# คู่มือคำนวณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด

เรียบเรียงโดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2564

**ชื่อหนังสือ** : คู่มือคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

**จัดทำโดย** : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

**ที่ปรึกษา** : ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์

นางสาวสุมน สุเมธเชิงปรัชญา

**ผู้เรียบเรียง** : นางสาวรัชพร สิงขโรทัย

นางสาวจันทราภรณ์ วงค์ษร

สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ

# คู่มือคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระดับจังหวัด

โดย

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2564

**ประเทศไทยมีเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 20 ภายในปี 2573 จากกรณีปกติ หรือ 111 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยสาขาพลังงาน สาขาขนส่ง สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรม และการใช้ผลิตภัณฑ์ และสาขาการจัดการของเสีย เป็นสาขาที่แผนหลักของหน่วยงานมีความพร้อม และมีศักยภาพในการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกได้**

ข้อความส่วนหนึ่งจากแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564 - 2573

# บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ในปัจจุบัน ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) สู่ชั้นบรรยากาศ เช่น การใช้พลังงานในครัวเรือน การใช้พลังงานในภาคธุรกิจการค้า การขนส่ง การจัดการของเสีย การดำเนินกิจกรรมภาคการเกษตร การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

จังหวัด ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกแห่งหนึ่ง อันเนื่องมาจากการขยายตัวของจำนวนประชากรและการเติบโตทางเศรษฐกิจ แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่าเป็นแหล่งที่มีบทบาทและมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องดังกล่าว จึงจัดทำคู่มือคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด เพื่อให้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกภายในขอบเขตของตนเอง และนำไปกำหนดเป็นนโยบาย แผน เป้าหมาย และแนวทางปฏิบัติในการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ ตามนโยบายรัฐบาลอย่างยั่งยืน

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทนำ** | **05** |
| **บทที่ 1 ภาวะโลกร้อน : ปัญหาและสาเหตุ** | **08** |
| ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน | 09 |
| **บทที่ 2 ทำไมจังหวัดต้องรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจก** | **11** |
| การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเมืองต่างๆ ทั่วโลก | 11 |
| จังหวัดมีส่วนช่วยในการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างไร | 12 |
| **บทที่ 3 การคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจก** | **14** |
| วิธีคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจก | 14 |
| แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก | 15 |
| ตัวอย่างการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก | 42 |

**บทที่ 4 การรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดและระบบสารสนเทศ 46**
หน้าหลักของเว็บไซต์ 46
วิธีการกรอกข้อมูลและการรายงานผล ในระบบสารสนเทศ 48

**บทที่ 5 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจก 54**
การหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด 54
การคัดเลือกมาตรการและแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก 56
การตั้งเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจก 60

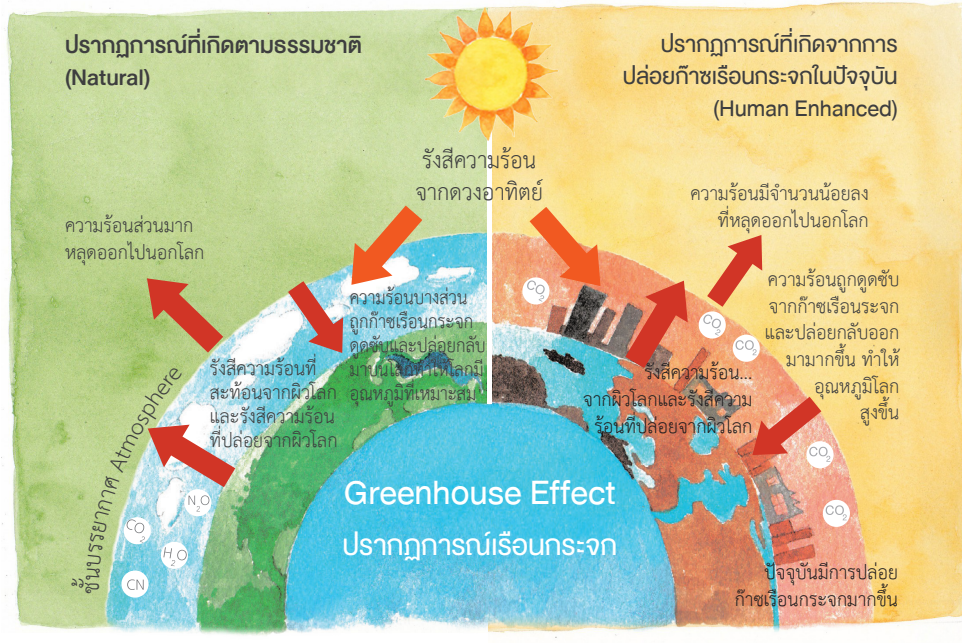
**บทที่ 6 ตัวอย่างจังหวัดที่เข้าร่วมการพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจก 62**
ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แนวทางลดก๊าซเรือนกระจก 64

**เอกสารอ้างอิง 69**

# บทที่ 1 ภาวะโลกร้อน : ปัญหาและสาเหตุ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรมนุษย์บนโลกที่มากกว่าเดิมถึง 2 เท่า รวมถึงการเติบโตของเศรษฐกิจโลก ทำให้มนุษย์เราดึงเอาทรัพยากรทั้งดิน น้ำ และอากาศของโลกไปใช้ในกิจกรรมการดำเนินชีวิตมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น ทำให้สภาพอากาศของโลกมีความแปรปรวน เกิดภาวะอากาศร้อนจัดหรือหนาวจัด ภาวะเช่นนี้กำลังเกิดขึ้นทั่วโลก เราเรียกว่า**ภาวะโลกร้อน (Global Warming)**

ความเป็นจริงแล้วก๊าซเรือนกระจกมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) โอโซน ($O_3$) ก๊าซมีเทน ($CH_4$) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) และก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ($SF_6$) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ ($NF_3$) โดยก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ทำหน้าที่ดูดซับรังสีความร้อนบางส่วน ทำให้อุณหภูมิโลกเหมาะสมที่มนุษย์จะคงอยู่ได้ แต่เมื่อมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มากเกินไปอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นจากการผลิตและการบริโภค ทำให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นในชั้นบรรยากาศ จึงมีการดูดซับรังสีความร้อนมากขึ้น ขณะที่คลื่นความร้อนสะท้อนออกนอกโลกได้น้อยลง คล้ายคลึงกับโลกมีกระจกกั้นเอาไว้ จึงเกิด**ปรากฏการณ์เรือนกระจก** ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม




## ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อนที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลายด้าน ได้แก่

*1. ผลกระทบด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*

ภัยธรรมชาติต่างๆ มีแนวโน้มว่าจะเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากยิ่งขึ้น เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า พายุ น้ำท่วมใหญ่ และการพังทลายของชั้นดิน เป็นต้น

*2. ผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคม*

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

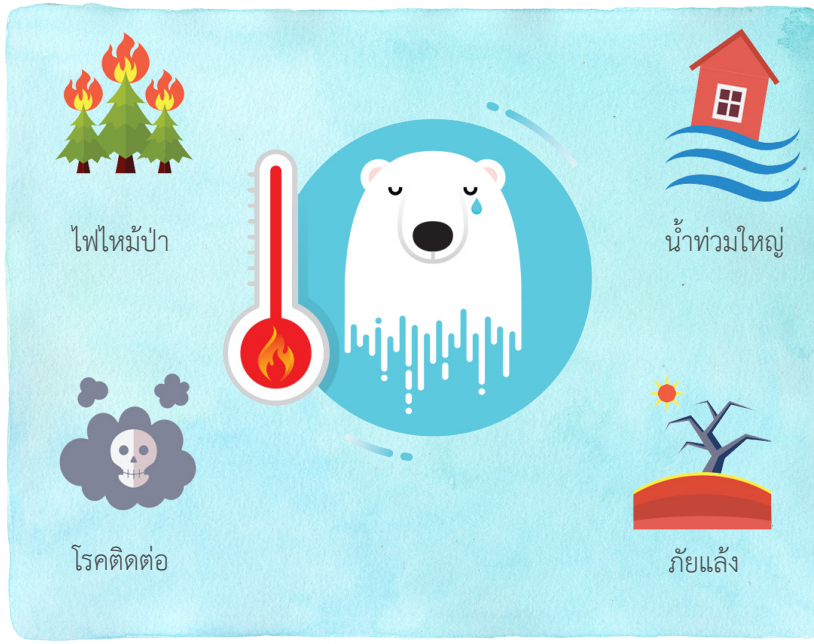
2.1 ก่อให้เกิดการชะลอตัวของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ เช่น ผลกระทบจากภัยแล้งนั้นทำให้ผลผลิตทางเกษตรลดลง ส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรลดลงและทำให้ผัก ผลไม้ในตลาดราคาแพงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีเงินจับจ่ายซื้อสินค้าน้อยลง ในขณะที่ประชาชนทั่วไปจ่ายเงินเท่าเดิมแต่ได้สินค้าน้อยลง หากเกิดเหตุการณ์นี้อย่างต่อเนื่องจะทำให้ประชาชนจับจ่ายใช้สอยน้อยลง ผู้ผลิตก็ไม่มีเงินมาลงทุนผลิตเพิ่ม ต้องลดกำลังการผลิต

อาจทำให้ต้องเลิกจ้างงานบางตำแหน่ง ส่งผลให้คนตกงาน เมื่อยาวนานขึ้นเศรษฐกิจก็จะเกิดการชะลอตัว

2.2 ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินโดยตรง เช่น ความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติธรรมชาติ ยกตัวอย่างเช่นในปี 2554 เกิดน้ำท่วมใหญ่ในไทย

*3. ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย*

โรคติดต่อ เช่น โรคมาลาเรีย ไข้เลือดออก ไข้สมองอักเสบ จะระบาดในบริเวณกว้าง เนื่องจากอุณหภูมิที่อุ่นขึ้นและชื้นจากการที่มีฝนตกมากขึ้น เป็นปัจจัยเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของยุงหรือแมลงซึ่งเป็นสื่อ/พาหะของโรค มีการคาดการณ์[1] ว่าเมื่ออุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นอีก 1 - 3 องศาเซลเซียส ประชากรของโลกประมาณ 45% จะอาศัยในพื้นที่ซึ่งเหมาะสมต่อการแพร่กระจายของโรคที่มียุงเป็นพาหะ รวมถึงการเกิดโรคอุบัติใหม่มากขึ้นอีกด้วย

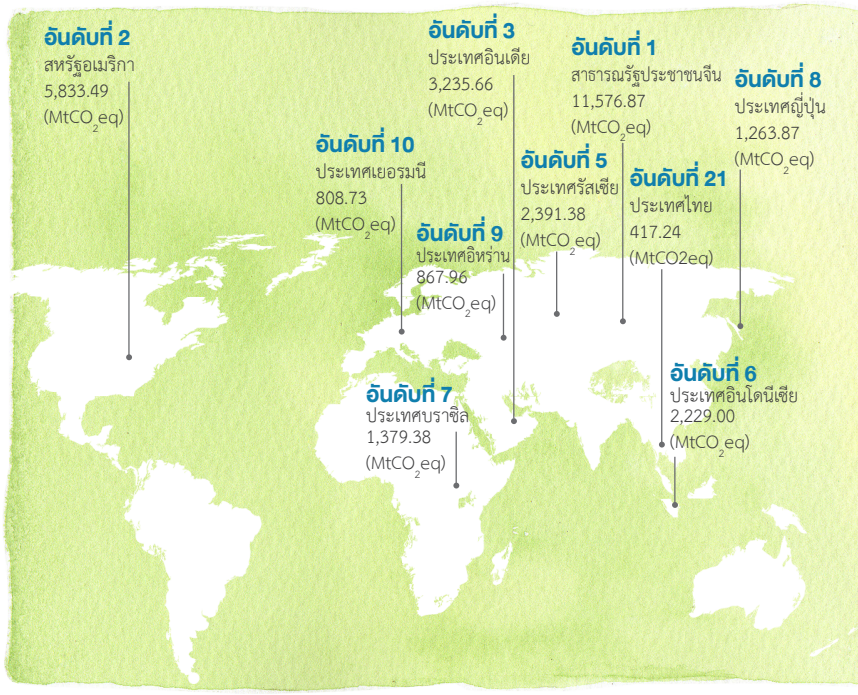



[1]มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Air Pollutant and Remediation (ออนไลน์); http://www.bio.flas.kps.ku.ac.th/courses/201/Air%20Pollutant%20 and%20Remediation.pdf

# บทที่ 2 ทำไมจังหวัดต้องรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจก

## การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเมืองต่างๆ ทั่วโลก

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการพัฒนาเศรษฐกิจตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก จากรายงานของ World Resource Institute ในปี 2020 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในอันดับที่ 21 ของโลก โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 417.24 $MtCO_2eq$ หรือคิดเป็น 0.85% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของทั้งโลก (ข้อมูลจาก World Resource Institute (CAIT, 2020))



ประเทศไทยเห็นความสำคัญ และประโยชน์ต่อประเทศในการมีส่วนร่วมในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโลก จึงส่งข้อเสนอการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 20 - 25 เมื่อเทียบกับกรณีฐานภายในปี ค.ศ.2030 จากทุกภาคส่วน ยกเว้นภาคเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งจัดทำแผนที่นำทางและแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศพร้อมกับกำหนดไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีและถ่ายทอดไปสู่แผนและเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับต่างๆ อาทิ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัด แผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด เป็นต้น

## จังหวัดมีส่วนช่วยในการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างไร

จังหวัดสามารถมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของประเทศได้ โดยการจัดทำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก วิเคราะห์หามาตรการและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดตนเอง ขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. สำรวจกิจกรรมหรือแหล่งที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในขอบเขตจังหวัด

2. ประเมินผลและจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

3. คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดในกรณีปกติจากปีฐาน (Base year) ไปจนถึงปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)

4. พิจารณาและกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

5. วิเคราะห์หามาตรการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของจังหวัด

6. รับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนได้เสียในจังหวัด ต่อมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

7. ประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

8. จัดเรียงลำดับมาตรการทั้งหมดดังกล่าวและนำมาทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด

9. นำแต่ละมาตรการมาจัดทำรายละเอียดเป็นแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด

10. จัดประชุม เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนและจัดสัมมนาเพื่อสื่อสารถึงมาตรการ แผนและแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกให้ผู้เกี่ยวข้องทุกภาค

ส่วนได้รับทราบและนำไปปฏิบัติ

11. จัดสัมมนาเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และคำปรึกษาให้กับผู้เกี่ยวข้องของจังหวัด เกี่ยวกับการจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด กิจกรรมและเทคโนโลยีที่จะนำมาลดก๊าซเรือนกระจก

12. จัดประชุมเป็นระยะเพื่อติดตามผลการดำเนินงานตามแผนดังกล่าว พร้อมทั้งติดตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดเป็นประจำทุกปี

# บทที่ 3 การคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

## วิธีคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

การจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดจะเป็นไปตามคำแนะนำในคู่มือ Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) และอ้างอิงระเบียบวิธีการคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลก

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น สามารถทำได้จากการตรวจวัดโดยตรง จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ และจากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ ซึ่งวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วไปจะคิดจากการนำข้อมูลกิจกรรมคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังสมการที่ (1)

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

โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| GHG Emissions | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
| AD | = | ข้อมูลกิจกรรม |
| EF | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |

แต่เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทที่ถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนแตกต่างกัน ซึ่งผลกระทบที่แตกต่างกันนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Global Warming Potential (GWP) หรือค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยค่า GWP นี้จะถูกใช้ในการแปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทที่แตกต่างกันให้เป็นหน่วยเดียวกันคือ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($CO_2eq$) ดังสมการที่ (2) และ (3) เพื่อให้สามารถนำมาเปรียบเทียบค่ากันได้โดยตรงโดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดดังแสดงในตารางที่ 1

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

ดังนั้น

$$GHG\ Emissions\ (CO_2eq) = Activity\ Data\ (AD) \times Emission\ Factor\ (EF) \times GWP \quad (3)$$

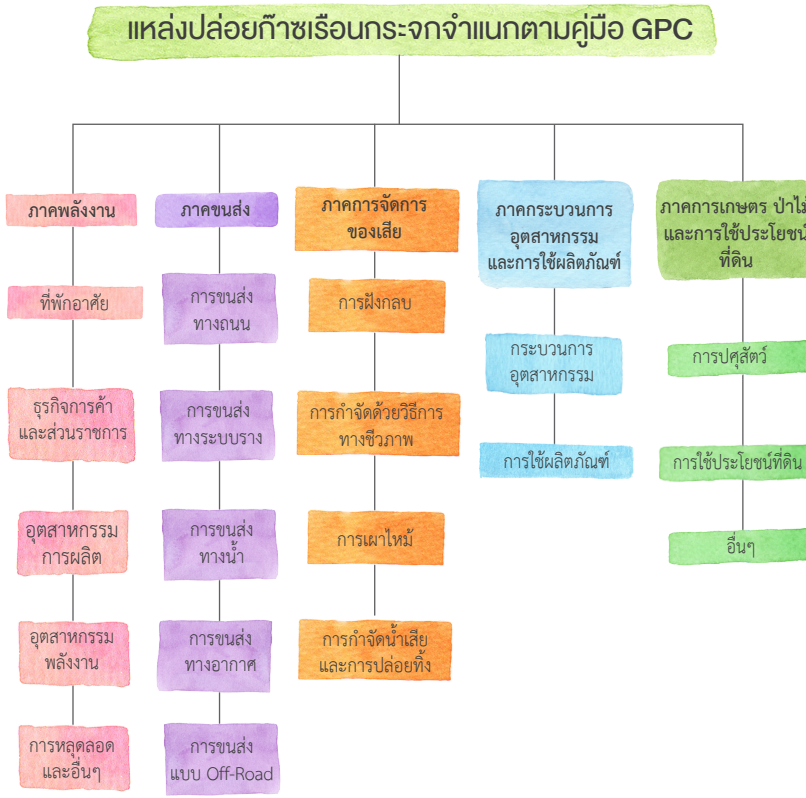
**ตารางที่ 1** : ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) อ้างอิงตาม IPCC Fifth Assessment Report (AR5)

| ชนิดก๊าซเรือนกระจก | ค่า GWP |
|---|---|
| $CO_2$ | 1 |
| $CH_4$ | 28 |
| $N_2O$ | 265 |

## แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คู่มือ GPC จัดให้แยกรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 5 ภาคส่วน ได้แก่

1. ภาคพลังงาน
2. ภาคขนส่ง
3. ภาคการจัดการของเสีย
4. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)
5. ภาคการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)


แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามคู่มือ GPC
ภาคพลังงาน
ที่พักอาศัย
ธุรกิจการค้าและส่วนราชการ
อุตสาหกรรมการผลิต
อุตสาหกรรมพลังงาน
การหลุดลอดและอื่นๆ
ภาคขนส่ง
การขนส่งทางถนน
การขนส่งทางระบบราง
การขนส่งทางน้ำ
การขนส่งทางอากาศ
การขนส่งแบบ Off-Road
ภาคการจัดการของเสีย
การฝังกลบ
การกำจัดด้วยวิธีการทางชีวภาพ
การเผาไหม้
การกำจัดน้ำเสียและการปล่อยทิ้ง
ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์
กระบวนการอุตสาหกรรม
การใช้ผลิตภัณฑ์
ภาคการเกษตร ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน
การปศุสัตว์
การใช้ประโยชน์ที่ดิน
อื่นๆ

## 1. ภาคพลังงาน

เป็นแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณสูง ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการใช้พลังงานในที่พักอาศัย ภาคธุรกิจการค้า หน่วยงานภาครัฐและเอกชน การใช้ไฟฟ้าบนถนนสาธารณะ การใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงาน การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิต รวมถึงการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการขุดเจาะน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมือง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานสามารถคำนวณได้จากการนำปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตามสมการที่ (4)

$$GHG\ Emissions_E = \sum(Energy\ Consumption_a \times Emission\ Factor_a) \quad (4)$$

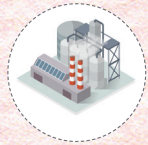
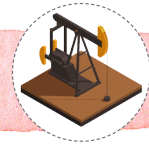
โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| $GHG\ Emissions_E$ | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน |
| $Energy\ Consumption_a$ | = | ปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภท a |
| $Emission\ Factor_a$ | = | ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภท a |
| a | = | ประเภทของการใช้ไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าจากที่พักอาศัย ไฟฟ้าจากธุรกิจการค้า เป็นต้น หรือประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน เป็นต้น |

**ข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม**

ข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปล่อยที่อยู่กับที่แสดงดังนี้

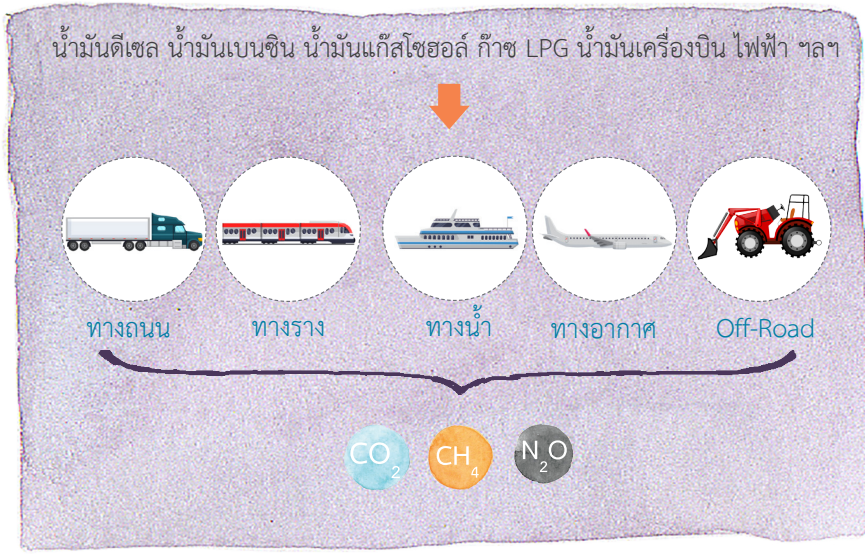
## ข้อมูลกิจกรรม

| | |
|---|---|
| ที่พักอาศัย | ปริมาณการใช้ไฟฟ้า<br>ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรายชนิด ได้แก่ |
| ธุรกิจการค้าและหน่วยงานราชการ | - ก๊าซหุงต้ม (LPG)<br>- ก๊าซธรรมชาติ (NGV) |
|  อุตสาหกรรม | - ชีวมวล<br>- น้ำมันเตา |
| ธุรกิจพลังงาน | - น้ำมันดีเซล<br>- น้ำมันเบนซิน |
| เกษตร ป่าไม้และประมง | - น้ำมันแก๊สโซฮอล์ |
| การผลิตไฟฟ้า | - บิวเทน และโพรเพน |
| การทำเหมือง | ปริมาณการผลิตถ่านหิน |
|  ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน | ปริมาณน้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติที่ขุดเจาะได้ |

## 2. ภาคการขนส่ง

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในกลุ่มนี้จะครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งที่เกิดขึ้นภายในเขตเมืองและการขนส่งระหว่างเมือง ซึ่งมีจุดตั้งต้นการเดินทางอยู่ในเขตเมืองและจุดสิ้นสุดอยู่นอกเขตเมือง โดยการขนส่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การขนส่งทางบก (Road Transportation) การขนส่งทางราง (Railways) การขนส่งทางอากาศ (Civil Aviation) การขนส่งทางน้ำ (Water-borne Navigation) และการขนส่งด้านอื่นๆ (Other Transportation)

**กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง**




การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งได้จากการนำปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตามสมการที่ (5)

$$GHG\ Emissions_T = \sum(Energy\ Consumption_b \times Emission\ Factor_b) \quad (5)$$

โดยที่

$GHG\ Emissions_T$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง

Energy Consumption$_b$ = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภท b

Emission Factor$_b$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงประเภท b

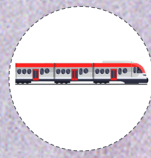
b = ประเภทของการใช้ไฟฟ้าในการขนส่ง เช่น จากไฟฟ้าการขนส่งทางถนน ไฟฟ้าจากการขนส่งทางราง เป็นต้น หรือประเภทเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน LPG เป็นต้น

**ข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม**

ข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง แสดงดังนี้

**ข้อมูลกิจกรรม**

ทางถนน



ทางราง

ทางน้ำ

ทางอากาศ

Off-Road

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า

ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรายชนิด ได้แก่

- LPG
- NGV
- น้ำมันเตา
- น้ำมันดีเซล
- น้ำมันเบนซิน
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์
- น้ำมันเครื่องบิน

## 3. ภาคการจัดการของเสีย

ขยะและน้ำเสียนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นมากในเขตเมือง ทั้งขยะและน้ำเสียนั้นเรียกรวมๆ ว่า “ของเสีย” ซึ่งจะถูกปล่อยและจัดการในอาณาเขตเมืองหรือถูกขนส่งไปบริเวณอื่นเพื่อการบำบัดหรือกำจัด การทิ้งหรือปล่อยของเสียจากเมืองนั้น ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้และปฏิกิริยาการย่อยสลายทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้นก่อให้เกิดมีเทน ($CH_4$) ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการแบบเทกองและการฝังกลบเป็นแหล่งปล่อยมีเทนที่สำคัญ ทั้งนี้ภาคของเสียยังมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) และไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) ร่วมด้วยในปริมาณที่ไม่มากนัก นอกจากนี้ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาในที่โล่ง ซึ่งเป็นวิธีการหลักในการจัดการของเสียสำหรับประเทศกำลังพัฒนาไม่เพียงแต่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ยังเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดคาร์บอนแบล็ค (Black carbon) ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและมีผลต่อสุขภาพมนุษย์ในระยะยาวอีกด้วย

**กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของภาคการจัดการของเสีย**

### 3.1 การกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่การเทกองในพื้นที่เปิด หรือการฝังกลบในหลุมฝังกลบขยะ ซึ่งการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ปี 2006 ได้จัดสาขาย่อยของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 สาขาย่อย ตามลักษณะของการจัดการ ได้แก่

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)

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

ปริมาณการปล่อยมีเทนจากสถานที่กำจัดการจัดการขยะมูลฝอย คำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$CH_4 \text{ Emissions} = [\Sigma_x (CH_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T)].(1 - OX_T) \quad (6)$$

โดยที่

$CH_4$ Emissions = ปริมาณการปล่อยมีเทนจากการจัดการขยะมูลฝอย (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg $CH_4$/yr)

$CH_4$ generated$_{x,T}$ = ปริมาณมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในขยะประเภท x ในปีที่ T (หน่วย กิกะกรัม, Gg) คำนวณได้จากสมการที่ (7)

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

$OX_T$ = สัดส่วนของมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในปี

ที่ T (ค่าแนะนำของ IPCC สำหรับหลุมฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล เท่ากับ 0.1 และลานเทกอง เท่ากับ 0)

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

X = ประเภทของขยะในพื้นที่ที่นำไปจัดการ

ปริมาณมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในขยะ คำนวณได้จากสมการที่ (7)

$$CH_4\ generated_T = DDOCmdecomp_T \times F \times 16/12 \quad (7)$$

โดยที่

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

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

F = สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทน ($CH_4$) จากบ่อฝังกลบ

16/12 = ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนจากคาร์บอน (C) ไปเป็นก๊าซมีเทน ($CH_4$)

