

## ประกาศกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

เรื่อง หลักเกณฑ์การรายงานและวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  
จากการประกอบกิจการปิโตรเลียม  
พ.ศ. ๒๕๖๕

โดยที่เห็นสมควรกำหนดหลักเกณฑ์การรายงานและวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียม เพื่อประโยชน์ในการกำกับดูแลและติดตามตรวจสอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้รับสัมปทาน ผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต และผู้รับสัญญาจ้างบริการ ต้องรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมให้ถูกต้อง เหมาะสม ด้วยวิธีการคำนวณที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล และสามารถตรวจสอบได้

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๗๖ แห่งพระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. ๒๕๑๔ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยมาตรา ๑๖ แห่งพระราชบัญญัติปิโตรเลียม (ฉบับที่ ๖) พ.ศ. ๒๕๕๐ อธิบดีกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“ก๊าซเรือนกระจก” หมายความว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>) หรือก๊าซชนิดอื่นตามบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

“การปล่อยก๊าซเรือนกระจก” หมายความว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อมจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมในระยะสำรวจและระยะผลิต แต่ไม่รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากส่วนอาคารหรือสำนักงานที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานสำรวจและผลิตปิโตรเลียมของผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ

“การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง” หมายความว่า ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดหรือกิจกรรมภายใต้ขอบเขตการดำเนินงานที่ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ เป็นผู้ดำเนินการหรือมีอำนาจควบคุมการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการและที่ระบายทางช่องเปิด และก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วซึม

“การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม” หมายความว่า ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ ซื้อพลังงานจากผู้ผลิตหรือผู้จัดหาพลังงานภายนอกเพื่อประกอบกิจการปิโตรเลียม โดยรวมถึงพลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน หรือน้ำหล่อเย็น

“โปรแกรมประยุกต์” หมายความว่า โปรแกรมประยุกต์ระบบฐานข้อมูลการจัดการของเสีย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

“อธิบดี” หมายความว่า อธิบดีกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

ข้อ ๒ ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ ต้องรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะเวลาสำรวจและระยะเวลาผลิตปิโตรเลียม ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์เป็นรายปีปฏิทิน ซึ่งต้องดำเนินการภายในเดือนมีนาคมของปีถัดไป โดยจำแนกตามรายการกิจกรรมตามเอกสารแนบท้ายประกาศ ทั้งนี้ ให้แสดงรายละเอียดอย่างน้อย ดังนี้

(๑) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง

- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ แหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (Stationary Combustion) แหล่งกำเนิดที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) และการเผาไหม้ทิ้ง (Flare) (ถ้ามี)

- ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการและที่ระบายทางช่องเปิด (Process and Vent Emission) (ถ้ามี)

- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วซึม (Fugitive Emission) (ถ้ามี)

(๒) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม

- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน หรือน้ำหล่อเย็น จากผู้ผลิตหรือผู้จัดหาพลังงานภายนอก (ถ้ามี)

ข้อ ๓ ในการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ ต้องกรอกข้อมูลตามแบบฟอร์มของ โปรแกรมประยุกต์ โดยระบุรายละเอียดอย่างน้อย ดังนี้

(๑) ชนิดและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลต่อปี

(๒) ปริมาณก๊าซที่เผาไหม้ต่อปี และปริมาณก๊าซที่ระบายออกและจำนวนวันที่มีการระบายออกต่อปี

(๓) ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบและ/หรือก๊าซธรรมชาติต่อปี

(๔) องค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติในกรณีที่ใช้ก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้เองเป็นเชื้อเพลิง

(๕) องค์ประกอบของก๊าซที่เผาไหม้ (ถ้ามี)

(๖) ปริมาณการใช้พลังงานจากผู้ผลิตหรือผู้จัดหาพลังงานภายนอกต่อปี

(๗) ข้อมูลอื่นตามที่กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติกำหนด

ข้อ ๔ การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโปรแกรมประยุกต์จะใช้วิธีคำนวณ ตามคู่มือวิธีการคำนวณแนบท้ายประกาศ

ข้อ ๕ เพื่อประโยชน์ในการกำกับดูแลและติดตามตรวจสอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม หรือให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง อธิบดีอาจให้ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญา แบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ รายงานข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อ ๒ และข้อ ๓ ได้

ข้อ ๖ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕

สรารุช แก้วตาทิพย์

อธิบดีกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

# เอกสารแนบท้ายประกาศกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

## คู่มือวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการประกอบกิจการปิโตรเลียม พ.ศ. 2565

### 1. บทนำ

คู่มือวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียม พ.ศ. .... จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้รับสัมปทาน ผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต และผู้รับสัญญาจ้างบริการ ใช้ประกอบการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission\*) ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ระบบฐานข้อมูลการจัดการของเสีย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมของกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ เพื่อให้การกำกับดูแลและติดตามตรวจสอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับในระดับสากล รวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการประกอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติตามกรอบข้อตกลงในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) และอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนเพื่อควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียมต่อไป

### 2. หลักเกณฑ์การรายงานและวิธีการคำนวณ

หลักเกณฑ์การรายงานและวิธีการคำนวณในคู่มือฉบับนี้ประยุกต์มาจาก The Petroleum Industry Guidelines for Reporting Greenhouse Gas Emissions และ Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Gas Industry หรือ API Compendium และมีการปรับปรุงรายละเอียดเพื่อให้หลักเกณฑ์การรายงานและวิธีการคำนวณมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับบริบทของการประกอบกิจการปิโตรเลียมในประเทศไทย

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ที่นำมาใช้ประกอบการคำนวณจะใช้ค่าเฉพาะของประเทศ (Country-specific emission factor) ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และ API Compendium

### 3. ขอบเขตการคำนวณข้อมูล

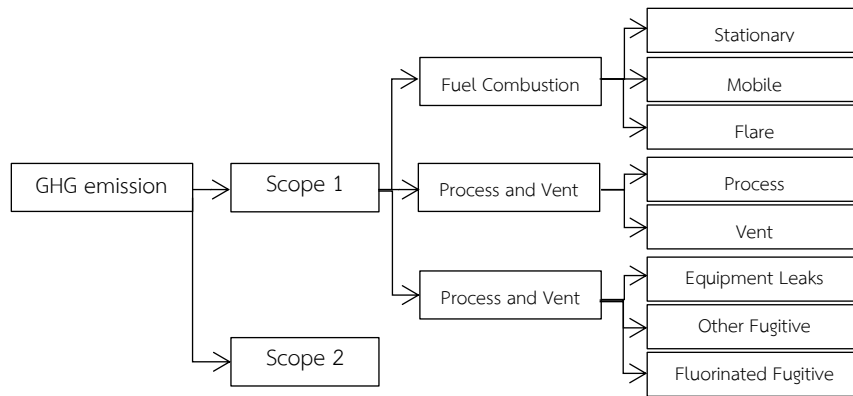
ผู้รับสัมปทาน ผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต และผู้รับสัญญาจ้างบริการ ต้องรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมที่ผู้รับสัมปทาน ผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ เป็นผู้ดำเนินงาน (Operator) รายปีปฏิทิน (มกราคม-ธันวาคม) แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะเวลาสำรวจและระยะเวลาผลิตปิโตรเลียม อย่างไรก็ตาม ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากส่วนอาคารหรือสำนักงานที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการปฏิบัติงาน (Operation) เช่น สำนักงานใหญ่และศูนย์ฝึกอบรม รวมถึงกิจกรรมการปรับพื้นที่และการก่อสร้างฐานผลิต การผลิตสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมจะไม่ถูกนำมารวมในการรายงาน

\* GHG Emission หมายถึง Greenhouse gas emission

**3.1 การคำนวณจำแนกตามแหล่งกำเนิดของก๊าซเรือนกระจก** เป็น 2 ประเภท (รายละเอียดดังรูปที่ 1) ดังนี้

1) ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทางตรง (Scope 1 Direct GHG Emissions) หมายถึง ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดหรือกิจกรรมที่ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการดำเนินการเองหรือมีอำนาจควบคุมการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย การเผาไหม้เชื้อเพลิง (Fuel Combustion) กระบวนการผลิตและการระบายก๊าซ (Process and Vent) และการรั่วไหล (Fugitive)

2) ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า (Scope 2 Electricity indirect GHG Emissions) หมายถึง ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากที่ผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ ซื้อพลังงานจากภายนอกและนำเข้ามาใช้ในกิจกรรมการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม



รูปที่ 1 แสดงการจำแนกตามแหล่งกำเนิดของก๊าซเรือนกระจก

**3.2 การรายงานจำแนกตามกิจกรรม** รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามกิจกรรม

| ที่  | ประเภทแหล่งกำเนิด           | กิจกรรม |           |          |      |
|--|-----------------------------|---------|-----------|----------|------|
|  |                             | สำรวจ*  | เจาะสำรวจ | เจาะผลิต | ผลิต |
| <b>SCOPE 1 : Direct Emissions</b>  |                             |         |           |          |      |
| <b>ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fuel Combustion)</b>        |                             |         |           |          |      |
| 1.   | Stationary                  | ✓       | ✓         | ✓        | ✓    |
| 2.   | Mobile                      | ✓       | ✓         | ✓        | ✓    |
| 3.   | Flare                       | -       | -         | -        | ✓    |
| <b>ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกระบวนการและที่ระบายทางช่องเปิด (Process and Vent)</b> |                             |         |           |          |      |
| 4.   | Process                     | ✓       | ✓         | ✓        | ✓    |
| 5.   | Vent                        | -       | -         | -        | ✓    |
| <b>ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วซึม (Fugitive)</b>                               |                             |         |           |          |      |
| 6.   | Equipment Leak              | -       | -         | -        | ✓    |
| 7.   | Other fugitive              | -       | -         | -        | ✓    |
| 8.   | Fluorinate fugitive         | -       | -         | -        | ✓    |
| <b>SCOPE 2 : Energy Indirect Emissions</b>   |                             |         |           |          |      |
| 9.   | การใช้พลังงานจากแหล่งภายนอก | ✓       | ✓         | ✓        | ✓    |

✓ หมายถึง ประเภทของแหล่งกำเนิด GHG ในแต่ละระยะของกิจกรรมที่ต้องรายงานต่อกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ

\* การรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์จะครอบคลุมทั้งวิธีการวัดค่าคลื่นไหวสะเทือน (Seismic Survey) และวิธีการวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Survey)

**3.3 ก๊าซเรือนกระจกจากการประกอบกิจการปิโตรเลียม** อ้างอิงตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งกำหนดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ จำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย

- 1) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)
- 2) มีเทน (CH<sub>4</sub>)
- 3) ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O)
- 4) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)
- 5) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)
- 6) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>)

และกำหนดให้ใช้ค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ตาม Revised 2006 IPCC Guideline ในการเปรียบเทียบค่าก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>e) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) และเวลาชั่วชีวิต (Lifetime)

| ที่ | ชนิดก๊าซเรือนกระจก     | สูตรเคมี         | GWP <sub>100</sub> | Lifetime (yr)  |
|-----|------------------------|------------------|--------------------|----------------|
| 1.  | คาร์บอนไดออกไซด์       | CO <sub>2</sub>  | 1                  | -              |
| 2.  | มีเทน                  | CH <sub>4</sub>  | 25                 | 12             |
| 3.  | ไนตรัสออกไซด์          | N <sub>2</sub> O | 298                | 114            |
| 4.  | ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน    | HFCs             | 124 - 14,800       | 1.4 – 270      |
| 5.  | เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน    | PFCs             | 7,390 - 12,200     | 2,600 – 50,000 |
| 6.  | ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ | SF <sub>6</sub>  | 22,800             | 3,200          |

#### 4. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

##### 4.1 ก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ (Fuel Combustion Emissions) แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

##### 4.1.1 แหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (Stationary Combustion Emissions)

เกิดจากการเผาไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อไอน้ำ (Boiler) หม้อต้มซ้ำ (Dehydrator reboiler) เครื่องทำความร้อน (Heater) ปั๊ม (Pump) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นต้น ในการคำนวณจะกำหนดให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และต้องทราบชนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ เป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 3 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

สมการ (1)

$$E_{GHG} = E_{CO_2} + E_{CH_4} + E_{N_2O}$$

สมการ (2)

$$E_{GHG} = FC \times EF_{GHG}$$

สมการ (3)

$$\begin{aligned} E_{CO_2} &= FC \times HHV \times EF_{CO_2} \\ E_{CH_4} &= FC \times HHV \times EF_{CH_4} \\ E_{N_2O} &= FC \times HHV \times EF_{N_2O} \end{aligned}$$

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

$E_{CO_2}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (kgCO<sub>2</sub>/yr)

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

$E_{N_2O}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

FC = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี (L, scf หรือ kg)

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

$EF_{CO_2}$  = Emission Factor ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$EF_{CH_4}$  = Emission Factor ของก๊าซมีเทน

$EF_{N_2O}$  = Emission Factor ของก๊าซไนตรัสออกไซด์

HHV = ค่าความร้อนสูงของเชื้อเพลิงที่ใช้

หมายเหตุ

สมการ (2) ใช้ค่า  $EF_{GHG}$  จากตาราง a-1

สมการ (3) ใช้ค่า  $EF_{CO_2}$ ,  $EF_{CH_4}$  และ  $EF_{N_2O}$  จากตาราง a-2

วิธีที่ 2 กรณีทราบองค์ประกอบและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในสถานะก๊าซที่ผลิตได้เอง)

สมการ (4)

$$E_{CO_2} = FC \times \frac{1}{\text{molar volume conversion}} \times [(f_{C \text{ fuel}} \times 1) + f_{CO_2}] \times 44 \times (4.536 \times 10^{-4})$$

$$f_{C \text{ fuel}} = \frac{(\%C_{Ci} + \dots + \%C_{Cj})}{100}$$

$$\%C_{Ci} = X_{C_{Ci}} \times \%C_i$$

โดยที่

$E_{CO_2}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (kgCO<sub>2</sub>/yr)

FC = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี (scf/yr)

$f_{C \text{ fuel}}$  = สัดส่วนของคาร์บอนโดยโมลในเชื้อเพลิงฟอสซิล  
(lb mole C / lb mole fuel)

$f_{CO_2}$  = สัดส่วนของ CO<sub>2</sub> โดยโมลในเชื้อเพลิงฟอสซิล  
(lb mole CO<sub>2</sub> / lb mole fuel)

molar volume conversion = 379.3 scf/lb mole fuel

$\%C_{Ci}$  = % คาร์บอนขององค์ประกอบ C<sub>i</sub> ในเชื้อเพลิง

$\%C_{Cj}$  = % คาร์บอนขององค์ประกอบ C<sub>j</sub> ในเชื้อเพลิง

$X_{C_{Ci}}$  = จำนวนโมเลกุลคาร์บอนขององค์ประกอบ C<sub>i</sub>

$\%C_i$  = % โดยโมลขององค์ประกอบ C<sub>i</sub> ในเชื้อเพลิง

วิธีที่ 3 กรณีไม่ทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

สมการ (5)

$$E_{GHG} = E_{in} \times EF_{GHG}$$

$$E_{in} = ER \times LF \times OT \times ETT$$

$$OT = \text{total hour}_{m1} + \dots + \text{total hour}_{m12}$$

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

$E_{in}$  = ปริมาณพลังงานขาเข้าที่ป้อนให้อุปกรณ์ (BTU/yr)

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

$ER$  = Equipment Rating (hp)

$LF$  = Equipment loading factor (fraction)

$OT$  = ปริมาณชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ต่อปี (hr/yr)

$ETT$  = Equipment Thermal efficiency (BTU<sub>in</sub>/hp-hr<sub>out</sub>)

total hour<sub>m1-12</sub> = ปริมาณชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์  
ใน 1-12 เดือน

หมายเหตุ

สมการ (5) ใช้ค่า  $EF_{GHG}$  จากตาราง a-1

ใช้ค่า  $ETT$  จากตาราง a-3

#### 4.1.2 แหล่งกำเนิดที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion Emissions)

เกิดจากการเผาไหม้จากยานพาหนะที่มีการเคลื่อนที่ เช่น รถยนต์ รถบรรทุกน้ำมัน เรือโดยสาร เรือสำรวจ เรือขนส่งน้ำมัน รถไฟขนส่งน้ำมัน เฮลิคอปเตอร์ เป็นต้น โดยผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญาแบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ เป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ในการคำนวณจะต้องทราบชนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้เป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

สมการ (6)

$$E_{GHG} = FC \times EF_{GHG}$$

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

$FC$  = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปี (L หรือ kg)

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

วิธีที่ 2 กรณีทราบระยะทางและชนิดยานพาหนะ

สมการ (7) – รถยนต์ และจักรยานยนต์

$$E_{GHG} = D \times \left(\frac{1}{FE}\right) \times EF_{GHG}$$

สมการ (8) – รถกระบะ และรถตู้บรรทุก

$$E_{GHG} = D \times L \times EF_C$$

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (kgCO<sub>2</sub>e/yr)

$D$  = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (km)

$FE$  = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของยานยนต์

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (tonCO<sub>2</sub>e/yr)

$D$  = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (km)

$L$  = น้ำหนักบรรทุก (ton)

$EF_C$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด



สมการ (9) – เรือ

$$E_{GHG} = FC \times EF_{GHG}$$

$$FC = FE \times TD$$

สมการ (10) – รถไฟ

$$E_{GHG} = D \times L \times FE \times EF_{GHG}$$

สมการ (11) – ขนส่งทางอากาศ

$$E_{GHG} = D \times \left(\frac{1}{FE}\right) \times EF_{GHG}$$

โดยที่

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (tonCO<sub>2</sub>e/yr)

FC = ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อปีในการเดินเรือ (tonne)

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

FE = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเรือ (tonne/day)

TD = จำนวนวันที่มีการเดินเรือต่อปี

D = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (km)

L = น้ำหนักบรรทุก (ton)

FE = 222 kJ/tonne-km หรือ 337 BTU/ton-mile

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

D = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (km)

FE = 0.16 km/L หรือ 0.38 mile/gallon

$EF_{GHG}$  = Emission Factor รวมก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ชนิด

หมายเหตุ

สมการ (6) (7) (9) และ (10) ใช้ค่า  $EF_{GHG}$  จากตาราง b-1

สมการ (7) ใช้ค่า FE จากตาราง b-2

สมการ (8) ใช้ค่า  $EF_C$  จากตาราง b-3

สมการ (9) ใช้ค่า FE จากตาราง b-4

สมการ (11) ใช้ค่า  $EF_{GHG}$  จากตาราง b-1 หรือ a-2

หากเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น เอทานอล ไบโอดีเซล หรือเชื้อเพลิงผสมระหว่างเชื้อเพลิงฟอสซิลกับเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น E85 และ B20 เป็นต้น ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสัดส่วนของเชื้อเพลิงฟอสซิลในเชื้อเพลิงนั้น เช่น รถกระบะใช้น้ำมัน B20 จำนวน 1,000 ลิตรต่อปี การคำนวณจะแบ่งออกเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มาจากคาร์บอนไดออกไซด์จากเอทานอลจำนวน 200 ลิตร และน้ำมันดีเซลจำนวน 800 ลิตร อย่างไรก็ตาม คาร์บอนในเอทานอลถือว่าเป็น Biogenic carbon ซึ่งตามหลักเกณฑ์ 2006 IPCC Guidelines กำหนดให้ไม่ต้องนำปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก Biogenic carbon มารวมในบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น รถยนต์ใช้น้ำมัน E20 จำนวน 1,000 ลิตรต่อปี การคำนวณจะคิดการเผาไหม้น้ำมันเบนซินจำนวน 800 ลิตรเท่านั้น ส่วนการเผาไหม้คาร์บอนจากเอทานอลจำนวน 200 ลิตรไม่ต้องคำนวณและไม่นำมารวมในบัญชีรายการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น

#### 4.1.3 แหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ (Flare Emissions)

เกิดจากการเผาไหม้ก๊าซที่เหลือจากกระบวนการผลิตและไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในการคำนวณจะกำหนดให้มีความสมบูรณ์ของการเผาไหม้ 98% และต้องทราบปริมาณก๊าซที่เผาไหม้ต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 3 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีทราบองค์ประกอบของก๊าซที่เผาไหม้

