การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของ
บริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (ที่คลังสินค้า T86)

พุทธ กิติวิริยกุล

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบงานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ พุทธ กิติวิริยกุล ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เล็ก วันทา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เล็ก วันทา)

.....กรรมการ
(ดร. ศรีสุดา นิเทศน์ธรรม)

.....กรรมการ
(ดร. เอมม่า อาสนจินดา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)
วันที่ 3 เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เล็ก วันทา อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและประธานกรรมการในการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ที่กรุณา ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอบกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร. ศรีสุดา นิเทศน์ธรรม และ ดร. เอมม่า อาสนจินดา กรรมการการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ บริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ในการอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณกมล อรรถกร ผู้จัดการใหญ่สายงานปฏิบัติการ และโลจิสติกส์ บริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ในการอนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ภายในคลังสินค้า T86 ให้ใช้สถานที่ และให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

พุทธ กิติวิริยกุล

54921323: สาขาวิชา: วิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม; วศ.ม. (วิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร/ ก๊าซเรือนกระจก/ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

พุทธ กิติวิริยกุล: การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (ที่คลังสินค้า T86) (ORGANIZATION CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT OF ASIA PACIFIC PETROCHEMICAL CO., LTD. (T86 TANK TERMINAL)) คณะกรรมการคุมงานนิพนธ์: เล็ก วันทา, Ph.D. 96 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของ บริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (คลังสินค้า T86) โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ด้วยวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุดที่ระดับ 105.8 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในกระบวนการจัดส่งสินค้า ในขณะที่ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำที่สุดที่ระดับ 0.018 ตันคาร์บอนไดออกไซด์มาจากปริมาณการใช้ถังดับเพลิงในการซ้อมดับเพลิงของบริษัท ฯ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทของทางบริษัทฯ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 1 มีปริมาณการปลดปล่อยมากที่สุด รองลงมาคือจากแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 2 และแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าน้อยที่สุด โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามีค่าเท่ากับ 135.0, 72.49 และ 2.823 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้ คาดว่าสามารถนำมาเป็นแนวทางในการหาวิธีการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของบริษัท ฯ ต่อไป

54921323: MAJOR: CHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING;
M.Eng. (CHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING)
KEYWORDS: ORGANIZATION CARBON FOOTPRINT/ GREEN OUSE GASES/
CARBON DIOXIDE EQUIVALENT
PUTH KITIVIRIYAKUL: (ORGANIZATION CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT OF ASIA PACIFIC PETROCHEMICAL CO., LTD. (T86 TANK TERMINAL)), ADVISORY COMMITTEE: LEK WANTHA, Ph.D. 96 P. 2017.

An organisational carbon footprint measures the direct and indirect GHG emissions arising from all the activities across an organisation. This study evaluated GHG emissions method by carbon dioxide equivalent (CO_2eq) of Asia Pacific Petrochemical Co., Ltd. (T86 Tank Terminal) from July 2016 to June 2017 by calculation method. Results showed that the maximum deisel fuel consumption by transportation activity was at 105.8 tons CO_2eq and the lowest was 0.018 ton CO_2eq by fire extinguishers. Carbon dioxide equivalent by emission source showed the category 1 was the highest follow by category 2 and category 3 with the value of 135.0, 72.49 and 2.823 ton CO_2eq, respectively.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ณ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 2

สมมติฐานการทดลอง 2

ขอบเขตงานวิจัย 2

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ภาวะโลกร้อน 4

ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน 5

ก๊าซเรือนกระจก 6

คาร์บอนไดออกไซด์ 7

มีเทน 8

ไนตรัสออกไซด์ 9

คลอโรฟลูออโรคาร์บอน 10

โอโซนผิวพื้น 10

คาร์บอนมอนอกไซด์ 11

ไนโตรเจนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ 12

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 12

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโลก 12

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย 15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	21
	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร	23
	การกำหนดขอบเขตขององค์กร	23
	การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดก๊าซเรือนกระจก	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
3	วิธีการวิจัย	34
	วิธีการดำเนินการวิจัย	34
	กำหนดขอบเขตของการวิจัย	34
	กำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน	34
	การวิเคราะห์แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	37
	การคัดเลือกวิธีการประเมิน	40
	การเก็บรวบรวมข้อมูลและการคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	41
	การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	41
	การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	41
	การสรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงานวิจัย	42
4	ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย	43
	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทางบริษัท ฯ	43
	ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้	48
	อภิปรายผลการวิจัย	49
5	สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	51
	สรุปผลการดำเนินงาน	51
	ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม		53
ภาคผนวก		52
	ภาคผนวก ก	58
	ภาคผนวก ข	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค	84
ภาคผนวก ง	88
ภาคผนวก จ	92
ประวัติย่อของผู้วิจัย	96

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) โดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในระยะเวลา 100 ปี 23

3-1 กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ 36

3-2 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 38

3-3 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 39

3-4 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 40

3-5 ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟคเตอร์ที่เลือกใช้ 42

3-6 ระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอน 42

4-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 44

4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 45

4-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 46

4-4 ข้อมูลการประเมินและการจัดการความไม่แน่นอน 48

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนระหว่างปี ค.ศ. 1901-2010 และค.ศ. 1951-2010 5

2-2 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2005 7

2-3 ค่าเฉลี่ยรายปีของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2004 8

2-4 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของมีเทนในช่วงปี 1995-2005 9

2-5 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของไนตรัสออกไซด์ในช่วงปี 1980-2005 10

2-6 วัฐจักรการเปลี่ยนแปลงของโอโซนผิวพื้นเฉลี่ยรายฤดู 11

2-7 ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยในช่วงปี 1992-2006 12

2-8 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกโดยรวมและรายสาขา ปี ค.ศ. 1970-2010 13

2-9 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกปี ค.ศ. 2010 จำแนกรายภาคส่วน 14

2-10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกในปี ค.ศ. 2010 จำแนกรายภาคส่วน และประเภทของก๊าซ 14

2-11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2010 ของประเทศในกลุ่ม G-20 ที่แสดงเจตจำนงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 15

2-12 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย ปี พ.ศ. 2543 และสัดส่วนการปล่อยรายภาคส่วน 16

2-13 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 17

2-14 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 18

2-15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 18

2-16 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน 14040 21

3-1 แผนผังของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด 35

3-2 แผนผังกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร 36

4-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการต่าง ๆ ของทางบริษัท ฯ 47

4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทของการประเมิน 47

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon footprint for organization: CFO หรือ Corporate carbon footprint: CCF) เป็นวิธีการการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ

บริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (Asia Pacific Petrochemical Company Limited) ประกอบกิจการนำเข้า จัดเก็บ แบ่งบรรจุ ผสม และจัดจำหน่าย สารตัวทำละลายเคมี (Solvent) ซึ่งได้รับการรับรองระบบมาตรฐานการจัดการระบบบริหารคุณภาพ (ISO 9001) ระบบมาตรฐานการจัดการพลังงาน (ISO 50001) และระบบมาตรฐานการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (OHSAS 18001) นอกจากนี้ บริษัท ฯ ยังให้ความสำคัญกับการรักษาและสนับสนุนโครงการต่าง ๆ ด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งการจัดทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร จะสามารถทำให้บริษัท ฯ เพิ่มโอกาสการแข่งขันทางการค้าในตลาดโลกมากขึ้น รวมถึงเป็นการเตรียมความพร้อม เมื่อภาครัฐมีการออกกฎหมาย หรือให้จัดทำรายงานการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร บริษัท ฯ ก็สามารถใช้ข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ได้

งานวิจัยนี้ได้ให้ความสนใจ ในการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในบริษัท ฯ โดยแนวทางงานวิจัยของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ฉบับนี้อ้างอิงจาก แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

วัตถุประสงค์

1. งานวิจัยนี้เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิต การผสม การบรรจุ การจัดเก็บ และกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2559 ถึง 30 มิถุนายน 2560 ภายในบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 299/86 หมู่ที่ 1 ซอยสุขสวัสดิ์ 86 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ มาหาแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทางบริษัทฯ

สมมติฐานการทดลอง

ทำให้ทราบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม และกิจกรรมใดที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ที่คลังสินค้า T86

ขอบเขตงานวิจัย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการผลิต การผสม การบรรจุ การจัดเก็บ และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นในบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ที่คลังสินค้า T86 ตั้งอยู่เลขที่ 299/86 หมู่ที่ 1 ซอยสุขสวัสดิ์86 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

เพื่อเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ (Independent variables) ได้แก่ กิจกรรมต่าง ๆ ปริมาณการใช้พลังงานแต่ละประเภท

2. ตัวแปรตาม (Dependent variables) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยและดูดกลับของแต่ละกระบวนการและกิจกรรมที่เกิดขึ้น (Green house gas: GHG)

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled variables) ได้แก่ พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการผลิต การผสม การบรรจุ การจัดเก็บ และกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นในบริษัท ฯ

2. เพิ่มโอกาสการแข่งขันทางการค้า เนื่องจากบางองค์กรมีการกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทางบริษัท ฯ คู่ค้า

3. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงสามารถนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิต หรือชดเชยคาร์บอนกับองค์กรอื่น ๆ

4. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาวิธีการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของบริษัท ฯ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

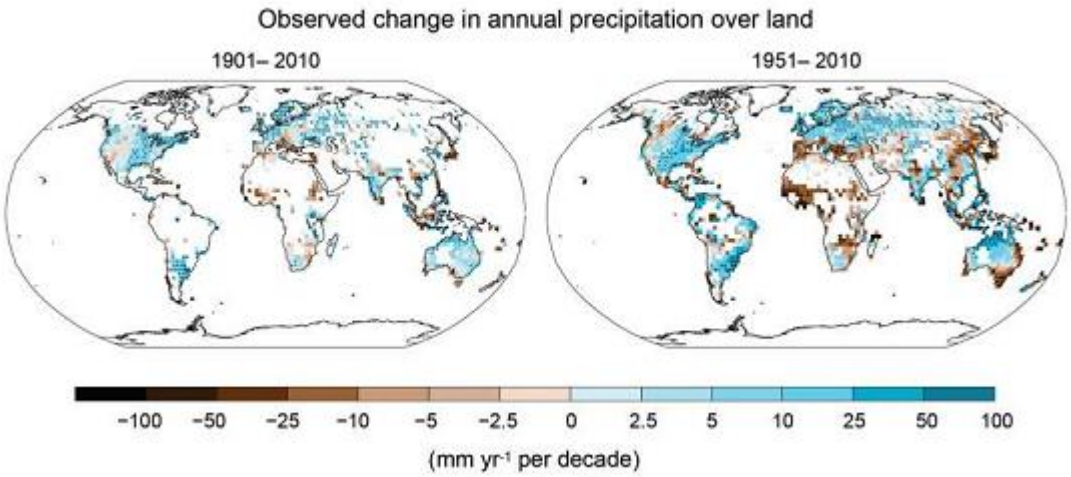
งานวิจัยนี้เป็นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon footprint for organization) ของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ที่คลังสินค้า T86 ตั้งอยู่เลขที่ 299/86 หมู่ที่ 1 ซอยสุขสวัสดิ์ 86 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทร์เจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global warming) หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศใกล้ผิวโลก หรือน้ำในมหาสมุทร ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง 0.74-0.18 องศาเซลเซียส และจากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศพบว่าในปี พ.ศ. 2544-พ.ศ. 2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นถึง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส (greentheearth, 2012)

สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนก็เพราะว่าก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาผลาญถ่านหินและเชื้อเพลิง รวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ใช้ และอื่น ๆ อีกมากมาย จึงทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นจากเดิม

ผลกระทบของภาวะโลกร้อนนั้นก็มีให้เราเห็นอยู่บ่อย ๆ ได้แก่ สภาพลมฟ้าอากาศที่ผิดแปลกไปจากเดิม ภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น น้ำท่วม แผ่นดินไหว พายุที่รุนแรง โดยพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศรุนแรงหลังปี ค.ศ. 1950 พบว่าจำนวนวันที่มีฝนตกหนักและความถี่ของการเกิดฝนตกหนักก็เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในทวีปอเมริกาเหนือและยุโรป ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนระหว่างปี ค.ศ. 1901-2010 และค.ศ. 1951-2010 (Thomas, Qin, & Gain-Kasper, 2013)

ในอนาคตคาดว่าผลกระทบของภาวะโลกร้อนจะรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ เราสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้หลายวิธี หลัก ๆ ก็เห็นจะเป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และประหยัด เพราะว่าพลังงานที่พวกเราใช้กันอยู่ทุกวันนี้กว่าจะมาถึงให้เราได้ใช้นั้น ต้องผ่านกระบวนการขั้นตอนการผลิตมากมาย และแต่ละขั้นตอนก็จะทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกขึ้นมา เพราะฉะนั้นการลดใช้พลังงานก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ เช่น การปิดไฟเมื่อไม่ได้ใช้ การใช้น้ำอย่างประหยัด การใช้จักรยานแทนรถยนต์ในการเดินทางใกล้ ๆ และอื่น ๆ อีกมากมาย

การปลูกต้นไม้ก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ อย่างที่เรารู้กันดีว่าในเวลากลางวัน ต้นไม้นั้นจะช่วยหายใจเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป และหายใจออกมาเป็นก๊าซออกซิเจน เปรียบเสมือนเครื่องฟอกอากาศให้กับโลกของเราโดยแท้ แต่ทว่าปัจจุบันป่าไม้ถูกทำลายและมีจำนวนลดลงไปอย่างมาก ฉะนั้นถ้าเราช่วยกันปลูกต้นไม้ก็เหมือนกับช่วยเพิ่มเครื่องฟอกอากาศให้กับโลกของเรา

ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

ผลจากภาวะโลกร้อน จะทำให้เกิดภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

ปรากฏการณ์ทั้งหลายเกิดจากภาวะโลกร้อนขึ้นที่มีมูลเหตุมาจากการปล่อยก๊าซพิษต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้แสงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกได้มากขึ้นซึ่งนั่นเป็นที่รู้จักกันโดยเรียกว่า สภาวะเรือนกระจก

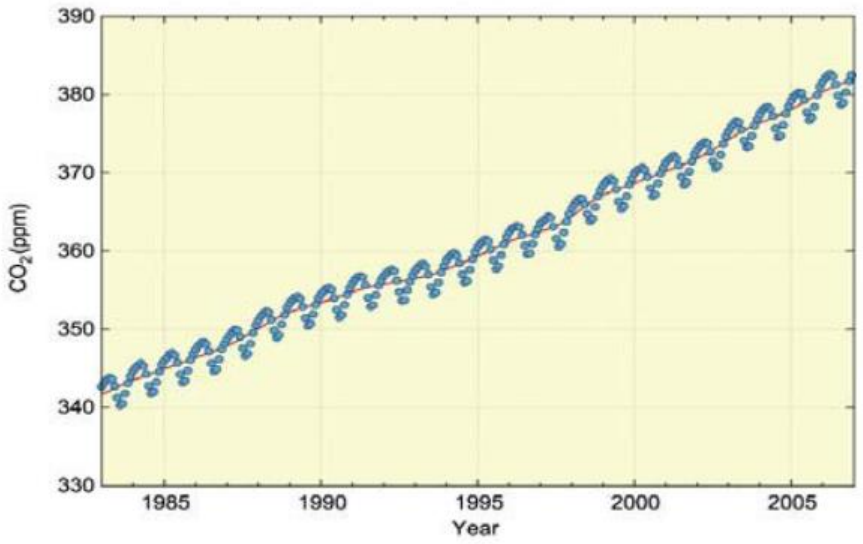
ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟาเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่น ดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน โดยประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานที่เดินทางมาสู่โลกจะสะท้อนกลับไปสู่อวกาศ แต่อีกร้อยละ 70 จะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ ปรากฏการณ์ที่ความร้อนถูกกักเก็บไว้ในชั้นบรรยากาศนี้ถูกเรียกว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศเขตหนาว โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอก ดังนั้นในภาวะปกติภาวะเรือนกระจกหรือปรากฏการณ์เรือนกระจกจึงเป็นเสมือนกลไกทางธรรมชาติที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนห่อหุ้มโลก ทำให้โลกมีความอบอุ่นซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่น ดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ในระบบสุริยะแล้วจะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัดและในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนในเวลากลางวัน แล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน แต่ในปัจจุบันก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้มีมากเกินไปจึงส่งผลทำให้โลกร้อนขึ้นเรื่อย ๆ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas: GHG) มีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์และสารซีเอฟซี เป็นต้น

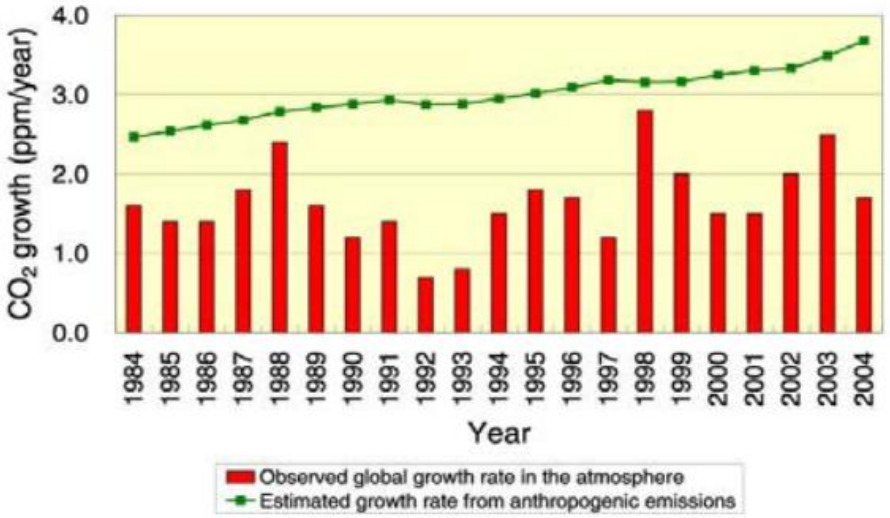
ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศโลกนั้นจึงเป็นระบบที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนที่เป็นปัญหาสำคัญของมวลมนุษยชาติที่จะต้องร่วมมือกันป้องกันและเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554)

