การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

Greenhouse Gas Reduction by Cleaner Technology

ศิริธร แสงใส

Sirithorn Sangsai

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

Greenhouse Gas Reduction by Cleaner Technology

ศิริธร แสงใส

Sirithorn Sangsai

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ชื่อ นามสกุล ศิริธร แสงใส

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ

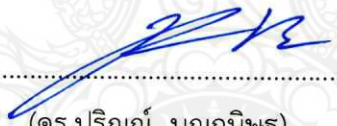
คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กัณวริช พลูปราชญ์)

.....กรรมการ

(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)



.....กรรมการและที่ปรึกษา

(ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับ
การค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะ วิศวกรรมศาสตร์

(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

วันที่ 10 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
ชื่อ สกุล ศิริธร แสงใส
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาโรงงานอาหารสำเร็จรูป จากการนำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำหนดในขอบเขตที่ 1 (การใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา) และขอบเขตที่ 2 (การใช้พลังงานไฟฟ้า) พบว่า ในปี 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 16.8 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี 2558 (ปีฐาน) ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 9.4 ดังนั้น จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร; ก๊าซเรือนกระจก; เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

Independent Study Title Greenhouse Gas Reduction by Cleaner Technology
Author Sirithorn Sangsai
Degree Master of Engineering
Major Program Sustainable Industrial Management Engineering
(Graduate School) Faculty of Engineering
Academic Year 2018

ABSTRACT

This study aims to determine the management approach for organization greenhouse gas emissions reduction and decreased them from the production per unit in a case study of food and beverage company. Due to the cleaner technology was applied for greenhouse gas emissions reduction within scope 1 (Fuel Oil) and scope 2 (Electric Power). Greenhouse gas emissions shows a positive prospect with downward trend from 1.73 TonCO_2e/unit in year 2016 to 1.44 TonCO_2e/unit in year 2017 (16.8%). In addition, it less than greenhouse gas emitted in year 2015 (1.59 TonCO_2e/unit or 9.4%). These Results reveal that cleaner technology is an appropriated method for greenhouse gas emissions reduction in Food And Beverage Company.

Keywords: Carbon Footprint for Organization; Greenhouse Gas; Cleaner Technology

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะทำงานขององค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูป และที่ปรึกษาโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทานจากสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และกรมโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษา การสนับสนุนข้อมูลดำเนินการ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำ จนทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ศิริธร แสงใส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 เป้าหมาย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 เครื่องมือที่ใช้	3
1.7 ระยะเวลาการดำเนินการ	4
1.8 สมมติฐาน	5
1.9 นิยามศัพท์	5
1.10 คำสำคัญ	8
บทที่ 2 การศึกษาอุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 การศึกษาอุตสาหกรรม	9
2.2 การทบทวนวรรณกรรม	16
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ	34
3.1 การกำหนดกรอบแนวทางพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ	34
3.2 แหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษา	35
3.3 เครื่องมือที่ใช้	35
3.4 วิธีการวิจัย	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การประเมินผลประสิทธิภาพของกระบวนการ	42
4.1 ศึกษาผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรย้อนหลัง 2 ปี	42
4.2 การดำเนินงานตามหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	58
บทที่ 5 ผลการวิจัย	76
5.1 ผลการวิจัย	76
5.2 ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test)	88
บทที่ 6 การอภิปรายผล	92
6.1 การอภิปรายผล	92
บทที่ 7 สรุปผล	97
7.1 สรุปผล	97
7.2 ข้อเสนอแนะ	98
บทที่ 8 แผนการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	99
8.1 รูปแบบการดำเนินธุรกิจ (Business Model)	99
8.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อความยั่งยืน	101
เอกสารอ้างอิง	104
ภาคผนวก	106
ภาคผนวก ก บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ปี 2559	106
ภาคผนวก ข บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ปี 2558	109
ภาคผนวก ค บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ปี 2560	112
ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบรายงานการควบคุมหม้อน้ำประจำวัน ปี 2560	115
ภาคผนวก จ เอกสารตีพิมพ์ เกียรติบัตร	118
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	121

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	แผนกิจกรรมและระยะเวลาดำเนินงาน	4
2.1	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต (สถานประกอบการกรณีศึกษา)	13
2.2	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็น (สถานประกอบการกรณีศึกษา)	15
4.1	จำแนกกิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility (แยกตามขอบเขต)	42
4.2	การจำแนกข้อมูลแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและหน่วยวัด	46
4.3	การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขต 1	47
4.4	การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขต 2	50
4.5	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2559 จากการดำเนินงานขอบเขต 1	51
4.6	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2559 จากการดำเนินงานขอบเขต 2	52
4.7	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตการดำเนินงาน เทียบปีฐาน (ปี 2558)	53
4.8	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2559 เทียบปี 2558 (ปีฐาน)	54
4.9	คณะทำงานดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	58
4.10	ปริมาณวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559	61
4.11	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ปี 2559	62
4.12	ปริมาณการใช้พลังงานความร้อนเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ปี 2559	63
4.13	ปริมาณการใช้น้ำเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ปี 2559	64
4.14	ค่าเฉลี่ยของการผลิตและวัตถุดิบขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559	65
4.15	การจัดลำดับความสำคัญการประเมินเบื้องต้น	68
4.16	เกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม	69
4.17	เกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม	69
4.18	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option)	71
4.19	การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่สามารถปฏิบัติได้	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.20	การจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT)	73
4.21	กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความเป็นไปได้ในการจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	74
5.1	ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมาตรการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ	79
5.2	คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรการการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ	80
5.3	ผลประโยชน์ที่ได้รับจากมาตรการการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ	81
5.4	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2560 จากการดำเนินงานขอบเขต 1	84
5.5	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2560 จากการดำเนินงานขอบเขต 2	86
5.6	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2559-2560 (ก่อน-หลังดำเนินการ CT)	87
5.7	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ก่อน-หลังการทำ CT) ปี 2559-2560 เทียบปีฐาน (2558)	88
5.8	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560	88
5.9	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560	90
8.1	ข้อเสนอด้านการเงินของการดำเนินธุรกิจ	100
8.2	รายละเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	102
8.3	รายละเอียดข้อมูลการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (PB)	103