สมการ (12)

$$E_{CO_2} = FC \times \frac{1}{\text{molar volume conversion}} \times [(f_{C \text{ flare}} \times 0.98) + f_{CO_2}] \times 44 \times (4.536 \times 10^{-4})$$

โดยที่

$E_{CO_2}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (kgCO<sub>2</sub>/yr)

FC = ปริมาณก๊าซที่เผาไหม้ต่อปี (scf/yr)

$f_{C \text{ flare}}$  = สัดส่วนของคาร์บอนในก๊าซที่เผาไหม้ (lb mole C / lb mole flare gas)

$f_{CO_2}$  = สัดส่วนของ CO<sub>2</sub> โดยโมลในก๊าซที่เผาไหม้ (lb mole CO<sub>2</sub> / lb mole flare gas)

molar volume conversion = 379.3 scf/lb mole fuel

สมการ (13)

$$E_{CH_4} = FC \times f_{CH_4} \times \% \text{ residual } CH_4 \times \frac{1}{\text{molar volume conversion}} \times MW_{CH_4} \times (4.536 \times 10^{-4})$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (kgCH<sub>4</sub>/yr)

FC = ปริมาณก๊าซที่เผาไหม้ต่อปี (scf/yr)

$f_{CH_4}$  = สัดส่วนของ CH<sub>4</sub> ในก๊าซที่เผาไหม้ (lb mole CH<sub>4</sub> / lb mole flare gas)

% residual CH<sub>4</sub> = สัดส่วนของ CH<sub>4</sub> ที่ไม่ถูกเผาไหม้ เท่ากับ 2%

MW<sub>CH<sub>4</sub></sub> = น้ำหนักโมเลกุล CH<sub>4</sub> เท่ากับ 16 lb/lb mole CH<sub>4</sub>

molar volume conversion = 379.3 scf/lb mole fuel

วิธีที่ 2 กรณีไม่ทราบองค์ประกอบของก๊าซที่เผาไหม้

ให้คำนวณจากสมการ (11) และ (12) โดยใช้ข้อมูลองค์ประกอบของก๊าซตามตารางที่ c-1

วิธีที่ 3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสไดออกไซด์จากการเผาไหม้

สมการ (14)

$$E_{N_2O} = V \times EF_{N_2O}$$

โดยที่

$E_{N_2O}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสไดออกไซด์ต่อปี (tonN<sub>2</sub>O/yr)

V = ปริมาณปิโตรเลียมที่ผลิตต่อปี (bbl หรือ MMscf)

EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = Emission Factor ของก๊าซไนตรัสไดออกไซด์

หมายเหตุ

สมการ (14) ใช้ค่า EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub> จากตาราง c-2

## 4.2 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม และการระบายทางช่องเปิดของอุปกรณ์ (Process and Vented Emissions)

เกิดจากการระบายก๊าซเรือนกระจกออกจากทางช่องเปิดของอุปกรณ์หรือกระบวนการต่าง ๆ โดยแบ่งจากแหล่งกำเนิดได้ 5 ประเภท ดังนี้

### 4.2.1 หน่วยการดึงความชื้นออกจากก๊าซ

เกิดจากหน่วยที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพก๊าซ โดยใช้สาร Glycol ดึงความชื้น และในการคำนวณจะต้องทราบปริมาณก๊าซที่ป้อนเข้าหน่วยเป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีใช้สารไกลคอล (Glycol Dehydrator) โดยที่

สมการ (15)

$$E_{CH_4} = V \times EF_{CH_4}$$

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

$V$  = ปริมาณก๊าซที่ผ่าน Glycol Dehydration Unit ต่อปี (MMscf)

$EF_{CH_4}$  = Emission Factor ของก๊าซมีเทน

หมายเหตุ

สมการ (15) ใช้ค่า  $EF_{CH_4}$  จากตาราง d-1

วิธีที่ 2 กรณีใช้ตัวกลางดูดซับ (Desiccant Dehydrator)

สมการ (16)

$$E_{CH_4} = (0.25\pi D^2) \times H \times G \times N \times (P_2/P_1) \times \%CH_4 \times (1.913 \times 10^{-5})$$

สมการ (17)

$$E_{CO_2} = (0.25\pi D^2) \times H \times G \times N \times (P_2/P_1) \times \%CO_2 \times (5.262 \times 10^{-5})$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

$E_{CO_2}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (tonCO<sub>2</sub>/yr)

$D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ (ft)

$H$  = ความสูงท่อ (ft)

$G$  = สัดส่วนโดยปริมาตรของก๊าซในหอดูดซับ = 1 - Fraction of desiccant packing

$N$  = จำนวนครั้งการเปลี่ยนถ่ายตัวกลางดูดซับต่อปี

$P_1$  = ความดันบรรยากาศ = 14.7 Psia

$P_2$  = ความดันของก๊าซภายในหอดูดซับ (Psia)

$\%CH_4$  = องค์ประกอบก๊าซมีเทนโดยโมล (% mole) ในก๊าซที่ป้อนเข้าหอดูดซับ

$\%CO_2$  = องค์ประกอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยโมล (% mole) ในก๊าซที่ป้อนเข้าหอดูดซับ

#### 4.2.2 การระบายก๊าซเรือนกระจกจาก Cold Process and Vents

เกิดจากกระบวนการผลิตหรือการทดสอบหลุม (Well testing) และในการคำนวณต้องทราบปริมาณก๊าซที่ป้อนเข้าหน่วยเป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 1 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตน้ำมันดิบและผลิตก๊าซ  
สมการ (18)

$$(1) E_{CH_4} = V_{oil} \times GOR \times \%CH_4 \times (N/365) \times (1.913 \times 10^{-5})$$
$$(2) E_{CO_2} = V_{oil} \times GOR \times \%CO_2 \times (N/365) \times (5.262 \times 10^{-5})$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

$E_{CO_2}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (tonCO<sub>2</sub>/yr)

$V_{oil}$  = ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบต่อปี (barrel/yr)

GOR = สัดส่วนก๊าซต่อน้ำมันดิบ (Gas-to-Oil Ratio) (scf/barrel)

%CH<sub>4</sub> = องค์ประกอบก๊าซมีเทนโดยโมล (% mole) ในก๊าซ

%CO<sub>2</sub> = องค์ประกอบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยโมล (% mole) ในก๊าซ

N = จำนวนวันที่มีการ Vent ต่อปี

#### 4.2.3 ถังเก็บ

เกิดจากการลดลงของความดันในถังเก็บ ทำให้ก๊าซบางส่วนแยกตัวออกมาจากน้ำมันดิบ (Flash gas) ซึ่งสามารถคำนวณได้ 3 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ถังเก็บน้ำมันดิบ

สมการ (19)

$$E_{CH_4} = GOR \times V_{oil} \times \%CH_4 \times (6.76 \times 10^{-4})$$

$$GOR = G_{Flash\ gas} \times \left[ \left( \frac{P}{519.7 \times 10^{y_g}} \right)_{Separator}^{1.204} - \left( \frac{P}{519.7 \times 10^{y_g}} \right)_{Storage\ Tank}^{1.204} \right]$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

GOR = สัดส่วนก๊าซที่ Flash ต่อบริมาณน้ำมันดิบ (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> oil)

$V_{oil}$  = ปริมาณน้ำมันดิบที่ไหลเข้าถังเก็บ (bbbl)

%CH<sub>4</sub> = องค์ประกอบก๊าซมีเทนใน Flash gas โดยปริมาตร หากไม่มีข้อมูลให้ใช้ค่า 27.4

$G_{Flash\ gas}$  = ความถ่วงจำเพาะของ Flash gas หากไม่มีข้อมูลให้ใช้ค่า 0.9

P = ความดันใน Separator และในถังเก็บ (kPa)

$$y_g = 1.225 + 0.00164 \times T - 1.769/SG_{oil}$$

T = อุณหภูมิใน Separator และถังเก็บ (K)

$$SG_{oil} = \text{ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดิบเทียบกับน้ำ} = 141.5/131.5 + G_{oil}$$

G<sub>oil</sub> = API gravity ของน้ำมันดิบที่ 60 °F

วิธีที่ 2 ถังเก็บคอนเดนเสท

สมการ (20)

$$E_{CH_4} = V_c \times EF_c$$

โดยที่

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

V<sub>c</sub> = ปริมาณคอนเดนเสทที่เข้าถังเก็บต่อปี (bbbl)

EF<sub>c</sub> = Methane flashing emission = 2.3 x 10<sup>-3</sup> tonCH<sub>4</sub>/bbbl

วิธีที่ 3 ถังเก็บน้ำจากกระบวนการผลิต

สมการ (21)

$$E_{CH_4} = V_{pw} \times EF_{Flash}$$

โดยที่

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

V<sub>pw</sub> = ปริมาณน้ำจากกระบวนการผลิตที่เข้าถังเก็บต่อปี (bbbl)

EF<sub>Flash</sub> = Emission Factor ของก๊าซมีเทน จากตาราง d-2

วิธีที่ 4 ถังเก็บที่มี Blanketed Natural gas

สมการ (22)

$$E_{CH_4} = V_b \times \%CH_4 \times 1.913 \times 10^{-5}$$

โดยที่

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

V<sub>b</sub> = ปริมาณน้ำมันดิบที่เติมเข้ามาแทนที่ก๊าซธรรมชาติ (bbbl)

%CH<sub>4</sub> = องค์ประกอบของก๊าซมีเทนโดยโมล (%mole) ในก๊าซธรรมชาติ

หมายเหตุ

คำนวณที่สภาวะมาตรฐาน ความดัน 1 atm, อุณหภูมิ 60 °F

#### 4.2.4 การระบายก๊าซเรือนกระจกจาก Loading Operations

เกิดจากกระบวนการขนถ่ายน้ำมันดิบหรือคอนเดนเสทจากถังเก็บไปยังผู้ซื้อ โดยบรรจุลงถังเก็บของรถบรรทุก รถไฟ หรือเรือ ในการคำนวณต้องทราบปริมาณที่ขนถ่ายต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณได้ 1 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 การปล่อยก๊าซมีเทน

สมการ (23)

$$E_{CH_4} = V_L \times EF_{TOC} \times 0.15$$

โดยที่

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

V<sub>L</sub> = ปริมาณน้ำมันดิบหรือคอนเดนเสทที่ขนถ่ายต่อปี (m<sup>3</sup>)

EF<sub>TOC</sub> = TOC Emission factor จากตาราง d-3 (tonne TOC/10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> loaded)