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น การเผาไม้ ก๊าซถ่านหิน และน้ำมันเพื่อเป็นพลังงาน ที่ส่วนใหญ่ใช้สำหรับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้เกิดความไม่สมดุลทางธรรมชาติก็เป็นเหตุให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นประวัติการณ์ตั้งแต่ช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรม ซึ่งมีค่าสูงถึง 381.2 ส่วนในล้านส่วนในมี 2006 (สูงกว่าปี 2005 เท่ากับ 2.0 ส่วนในล้านส่วน) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 136 เปอร์เซนต์ ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม พบมากในแถบละติจูดกลางและละติจูดสูง ๆ ทางบริเวณตอนเหนือของซีกโลกเนื่องจากแหล่งผลิตส่วนมากอยู่ในบริเวณนี้ในขณะที่บริเวณตอนใต้พื้นที่ส่วนมากเป็นมหาสมุทร



ภาพที่ 2-2 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2005
(Ellul & Saliba, 2008)



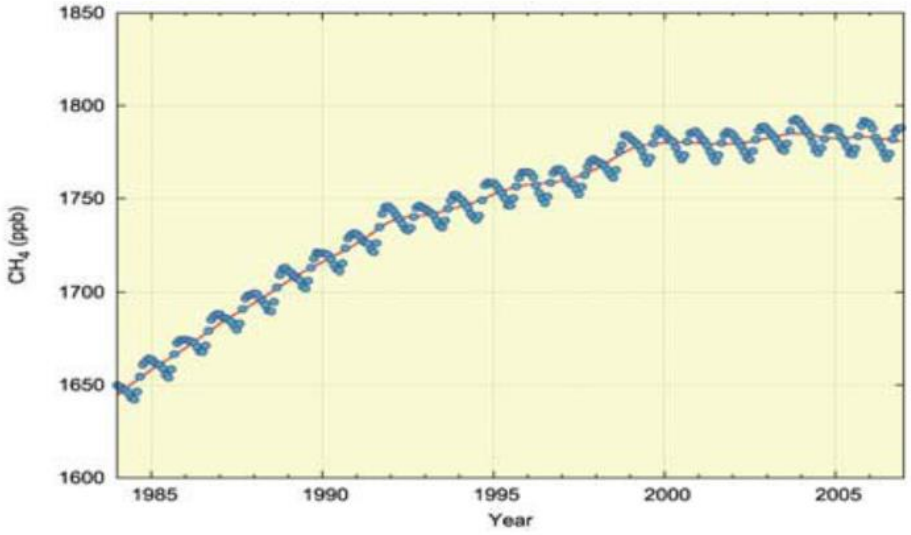
ภาพที่ 2-3 ค่าเฉลี่ยรายปีของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2004 (Ellul & Saliba, 2008)

อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1996-2006 (ดังภาพที่ 2-2 และ 2-3) คิดเป็น 1.93 ส่วนในล้านส่วนต่อปี โดยอัตราการเพิ่มสูงสุดในปี 1987/1988 1997/1998 2002/2003 และ 2005 เกินกว่า 2 ส่วนในล้านส่วนต่อปี ส่งผลทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นในช่วงดังกล่าว ประกอบกับเหตุการณ์เอนโซ (Enso) ในปี 1997/1998 ที่ผิดปกติส่งผลทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นทั่วโลกในปี 1998

2. มีเทน (CH_4)

ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากมูลสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย การเผาไหม้เชื้อเพลิง ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน แม้จะดูมีพิษมีภัยน้อยที่สุด แต่ว่าก๊าซมีเทนนั้นเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความรุนแรงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 23 เท่า อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของมีเทนในช่วงปี 1995-2005 แสดงดังภาพที่ 2-4 ระดับของมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 ค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,782 ส่วนในพันล้านส่วน ในปี 2006 (ลดลง 1 ส่วนในพันล้านส่วนในปี 2005) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 255 เปอร์เซ็นต์ ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของมีเทนพบมากแถบบริเวณเขตร้อนในซีกโลกเหนือมากกว่าซีกโลกใต้ ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณนี้ การเพิ่มขึ้นของมีเทนทั่วโลกเฉลี่ยในช่วงปี 1984-1990 เท่ากับ 11.5 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี และเพิ่มขึ้นอีกในช่วงปี 1995-2005 เท่ากับ 2.8 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี โดยการลดลงจะมีในบางปีคือปี 1990 และ 1992 อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยทั้ง 2

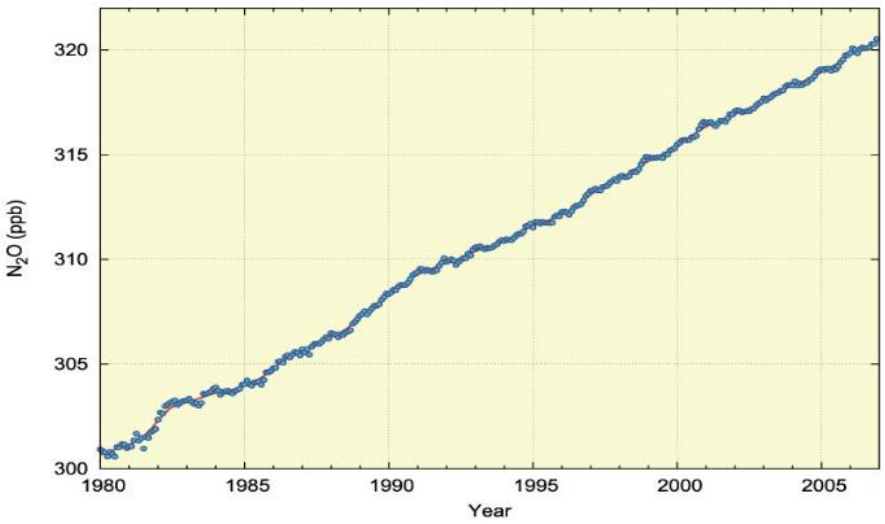
ซีกโลกพบว่ามีค่าสูงในปี 1998 ซึ่งเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิทั่วโลกสูงขึ้น ต่อมาในปี 2002 และ 2003 มีการเพิ่มขึ้นอีกครั้งพร้อมกับเหตุการณ์เอลนีโญ (Elnino) อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของก๊าซมีเทนเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลโดยจะมีค่าสูงในช่วงฤดูหนาวและมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูร้อน



ภาพที่ 2-4 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของมีเทนในช่วงปี 1995-2005 (Ellul & Saliba, 2008)

3. ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด การใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ที่ย่อยสลาย หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาผลาญเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด อุตสาหกรรมเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมการทำกรดไนตริก กรดกำมะถัน การชุบโลหะ และการทำวัตถุระเบิด ไนตรัสออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญซึ่งมีระดับสูงขึ้นทั่วโลก จากข้อมูลที่ส่งให้กับศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกโลก (ดังภาพที่ 2-5) แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนที่มีค่าสูงขึ้นทั้ง 2 ซีกโลกโดยมีค่าสูงสุดในปี 2006 เท่ากับ 320.1 ส่วนในพันล้านส่วน ซึ่งสูงขึ้นจากปี 2005 เท่ากับ 0.8 ส่วนในพันล้านส่วน อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยในช่วงปี 1996-2006 เท่ากับ 0.76 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 119 เปอร์เซ็นต์ ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2-5 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของไนตรัสออกไซด์ในช่วงปี 1980-2005 (Ellul & Saliba, 2008)

4. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs)

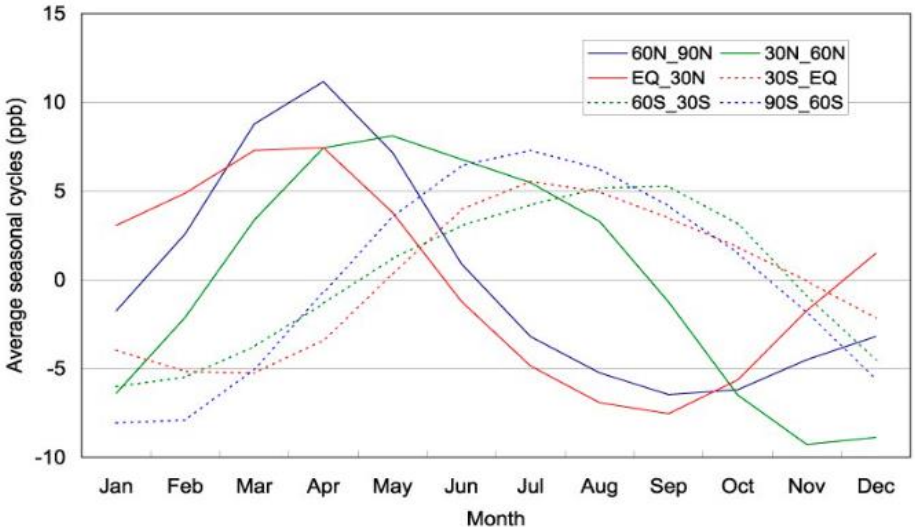
ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน เป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรมประกอบด้วย คาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ซึ่งมักนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระป๋องสเปรย์ สารดับเพลิง สารชะล้างในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

5. โอโซนผิวพื้น (O_3)

ก๊าซโอโซน เป็นก๊าซที่ประกอบด้วยธาตุออกซิเจนจำนวน 3 โมเลกุล มีอยู่เพียง 0.0008 เปอร์เซ็นต์ ในบรรยากาศ โอโซนไม่ใช่ก๊าซที่มีเสถียรภาพสูง มันมีอายุอยู่ในอากาศได้เพียง 20-30 สัปดาห์ แล้วสลายตัว โอโซนเกิดจากก๊าซออกซิเจน ดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ต แล้วแตกตัวเป็นออกซิเจนอะตอมเดี่ยว จากนั้นออกซิเจนอะตอมเดี่ยวรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนและโมเลกุลชนิดอื่นที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง แล้วให้ผลผลิตเป็นก๊าซโอโซนออกมา

โอโซนเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีบทบาทสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศทั้งการแผ่รังสี และกระบวนการทางเคมี การดูดกลืนรังสีอัตราไวโอเลตในชั้นสตราโตสเฟียร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแนวตั้ง และการหมุนเวียนของอากาศที่มันดูดกลืนพลังงานและยังดูดกลืนรังสีคลื่นยาวอีกด้วย การเปลี่ยนแปลงของโอโซนพื้นผิวส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายกระบวนการ ขณะที่โอโซนบางส่วนในชั้นโทรโปสเฟียร์มาจากชั้นสตราโตสเฟียร์ส่วนที่เหลือเกิดจากกระบวนการทางเคมีในชั้นโทรโปรสเฟียร์ตลอดถึงการออกซิเดชั่นของ

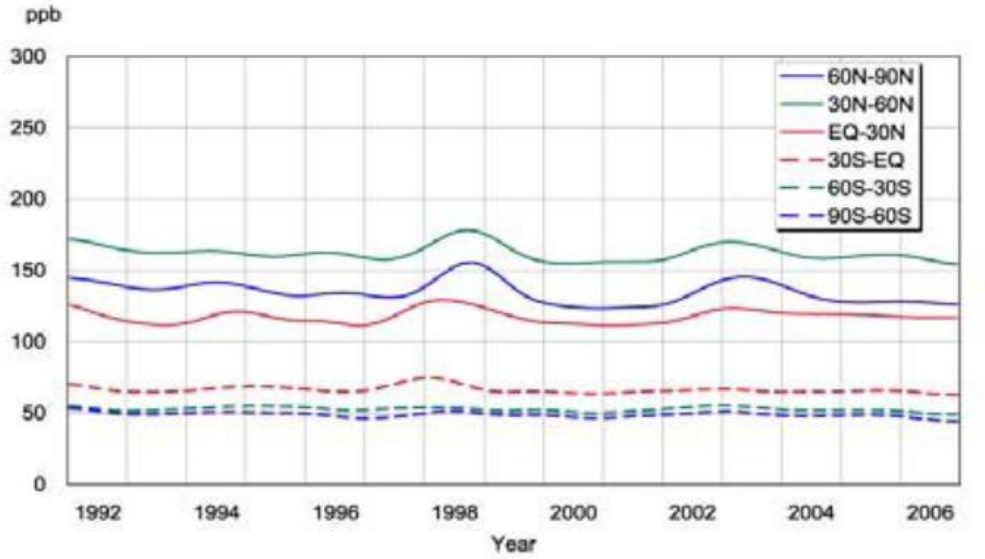
คาร์บอนมอนอกไซด์หรือไฮโดรคาร์บอน ถึงแม้ว่าจะมีการตรวจวัดโอโซนผิวพื้นมากมายในสถานที่ต่าง ๆ แต่ก็ยังเป็นการยากที่จะบอกถึงแนวโน้มโอโซนผิวทั่วโลกได้ในระยะยาวเนื่องจากการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์ แสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 วัฏจักรการเปลี่ยนแปลงของโอโซนผิวพื้นเฉลี่ยรายฤดู (Ellul & Saliba, 2008)

6. คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจก โดยก่อให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล (OH) อัตราส่วนผสมที่ละติจูดสูง ๆ ทางตอนเหนือเพิ่มขึ้นตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 19 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนผสมทั่วโลกอยู่ที่ 94 ส่วนในพันล้านส่วน ในปี 2006 อัตราส่วนผสมจะมีค่าสูงในซีกโลกเหนือและต่ำในซีกโลกใต้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของอันตราส่วนผสมของคาร์บอนมอนอกไซด์มีการกวัดแกว่งในปี 1997-1999 อัตราการเพิ่มในซีกโลกเหนือกลับมาเพิ่มอีกครั้งในปี 2002 อัตราส่วนผสมเฉลี่ยรายเดือนมีการกวัดแกว่งทางซีกโลกเหนือมากกว่าทางซีกโลกใต้ (ดังภาพที่ 2-7) ทั้งนี้ตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ การปล่อยก๊าซจากอุตสาหกรรม การเผาไหม้มวลชีวภาพ การเคลื่อนย้ายและการผันแปรของอนุมูลไฮดรอกซิล เป็นต้น



ภาพที่ 2-7 ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยในช่วงปี 1992-2006 (Ellul & Saliba, 2008)

7. ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x, NO และ NO_2) ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่มีส่วนทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกตัวอื่น ๆ ที่สำคัญโดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูลไฮดรอกซิล (OH) กล่าวคือ เมื่อมี NO_x, CO และ HC จะถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดโอโซน (O_3) ในชั้นใกล้ผิวโลก ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตัวหนึ่งที่มีผลต่อสมดุลการแผ่รังสีของโลก และทำให้เกิด OH อีกครั้ง ซึ่งมีศักยภาพในการเกิดออกซิเดชั่นในบรรยากาศ และนำไปสู่การเป็นกรด โดยทั่วไปพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ในซีกโลกเหนือสูงกว่าในซีกโลกใต้ เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์

8. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจก แต่เป็นสารตั้งต้นของละอองกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) ในบรรยากาศซึ่งละอองซัลฟุริกนี้เกิดจากการเปลี่ยนจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาเป็นอนุภาคโดยปฏิกิริยาโฟโตเคมีคัล ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นแหล่งเกิดฝนกรดและตะกอนกรดที่สำคัญนับตั้งแต่ยุคอุตสาหกรรม เป็นต้นมา จากข้อมูลที่มีอยู่พบว่า ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในยุโรปตอนใต้จะสูงกว่าทางตอนเหนือ ส่วนบริเวณตอนกลางและทางตะวันออกจะมีค่าต่ำในปี 1997

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโลก

เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) ได้เผยแพร่รานงาน The Emissions Gap Report 2012 ซึ่งแสดงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับโลก โดยในปี ค.ศ. 2010 (พ.ศ. 2553) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งโลกคิดเป็นประมาณ 49-50 พันล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามภาพที่ 2-8 แสดงแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก โดยรวมและแยกเป็นรายสาขา สำหรับช่วงปี ค.ศ. 1970-2010 (ดังภาพที่ 2-8) ซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมและสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและแปรรูปพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น

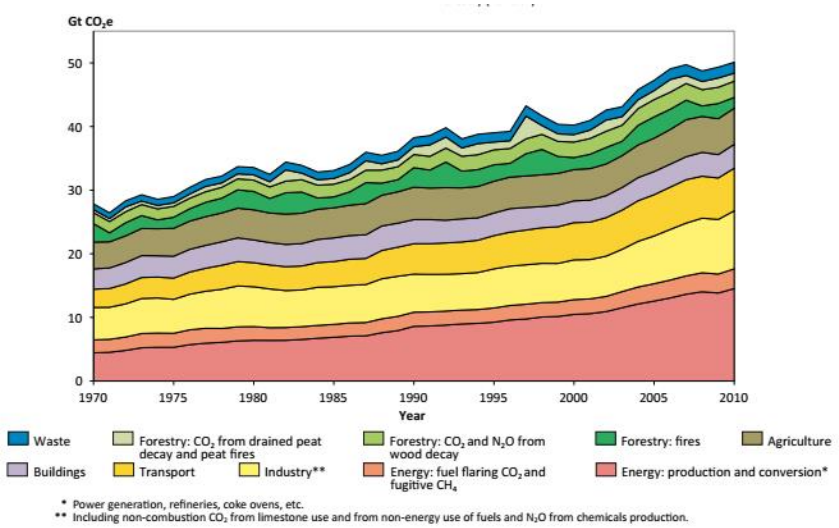
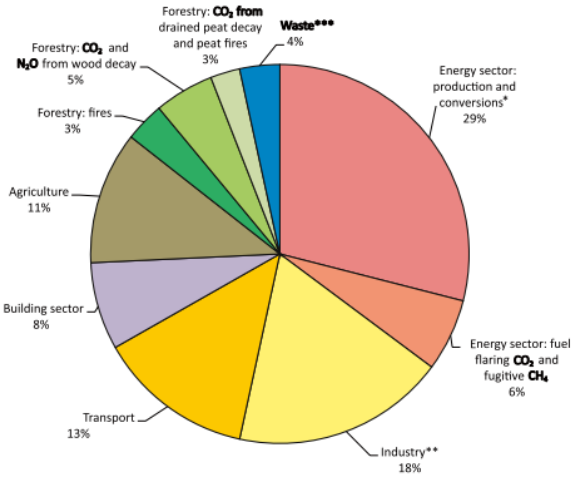