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	จำนวนองค์กรที่ขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2561	9
2.2	การใช้พลังงานและแหล่งปล่อยกาซเรือนกระจกจากกิจกรรมหรือกระบวนการในการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	10
2.3	ข้อมูลการใช้พลังงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	11
2.4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	12
2.5	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารปรุงสำเร็จรูปแช่แข็ง	13
2.6	สัดส่วนการใช้พลังงานของการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง (สถานประกอบการกรณีศึกษา)	14
2.7	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ (สถานประกอบการกรณีศึกษา)	14
2.8	สัดส่วนการใช้พลังงานความร้อนจากการใช้เชื้อเพลิง (สถานประกอบการกรณีศึกษา)	15
2.9	วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	29
2.10	เงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี	30
3.1	แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ	34
3.2	โครงสร้างองค์กรขององค์กรกรณีศึกษา	35
3.3	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	36
3.4	ขั้นตอนเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	40
4.1	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากแต่ละแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขต 1) ปี 2558 (ปีฐาน)	57
4.2	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากแต่ละแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขต 1) ปี 2559	57
4.3	ผังกระบวนการผลิต	59
4.4	การตรวจประเมินเบื้องต้น	60
4.5	ผังสมดุลมวลการผลิต	66
4.6	ผังสมดุลมวลการใช้น้ำต่อวัน	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.7	ผังสมดุลมวลการใช้พลังงานต่อวัน	67
4.8	ผังสมดุลมวลการใช้ไฟฟ้าต่อวัน	67
4.9	โครงสร้างต้นทุนโดยประมาณขององค์กรกรณีศึกษา	70
5.1	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี พ.ศ.2558-2559	76
5.2	หม้อน้ำ (Boiler) ขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 2 ชุด ขององค์กรกรณีศึกษา	77
5.3	การปรับแรงดันหม้อน้ำ (Boiler) NO.1 ค่าที่ 6.0-7.0 บาร์	78
5.4	การปรับแรงดันหม้อน้ำ (Boiler) NO.2 ค่าที่ 5.5-6.5 บาร์	78
5.5	ระบบ SCADA ควบคุมการใช้งานหม้อน้ำ	82
5.6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (GHG Intensity) ปี 2558-2560	89
5.7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (GHG Intensity) ปี 2558-2560	91
6.1	ผลการดำเนินกิจกรรม CT (ลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน) ปี 2559-2560	92
6.2	ผลการดำเนินกิจกรรม CT (ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า) ปี 2559-2560	93
6.3	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2559-2560	94
6.4	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ขอบเขต 1) ปี 2559-2560	94
6.5	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ขอบเขต 2) ปี 2559-2560	95
6.6	เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2560	96

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สาเหตุมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรมเพื่อใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศกำลังพัฒนาซึ่งเป็นตัวเร่งสำคัญก่อให้เกิดการสั่งสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศทำให้เกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก

จากการรายงานของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้ระบุว่า ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การจัดลำดับจากองค์กร Germanwatch ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในสิบประเทศที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว จากข้อมูลรายงานความก้าวหน้ารายสองปีฉบับที่ 2 ของประเทศไทย (Second Biennial update report of Thailand: SBUR) ที่นำเสนอต่ออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ในเดือนธันวาคม 2559 พบว่าในปี 2556 ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ 232,560.33 $GgCO_2eq$ (พันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคพลังงาน 74.35% ภาคเกษตร 15.98% ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม 5.96% และภาคของเสีย 3.71%

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่พึ่งพาการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องเร่งเตรียมความพร้อมในการเสริมสร้างขีดความสามารถด้านการปรับตัวและการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อเข้าสู่การพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ และความสามารถในการฟื้นตัวจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยในปี 2558 พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้กล่าวถ้อยแถลงจุดยืนในการมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อที่ประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสมัยที่ 21 (The 21st session of the Conference of the Parties to the UNFCCC : COP21) ณ กรุงปารีส สาธารณรัฐฝรั่งเศส ซึ่งแสดงเจตจำนงในการลดปริมาณ

ก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 20-25% ภายใน ปี 2573 โดยนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้พร้อมทั้งลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล

องค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูป ตระหนักว่า การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO) อย่างต่อเนื่องเป็นวิธีการที่สำคัญในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดวิธีการแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

แนวคิดการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมแนวใหม่ที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ต้นเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) ที่ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าและแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ โดยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีความจำเป็นต่อการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมพร้อมกับการพัฒนากระบวนการผลิตที่เน้นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้แล้วเกิดผลดีทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม และด้านสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

การวิจัยนี้ได้นำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) โดยในปี 2560 องค์กรกรณีศึกษาได้กำหนดเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมเรื่อง การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit) 10% เทียบปี 2559

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อกำหนดแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.2.2 เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร ($TonCO_2e$/unit) ด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ณ องค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา

1.3.2 การศึกษานี้นำข้อมูลทุติยภูมิขององค์กรกรณีศึกษามาใช้ในประเมินการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

1.4 เป้าหมาย

1.4.1 คัดเลือกแนวทางวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) จากหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด นำไปปฏิบัติใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ในปี 2560 ลดลง 10% เทียบปี 2559 ($TonCO_2e$/unit)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถหาแนวทางในการบริหารจัดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรลดลงบรรลุตามเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร

1.5.3 สามารถหาแนวทางให้กับองค์กรในการบริหารจัดการด้านพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนด้านพลังงานลดลง เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น

1.5.4 สามารถเป็นแนวทางในการบริหารจัดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับองค์กรอื่น ๆ ในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร หรือองค์กรที่สนใจ

1.5.5 ทำให้เกิดการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกองค์กรเพื่อประโยชน์ส่วนรวมของชุมชน สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.6 เครื่องมือที่ใช้