#### 4.2.5 การระบายก๊าซเรือนกระจกจาก Venting sources อื่น ๆ สามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 Mud Degassing

สมการ (24)

$$E_{CH_4} = EF_M \times N \times \frac{(\%CH_4 \text{ actual})}{\%CH_4 \text{ default}}$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

$EF_M$  = Emission Factor จากตาราง d-4

$N$  = จำนวนวันที่มีการขุดเจาะ

$\%CH_4 \text{ actual}$  = องค์ประกอบของก๊าซมีเทน

$\%CH_4 \text{ default}$  = 83.85%

วิธีที่ 2 None-routine emissions

$$E_{CH_4} = EF_{CH_4} \times N \times \frac{(\%CH_4 \text{ actual})}{\%CH_4 \text{ default}}$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

$EF_M$  = Emission Factor จากตาราง d-4

$N$  = จำนวนอุปกรณ์หรือจำนวนครั้งที่มีการกิจกรรม

$\%CH_4 \text{ actual}$  = องค์ประกอบของก๊าซมีเทนโดยโมล (%mole)

$\%CH_4 \text{ default}$  = 78.8%

หมายเหตุ กำหนด  $\frac{\%CH_4 \text{ actual}}{\%CH_4 \text{ default}} = 1$  เมื่อไม่ทราบ  $\%CH_4 \text{ actual}$

#### 4.2.6 การใช้วัตถุระเบิด สามารถคำนวณได้ 1 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีใช้ Ammonium Nitrate Fuel Oil (ANFO) โดยที่

$$E_{GHG} = \text{ANFO Consumption} \times EF$$

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (tonneCO<sub>2</sub>e/yr)

ANFO Consumption = ปริมาณการใช้ ANFO

$EF$  = Emission Factor = 0.17 tonne CO<sub>2</sub>/tonne ANFO

#### 4.2.7 การใช้สารดับเพลิง สามารถคำนวณได้ 1 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีมี Fluorinated gas หรือ CO<sub>2</sub> เป็นองค์ประกอบ

โดยที่

$$E_{GHG} = N \times GWP$$

$E_{GHG}$  = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปี (CO<sub>2</sub>e/yr)

$N$  = ปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้ต่อปี (kg)

### 4.3 ก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วซึม (Fugitive Emissions)

เกิดจากการรั่วซึมออกจากอุปกรณ์ โดยแบ่งจากแหล่งกำเนิดได้ 3 ประเภท ดังนี้

#### 4.3.1 การรั่วซึมจากอุปกรณ์ (Equipment Leak)

เกิดจากการรั่วซึมจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ในการคำนวณต้องทราบปริมาณการผลิต น้ำมันดิบหรือก๊าซต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งสามารถคำนวณตามแหล่งกำเนิดจากการดำเนินงานได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 การผลิตจากแหล่งบนบกและในทะเล  
สมการ (25)

$$E_{CH_4} = P \times EF_f \times \frac{(\%CH_4 \text{ actual})}{\%CH_4 \text{ default}}$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณก๊าซมีเทนที่รั่วซึมต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

P = ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบหรือก๊าซต่อปี (bbl หรือ MMscf)

EF<sub>f</sub> = Emission Factor จากตาราง e-1 (tonCH<sub>4</sub>/unit)

%CH<sub>4</sub> actual = องค์กรประกอบของก๊าซมีเทน

%CH<sub>4</sub> default = องค์กรประกอบของก๊าซมีเทน จากตาราง e-1

หมายเหตุ กำหนด  $\frac{\%CH_4 \text{ actual}}{\%CH_4 \text{ default}} = 1$  เมื่อไม่ทราบ %CH<sub>4</sub> actual

วิธีที่ 2 การแยกและปรับปรุงคุณภาพก๊าซ

$$E_{CH_4} = P \times EF_f \times \frac{(\%CH_4 \text{ actual})}{\%CH_4 \text{ default}}$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณก๊าซมีเทนที่รั่วซึมต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

P = ปริมาณการผลิตก๊าซต่อปี (MMscf)

EF<sub>f</sub> = Emission Factor จากตาราง e-1

%CH<sub>4</sub> actual = องค์กรประกอบของก๊าซมีเทน

%CH<sub>4</sub> default = 86.6% ดังตาราง e-1

หมายเหตุ กำหนด  $\frac{\%CH_4 \text{ actual}}{\%CH_4 \text{ default}} = 1$  เมื่อไม่ทราบ %CH<sub>4</sub> actual

#### 4.3.2 การรั่วซึมอื่น ๆ (Other Fugitive Emissions)

เกิดจากการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพซึ่งจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน การคำนวณต้องทราบปริมาณของน้ำเสียที่นำไปบำบัดต่อปีเป็นอย่างน้อย ซึ่งแบ่งการคำนวณตามประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย เป็น 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 ระบบบำบัดแบบเติมอากาศ

สมการ (26)

$$E_{CO_2} = V \times 3.785712 \times \frac{BOD_5}{0.7} \times \frac{44}{12} \times 10^{-9}$$

โดยที่

$E_{CO_2}$  = ปริมาณ CO<sub>2</sub> ที่รั่วซึมต่อปี (tonCO<sub>2</sub>/yr)

V = ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดต่อปี (gallon/yr)

BOD<sub>5</sub> = ค่า BOD ที่ 5 วัน (mg/L)

วิธีที่ 2 ระบบบำบัดแบบไม่เติมอากาศ

สมการ (27)

$$E_{CH_4} = [(V \times COD - S)] \times B \times MCF \times 0.001$$

โดยที่

$E_{CH_4}$  = ปริมาณก๊าซมีเทนที่รั่วซึมต่อปี (tonCH<sub>4</sub>/yr)

V = ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดต่อปี (m<sup>3</sup>/yr)

S = ปริมาณกากตะกอนที่ถูกกำจัด (kg COD/yr)

B = 0.25 kg CH<sub>4</sub>/kg COD

COD = ค่าเฉลี่ยภาระความสกปรกของน้ำเสีย (kg/m<sup>3</sup>)

MCF = Methane correction factor จากตาราง e-2

#### 4.3.3 การรั่วซึมของก๊าซที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ (Fluorinated Fugitive Emissions)

เกิดจากการรั่วซึมของน้ำยาทำความเย็นที่มีฟลูออไรด์เป็นองค์ประกอบ เช่น HFCs PFCs และ SF<sub>6</sub> ซึ่งการคำนวณต้องทราบชนิดของน้ำยาทำความเย็นที่เติมเป็นอย่างน้อย แบ่งเป็น 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีทราบปริมาณของน้ำยาที่เติม

โดยที่

$$E_{\text{Fluorinated gas}} = V \times \text{GWP}$$

$E_{\text{Fluorinated gas}}$  = ปริมาณ Fluorinated gas ที่รั่วซึมต่อปี (CO<sub>2</sub>e/yr)

V = ปริมาณของน้ำยาที่เติมต่อปี (kg)

GWP = ค่า GWP ของน้ำยาทำความเย็น จากตาราง e-4

วิธีที่ 2 กรณีไม่ทราบปริมาณของน้ำยาที่เติม

สมการ (28)

$$E_{\text{Fluorinated gas}} = C \times EF_{\text{Operationg}} \times 0.001 \times N \times \text{GWP}$$

โดยที่

$E_{\text{Fluorinated gas}}$  = ปริมาณ Fluorinated gas ที่รั่วซึมต่อปี (CO<sub>2</sub>e/yr)

C = ความจุของอุปกรณ์ที่เติม Fluorinated gas

$EF_{\text{Operationg}}$  = ค่าการรั่วซึมของอุปกรณ์ต่อปี จากตาราง e-3

N = จำนวนอุปกรณ์

GWP = ค่า GWP ของน้ำยาทำความเย็น จากตาราง e-4

วิธีที่ 3 การรั่วซึมจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภท

โดยที่

$$E_{\text{Fluorinated gas}} = V \times \text{GWP}$$

$E_{\text{Fluorinated gas}}$  = ปริมาณ Fluorinated gas ที่รั่วซึมต่อปี (CO<sub>2</sub>e/yr)

V = ปริมาณของน้ำยาที่เติมต่อปี (kg)

GWP = ค่า GWP ของน้ำยาทำความเย็น จากตาราง e-4

#### 4.4 ก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions)

เกิดจากการนำเข้าพลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน หรือน้ำหล่อเย็นจากผู้ผลิตหรือผู้จัดหาพลังงานภายนอก เพื่อนำมาใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ในกิจการสำรวจและผลิตของผู้รับสัมปทาน หรือผู้รับสัญญา แบ่งปันผลผลิต หรือผู้รับสัญญาจ้างบริการ สามารถคำนวณได้ดังสมการ

สมการ (29)

$$E_{\text{GHG}} = \text{Energy consumption} \times \text{EF}$$

หมายเหตุ

1) กรณีซื้อหรือนำเข้าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กำหนด  $EF = 0.5813 \text{ kCO}_2/\text{kwh}$

2) กรณีซื้อหรือนำเข้าไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชน กำหนด EF ตามผู้ผลิต หากไม่ทราบให้ใช้  $0.5813 \text{ kgCO}_2/\text{kwh}$



### 5. ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor : EF)

ตารางที่ a-1 ค่า  $EF_{GHG}$  สำหรับคำนวณ Stationary Combustion

| ชนิดเชื้อเพลิง           | หน่วย | $EF_{GHG}$ (Kg CO <sub>2</sub> e/หน่วย) | อ้างอิง         |
|--------------------------|-------|---|-----------------|
| ก๊าซธรรมชาติ             | MJ    | 0.0099                                  | Ecoinvent 2.0   |
| ก๊าซธรรมชาติ             | Scf   | 0.0670                                  | IPCC            |
| ก๊าซหุงต้ม (LPG)         | MJ    | 0.0612                                  | Frankin US 98   |
| ก๊าซหุงต้ม (LPG)         | L     | 1.6812                                  | IPCC            |
| ก๊าซหุงต้ม (LPG)         | Kg    | 3.1100                                  | IPCC            |
| ถ่านหิน (Coking Coal)    | Kg    | 2.6268                                  | IPCC            |
| ถ่านหินลิกไนต์ (Lignite) | Kg    | 1.0624                                  | IPCC            |
| ถ่านหินบิทูมินัสอื่น ๆ   | Kg    | 2.5070                                  | IPCC            |
| ดีเซล                    | L     | 2.7080                                  | IPCC 2007, DEDE |
| น้ำมันเตา                | Kg    | 0.6200                                  | LCA DK          |
| น้ำมันเตา                | MJ    | 0.0926                                  | Ecoinvent 2.0   |
| น้ำมันเตา                | L     | 3.0883                                  | IPCC            |
| น้ำมันก๊าด (Kerosene)    | L     | 2.4777                                  | IPCC            |
| สารชีวมวล (Biomass)      | Kg    | 0.6930                                  | IPCC            |