Figure 2.1. Trend in global greenhouse gas emissions 1970-2010 by sector (using Global Warming Potential values as used for UNFCCC/ Kyoto Protocol reporting). This graph shows emissions of 50.1 $GtCO_2e$ in 2010, as derived from bottom-up emission inventories (see Section 2.2.1). An alternative estimate of 2010 emissions of 49 $GtCO_2e$ from the modeling groups is used elsewhere in the report.
Source: JRC/PBL (2012) (EDGAR 4.2 FT2010)

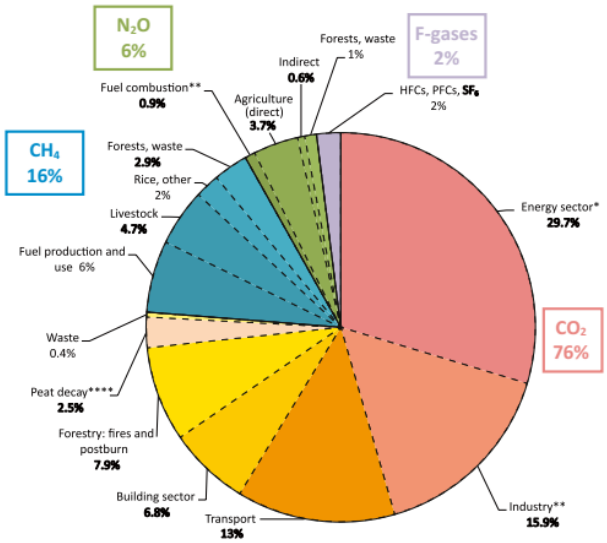
ภาพที่ 2-8 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกโดยรวมและรายสาขา ปี ค.ศ. 1970-2010 (United Nation Environment Programme [UNEP], 2012)

จากภาพที่ 2-9 และ 2-10 แสดงสัดส่วนของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกจำแนกรายสาขาหลัก ๆ โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน (จากการผลิตและแปรรูปพลังงาน และจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาบำบัดและการรั่วไหลของก๊าซมีเทน) คิดเป็นร้อยละ 35 ปริมาณการปล่อยจากภาคอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 18 ภาคคมนาคมขนส่ง ร้อยละ 13 ภาคเกษตรกรรม ร้อยละ 11 ภาคป่าไม้ ร้อยละ 11 ภาคอาคาร ร้อยละ 8 และ

ภาคของเสีย ร้อยละ 4 โดยหากจำแนกตามประเภทของก๊าซจะคิดเป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 76 ก๊าซมีเทน ร้อยละ 16 ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ร้อยละ 6 ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน และก๊าซซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูออไรด์ รวมกันคิดเป็นร้อยละ 2

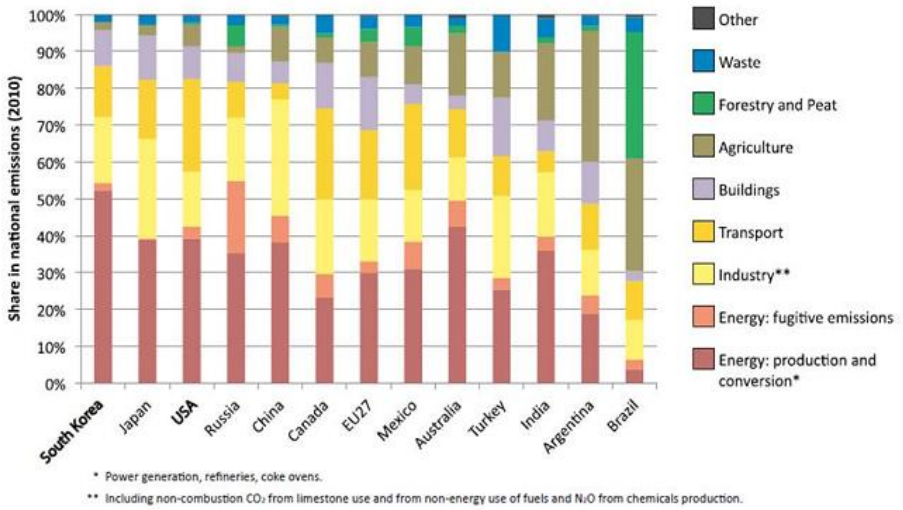


ภาพที่ 2-9 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกปี ค.ศ. 2010 จำแนกรายภาคส่วน (UNEP, 2012)



ภาพที่ 2-10 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกในปี ค.ศ. 2010 จำแนกรายภาคส่วน และประเภทของก๊าซ (UNEP, 2012)

จากภาพที่ 2-11 แสดงตัวอย่างปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่มประเทศและประเทศที่อยู่ในกลุ่ม G-20 ในปี ค.ศ. 2010 (พ.ศ. 2553) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคส่วนต่าง ๆ มีความแตกต่างกันไปตามบริบทและรูปแบบการพัฒนาของแต่ละประเทศ



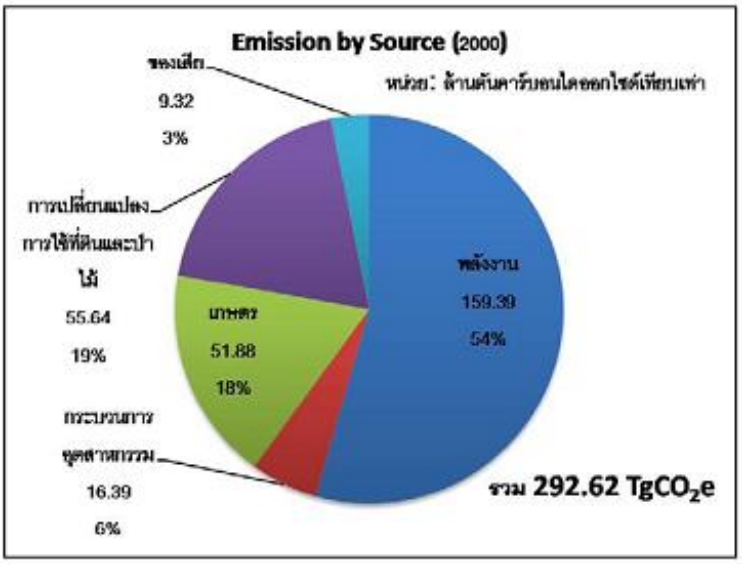
Sectoral shares of national greenhouse gas emissions in 2010 for countries included in the G20 with a pledge, taking European Union as a group. *Source: JRC/PBL (2012); EDGAR 4.2 FT2010.*

ภาพที่ 2-11 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2010 ของประเทศในกลุ่ม G-20 ที่แสดงเจตจำนงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (UNEP, 2012)

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยเฉพาะส่วนที่เกิดจากแหล่งปล่อย (Emission from source) เท่ากับ 292.62 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 159.39 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 54.5 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ รองลงมาคือ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีการปล่อย 55.64 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือคิดเป็นร้อยละ 19 ภาคการเกษตรมีการปล่อย 51.88 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือคิดเป็นร้อยละ 17.7 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมมีการปล่อยเท่ากับ 16.39 ล้านต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 5.6 สำหรับภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ภาคของเสีย คิดเป็นปริมาณการปล่อยเท่ากับ 9.32 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 3.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ

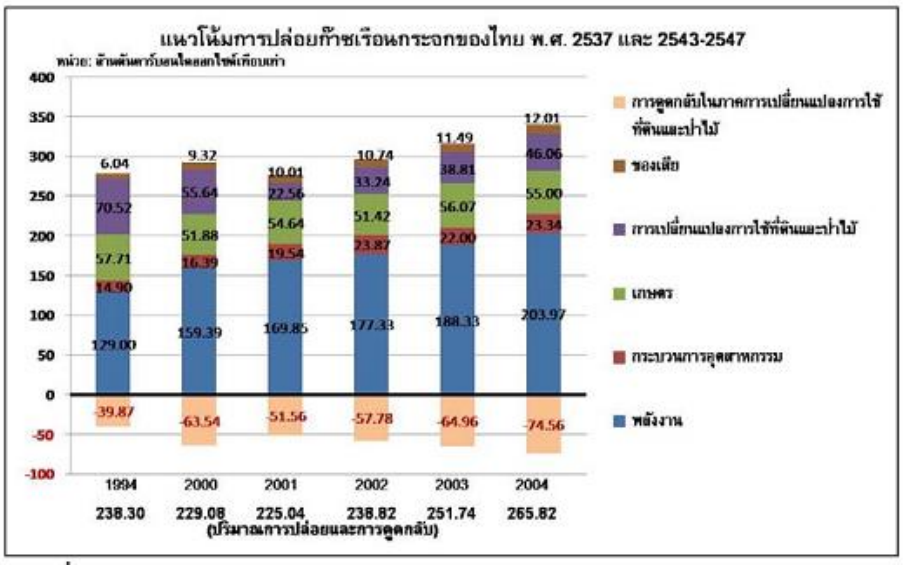
อย่างไรก็ดี ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีการดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจกด้วย (Removal by sink) คิดเป็นปริมาณการดูดกลับ 63.54 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 21.7 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของประเทศ จึงทำให้ค่ารวมของภาคนี้เท่ากับ -7.90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศรวมทั้งการดูดกลับจะเท่ากับ 229.08 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามภาพที่ 2-12 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission by source) และสัดส่วนการปล่อยจำแนกรายสาขา



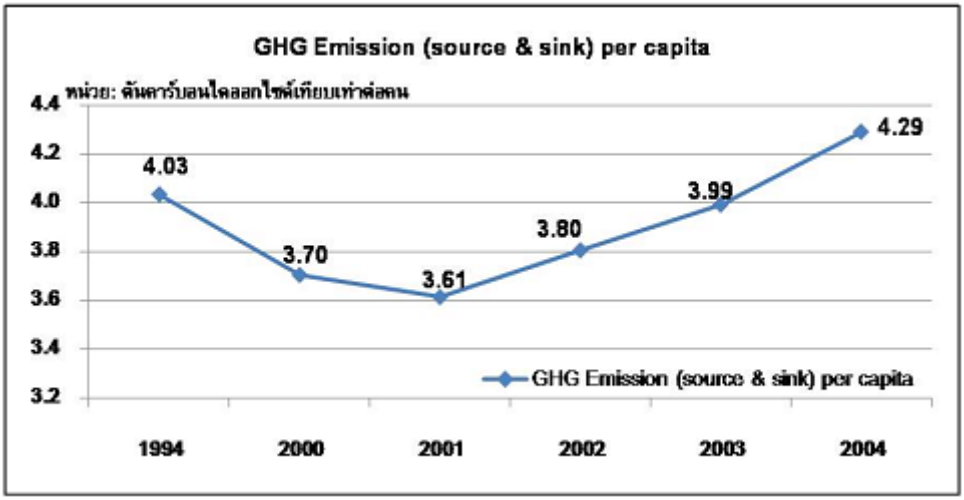
ภาพที่ 2-12 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย ปี พ.ศ. 2543 และสัดส่วนการปล่อยรายภาคส่วน (ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553)

จากภาพที่ 2-13 แสดงแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission by source) และการดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Removal by sink) ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 (ค.ศ. 1994 และ 2000-2004) ทั้งนี้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศรวมทั้งการดูดกลับในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 คิดเป็น 238.30 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 229.08 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 225.04 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 238.82 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 251.74 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ 265.82 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ ซึ่งเมื่อคิดเป็นอัตราต่อหัวประชากร จะเท่ากับ 4.03 ตัน

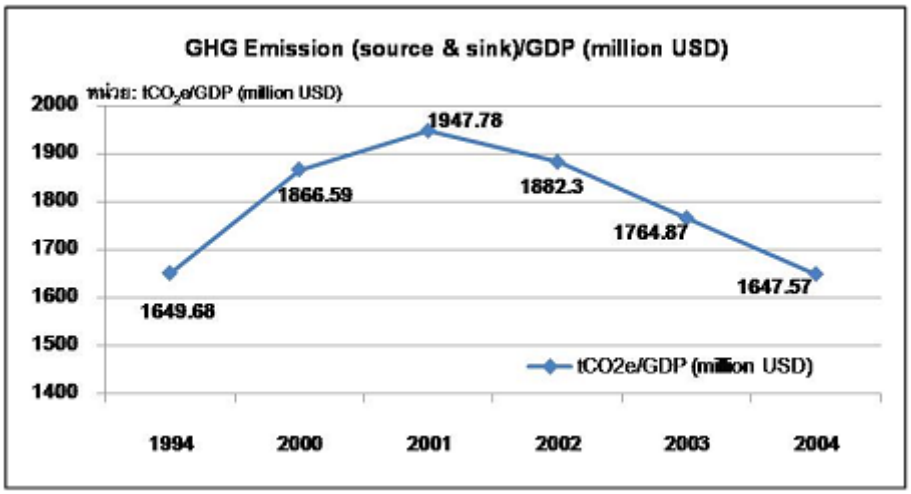
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 3.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 3.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 3.80 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 3.99 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ 4.29 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2-14 และเมื่อคิดเป็นอัตราต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ จะเท่ากับ 1,649.68 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมหนึ่งล้านเหรียญสหรัฐ ฯ (tCO_2e/GDP (million USD)) 1,866.59 tCO_2 (million USD) 1,947.78 tCO_2e/GDP (million USD) 1,882.30 tCO_2e/GDP (million USD) 1,764.87 tCO_2e/GDP (million USD) และ 1,647.57 tCO_2e/GDP (million USD) ตามลำดับ ดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-13 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย พ.ศ. 2537 และ 2543-2547
(บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2553)



ภาพที่ 2-14 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวประชากร พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2553)



ภาพที่ 2-15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม พ.ศ. 2537 และ 2543-2547 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2553)

ประเทศไทยเป็นภาคี UNFCCC ค.ศ. 1992 และพิธีสารเกียวโต ค.ศ. 1997 ภายใต้ UNFCCC สนธิสัญญาทั้งสองฉบับนี้ยึดหลักความรับผิดชอบร่วมกันแต่แตกต่างกัน (Common but differentiated responsibilities) กล่าวคือ ประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากในช่วง 150 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมต้องมีความรับผิดชอบในการลดก๊าซเรือนกระจกมากกว่าประเทศกำลังพัฒนา นอกจากนี้ยังมีความรับผิดชอบต้องให้ความช่วยเหลือทางด้าน

การเงินและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็นแก่ประเทศกำลังพัฒนา รวมทั้งให้ความช่วยเหลือแก่ประเทศที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากเป็นพิเศษในการปรับตัวเพื่อรองรับความเสียหายนั้น

พิธีสารเกียวโตกำหนดให้รัฐภาคีที่เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งเป็นประเทศที่ถูกจัดอยู่ในภาคผนวกที่ 1 (Annex 1 countries) ของ UNFCCC มีหน้าที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อคำนวณเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วคิดเป็นร้อยละ5 จากระดับที่ประเทศกลุ่มนี้เคยปล่อยเมื่อ พ.ศ. 2533 ภายในช่วงระยะเวลา พ.ศ. 2551-2555 (ค.ศ. 2008-2012) เนื่องจากพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโตจะใช้บังคับได้จนถึง พ.ศ. 2555 และรัฐภาคียอมรับร่วมกันว่าเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่กำหนดไว้ในพิธีสารยังไม่เพียงพอที่จะป้องกันผลกระทบรุนแรงที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้ จึงต้องมีกระบวนการเจรจารอบใหม่เพื่อกำหนดพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกให้เข้มงวดขึ้น โดยให้จัดทำข้อตกลงให้แล้วเสร็จเพื่อขอการรับรองจากรัฐภาคีในการประชุมสมัชชารัฐภาคีครั้งที่ 15 (COP15) ที่นครโคเปนเฮเกนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 การเจรจาเพื่อจัดทำข้อตกลงฉบับใหม่ได้แบ่งกระบวนการเจรจาออกเป็น 2 ส่วน โดยอาศัยคณะทำงานเฉพาะกิจ 2 ชุด ได้แก่

1. คณะทำงานเฉพาะกิจเพื่อกำหนดพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกของรัฐภาคีในภาคผนวกที่ 1 ตามพิธีสารเกียวโต (Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol: AWG-KP) ทำหน้าที่เจรจาเพื่อกำหนดเป้าหมายและกรอบระยะเวลาในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศที่อยู่ในภาคผนวกที่ 1 หรือประเทศพัฒนาแล้ว

2. คณะทำงานเฉพาะกิจว่าด้วยความร่วมมือระยะยาวภายใต้อนุสัญญา (Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention: AWG-LCA) ทำหน้าที่เจรจาเพื่อกำหนดกรอบความร่วมมือระยะยาวของรัฐภาคีทั้งหมดในการดำเนินการตามอนุสัญญาทั้งในปัจจุบันและภายหลัง ค.ศ. 2012

สำหรับการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกมักอ้างอิงข้อมูลจากรายงานการประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศฉบับที่ 4 ของ IPCC ซึ่งระบุว่า หากจะจำกัดอุณหภูมิโลกให้เพิ่มขึ้นไม่เกิน 2.0-2.4 องศาเซลเซียสจากยุคก่อนการพัฒนาอุตสาหกรรม ก็จะต้องจำกัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศไว้ในระดับ 445-490 ppm CO_2 เทียบเท่า (CO_2 equivalent) ซึ่งหมายความว่าประเทศต่าง ๆ จะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 50-80 เปอร์เซ็นต์ จากระดับของปี 2543 ภายในปี พ.ศ. 2593 หรือ 25-40 เปอร์เซ็นต์ ภายใน พ.ศ. 2563 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552 และ2558) แม้ว่าประเทศพัฒนาแล้วจะมีความรับผิดชอบทางประวัติศาสตร์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่อัตรา

