใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่การเกษตร

$$CO_2 \text{ การใช้ปุ๋ยเคมี} = (Area \times Urea) \times EF \times (44/12) \quad (62)$$

โดย

Area = พื้นที่ที่ใส่ปุ๋ย (หน่วย ไร่; rai)

Urea = อัตราการใส่ปุ๋ยยูเรีย (หน่วย กิโลกรัมต่อไร่; kg/rai)

EF = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย ตันคาร์บอนต่อตันปุ๋ยยูเรีย; ton of C/ton of urea)

4.5.3.5 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางตรง

$$N_2O_{Direct\text{-}N} = \sum_i (F_{SN} + F_{ON}) \cdot EF_{1i} + (F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1 + N_2O\text{-}N_{OS} + N_2O\text{-}N_{PRP} \quad (63)$$

โดย

$N_2O_{Direct\text{-}N}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงต่อปีที่เกิดจากการจัดการของดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี; kg N_2O-N/yr)

F_{SN} = ปริมาณปุ๋ยสังเคราะห์ที่ใส่ลงดินต่อปี (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kgN/yr)

F_{ON} = ปริมาณปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียและไนโตรเจนอินทรีย์อื่นๆ ที่เติมลงในดินต่อปี (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

EF_{1i} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการปล่อยก๊าซ N_2O จากการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์และการใส่ไนโตรเจนอินทรีย์ ภายใต้เงื่อนไข i เมื่อ i = 1, … , n (หน่วย กิโลกรัมของไนโตรเจนที่ปล่อยออกมาในรูปก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการปล่อยโดยตรงต่อกิโลกรัมของไนโตรเจนที่ป้อนเข้า; $kgN_2ODirect-N/kg\ N\ input$)

F_{CR} = ปริมาณไนโตรเจนต่อปีในเศษพืช (ส่วนเหนือดินและใต้ดิน) รวมถึงพืชตรึงไนโตรเจนและจากการฟื้นฟูทุ่งหญ้า/พื้นที่เลี้ยงสัตว์ที่ส่งกลับคืนสู่ดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kgN/yr)

F_{SOM} = ปริมาณไนโตรเจนในดินแร่ที่ถูกแปรสภาพเป็นแร่ธาตุในแต่ละปีร่วมกับการสูญเสียคาร์บอนจากอินทรียวัตถุในดิน จากการเปลี่ยนแปลงการใช้หรือการจัดการที่ดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kgN/yr)

EF_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากไนโตรเจนที่นำเข้า (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมของไนโตรเจนที่ป้อนเข้า; $kgN_2O-N/kgN\ input$)

N_2O-N_{OS} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงต่อปีที่เกิดจากดินอินทรีย์ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี; N_2O-N/yr)

N_2O-N_{PRP} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงต่อปีที่เกิดจากปัสสาวะและมูลสัตว์ที่ปนเปื้อนลงสู่ดินที่ใช้เลี้ยงสัตว์ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี; N_2O-N/yr)

4.5.3.6 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินเกษตรทางอ้อม

ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการชะล้างของไนโตรเจนจากดินที่ได้รับการจัดการ

$$N_2O_{(ATD)}\text{-}N = [(F_{SN} + Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4 \quad (64)$$

โดย

$N_2O_{(ATD)}\text{-}N$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงต่อปีที่เกิดจากการตกสะสมจากบรรยากาศ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี; kg N_2O-N/yr)

F_{SN} = ปริมาณปุ๋ยสังเคราะห์ที่ใส่ลงดินต่อปี (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

$Frac_{GASF}$ = สัดส่วนของไนโตรเจนจากปุ๋ยสังเคราะห์ที่ระเหยออกเป็น NH_3 และ NOx (หน่วย กิโลกรัมของไนโตรเจนที่ระเหยต่อกิโลกรัมของไนโตรเจนที่ใส่; kg N volatilized/kg of N applied)

F_{ON} = ปริมาณปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย และไนโตรเจนอินทรีย์อื่นๆ ที่เติมลงในดินต่อปี (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

F_{PRP} = ปริมาณไนโตรเจนจากปัสสาวะและมูลสัตว์ที่สัตว์แทะเล็มปล่อยลงบนทุ่งหญ้าหรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N /yr)

$Frac_{GASM}$ = สัดส่วนของไนโตรเจนอินทรีย์ที่ใส่ลงดินและไนโตรเจนจากปัสสาวะหรือมูลสัตว์ที่สัตว์แทะเล็มปล่อยลงพื้นที่ ที่ระเหยออกเป็น NH_3 และ NOx (หน่วย kg N ที่ระเหย/ kg N ที่ใส่หรือถูกปล่อยลงในพื้นที่; kg N volatilized/kg of N applied or deposited)

EF_4 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตกสะสมจากบรรยากาศของไนโตเจนบนผิวดินและผิวน้ำ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมของไนโตรเจนที่ป้อนเข้า; kgN_2O-N/kg N input)

การแปลงค่าการปล่อย $N_2O_{(ATD)}$ - N ให้เป็น N_2O

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)}\text{-}N \times 44/28 \quad (65)$$

ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการตกตะกอนของไนโตรเจนในชั้นบรรยากาศที่ระเหยมาจากดิน

$$N_2O_{(L)}\text{-}N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{LEACH\text{-}(H)} \times EF_5 \quad (66)$$

โดย

$N_2O_{(L)}$-N = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O โดยตรงต่อปีที่เกิดจากการชะล้างและการไหลบ่าของไนโตรเจนที่เติมลงในดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี; kg N_2O-N/yr)

F_{SN} = ปริมาณปุ๋ยสังเคราะห์ที่ใส่ลงดินต่อปี(หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

F_{ON} = ปริมาณปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียและไนโตรเจนอินทรีย์อื่นๆ ที่เติมลงในดินต่อปี (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

F_{PRP} = ปริมาณไนโตรเจนจากปัสสาวะและมูลสัตว์ที่สัตว์แทะเล็มปล่อยลงบนทุ่งหญ้า หรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

F_{CR} = ปริมาณไนโตรเจนต่อปีในเศษพืช (ส่วนเหนือดินและใต้ดิน)รวมถึงพืชตรึงไนโตรเจนและจากการฟื้นฟูทุ่งหญ้า/พื้นที่เลี้ยงสัตว์ที่ส่งกลับคืนสู่ดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

F_{SOM} = ปริมาณไนโตรเจนในดินแร่ที่ถูกแปรสภาพเป็นแร่ธาตุในแต่ละปีร่วมกับการสูญเสียคาร์บอนจากอินทรียวัตถุในดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้หรือการจัดการที่ดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N /yr)

$Frac_{LEACH\text{-}(H)}$ = สัดส่วนของไนโตรเจนถูกเติมเข้าหรือถูกทำให้เป็นแร่ในดินที่มีการจัดการในพื้นที่ที่มีการชะล้าง/ไหลบ่า ซึ่งสูญเสียออกจากการชะล้างและการไหลบ่า (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนที่ระเหยต่อกิโลกรัมไนโตรเจนที่เติม; kg N/kg of N additions)

EF_5 = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการถูกชะล้างและไหลบ่า (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมไนโตรเจนถูกชะล้างและไหลบ่า; kg N_2O-N/kg N leached and runoff)

การแปลงค่าการปล่อย $N_2O_{(L)}$ - N ให้เป็น N_2O

$$N_2O_{(L)} = N_2O_{(L)}\text{-}N \times 44/28 \quad (67)$$

4.5.3.7 การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากมูลสัตว์

$$F_{AM} = N_{MMS\ Avb} \times [1 - (Frac_{FEED}) + Frac_{Fuel} + Frac_{CNST}] \quad (68)$$

โดย

F_{AM} = ปริมาณการปล่อยก๊าซ N_2O จากมูลสัตว์ที่นำใส่ในดิน (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

$N_{MMS\ Avb}$ = ปริมาณไนโตรเจนจากมูลสัตว์ที่มีการจัดการ ซึ่งมีอยู่หรือพร้อมใช้สำหรับการนำไปใช้ในดิน อาหารสัตว์ เชื้อเพลิง และการก่อสร้าง (หน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี; kg N/yr)

$Frac_{FEED}$ = สัดส่วนของมูลสัตว์ที่มีการจัดการซึ่งถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์

$Frac_{Fuel}$ = สัดส่วนของมูลสัตว์ที่มีการจัดการซึ่งถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง

$Frac_{CNST}$ = สัดส่วนของมูลสัตว์ที่มีการจัดการซึ่งถูกนำไปใช้เป็นการก่อสร้าง

หัวข้อที่ 5

วิธีการตรวจความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

หัวข้อที่ 5 วิธีการตรวจความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง (GHG inventory) ตามมาตรฐาน Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC) จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล การประเมินความไม่แน่นอนจึงช่วยลดความไม่แน่นอนในการประเมินให้น้อยลงซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายด้านก๊าซเรือนกระจกของเมืองมีความเชื่อมั่นในข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การประเมินความไม่แน่นอนเป็นการรายงานถึงความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งความไม่แน่นอนจากการคำนวณเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และความไม่แน่นอนของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) โดยคู่มือ IPCC 2006 ได้กำหนดแนวทางการประเมินความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถตรวจความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละภาคได้แก่