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ในขยะที่สามารถย่อยสลายได้ ($DDOCmdecomp_T$) ในปีที่เริ่มทำการฝังกลบ และในช่วงปีที่พิจารณาการปล่อยก๊าซมีเทน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (8) และ (9)

$$DDOCmdecomp_T = DDOCma_{T-1} \times (1 - e^{-k}) \quad (8)$$

$$DDOCma_T = DDOCmd_T \times (DDOCma_{T-1} \times e^{-k}) \quad (9)$$

โดยที่

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

$DDOCma_{T-1}$ = ปริมาณการสะสมของขยะมูลฝอย ณ สิ้นปีของปีที่พิจารณา (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg $CH_4$/yr)

$DDOCma_T$ = ปริมาณการสะสมของขยะมูลฝอย ณ สิ้นปีของปีที่เริ่มมีการจัดการขยะ (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg $CH_4$/yr)

$DDOCmd_T$ = ปริมาณการสะสมของอินทรียสารที่สามารถย่อยสลายได้ในปีที่พิจารณา (หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; Gg $CH_4$/yr)

T = ปีที่จัดทำบัญชีรายการ

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

$t_{1/2}$ = Half-life time (ปี)

**3.2 การบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางชีวภาพ**

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีทางชีวภาพตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ปี 2006 ได้จัดประเภทของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ประเภท ตามวิธีการบำบัด ได้แก่

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

2) Anaerobic digestion (การหมักแบบไร้อากาศ) เป็นกระบวนการย่อยสลายขยะอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียภายใต้สภาพไร้อากาศ ไนตรัสออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการบำบัดด้วยวิธีการนี้จะถือว่าเกิดขึ้นในปริมาณที่ไม่มีนัยสำคัญ สำหรับกรณีที่มีการนำมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการบำบัดไปเป็นแหล่งผลิตพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า ปริมาณมีเทนในส่วนดังกล่าวนี้จะถูกนำไปพิจารณาในภาคพลังงาน

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

การคำนวณการปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากการบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการทางชีวภาพใช้สมการที่ (10) และสมการที่ (11) ตามลำดับ ปริมาณของมีเทนที่นำไปใช้ประโยชน์จะถูกลบออกเพื่อคำนวณการปล่อยมีเทนสุทธิจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ

<u>การปล่อยก๊าซมีเทน</u> ($CH_4$)

$$CH_4 \text{ Emissions} = \Sigma_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \quad (10)$$

โดยที่

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

$M_i$ = ปริมาณขยะที่ถูกจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพ (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

$EF_i$ = ค่าการปล่อยก๊าซ $CH_4$ (หน่วย กรัมมีเทนต่อกิโลกรัมขยะ; g $CH_4/kg_{waste}$)

i = รูปแบบของการนำขยะไปบำบัด เช่น การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ยหรือการนำขยะไปย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

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

<u>การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์</u> ($N_2O$)

$$N_2O \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \quad (11)$$

โดยที่

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

$M_i$ = ปริมาณขยะที่ถูกจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพ (หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr)

$EF_i$ = ค่าการปล่อยก๊าซ $N_2O$ (หน่วย กรัมไนตรัสออกไซด์ต่อกิโลกรัมขยะ; g $N_2O/kg_{waste}$)

i = รูปแบบของการนำขยะไปบำบัด เช่น การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ย หรือการนำขยะไปย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

### 3.3 การกำจัดขยะโดยการเผาและการเผาขยะในที่โล่ง

คู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ปี 2006 ได้แบ่งสาขาย่อยของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการเผาขยะออกเป็น 2 สาขาย่อย ได้แก่

1) Waste Incineration (การเผาขยะในเตาเผา) เตาเผาขยะมูลฝอยอาจรับทั้งขยะมูลฝอยสดหรือขยะมูลฝอยที่ผ่านการคัดแยกแล้วมาเผาทำลาย เพื่อลดปริมาณของ

ขยะมูลฝอย ทั้งนี้พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเผาไหม้สามารถนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้

2) Open Burning of Waste (การเผาขยะในที่โล่ง) ซึ่งเป็นการเผาขยะในพื้นที่เปิด อาจจะเป็นการเผาโดยใช้เตาเผาทำเองหรือในแบบไม่มีภาชนะรองรับ ไม่มีการควบคุมมลพิษทางอากาศจากการเผา

การเผาขยะในเตาเผาและการเผาขยะในที่โล่งทำให้เกิดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์และมีเทน โดยการคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาขยะในพื้นที่ที่มีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะจำแนกตามชนิดของขยะ เช่น ขยะประเภทกระดาษ สิ่งทอ เศษอาหาร เศษไม้ ยาง และเศษหนังสัตว์ เป็นต้น คำนวณได้จากสมการที่ (12)

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

โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| $CO_2$ Emissions | = | ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วย กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี; Gg $CO_2$/yr) |
| MSW | = | ปริมาณขยะมูลฝอย (น้ำหนักเปียก) ที่นำไปเผาในเตาเผาและนำไปเผาในที่โล่ง (หน่วยกิกะกรัมต่อปี; Gg/yr) |
| $WF_j$ | = | สัดส่วนของขยะแต่ละประเภท |
| $dm_j$ | = | สัดส่วนมวลแห้งของขยะชนิด j ในขยะมูลฝอยทั้งหมดที่นำไปเผา |
| $CF_j$ | = | สัดส่วนของคาร์บอน (C) ในน้ำหนักมวลแห้งของขยะชนิด j คำนวณจากสมการที่ (13) |
| $FCF_j$ | = | สัดส่วนของฟอสซิลคาร์บอน (Fossil Carbon) ในปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยชนิด j ในขยะมูลฝอยที่นำไปเผา คำนวณจากสมการที่ (14) |
| $OF_j$ | = | สัดส่วนของก๊าซคาร์บอน (C) ที่ถูกออกซิไดซ์ (Oxidation factor) |
| 44/12 | = | ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนจากคาร์บอน (C) เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) |

j = องค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนที่ถูกนำไปเผาในเตาเผาและที่ถูกเผาในที่โล่ง เช่น กระดาษ สิ่งทอ เศษอาหารไม้ ยาง และเศษหนังสัตว์

การคำนวณหาสัดส่วนของคาร์บอนในขยะชุมชนดังสมการที่ (13)

$$CF = \sum_i (WF_i \times CF_i) \quad (13)$$

โดยที่

CF = ปริมาณรวมของคาร์บอนในขยะชุมชน

$WF_i$ = สัดส่วนของขยะชนิด i ในขยะชุมชน

$CF_i$ = ปริมาณคาร์บอน (C-content) ในขยะชุมชนชนิด i

i = ประเภทขยะที่นำไปเผา เช่น ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม กากตะกอน ขยะอันตรายและขยะจากสถานพยาบาล

การคำนวณหาสัดส่วนฟอสซิลคาร์บอน (Fossil Carbon) ในขยะชุมชนดังสมการที่ (14)

$$FCF = \sum_i (WF_i \times CF_i) \quad (14)$$

โดยที่

FCF = ปริมาณ Fossil Carbon ในขยะชุมชน เช่น พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์และยางสังเคราะห์

$WF_i$ = สัดส่วนของขยะชนิด i ในขยะชุมชน

$CF_i$ = สัดส่วนของ Fossil Carbon ของขยะชนิด i ในขยะชุมชน

i = ประเภทขยะที่นำไปเผา เช่น ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม กากตะกอน ขยะอันตรายและขยะจากสถานพยาบาล

### 3.4 การบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้ง

ก่อให้เกิดการปล่อยไนตรัสออกไซด์และมีเทน ก๊าซทั้งสองชนิดเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศโดยแบคทีเรียในน้ำเสีย ทั้งน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน (น้ำเสียจากบ้านที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์) และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงของเสียจากชุมชน (Human waste) ตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ปี 2006 ได้แบ่งสาขาย่อยของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 2 สาขาย่อย ได้แก่

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

2) Industrial Wastewater Treatment and Discharge (การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมและการระบายน้ำทิ้ง) เป็นการบำบัดน้ำเสียและการระบายทิ้งน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสียจากชุมชนใช้สมการที่ (15) และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมใช้สมการที่ (16)

$$CH_4 \text{ Emissions} = EF_j * TOW \quad (15)$$

โดยที่

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

$EF_j$ = ค่าการปล่อยก๊าซ $CH_4$ (หน่วย กิโลกรัมมีเทนต่อกิโลกรัมบีโอดี; kg $CH_4$/kg BOD) คำนวณได้จากสมการที่ (16)

TOW = ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (หน่วย กิโลกรัมบีโอดีต่อปี; kg BOD/yr) คำนวณได้จากสมการที่ (17)

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

การคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซมีเทน ($CH_4$) จากการบำบัดน้ำเสียชุมชนใช้สมการ

ที่ (16)

$$EF_j = Bo \times MCF_j \quad (16)$$

โดยที่

$EF_j$ = ค่าการปล่อยก๊าซ $CH_4$ จากการบำบัดน้ำเสียชุมชน (หน่วยกิโลกรัมมีเทนต่อกิโลกรัมบีโอดี; kg $CH_4$/kg BOD)

Bo = ความสามารถในการทำให้เกิดก๊าซ $CH_4$ ของระบบที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (กิโลกรัมมีเทนต่อกิโลกรัมบีโอดี; kg $CH_4$/kg BOD)

$MCF_j$ = Methane Correction Factor

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

การคำนวณหาสารอินทรีย์ในน้ำเสียใช้สมการที่ (17) หรือ (18)

$$TOW = P \times BOD \times 0.001 \times I \times 365 \quad (17)$$

$$TOW = Flow \times BOD \times 0.001 \times I \times 365 \quad (18)$$

โดยที่

TOW = ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (กิโลกรัมบีโอดีต่อปี; kg BOD/yr)

P = จำนวนประชากรในปีที่พิจารณา (คนต่อปี; Person/yr)

Flow = ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ (m3/day)

BOD = อัตราการปล่อยน้ำเสีย (กรัมต่อคนต่อปี; g/person/yr)

0.001 = ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนหน่วยจากกรัม (g) เป็นกิโลกรัม (kg)

I = Correction factor ใช้ค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC ดังนี้ กรณีมีการเก็บน้ำเสีย = 1.25 ไม่มีการเก็บน้ำเสีย = 1.00

ในกรณีที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ ให้ใช้ปริมาณน้ำเสียรวมเท่ากับร้อยละ 80 ของน้ำใช้หรือปริมาณน้ำเสียรวม 150 ลิตรต่อคนต่อวัน[2] และใช้ค่า BOD เท่ากับ 120 มิลลิกรัมต่อลิตรในการคำนวณ

[2]คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน ส่วนน้ำเสียชุมชน สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ 2555

**ข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม**

ข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการจัดการของเสีย แสดงดังนี้

## ข้อมูลกิจกรรม

ฝังกลบ/เทกอง

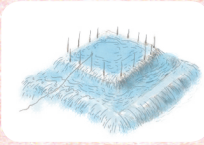
- ปริมาณขยะมูลฝอย
- องค์ประกอบขยะ (%) เช่น เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ยาง ผ้า ใบไม้ หิน กระเบื้อง อื่นๆ

วิธีชีวภาพ (ทำปุ๋ย)

- ปริมาณขยะที่ถูกจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพในแต่ละรูปแบบ
- ปริมาณก๊าซ $CH_4$ ที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่
- รูปแบบของการนำขยะไปบำบัด เช่น การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ย หรือการนำขยะไปย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

เผาขยะ

- ปริมาณขยะมูลฝอย (น้ำหนักเปียก) ที่นำไปเผาในเตาเผา
- องค์ประกอบขยะ (%) เช่น เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ยาง ผ้า ใบไม้ หิน กระเบื้อง อื่นๆ



การบำบัดน้ำเสีย

- ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบหรือปริมาณน้ำใช้น้ำประปาและน้ำบาดาล
- ค่า BOD เข้าระบบ
- จำนวนประชากรในปีที่พิจารณา
- ประเภทระบบบำบัดหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการน้ำเสีย

## 4. ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์

ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์รายปีเป็นข้อมูลกิจกรรมอย่างง่ายที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามการพิจารณาข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์อาจมีความซ้อนทับกับภาคพลังงาน คือการใช้เชื้อเพลิงโดยไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานอาจแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การใช้เป็นวัตถุดิบ (Feedstock) การใช้เป็นตัวทำปฏิกิริยา (Reductant) และการใช้เพื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่พลังงาน (Non-energy product)

**กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)**

โดยทั่วไป ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถหาได้จากผลคูณของข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (19)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (19)

**4.1 อุตสาหกรรมการผลิต**

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

1. การผลิตปูนซีเมนต์

การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตปูนเม็ดซึ่งเป็นกระบวนการระหว่างการผลิตปูนซีเมนต์ โดยหินปูน ($CaCO_3$) เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้มากที่สุดในการทำปูนเม็ด จะถูกเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง จากนั้นทำปฏิกิริยาได้เป็นปูนขาว (CaO) และคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$)

ปฏิกิริยาเคมี

$$CaCO_3 + Heat \rightarrow CaO + CO_2$$

2. การผลิตปูนขาว

ปูนขาวเกิดจากการเผาหินปูน ($CaCO_3$) หรือแร่โดโลไมต์ Ca,Mg $(CO_3)_2$ ที่อุณหภูมิสูงในเตาเผา ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปล่อยระหว่างกระบวนการผลิต