ที่มา : แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554

ตารางที่ a-2 ค่า  $EF_{CO_2}$ ,  $EF_{CH_4}$  และ  $EF_{N_2O}$  สำหรับคำนวณ Stationary Combustion

| ชนิดเชื้อเพลิง                 | $EF_{CO_2}$                      |                                  | $EF_{CH_4}$                      |                                  | $EF_{N_2O}$                      |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                                | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (LHV) | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (HHV) | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (LHV) | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (HHV) | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (LHV) | Tonnes /10 <sup>12</sup> J (HHV) |
|                                | Anthracite                       |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.50E-03                         |
| Anthracite Coal                | 103.4                            | 98.2                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Asphalt and Road Oil           | 75.4                             | 71.7                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Aviation Gas                   | 69.0                             | 65.6                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Aviation Gasoline/Jet Gasoline |                                  |                                  | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Biogasoline                    |                                  |                                  | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Biodiesels                     |                                  |                                  | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Bitumen                        | 80.7                             | 76.6                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Bituminous Coal                | 93.2                             | 88.6                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Charcoal                       |                                  |                                  | 2.00E-01                         | 1.90E-01                         | 4.00E-03                         | 3.80E-03                         |
| Coal Tar                       |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.50E-03                         | 1.42E-03                         |
| Coke                           | 113.7                            | 108.0                            |                                  |                                  |                                  |                                  |

ตารางที่ a-2 ค่า  $EF_{CO_2}$ ,  $EF_{CH_4}$  และ  $EF_{N_2O}$  สำหรับคำนวณ Stationary Combustion (ต่อ)

| ชนิดเชื้อเพลิง                | $EF_{CO_2}$                      |                                  | $EF_{CH_4}$                      |                                  | $EF_{N_2O}$                      |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                               | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(LHV) | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(HHV) | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(LHV) | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(HHV) | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(LHV) | Tonnes<br>/ $10^{12}$ J<br>(HHV) |
| Coke Oven Gas                 |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.00E-04                         | 1.00E-04                         | 9.00E-05                         |
| Coke (CokeOven/Lignite/Gas)   | 107.1                            | 101.7                            | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.50E-03                         | 1.42E-03                         |
| Coking Coal                   |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.50E-03                         | 1.42E-03                         |
| Crude Oil                     | 74.4                             | 70.7                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Ethane                        |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Distillate Fuel (#1,2,4)      | 73.0                             | 69.3                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Electric Utility Coal         | 94.5                             | 89.8                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                               | 94.2                             | 89.5                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Ethanol                       | 70.8                             | 67.2                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Flexicoker Low BTU Gas        | 119.5                            | 107.6                            |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Fuel Oil #4                   | 76.0                             | 72.2                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Gas Coke                      |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.00E-04                         | 9.50E-05                         |
| Gas/Diesel Oil                | 74.1                             | 70.4                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Industrial Coking Coal        | 93.5                             | 88.8                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Jet Fuel                      | 70.7                             | 67.2                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Jet Gasoline                  |                                  |                                  | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Kerosene                      | 72.1                             | 68.5                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Landfill Gas                  |                                  |                                  | 1.00E-03                         | 9.00E-04                         | 1.00E-04                         | 9.00E-05                         |
| Lignite                       | 96.2                             | 91.4                             | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.50E-03                         | 1.42E-03                         |
|                               | 63.0                             | 59.9                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Liquefied Petroleum Gas (LPG) | 62.1                             | 59.0                             | 1.00E-03                         | 9.50E-04                         | 1.00E-04                         | 9.50E-05                         |
| Liquefied Petroleum Gas (LPG) | 63.0                             | 59.9                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Lubricants                    | 74.0                             | 70.3                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Butane (normal)               | 64.8                             | 61.5                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Ethane                        | 59.4                             | 56.5                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Isobutane                     | 64.9                             | 61.7                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Propane                       | 62.9                             | 59.8                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Miscellaneous Product         | 74.4                             | 70.7                             |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Motor Gasoline (Petrol)       | 70.7                             | 67.2                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Naphtha (<401°F)              | 66.4                             | 63.0                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |
| Nat. Gas Liquids              | 64.2                             | 61.0                             | 3.00E-03                         | 2.85E-03                         | 6.00E-04                         | 5.70E-04                         |

ตารางที่ a-2 ค่า  $EF_{CO_2}$ ,  $EF_{CH_4}$  และ  $EF_{N_2O}$  สำหรับคำนวณ Stationary Combustion (ต่อ)

| ชนิดเชื้อเพลิง                                | $EF_{CO_2}$                            |  | $EF_{CH_4}$                            |  | $EF_{N_2O}$                            |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
|   | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(LHV) | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(HHV) | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(LHV) | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(HHV) | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(LHV) | Tonnes<br>/10 <sup>12</sup> J<br>(HHV) |
| Natural Gas (Pipeline)                        | 55.9                                   | 50.3                                   | 1.00E-03                               | 9.00E-04                               | 1.00E-04                               | 9.00E-05                               |
| Natural Gas (Flared – 1,130<br>Btu/scf basis) | 57.6                                   | 51.9                                   |  |  |  |  |
| Other Biogas                                  |  |  | 1.00E-03                               | 9.00E-04                               | 1.00E-04                               | 9.00E-05                               |
| Other Bituminous Coal                         | 94.6                                   | 89.9                                   | 1.00E-03                               | 9.50E-04                               | 1.50E-03                               | 1.42E-03                               |
| Other Industrial Coal                         | 93.8                                   | 89.1                                   |  |  |  |  |
| Other Kerosene                                |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Other Liquid Biofuels                         |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Other Petroleum Products                      |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Other Primary Solid Biomass                   |  |  | 3.00E-02                               | 2.85E-02                               | 4.00E-03                               | 3.80E-03                               |
| Oil Shale and Tar Sands                       | 106.7                                  | 101.4                                  | 1.00E-03                               | 9.50E-04                               | 1.50E-03                               | 1.42E-03                               |
| Other Oil (>401°F)                            | 73.0                                   | 69.3                                   |  |  |  |  |
| Peat  | 106.0                                  | 100.7                                  | 1.00E-03                               | 9.50E-04                               | 1.50E-03                               | 1.42E-03                               |
| Pentanes Plus                                 | 66.7                                   | 63.4                                   |  |  |  |  |
| Petrochemical Feedstocks                      | 70.9                                   | 67.3                                   |  |  |  |  |
| Petroleum Coke                                | 101.9                                  | 96.8                                   | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Paraffin Waxes                                |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Petroleum Waxes                               | 95.1                                   | 90.4                                   | 3.00E-02                               | 2.85E-02                               | 4.00E-03                               | 3.80E-03                               |
| Refinery Feedstocks                           |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Refinery Gas                                  | 57.6                                   | 51.8                                   | 1.00E-03                               | 9.00E-04                               | 1.00E-04                               | 9.00E-05                               |
| Residential/Commercial Coal                   | 95.1                                   | 90.4                                   |  |  |  |  |
| Residual Fuel Oil                             |  |  | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Residual Oil #5                               | 77.8                                   | 73.9                                   |  |  |  |  |
| Residual Oil #6                               | 78.6                                   | 74.7                                   |  |  |  |  |
| Shale Oil                                     | 85.8                                   | 81.5                                   |  |  |  |  |
| Sludge Gas                                    | 73.3                                   | 69.7                                   | 3.00E-03                               | 2.85E-03                               | 6.00E-04                               | 5.70E-04                               |
| Sub-Bituminous Coal                           |  |  | 1.00E-03                               | 9.50E-04                               | 1.50E-03                               | 1.42E-03                               |
| Special Naphtha                               | 72.7                                   | 69.0                                   |  |  |  |  |
| Still Gas                                     | 67.6                                   | 60.9                                   |  |  |  |  |
| Sub-bituminous Coal                           | 96.9                                   | 92.0                                   |  |  |  |  |
| Tires/Tire Derived Fuel                       | 72.5                                   | 68.8                                   |  |  |  |  |
| Unfinished Oils                               | 74.4                                   | 70.7                                   |  |  |  |  |
| Waste Oil                                     |  |  | 1.00E-03                               | 9.00E-04                               | 1.00E-04                               | 9.00E-05                               |
| Waste Wood/Wood                               |  |  | 3.00E-02                               | 2.85E-02                               | 4.00E-03                               | 3.80E-03                               |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ a-3 ค่า Equipment Thermal Efficiency (ETT) ของอุปกรณ์สำหรับคำนวณ Stationary Combustion