1.6.1 ศึกษาและประเมินปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ตามคู่มือแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (ปรับปรุงครั้งที่ 3, ตุลาคม 2559) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

1.6.2 ศึกษาและประเมินกิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) ตามคู่มือหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทาน ของกลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม

1.7 ระยะเวลาการดำเนินการ

แผนกิจกรรมและระยะเวลาดำเนินการ แสดงดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 แผนกิจกรรมและระยะเวลาดำเนินงาน

	กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรและเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	↔											
2	ศึกษาและกำหนดวิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	↔											
3	วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรปี 2559 เทียบปี 2558 (ปีฐาน) (ก่อนการปรับปรุง)		↔										
4	ศึกษาขั้นตอนและกำหนดวิธีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด		↔										
5	ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด			↔									
6	ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ปี 2560 (หลังการปรับปรุง)								↔				
7	สรุปผลการดำเนินการ												↔

1.8 สมมติฐาน

1.8.1 ขอบเขต 1: ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

1.8.2 ขอบเขต 2: ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

1.9 นิยามศัพท์

1.9.1 นิยามศัพท์ตามหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology: CT)

1.9.1.1 เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology: CT) หมายถึง การพัฒนาปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบความเสี่ยงต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และลดต้นทุนการผลิตควบคู่กันไป

1.9.2 นิยามศัพท์ตามแนวทางคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO)

1.9.2.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) หมายถึง สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอิน-ฟาเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศ

1.9.2.2 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Source) หมายถึง แหล่งหรือกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ

1.9.2.3 แหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Sink) หมายถึง แหล่งหรือกระบวนการซึ่งก๊าซเรือนกระจกถูกดึงออกจากชั้นบรรยากาศ

1.9.2.4 แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Reservoir) หมายถึง แหล่งหรือองค์ประกอบทางกายภาพของชั้นชีวภาค (ไบโอสเฟียร์) ชั้นธรณีภาค (จีโอสเฟียร์) หรืออุทกภาค (ไฮโดรสเฟียร์) ซึ่งสามารถเก็บและสะสมก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดักจับจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดึงออกจากบรรยากาศโดยแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

1.9.2.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission) หมายถึง มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง

1.9.2.6 การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Removal) หมายถึง มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดึงออกจากบรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง

1.9.2.7 รายงานก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Report) หมายถึง เอกสารการรายงานผลข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้สื่อสารให้กับกลุ่มเป้าหมายที่นำข้อมูลไปใช้งาน

1.9.2.8 บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Inventory) หมายถึง การแสดงแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.9.2.9 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Worming Potential: GWP) หมายถึง ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.9.2.10 ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent: CO_2e) หมายถึง ค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

1.9.2.11 ปีฐาน (Base Year) หมายถึง ระยะเวลาที่ถูกกำหนดเป็นช่วง (อาจเป็นหนึ่งปีหรือเป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บข้อมูลหลายปีก็ได้) เพื่อจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบสถานภาพการปล่อยและดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจก

1.9.2.12 หน่วยสาธารณูปโภค (Facility) หมายถึง อุปกรณ์ (ทั้งที่เป็นสินทรัพย์และทรัพย์สิน) หรือหน่วยผลิตที่อยู่ในขอบเขตภาระหน้าที่ขององค์กร

1.9.2.13 องค์กร (Organization) หมายถึง บริษัท ห้างร้าน สำนักงาน กิจการ หน่วยราชการ สถาบัน ทั้งที่เป็นมหาชนหรือเอกชน รัฐบาล โดยมีหน้าที่และการบริหารงานของตนเอง

1.9.2.14 หน่วยธุรกิจ (Business Unit) หมายถึง หน่วยการผลิตหรือหน่วยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในองค์กร

1.9.2.15 กลุ่มเป้าหมาย (Intended User) หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่ต้องการนำผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ (อาจเป็นลูกค้า ผู้มีส่วนร่วมรับผิดชอบ ผู้ควบคุมโครงการก๊าซเรือนกระจก ผู้ดูแล หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ชุมชนในท้องที่ องค์กรรัฐหรือเอกชน)

1.9.2.16 ผู้รับผิดชอบข้อมูล (Responsible Party) หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคล ที่มีบทบาทรับผิดชอบต่อข้อสัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรองและการให้การสนับสนุนการจัดทำข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

1.9.2.17 ผู้ใช้บริการ (Client) หมายถึง องค์กรหรือบุคคลที่ขอให้มีการตรวจสอบความใช้ได้หรือการทวนสอบ (อาจเป็นผู้รับผิดชอบข้อมูล หน่วยงานขึ้นทะเบียนและให้การรับรองข้อมูลก๊าซเรือนกระจกหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ)

1.9.2.18 ระดับของการรับรอง (Level of Assurance) หมายถึง ระดับของการรับรองสามารถพิจารณาในขั้นตอนการทวนสอบ โดยอธิบายถึงความละเอียดที่ผู้ทวนสอบใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่

ก) ระดับของการรับรองแบบสมเหตุสมผล (Reasonable) เป็นระดับของการรับรองที่ผู้ทวนสอบให้การรับรองผลการประเมินที่มีการตรวจสอบข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก วิธีการวัดหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก การคำนวณ และการจัดทำรายงานผล โดยอ้างอิงตามข้อกำหนดในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรหรือมาตรฐานสากล ซึ่งมีการแก้ไขข้อผิดพลาดหรือชี้แจงข้อละเว้นที่เกิดขึ้นภายในรายงานผลการประเมินแล้วกับผู้ทวนสอบ

ข) ระดับการรับรองแบบจำกัด (Limited) เป็นระดับของการรับรองที่ให้การรับรองแก่ผลการประเมินที่มีการตรวจสอบ และแก้ไขสาระสำคัญของขั้นตอนการประเมินและรายงานผลเพียงบางส่วน