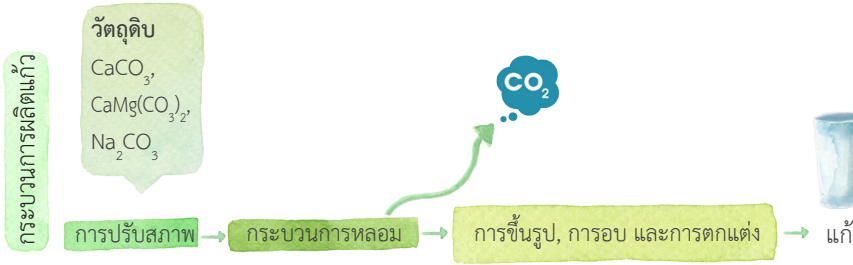
ปฏิกิริยาเคมี

$$CaCO_3 \text{ (high purity limestone)} + Heat \rightarrow CaO \text{ (quick lime)} + CO_2$$

$$CaMg(CO_3)_2 \text{ (dolomite)} + Heat \rightarrow CaO \bullet MgO \text{ (dolomite lime)} + CO_2$$

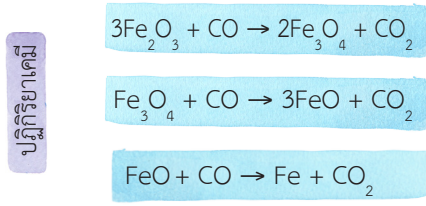
3. การผลิตแก้ว

ในกระบวนการผลิตแก้วมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างกระบวนการหลอมวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของหินปูน ($CaCO_3$) แร่โดโลไมต์ $CaMg(CO_3)_2$ และโซดาแอชหรือโซเดียมคาร์บอเนต ($Na_2CO_3$)




4. การผลิตเหล็ก

การผลิตเหล็กมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเตาเผา ซึ่งเป็นกระบวนการถลุงเหล็ก เพื่อแยกเหล็ก (Fe) ออกจากแร่เหล็ก ทำให้ได้เหล็กที่มีความบริสุทธิ์ขึ้น และเหล็กที่ได้นี้จะถูกนำไปทำเป็นเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อเพื่อใช้ประโยชน์ตามความต้องการต่อไป




## 4.2 การใช้ผลิตภัณฑ์

เป็นการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ผลิตภัณฑ์จำพวกสารหล่อลื่น พาราฟินแว็กซ์ และตัวทำละลาย

1. สารหล่อลื่น เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น จารบี เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ถูกใช้ในอุตสาหกรรมและการขนส่ง โดยคู่มือ IPCC ปี 2006 ได้แนะนำเพียงวิธีการคำนวณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น เนื่องจากการปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นจึงสามารถละการคำนวณการปล่อยของทั้งสองก๊าซได้

2. การใช้พาราฟินแว็กซ์ ประกอบไปด้วยผลิตภัณฑ์จำพวกปิโตรเลียมเจลลี่ (Petroleum jellies) พาราฟินแว็กซ์ (Paraffin waxes) ซึ่งส่วนใหญ่พาราฟินแว็กซ์จะ

ถูกใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง การผลิตเทียนไข หรือใช้ในทางเภสัชกรรม เช่น ผสมทำยาหม่อง ยาดม เป็นต้น

3. การใช้ตัวทำละลาย เช่น ไวท์สปิริต (White spirit) น้ำมันก๊าด (Kerosean) เป็นต้น ไวท์สปิริตถูกใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสี โดยใช้เป็นตัวทำละลายสี ทินเนอร์ใช้ทำความสะอาดล้างคราบไขมัน คราบสี

ข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ แสดงดังนี้

**ข้อมูลกิจกรรม**

ผลิตปูนซีเมนต์

ปูนขาว

แก้ว

- ปริมาณการผลิตปูนเม็ด (Clinker)
- ปริมาณการผลิตปูนขาว
- ปริมาณการผลิตแก้ว

ผลิตโลหะ

- ปริมาณการผลิตเหล็ก
- รูปแบบของเตาเผาแร่เหล็ก

การใช้ผลิตภัณฑ์

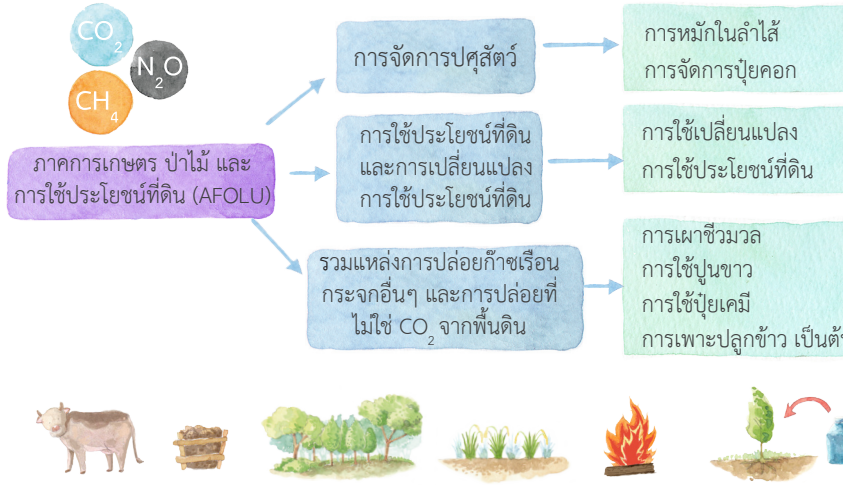
- ปริมาณการใช้น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น จารบี
- ปริมาณการใช้พาราฟินแว็กซ์
- ปริมาณการใช้ไวท์สปิริต น้ำมันก๊าด

## 5. ภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)

ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use) หรือ AFOLU นิยมแยกรายงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่

(1) ภาคเกษตร (Agriculture) ประกอบด้วย ปศุสัตว์และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งอื่นๆ เช่น การเพาะปลูกข้าว, การใช้ปุ๋ยเคมี, การใช้ปูนขาวและยูเรีย รวมถึงการเผาไหม้ชีวมวลที่มิได้หวังผลด้านพลังงาน เช่น การเผาไหม้ในพื้นที่เกษตร การเผาไหม้วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร การเผาไหม้พื้นที่ป่าไม้ การเผาไหม้ทุ่งหญ้า เป็นต้น

(2) ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Forestry and Other Land Use) ประกอบด้วย การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน




### 5.1 ภาคเกษตร (Agriculture)

### 5.1.1 การจัดการปศุสัตว์ (Livestock)

การผลิตในภาคปศุสัตว์ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน ($CH_4$) ผ่านการหมักในระบบการย่อยอาหารของสัตว์ทั้งก๊าซมีเทน ($CH_4$) และไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการจัดการมูลสัตว์ สามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากสมการที่ (20) - (22)

การหมักในลำไส้ (Enteric fermentation)

$$CH_{4\ Enteric} = \Sigma N \times EF \quad (20)$$

การจัดการปุ๋ยคอก (Manure management)

$$CH_{4\ Manure} = \Sigma N \times EF \quad (21)$$

$$N_2O_{Manure} = \Sigma (N \times \text{ไนโตรเจนในมูลสัตว์} \times \text{สัดส่วนไนโตรเจนในระบบการจัดการมูลสัตว์} \times EF) \quad (22)$$

โดย

N = จำนวนปศุสัตว์ (ตัว)

EF = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### 5.1.2 แหล่งการปล่อยอื่นๆ และการปล่อยที่ไม่ใช่ $CO_2$ จากพื้นดิน

สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ดังนี้

#### 5.1.2.1 การเพาะปลูกข้าว (Rice cultivation)

$$CH_4 = \Sigma (EF_i \times t_i \times A_i) \quad (23)$$

โดย

EF = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

t = จำนวนวันการขังน้ำ (วัน)

A = เนื้อที่เก็บเกี่ยวข้าว (ไร่)

i = ชนิดของข้าว

### 5.1.2.2 การใช้ปุ๋ยเคมี (Urea application)

$$CO_2 \text{ การใช้ปุ๋ยเคมี} = (\text{Area} \times \text{Urea}) \times EF \times (44/12) \quad (24)$$

โดย

Area = พื้นที่ที่ใส่ปุ๋ย (ไร่)

Urea = อัตราการใส่ปุ๋ยยูเรีย (กิโลกรัมต่อไร่)

EF = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### 5.1.2.3 การเผาชีวมวล

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ชีวมวลจากกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเผาไหม้วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร (Agricultural Residues Burning) การเผาไหม้ทุ่งหญ้า (Grassland Burning) การเผาไหม้กองอินทรีย์สารที่เปื่อยเน่า เศษกิ่งไม้ในบริเวณพื้นที่ป่า (Burning of Litter, Understory, and Harvest Residues in Forest Land) การเผาไหม้เพื่อปรับพื้นที่ป่าไปใช้เพื่อการเกษตร (Forest Clearing and Conversion to Agriculture) และการเผาไหม้อื่นๆ (Other Types of Burning) คำนวณได้จากสมการที่ (25)

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3} \quad (25)$$

โดยที่

$L_{fire}$ = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ (หน่วย ตันของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด เช่น ก๊าซมีเทน, ก๊าซไนตรัสออกไซด์; tonnes $CH_4$/yr, tonnes $N_2O$/yr)

A = พื้นที่ในการเผา (เฮกตาร์; ha)

$M_B$ = ปริมาณของมวลชีวภาพที่สามารถนำมาเผาไหม้ได้

$C_f$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเผาไหม้ (2006 IPCC Guideline Volume 4 Table 2.6)

$G_{ef}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กรัมของก๊าซเรือนกระจกต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งที่ถูกเผาไหม้; $g_{GHG}$/kg of dry matter burnt อ้างอิงคู่มือ 2006 IPCC Guideline Volume 4 Table 2.5)

**5.2 ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Forestry and Other Land Use)**

ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น 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 ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวรวมถึงแหล่งกักเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นและแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น อ่างเก็บน้ำ หนอง คลอง บึง

5. พื้นที่ที่ใช้ตั้งถิ่นฐาน (Settlements) หมายถึง พื้นที่ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อการอยู่อาศัยและการสร้างรากฐานสำหรับการคมนาคมขนส่ง

6. พื้นที่อื่นๆ (Other Land) หมายถึง พื้นที่ซึ่งประกอบไปด้วย ดิน หิน น้ำแข็ง และพื้นที่ซึ่งไม่ตกอยู่ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใดๆ ดังกล่าวข้างต้น

การคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของพื้นที่ จากการใช้ประโยชน์ที่ดินเดิม และพื้นที่ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธี Gain-Loss กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพต่อปีมีค่าเท่ากับผลต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นต่อปี ($\Delta C_{Gain}$) และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงต่อปี ($\Delta C_{Loss}$) ดังนี้

$$\Delta C_{Gain} = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times G_{Total\ i,j} \times CF_{i,j}) \quad 26$$

โดยที่

$\Delta C_{Gain}$ = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Stock) ที่เพิ่มขึ้นต่อปี (ตันคาร์บอนต่อปี; tonnes C/yr)

A = พื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (เฮกตาร์; ha)

$G_{Total}$ = ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของมวลชีวภาพรายปี (ตันน้ำหนักแห้งต่อเฮกตาร์ต่อปี; tonnes d.m./ha/yr)

i = ระบบนิเวศในพื้นที่ (i = 1 ถึง n)

j = สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ (j = 1 ถึง m)

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

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงหรือสูญเสียต่อปี ($\Delta_{Loss}$) เนื่องจาก ไม้ที่ล้มตาย ไม้ที่ถูกเก็บเกี่ยวเพื่อทำเป็นเชื้อเพลิงและสิ่งรบกวน เช่น ไฟไหม้ โรคระบาดจากแมลง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (27)

$$\Delta_{Loss} = L_{Wood\ Removal} + L_{Fuel\ Wood} + L_{Disturbance} \quad 27$$

โดยที่

$\Delta_{Loss}$ = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ลดลงต่อปี (หน่วย ตันคาร์บอนต่อปี; tonnes C/yr)

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

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

$L_{Disturbance}$ = ปริมาณคาร์บอนของชีวมวลที่สูญเสียไปต่อปีเนื่องจากการถูกรบกวนในพื้นที่ (หน่วย คาร์บอนต่อปี; tonnes C/yr)

**ข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม**

โดยในแต่ละภาคส่วนมีข้อมูลกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังนี้

| ข้อมูลกิจกรรม | |
|---|---|
| ปศุสัตว์ | • จำนวนสัตว์จำแนกตามชนิดปศุสัตว์<br>• สัดส่วนการจัดมูลสัตว์<br>• สัตว์ระบบจัดการมูลสัตว์ |
| การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน | • พื้นที่ป่า<br>• พื้นที่การเกษตร |
| การใส่ปุ๋ย | • พื้นที่การเกษตรจำแนกตามชนิดการเพาะปลูก<br>• ปริมาณสารเคมีที่ใช้ |
| การทำนา | • พื้นที่ปลูกข้าว<br>• รูปแบบการเพาะปลูกข้าว<br>• จำนวนวันที่เพาะปลูก |
| การเผาไหม้ชีวมวล | • พื้นที่เผาไหม้ชีวมวล<br>• ประเภทของพื้นที่ |

## ตัวอย่างการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1. ในปี พ.ศ. 2564 จังหวัด ก มีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปหลายชนิด ประกอบด้วย น้ำมันเบนซิน 5,000,000 ลิตร น้ำมันดีเซลปริมาณ 10,000,000 ลิตร จงคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงของจังหวัด ก ในหน่วย $tCO_2eq$ โดยกำหนดค่า Emission Factor (EF) และค่า GWP ดังนี้

**ตารางที่** 1.1 ค่า EF ของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

| ประเภทเชื้อเพลิง | หน่วย | EF (กก./หน่วย) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $CO_2$ | $CH_4$ | $N_2O$ |
| น้ำมันเบนซิน | L | 2.1816 | 3.15E-04 | 1.89E-05 |
| น้ำมันดีเซล | L | 2.6987 | 3.64E-04 | 2.19E-05 |