| Generator Type  | Fuel Type             | Original Units       |                           | Converted Units          |           |           |                          |
|---|-----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|
|   |                       | HHV Basis            |                           | LHV Basis                |           |           |                          |
|   |                       | Btu/kW-hr            | Btu/hp-hr                 | J (Input)/<br>J (Output) | Btu/kW-hr | Btu/hp-hr | J (Input)/<br>J (Output) |
| Advanced Combustion Turbine   | Not Specified         | 9,289                | 6,927                     | 2.722                    |           |           |                          |
| Advanced Gas / Oil Combined Cycle                                     | Not Specified         | 6,752                | 5,035                     | 1.979                    |           |           |                          |
| Advanced Gas / Oil Combined Cycle with Carbon Sequestration           | Not Specified         | 8,613                | 6,423                     | 2.524                    |           |           |                          |
| Biomass   | Not Specified         | 8,911                | 6,645                     | 2.612                    |           |           |                          |
| Combined Heat and Power   | Natural Gas           | 5,000 –              | 3,729 –                   | 1.465 –                  | 4,750 –   | 3,542 –   | 1.392 –                  |
|   |                       | 6,000                | 4,474                     | 1.758                    | 5,700     | 4,250     | 1.671                    |
| Combined Cycle Single Shaft   | Natural Gas           | 8,952                | 6,676                     | 2.624                    | 8,057     | 6,008     | 2.361                    |
| Combined Cycle Steam Turbine with Supplemental Firing                 | Natural Gas           | 10,229               | 7,628                     | 2.998                    | 9,206     | 6,865     | 2.698                    |
| Conventional Combustion Turbine                                       | Not Specified         | 10,833               | 8,078                     | 3.175                    |           |           |                          |
| Conventional Gas / Oil Combined Cycle                                 | Not Specified         | 7,196                | 5,366                     | 2.109                    |           |           |                          |
| Distributed Generation – Baseload                                     | Not Specified         | 9,200                | 6,860                     | 2.696                    |           |           |                          |
| Distributed Generation – Peak   | Not Specified         | 10,257               | 7,649                     | 3.006                    |           |           |                          |
| Fuel Cells  | Not Specified         | 7,930                | 5,913                     | 2.324                    |           |           |                          |
| Gas Turbine   | Liquefied Propane Gas | 13,503               | 10,069                    | 3.957                    | 12,828    | 9,566     | 3.759                    |
|   | Natural Gas           | 13,918               | 10,379                    | 4.079                    | 12,526    | 9,341     | 3.671                    |
|   | Refinery Gas          | 15,000               | 11,186                    | 4.396                    | 13,500    | 10,067    | 3.956                    |
| Geothermal  | Not Specified         | 35,376               | 26,380                    | 10.368                   |           |           |                          |
| Integrated Coal-Gasification Combined Cycle                           | Not Specified         | 8,765                | 6,536                     | 2.569                    |           |           |                          |
| Integrated Coal-Gasification Combined Cycle with Carbon Sequestration | Not Specified         | 10,781               | 8,039                     | 3.160                    |           |           |                          |
| Internal Combustion Engine  | Gasoline              | 9,387<br>(converted) | 7,000<br>(original units) | 2.751                    | 8,918     | 6,650     | 2.614                    |
|   | Natural Gas           | 10,538               | 7,858                     | 3.088                    | 9,484     | 7,072     | 2.780                    |
|   | No. 2 Fuel Oil        | 10,847               | 8,089                     | 3.179                    | 10,305    | 7,684     | 3.020                    |
|   | Refinery Gas          | 14,000               | 10,440                    | 4.103                    | 12,600    | 9,396     | 3.693                    |

ตารางที่ a-3 ค่า Equipment Thermal Efficiency (ETT) ของอุปกรณ์สำหรับคำนวณ Stationary Combustion (ต่อ)

| Generator Type         | Fuel Type                        | Original Units |           | Converted Units          |           |           |                          |
|------------------------|----------------------------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|
|                        |                                  | HHV Basis      |           |                          | LHV Basis |           |                          |
|                        |                                  | Btu/kW-hr      | Btu/hp-hr | J (Input)/<br>J (Output) | Btu/kW-hr | Btu/hp-hr | J (Input)/<br>J (Output) |
| Scrubbed Coal – New    | Not Specified                    | 9,200          | 6,860     | 2.696                    |           |           |                          |
| Steam Turbine (Boiler) | Coal<br>(Anthracite)             | 11,792         | 8,793     | 3.456                    | 11,202    | 8,354     | 3.283                    |
|                        | Coal Bitu<br>(minous)            | 9,941          | 7,413     | 2.913                    | 9,444     | 7,042     | 2.768                    |
|                        | Coal (Lignite)                   | 10,933         | 8,153     | 3.204                    | 10,386    | 7,745     | 3.044                    |
|                        | Coal (Sub -<br>Bituminous)       | 10,354         | 7,721     | 3.034                    | 9,836     | 7,335     | 2.883                    |
| Steam Turbine (Boiler) | Liquefied<br>Propane Gas         | 14,200         | 10,589    | 4.162                    | 13,490    | 10,059    | 3.954                    |
|                        | Natural Gas                      | 10,502         | 7,831     | 3.078                    | 9,452     | 7,048     | 2.770                    |
|                        | No. 2 Fuel<br>Oil                | 8,653          | 6,453     | 2.536                    | 8,220     | 6,130     | 2.409                    |
|                        | Refuse,<br>Bagasses,<br>non-wood | 13,706         | 10,221    | 4.017                    | 13,021    | 9,710     | 3.816                    |
|                        | Wood and<br>Wood Waste           | 15,725         | 11,726    | 4.609                    | 14,939    | 11,140    | 4.378                    |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ b-1 ค่า  $EF_{GHG}$  สำหรับคำนวณ Mobile Combustion

| ชนิดเชื้อเพลิง     | หน่วย | $EF_{GHG}$ (Kg CO <sub>2</sub> e/หน่วย) | อ้างอิง                                |
|--------------------|-------|---|--|
| ดีเซล              | L     | 2.7446                                  | IPCC                                   |
| ก๊าซธรรมชาติ (CNG) | Kg    | 2.2472                                  | IPCC                                   |
| ก๊าซหุงต้ม (LPG)   | L     | 1.5362                                  | IPCC                                   |
| ก๊าซหุงต้ม (LPG)   | Kg    | 2.8400                                  | IPCC                                   |
| เบนซิน             | L     | 2.1896                                  | IPCC                                   |
| ไบโอดีเซล          | L     | 2.6265                                  | U.S. Energy Information Administration |

ที่มา : แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554

ตารางที่ b-2 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (FE) ประเภทรถยนต์ สำหรับคำนวณ Mobile Combustion

| ประเภทรถยนต์  | ประเภทเชื้อเพลิง | หน่วย | FE     | อ้างอิง                            |
|---|------------------|-------|--------|------------------------------------|
| รถยนต์ขนาดเล็ก (1500 cc)                              | เบนซิน           | km/L  | 17.770 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถยนต์ขนาดกลาง (1600 cc)                              | เบนซิน           | km/L  | 15.238 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถยนต์ขนาดกลาง (1800 cc)                              | เบนซิน           | km/L  | 13.796 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถยนต์ขนาดใหญ่ (2000 cc)                              | เบนซิน           | km/L  | 12.248 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด                                   | เบนซิน           | km/L  | 14.763 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถกระบะบรรทุกทุกเฉลี่ย                                | ดีเซล            | km/L  | 6.369  | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถกระบะส่วนบุคคลขนาด 1 ตัน                            | ดีเซล            | km/L  | 11.111 | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถ NGV  | CNG              | km/kg | 11.905 | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถ LPG  | LPG              | km/L  | 8.929  | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถตู้โดยสาร   | ดีเซล            | km/L  | 10.204 | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถโดยสารประจำทาง                                      | ดีเซล            | km/L  | 2.850  | American Petroleum Institute, 2004 |
| รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ เครื่องยนต์ขนาดเล็กกว่า 125 cc | เบนซิน           | km/L  | 36.625 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ เครื่องยนต์ขนาด 125 cc         | เบนซิน           | km/L  | 38.655 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ เครื่องยนต์ขนาด 120 cc         | เบนซิน           | km/L  | 37.245 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ เครื่องยนต์ขนาด 150 cc         | เบนซิน           | km/L  | 27.625 | กรมควบคุมมลพิษ, 2551               |
| รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะเฉลี่ย ทุกขนาด                  | เบนซิน           | km/L  | 37.640 | กรมควบคุมมลพิษ                     |
| รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะเฉลี่ย ทุกขนาด                  | เบนซิน           | km/L  | 32.435 | กรมควบคุมมลพิษ                     |

ที่มา : แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน, 2554)

ตารางที่ b-3 ค่า EF<sub>C</sub> สำหรับคำนวณ Mobile Combustion

| ประเภทรถยนต์                             | หน่วย  | EF <sub>C</sub><br>(Kg CO <sub>2</sub> e/<br>หน่วย) | อ้างอิง                                 |
|--|--------|---|---|
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน No load   | km     | 0.5429  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน 50% load  | ton-km | 0.0798  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน 75% load  | ton-km | 0.0552  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ B5 16 ตัน Full load | ton-km | 0.0425  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน No load      | km     | 0.6160  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 50% Load     | ton-km | 0.1012  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 75% Load     | ton-km | 0.0719  | TH database, classified and uncertified |

ตารางที่ b-3 ค่า EF<sub>C</sub> สำหรับคำนวณ Mobile Combustion (ต่อ)

| ประเภทรถยนต์                                  | หน่วย  | EF <sub>C</sub><br>(Kg CO <sub>2</sub> e/<br>หน่วย) | อ้างอิง                                 |
|---|--------|---|---|
| รถกระบะบรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน Full load         | ton-km | 0.0555  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน No load             | km     | 0.3270  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 50% Load            | ton-km | 0.2815  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 75 % Load           | ton-km | 0.1920  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน Full load           | ton-km | 0.1472  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน No load   | km     | 0.4461  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน 50% load  | ton-km | 0.1298  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน 75% load  | ton-km | 0.0911  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน Full load | ton-km | 0.0705  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน No load    | km     | 0.5139  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน 50% load   | ton-km | 0.1127  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน 75% load   | ton-km | 0.0800  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน Full load  | ton-km | 0.0639  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน No load   | km     | 0.9065  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 50% load  | ton-km | 0.0830  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 75% load  | ton-km | 0.0588  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน Full load | ton-km | 0.0459  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 20 ล้อ 32 ตัน No load       | km     | 0.8773  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 20 ล้อ 32 ตัน 50% load      | ton-km | 0.0869  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 20 ล้อ 32 ตัน 75% load      | ton-km | 0.0615  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 20 ล้อ 32 ตัน Full load     | ton-km | 0.0464  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน No load       | km     | 1.0655  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน 50% load      | ton-km | 0.0896  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน 75% load      | ton-km | 0.0618  | TH database, classified and uncertified |
| รถกระบะบรรทุกพ่วง 22 ล้อ 32 ตัน Full load     | ton-km | 0.0475  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน No load             | km     | 0.6001  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 50% load            | ton-km | 0.0887  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน 75% load            | ton-km | 0.0614  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 16 ตัน Full load           | ton-km | 0.0473  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน No load               | km     | 0.3492  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 50% load              | ton-km | 0.3546  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน 75% load              | ton-km | 0.2508  | TH database, classified and uncertified |