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศกำลังพัฒนาก็เพิ่มมากขึ้นกว่าประเทศพัฒนาแล้วนับตั้งแต่ ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา สำนักพลังงานสากล (International energy agency) ได้คาดการณ์ว่าภายใน ค.ศ. 2025 ประเทศกำลังพัฒนาโดยรวมจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในอัตรา 84 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วจะปล่อยเพิ่มขึ้นในอัตรา 35 เปอร์เซ็นต์ โดยจีนจะกลายเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดแทนที่สหรัฐอเมริกา ด้วยเหตุนี้ ประเด็นสำคัญในการเจรจาเพื่อกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก ก็คือ การกำหนดให้ประเทศกำลังพัฒนาเข้ามามีส่วนรับผิดชอบในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Emission intensity per GDP) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลก เช่น จีนและอินเดีย

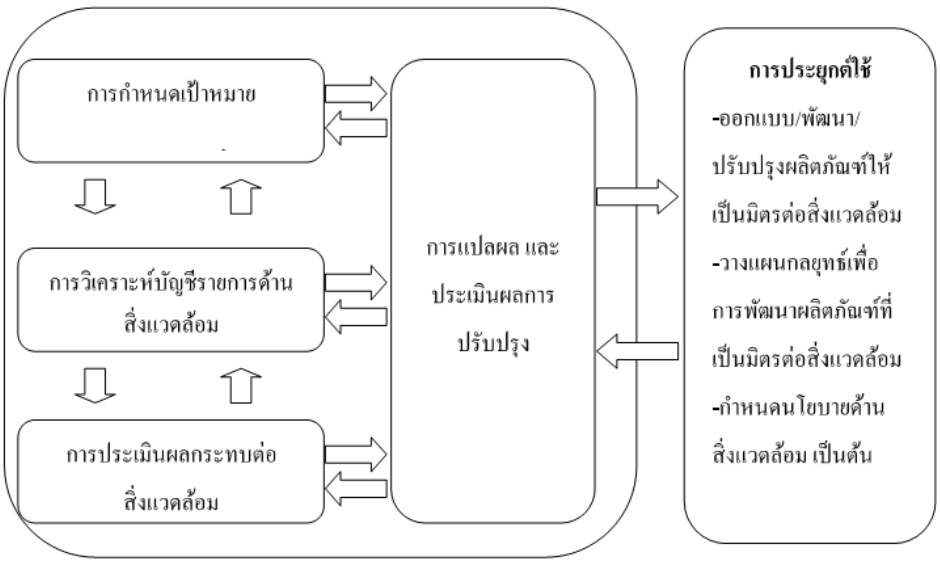
ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อ GDP สูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลก โดยเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 24.6 ในระหว่าง ค.ศ. 1992-2006 ซึ่งจัดเป็นอันดับหนึ่งในบรรดาประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 25 ประเทศในปี ค.ศ. 2005 เนื่องจากแนวโน้มในขณะนี้ ก็คือ ประเทศกำลังพัฒนาอาจต้องเข้ามามีส่วนรับผิดชอบอย่างใดอย่างหนึ่งโดยดำเนินมาตรการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ (Nationally appropriate mitigation actions: NAMA) ประเทศไทยได้แสดงเจตจำนงการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศต่อที่ประชุมอนุสัญญา ฯ สมัยที่ 20 ณ กรุงลิม่า ประเทศเปรู เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557 โดยจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศร้อยละ 7 ถึง 20 ในภาคพลังงานและภาคการขนส่งให้ต่ำกว่าระดับการปล่อยในการดำเนินการตามปกติ (Business as Uaual; BAU) ภายในปี 2563 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2560) ซึ่งเป็นการแสดงให้ประชาคมโลกเห็นว่าประเทศไทยให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมรับผิดชอบแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการดำเนินงานดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ซึ่งเสริมสร้างการเจริญเติมโตทางเศรษฐกิจของประเทศไปสู่การพัฒนาแบบเศรษฐกิจและสังคมคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

นอกจากการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับพันธกรณีที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ประเทศไทยยังอาจต้องเผชิญกับมาตรการกีดกันทางการค้าจากประเทศคู่ค้าสำคัญหากประเทศไทยยังไม่ดำเนินการที่เหมาะสมในด้านการแก้ไขปัญหาโลกร้อน เช่น มาตรการที่เรียกกันว่า Border Carbon Adjustment (BCA) ซึ่งกำหนดให้ผู้นำเข้าสินค้าต้องซื้อสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันมิให้ผู้ส่งสินค้าเข้ามาในประเทศได้เปรียบทางการค้าเหนือผู้ผลิตในประเทศที่ต้องเผชิญกับมาตรการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เข้มงวดมากกว่า ดังเช่น ที่ปรากฏในร่างกฎหมาย American Clean Energy and Security Act ค.ศ. 2009 และกฎหมายของทางสหภาพยุโรป (EU Directive 2008/101) ที่กำหนดให้รวมกิจการการบินเข้าใน

ระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของสหภาพยุโรป ส่งผลให้สายการบินของไทยที่บินเข้าออกสหภาพยุโรปจะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 3 เปอร์เซ็นต์ ใน พ.ศ. 2555 จากระดับในช่วง 2547-2549 และจะต้องลดลงมากขึ้นเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ ใน พ.ศ. 2556 หรือจะใช้วิธีการซื้อสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแทนก็ได้ อีกมาตรการหนึ่งที่กำลังเกิดขึ้นท่ามกลางกระแสความตื่นตัวเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก็คือ การกำหนดให้สินค้าและบริการต่าง ๆ ติดฉลากคาร์บอน (Carbon label) ซึ่งเป็นแนวโน้มที่กำลังเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ทั้งในรูปกฎระเบียบ และกระแสความกดดันทั้งจากภาคเอกชนและผู้บริโภค ฉลากคาร์บอนจะแสดงระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสินค้าและบริการซึ่งสามารถพิจารณาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การบรรจุหีบห่อ การขนส่งไปยังปลายทางถึงผู้บริโภค รวมไปถึงการใช้งาน และการกำจัดของเสียที่เกิดจากใช้สินค้าและบริการนั้น หรือที่เรียกกันว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint)

วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อาศัยหลักการเดียวกันกับการประเมินวัฏชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment; LCA) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักตาม ระเบียบชุดมาตรฐานสากลใน ISO 14040 ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-16 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน 14040
(ประพิธาร์ ธนารักษ์, เบญจมาภรณ์ ถนอมนิ่ม และพิสิษฏ์ มณีโชติ, 2557)

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของทุกประเทศต้องดำเนินการภายใต้มาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สมการดังนี้

$$CO_2eq\ Emission = Activity\ data \times Emission\ factor \quad (2\text{-}1)$$

CO_2eq Emission = ปริมาณการปล่อย CO_2 เทียบเท่า

Emission factor = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ CO_2

Activity data = ปริมาณการใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data: AD) เป็นคำที่ใช้ในการคำนวณซึ่งเกิดจากกิจกรรมของการเกิดก๊าซเรือนกระจกประเภทต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำมันที่ใช้ ปริมาณถ่านหินที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าว เป็นต้น AD อาจมีหน่วยที่แตกต่างกันไปในแต่ละภาคและสาขาของการคำนวณดังนั้นในการนำค่าต่าง ๆ มาใช้ต้องระมัดระวังให้หน่วยที่นำมาใช้มีความถูกต้องและต้องสัมพันธ์กับหน่วยของค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) ด้วยในบางครั้ง AD ที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ได้โดยตรงต้องนำมาปรับหรือคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้เป็นค่าที่สามารถนำมาใช้ได้ ตัวอย่างเช่น ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณได้จากจำนวนประชากรคูณกับอัตราการเกิดขยะ เป็นต้น

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) เป็นค่าที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย เช่น EF ของการผลิตซีเมนต์ เท่ากับ 0.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันซีเมนต์ (tCO_2eq/ton cement) เป็นต้น EF นี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและเทคโนโลยีของแหล่งปล่อยในแต่ละประเทศอาจมี EF ตามเงื่อนไขเฉพาะของกิจกรรมนั้น ๆ เรียกว่า ค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country specific emission factor) ซึ่งได้มาจากการวัดจริงหรือการทดลอง ในกรณีที่บางประเทศไม่มี EF เฉพาะในคู่มือการคำนวณของ IPCC ได้เสนอค่าการปล่อยที่แนะนำ (Default value of emission factor) ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณได้ EF อ้างอิงนี้ส่วนใหญ่ได้มาจากการรวบรวมจากเอกสารอ้างอิงในหลายพื้นที่ โดยบางประเทศมีการจำแนก EF อ้างอิงตามพื้นที่ตามเทคโนโลยี หรือตามกิจกรรม

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีทั้งหมด 7 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุลแต่ละประเภท โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ในช่วงระยะเวลา 100 ปี แสดงตามตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) โดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในระยะเวลา 100 ปี (Solomon et al., 2007)

Greenhouse Gases	Chemical Formula	GWP ในระยะเวลา 100 ปี
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	1
มีเทน	CH_4	25
ไนตรัสออกไซด์	N_2O	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	HFC	124-14800
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน	PFC	7390-12800
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	SF_6	22800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์	NF_3	17200

คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

การจัดทำแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์ขององค์กร (องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก [องค์การมหาชน], 2554) สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิตและการบริการขององค์กรนั้นจะช่วยเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้ประกอบการและธุรกิจของไทยให้สามารถแข่งขันในตลาดโลก และเป็นการเตรียมความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas reporting) ขององค์กรต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

1. การกำหนดขอบเขตขององค์กร

โครงสร้างโดยทั่วไปขององค์กรอาจประกอบด้วยหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานมากกว่าหนึ่งโรง ซึ่งส่งผลให้มีแหล่งปล่อยหรือแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหนึ่งแหล่ง ดังนั้นการกำหนดขอบเขตขององค์กรเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพรินท์ จึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญและต้องมีความชัดเจนและเหมาะสม การกำหนดขอบเขตขององค์กรประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

1.1 กำหนดเป้าหมาย กำหนดเป้าหมายของการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้งาน เช่น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ หรือเพื่อใช้สื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะหรือเพื่อประโยชน์อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

1.2 กำหนดขอบเขตขององค์กร การกำหนดขอบเขตขององค์กรในการรวบรวมแหล่งปล่อย และแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก สามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่งดังนี้

1.2.1 แบบควบคุม (Control approach) กำหนดขอบเขตการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกแบบควบคุม แบ่งเป็นการควบคุมการดำเนินงาน (Operational control) และการควบคุมทางการเงิน (Financial control) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1.1 ควบคุมการดำเนินงาน องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อย และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน

1.2.1.2 ควบคุมทางการเงิน องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อย และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมทางการเงิน ซึ่งยึดตามสัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินขององค์กรเป็นหลัก

1.2.2 แบบปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ (Equity share) กำหนดขอบเขตการรวบรวมผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยปันตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมทุน หรือลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้น ๆ

เมื่อกำหนดขอบเขตขององค์กรแล้ว ก็จะสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้ แผนผังโครงสร้างขององค์กร ที่มีโครงสร้างบริหารขององค์กร สถานที่ตั้ง แผนผังบริเวณขององค์กร โดยเฉพาะสถานที่ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำนวนพนักงานในองค์กร โครงสร้างธุรกิจขององค์กร ที่เป็นธุรกิจผลิต บริการหรือพาณิชยกรรม ลักษณะผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือการค้าขององค์กร แผนผังกระบวนการผลิต และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ในการคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.3 กำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน ในการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.3.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กร ดังนี้

การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ ตัวอย่างเช่น

1.3.1.1 การผลิตไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ เพื่อใช้เองภายในองค์กร และ/หรือ เพื่อการส่งออก หรือแจกจ่ายให้แก่ผู้ใช้งานนอกเขตขององค์กรและการสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการส่งผ่านพลังงาน ไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ

1.3.1.2 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่/องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3.1.3 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร โดยองค์กรเป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินงานดังกล่าว

1.3.1.4 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการ Calcination ของการผลิตปูนซีเมนต์

1.3.1.5 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

1.3.1.6 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่น ๆ (Fugitive emissions) ตัวอย่างเช่น การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศภายนอกที่เกิดขึ้นบริเวณรอยเชื่อมข้อต่อท่อของอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ภายในองค์กร เช่น สารทำความเย็นหรือการรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ภายในองค์กรในขณะทำการซ่อมบำรุง

1.3.1.7 การรั่วไหลของก๊าซเรือนกระจกจากหน่วยผลิตย่อยภายในโรงงาน เช่น การรั่วไหลของก๊าซซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF6) จากการใช้ Switch gear

1.3.1.8 การใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้

1.3.1.9 ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ

1.3.1.10 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ย หรือสารเคมีเพื่อการซักล้างหรือทำความสะอาดภายในองค์กร

1.3.1.11 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวล

1.3.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร

1.3.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ

2. การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ องค์กรต้องคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตขององค์กรอย่างครบถ้วนเท่าที่จะทำได้ และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ตามขั้นตอนนี้

2.1.1 การระบุแหล่งปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจก องค์กรต้องระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในขอบเขตขององค์กร และบันทึกเป็นลายลักษณ์ องค์กรควรแยกบันทึกปริมาณไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้าจากภายในองค์กร หากองค์กรทำการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ก็ควรแยกบันทึกแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมนั้น ๆ

2.1.2 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน ตัวอย่างวิธีการคำนวณสามารถทำได้ ดังนี้

2.1.2.1 จากการตรวจวัด ทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องหรือเว้นช่วงเป็นระยะ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน ตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง

2.1.2.2 จากการคำนวณ การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือการทำสมการมวลสารสมดุล หรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ facility-specific หรือ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า CO_2 equivalent

2.1.2.3 จากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ องค์กรสามารถหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ ตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บ และข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ซึ่ง

ได้จากการตรวจวัด มาทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยสมการมวลสารสมดุล เป็นต้น

2.1.3 การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจก (Activity data) หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณ ต้องมีการคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ขัดแย้งกับวิธีการคำนวณที่ได้เลือกไว้ ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดควรได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี

2.1.4 การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factor) หรือค่าแฟกเตอร์การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (GHG Removal Factor) หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณ องค์กรต้องคัดเลือกหรือพัฒนาค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ที่ซึ่ง

2.1.4.1 ทราบแหล่งที่มา

2.1.4.2 เหมาะสมใช้กับแหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกแต่ละแหล่ง

2.1.4.3 เป็นค่าปัจจุบันในขณะที่ใช้คำนวณ

2.1.4.4 คำนึงถึงความไม่แน่นอนในการคำนวณ และนำมาใช้คำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

2.1.4.5 ไม่ขัดแย้งกับความตั้งใจในการใช้งานบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบปฐมภูมิได้ สามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรม และกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรวขององค์กร หรือค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการเผยแพร่แล้วตามแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยหากเรียงตามลำดับความสำคัญ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพของข้อมูลได้ดังนี้ 1) ฐานข้อมูลที่ทำการศึกษาและเผยแพร่โดยองค์กรภายในประเทศ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมนั้น ๆ 2) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai LCI Database) ซึ่งรวบรวมและจัดการโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ดูข้อมูลเพิ่มเติมที่ http://thailcidatabase.net) 3) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศ ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications) 4) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูปด้านการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA software) ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม หรือฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ เป็นต้น 5) ข้อมูลที่ตีพิมพ์

โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ขององค์กรของสหประชาชาติ

2.1.5 แนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของบริษัท ฯ

การเผาไหม้เชื้อเพลิงของปั๊มน้ำดับเพลิง การคำนวณโดยใช้ค่า Emission factor ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ได้จากการเผาไหม้ โดยต้องระมัดระวังในการเลือกค่าที่ใช้ให้เหมาะสม ซึ่งจำเป็นจะต้องทราบชนิดเชื้อเพลิง และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

$$\text{ปริมาณการปล่อย GHG} = \sum (\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times EF_{CO2, CH4, N2O}) \qquad (2\text{-}2)$$

สารดับเพลิงที่เป็นก๊าซเรือนกระจก วิธีการคำนวณสำหรับสารดับเพลิงที่เป็นก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้โดยใช้ Emission factor ของชนิดสารดับเพลิง ซึ่งสามารถหาได้จากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์ขององค์กรของ อบก. และต้องทราบปริมาณสารดับเพลิงที่ปล่อยออกมา ในที่นี้ส่วนใหญ่จะไม่สามารถหาปริมาณสารดับเพลิงที่ปล่อยออกได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการทางอ้อม โดยใช้ข้อมูลปริมาณสารดับเพลิงที่เติมถังดับเพลิงที่ใช้ไปและให้ปริมาณการเติมเท่ากับปริมาณที่ปล่อยออก

$$\text{ปริมาณการปล่อย GHG} = \text{ปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้} \times \text{EF ของสารดับเพลิง} \qquad (2\text{-}3)$$

การเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยก การคำนวณ โดยใช้ค่า Emission factor ของการปลดปล่อยการเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในรถยก จะต้องเลือกค่าที่ใช้ให้เหมาะสมกับชนิดเชื้อเพลิง และต้องทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

$$\text{ปริมาณการปล่อย GHG} = \sum (\text{ปริมาณเชื้อเพลิง} \times EF_{CO2, CH4, N2O}) \qquad (2\text{-}4)$$

สารทำความเย็นและการรั่วซึมของ SF6 วิธีการคำนวณสำหรับสารทำความเย็นที่เป็นก๊าซเรือนกระจก และการรั่วซึมของ SF6 วิธีการจะคล้ายกับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารดับเพลิง โดยสามารถคำนวณได้โดยใช้ Emission factor ของสารชนิดทำความเย็น และต้องทราบปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วซึมออกมา ในที่นี้ส่วนใหญ่จะไม่สามารถหาปริมาณที่รั่วซึมออกมาได้โดยตรง ซึ่งสามารถใช้วิธีทางอ้อมได้ โดยการใช้สมมติฐานข้อมูลปริมาณสารทำความเย็นที่เติมเข้าระบบ เท่ากับปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วซึมออกมา

ปริมาณการปล่อย GHG = ปริมาณสารที่รั่วซึม x EF ของสารทำความเย็น (2-5)