**ตารางที่** 1.2 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

| GWP | $CO_2$ | $CH_4$ | $N_2O$ |
|---|---|---|---|
| | 1 | 28 | 265 |

**<u>วิธีคำนวณ</u>**

$$\text{GHG Emission } (CO_2eq) = \Sigma \text{ (Fuel Consomption x EF x GWP)}$$

GHG Emissions ของน้ำมันเบนซิน

= ((5,000,000 x 2.1816 x 1) + (5,000,000 x 3.15E-04 x 28) + (5,000,000 x 1.89E-05 x 265))/1,000

= 10,977 $tCO_2eq$

GHG Emissions ของน้ำมันดีเซล

= ((10,000,000 x 2.6987 x 1) + (10,000,000 x 3.64E-04 x 28) + (10,000,000 x 2.19E-05 x 265))/1,000

= 27,147 $tCO_2eq$

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด ก

= 10,977+ 27,147

= 38,124 $tCO_2eq$

ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2564 จังหวัด ก มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 38,124 $tCO_2eq$

2. ในปี พ.ศ. 2564 บริษัทเอ มีการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจำนวน 5,918,674.34 ตัน ด้วยวิธี Electric Arc Furnace จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณเท่าใด กำหนดค่า GWP ตามตารางที่ 1.2

**<u>วิธีคำนวณ</u>**

$$GHG\ Emission\ (CO_2eq) = \Sigma\ (ปริมาณการผลิต \times EF \times GWP)$$

GHG Emissions ของการผลิตเหล็กด้วยวิธี Electric Arc Furnace

= 5,918,674.34 x 0.08 x 1

= 473,493.94 $tCO_2eq$

* ค่า EF จากกระบวนการผลิตพิจารณาจากคู่มือ IPCC 2006

3. ในปี พ.ศ. 2564 จังหวัด ก มีการเลี้ยงปศุสัตว์ ดังนี้ โคนม 1,000 ตัว กระบือ 500 ตัว สุกร 500 ตัว และแพะ 100 ตัว จงคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักในลำไส้ในหน่วย $tCO_2eq$ กำหนดค่า Emission Factor (EF) ของก๊าซมีเทน ($CH_4$) ในระบบย่อยอาหารของสัตว์และการจัดการมูลสัตว์ ดังตารางด้านล่างและค่า GWP ของก๊าซมีเทนเท่ากับ 28

| ประเภทปศุสัตว์ | EF Enteric (kg/head/year) |
|---|---|
| โคนม | 61 |
| กระบือ | 55 |
| แพะ | 5 |
| สุกร | 1 |

**วิธีคำนวณ**

การหมักในลำไส้จะเกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะก๊าซมีเทน ดังนั้นจากสูตร

$$\text{GHG Emission } (CO_2eq) = \Sigma \text{ (จำนวนสัตว์ตามชนิดปศุสัตว์ x EF x GWP)}$$

GHG Emission จากการหมักของลำไส้

= ((1000 x 61) + (500 x 55) + (500 x 1) + (100 x 5)) x 28

= 2,506,000 kg$CO_2$eq

= 2,506 t$CO_2$eq

ดังนั้น จังหวัด ก มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการหมักในลำไส้เท่ากับ 2,506 t$CO_2$eq

4. ในปี พ.ศ. 2564 จังหวัด ก มีการคัดแยกขยะอินทรีย์เพื่อนำมาทำปุ๋ยบำรุงดิน โดยขยะดังกล่าวมีปริมาณ 2,000 ตัน จงคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำปุ๋ยบำรุงดินของจังหวัด ก ในหน่วย t$CO_2$eq

| Type of biological treatment | $CH_4$ Emission Factors (g $CH_4$/kg waste treated) | | $N_2O$ Emission Factors (g $N_2O$/kg waste treated) | |
|---|---|---|---|---|
| | on a dry weight basis | on a wet weight basis | on a dry weight basis | on a wet weight basis |
| Composting | 10 | 4 | 0.6 | 0.3 |

**วิธีคำนวณ**

การจัดการด้วยวิธีการทางชีวภาพ สามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จาก

1. การปล่อยก๊าซมีเทน ($CH_4$)

$$CH_4 \text{ Emission} = \Sigma \text{ (ปริมาณขยะ x EF)} - CH_4 \text{ ที่นำกลับมาใช้}$$

$CH_4$ Emission = (2,000 (ton) x 1,000 (kg/ton) x 4 (g$CH_4$/kg waste)) - 0

GHG Emission = 8,000,000 ($gCH_4$) x (1/1,000) ($kgCH_4/gCH_4$) x 28 ($kgCO_2eq/kgCH_4$)

= 224,000 $kgCO_2eq$

2. การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$)

$N_2O$ Emission = Σ (ปริมาณขยะ x EF)

$N_2O$ Emission = 2,000 (ton) x 1,000 (kg/ton) x 0.3 ($gN_2O/kg$ waste)

GHG Emission = 600,000 ($gN_2O$) x (1/1,000) ($kgN_2O/gN_2O$) x 265 ($kgCO_2eq/kgCH_4$)

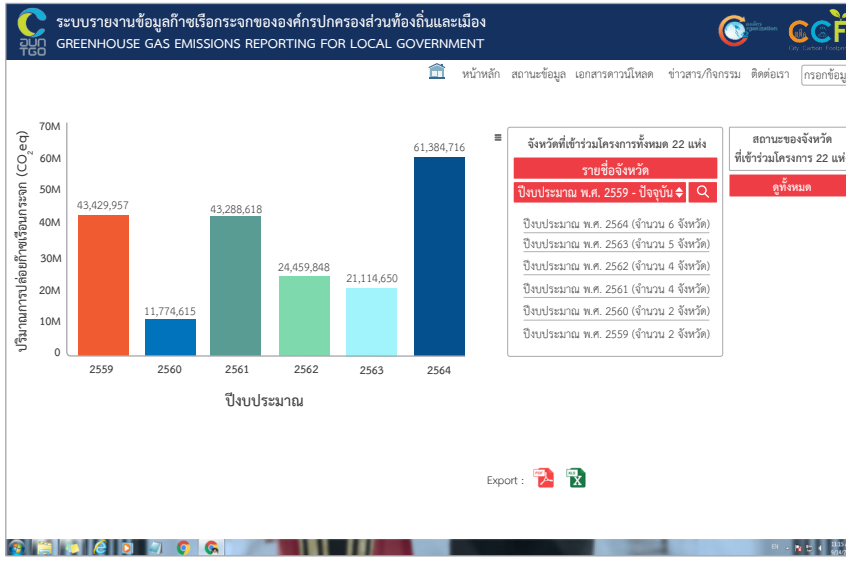
= 159,000 $kgCO_2eq$

ดังนั้น จังหวัด ก มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำปุ๋ยบำรุงดิน เท่ากับ 383 $tCO_2eq$

# บทที่ 4 การรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดและระบบสารสนเทศ

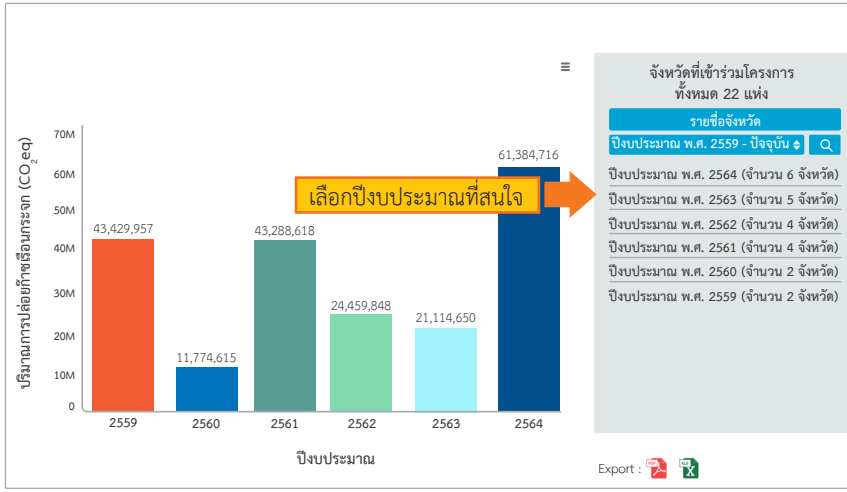
อบก. พัฒนาระบบสารสนเทศจัดเก็บและรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในจังหวัด นำเข้าข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการจัดทำรายงานก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด ซึ่งระบบนี้จะช่วยคำนวณและประเมินผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งจังหวัดสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการและกำหนดนโยบายด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของเมือง เพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำต่อไป

ระบบสารสนเทศจัดเก็บข้อมูลก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดสามารถเข้าผ่านทาง http://lowcarboncity.tgo.or.th/scaleup/ โดยหน้าหลักของเว็บไซต์ “ระบบรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเมือง” และชื่อภาษาอังกฤษคือ “GREENHOUSE GAS EMISSIONS REPORTING FOR LOCAL GOVERNMENT”

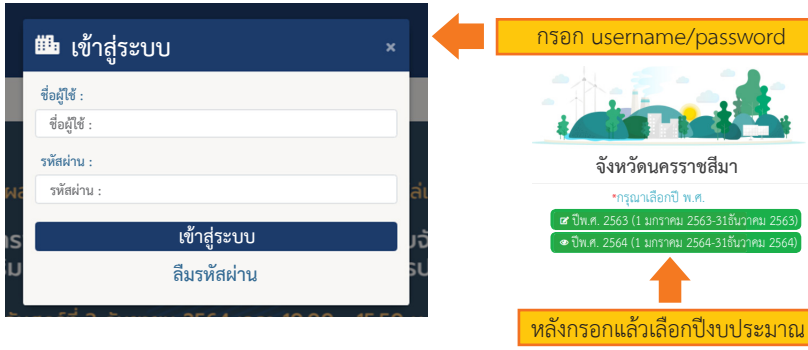



หน้าหลักของเว็บไซต์ http://lowcarboncity.tgo.or.th/scaleup/

การใช้งานระบบสามารถแบ่งผู้ใช้งานระบบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ **ผู้ใช้งานทั่วไป** ซึ่งสามารถเข้าเว็บไซต์เพื่อดูข้อมูลภาพรวมหรือรายละเอียดข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดที่สนใจได้เท่านั้น ไม่สามารถเข้าไปแก้ไขข้อมูลต่างๆ ได้ รายละเอียดแสดงดังภาพ




สำหรับ**ผู้รายงานข้อมูลระดับจังหวัด**สามารถสร้างฐานข้อมูลและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดของตนเองได้ ซึ่งผู้รายงานข้อมูลที่เข้าร่วมโครงการกับ อบก. จะได้รับรหัสการเข้าใช้งานเพื่อเข้าสู่ระบบ แต่สำหรับผู้รายงานข้อมูลระดับจังหวัดที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการกับ อบก. จะต้องดำเนินการสมัครสมาชิกในระบบและรอให้ผู้จัดการระบบเปิดระบบให้ใช้งาน รายละเอียดแสดงดังภาพ



เมื่อผู้ใช้งานกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าเมนูสำหรับให้ผู้ใช้งานบันทึกข้อมูล โดยต้องทำการเลือกปี พ.ศ. ที่ต้องการจัดทำข้อมูล

## วิธีการกรอกข้อมูลและการรายงานผล ในระบบสารสนเทศ

ข้อมูลที่ผู้ใช้งานต้องกรอก ประกอบด้วย ข้อมูลกิจกรรมใน 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 ขอบเขตที่ 2 และขอบเขตที่ 3

**ขอบเขตที่ 1** ประกอบด้วย ข้อมูลภาคพลังงาน (Stationary Energy) ข้อมูลภาคขนส่ง (Transportation) ข้อมูลภาคการจัดการของเสีย (Waste) ข้อมูลภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU) และข้อมูลภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU) ที่อยู่ในขอบเขตของจังหวัด

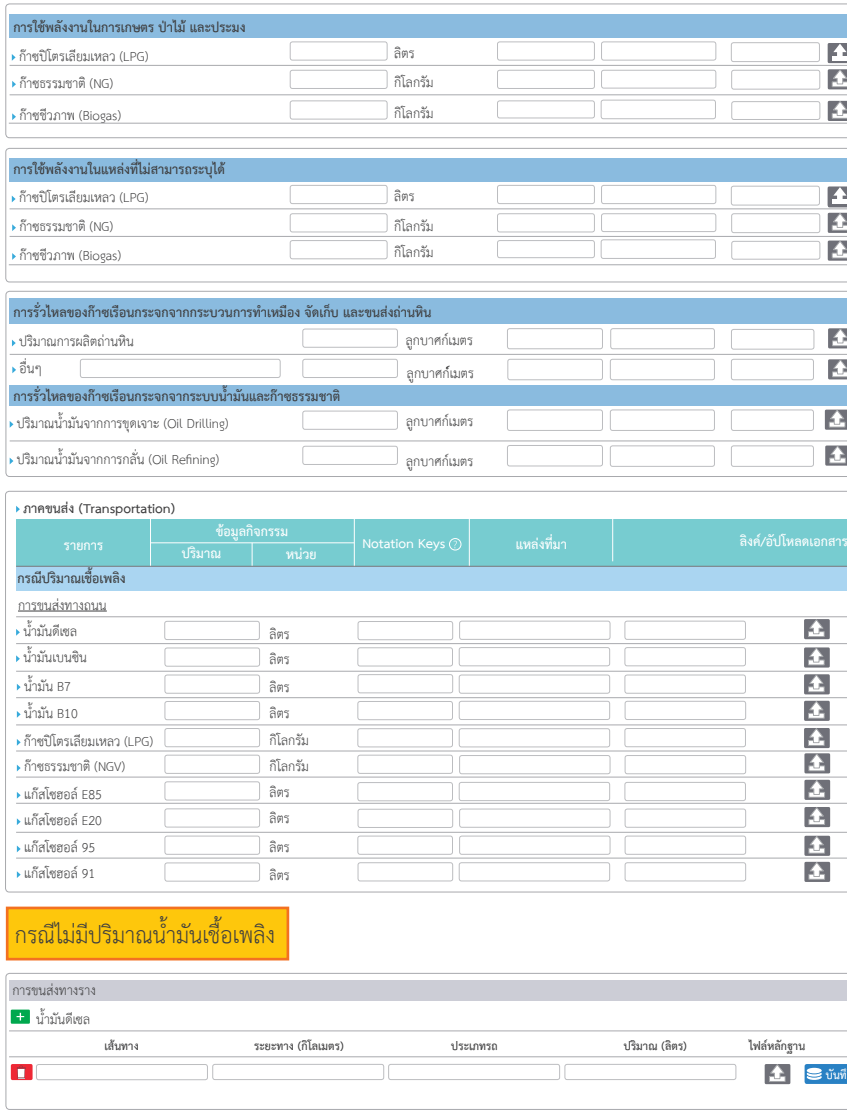
**1. การกรอกข้อมูลภาคพลังงาน (Stationary Energy)** ประกอบด้วย การใช้พลังงานในส่วนที่พักอาศัย การใช้พลังงานในส่วนธุรกิจการค้าและภาครัฐ การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง การใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงาน การผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่สายส่ง การใช้พลังงานในภาคการเกษตร ป่าไม้ และประมง การใช้พลังงานในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทำเหมืองจัดเก็บ และขนส่งถ่านหิน การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ โดยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรม แหล่งที่มา และสามารถแนบไฟล์หลักฐานหรือลิงก์อ้างอิง ได้ดังรูป