1.9.2.19 ความมีสาระสำคัญ (Materiality) หมายถึง ข้อผิดพลาด การละเว้น หรือการบิดเบือนใด ๆ ที่ส่งผลต่อการรับรองก๊าซเรือนกระจก และส่งผลสืบเนื่องไปสู่การตัดสินใจของผู้ต้องการนำไปใช้งาน (หลักการนี้จะนำไปใช้ในการวางรูปแบบการทวนสอบ และการวางแผนการเก็บตัวอย่างเพื่อพิจารณากระบวนการลดความเสี่ยงที่ผู้ทวนสอบอาจมองข้าม ความมีสาระสำคัญนี้จะบ่งชี้ให้เห็นถึงข้อมูลซึ่งหากถูกละเว้นหรือบิดเบือนไป จะทำให้การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อผู้ต้องการนำไปใช้งานเกิดความผิดพลาดได้)

1.9.2.20 ข้อผิดพลาดสำคัญ (Material Discrepancy) หมายถึง ข้อผิดพลาดที่เกิดจากข้อมูลที่ผิด ไม่ครบถ้วน และรายงานเท็จในการรับรองข้อมูลก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่งผลลบต่อการตัดสินใจของกลุ่มเป้าหมายทั้งในกรณีเชิงเดี่ยวและในภาพรวมทั้งหมด

1.9.2.21 การติดตามผล (Monitoring) หมายถึง การประเมินอย่างต่อเนื่องหรือเป็นระยะของการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หรือข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.9.2.22 การทวนสอบ (Verification) หมายถึง กระบวนการที่ทำอย่างเป็นระบบ มีความเป็นอิสระและบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อประเมินการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจก เปรียบเทียบกับเกณฑ์การทวนสอบ

1.9.2.23 เกณฑ์การทวนสอบ (Verification Criteria) หมายถึง นโยบาย วิธีดำเนินการหรือข้อกำหนดที่ใช้ในการอ้างอิงเมื่อเปรียบเทียบกับหลักฐานต่าง ๆ

1.9.2.24 ผู้ทวนสอบ (Verifier) หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคลอิสระที่มีความสามารถและมีหน้าที่รับผิดชอบในกระบวนการทวนสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.9.2.25 ความไม่แน่นอน (Uncertainty) หมายถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจัดกระจายของข้อมูลที่อาจส่งผลต่อการคำนวณเชิงปริมาณ

1.9.3 นิยามศัพท์อาหารสำเร็จรูป

1.9.3.1 อาหารสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแช่แข็งหรือแช่เย็นที่ผ่านกระบวนการปรุงสุกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ –18 ถึง –20°C และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทานได้ทันทีเมื่อนำไปอุ่น อบ นึ่ง หรือไมโครเวฟ โดยสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 18 เดือน ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในด้านของความรวดเร็วและสะดวกสบาย รวมไปถึงความสะดวกในการพกพา สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทหลัก คืออาหารมื้อหลัก (Main Course) เช่น อาหารคาวประเภทต่าง ๆ ขนมหวาน (Dessert) เช่น ขนมไทยต่าง ๆ และอาหารว่าง (Snack/ Appetizer) เช่น อาหารจำพวกติ่มซำ เบเกอรี่ และอื่น ๆ

1.10 คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร; ก๊าซเรือนกระจก; เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

Keywords: Carbon Footprint for Organization ; Greenhouse Gas;
Cleaner Technology

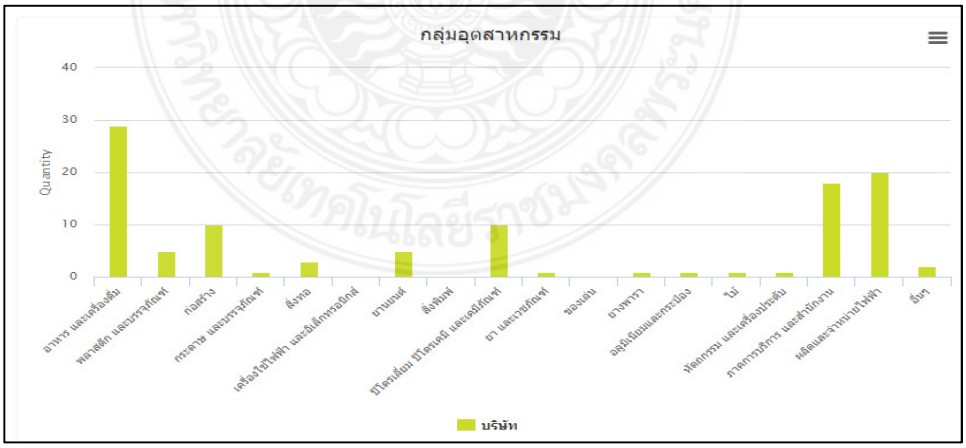
บทที่ 2

การศึกษาอุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม

จากบทนำได้แสดงที่มาและความสำคัญของปัญหา ทำให้เห็นถึงปัญหาและการร่วมมือแก้ไขปัญหาในระดับองค์กร ระดับประเทศ และระดับสากล ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนางานวิจัยให้มีความสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ดังนี้

2.1 การศึกษาอุตสาหกรรม

2.1.1 การศึกษาอุตสาหกรรมการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในปี 2561 มีองค์กรในกลุ่มอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนรับรองคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) จำนวน 347 แห่ง โดยกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มขึ้นทะเบียนมากสุด จำนวน 27 แห่ง อันดับ 2 คือ กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตและจำหน่ายไฟฟ้า จำนวน 20 แห่ง อันดับ 3 คือ ภาคการบริการและสำนักงาน จำนวน 18 แห่ง ดังภาพ 2.1