ตารางที่ b-3 ค่า EF<sub>C</sub> สำหรับคำนวณ Mobile Combustion (ต่อ)

| ประเภทรถยนต์                                | หน่วย  | EF <sub>C</sub><br>(Kg CO <sub>2</sub> e/<br>หน่วย) | อ้างอิง                                 |
|---|--------|---|---|
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อ 7 ตัน Full load           | ton-km | 0.1913  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 1.5 ตัน No load   | km     | 0.2523  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 1.5 ตัน 50% load  | ton-km | 0.3970  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 1.5 ตัน 75% load  | ton-km | 0.2823  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 1.5 ตัน Full load | ton-km | 0.2247  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน No load   | km     | 0.4248  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน 50% load  | ton-km | 0.1247  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน 75% load  | ton-km | 0.0877  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดเล็ก 8.5 ตัน Full load | ton-km | 0.0680  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน No load    | km     | 0.4565  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน 50% load   | ton-km | 0.1062  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน 75% load   | ton-km | 0.0745  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 11 ตัน Full load  | ton-km | 0.0569  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน No load   | km     | 0.8576  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 50% load  | ton-km | 0.0831  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 75% load  | ton-km | 0.0597  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน Full load | ton-km | 0.0465  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน No load       | km     | 0.8216  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 50% Load      | ton-km | 0.0756  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน 75% Load      | ton-km | 0.0536  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกพ่วง 18 ล้อ 32 ตัน Full load     | ton-km | 0.0418  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน No load       | km     | 0.6320  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน 50% Load      | ton-km | 0.0917  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน 75% Load      | ton-km | 0.0642  | TH database, classified and uncertified |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน Full load     | ton-km | 0.0509  | TH database, classified and uncertified |

ที่มา : แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554



ตารางที่ b-4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (FE) ประเภทเรือ สำหรับคำนวณ Mobile Combustion

| ประเภทเรือ                               | Consumption at Full Power (tonne/day)<br>* GRT = Gross Registered Tonnage |
|--|---|
| Solid bulk carriers                      | 20.186 + (0.00049 × GRT)  |
| Liquid bulk carriers                     | 14.685 + (0.00079 × GRT)  |
| General cargo                            | 9.8197 + (0.00143 × GRT)  |
| Container                                | 8.0552 + (0.00235 × GRT)  |
| Passenger/roll-on/roll-off (Ro-Ro)/cargo | 12.834 + (0.00156 × GRT)  |
| High speed ferry                         | 39.483 + (0.00972 × GRT)  |
| Inland cargo                             | 9.8197 + (0.00143 × GRT)  |
| Tugs                                     | 5.6511 + (0.01048 × GRT)  |
| Other ships                              | 9.7126 + (0.00091 × GRT)  |
| All ships                                | 16.263 + (0.001 × GRT)  |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ c-1 ค่าทั่วไปของ Upstream Gas Composition สำหรับคำนวณ Flare Emissions

| Gas Component           | Composition Volume (or mole) %  |                          |
|-------------------------|---|--------------------------|
|                         | Raw or Produce Gas  | Gas Processing Plant     |
| CH <sub>4</sub>         | 80  | 91.9                     |
| Non-methane hydrocarbon | 15 (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )<br>5 (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) | 6.84<br>(MW unspecified) |
| N <sub>2</sub>          | -   | 0.68                     |
| CO <sub>2</sub>         | -   | 0.58                     |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ c-2 ค่า EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub> สำหรับคำนวณ Flare Emission

| Flare Source                                   | EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> | Uncertainty (%) | หน่วย   |
|--|------------------------------|-----------------|---|
| Flaring - gas production                       | 5.9E-07 – 8.2E-07            | -10 to +1000    | tonnes/106 scf gas production                 |
| Flaring - sweet gas processing                 | 7.1E-07 – 9.6E-07            | -10 to +1000    | tonnes/106 scf raw gas feed                   |
| Flaring - sour gas processing                  | 1.5E-06 – 2.1E-06            | -10 to +1000    | tonnes /106 scf raw gas feed                  |
| Flaring - conventional oil<br>Production       | 1.0E-04 – 1.4E-04            | -10 to +1000    | tonnes/103 bbl conventional oil<br>production |
| Flaring - heavy oil/cold bitumen<br>Production | 7.3E-05 – 1.0E-04            | -10 to +1000    | tonnes/103 bbl heavy oil<br>production        |
| Flaring - thermal oil production               | 3.8E-05 – 5.2E-05            | -10 to +1000    | tonnes/103 bbl thermal<br>bitumen production  |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ d-1 ค่า  $EF_{CH_4}$  ของหน่วย Glycol Dehydrator สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions

| Mode of Operation                       | $EF_{CH_4}$ Original Units                           | $EF_{CH_4}$ Converted to Tonnes per Gas Processed Basis |
|---|--|---|
| Gas pump without a flash separator      | 82.63 tonne/yr per $10^6$ $Nm^3$ /day gas processed  | 0.006410 tonnes/ $10^6$ scf gas processed               |
|   |  | 0.2264 tonnes / $10^6$ $m^3$ gas processed              |
| Gas pump with a flash separator         | 1.98 tonne/ yr per $10^6$ $Nm^3$ /day gas processed  | 0.000154 tonnes/ $10^6$ scf gas processed               |
|   |  | 0.00542 tonnes/ $10^6$ $m^3$ gas processed              |
| Electric pump without a flash separator | 21.46 tonne/ yr per $10^6$ $Nm^3$ /day gas processed | 0.001665 tonnes/ $10^6$ scf gas processed               |
|   |  | 0.05879 tonnes/ $10^6$ $m^3$ gas processed              |
| Electric pump with a flash separator    | 1.64 tonne/ yr per $10^6$ $Nm^3$ /day gas processed  | 0.000127 tonnes/ $10^6$ scf gas processed               |
|   |  | 0.00449 tonnes/ $10^6$ $m^3$ gas processed              |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ d-2 ค่า  $EF_{Flash}$  ของ Produced water tank สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions

| Separator Pressure (psi) | Produced Water Salt Content | $EF_{Flash}$                           |  |
|--------------------------|-----------------------------|--|--|
|                          |                             | Tonnes $CH_4$ /1000 bbl produced water | Tonnes $CH_4$ /1000 $m^3$ produced water |
| 50                       | 20%                         | 0.0015                                 | 0.009185                                 |
| 250                      | 20%                         | 0.00986                                | 0.06200                                  |
| 250                      | 10%                         | 0.0150                                 | 0.09414                                  |
| 250                      | 2%                          | 0.0177                                 | 0.11137                                  |
| 250                      | Average of 10.7%            | 0.0142                                 | 0.08917                                  |
| 1000                     | 20%                         | 0.0354                                 | 0.22273                                  |
| 1000                     | 10%                         | 0.0536                                 | 0.33697                                  |
| 1000                     | 2%                          | 0.0634                                 | 0.39896                                  |
| 1000                     | Average of 10.7%            | 0.0508                                 | 0.31955                                  |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ d-3 ค่า  $EF_{TOC}$  จาก Loading Operation สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions

| Loading Type  | Units           |                                | Crude Oil |
|---|-----------------|--------------------------------|-----------|
| Rail / Truck loading submerged loading – dedicated normal service | Original Units  | lb TOC/ $10^3$ gal loaded      | 2         |
|   |                 | mg TOC/L loaded                | 240       |
|   | Converted Units | tonne TOC/ $10^6$ gal loaded   | 0.91      |
|   |                 | tonne TOC/ $10^3$ $m^3$ loaded | 0.240     |
| Rail / Truck loading submerged loading – vapor balance service    | Original Units  | lb TOC/ $10^3$ gal loaded      | 3         |
|   |                 | mg TOC/L loaded                | 400       |
|   | Converted Units | tonne TOC/ $10^6$ gal loaded   | 1.51      |
|   |                 | tonne TOC/ $10^3$ $m^3$ loaded | 0.400     |

ตารางที่ d-3 ค่า  $EF_{TOC}$  จาก Loading Operation สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions (ต่อ)

| Loading Type   | Units           |   | Crude Oil |
|--|-----------------|---|-----------|
| Rail / Truck loading splash loading – dedicated normal service | Original Units  | lb TOC/10 <sup>3</sup> gal loaded               | 5         |
|  |                 | mg TOC/L loaded                                 | 580       |
|  | Converted Units | tonne TOC/10 <sup>6</sup> gal loaded            | 2.20      |
|  |                 | tonne TOC/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> loaded | 0.580     |
| Rail / Truck loading splash loading – vapor balance service    | Original Units  | lb TOC/10 <sup>3</sup> gal loaded               | 3         |
|  |                 | mg TOC/L loaded                                 | 400       |
|  | Converted Units | tonne TOC/ 10 <sup>6</sup> gal loaded           | 1.51      |
|  |                 | tonne TOC/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> loaded | 0.400     |
| Marine loading – Ships/Ocean barges                            | Original Units  | lb TOC/10 <sup>3</sup> gal loaded               | 0.61      |
|  |                 | mg TOC/L loaded                                 | 73        |
|  | Converted Units | tonne TOC/10 <sup>6</sup> gal loaded            | 0.28      |
|  |                 | tonne TOC/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> loaded | 0.073     |
| Marine loading – Barges  | Original Units  | lb TOC/10 <sup>3</sup> gal loaded               | 1.0       |
|  |                 | mg TOC/L loaded                                 | 120       |
|  | Converted Units | tonne TOC/10 <sup>6</sup> gal loaded            | 0.45      |
|  |                 | tonne TOC/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> loaded | 0.120     |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ d-4 ค่า  $EF_M$  จากน้ำโคลน สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions

| Mud Type        | $EF_M$ Original Units<br>(lb THC/drilling day) | $EF_M$ Converted to Tonnes Basis<br>(tonnesCH <sub>4</sub> /drilling day) |
|-----------------|--|---|
| Water-based Mud | 881.84   | 0.2605  |
| Oil-based Mud   | 198.41   | 0.0586  |
| Synthetic Mud   | 198.41   | 0.0586  |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ d-5 ค่า  $EF_{CH_4}$  จากกิจกรรมที่ไม่ได้ทำเป็นประจำ สำหรับคำนวณ Process and vented Emissions