**2. การกรอกข้อมูลภาคขนส่ง (Transportation)** แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1) กรณีมีปริมาณเชื้อเพลิง ประกอบด้วย การขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางอากาศ และการขนส่งที่ไม่ใช่ทางถนน

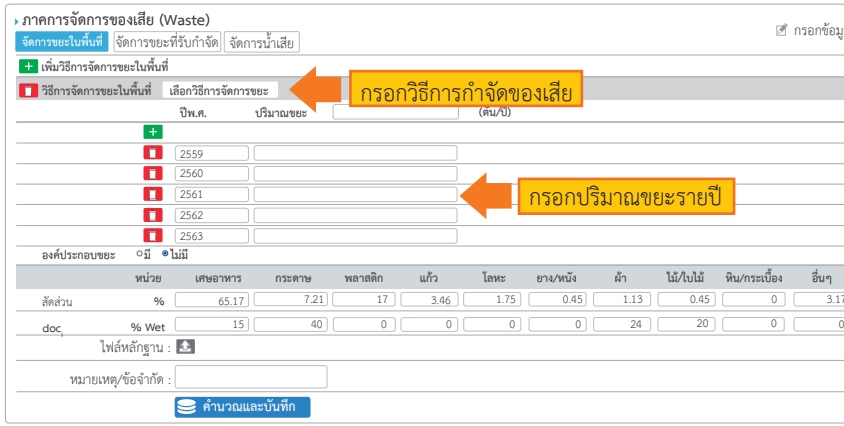
2) กรณีไม่มีปริมาณเชื้อเพลิง ประกอบด้วย การขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง/ทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ โดยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรม แหล่งที่มาและสามารถแนบไฟล์หลักฐานหรือลิงก์อ้างอิง รายละเอียดดังรูป

กรณีมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

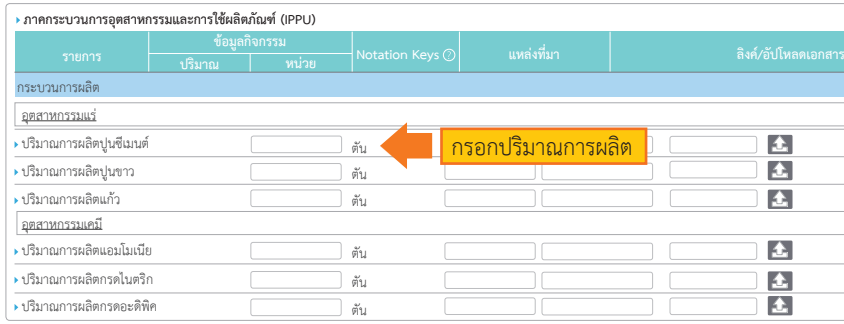



กรณีไม่มีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

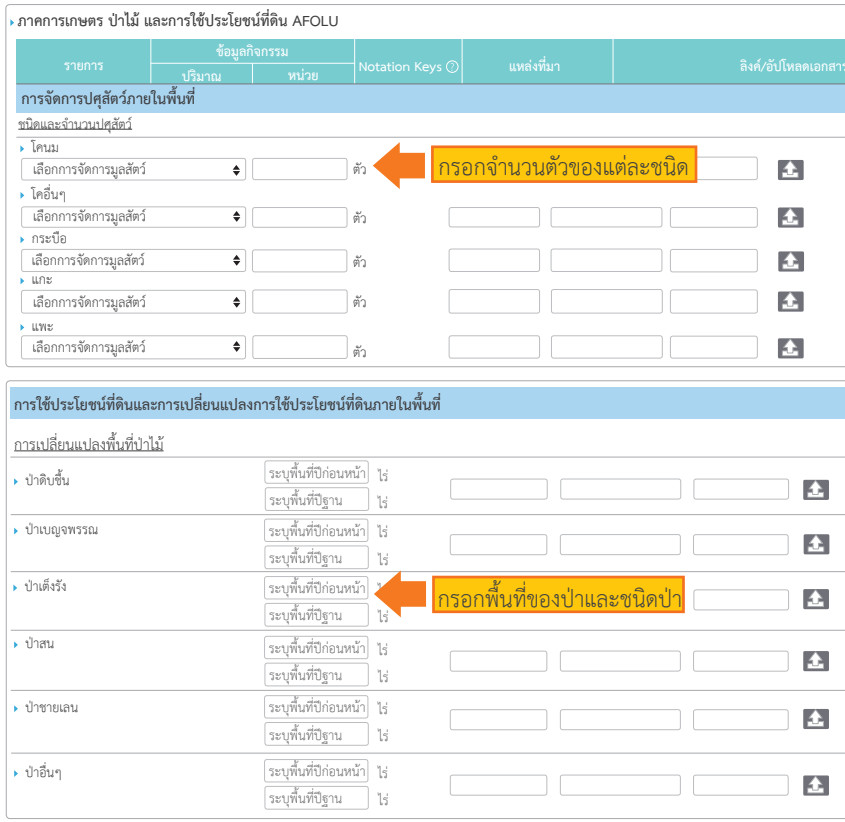
**3. การกรอกข้อมูลภาคการจัดการของเสีย (Waste)** ประกอบด้วย การจัดการขยะในพื้นที่ การจัดการขยะที่รับกำจัด และการจัดการน้ำเสีย โดยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรม แหล่งที่มาและสามารถแนบไฟล์หลักฐานหรือลิงก์อ้างอิง รายละเอียดดังรูป




**4. การกรอกบันทึกข้อมูลภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (IPPU)** ประกอบด้วย การบันทึกข้อมูลในรายละเอียดของกระบวนการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรม แหล่งที่มาและสามารถแนบไฟล์หลักฐานหรือลิงก์อ้างอิง รายละเอียดดังรูป

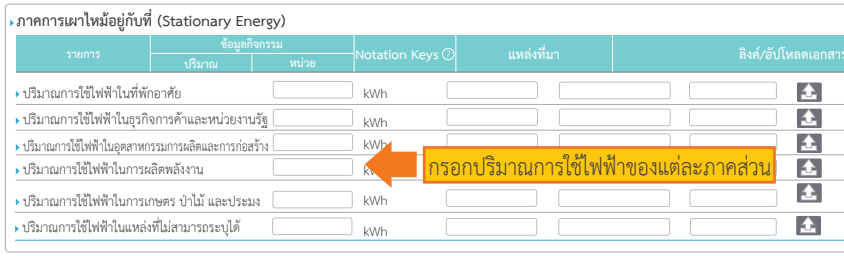


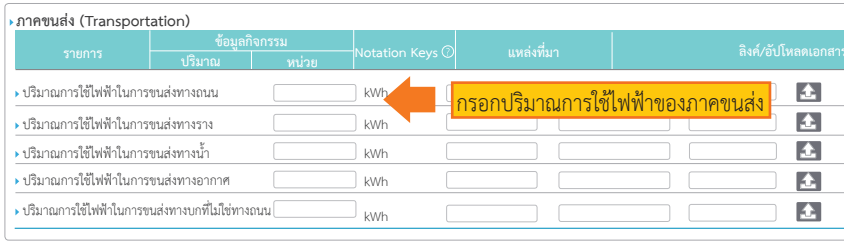

**5. การกรอกข้อมูลภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (AFOLU)** ประกอบด้วย การจัดการปศุสัตว์ภายในพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ แหล่งการปล่อยอื่นๆ และการปล่อยที่ไม่ใช่ $CO_2$ จากพื้นดินภายในพื้นที่ โดยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรม แหล่งที่มาและสามารถแนบไฟล์หลักฐานหรือลิงก์อ้างอิง รายละเอียดดังรูป




**ขอบเขตที่ 2** ประกอบด้วย ข้อมูลภาคการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Energy) และข้อมูลภาคขนส่ง (Transportation)

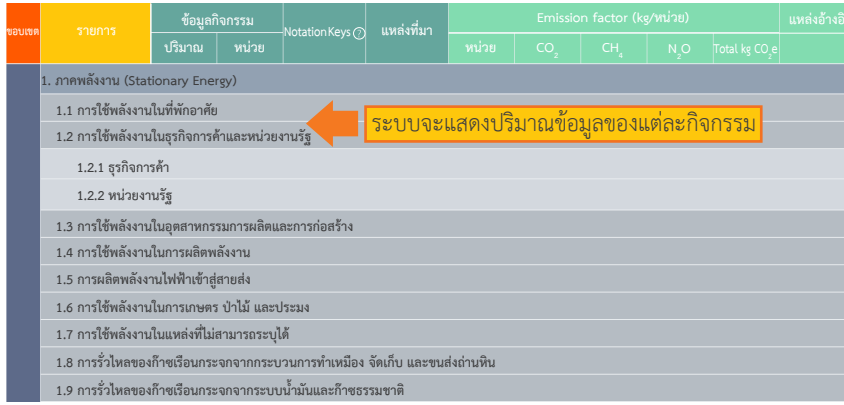
การกรอกข้อมูลภาคการเผาไหม้อยู่กับที่มีรายละเอียดของข้อมูลกิจกรรม ได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในที่พักอาศัย ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในธุรกิจการค้าและหน่วยงานรัฐ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการผลิตพลังงาน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการเกษตร ป่าไม้ และประมง และปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ สำหรับการบันทึกข้อมูลภาคขนส่ง มีรายละเอียดของข้อมูลกิจกรรม ได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการขนส่งทางถนน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการขนส่งทางราง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการขนส่งทางน้ำ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการขนส่งทางอากาศและปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการขนส่งทางบกที่ไม่ใช่ทางถนน ดังรูป



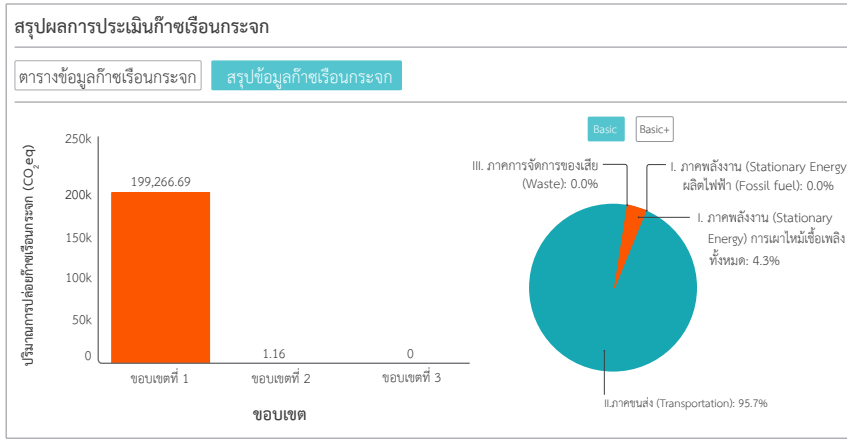



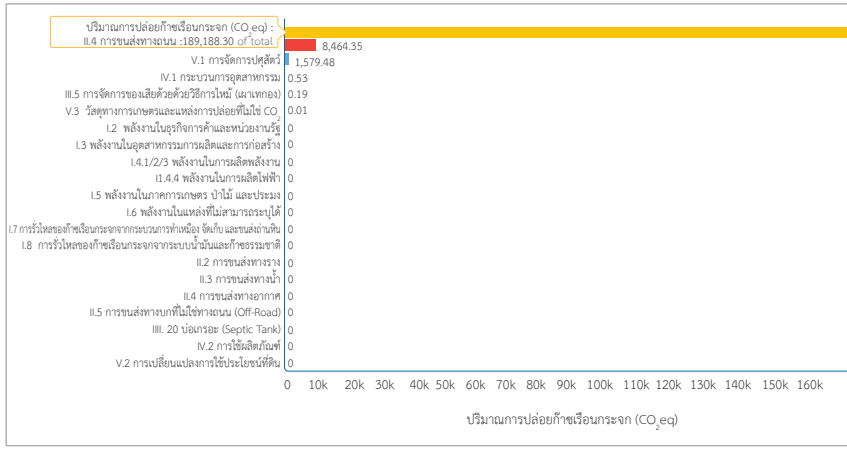

**ขอบเขตที่ 3** ประกอบด้วย ข้อมูลภาคขนส่ง (Transportation) ซึ่งจะพิจารณาเพียงการขนส่งที่ออกไปนอกพื้นที่จังหวัดเท่านั้น โดยรายละเอียดและวิธีการกรอกข้อมูลจะเหมือนกับขอบเขตที่ 1 และข้อมูลภาคการจัดการของเสีย (Waste) ซึ่งจะใช้ข้อมูลขยะที่ส่งไปกำจัดหรือจัดการนอกพื้นที่จังหวัดเท่านั้น