1) ภาคพลังงาน

2) ภาคการขนส่ง

3) ภาคการจัดการของเสีย

4) ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

รายละเอียด ดังนี้

รูปแบบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งเป็น 3 รูปแบบ (Tier 1-3) นั้นเป็นการเริ่มต้นของการจัดการคุณภาพข้อมูลผ่านกระบวนการประเมินเชิงคุณภาพที่นำไปสู่การวิเคราะห์เชิงปริมาณและการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลผ่านระเบียบวิธีทางสถิติแบบ Propagation of Error ของภาคพลังงาน ภาคการขนส่ง ภาคการจัดการของเสีย และภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยดำเนินการประเมินความไม่แน่นอนทั้ง 2 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาผลรวมของค่าความไม่แน่นอนด้วยวิธีการคูณจากข้อมูลการประเมินข้อมูลกิจกรรมกับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG = AD × EF) ของแต่ละแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสมการการรวมความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ (Relative Uncertainty) แสดงดังสมการที่ 69

$$U_{total}=\sqrt{U_1^2+U_2^2+...+U_n^2} \quad (69)$$

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์หาผลรวมของค่าความไม่แน่นอนด้วยวิธีการบวกหรือลบ ซึ่งจะเป็นการประเมินผลจากผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สูตรการประเมินความไม่แน่นอนดังสมการที่ 70

$$U_{total}=\frac{\sqrt{(U_1*x_1)^2+(U_2*x_2)^2+...+(U_n*x_n)^2}}{|x_1+x_2+...+x_n|} \quad (70)$$

โดย

U_{total} = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวม

U_n = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนของตัวแปร

X_n = ค่าของตัวแปรที่คำนวณความไม่แน่นอน

5.1 ภาคพลังงาน (Stationary Energy)

ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคพลังงาน ซึ่งอ้างอิงจากคู่มือ IPCC 2006 แสดงดังตารางที่ 18 – 23

ตารางที่ 18 ค่าความไม่แน่นอนจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมพลังงาน

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
อุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	3-5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	±7%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	50-150%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	ND

หมายเหตุ: ND = Not Detected

ตารางที่ 19 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
อุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง (Manufacturing Industries and Construction)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	3-5% สำหรับ Energy Intensive Industries 5-10% สำหรับ Other Industries
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	±7%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	50-150%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	ND

หมายเหตุ: ND = Not Detected

ตารางที่ 20 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอื่น ๆ

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
อื่นๆ (Other)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	5-10%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	±7%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	50-150%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	ND

หมายเหตุ: ND = Not Detected

ตารางที่ 21 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการทำเหมืองถ่านหิน

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การทำเหมืองถ่านหิน (Coal mining and handling)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการผลิตถ่านหิน	1-2%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	±150% สำหรับ Mining และ post-mining

ตารางที่ 22 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมัน

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
น้ำมัน (Oil)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณน้ำมันดิบที่ผลิตได้	ND
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	-12.5 ถึง 800% -12.5 ถึง 800% NA

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การขนส่งน้ำมันดิบ (Oil Transport)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการขนส่งน้ำมันดิบ	น้อยกว่า 5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	-50 ถึง 200% -50 ถึง 200% NA
การกลั่นน้ำมันดิบ (Oil Refining)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการกลั่นน้ำมันดิบ	น้อยกว่า 5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	ND ND ND

หมายเหตุ: NA = Not Applicable
ND = Not Detected

ตารางที่ 23 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของก๊าซธรรมชาติ

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	
ก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้ (Natural Gas Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการผลิตก๊าซธรรมชาติ	±5% สำหรับ Gas plant ±3% สำหรับ ปริมาตรการขาย ±15% สำหรับ ปริมาตรอื่น ๆ
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	-40 ถึง 250%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	-40 ถึง 250%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	NA

หมายเหตุ: NA = Not Applicable

5.2 ภาคการขนส่ง (Transportation)

ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการขนส่ง ซึ่งอ้างอิงจากคู่มือ IPCC 2006 แสดงดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่ง

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การขนส่งทางบก (Road Transportation)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	±5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	2-5% ±138.34% ±146.85%
การขนส่งทางราง (Railways)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	5% สำหรับการคำนวณแบบ Top-down น้อยกว่า 10% สำหรับการคำนวณแบบ Bottom-up
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	±2.02% ±60% ±60%

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การขนส่งทางน้ำ (Water-borne Navigation)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	±5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	±1.5% สำหรับดีเซล และ ±3% สำหรับน้ำมันเตา
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	50%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	40-140%
การขนส่งทางอากาศ (Civil Aviation)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้พลังงาน	น้อยกว่า 5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2)	±5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CH_4)	-57 ถึง 100%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (N_2O)	-70 ถึง 150%

5.3 ภาคการจัดการของเสีย (Waste)

ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย ซึ่งอ้างอิงจากคู่มือ IPCC 2006 แสดงดังตารางที่ 25 – 28

ตารางที่ 25 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลุ่มการกำจัดขยะมูลฝอย

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การกำจัดขยะมูลฝอย (Solid Waste Disposal)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด (MSW_T)	±10% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีคุณภาพ (มีการใช้เครื่องชั่งในการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย) ±30% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลสม่ำเสมอ
สัดส่วนของขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัด (MSW_F)	±10% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีคุณภาพ (มีการใช้เครื่องชั่งในการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย) ±30% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลสม่ำเสมอ
องค์ประกอบของขยะมูลฝอย	±10% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีคุณภาพ (มีการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยเป็นประจำ) ±30% กรณีที่มีข้อมูลจำเพาะของประเทศที่ทำการศึกษาองค์ประกอบขยะมูลฝอยเป็นระยะ