ก๊าซเรือนกระจกจาก Septic tank ระบบ Septic tank เป็นระบบปิด และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสภาวะในระบบจึงเป็นแบบไร้อากาศ (Anaeraobic) ซึ่งสามารถเกิดมีเทนที่เป็นก๊าซเรือนกระจกได้ วิธีการคำนวณสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการจาก IPCC 2006, volume 5, chapter 6 wastewater treatment and discharge, 6.2.2 domestic wastewater ดังนี้

$$CH_4 \text{ Emissions} = \left[\sum(U_i * T_{i,j} * EF_j)\right] (TOW - S) - R \quad (2\text{-}6)$$

CH_4 Emissions = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน
TOW = ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสียทั้งปี, kg BOD/yr
S = สารอินทรีย์ถูกกำจัดออกในรูปตะกอนทั้งปี, kg BOD/yr
U_i = สัดส่วนประชากรของกลุ่ม i ทั้งปี (ดูตารางภาพ ภาคผนวก ค-4)
$T_{i,j}$ = ระดับการบำบัดและการปล่อยออกของระบบ (ดูตารางภาพ ภาคผนวก ค-4)
i = กลุ่มประชากร: ชนบท ในเมือง
j = แต่ละการบำบัดและการปล่อยออกของระบบ
EF_j = ค่าสัมประสิทธิการปล่อย CH_4, kg CH_4/kg BOD
R = จำนวน CH4 ที่กลับเข้าระบบทั้งปี, kg CH_4/yr

$$EF_j = B_o * MCF_j \quad (2\text{-}7)$$

EF_j = ค่าสัมประสิทธิการปล่อย CH_4, kg CH_4/kg BOD
J = แต่ละการบำบัดและการปล่อยออกของระบบ
B_o = ความสามารถในการผลิต CH_4 มากที่สุด, kg CH_4/kg BOD
MCF_j = สัมประสิทธิค่าแก้ของ CH_4 (ดูตารางภาพ ภาคผนวก ค-2)

$$TOW = P * BOD * 0.001 * I * 365 \quad (2\text{-}8)$$

TOW = จำนวนสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำทิ้งทั้งปี, kg BOD/yr

P = จำนวนประชากรทั้งหมดในปีนั้น

BOD = ค่า BOD ทั้งปี/คน/วัน (ดูตารางภาพ ภาคผนวก ค-3)

I = สัมประสิทธิ์ค่าแก้ของค่า BOD ในอุตสาหกรรมที่ปล่อยสู่ท่อน้ำทิ้ง

(ถ้ามีการจัดเก็บข้อมูลให้ใช้ค่าที่ 1.24 และ 1.00 สำหรับข้อมูลที่ไม่มีการจัดเก็บ)

0.001 = แปลงค่าจาก grams BOD ไปเป็น kg BOD

ไฟฟ้าที่ซื้อจากหน่วยงานภายนอกองค์กร วิธีการคำนวณปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า อันดับแรกต้องดูว่าองค์กรที่ทำการประเมินนั้นซื้อไฟฟ้ามาจากแหล่งใด กรณีที่ซื้อจากการไฟฟ้าของประเทศไทยสามารถใช้ค่า Emission factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยได้ ในกรณีที่ซื้อมาจากบริษัทผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ใกล้เคียงจะต้องใช้ Emission factor ของการผลิตไฟฟ้าจากผู้ผลิตนั้น ๆ ในการคำนวณ

ปริมาณการปล่อย GHG = ปริมาณการใช้ไฟฟ้า x EF การผลิตไฟฟ้า (2-9)

การใช้เชื้อเพลิงในการจัดส่งสินค้า วิธีการคำนวนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกในการจัดส่งสินค้า (โครงการส่งเสริมการใช้ฉลากคาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2554) จะคำนวณโดยการใช้ข้อมูลระยะทาง ซึ่งการจัดส่งสินค้า 1 เที่ยว ประกอบด้วย เที่ยวไปจะบรรทุกสินค้าเต็ม ส่วนเที่ยวกลับวิ่งรถเปล่า แต่ควรต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ค่า Emission factor ให้เหมาะสม เพราะค่า Emission factor นั้นจะสัมพันธ์กับชนิดของเชื้อเพลิง ประเภทของรถบรรทุก และการบรรทุกสินค้าว่าเป็นเที่ยวไป หรือเที่ยวกลับ

ปริมาณการปล่อย GHG = (ระยะทางไป x $EF_{ไป}$) + (ระยะทางกลับ x $EF_{กลับ}$) (2-10)

น้ำประปาที่ซื้อจากหน่วยงานภายนอกองค์กร วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปา สามารถคำนวณได้โดยใช้ Emission factor การผลิตน้ำประปาของบริษัทผู้ผลิตโดยตรง

ปริมาณการปล่อย GHG = ปริมาณการใช้ไอน้ำ x EF การผลิตน้ำ (2-11)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความตื่นตัวเกี่ยวกับ ปัญหาภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้มีการพัฒนาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสามารถนำไปสู่การจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยหรือรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ของบริษัทต่าง ๆ ที่มีการจัดทำ โดยส่วนมากจะไม่มีการเผยแพร่ออกสู่สาธารณะ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านการแข่งขันทางธุรกิจ ซึ่งผลการศึกษาโดยส่วนมากจะถูกนำไปใช้ในการกำหนดนโยบาย หรือแนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมขององค์กรนั้น ๆ เป็นหลัก

การประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์สามารถดำเนินการได้ในทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การขนส่ง เป็นต้น ดังตัวอย่างการศึกษาการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการประเมินในรูปแบบขององค์กร หรือผลิตภัณฑ์

การประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์ขององค์กรสามารถสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในทุกองค์กรที่ทำการประเมินไม่ว่าจะเป็นองค์กรขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ต่างปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนด้วยกันทั้งสิ้น โดยบทความคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (จิตลดา หมายมั่น, อติกร เสรีพัฒนานนท์, บัณฑิต รัตนไตร, และ สมบัติ ทีฆทรัพย์, 2560) นำเสนอหลักการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ที่ใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ประกอบด้วยหลักการพื้นฐานสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ชนิดของก๊าซเรือนกระจก ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนการคัดเลือกวิธีการคำนวณ ตัวอย่างผลการคำนวณ และตัวอย่างองค์กรที่ได้รับการขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ในส่วนของ ผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหารได้รับความสนใจจากหลายประเทศ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ลำดับแรกในการดำเนินการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์พื้นฐานสำหรับผู้บริโภค ประเทศไทยเองได้มีงานศึกษาคาร์บอนฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมมะลิ (คาร์บอนฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์ข้าว) (รัตนาวรรณ มั่นคง, แซบเบียร์ กีวาลา, งามทิพย์ ภู่วโรดม และสิรินทรเทพ เต้าประยูร, 2553) พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดจากขั้นตอนการปลูกข้าวเป็นหลัก สูงสุดถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่าคาร์บอนฟุตพรินท์รวม ในขณะที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เส้นหมี่ ก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง เกิดจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดประมาณ 50 เปอร์เซนต์ของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม

นอกจากนี้งานวิจัยวอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย (พงศ์เทพ สุวรรณวารี, 2557) กรณีศึกษา : จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.3429 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม โดยในภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าภาคเกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบภาพรวมทั้งจังหวัดพบว่า จังหวัดนครราชสีมามีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดที่เท่ากับ 231 ล้าน กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รองลงมาคือ ชัยภูมิ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ โดยมีค่าเท่ากับ 149, 71 และ 51 ล้านกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ ส่วนผลรวมค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างมีค่าทั้งสิ้นเท่ากับ 502 ล้าน กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

ในส่วนของภาคอุตสาหกรรม มีการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่ม (สุบิน พัฒนสกุลลอย และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย, 2557) ภายใต้แนวคิดการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และ การทำธุรกิจการค้าระหว่างหน่วยงานธุรกิจกับหน่วยธุรกิจ B2B (Business-to-business) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่า (Equivalent greenhouse gas) ของฝาน้ำดื่มที่มีน้ำหนัก 1.45 กรัม (1 ฝา) จะมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทียบเท่าอยู่กับ 8.46 g CO2-eq โดยที่สัดส่วนระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อการผลิตอยู่ในระดับสูงสุดเท่ากับ 7.96 g CO2-eq คิดเป็น 94.12 เปอร์เซ็นต์ ของระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด รองลงมาคือ กระบวนการผลิตซึ่งอยู่ที่ระดับ 0.5 g CO2-eq คิดเป็น 5.88 เปอร์เซ็นต์ของระดับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด โดยการศึกษานี้ได้เสนอแนวทางเพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มลงจาก 8.46 g CO2-eq เป็น 2.4 g CO2-eq หรือ คิดเป็น 74 เปอร์เซ็นต์ของการปลดปล่อยทั้งหมด ด้วยวิธีการประยุกต์การบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชน (Green supply chain) ด้านการบูรณาการการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและการบริหารห่วงโซ่อุปทาน (LCA)

และในส่วนของการใช้วัตถุดิบเพื่อเป็นพลังงานมีการศึกษา หญ้าเนเปียร์ เป็นพืชพลังงานที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานที่สะอาด (ประพิธาร์ ธนารักษ์, เบญจมาภรณ์ ถนอมนิ่ม และพิสิษฏ์ มณีโชติ, 2557) โดยกระทรวงพลังงานมีเป้าหมายในการใช้หญ้าเนเปียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อน (การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และพลังงานของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1) งานวิจัยทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และพลังงานของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดิน การเตรียมท่อนพันธุ์ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว โดยทำการศึกษาพื้นที่

เพาะปลูกจำนวน 105 ไร่ ณ ตำบลดงประคำ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 38.23 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลผลิต โดยขั้นตอนการเพาะปลูกมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การเตรียมดิน และการเตรียมท่อนพันธุ์ ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 299/86 หมู่ที่ 1 ซอยสุขสวัสดิ์86 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่โรงงาน

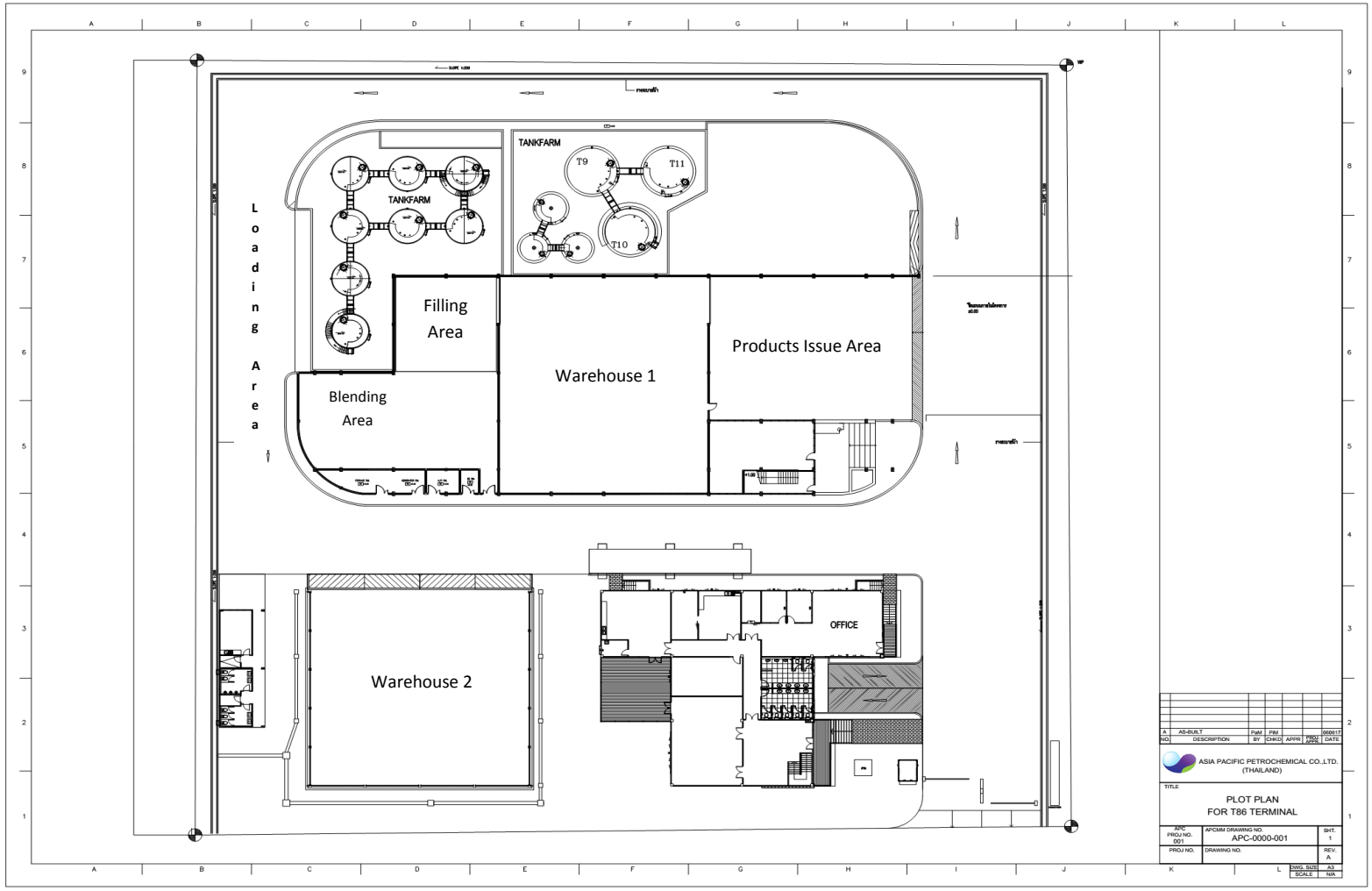
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กำหนดขอบเขตของการวิจัย

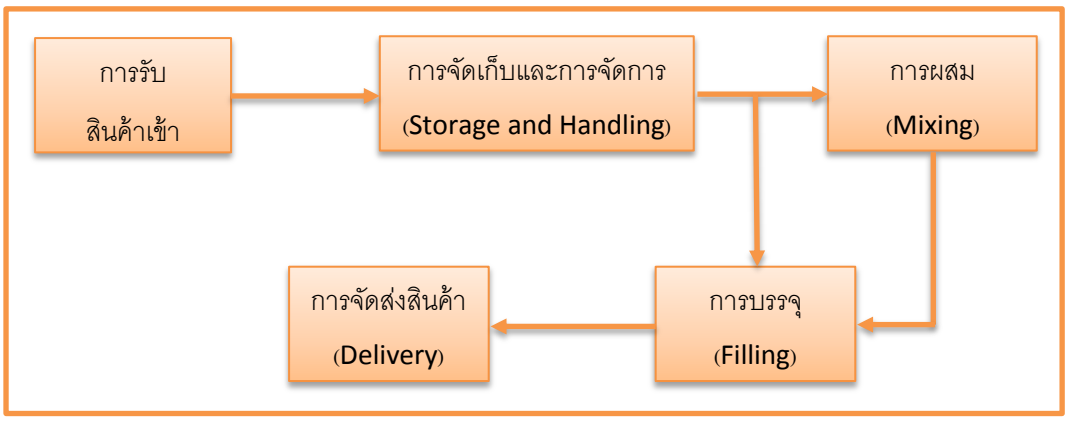
การวิจัยนี้เป็นการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบริษัท ฯ ที่อยู่ภายใต้การควบคุมการดำเนินการของทางบริษัท ฯ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบจากทางผู้ผลิตหรือจากผู้จัดจำหน่ายรายอื่น ๆ ขั้นตอนการนำสารตัวทำละลายเดียวมาผสมกันเพื่อให้ได้สารผสมหรือทินเนอร์ ขั้นตอนการนำสารตัวทำละลายเดียวหรือสารผสมมาบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ขั้นตอนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ (Finished goods) ภายในโกดัง และขั้นตอนการขึ้นสินค้าให้กับรถขนส่งจนถึงการส่งออกให้กับลูกค้า หรือจนถึงเป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่อง (Business-to-Business; B2B or Gate to Gate)

2. กำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน

ขอบเขตของงานวิจัยนี้จะเป็นการประเมินแบบไม่เต็มรูปแบบ (B2B or Gate to Gate) โดยได้มีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กรในช่วงเวลาตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2559-30 มิถุนายน 2560 และการวิจัยนี้จะไม่นำการใช้งานและการกำจัดผลิตภัณฑ์เข้ามาพิจารณา เนื่องจากสารตัวทำละลายหรือสารผสม (Mixture or Thinner) ที่เป็นผลิตภัณฑ์ขององค์กรนั้นสามารถถูกนำไปใช้งานในหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปมากมาย ข้อมูลมีความซับซ้อนยากต่อการได้มาซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ประกอบกับการวิจัยนี้เป็นการมุ่งเน้นเพื่อการยกระดับในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการในส่วนงานต่าง ๆ ขององค์กร ฯ แสดงดังภาพที่ 3-1 และสรุปเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตได้ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-1 แผนผังของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด



ภาพที่ 3-2 แผนผังกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร

ในแต่ละพื้นที่ภายในของบริษัท ฯ นั้น มีกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้น ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่

ตำแหน่ง ภายในบริษัท ฯ	กระบวนการ	แหล่งปล่อย ก๊าซเรือนกระจก
1. จุดรับสินค้าทางรถบัลค์ (Loading station)	การรับสินค้า	ไฟฟ้า
2. พื้นที่บรรจุสินค้า (Drum filling area)	การบรรจุ	ไฟฟ้า
3. พื้นที่ผสมทินเนอร์ (Blending area)	การผสม	ไฟฟ้า
4. โกดัง 1 กับ 2 (Warehouse 1 and 2)	การจัดเก็บและจัดการ	รถยก
5. พื้นที่จ่ายผลิตภัณฑ์ (Products issue area)	การจัดส่งสินค้า	รถขนส่ง
6. สำนักงาน (Office)	-	เครื่องปรับอากาศ น้ำประปา ห้องน้ำ

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ตำแหน่ง ภายในบริษัท ฯ	กระบวนการ	แหล่งปล่อย ก๊าซเรือนกระจก
7. อื่น ๆ (Other)	การซ้อมดับเพลิง	ปั๊มน้ำดับเพลิง ถังดับเพลิงชนิด CO_2