**การประเมินก๊าซเรือนกระจก** เป็นหน้าการคำนวณผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัดจากข้อมูลที่ผู้รายใช้งานได้บันทึกในเมนูบันทึกข้อมูลกิจกรรม โดยผู้รายใช้งานจะต้องตรวจสอบความถูกต้องและกดปุ่มบันทึกข้อมูลเพื่อยืนยันผลการคำนวณ รายละเอียดดังรูป



**สรุปผลการประเมินก๊าซเรือนกระจก** จะประกอบด้วย 2 เมนู ได้แก่ ตารางข้อมูลก๊าซเรือนกระจก และสรุปข้อมูลก๊าซเรือนกระจก โดยจะแสดงผลในรูปแบบของกราฟแท่งและกราฟวงกลม รายละเอียดดังรูป




สรุปผลข้อมูลก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรม

**รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** ประกอบด้วย ตัวอย่างแบบฟอร์มเอกสารซึ่งผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มข้างต้นเพื่อจัดทำรายงานและอัพโหลดไฟล์เอกสารรายงานฉบับสมบูรณ์ เพื่อบันทึกแนบเข้าไปในระบบได้

# บทที่ 5 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจก

## การหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

แนวทางมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก เริ่มจาก

- ศึกษาแผนและนโยบายในระดับประเทศและคัดเลือกมาตรการจากแผนและนโยบายเหล่านี้ ซึ่งมาตรการที่คัดเลือกในกลุ่มนี้ เป็นมาตรการที่บรรจุในแผนระดับประเทศแล้ว เช่น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561 - 2580) โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ด้านที่ 5 การสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) โดยมียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจก โดยสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มขีดความสามารถการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี 2564 - 2573 (NDC Roadmap on mitigation 2021 - 2030)

โดยแผนพัฒนาที่นำมาใช้ประกอบการพิจารณามาตรการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น

- ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580)
- แผนการปฏิรูปประเทศ
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564)
- แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 - 2579 (AEDP)
- แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (EEP)
- แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2558-2593
- แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ภายหลังปี พ.ศ. 2563
- แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559 - 2564)
- แผนพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

- การพัฒนาเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษบริเวณชายแดนของประเทศไทย
- แผนพัฒนาจังหวัด 4 ปี
- แผนบริหารจัดการขยะมูลฝอยจังหวัด
- แผนการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัด
- แผนแม่บทการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศจังหวัด เป็นต้น

โดยทั่วไปมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนวทาง คือ

**1) เพิ่มประสิทธิภาพ (Increase Efficiency)** ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพในการอุปโภคบริโภค และบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ ในจังหวัด

**2) ลดการใช้และการผลิต (Reduction of consumption/ production activities)** ได้แก่ การงดหรือลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

**3) หาสิ่งอื่นทดแทน (Usage of alternatives)** ได้แก่ การหาทรัพยากรที่สะอาดกว่าเพื่อนำมาใช้ทดแทนทรัพยากรที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงกว่า

- ศึกษาแผนและนโยบายในระดับจังหวัดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนพัฒนาจังหวัด แผนพัฒนาในระดับภาค ประเด็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือการพัฒนาศักยภาพที่มุ่งเน้นการพัฒนาสินค้าเกษตรและอาหารปลอดภัย การเผาในพื้นที่เกษตรเป็นศูนย์ (zero burning) เป็นต้น

- รวบรวมและศึกษามาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจากเมืองอื่นๆ ที่มีบริบทใกล้เคียงกัน และจากการศึกษาเทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งในและต่างประเทศเพิ่มเติม เช่น Smart Meter, Smart Farming and Artificial Intelligence เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกและประเมินศักยภาพต่อไป

ขั้นตอนการหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด

## การคัดเลือกมาตรการและแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก

การคัดเลือกมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาจากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีฐาน การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (พ.ศ. 2564 - 2573) ของแต่ละจังหวัด ร่วมกับการพิจารณาแผนหรือนโยบายหรือมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ และในระดับจังหวัด เพื่อให้ได้มาตรการที่สอดคล้องกับบริบทของจังหวัดมากที่สุด

จากนั้นนำมาจัดกลุ่มมาตรการรายสาขาและเพื่อประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละมาตรการ (พ.ศ. 2564 - 2573) โดยคำนวณได้จากการใช้เมื่อพิจารณาระเบียบวิธีการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) หรือโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme: LESS) หรือระเบียบวิธีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ให้สามารถแบ่งกลุ่มมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกได้ 6 กลุ่มมาตรการ คือ

- EE การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน
- AE การพัฒนาพลังงานทางเลือก

- TM การจัดการในภาคขนส่ง
- WM การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และวัสดุเหลือใช้
- FOR ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว
- AGR การเกษตร

สำหรับตัวอย่างมาตรการในแต่ละกลุ่ม มีดังนี้

| EE การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน |
| --- |
| การเปลี่ยนชุดไฟทางสาธารณะเป็นหลอดไฟ LED |
| ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในภาครัฐ |
| ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในภาคธุรกิจการค้า |
| ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม |
| ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัย |
| ส่งเสริมการลดการใช้พลังงานในภาคการเกษตร (Smart Agriculture) |

| AE การพัฒนาพลังงานทางเลือก |
| --- |
| การเปลี่ยนชุดไฟทางสาธารณะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองในอาคารภาครัฐ |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองในภาคธุรกิจการค้า |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้เองในภาคอุตสาหกรรม |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคประชาชน |
| การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในระบบสูบน้ำภาคการเกษตร |

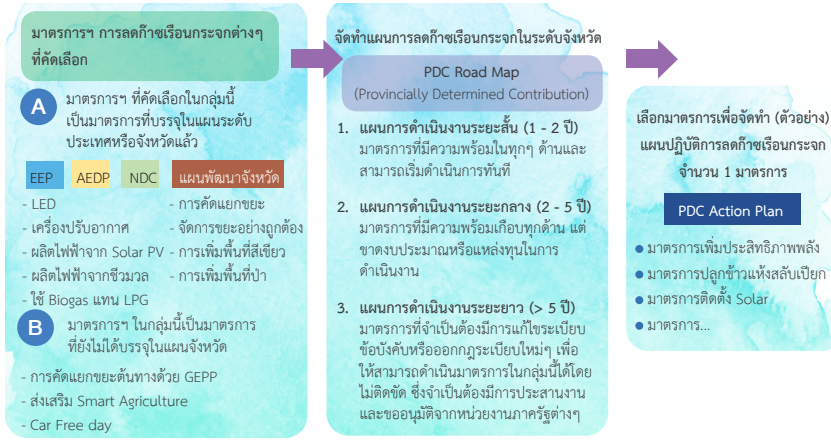
| TM การจัดการในภาคขนส่ง |
| --- |
| การส่งเสริมการใช้จักรยานยนต์ไฟฟ้า |
| การส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า |
| การส่งเสริมการใช้เรือไฟฟ้า |
| การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนรถประจำทางเป็นไฟฟ้า |
| การส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง |
| การส่งเสริมการสร้างระบบขนส่งสาธารณะ |
| การทดแทนรถยนต์ส่วนบุคคลด้วย EV Car |
| การทดแทนรถจักรยานยนต์บริการส่งของหรือรถจักรยานยนต์เช่าด้วย EV Motorcycle |
| วันปลอดรถ ถนนปลอดภัย (Car Free day) |
| การส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลแทนน้ำมันดีเซล |
| การส่งเสริมแก๊สโซฮอล์แทนน้ำมันเบนซิน |

| WM การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และวัสดุเหลือใช้ |
| --- |
| การจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะเพื่อสนับสนุนการปรับเปลี่ยนการกำจัดขยะ โดยการเผา (Incineration) |
| การปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากการเทกองเป็นการจัดการขยะที่ถูกสุขลักษณะและติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำไปเผาทำลาย |
| การเพิ่มปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ชุมชน |
| มาตรการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียฟาร์มสุกร |

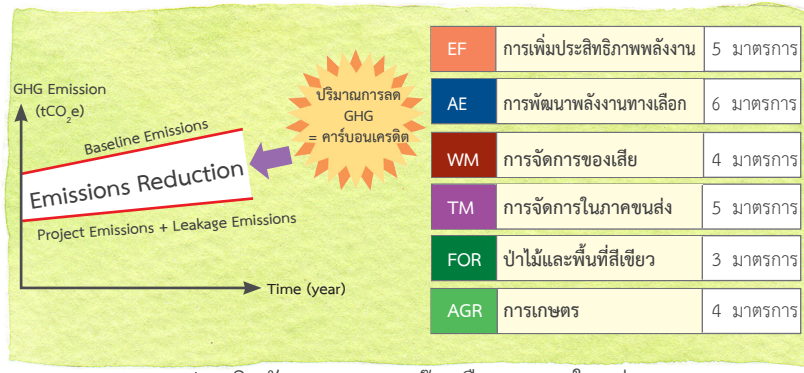
| FOR ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว |
| --- |
| การปลูกป่าอย่างยั่งยืน |
| การลดความเสื่อมโทรมของป่า |
| การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่สาธารณะ |
| การส่งเสริมการลดการทำลายป่า |
| การส่งเสริมการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่ป่าชายเลน |

| AGR การเกษตร |
| --- |
| การส่งเสริมเกษตรปลอดภัย |
| การลดการเผาในพื้นที่เกษตร |
| การปลูกข้าวแบบแห้งสลับเปียก |

เมื่อมีการจัดกลุ่มมาตรการรายสาขาแล้ว สามารถนำมาจัดทำเป็นแผนลดก๊าซเรือนกระจกได้ตามความพร้อมในการดำเนินงานและความจำเป็นเร่งด่วนของแต่ละจังหวัด โดยจังหวัดสามารถเลือกมาตรการเพื่อนำมาจัดทำเป็นแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานและใช้เป็นแนวทางติดตามประเมินผลการดำเนินงานตามแผนลดก๊าซเรือนกระจกได้ต่อไป




ตัวอย่างการหาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด




การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละมาตรการ

## การตั้งเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจก

สำหรับการดำเนินงานของโครงการฯ เลือกใช้หลักการ Baseline scenario goal ในการกำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นการตั้งเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกรณีปกติ (BAU) เนื่องจากหลักการนี้ สามารถสอดรับกับการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ (BAU) ของจังหวัด และช่วยให้จังหวัดเห็นภาพและเข้าใจการกำหนดเป้าหมายและการดำเนินมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้การตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกตามหลักการ Baseline scenario goal ยังสอดคล้องกับแนวทางการตั้งเป้าหมายของประเทศที่ได้แสดงเจตจำนงในการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (NDC) ซึ่งเสนอเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20 - 25 ภายในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) เมื่อเทียบกับกรณีปกติ (BAU)

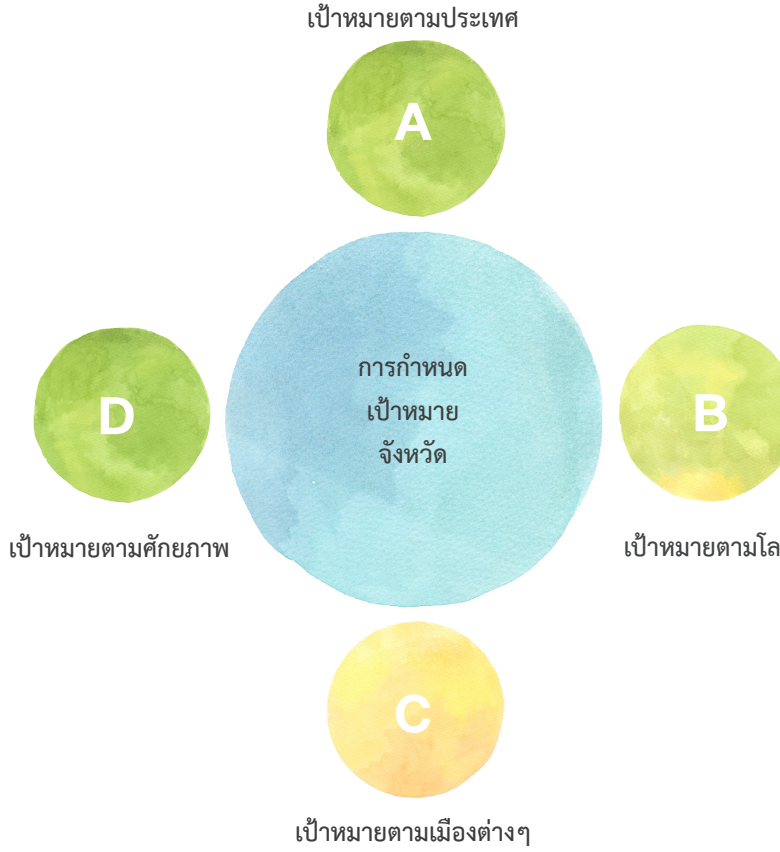
สำหรับแนวทางในการตั้งเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจก จังหวัดสามารถเลือกได้ 4 แนวทาง

**1. เป้าหมายตามประเทศ** คือ การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับการแสดงเจตจำนงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับกรณีปกติ ภายใน พ.ศ. 2573 หรือ ค.ศ. 2030 ครอบคลุมทุกกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

**2. เป้าหมายตามโลก** คือ การกำหนดเป้าหมายสอดคล้องกับการควบคุมอุณหภูมิโลก โดยจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่เกิน 1.5 °C ซึ่งมีเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 69 และจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่เกิน 2.0 °C ซึ่งตั้งเป้าหมายร้อยละ 68