| Source                                     | CH <sub>4</sub> Emission Factor<br>Converted to TonnesBasis | CH <sub>4</sub> Content<br>Basis of Factor | Uncertainty (±%) |
|--|---|--|------------------|
| Vessel blowdowns                           | 0.0015 tonnes/vessel-yr                                     | 78.8 mole %                                | 326              |
| Compressor starts                          | 0.1620 tonnes/compressor-yr                                 | 78.8 mole %                                | 190              |
| Compressor blowdowns                       | 0.07239 tonnes/compressor-yr                                | 78.8 mole %                                | 179              |
| Gas well workovers<br>(tubing maintenance) | 0.04707 tonnes/workover                                     | Not given                                  | 924              |
| Oil well workovers<br>(tubing maintenance) | 0.0018 tonnes/workover                                      | Not given                                  | Not available    |
| Onshore gas well completion                | 25.9 tonne/completion day                                   | 78.8 mole %                                | Not available    |
| Offshore gas well completion               | 131.5 tonne/completion day                                  | 78.8 mole %                                | Not available    |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ e-1 ค่า Facility-Level Average Fugitive Emission Factor (EF<sub>f</sub>) สำหรับคำนวณ Fugitive Emissions

| Source                  | EF <sub>f</sub> Original Units                          | Uncertainty (± %) | Basis CH <sub>4</sub> Content | EF <sub>f</sub> Converted Units  |
|-------------------------|---|-------------------|-------------------------------|--|
| Onshore oil production  | 0.5173 lb CH <sub>4</sub> /bbl produced                 | 95.5              | 78.8 mole % CH <sub>4</sub>   | 2.346E-04 tonnes CH <sub>4</sub> /bbl produced                             |
|                         |   |                   |                               | 1.476E-03 tonnes CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> produced                  |
| Offshore oil production | 0.2069 lb CH <sub>4</sub> /bbl produced                 | Not available     | 78.8 mole % CH <sub>4</sub>   | 9.386E-05 tonnes CH <sub>4</sub> /bbl produced                             |
|                         |   |                   |                               | 5.903E-04 tonnes CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> produced                  |
| Onshore gas production  | 57.33 lb CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf Produced  | 52.9              | 78.8 mole % CH <sub>4</sub>   | 2.601E-02 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf produced             |
|                         |   |                   |                               | 9.184E-01 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> produced  |
| Offshore gas production | 22.93 lb CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf Produced  | Not available     | 78.8 mole % CH <sub>4</sub>   | 1.040E-02 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf produced             |
|                         |   |                   |                               | 3.673E-01 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> produced  |
| Gas processing plants   | 64.43 lb CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf Processed | 82.2              | 86.8 mole % CH <sub>4</sub>   | 2.922E-02 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> scf processed            |
|                         |   |                   |                               | 1.032E+00 tonnes CH <sub>4</sub> /10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> processed |

ที่มา American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ e-2 ค่า MCF ที่มาจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย สำหรับคำนวณ Fugitive Emissions

| Type of Treatment             | Comments                                     | Default MCF | MCF Range |
|-------------------------------|--|-------------|-----------|
| Aerobic treatment plant       | Not well maintained, overloaded              | 0.3         | 0.2 - 0.4 |
| Anaerobic digester for sludge | CH <sub>4</sub> recovery not considered here | 0.8         | 0.8 - 1.0 |
| Anaerobic reactor             | CH <sub>4</sub> recovery not considered here | 0.8         | 0.8 - 1.0 |
| Anaerobic shallow lagoon      | Depth less than 2 meters                     | 0.2         | 0 - 0.3   |
| Anaerobic deep lagoon         | Depth more than 2 meters                     | 0.8         | 0.8 - 1.0 |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ e-3 ค่า EF<sub>Operating</sub> ที่มาจากน้ำยาทำความเย็น สำหรับคำนวณ Fugitive Emissions

| Type of Equipment                                    | Capacity (kg) | EF <sub>Operating</sub> (% of capacity/year) |
|--|---------------|--|
| Domestic refrigeration                               | 0.05 – 0.5    | 0.5%   |
| Stand-alone commercial applications                  | 0.2 – 6       | 15%  |
| Medium & large commercial refrigeration              | 50 – 2,000    | 35%  |
| Transport refrigeration                              | 3 – 8         | 50%  |
| Industrial refrigeration including cold storage      | 10 – 10,000   | 25%  |
| Chillers   | 10 – 2,000    | 15%  |
| Residential and commercial A/C, including heat pumps | 0.5 – 100     | 10%  |
| Mobile air conditioning                              | 0.5 – 1.5     | 20%  |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ e-4 ค่า GWP ของน้ำยาทำความเย็น สำหรับคำนวณ Fugitive Emissions

| Refrigerant Blend | Global Warming Potential | Refrigerant Blend | Global Warming Potential | Refrigerant Blend | Global Warming Potential |
|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| R-401A            | 18                       | R-409A            | 0                        | R-419A            | 2,403                    |
| R-401B            | 15                       | R-409B            | 0                        | R-420A            | 1,144                    |
| R-401C            | 21                       | R-410A            | 1,725                    | R-500             | 37                       |
| R-402A            | 1,680                    | R-410B            | 1,833                    | R-501             | 0                        |
| R-402B            | 1,064                    | R-411A            | 15                       | R-502             | 0                        |
| R-403A            | 1,400                    | R-411B            | 4                        | R-503             | 4,692                    |
| R-403B            | 2,730                    | R-412A            | 350                      | R-504             | 313                      |
| R-404A            | 3,260                    | R-413A            | 1,774                    | R-505             | 0                        |
| R-406A            | 0                        | R-414A            | 0                        | R-506             | 0                        |
| R-407A            | 1,770                    | R-414B            | 0                        | R-507 or R-507A   | 3,300                    |
| R-407B            | 2,285                    | R-415A            | 25                       | R-508A            | 10,175                   |
| R-407C            | 1,526                    | R-415B            | 105                      | R-508B            | 10,350                   |
| R-407D            | 1,428                    | R-416A            | 767                      | R-509 or R-509A   | 3,920                    |
| R-407E            | 1,363                    | R-417A            | 1,955                    |                   |                          |
| R-408A            | 1,944                    | R-418A            | 4                        |                   |                          |

ที่มา : American Petroleum Institute Compendium, 2009

ตารางที่ e-5 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง

| พลังงานเชิงพาณิชย์                       | kcal/UNIT | toe/10 <sup>6</sup> UNIT | MJ/UNIT | 10 <sup>3</sup> Btu/UNIT | Commercial Energy  |
|--|-----------|--------------------------|---------|--------------------------|--------------------|
| น้ำมันดิบ (ลิตร)                         | 8,680     | 860.00                   | 36.33   | 34.44                    | Crude Oil (litre)  |
| คอนเดนเสท (ลิตร)                         | 7,900     | 782.72                   | 33.07   | 31.35                    | Condensate (litre) |
| ก๊าซธรรมชาติชื้น (ลูกบาศก์ฟุต)           | 248       | 24.57                    | 1.04    | 0.98                     | Wet (scf.)         |
| ก๊าซธรรมชาติแห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)           | 244       | 24.18                    | 1.02    | 0.97                     | Dry (scf.)         |
| ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Petroleum Products) |           |                          |         |                          |                    |
| ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)                | 6,360     | 630.14                   | 26.62   | 25.24                    | LPG (litre)        |
| น้ำมันเบนซิน (ลิตร)                      | 7,520     | 745.07                   | 31.48   | 29.84                    | Gasoline (litre)   |
| น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)                  | 8,250     | 817.40                   | 34.53   | 32.74                    | Jet Fuel (litre)   |
| น้ำมันก๊าด (ลิตร)                        | 8,250     | 817.40                   | 34.53   | 32.74                    | Kerosene (litre)   |
| น้ำมันดีเซล (ลิตร)                       | 8,700     | 861.98                   | 36.42   | 34.52                    | Diesel (litre)     |
| น้ำมันเตา (ลิตร)                         | 9,500     | 941.24                   | 39.77   | 37.70                    | Fuel Oil (litre)   |
| ยางมะตอย (ลิตร)                          | 9,840     | 974.93                   | 41.19   | 39.05                    | Bitumen (litre)    |

ตารางที่ e-5 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง (ต่อ)

| พลังงานเชิงพาณิชย์   | kcal/UNIT | toe/10 <sup>6</sup><br>UNIT | MJ/UNIT | 10 <sup>3</sup><br>Btu/UNIT | Commercial Energy   |
|----------------------|-----------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------------------|
| ปิโตรเลียมโค้ก (กก.) | 8,400     | 832.26                      | 35.16   | 33.33                       | Petroleum Coke (kg) |
| ถ่านหินนำเข้า (กก.)  | 6,300     | 624.19                      | 26.37   | 25.00                       | Coal Import (kg.)   |
| ถ่านโค้ก (กก.)       | 6,600     | 653.92                      | 27.63   | 26.19                       | Coke (kg.)          |
| แอนทราไซต์ (กก.)     | 7,500     | 743.09                      | 31.40   | 29.76                       | Anthracite (kg.)    |
| อีเทน (กก.)          | 11,203    | 1,110.05                    | 46.89   | 44.45                       | Ethane (kg.)        |
| โพรเพน (กก.)         | 11,256    | 1,115.34                    | 47.11   | 44.67                       | Propane (kg.)       |
| ลิกไนต์ (Lignite)    |           |                             |         |                             |                     |
| ลี่ (กก.)            | 4,400     | 435.94                      | 18.42   | 17.46                       | Li (kg.)            |
| กระบี่ (กก.)         | 2,600     | 257.60                      | 10.88   | 10.32                       | Krabi (kg.)         |
| แม่เมาะ (กก.)        | 2,500     | 247.70                      | 10.47   | 9.92                        | Mae Moh (kg.)       |
| แจ้คอน (กก.)         | 3,610     | 357.67                      | 15.11   | 14.32                       | Chae Khon (kg.)     |

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2555

### เอกสารอ้างอิง

- กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ และบริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด, 2558. คู่มือระบบบริหารการจัดการรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการจัดการของเสียจากการประกอบกิจการปิโตรเลียม สำหรับบริษัทผู้รับสัมปทาน.
- กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ และบริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด, 2558. โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณเพื่อใช้จัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก สำหรับการประกอบกิจการปิโตรเลียมในประเทศไทย.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2555. สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย. กันยายน 2555.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. กรกฎาคม 2554.
- American Petroleum Institute (API), 2009 *Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for The Oil and Natural Gas Industry*. August 2009.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Chapter 3: Chemical Industry Emissions*.