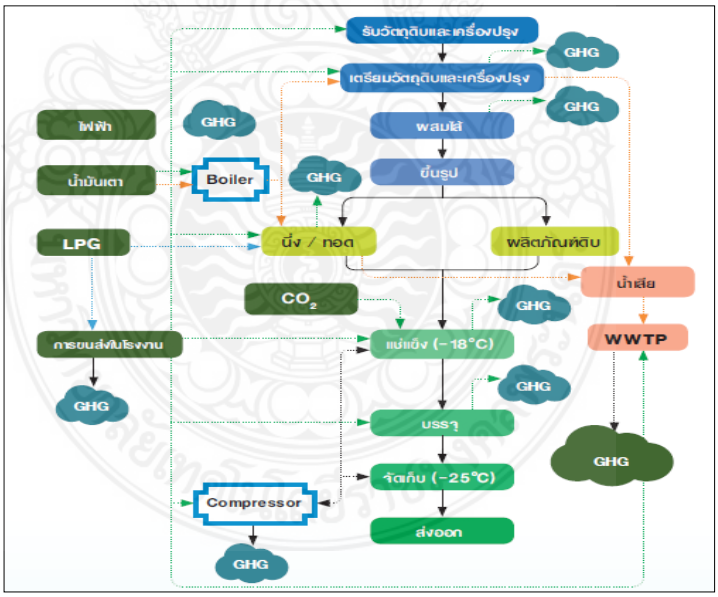


ภาพ 2.1 จำนวนองค์กรที่ขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2561

ที่มา: อบก. (2561)

2.1.2 การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมผลิตอาหารปรุงสำเร็จแช่แข็ง

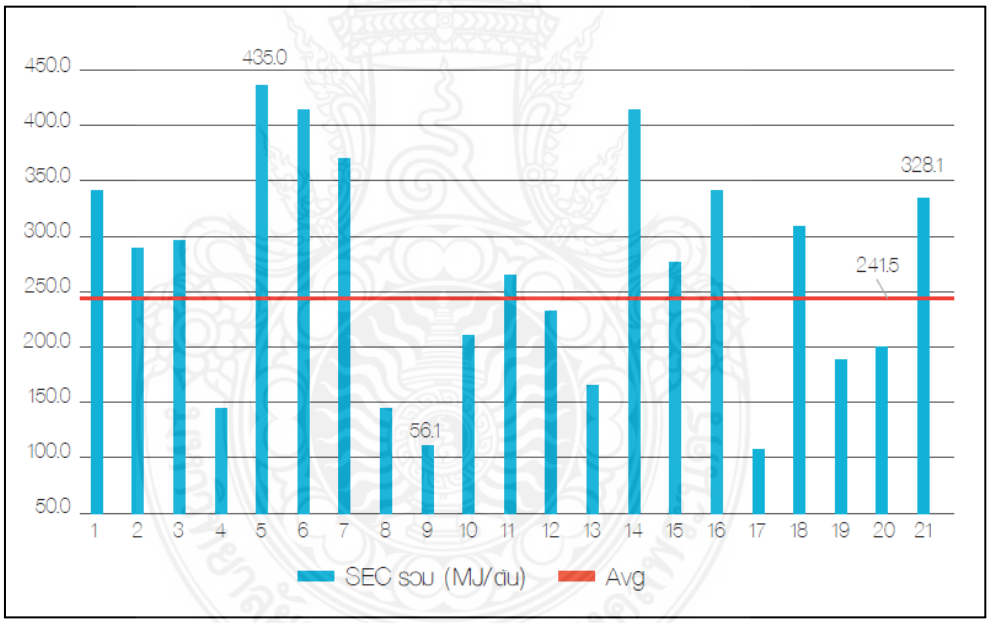
อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง หรืออาหารพร้อมรับประทานแช่แข็ง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในเทคโนโลยีกระบวนการผลิตอาหาร และการปรุงสุกอาหาร ได้แก่ เครื่องให้ความร้อน เช่น Steamer Boiler ที่ใช้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อน นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการแช่เย็นหรือแช่แข็งอาหารสำเร็จรูป รวมทั้งระบบปรับอากาศ ดังนั้น อุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง จะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการเผาไหม้จากการใช้พลังงาน (Fuel Combustion) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า จากผลการศึกษาและกำหนดค่า Carbon Intensity ของอุตสาหกรรมอาหาร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และข้อมูลการใช้พลังงานในภาพรวมของทั้งอุตสาหกรรมของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานปี 2550 พบว่าค่า Carbon Intensity ของอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปแช่แข็งที่เป็นโรงงานควบคุม จำนวน 158 โรงงาน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2.27 $MtCO_2eq$ ทั้งนี้ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมอาหารรวมทั้งหมดเท่ากับ 34.34 $MtCO_2eq$ ตัวอย่างการใช้พลังงานและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 การใช้พลังงานและแหล่งปล่อยกาซเรือนกระจกจากกิจกรรมหรือกระบวนการในการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ที่มา: อบก. (TSIC: 10751, 2561)

จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, พพ. เรื่องการใช้พลังงานของโรงงานควบคุมในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจำนวน 21 โรงงานตัวอย่าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยการใช้พลังงาน (Specific Energy Consumption, SEC) เท่ากับ 241.5 เมกะจูลต่อตันของผลิตภัณฑ์ , MJ/t โดยโรงงานตัวอย่างที่ 5 มีค่าการใช้พลังงานสูงที่สุดเท่ากับ 435.0 MJ/t และโรงงานตัวอย่างที่ 9 มีค่าการใช้พลังงานต่ำที่สุดเท่ากับ 56.1 MJ/t ซึ่งการใช้พลังงานที่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากแต่ละโรงงานตัวอย่างมีเทคโนโลยีการผลิตและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน และจากข้อมูลจะเห็นได้ว่ากลุ่มอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งยังมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงาน หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้อีก เช่น โรงงานตัวอย่างที่ 5 ที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดจากผลการเปรียบเทียบในครั้งนี้ พบว่ายังมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานได้ถึง 44.48% เมื่อเทียบกับค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยของกลุ่ม ดังภาพ 2.3