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัดส่วนสารคาร์บอนอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ในของเสีย (DOC_x)	±10% กรณีที่มีข้อมูลจำเพาะของประเทศที่ทำการสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ ±20% ค่าแนะนำจาก IPCC
สัดส่วนของสารคาร์บอนอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายไปเป็นก๊าซชีวภาพ (DOC_f)	±10% กรณีที่ข้อมูลจำเพาะของประเทศที่มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเป็นระยะเวลานาน ±20% ค่าแนะนำจาก IPCC (DOC_f = 0.5)
ค่าปรับแก้สัดส่วนของขยะที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน (MCF)	ค่าแนะนำจาก IPCC -10%, +0% สำหรับค่า MCF = 1.0 ±20% สำหรับค่า MCF = 0.8 ±20% สำหรับค่า MCF = 0.5 ±30% สำหรับค่า MCF = 0.4 -50%, +60% สำหรับค่า MCF = 0.6
สัดส่วนของก๊าซมีเทนต่อปริมาตรของก๊าซทั้งหมด (F)	±5% ค่าแนะนำจาก IPCC (F = 0.5)
ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ (R)	±10% กรณีมีมิเตอร์วัดปริมาณก๊าซมีเทน ±50% กรณีไม่มีมิเตอร์วัดปริมาณก๊าซมีเทน
สัดส่วนก๊าซมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (OX)	0% กรณี OX = 0 10% กรณี OX ≠ 0

ตารางที่ 26 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลุ่มการบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางชีวภาพ

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Treatment of Solid Waste)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกบำบัดทางชีวภาพ (M)	±10% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีคุณภาพ (มีการใช้เครื่องชั่งในการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอย) ±30% กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลสม่ำเสมอ
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ จากการบำบัดทางชีวภาพ	±10% กรณีมีการตรวจติดตามปริมาณก๊าซที่ถูกปล่อยเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง ±100% ค่าแนะนำจาก IPCC ($EF\text{-}CH_4$) สำหรับการหมักปุ๋ย = 4, $EF\text{-}CH_4$ สำหรับการหมักไร้อากาศ = 1, $EF\text{-}N_2O$ สำหรับ การหมักปุ๋ย = 0.3)

ตารางที่ 27 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลุ่มการกำจัดขยะด้วยการเผาในเตาเผาและเผากลางแจ้ง

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การกำจัดขยะด้วยการเผาในเตาเผาและเผากลางแจ้ง	
การเผาขยะในเตาเผา (Waste Incineration)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าเตาเผา (น้ำหนักเปียก)	±5%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัดส่วนปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอย	±10% ถึง ±50% ขึ้นอยู่กับความถี่ในการศึกษาข้อมูลปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอย
ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของขยะ ได้แก่ สัดส่วนของคาร์บอนทั้งหมดเทียบกับปริมาณขยะแห้งในขยะมูลฝอย (CF), สัดส่วนของคาร์บอนฟอสซิลเทียบกับคาร์บอนทั้งหมดในขยะมูลฝอย (FCF), ค่าประสิทธิภาพของการเผา	±40% ค่าแนะนำ
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 N_2O และ CO_2 จากการเผาขยะ	±10% กรณีมีการตรวจติดตามปริมาณก๊าซที่ถูกปล่อยเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง ±100% ค่าแนะนำจาก IPCC

ตารางที่ 28 ค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลุ่มการบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้ง

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้ง (Wastewater Treatment and Discharge)	
การบำบัดน้ำเสียชุมชนและการระบายทิ้ง (Domestic Wastewater Treatment and Discharge)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
จำนวนประชากร	±5%
ค่าบีโอดีของน้ำเสียชุมชน	±30%
สัดส่วนจำนวนประชากรจำแนกตามกลุ่มรายได้ (U)	±15%
สัดส่วนวิธีการบำบัด กำจัดและการระบายทิ้ง ($T_{i,j}$)	±3% สำหรับข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลอย่างดีและมีระบบบำบัดเพียง 1-2 ประเภท ±50% สำหรับแต่ละวิธีการจัดการน้ำเสีย
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าปรับแก้ กรณีมีการรวบรวมน้ำเสียอุตสาหกรรมผ่านท่อร่วม (I)	0% กรณีไม่มีการรวบรวมน้ำเสียอุตสาหกรรมผ่านท่อร่วม ±20% กรณีมีการรวบรวมน้ำเสียอุตสาหกรรมผ่านท่อร่วม
ศักยภาพการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุด (B_0)	±30% สำหรับค่าแนะนำ (B_0 = 0.6 กก. CH_4/กก. BOD)
ค่าแฟคเตอร์ปรับแก้สำหรับก๊าซมีเทนที่เกิดจากวิธีการบำบัด กำจัด หรือการระบายทิ้ง (MCF)	±50% สำหรับน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือบำบัดด้วยถังเกรอะ/ส้วมซึม ±30% สำหรับน้ำเสียที่บำบัดด้วยระบบบ่อบำบัด และระบบที่มีการจัดการไม่ดี ±10% สำหรับน้ำเสียที่บำบัดด้วยระบบบำบัดส่วนกลางที่มีการจัดการที่ดี ถังหมักและถังปฏิกิริยา