**3. เป้าหมายตามเมืองต่างๆ** คือ การกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นค่าเฉลี่ยของเป้าหมายของจังหวัดต่างๆ ที่ดำเนินการมาแล้ว ซึ่งปัจจุบันเป็นค่าเฉลี่ยของ 22 จังหวัด คือ ร้อยละ 14.80

**4. เป้าหมายตามศักยภาพ** คือ การพิจารณานำศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดมากำหนดเป็นเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด




การตั้งเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจก

# บทที่ 6 ตัวอย่างจังหวัดที่เข้าร่วมการพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจก

อบก. ดำเนินโครงการพัฒนาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด มาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2559 จนถึงปัจจุบันปีงบประมาณ 2564 รวมทั้งสิ้น 22 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภูเก็ต นนทบุรี สงขลา น่าน อุดรธานี สระบุรี สมุทรปราการ สระแก้ว หนองคาย สตูล นครราชสีมา เชียงใหม่ สุพรรณบุรี อุทัยธานี กาฬสินธุ์ สุรินทร์ สุโขทัย นครปฐม ระยอง ฉะเชิงเทรา และชลบุรี ทั้งนี้เพื่อช่วยสนับสนุนให้ประเทศไทยมุ่งสู่การเป็นเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

| ปีงบประมาณ 2559 |
| --- |
| กรุงเทพมหานคร |
| ภูเก็ต |

| ปีงบประมาณ 2560 |
| --- |
| นนทบุรี |
| สงขลา |

| ปีงบประมาณ 2561 |
| --- |
| น่าน |
| สระบุรี |
| สมุทรปราการ |
| อุดรธานี |

| ปีงบประมาณ 2564 | |
| --- | --- |
| ชลบุรี | สุรินทร์ |
| ระยอง | สุโขทัย |
| ฉะเชิงเทรา | นครปฐม |

| ปีงบประมาณ 2563 |
| --- |
| เชียงใหม่ |
| นครราชสีมา |
| สุพรรณบุรี |
| อุทัยธานี |
| กาฬสินธุ์ |

| ปีงบประมาณ 2562 |
| --- |
| ชลบุรี |
| สระแก้ว |
| หนองคาย |
| สตูล |

โครงการพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจก
ระดับจังหวัด ปีงบประมาณดำเนินงาน

## ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแนวทางลดก๊าซเรือนกระจก

การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

1) การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในจังหวัด ภาคพลังงาน ภาคขนส่ง และภาคการจัดการของเสีย

2) การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับ Basic+ ซึ่งจะครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับ Basic และกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในจังหวัดภาค IPPU ภาค AFOLU รวมถึงกิจกรรมในภาคพลังงานและภาคขนส่งที่ออกไปนอกพื้นที่จังหวัด โดยผลการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกปีฐานของจังหวัด แสดงดังตาราง

| จังหวัด (ปีฐาน) | ปริมาณการปล่อย GHG Mt $CO_2$eq | |
|---|---|---|
| | BASIC | BASIC+ |
| กรุงเทพมหานคร (2556) | 39.85 | 40.79 |
| จังหวัดสระบุรี (2558) | 5.85 | 27.93 |
| จังหวัดชลบุรี (2562) | 19.43 | 23.00 |
| จังหวัดระยอง (2562) | 16.90 | 21.97 |
| จังหวัดสมุทรปราการ (2558) | 8.41 | 10.13 |
| จังหวัดนครราชสีมา (2561) | 7.37 | 9.08 |
| จังหวัดเชียงใหม่ (2561) | 4.23 | 6.31 |
| จังหวัดสงขลา (2557) | 5.24 | 6.22 |
| จังหวัดฉะเชิงเทรา (2562) | 5.07 | 5.79 |
| จังหวัดนนทบุรี (2557) | 5.32 | 5.56 |
| จังหวัดนครปฐม (2562) | 4.98 | 5.77 |
| จังหวัดสุรินทร์ (2562) | 1.82 | 3.23 |
| จังหวัดอุดรธานี (2558) | 2.22 | 3.14 |
| จังหวัดสุพรรณบุรี (2561) | 1.75 | 3.14 |
| จังหวัดภูเก็ต (2556) | 2.35 | 2.64 |
| จังหวัดน่าน (2558) | 0.48 | 2.10 |
| จังหวัดกาฬสินธุ์ (2561) | 1.03 | 1.82 |
| จังหวัดสุโขทัย (2562) | 0.92 | 1.64 |
| จังหวัดสระแก้ว (2560) | 1.02 | 1.54 |
| จังหวัดหนองคาย (2560) | 0.68 | 0.97 |
| จังหวัดอุทัยธานี (2561) | 0.44 | 0.77 |
| จังหวัดสตูล (2558) | 0.43 | 0.51 |

จากตาราง เป็นการเรียงลำดับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับ Basic+ ซึ่งนิยมใช้ในการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมืองทั่วโลกจากมากไปหาน้อย (เป็นจังหวัดที่ร่วมโครงการ 22 จังหวัด โดยใช้ปีฐานที่ต่างกัน) โดยจังหวัดที่ปล่อย

ก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร 40.79 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจประกอบกับมีประชากรตามทะเบียนราษฎร์และประชากรแฝงจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องใช้พลังงานและทรัพยากรในปริมาณมากเพื่อดำเนินกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการขนส่งที่ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง ส่วนจังหวัดที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ จังหวัดสตูล 0.43 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

เมื่อจังหวัดทราบถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของตนเองแล้ว จังหวัดสามารถทราบว่ามีกิจกรรมแต่ละชนิดในจังหวัดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากน้อยเพียงใด และสามารถนำข้อมูลไปวางแผนการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมกับจังหวัดตนเองได้

**ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่** มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6.31 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และมีการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตในกรณีปกติซึ่งได้ประเมินรวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจาก Covid-19 โดยใช้ข้อมูลคาดการณ์การใช้พลังงานรายกิจกรรมที่ประเมินโดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) พบว่าจังหวัดเชียงใหม่จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 8.50 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ณ ปี พ.ศ. 2573 ดังนั้นในการดำเนินการมาตรการเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด จึงได้มีการจัดทำแผนการลดก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2573 โดยการจัดทำแผนลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดจะช่วยให้จังหวัดมีแนวทางในการดำเนินงานและสามารถผลักดันให้ดำเนินการมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต

จังหวัดเชียงใหม่มีมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก 34 มาตรการ สามารถจัดเป็นกลุ่มมาตรการ 6 กลุ่มตามการนำเสนอในบทที่ 5 จะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 1,140,125 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ณ ปี พ.ศ. 2573 ดังภาพ

**EF การเพิ่มประสิทธิภาพ**
- 6 มาตรการ
- ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก 793,126 $tCO_2eq$

**AE การพัฒนาทางเลือก**
- 8 มาตรการ
- ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก 21,115 $tCO_2eq$

**WM การจัดการขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูลและวัสดุเหลือใช้**
- 4 มาตรการ
- ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก 86,389 $tCO_2eq$

**TM การจัดการในภาคขนส่ง**
- 10 มาตรการ
- ศักยภาพการลด ก๊าซเรือนกระจก 102,553 $tCO_2eq$

**FOR ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว**
- 3 มาตรการ
- ศักยภาพการลด ก๊าซเรือนกระจก 59,500 $tCO_2eq$

**AGR การเกษตร**
- 3 มาตรการ
- ศักยภาพการลด ก๊าซเรือนกระจก 77,442 $tCO_2eq$

นอกจากนี้เพื่อให้การดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดสามารถดำเนินการทันทีและทางจังหวัดสามารถขับเคลื่อนมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ไปสู่แผนพัฒนาจังหวัดในอนาคต จึงได้จัดทำแนวทางการขับเคลื่อนแผนลดก๊าซเรือนกระจก โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

**ระยะเร่งด่วน**

จัดตั้งคณะทำงานที่ช่วยขับเคลื่อนและติดตามการประเมินผลดำเนินงานตามแผนการลดก๊าซเรือนกระจก
- การสนับสนุนด้านเทคนิค
- การติดตามและประเมินผล
- การจัดการพัฒนาความรู้และประชาสัมพันธ์
- การเงินและการลงทุน

**ระยะเตรียมความพร้อม**
- จัดทำแผนปฏิบัติการการลดก๊าซเรือนกระจกรายมาตรการ
- การสร้างความรู้ความเข้าใจ เพื่อสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการลดก๊าซเรือนกระจก
- การพัฒนาศักยภาพและการสร้างความเป็นหุ้นส่วนในการดำเนินงานระหว่างภาครัฐ เอกชน เมือง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- การพัฒนา/เพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือและกลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

**ระยะดำเนินการ**
- การกำกับการดำเนินงานและการติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

| | |
|---|---|
| EE | การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน |
| AE | การพัฒนาพลังงานทางเลือก |
| WM | การจัดการขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และวัสดุเหลือใช้ |
| TM | การจัดการในภาคขนส่ง |
| FOR | ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว |
| AGR | การเกษตร |

- การทบทวนเป้าหมาย เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

พ.ศ. 2564 → พ.ศ. 2564 - 2573

แนวทางการขับเคลื่อนแผนการลดก๊าซเรือนกระจก

**ระยะเร่งด่วน** คือ จัดตั้งคณะทำงานเพื่อการขับเคลื่อนการดำเนินงานตามแแผนการลดก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย คณะทำงานจัดทำรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจก และคณะทำงานสนับสนุนการขับเคลื่อนมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งจะสนับสนุนด้านต่างๆ เช่น

1) การสนับสนุนด้านเทคนิค (Technical Assistance) คือการสนับสนุนในด้านเทคนิคและวิชาการเพื่อให้การขับเคลื่อนแผนการดำเนินงานเป็นไปตามแผนที่วางไว้
2) การติดตามและประเมินผล (Monitoring & Evaluation) คือ การจัดทำกรอบในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของแผนการลดก๊าซเรือนกระจก
3) การจัดการ พัฒนาความรู้ และประชาสัมพันธ์ (Knowledge Management & Capacity Development & Public Relation) คือ การพัฒนาแหล่งข้อมูลและความรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องรวมถึงการประชาสัมพันธ์ให้ผู้มีส่วนได้เสียได้ทราบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง
4) การเงินและการลงทุน (Finance) คือ การจัดหาแหล่งเงินทุนที่สามารถเข้าถึงได้

**ระยะเตรียมความพร้อม** คือ การเตรียมความพร้อมในการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกในทุกมาตรการตามแผนการลดก๊าซเรือนกระจก และการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ รวมถึงศักยภาพของคนและเครื่องมือในการดำเนินการตามมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

**ระยะดำเนินการ** คือ การดำเนินมาตรการตามแผนการลดก๊าซเรือนกระจก การติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัด และการปรับปรุงผลการดำเนินการ และการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกระยะต่อไป

Tips

เพื่อให้การเดินหน้าสู่เมืองคาร์บอนต่ำเป็นไปอย่างยั่งยืนและต่อเนื่อง จังหวัดควรจะต้องดำเนินการเพิ่มเติม ดังนี้

- **การแต่งตั้งหน่วยงานเพื่อติดตามประเมินผล :** ควรแต่งตั้งหน่วยงานหลักในการที่จะรับผิดชอบการดำเนินงานและผลักดันการดำเนินงานในแต่ละมาตรการของแผนการลดก๊าซเรือนกระจกให้มีความชัดเจน เพื่อให้สามารถติดตามประเมินผลสำหรับแผนการลดก๊าซเรือนกระจกในระยะต่างๆ ได้
- **รายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจก :** ควรมีการปรับปรุงข้อมูลก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อเป็นการติดตามผลการดำเนินงานของแผนการลดก๊าซเรือนกระจก
- **มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ :** จังหวัดไม่ได้มีศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการที่นำเสนอในแผนลดก๊าซเรือนกระจกของจังหวัดเท่านั้น ยังมีมาตรการอื่นๆ ที่จังหวัดสามารถนำมาดำเนินการได้อีก ซึ่งอาจต้องมีการพิจารณาศึกษาเพิ่มเติมต่อไป
- **ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก :** มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่เสนอได้คัดเลือกจากสภาวะแวดล้อมและความเหมาะสมที่เหมาะกับบริบทจังหวัด ณ ปีนั้นๆ ซึ่งในอนาคตอาจจะมีเทคโนโลยีหรือบริบทของจังหวัดที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจังหวัดควรทบทวนและคัดเลือกมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอีกครั้งหรืออย่างน้อยทุกๆ 3 ปี

## เอกสารอ้างอิง


1. ความรู้ด้านก๊าซเรือนกระจก สืบค้นจาก : http://www.tgo.or.th/
2. คู่มือการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก, 2017, C40 Cities
3. คู่มือหลักสูตรการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย, 2563, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
4. รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) โครงการพัฒนาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด จังหวัดเชียงใหม่, 2563, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
5. ระบบรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเมือง (http://localcfo.tgo.or.th/scaleup), 2564, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

6. คู่มือหลักสูตรการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย ภาคพลังงาน โครงการพัฒนาหลักสูตรการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย, 2563, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
7. คู่มือการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง, 2559, องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

**ชื่อหนังสือ** : คู่มือคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับจังหวัด
**จัดทำโดย** : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
**ที่ปรึกษา** : ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์
นางสาวสุมน สุเมธเชิงปรัชญา
**ผู้เรียบเรียง** : นางสาวรัชพร สิงขโรทัย
นางสาวจันทราภรณ์ วงค์ษร
สำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ

CCCF
City Carbon Footprint

**องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)**
**กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**
120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคารรัฐประศาสนภักดี ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ
ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 ประเทศไทย
หมายเลขโทรศัพท์ : 0 2141 9790 โทรสาร : 0 2143 8400
อีเมล : info@tgo.or.th เว็บไซต์ : http://www.tgo.or.th