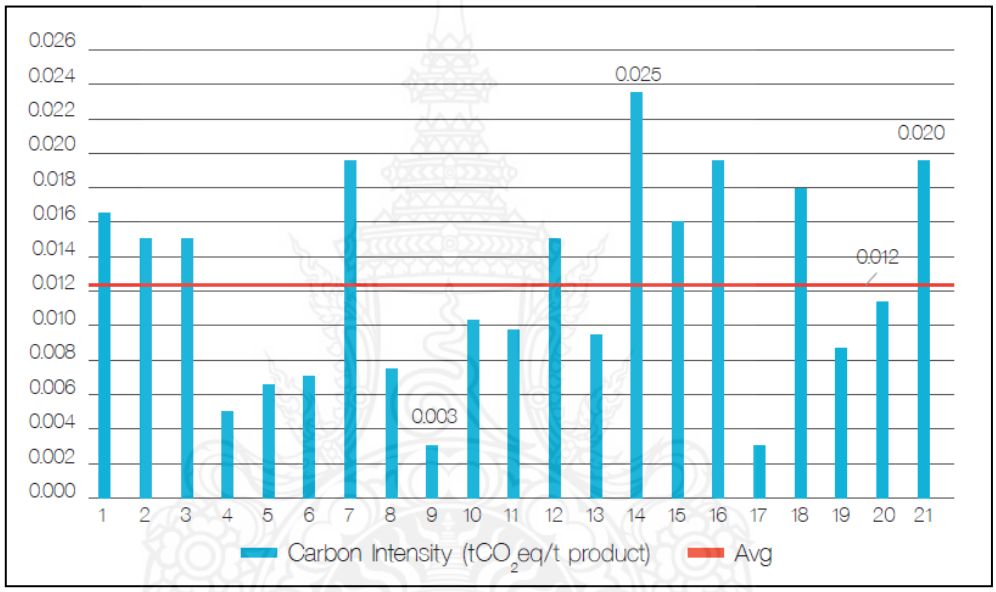


ภาพ 2.3 ข้อมูลการใช้พลังงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

และผลการเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจำนวน 21 โรงงานตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันการผลิตเท่ากับ 0.012 $TonCO_2eq/unit$ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสอดคล้องกับ

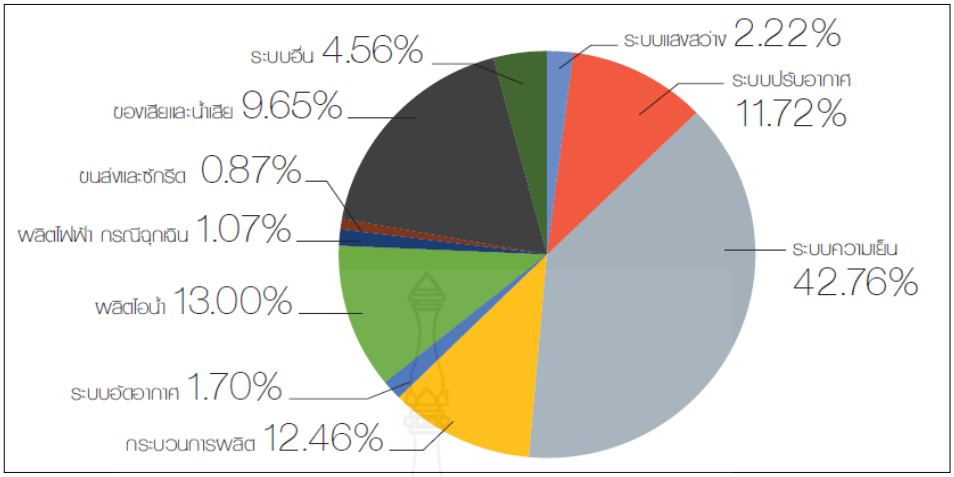
ปริมาณการใช้พลังงาน โดยโรงงานตัวอย่างที่ 14 มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดเท่ากับ 0.025 TonCO_2eq/unit และโรงงานตัวอย่างที่ 9 มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุดเท่ากับ 0.003 TonCO_2eq/unit จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ากลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ยังมีช่องว่างที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อีกมาก หากมีการดำเนินการลดการใช้พลังงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เช่น การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเทคโนโลยีการผลิต หรือมีการนำเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงมาช่วยลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต ดังภาพ 2.4



ภาพ 2.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

จากการศึกษาในกลุ่มตัวแทนอุตสาหกรรม พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของตัวแทนกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งต่อปริมาณการผลิตมีค่าเท่ากับ 2.42 TonCO_2eq/unit ประกอบด้วย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบทำความเย็น มีปริมาณสูงสุด 42.76% รองลงมาคือระบบผลิตไอน้ำ 13.0% กระบวนการผลิต 12.46% ระบบปรับอากาศในอาคาร 11.72% ระบบจัดการของเสียและน้ำเสีย 9.65% และอื่นๆ เช่นระบบแสงสว่าง ระบบอัดอากาศ ระบบผลิตไฟฟ้ากรณีฉุกเฉิน รวมเป็น 10.42% ดังภาพ 2.5



ภาพ 2.5 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารปรุงสำเร็จรูปแช่แข็ง

ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

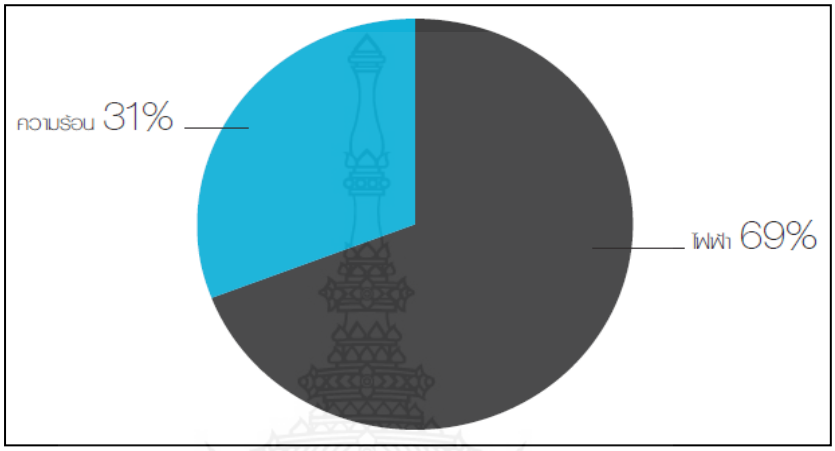
เมื่อพิจารณาเฉพาะกระบวนการผลิต พบว่า ขั้นตอนการทำสุกเป็นขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็น 41.71% รองลงมาคือ การเตรียมวัตถุดิบและเครื่องปรุง 20.68% การบรรจุ 20.33% และอื่นๆ (การผสมไส้ การขึ้นรูป และแช่แข็ง) รวมเป็น 17.01% ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต (สถานประกอบการกรณีศึกษา)