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายทิ้ง (Industrial Wastewater Treatment and Discharge)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการผลิตรายประเภทอุตสาหกรรม (P) อัตราการเกิดน้ำเสียต่อตันผลิตภัณฑ์ (W), ค่าซีโอดีของน้ำเสีย (COD)	±25% -50%, +100%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ศักยภาพการเกิดก๊าซมีเทนสูงสุด (B_0) ค่าปรับแก้สัดส่วนการเกิดก๊าซมีเทนที่เกิดจากวิธีการบำบัดกำจัดหรือการระบายทิ้ง (MCF)	±30% สำหรับค่าแนะนำ (B_0 = 0.25 กก. CH_4/กก.COD) ±50% สำหรับน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัด ±30% สำหรับน้ำเสียที่บำบัดด้วยระบบบ่อบำบัด และระบบที่มีการจัดการไม่ดี ±10% สำหรับน้ำเสียที่บำบัดด้วยระบบบำบัดส่วนกลางที่มีการจัดการที่ดี ถังหมักและถังปฏิกิริยา

5.4 ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)

ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งอ้างอิงจากคู่มือ IPCC 2006 แสดงดังตารางที่ 29-31

ตารางที่ 29 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ปศุสัตว์)

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การหมักในระบบย่อยอาหารสัตว์ (Enteric Fermentation)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
จำนวนประชากรสัตว์ (N)	±20%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	±30-50% สำหรับการประเมินระดับ Tier 1 (IPCC) ±20% สำหรับการประเมินระดับ Tier 2 (ค่าเฉพาะของประเทศ)
การจัดการมูลสัตว์ (Manure Management) (CH_4)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
จำนวนประชากรสัตว์ (N)	±20%
สัดส่วนมูลสัตว์ตามระบบจัดการ (MS)	±10% สำหรับการจัดการมูลสัตว์ที่มีระบบหลักเพียงระบบเดียว ±25-50% สำหรับการจัดการมูลสัตว์ที่มีหลายระบบ

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	±30% สำหรับการประเมินระดับ Tier 1 (IPCC) ±20% สำหรับการประเมินระดับ Tier 2 (ค่าเฉพาะของประเทศ)
การจัดการมูลสัตว์ (Manure Management) (N_2O)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
จำนวนประชากรสัตว์ (N)	±20%
สัดส่วนมูลสัตว์ (ไนโตรเจน) ตามระบบจัดการ (MS)	±10% สำหรับการจัดการมูลสัตว์ที่มีระบบหลักเพียงระบบเดียว ±25-50% สำหรับการจัดการมูลสัตว์ที่มีหลายระบบ
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
อัตราการขับถ่ายไนโตรเจนต่อตัวสัตว์	±50%
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ไม่ได้ประมาณค่าถึงมีค่าในช่วง -50 ±100% สำหรับการประเมินระดับ Tier 1 (IPCC)

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กันยายน 2562). คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย: ภาคเกษตร

ตารางที่ 30 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (การปลูกพืช)

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การเผาไหม้ชีวมวล (พื้นที่เพาะปลูก)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
พื้นที่การเกษตรถูกเผา (A) ชีวมวลที่เป็นเชื้อเพลิงต่อพื้นที่ (M_B) และสัมประสิทธิ์การเผา (C_f)	ไม่มีค่ารายงาน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	100% สำหรับก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์
การใส่ปูน (Liming)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปูนในรูปหินปูนหรือโดโลไมต์ (M)	ไม่มีค่ารายงาน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	-50% ขึ้นกับการประมาณค่าที่แนะนำว่าปริมาณการปล่อยอาจน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของค่ามากที่สุด โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพราะเป็นค่าที่สูงที่สุดของการใส่ปูนแล้ว

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การใส่ปุ๋ยยูเรีย (Urea Fertilization)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปุ๋ยยูเรียที่ใส่ในพื้นที่เพาะปลูก (M)	ไม่มีค่ารายงาน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	-50% ขึ้นกับการประมาณค่าที่แนะนำว่าปริมาณการปล่อยอาจน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของค่ามากที่สุด โดยที่ค่าความไม่แน่นอนต้องไม่เกินค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพราะเป็นค่าที่สูงที่สุดของการใส่ปุ๋ยยูเรียแล้ว
การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางดินจากดินเกษตร (Direct N_2O Emission from Manage Soils)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (F_{SN})	ไม่มีค่ารายงาน
ปริมาณไนโตรเจนของมูลสัตว์ (F_{AM} และ F_{PRP})	อ้างอิงตามความไม่แน่นอนที่ประเมินได้ในกิจกรรมการจัดการมูลสัตว์ (N_2O)
ปริมาณเศษวัสดุการเกษตร (F_{CR})	ไม่มีค่ารายงาน
พื้นที่ดินอินทรีย์ที่ใช้เพาะปลูก (F_{OS})	ไม่มีค่ารายงาน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัดส่วนของไนโตรเจนในมูลสัตว์ที่สูญเสียจากการจัดการมูลสัตว์ ($Frac_{LossMS}$)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) เช่น สุกร (บ่อหมักไร้อากาศ) = -29-27% หรือโคนม (บ่อหมักไร้อากาศ) ±29% เป็นต้น