3. การวิเคราะห์แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การวิเคราะห์แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการวิจัยครั้งนี้ ครอบคลุมเฉพาะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงงาน สามารถแบ่ง แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกได้เป็น 3 ประเภท ตามตารางที่ 3-2 ถึง 3-4

ตารางที่ 3-2 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซ ฯ (Emission sources)	กำลังการผลิต (Capacity)	ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย
1. การซ้อมดับเพลิง	Fire pump (Diesel)	1 ตัว x 0.149 MW	CO_2 CH_4 N_2O
	อุปกรณ์ดับเพลิงชนิด (CO_2) บรรจุถังในอาคาร	CO_2 15 lbsx 3 ถัง	CO_2
2. การจัดเก็บและจัดการ	Fork lift (Diesel)	2 คัน x 2.5 ตัน	CO_2 CH_4 N_2O
3. อาคารสำนักงาน	Air Conditionere - York (R22) - Daikin (R410a)	60,000 BTU x 1 ตัว (York) 48,000 BTU x 2 ตัว (York) 45,000 BTU x 2 ตัว (York) 36,000 BTU x 2 ตัว (York) 24,000 BTU x 2 ตัว (Daikin) 23,638 BTU x 3 ตัว (York) 12,876 BTU x 4 ตัว (York) 12,500 BTU x 2 ตัว (York)	HCFC

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซ ฯ (Emission sources)	กำลังการผลิต (Capacity)	ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย
4. ห้องน้ำ	Septic tank	พนักงาน ส่วนสำนักงาน 9 คน ส่วนซ่อมบำรุง 2 คน ส่วนปฏิบัติการ 17 คน ส่วนจัดส่งสินค้า 17 คน แม่บ้าน 1 คน รปภ. 4 คน	CH_4
5. การจัดส่งสินค้า	รถบรรทุก (Diesel)	รถกระบะ 4 ล้อ 1 คัน รถบรรทุก 6 ล้อ 3 คัน (ขนาด 8.5 ตัน) รถบรรทุก 6 ล้อ 4 คัน (ขนาด 11 ตัน) รถบรรทุก 10 ล้อ 1 คัน	CO_2

ตารางที่ 3-3 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซ ฯ (Emission sources)	กำลังการผลิต (Capacity)	ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย
1. การรับ/ การผสม/ การบรรจุ	หม้อแปลงไฟฟ้า (Power receiving unit) ไฟฟ้าจาก EGAT	(Max.Capacity of Meter) Maximum 22 Kwh	CO_2

ตารางที่ 3-4 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซ ฯ (Emission sources)	กำลังการผลิต (Capacity)	ก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อย
1. อาคารสำนักงาน	มิเตอร์น้ำ น้ำประปา	(Max. Flow rate of Meter) Maximum 12.464 m^3/h	CO_2

การประเมินก๊าซเรือนกระจกของงานวิจัยนี้ เป็นไปตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ตามขอบเขตของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด ที่โรงงานในซอยสุขสวัสดิ์ 86 (T86 Site) ไม่นับรวมรายการต่อไปนี้ 1) ไม่นับรวมการเกิด N_2O จากการใช้ปุ๋ยในพื้นที่สีเขียวของโรงงานและการใช้น้ำมันสำหรับอุปกรณ์ในการทำสวน เนื่องจากมีปริมาณน้อยมาก เช่น เครื่องตัดหญ้า เป็นต้น 2) ไม่นับรวมปริมาณรั่วซึมของสารทำความเย็นจากตู้เย็น และตู้กดน้ำเย็น เนื่องจากมีปริมาณน้อยมาก 3) ไม่นับรวมงานเชื่อมของผู้รับเหมาเนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ไม่อยู่ในความควบคุมขององค์กร 4) ไม่นับรวมการเกิด CH_4 ในบ่อ Retention pond เนื่องจากบ่อ retention pond มีระยะเวลาในการเก็บน้ำในบ่อสั้นมาก และมี organic load น้อยมากทำให้มีโอกาสการเกิด CH_4 ต่ำมาก 5) ไม่นับรวมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่สีเขียวภายในโรงงาน 5) ไม่นับรวมการเดินทางไป-กลับของพนักงานภายในโรงงาน รวมถึง Supplierไม่รวมการขนส่งสินค้าจากต้นทางมายังโรงงาน

4. การคัดเลือกวิธีการประเมิน

วิธีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกสำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะเลือกใช้วิธีการประเมินด้วย วิธีการคำนวณ (Calculation-based Methodologies) โดยการใช้ค่า Emission Factor เช่น ค่า Emission Factor จาก IPCC, TGO เป็นต้น ตามสมการที่ 3-1 และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการคำนวณจะแสดงค่าในรูปของ CO_2eq

$$\text{GHG Emission} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor} \quad (3\text{-}1)$$

GHG Emission คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก

Activity Data คือ ข้อมูลกิจกรรม

Emission Factor คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกัน เป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยครั้งนี้มีแหล่งที่มาจากฐานข้อมูลที่ได้จาก องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก หรือ TGO, ฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐานและพลังงานประเทศ หรือ LCI เป็นต้น

ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกิจกรรมการผลิตในโรงงาน หรือองค์กร หรือกิจกรรมการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมหรือที่องค์กรมีอำนาจในการเข้าถึงข้อมูล เช่น ปริมาณการน้ำมันดีเซลของรถยก เป็นต้น

6. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละกระบวนการหรือกิจกรรมนั้น จะคำนวณเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 3-1

7. การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เมื่อได้ทำการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ภายในองค์กรแล้ว ควรจะต้องทำการประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่เกิดจากการทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์จากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความไม่แน่นอนควรนำไปสู่กระบวนการทบทวน เพื่อแสวงหาแนวทางการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น และการบริหารจัดการสำหรับการประเมินในครั้งต่อไป

การประเมินระดับคุณภาพของข้อมูล และค่าแฟคเตอร์ที่เลือกใช้นั้น สามารถประเมินได้จากตารางที่ 3-5 และคำอธิบายระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลตามตารางที่ 3-6 (องค์การมหาชน, 2554)

ตารางที่ 3-5 ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟคเตอร์ที่เลือกใช้

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล					
ข้อมูลกิจกรรม	X=6 Points		Y=3 Points		Z=1 Points	
	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง		เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ		เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า	
Emission Factors	A=6 Points	B=5 Points	C=4 Points	D=3 Points	E=2 Points	F=1 Points
	EF จากการวัดที่มีคุณภาพ	EF จากอุปกรณ์วัด	EF จากผู้ผลิต	EF จากท้องถิ่น	EF ระดับประเทศ	EF ระดับสากล

ตารางที่ 3-6 ระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอน

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1 – 6	ความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7 – 12	ความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพข้อมูลปานกลาง
3	13 – 18	ความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19 – 24	ความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

8. การสรุป และวิจารณ์ผลการดำเนินงานวิจัย

8.1 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

8.2 สรุปแนวทางที่สามารถลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

8.3 เสนอแนะแนวทางปฏิบัติแก่โรงงาน และเสนอแนะการทำวิจัยเพิ่มเติม

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากกระบวนการและกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของทางบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (ที่คลังสินค้า T86) โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยการศึกษาครั้งนี้จำกัดขอบเขตเฉพาะกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบริษัท ฯ ตลอดจนถึงการส่งออกให้กับลูกค้าหรือจนถึงเป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่อง (Business-to-Business; B2B or Gate to Gate) โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยดังนี้

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทางบริษัท ฯ

ข้อมูล วิธีการคำนวณและผลการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมและกระบวนการต่าง ๆ แสดงในภาคผนวก ก และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พบว่าปริมาณการปล่อยการเรือนกระจกจากกระบวนการต่าง ๆ ได้ค่าดังแสดงในตาราง ที่ 4-1

จากตารางที่ 4-1 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 135.0 ton CO_2 eq/ ปี ซึ่งกระบวนการที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดของประเภทที่ 1 คือ กระบวนการจัดส่งสินค้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 105.8 ton CO_2 eq/ ปี เนื่องจากกระบวนการจัดส่งสินค้าของทางบริษัท ฯ มีการใช้รถขนส่งหลายคัน และเครื่องยนต์หลากหลายขนาด จึงเป็นสาเหตุให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมามากที่สุด และกระบวนการซ้อมดับเพลิงประจำปีที่มีการใช้ถังดับเพลิงชนิด CO_2 นั้น มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดของประเภทที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.018 ton CO_2 eq/ ปี

ตารางที่ 4-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission sources)	จำนวนหน่วยกิจกรรม (ต่อปี)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq/year)
การซ้อมดับเพลิง	- ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire pump)	1201.8 ลิตร	2.6987 (CO2) 1.09E-04 (CH4) 2.19E-05 (N2O)	3.254
	- ถังดับเพลิงชนิด CO_2 (Extinguisher)	18 kg	1	0.018
การจัดเก็บและจัดการ	รถยก (Forklift car)	4420.0 ลิตร	2.6987 (CO2) 1.42E-04 (CH4) 1.42E-04 (N2O)	12.13
อาคารสำนักงาน	เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)	0 kg (R22) 4 kg (R410a)	1810 (R22) 2,088 (R410a)	8.352
ห้องน้ำ	ถังบำบัดน้ำเสีย (Septic tank)	219.0 kg CH_4	25	5.475
การจัดส่งสินค้า	รถบรรทุก (Diesel)	รถกระบะ 20569.5 km 20569.5 km รถบรรทุก 6 ล้อ (8.5 ตัน) 57521.0 km 57521.0 km รถบรรทุก 6 ล้อ (11 ตัน) 119073.5 km 119073.5 km	 0.2400 (0%) 0.2140 (100%) 0.4246 (0%) 0.0674 (100%) 0.4346 (0%) 0.0543 (100%)	105.8

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission sources)	จำนวนหน่วยกิจกรรม (ต่อปี)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq/year)
การจัดส่งสินค้า	รถบรรทุก (Diesel)	รถบรรทุก 10 ล้อ 18253.0 km	0.5711 (0%)	
		18253.0 km	0.0451 (100%)	
ปริมาณการปล่อย GHG จากขอบเขตประเภทที่ 1				135.0

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พบว่าปริมาณการปล่อยการเรือนกระจกจากกระบวนการต่าง ๆ ได้ค่าดังแสดงในตาราง ที่ 4-2

จากตารางที่ 4-2 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 เกิดจากการปริมาณการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการรับ กระบวนการผสม และกระบวนการบรรจุ มีค่าเท่ากับ 72.49 ton CO_2 eq/ปี

ตารางที่ 4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission sources)	จำนวนหน่วยกิจกรรม (ต่อปี)	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq/year)
การรับ / การผสม / การบรรจุ	หม้อแปลงไฟฟ้า (Electricity) ไฟฟ้าจาก EGAT	118976.0 Kwh	0.6093	72.49
ปริมาณการปล่อย GHG จากขอบเขตประเภทที่ 2				72.49

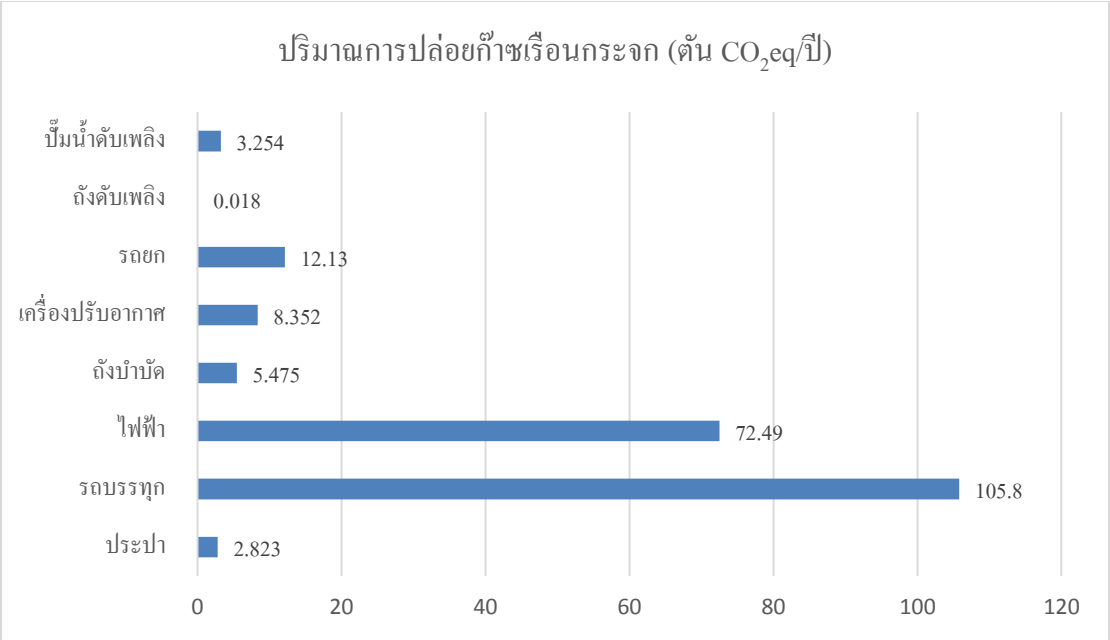
การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พบว่าปริมาณการปล่อยการเรือนกระจกจากกระบวนการต่าง ๆ ได้ค่าดังแสดงในตาราง ที่ 4-3

จากตารางที่ 4-3 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.823 ton CO_2 eq/ ปี ซึ่งมาจากกระบวนการภายในอาคารสำนักงานที่มีการใช้น้ำประปานั้น

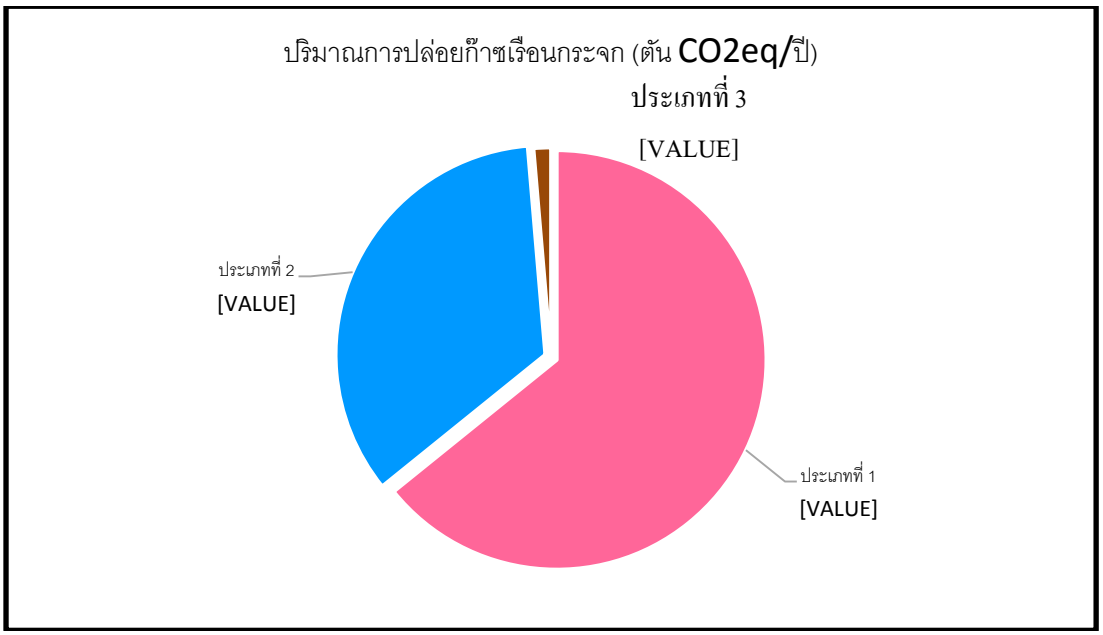
ตารางที่ 4-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3

กระบวนการ (Process)	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission sources)	จำนวนหน่วยกิจกรรม (ต่อปี)	ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq/year)
อาคารสำนักงาน	มิเตอร์น้ำน้ำประปา	4008.0 m^3	0.7043	2.823
ปริมาณการปล่อย GHG จากขอบเขตประเภทที่ 3				2.823

จากการข้อมูลของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่านั้น พบว่าการใช้รถบรรทุกในกระบวนการจัดส่งสินค้ามีการปล่อยการเรือนกระจกมากเป็นอันดับ 1 มีค่าเท่ากับ 105.8 ton CO_2 eq/ ปี ตามด้วยการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการรับ การผสม และการบรรจุสินค้ามีการปล่อยการเรือนกระจกมากเป็นอันดับ 2 มีค่าเท่ากับ 72.49 ton CO_2 eq/ ปี และการปล่อยการจากการใช้รถยก การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินเครื่องของปั๊มน้ำดับเพลิง ปริมาณการใช้น้ำประปา และการซ้อมดับเพลิงโดยการใช้ถัง CO_2 นั้น มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังนี้ 12.13, 8.352, 5.475, 2.823 และ 0.018 ton CO_2 eq/ ปี ตามลำดับ ดังแสดงตามภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการต่างๆ ของทางบริษัทฯ



ภาพที่ 4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทของการประเมิน

จากภาพที่ 4-2 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ทั้ง 3 ประเภท พบว่าประเภทที่ 1 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 135.0 ton

CO_2 eq/ ปี และประเภทที่ 2 กับ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 72.49 และ 2.823 ton CO_2 eq/ ปี ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุป พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (โรงงานสุขสวัสดิ์ 86) มีค่าเท่ากับ 210.3 ton CO_2 eq/ปี โดยมาจากแหล่งปล่อยก๊าซหลัก 2 แหล่ง คือ การใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุกในกระบวนการจัดส่งสินค้ามีค่า 105.8 ton CO_2 eq/ ปี กับการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัท ฯ มีค่า 72.49 ton CO_2 eq/ปี โดยมาจากแหล่งปล่อยก๊าซประเภทที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้

การประเมินและการจัดการความไม่แน่นอนข้อมูลทั้งหมดมีระดับเท่ากับ 1 และ 2 คือ ความไม่แน่นอนของข้อมูลสูง คุณภาพข้อมูลไม่ดี โดยการประเมินและจัดการความไม่แน่นอนข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลการประเมินและการจัดการความไม่แน่นอน