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
สัดส่วนเศษวัสดุการเกษตร	การประเมินระดับ Tier 1 สัดส่วนเศษวัสดุการเกษตรส่วนเหนือดิน (AG_{DM}) ที่ประเมินจากสมการเส้นตรง มีการรายงานส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±2SD) ของความชันและจุดตัดแกน เช่น ข้าว มีค่าเท่ากับ ±19% และ 41% หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเท่ากับ ±3% และ 19% เป็นต้น สัดส่วนเศษวัสดุการเกษตรส่วนใต้ดินต่อมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (R_{BG-BIO}) มีการรายงานส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เช่น ข้าว มีค่าเท่ากับ ±35% หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าเท่ากับ 26% เป็นต้น
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) EF_1 = -70-200%; EF_{1FR} = ±100%; $EF_{2F,TROP}$ = -100-200%; EF_{3PRP} = -65-200% (โค กระบือ สัตว์ปีกและสุกร) และ -70-200% (แกะและสัตว์อื่น)

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมจากดินเกษตร (Indirect N_2O Emission from Manage Soils)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (F_{SN}) ปริมาณไนโตรเจนของมูลสัตว์ (F_{AM} และ F_{PRP}) และปริมาณเศษวัสดุการเกษตร (F_{CR})	อ้างอิงตามค่าความไม่แน่นอนในกิจกรรมการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากดินเกษตร
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัดส่วนไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อม ($Frac_{GASF}$ $Frac_{GASM}$ และ $Frac_{Leach-(H)}$)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) $Frac_{GASF}$ = -70 - 200%; $Frac_{GASM}$ = -75 - 150% และ $Frac_{Leach-(H)}$ = -67 - 167%
สัดส่วนเศษวัสดุการเกษตร	อ้างอิงตามค่าความไม่แน่นอนในกิจกรรมการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากดินเกษตร
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) EF_4 = -80 - 400% และ EF_5 = -33 -233%

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมจากการจัดการมูลสัตว์ (Indirect N_2O Emission from Manure Management)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณไนโตรเจนของมูลสัตว์ที่ระเหย ($N_{Volatllization-MMS}$)	จำนวนประชากรสัตว์และสัดส่วนมูลสัตว์ในระบบจัดการอ้างอิงตามค่าความไม่แน่นอนในกิจกรรม การจัดการมูลสัตว์ (N_2O)
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัดส่วนของไนโตรเจนจากมูลสัตว์ที่สูญเสียในรูปแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจนภายใต้ระบบจัดการมูลสัตว์ ($Frac_{GASMS}$)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) เช่น สุกร (บ่อหมักไร้อากาศ) = -38 - 88% หรือโคนม (บ่อหมักไร้อากาศ) = -43 - 129% เป็นต้น
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) EF_4 = -80 - 400% และ EF_5 = -33 -233%
การปลูกข้าว (Rice Cultivation)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าว (A)	ไม่มีค่ารายงาน
ระยะเวลาการปลูกข้าว (t)	ไม่มีค่ารายงาน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF_C)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) EF = -38 - 69%

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ตัวปรับค่าสำหรับการจัดการน้ำต่าง ๆ ระหว่างการปลูกข้าว (SF_W)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) <u>นาชลประทาน</u> 1) ภาพรวม = -21 - 26% 2) ขังน้ำตลอด = -21 - 26% 3) ระบายน้ำระหว่างปลูก (1 ครั้ง) = -23 - 33% 4) ระบายน้ำระหว่างปลูก (หลายครั้ง) = -21 - 27% <u>นาน้ำฝน</u> 1) ภาพรวม = -22 - 26% 2) นาน้ำฝนทั่วไป = -25 - 32% 3) นาดอน = -28 - 44% 4) นาน้ำลึก = ไม่มีค่ารายงาน
ตัวปรับค่าสำหรับการขังน้ำก่อนการปลูกข้าว (SF_P)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลคค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) 1) ภาพรวม = -12 - 15% 2) ไม่มีการขังน้ำก่อนฤดูปลูก (>180 วัน) = -12 -14% 3) ไม่มีการขังน้ำก่อนฤดูปลูก (<180 วัน) = -15 -18% 4) มีการขังน้ำก่อนฤดูปลูก (>30 วัน) = -13 -15%

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ตัวปรับค่าสำหรับปริมาณและชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ในพื้นที่ปลูกข้าว (SF_O)	การประเมินระดับ Tier 1 (ประเมินจากช่วงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยที่แนะนำตาม IPCC) 1) ฟางข้าวที่ไถกลบเป็นเวลาสั้น (<30 วัน) ก่อนการปลูก = -3 - 4% 2) ฟางข้าวที่ไถกลบเป็นเวลานาน (>30 วัน) ก่อนการปลูก = -31- 38% 3) ปุ๋ยหมัก = -80 - 60% 4) มูลสัตว์ = -50 - 43% 5) ปุ๋ยพืชสด = -40 - 20%

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กันยายน 2562). คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย: ภาคเกษตร

ตารางที่ 31 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
พื้นที่ป่าไม้ยังคงเป็นพื้นที่ป่าไม้ (Forest Land Remaining Forest Land)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
พื้นที่ป่าไม้	±3% สำหรับประเทศอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีในการตรวจวัดพื้นที่ป่าไม้ที่ดี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการประเมินพื้นที่ป่าไม้ (approaches)
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
มวลชีวภาพหรือผลผลิตของป่าไม้	±8% สำหรับประเทศอุตสาหกรรม ±30% สำหรับประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพของป่าที่มีการจัดการ และสวนป่า	±6% สำหรับประเทศอุตสาหกรรม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
ความหนาแน่นเนื้อไม้ และค่าอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดต่อปริมาตรของเนื้อไม้ส่วนที่เป็นสินค้าได้ (Biomass expansion factor)	±10-40% สำหรับข้อมูลทั่วไป ขึ้นอยู่กับอายุ ชนิดไม้ที่เป็นองค์ประกอบ และโครงสร้างป่า และค่าความไม่แน่นอนลดลงเมื่อใช้ค่าเฉพาะของประเทศ หรือภูมิภาค
ปริมาณการทำไม้ออกและปริมาณไม้ฟืน	±20% สำหรับประเทศอุตสาหกรรม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
มวลชีวภาพที่ถูกเผาในพื้นที่ป่าไม้	±42% สำหรับป่าเขตร้อนปฐมภูมิ (primary forest) ±56% สำหรับป่าเขตร้อนทุติยภูมิ (secondary forest)

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ค่าความไม่แน่นอนของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อใช้ค่าเฉพาะของประเทศ (Tier 2) สามารถประเมินได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
พื้นที่เกษตรยังคงเป็นพื้นที่เกษตร (Cropland Remaining Cropland)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
พื้นที่เพาะปลูกเกษตรยืนต้น	±10% สำหรับการประเมินพื้นที่เพาะปลูกพืชเกษตรที่มีรูปแบบการเพาะปลูกที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ±30% สำหรับประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพืชเกษตรยืนต้น (ถึงรอบตัดฟัน)	±75% ค่าแนะนำจาก IPCC ±57% สำหรับปาล์มน้ำมันในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ±50% สำหรับยางพาราในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพของพืชเกษตรยืนต้น	±75% ค่าแนะนำจาก IPCC
การสูญเสียมวลชีวภาพจากการตัดฟันพืชเกษตรยืนต้น	±75% ค่าแนะนำจาก IPCC

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
พื้นที่ดินเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตร (Land Converted to Cropland) **พื้นที่ดินเปลี่ยนเป็นพื้นที่อื่น (Land Converted to Other Land)**	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
การสูญเสียพื้นที่ป่าธรรมชาติ	±15% สำหรับประเทศอุตสาหกรรมและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
พื้นที่ที่ถูกเผาจากการทำลายป่า	±20% ค่าแนะนำจาก IPCC
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
มวลชีวภาพหรือผลผลิตของป่าไม้ก่อนการเปลี่ยนแปลง	±8% สำหรับประเทศอุตสาหกรรม ±30% สำหรับประเทศที่ไม่ใช่ประเทศอุตสาหกรรม
มวลชีวภาพที่ถูกเผาภายหลังการเปลี่ยนแปลง	±42% สำหรับป่าเขตร้อนปฐมภูมิ (primary forest) ±56% สำหรับป่าเขตร้อนทุติยภูมิ (secondary forest)
ค่าความไม่แน่นอนของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเมื่อใช้ค่าเฉพาะของประเทศ (Tier 2) สามารถประเมินได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	

5.5 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU)

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจาก 2 แหล่งข้อมูลที่สำคัญ คือ (1) ข้อมูลกิจกรรม (AD) และ (2) ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอนของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความไม่แน่นอนด้วยวิธีการคูณของค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) และข้อมูลกิจกรรม (AD) ในแต่ละหมวดหมู่อุตสาหกรรมและชนิดก๊าซเรือนกระจกที่ถูกประเมินตามคู่มือ IPCC 2006 ซึ่งมีสมการดังนี้

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \ldots + U_n^2} \quad (68)$$

$$U_{total} = \sqrt{(AD_1^2 + EF_1^2) + (AD_2^2 + EF_2^2) + \ldots + (AD_n^2 + EF_n^2)} \quad (69)$$

โดย

U_{total} = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมของค่า AD และ EF

U_n = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนของค่า AD และ EF

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อคำนวณค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมของค่า EF และ AD แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ค่าร้อยละความไม่แน่นอนของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศในปีนั้น ๆ มีสมการดังนี้

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \ldots + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_2 + \ldots + x_n|} \quad (70)$$

$$U_{total} = \sqrt{\frac{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \ldots + (U_n * x_n)^2}{(\sum_n x)^2}} \quad (71)$$