ประเภท	รายการ	คะแนนการเก็บข้อมูล (A)	คะแนน EF (B)	ผลการประเมิน (A x B)	ระดับคุณภาพ
ประเภท 1	1. ปั๊มน้ำดับเพลิง (ดีเซล)	6	2	12	2
	2. ถังดับเพลิง (CO_2)	6	1	6	1
	3. รถยก (ดีเซล)	6	2	12	2
	4. เครื่องปรับอากาศ (R410a)	6	1	6	1
	5. ห้องน้ำ (CH_4)	1	1	1	1
	6. รถบรรทุก (ดีเซล)	6	2	12	2

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ประเภท	รายการ	คะแนนการเก็บข้อมูล (A)	คะแนน EF (B)	ผลการประเมิน (A x B)	ระดับคุณภาพ
ประเภท 2	7. หม้อแปลงไฟฟ้า (ไฟฟ้า)	3	4	12	2
ประเภท 3	8. มิเตอร์น้ำ (น้ำประปา)	3	4	12	2

สาเหตุที่ทำให้ข้อมูลมีระดับคุณภาพเท่ากับ 1 และ 2 นั้น มาจากคะแนนจากค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ซึ่งมีระดับคะแนนที่ต่ำเนื่องจากค่าดังกล่าวมาจากฐานข้อมูลระดับประเทศและระดับฐานข้อมูลสากลเป็นหลัก สาเหตุที่ต้องเลือกใช้ค่าแฟคเตอร์ดังกล่าว เนื่องจากทางบริษัท ฯ ไม่ได้มีการตรวจวัดหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจริงจากกิจกรรมและกระบวนการต่าง ๆ ประกอบกับไม่มีข้อมูลจากทางผู้ผลิต ดังนั้นในอนาคตหากมีค่าแฟคเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดหรือจากผู้ผลิต มาใช้แทนค่าแฟคเตอร์ในปัจจุบันก็จะทำให้ระดับคุณภาพการเก็บข้อมูลมีค่าสูงขึ้นได้ ถ้าพิจารณาคะแนนการเก็บข้อมูลโดยรวมมีระดับ 2 และ 3 ซึ่งข้อมูลระดับ 3 ถือเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ ส่วนข้อมูลที่มีระดับ 2 นั้นเป็นข้อมูลที่มาจากใบแจ้งหนี้ ได้แก่ ใบแจ้งหนี้ค่าน้ำและค่าไฟฟ้า เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบริษัท ฯ ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันได้ เนื่องจากความแตกต่างของกิจกรรมและกระบวนการที่ไม่เหมือนกัน และไม่มีค่ามาตรฐานสากลใด ๆ มาเปรียบเทียบได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทางบริษัท ฯ มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่ามาตรฐาน

จากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้ในครั้งนี้ จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบริษัท ฯ โดยจะเริ่มจากกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ การใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุกในกระบวนการจัดส่งสินค้ากับการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัท ฯ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของการปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกทั้งหมดของบริษัท ฯ โดยกิจกรรมที่ทางบริษัท ฯ ได้ดำเนินการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การเข้าร่วมโครงการขับขี่ประหยัดพลังงานกับสถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม การติดตั้งระบบเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ และการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นต้น

ทั้งนี้หากทางบริษัท ฯ ต้องการจดทะเบียนเพื่อขอเครื่องหมายรับรองการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “ฉลากลดโลกร้อน” นั้น ทางบริษัท ฯ จะต้องหาค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ขั้นตอนการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งาน และขั้นตอนการจัดการซากเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการยื่นขอเครื่องหมายการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (ที่คลังสินค้า T86) โดยการประยุกต์ใช้แนวทางในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกประจำปี ตามหลักการของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยการประเมินพบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 135.0, 72.49 และ 2.823 ตัน CO_2 eq/ ปี ตามลำดับ และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารวมทั้งหมดของบริษัทฯ เท่ากับ 210.3 ตัน CO_2 eq/ ปี

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของบริษัท ฯ มาจากกระบวนการหลัก 2 กระบวนการ คือ การใช้น้ำมันดีเซลในกระบวนการจัดส่งสินค้า มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 105.8 ตัน CO_2 eq/ ปี และการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากกระบวนการรับ กระบวนการผสม และกระบวนการบรรจุ มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 72.49 ตัน CO_2 eq/ ปี โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทั้ง 2 คิดเป็นร้อยละ 84.78 เปอร์เซ็นต์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของบริษัท ฯ โดยบริษัท ฯ มีแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกดังนี้ การเข้าร่วมโครงการขับขี่ประหยัดพลังงานกับสถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม การติดตั้งระบบเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ และการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของบริษัท ฯ ที่ได้จากการประเมินตามขอบเขตนั้น ไม่ควรที่จะนำมาหาข้อสรุปว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้นั้นมีค่าสูงหรือต่ำเกินไป แต่ควรนำผลการประเมินที่ได้ มาวิเคราะห์จำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะช่วยให้ได้แนวทางในการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิดการเรือนกระจกของทางองค์กร เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของประเทศที่ตั้งเป้าจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศร้อยละ 7 ถึง 20 ในภาคพลังงานและภาคการขนส่งให้ต่ำกว่าระดับการปล่อยในการดำเนินการตามปกติ (business as Uaual; BAU) ภายในปี 2563 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ได้แก่ การจัดทำระบบมาตรฐานด้านการจัดการด้านพลังงาน (ISO 50001) หรือการเข้า

ร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงาน การปรับเปลี่ยนชนิดถังดับเพลิงประเภท CO_2 ไปเป็นชนิดอื่น ๆ หรือการนำหลัก 3R: Reduce, Reuse, Recycle (ลดการใช้ ใช้ซ้ำ และนำกลับมาใช้ใหม่) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. การกำหนดปีฐานในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์นั้น ควรกำหนดช่วงของการเก็บข้อมูลให้อยู่ในปีเดียวกัน เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างปีได้อย่างถูกต้อง และชัดเจนขึ้น

2. ควรมีการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติมในส่วนของ การเดินทางไป-กลับของพนักงานภายในโรงงาน การขนส่งสินค้าจากต้นทางมาที่โรงงาน รวมถึงการประเมินการปลดปล่อยและการดูดกลับจากพื้นที่สีเขียวภายในโรงงาน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดและครบถ้วนมากขึ้น

3. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในการวิจัยครั้งนี้ อาจจะไม่ใช่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบริษัท ฯ อย่างแท้จริง เนื่องจากขอบเขตของการประเมินในครั้งนี้ ครอบคลุมโรงงานที่สุขสวัสดิ์ 86 เท่านั้น แต่บริษัท ฯ มีโรงงานดำเนินงานอยู่ทั้งหมด 3 แห่ง และสำนักงานใหญ่อีก 1 แห่ง

4. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการวิจัยนี้ ไม่ได้มีการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตทินเนอร์ ด้วยการนำสารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ มาผสมกัน เนื่องจากคุณสมบัติของสารตัวทำละลายนั้น เมื่อผสมกันจะไม่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้น ดังนั้นควรจะมีการตรวจวัดจริงจากอุปกรณ์ เพื่อเป็นการยืนยันว่ากระบวนการผลิตทินเนอร์ของทางบริษัท ฯ ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้น

บรรณานุกรม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2560). *บทบาทของประเทศไทยกับการลดก๊าซเรือนกระจก*. เข้าถึงได้จาก https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=1746:article-20161114-01&catid=49&Itemid=251

โครงการส่งเสริมการใช้ฉลากคาร์บอนสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2554). *แนวทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้รับฉลากคาร์บอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

จิตลดา หมายมั่น, อติกร เสรีพัฒนานนท์, บัณฑิต รัตนไตร และสมบัติ ทีฆทรัพย์. (2560). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, *11*(1), 57-66.

ธาดา วรุณโชติกุล. (2554). *แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และกระบวนการขอรับรองค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์กับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก.

นุชนาท วรารักษ์ประภัทร์, ลำใย ณีรัตนพันธุ์ และเตือนใจ ดุลย์จินดาชบาพร. (2556). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงานสุรา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาสารคามวิจัย*, 10, 570-581.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2553). *การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

บัณฑูร เศรษฐศิโรตม์, อำนาจ ชิดไธสง และศุภกร ชินวรรโณ. (2557). *ความเสี่ยงโรคร้อนกับอนาคตประไทยไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ประพิธาร์ ธนารักษ์, เบญจมาภรณ์ ถนอมนิ่ม และพิสิษฏ์ มณีโชติ. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และพลังงานของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 20(1), 72-82.*

พงศ์เทพ สุวรรณวารี. (2557). *วอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียวเหนือตองล่างของประเทศไทย กรณีศึกษา: จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์*. รายงานการวิจัย, สาขาวิชาชีววิทยา, สำนักวิชาวิทยาศาตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรรณทิพย์ แตงอ่อน. (2557). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน กรณีศึกษา: โรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง จังหวัดสงขลา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด และกอบกุล รายะนาคร. (2553). *นโยบายสาธารณะเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: ล๊อคอินดีไซน์เวิร์ค.

รัตนาวรรณ มั่นคง, แซบเบียร์ กีวาลา, งามทิพย์ ภู่วโรดม และสิรินทรเทพ เต้าประยูร. (2553). การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการติดฉลากคาร์บอนเพื่อสับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำในการบรรเทาภาวะโลกร้อน. ใน *รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์* เลขที่ RDG5130022. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์เครือข่ายวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2554). เข้าถึงได้จาก,."การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ" http://www.undp.org/content/dam/thailand/docs/SNC%20Vol%202_Impacts%20of%20CC.pdf

ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2553). *การจัดทำรายงานแห่งชาติ ฉบับที่2*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สุบิน พัฒนสกุลลอย, เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2557). *การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ภายใต้แนวคิดกรีนซัพพลายเชน สู่การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา ฝาน้ำดื่ม บมจ.ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน)*. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, มกราคม – มิถุนายน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). (2553). *ประเด็นท้าทาย ข้อเสนอเชิงนโยบายและการเจรจาของไทยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: วิกิ.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). (2560, 1 กุมภาพันธ์). ใน *การประชุมนำเสนอผลการจัดทำรายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2552). *แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ พ.ศ. 2553-2562*. เชียงใหม่: สถาบันศึกษานโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). *แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ พ.ศ. 2558-2593*. เข้าถึงได้จาก http://www.deqp.go.th/media/36631/%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%A1-%E0%B8%9A%E0%B8%97_2558_2593.pdf

หทัยรัตน์ ปาลาส. (2558). *การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงาน คณะเกษตรศาตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวทยาลัยนเรศวร*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในภาคอุตสาหกรรม.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). *แนวทางการทวนสอบคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*. เข้าถึงได้จาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/download/ts_2608b93bf5.pdf

อำนาจ ชิดไธสง และอัศมน ลิ่มสกุล. (2557). สรุปสาระสำคัญรายงานการสังเคราะห์และประเมินความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ครั้งที่ 5 ภายใต้คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. ใน *เอกสารประกอบการเวที Global Warming Forum ปีที่ 4 ครั้งที่ 3*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

Greentheearth. (2012). *ภาวะโลกร้อน Global Warming.* วันที่ค้นข้อมูล 30 พฤศจิกายน 2560, เข้าถึงได้จาก http://www.greentheearth.info.

Jan Burck, Franziska Marten, Chirstoph Bals, Eva Rink & Ingo Heinze. (2015). *The Climate Change Performance Index*. Bonn, Germany: Germanwatch.

Michiel R.J. Doom, Sirintomthep Towprayoon, Sonia Maria Manso Vieira, William Irving, Craig Palmer, Riitta Pipatti & Can Wang. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 6 Wastewater Treatment and Discharge*. Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.

R. Ellul & M. Saliba. (2008). Greenhouse Gases and other Atmospheric Gases. In *WMO WDCGG No 32 GAW Data Volume IV*. Japan: Japan Meteorological Agency.

Theresa M. Shires., Christopher J. Loughran., Stephanie Jones & Emily Hopkins. (2009). *Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry*. Washington, DC: American Petroleum Institute.

Thomas F. Stocker, Qin Dahe, & Gian-Kasper Plattner. (2013). Climate Change. In *Technical Summary* (p. 44). IPCC.

United Nation Environment Programme. (2012). *The Emission Gap Report 2012*. Retrieved December 1, 2017, from http://www.staging.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูล

ตารางข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปั๊มน้ำดับเพลิง

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	224.5	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.608
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
สิงหาคม 59	72.7	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.197
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กันยายน 59	81.0	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.219
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ตุลาคม 59	61.0	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.165
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
พฤศจิกายน 59	74.5	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.202
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ธันวาคม 59	170.8	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.463
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	78.9	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.214
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
กุมภาพันธ์ 60	54.7	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.148
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
มีนาคม 60	58.3	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.158
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
เมษายน 60	38.4	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.104
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
พฤษภาคม 60	128.6	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.348
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
มิถุนายน 60	158.4	ลิตร	บันทึกการใช้งาน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.429
				1.09E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				2.19E-05 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากปั๊มน้ำดับเพลิง							**3.254**

หมายเหตุ: GHG = a * b * GWP ของก๊าซแต่ละชนิด (ดูได้จากตารางที่ 2-1)

เดือนกรกฎาคม GHG = $\left[(224.5 * 2.6987 * 1) + (224.5 * 1.09E\text{-}04 * 25) + (224.5 * 2.19E\text{-}05 * 298)\right] / 1000$

= 0.608 ton CO_2eq

ตารางภาคผนวก ก-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากถังดับเพลิงชนิด CO_2

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ถังดับเพลิงชนิด CO_2 (Extinguisher)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	CO_2 (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
สิงหาคม 59	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
กันยายน 59	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
ตุลาคม 59	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
พฤศจิกายน 59	18	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0.018
ธันวาคม 59	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ถังดับเพลิงชนิด CO_2 (Extinguisher)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	CO_2 (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
กุมภาพันธ์ 60	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
มีนาคม 60	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
เมษายน 60	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
พฤษภาคม 60			บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
มิถุนายน 60	0	kg	บันทึกการใช้งาน	1	kg CO_2eq /kg	GWP	0
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการใช้ถังดับเพลิง							**0.018**

ตารางภาคผนวก ก-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการใช้น้ำมันดีเซลของรถยก

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	รถยก (Forklift Car)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	370	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.015
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
สิงหาคม 59	380	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.043
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
กันยายน 59	320	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.878
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ตุลาคม 59	340	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.933
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		

ตารางภาคผนวก ก-3 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	รถยก (Forklift Car)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
พฤศจิกายน 59	440	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.208
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ธันวาคม 59	360	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.988
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
มกราคม 60	440	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.208
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
กุมภาพันธ์ 60	400	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.098
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		

ตารางภาคผนวก ก-3 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	รถยก (Forklift Car)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b*GWP)
	น้ำมันดีเซล (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มีนาคม 60	400	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.098
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
เมษายน 60	400	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	1.098
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
พฤษภาคม 60	270	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.741
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
มิถุนายน 60	300	ลิตร	บันทึกการเติมน้ำมัน	2.6987 (CO_2)	kg CO_2eq/L	TGO	0.8233
				1.42E-04 (CH_4)	kg CH_4eq/L		
				1.42E-04 (N_2O)	kg N_2Oeq/L		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการใช้รถยก							**12.13**

ตารางภาคผนวก ก-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	R22, R410a (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	8.352
	4		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
สิงหาคม 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
กันยายน 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
ตุลาคม 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
พฤศจิกายน 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
ธันวาคม 59	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		

ตารางภาคผนวก ก-4 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	R22, R410a (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
กุมภาพันธ์ 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
มีนาคม 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
เมษายน 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
พฤษภาคม 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
มิถุนายน 60	0	Kg	บันทึกการ	1810 (R22)	kg CO_2eq/kg	GWP	0
	0		ซ่อมบำรุง	2,088 (R410a)	kg CO_2eq/kg		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการรั่วไหลของสารทำความเย็น							**8.352**

ตารางภาคผนวก ก-5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	ไฟฟ้าที่รับจากภายนอก (Power Receiving)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ปริมาณไฟฟ้า (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	9447.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	5.756
สิงหาคม 59	10201.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	6.215
กันยายน 59	10421.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	6.350
ตุลาคม 59	11785.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	7.181
พฤศจิกายน 59	11749.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	7.159
ธันวาคม 59	9830.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	5.989
มกราคม 60	8140.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	4.960
กุมภาพันธ์ 60	8188.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	4.989
มีนาคม 60	9928.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	6.049
เมษายน 60	9410.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	5.734
พฤษภาคม 60	9139.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	5.568
มิถุนายน 60	10738.0	Kwh	ใบแจ้งหนี้	0.6093	kg CO_2eq/ Kwh	TGO	6.543
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า							**72.49**

ตารางภาคผนวก ก- 6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุกระบะ 4 ล้อ

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถกระบะ 4 ล้อ (Transportation; pick up)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	1660.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.754
	1660.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
สิงหาคม 59	1071.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.486
	1071.5	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
กันยายน 59	1039.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.472
	1039.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
ตุลาคม 59	1681.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.763
	1681.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤศจิกายน 59	1390.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.631
	1390.5	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
ธันวาคม 59	1210.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.550
	1210.5	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถกระบะ 4 ล้อ (Transportation; pick up)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	1586.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.720
	1586.5	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
กุมภาพันธ์ 60	2785.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.265
	2785.5	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
มีนาคม 60	1664.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.755
	1664.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
เมษายน 60	1368.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.621
	1368.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤษภาคม 60	2375.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.078
	2375.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
มิถุนายน 60	2738.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.2400 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.243
	2738.0	km		0.2140 (100%)	kg CO_2eq/km		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการจัดส่งสินค้า (รถกระบะ 4 ล้อ)							**9.339**