โดย

U_{total} = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปีนั้น ๆ

U_n = ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมของค่า EF และ AD ของแต่ละหมวดหมู่อุตสาหกรรม

X_n = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละหมวดหมู่อุตสาหกรรม

แสดงร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ร้อยละค่าความไม่แน่นอนจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การผลิตปูนซีเมนต์ (Cement Product)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปูนซีเมนต์แยกรายชนิด (Mci)	±10% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 กรณีที่มีการจัดเก็บข้อมูลในระดับประเทศ
ปริมาณนำเข้าปูนเม็ด (Im)	±10% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ปริมาณส่งออกปูนเม็ด (Ex)	±10% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
สัมประสิทธิ์การปล่อยจากปูนเม็ดในการผลิตปูนซีเมนต์ (EF_{clc})	2-7% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 กรณีที่สัดส่วนปูนเม็ด 95% ในปูนซีเมนต์
การผลิตปูนขาว (Lime Product)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปูนขาวไม่แยกรายชนิด (Amount of Lime Production) และปริมาณปูนขาวแยกรายชนิด ($M_{l,i}$)	±3% จากการชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีการสอบเทียบ ±100% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2000 กรณีข้อมูลการผลิตที่ไม่ได้อยู่ในท้องตลาด
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
องค์ประกอบของ CaO (CaO Content)	4-8% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจาก High Calciun lime ($EF_{High\ Calcium\ lime}$)	2% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจาก Dolomitic lime ($EF_{Dolomotic\ lime}$)	2% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจาก Hydraulic lime ($EF_{Hydraulic\ lime}$)	15% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับการไฮเดรตปูนขาว ($C_{h,1}$)	5% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
การผลิตแก้วและกระจก (Glass Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณแก้วและกระจกไม่แยกรายชนิด (M_g) และแยกรายชนิด ($M_{g,i}$)	±5% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยการผลิตแก้วและกระจกไม่แยกรายชนิด (EF) และแยกรายชนิด (EF_i)	±60% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 กรณีแก้วและกระจกไม่แยกชนิด ±10% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 กรณีแก้วและกระจกแยกชนิด
การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and steel Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณเหล็กและเหล็กกล้า (BOF, EAF และ OHF)	±10% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการผลิตเหล็กกล้า (EF_{BOF}, EF_{EAF}, และ EF_{OHF})	±25% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
อุตสาหกรรมที่มีการใช้คาร์บอเนต (Other Process Uses of Carbonate)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณวัตถุดิบคาร์บอเนตที่ใช้ทั้งหมดไม่แยกรายชนิด (M_c) และแยกรายชนิด ($M_{i,s}$)	1-3% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจากการใช้คาร์บอเนต (EF)	±1-5% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
การผลิตกรดไนตริก (Nitric Acid Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณกรดไนตริก (NAPi)	±2% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจากการผลิตกรดไนตริก (EF_i)	±40% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 กรณีกระบวนการผลิต Hight Pressure plant
การผลิตคาร์โปแลคตัม (Caprolactam Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณคาร์โปแลคตัม (CP)	±2% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยจากการผลิตคาร์โปแลคตัม (EF)	±40% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การผลิตปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค (Petrochemical and Carbon Black Production)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค (PP_i)	±3% จากการชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีการสอบเทียบ
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2 จากการผลิตปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค (EF_i)	ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 ±30% สำหรับกระบวนการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทีลีน -50% ถึง +20% สำหรับกระบวนการผลิตเอทิลีนคลอไรด์และไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ ±2% สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทิลีนคลอไรด์และไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ ±10% สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทิลีนออกไซด์ ±60% สำหรับกระบวนการผลิตอะคริโลไนไตรล์ ±15% สำหรับกระบวนการผลิตคาร์บอนแบล็ค
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CH_4 จากการผลิตปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค (EF_i)	ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006 ±10% สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทิลีน ±10% สำหรับกระบวนการผลิตเอทิลีนคลอไรด์และไวนิลคลอไรด์มอนอเมอร์ ±60% สำหรับกระบวนผลิตเอทิลีนออกไซด์ ±10% สำหรับกระบวนการผลิตอะคริโลไนไตรล์ ±85% สำหรับกระบวนการผลิตคาร์บอนแบล็ค
ค่า Geographic Adjustment Factor (GAF)	±10% สำหรับการผลิตเอทิลีน

พารามิเตอร์	ค่าความไม่แน่นอน
การใช้น้ำมันหล่อลื่น (Lubricant Use)	
ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)	
ปริมาณการใช้น้ำมันหล่อลื่นแยกรายชนิด (LC)	5% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)	
ปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่น ($CC_{Lubricant}$ Use)	±3% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006
สัดส่วนของการออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันหล่อลื่น ($ODU_{Lubricant}$)	50% ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC 2006

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
(องค์การมหาชน)

120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร
10210 ประเทศไทย

โทรศัพท์: 0 2141 9997
อีเมล์: lcsoffice@tgo.or.th
เว็บไซต์: CCF.tgo.or.th