ตารางภาคผนวก ก- 7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุก 6 ล้อ (8.5 ตัน)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 6 ล้อ (Transportation; Truck 6 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	3365.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4043 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.579
	3365.5	km		0.0649 (100%)	kg CO_2eq/km		
สิงหาคม 59	3351.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.573
	3351.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
กันยายน 59	3354.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.574
	3354.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
ตุลาคม 59	2819.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.323
	2819.0	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤศจิกายน 59	3335.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.565
	3335.0	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
ธันวาคม 59	2634.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.236
	2634.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		

ตารางภาคผนวก ก- 7 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 6 ล้อ (Transportation; Truck 6 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
ธันวาคม 59	2634.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.236
	2634.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
มกราคม 60	4996.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	2.344
	4996.0	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
กุมภาพันธ์ 60	5373.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	2.521
	5373.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
มีนาคม 60	6919.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	3.247
	6919.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
เมษายน 60	5576.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	2.616
	5576.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤษภาคม 60	7670.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	3.599
	7670.5	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		

ตารางภาคผนวก ก- 7 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 6 ล้อ (Transportation; Truck 6 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มิถุนายน 60	8125.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4246 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	3.812
	8125.0	km		0.0674 (100%)	kg CO_2eq/km		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการจัดส่งสินค้า (รถบรรทุก 6 ล้อ 8.5 ตัน)							**26.989**

ตารางภาคผนวก ก- 8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุก 6 ล้อ (11 ตัน)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 6 ล้อ (Transportation; Truck 6 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	10673.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	5.218
	10673.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
สิงหาคม 59	9398.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.595
	9398.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
กันยายน 59	10409.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	5.089
	10409.5	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
ตุลาคม 59	8782.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.294
	8782.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤศจิกายน 59	9729.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.757
	9729.5	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
ธันวาคม 59	8636.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.222
	8636.5	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		

ตารางภาคผนวก ก- 8 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 6 ล้อ (Transportation; Truck 6 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	9568.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.678
	9568.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
กุมภาพันธ์ 60	9310.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.552
	9310.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
มีนาคม 60	10912.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	5.335
	10912.5	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
เมษายน 60	8279.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	4.048
	8279.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤษภาคม 60	10434.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	5.101
	10434.0	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
มิถุนายน 60	12941.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.4346 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	6.327
	12941.5	km		0.0543 (100%)	kg CO_2eq/km		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการจัดส่งสินค้า (รถบรรทุก 6 ล้อ 11 ตัน)							**58.215**

ตารางภาคผนวก ก-9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันดีเซลของรถบรรทุก 10 ล้อ

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 10 ล้อ (Transportation; Truck 10 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	1568.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.966
	1568.0	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
สิงหาคม 59	2143.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.321
	2143.0	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
กันยายน 59	1985.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.223
	1985.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
ตุลาคม 59	1766.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.088
	1766.0	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤศจิกายน 59	1299.0	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.800
	1299.0	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
ธันวาคม 59	1186.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0. 731
	1186.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		

ตารางภาคผนวก ก-9 (ต่อ)

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	จัดส่งสินค้า รถบรรทุก 10 ล้อ (Transportation; Truck 10 wheel)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ระยะทางรวม (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
มกราคม 60	1066.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.657
	1066.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
กุมภาพันธ์ 60	1428.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.880
	1428.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
มีนาคม 60	2155.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	1.328
	2155.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
เมษายน 60	1198.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.739
	1198.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
พฤษภาคม 60	1487.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.917
	1487.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
มิถุนายน 60	968.5	tkm	บันทึกการขนส่ง	0.5711 (0%)	kg CO_2eq/tkm	TGO	0.597
	968.5	km		0.0451 (100%)	kg CO_2eq/km		
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการจัดส่งสินค้า (รถบรรทุก 10 ล้อ)							**11.247**

ตารางภาคผนวก ก- 10 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณการใช้น้ำประปา

ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	น้ำประปาที่รับจากภายนอก (Water Supply)			ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			ปริมาณการปล่อย GHG (ton CO_2 eq./ช่วงเวลาที่ติดตามผล) (a*b)
	ปริมาณน้ำประปา (a)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	(b)	หน่วย	ที่มาของข้อมูล	
กรกฎาคม 59	355.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.250
สิงหาคม 59	287.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.202
กันยายน 59	309.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.218
ตุลาคม 59	313.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.220
พฤศจิกายน 59	664.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.468
ธันวาคม 59	468.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.330
มกราคม 60	252.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.177
กุมภาพันธ์ 60	258.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.182
มีนาคม 60	309.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.218
เมษายน 60	361.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.254
พฤษภาคม 60	263.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.185
มิถุนายน 60	169.0	m^3	ใบแจ้งหนี้	0.7043	kg CO_2eq/m^3	TGO	0.119
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการใช้น้ำประปา							**2.823**

ภาคผนวก ข

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ห้องน้ำ (Septic tank)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ห้องน้ำ (Septic tank)

1. หาค่า TOW โดยใช้สมการที่ 2-8

ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย	อ้างอิง
P	50	person	
BOD	40	g/person/day	ภาคผนวก ค-3
I	1		default

จากสมการที่ 2-8 TOW = P * BOD * 0.001 * I * 365

TOW = 50 * 40 * 0.001 *1 * 365

TOW = 730 kgBOD/yr

2. หาค่า EF โดยใช้สมการที่ 2-7

ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย	อ้างอิง
BO	0.6	$kgCH_4$/ kgBOD	ภาคผนวก ค-1
MCF	0.5		ภาคผนวก ค-2

จากสมการที่ 2-7 EF = BO * MCF

EF = 0.6 * 0.5

EF = 0.3 $kgCH_4$/kgBOD

3. หาค่าปริมาณก๊าซมีเทน โดยใช้สมการที่ 2-6

ตัวแปร	ปริมาณ	หน่วย	อ้างอิง
U	1		
T	1		
EF	0.3	$kgCH_4/kgBOD$	สมการที่ 2-7
TOW	730	kgBOD/yr	สมการที่ 2-8
S	0		
R	0		

จากสมการที่ 2-6 CH_4 Emissions = (U * T *EF) * (TOW – S) – R

CH_4 Emissions = (1 * 1 * 0.3) * (730 – 0) – 0

CH_4 Emissions = 219 kg CH4

แปลงเป็น CO_2eq CO_2eq Emission = (219 * 25)/1000

CO_2eq Emission = 5.475 ton CO_2eq

ภาคผนวก ค

ตารางสำหรับอ้างอิงการคำนวณตาม IPCC2006 Vol 5 Ch 6.2.2 Domestic Wastewater

ตารางสำหรับอ้างอิงการคำนวณ

ภาคผนวก ค-1 ปริมาณของการผลิตก๊าซมีเทนมากสุดที่ได้จากน้ำเสีย

TABLE 6.2 DEFAULT MAXIMUM CH_4 PRODUCING CAPACITY (B_O) FOR DOMESTIC WASTEWATER
0.6 kg CH_4/kg BOD
0.25 kg CH_4/kg COD
Based on expert judgment by lead authors and on Doorn *et al.*, (1997)

ภาคผนวก ค-2 แสดงค่า MCF ของระบบการบำบัดแต่ละชนิด

TABLE 6.3
DEFAULT MCF VALUES FOR DOMESTIC WASTEWATER

Type of treatment and discharge pathway or system	Comments	MCF [1]	Range
Untreated system			
Sea, river and lake discharge	Rivers with high organics loadings can turn anaerobic.	0.1	0 – 0.2
Stagnant sewer	Open and warm	0.5	0.4 – 0.8
Flowing sewer (open or closed)	Fast moving, clean. (Insignificant amounts of CH_4 from pump stations, etc)	0	0
Treated system			
Centralized, aerobic treatment plant	Must be well managed. Some CH_4 can be emitted from settling basins and other pockets.	0	0 – 0.1
Centralized, aerobic treatment plant	Not well managed. Overloaded.	0.3	0.2 – 0.4
Anaerobic digester for sludge	CH_4 recovery is not considered here.	0.8	0.8 – 1.0
Anaerobic reactor	CH_4 recovery is not considered here.	0.8	0.8 – 1.0
Anaerobic shallow lagoon	Depth less than 2 metres, use expert judgment.	0.2	0 – 0.3
Anaerobic deep lagoon	Depth more than 2 metres	0.8	0.8 – 1.0
Septic system	Half of BOD settles in anaerobic tank.	0.5	0.5
Latrine	Dry climate, ground water table lower than latrine, small family (3-5 persons)	0.1	0.05 – 0.15
Latrine	Dry climate, ground water table lower than latrine, communal (many users)	0.5	0.4 – 0.6
Latrine	Wet climate/flush water use, ground water table higher than latrine	0.7	0.7 – 1.0
Latrine	Regular sediment removal for fertilizer	0.1	0.1

[1] Based on expert judgment by lead authors of this section.

ภาคผนวก ค-3 แสดงการประมาณค่า BOD ของแต่ละประเทศ

TABLE 6.4
ESTIMATED BOD_5 VALUES IN DOMESTIC WASTEWATER FOR SELECTED REGIONS AND COUNTRIES

Country/Region	BOD_5 (g/person/day)	Range	Reference
Africa	37	35 – 45	1
Egypt	34	27 – 41	1
Asia, Middle East, Latin America	40	35 – 45	1
India	34	27 – 41	1
West Bank and Gaza Strip (Palestine)	50	32 – 68	1
Japan	42	40 – 45	1
Brazil	50	45 – 55	2
Canada, Europe, Russia, Oceania	60	50 – 70	1
Denmark	62	55 – 68	1
Germany	62	55 – 68	1
Greece	57	55 – 60	1
Italy	60	49 – 60	3
Sweden	75	68 – 82	1
Turkey	38	27 – 50	1
United States	85	50 – 120	4

Note: These values are based on an assessment of the literature. Please use national values, if available.

Reference:

1. Doorn and Liles (1999).
2. Feachem *et al*. (1983).
3. Masotti (1996).
4. Metcalf and Eddy (2003).

ภาคผนวก ค-4 แสดงสัดส่วนประชากร

TABLE 6.5
SUGGESTED VALUES FOR URBANISATION (U) AND DEGREE OF UTILISATION OF TREATMENT, DISCHARGE PATHWAY OR METHOD ($T_{i,j}$) FOR EACH INCOME GROUP FOR SELECTED COUNTRIES

	Urbanization(U) [1]			Degree of utilisation of treatment or discharge pathway or method for each income group ($T_{i,j}$)[3]														
	Fraction of Population			U=rural					U= urban high income					U=urban low income				
Country	Rural	urban-high[2]	urban-low[2]	Septic Tank	Latrine	Other	Sewer[4]	None	Septic Tank	Latrine	Other	Sewer[4]	None	Septic Tank	Latrine	Other	Sewer[4]	None
Africa																		
Nigeria	0.52	0.10	0.38	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.32	0.31	0.00	0.37	0.00	0.17	0.24	0.05	0.34	0.20
Egypt	0.57	0.09	0.34	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.15	0.05	0.10	0.70	0.00	0.17	0.24	0.05	0.34	0.20
Kenya	0.62	0.08	0.30	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.32	0.31	0.00	0.37	0.00	0.17	0.24	0.05	0.34	0.20
South Africa	0.39	0.12	0.49	0.10	0.28	0.04	0.10	0.48	0.15	0.15	0.00	0.70	0.00	0.17	0.24	0.05	0.34	0.20
Asia																		
China	0.59	0.12	0.29	0.00	0.47	0.50	0.00	0.3	0.18	0.08	0.07	0.67	0.00	0.14	0.10	0.03	0.68	0.05
India	0.71	0.06	0.23	0.00	0.47	0.10	0.10	0.33	0.18	0.08	0.07	0.67	0.00	0.14	0.10	0.03	0.53	0.20
Indonesia	0.54	0.12	0.34	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00	0.14	0.10	0.03	0.53	0.20
Pakistan	0.65	0.07	0.28	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00	0.14	0.10	0.03	0.53	0.20
Bangladesh	0.72	0.06	0.22	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00	0.14	0.10	0.03	0.53	0.20
Japan	0.20	0.80	0.00	0.20	0.00	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00	0.10	0	0	0.90	0
Europe																		
Russia	0.27	0.73	0.00	0.30	0.10	0.00	0.60	0.00	0.10	0.00	0.00	0.90	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
Germany[5]	0.06	0.94	0.00	0.20	0.00	0.00	0.80	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
United Kingdom	0.10	0.90	0.00	0.11	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
France	0.24	0.76	0.00	0.37	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
Italy	0.32	0.68	0.00	0.42	0.00	0.00	0.58	0.00	0.04	0.00	0.00	0.96	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
North America																		
United States	0.22	0.78	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
Canada	0.20	0.80	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00	NA	NA	NA	NA	NA
Latin America and Caribbean																		
Brazil	0.16	0.25	0.59	0.00	0.45	0.00	0.10	0.45	0.00	0.20	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.20
Mexico	0.25	0.19	0.56	0.00	0.45	0.00	0.10	0.45	0.00	0.20	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.20
Oceania																		
Australia and New Zealand	0.08	0.92	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00	NA	NA	NA	NA	NA

Notes:

1. Urbanization projections for 2005 (United Nations, 2002).
2. Suggested urban-high income and urban low income division. Countries are encouraged to use their own data or best judgment.
3. $T_{i,j}$ values based on expert judgment, (Doorn and Liles, 1999).
4. Sewers may be open or closed, which will govern the choice of MCF, see Table 3.3
5. Destatis, 2001.

Note: These values are from the literature or based on expert judgment. Please use national values, if available.

ภาคผนวก ง

ค่าแฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

ค่าแฟคเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

ตารางภาคผนวก ง-1 ค่าแฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

ลำดับ	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO2eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (การเผาไหม้อยู่กับที่)						
1	ดีเซล	use calorific value from DEDE	ลิตร	2.6987 (CO_2) 1.09E-04 (CH_4) 2.19E-05 (N_2O)	IPCC 2007, DEDE	19-Mar-13
การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (ที่มีการเคลื่อนที่)						
2	ดีเซล	use calorific value from DEDE	ลิตร	2.6987 (CO_2) 1.42E-04 (CH_4) 1.42E-04 (N_2O)	IPCC 2007	19-Mar-13
สารดับเพลิงที่เป็นก๊าซเรือนกระจก						
3	คาร์บอนไดออกไซด์		kg	1	GWP	19-Mar-15

ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO2eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
สารทำความเย็น						
4	R-22		kg	1810	GWP	19-Mar-15
5	R410a		kg	2,088	GWP	19-Mar-15
กลุ่มไฟฟ้า						
6	Electricity, grid mix (ไฟฟ้า)	การผลิตไฟฟ้าในระบบ Grid mix ของประเทศไทย 2009	kwh	0.6093	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
กลุ่มประปาและน้ำอุตสาหกรรม (Tap water)						
7	น้ำประปา-ประปาส่วนภูมิภาค	ผลิตโดยใช้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน	m^3	0.7043	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
กลุ่มการขนส่งโดยรถบรรทุก (Truck transportation)						
8	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	km	0.2400	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
9	รถตู้บรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	tkm	0.2140	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15

ตารางภาคผนวก ง-1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	รายละเอียด	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ (kgCO2eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง	วันที่อัพเดท
กลุ่มการขนส่งโดยรถบรรทุก (Truck transportation) (ต่อ)						
10	รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	km	0.4043	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
11	รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	tkm	0.0649	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
12	รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ วิ่งแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	km	0.4346	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
13	รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	tkm	0.0543	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
14	รถตู้บรรทุก 10 ล้อ วิ่งแบบปกติ 0% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	km	0.5711	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15
15	รถตู้บรรทุก 10 ล้อ วิ่งแบบปกติ 100% Loading	น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน ใช้น้ำมันดีเซล	tkm	0.0451	Thai National LCI/MTEC	9-Apr-15

ภาคผนวก จ

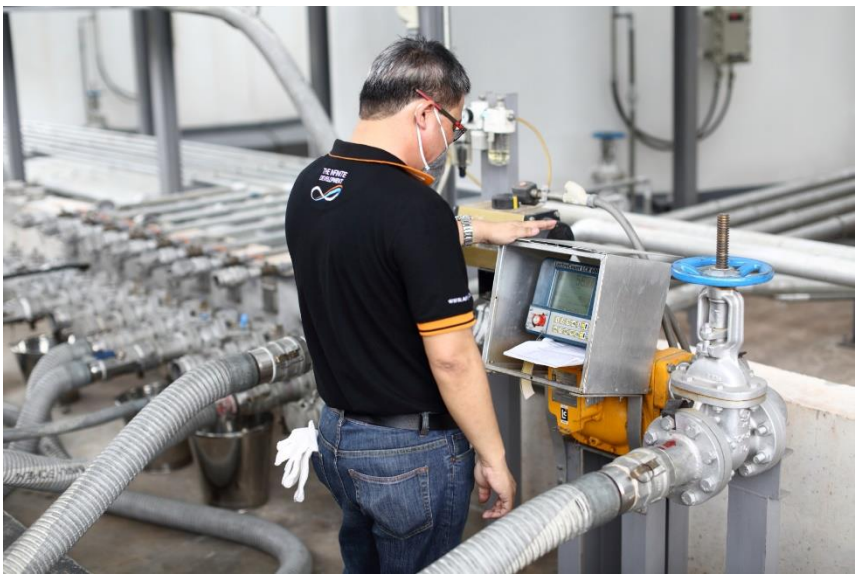
ตัวอย่างรูป

รูปกระบวนการต่าง ๆ ภายในองค์กร

ภาพภาคผนวก จ-1 อาคาร์สำนักงานของบริษัท เอเซีย แปซิฟิค ปิโตรเคมิคอล จำกัด (โรงงานสุขสวัสดิ์ 86)

ภาพภาคผนวก จ-2 ขั้นตอนการรับสินค้าจากรถบัลค์ของทางบริษัท ฯ

ภาพภาคผนวก จ-3 ภาพขั้นตอนการจัดเก็บและจัดการสินค้าของบริษัท ฯ



ภาพภาคผนวก จ-4 ภาพขั้นตอนการผสมทินเนอร์ของทางบริษัท ฯ

ภาพภาคผนวก จ-5 ภาพขั้นตอนการการบรรจุสินค้าของทางบริษัท ฯ

ภาพภาคผนวก จ-6 ภาพรถขนส่งสินค้าของทางบริษัท ฯ