ขั้นตอนการผลิต	สัดส่วน (ร้อยละ)
เตรียมวัตถุดิบและเครื่องปรุง	20.68
ผสมไส้	10.97
ขึ้นรูป	3.41
ทำสุก	41.71
แช่แข็ง	2.90
บรรจุ	20.33

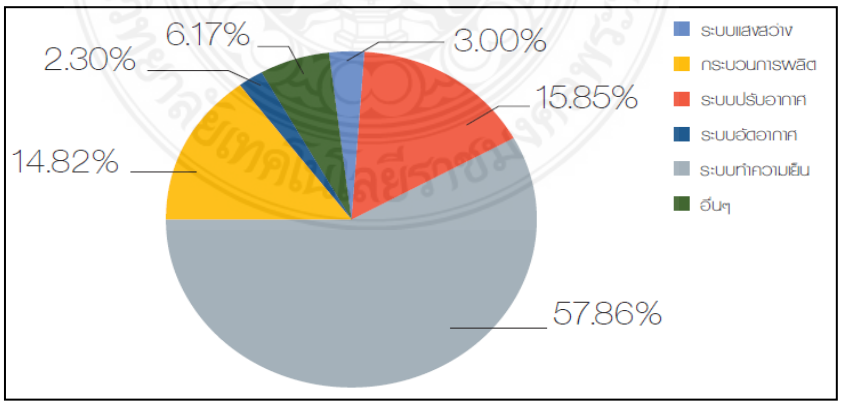
ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

ลักษณะการใช้พลังงาน (Energy Use) ของการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง พบว่า มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็น 69% และการใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง คิดเป็น 31% ดังภาพ 2.6



ภาพ 2.6 สัดส่วนการใช้พลังงานของการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง (สถานประกอบการกรณีศึกษา)
ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

จากภาพ 2.6 เมื่อแยกสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบพบว่า ระบบทำความเย็น มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด คิดเป็น 58% รองลงมาคือระบบปรับอากาศ 15.85% กระบวนการผลิต 14.82% และอื่นๆ (ระบบอัดอากาศ ระบบแสงสว่าง) รวมเป็น 11.47% ดังภาพ 2.7



ภาพ 2.7 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ (สถานประกอบการกรณีศึกษา)
ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

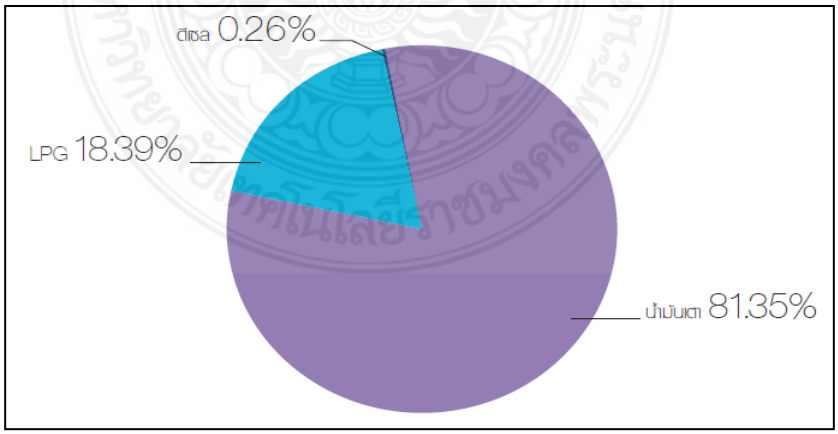
ในระบบทำความเย็นมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากคอมเพรสเซอร์เป็นหลัก ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็น 84.57% และอื่นๆ 15.43% ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบทำความเย็น (สถานประกอบการกรณีศึกษา)

ชุดเครื่องจักร/อุปกรณ์	ร้อยละ
Compressor	84.57
Evaporative Condenser	9.10
Ammonia Pump	4.12
Plate Chiller	1.86
Cooling Tower	0.19
Evaporative	0.17

ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

และจากภาพ 2.6 เมื่อแยกสัดส่วนการใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง พบว่าน้ำมันเตา มากที่สุด คิดเป็น 81.35% รองลงมาคือ LPG 18.39% และดีเซล 0.26% ดังภาพ 2.8



ภาพ 2.8 สัดส่วนการใช้พลังงานความร้อนจากการใช้เชื้อเพลิง (สถานประกอบการกรณีศึกษา)
ที่มา: อบก. (TSIC:10751, 2561)

2.2 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)(2559) ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Greenhouse Gas Emissions from Industrial Process and Product Use Sector) ด้วยการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิต การนำผลิตภัณฑ์บางชนิดมาใช้งานรวมถึงการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงคาร์บอนฟอสซิลในรูปแบบที่ไม่เป็นพลังงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สะท้อนกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริง ขอบเขตการประเมินจะเป็นข้อมูลที่ใช้สนับสนุนการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกด้านแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมถึงการกำหนดนโยบายการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ศึกษาและจัดทำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use: IPPU) ระหว่างปี 2543–2556 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงชุดข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ให้เป็นปัจจุบันและนำข้อมูลสนับสนุนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีคำนวณตามมาตรฐานสากลรายงานในคู่มือที่จัดทำโดยคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) จากการศึกษา พบว่า ในปี 2556 ภาค IPPU มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 36.11 $MtCO_2e$ (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตแร่เป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 25.10 $MtCO_2e$ คิดเป็น 69.50% รองลงมาเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตสารเคมี มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 10.34 $MtCO_2e$ หรือคิดเป็น 28.64% ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะและกลุ่มการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงในรูปแบบที่ไม่เป็นพลังงานและการใช้ตัวทำละลายเป็นส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.57 และ 0.11 $MtCO_2e$ หรือคิดเป็น 1.57% และ 0.30% ซึ่งมีข้อเสนอแนะระบุว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมทุกกลุ่มกิจกรรม สามารถรายงานและติดตามข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง

นุชนาท และ คณะ (2557) ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงานสุราแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ในปี 2556 โรงงานสุรามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวม 24,859.68 tCO_2eq มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากไบโอจินิคคาร์บอน (ชีวมวลและก๊าซชีวภาพ) มากที่สุด 20,991.48 tCO_2eq ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงจากแหล่งกำเนิดฟอสซิลเท่ากับ 2,010.79 tCO_2eq ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1,857.41 tCO_2eq คิดเป็น 84.44% 8.09% และ 7.47% ตามลำดับ การหมักส่าเป็นกิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในองค์กร รองลงมาคือการผลิตไอน้ำ (จากการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ) การใช้พลังงานไฟฟ้า การผลิตไอน้ำ (จากการเผาไหม้น้ำมันเตา)และการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะองค์กรเป็นเจ้าของคิดเป็น 62.53% 21.91% 7.47% 3.96% และ 2.26% ตามลำดับ ซึ่งมีข้อเสนอแนะระบุว่า การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมควรเริ่มจากวิธีที่ง่ายและใช้เงินลงทุนน้อย อาจมีการปรับเปลี่ยนวัสดุ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน รวมทั้งการศึกษาหามาตรการใหม่เพื่อใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดซึ่งจะต้องมีการพิจารณาความคุ้มค่าและความเป็นไปได้ในการดำเนินการควบคู่ไปด้วย

ปัญจ์ปพัชรภร และ คณะ (2552) ศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมสุรา เบียร์ และไวน์ ที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต รวบรวมข้อมูลอัตราการผลิตตั้งแต่ปี 2547-2552 และศึกษาแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าในปี 2552 อุตสาหกรรมการผลิตสุรามีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 10.10 ล้านตัน/ปี รองลงมา ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ และอุตสาหกรรมการผลิตไวน์ จากการประเมินแนวโน้มปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตช่วงปี 2553-2557 เปรียบเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม 3 ชนิดในช่วงปี 2547-2552 พบว่ามีอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้น โดยอุตสาหกรรมผลิตสุราเพิ่มขึ้นเท่ากับ 80.08 % อุตสาหกรรมผลิตเบียร์เท่ากับ 82% และอุตสาหกรรมผลิตไวน์เท่ากับ 75.86% จะเห็นได้ว่า ก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังนั้น ผู้ประกอบการควรหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกต่อไป

ไพรัช และ คณะ (2557) ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้องค์กรนำไปใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลสำหรับวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อม และสามารถนำผลไปใช้เพื่อการวางแผนจัดการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต โดยผลการศึกษา พบว่าในปี 2553 ปริมาณคาร์บอนฟุตพรินท์ทั้งหมด 34,355 tCO_2e แบ่งเป็นขอบเขตที่ 1 คิดเป็น 1,693 tCO_2e ขอบเขตที่ 2 คิดเป็น 31,271 tCO_2e และขอบเขตที่ 3 คิดเป็น 1,391 tCO_2e หากพิจารณาคาร์บอนฟุตพรินท์ต่อจำนวนนักศึกษาเท่ากับ 1.62 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อนักศึกษาหนึ่งคน โดยกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพรินท์มากที่สุด คิดเป็น 91% ซึ่งมีข้อเสนอแนะระบุว่า ควรมีการรณรงค์และมีมาตรการประหยัดพลังงานในส่วนดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ **ชุติมา (2555)** ที่ทำการศึกษา การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ แหล่งกำเนิดหลักคือการใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 93.38% ของทั้งหมด

จิตลดา (2555) นำเสนอบทความเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) โดยระบุว่าการจัดการปัญหามลพิษด้วยการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นวิธีที่เน้นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดมากกว่าการควบคุมหรือการบำบัดเมื่อเกิดมลพิษขึ้นแล้วหลักการประกอบ ด้วย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ การปรับเปลี่ยนกระบวนผลิต) และการนำกลับมาใช้ใหม่จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าสามารถลดมลพิษ ลดของเสีย ลดการใช้ทรัพยากร ลดพลังงาน และลดต้นทุนการผลิต เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมีความจำเป็นต่อการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม พร้อมกับการพัฒนากระบวนการผลิตที่เน้นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อนำไปใช้แล้วเกิดผลดีทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาอุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

มณฑิรา และคณะ (2555) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดลดพลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาลหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ อัตราการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเตียงต่อวันของแผนกผู้ป่วยในช่วงก่อนนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดมาใช้มีค่าเฉลี่ย 1.843 กิโลวัตต์ต่อเตียงต่อวัน ส่วนในช่วงที่ 2 คือช่วงรณรงค์เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและช่วงที่ 3 คือช่วงติดตั้งอุปกรณ์ช่วงประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1,626 และ 1,389 กิโลวัตต์ต่อเตียงต่อวัน คิดเป็นการลดลง

11.78% และ 24.63 % คิดค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 706.34 และ 1,477.77 บาทต่อเดือนหรือ 8,476.08 และ 17,733.24 บาทต่อปี ตามลำดับ ส่วนอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อครั้งต่อวันของแผนกซักล้างช่วงก่อนนำข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ มีค่าเฉลี่ย 0.079 กิโลวัตต์ต่อครั้งต่อวัน ส่วนในช่วงที่ 2 และ 3 ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.077 และ 0.068 กิโลวัตต์ต่อครั้งต่อวัน ลดลงร้อยละ 2.53 และ13.92 คิดค่าไฟฟ้าที่ประหยัด 3.109 และ 17.15 บาทต่อเดือนหรือ 37.3 และ 531.65 บาทต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมีข้อเสนอแนะระบุว่าข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดเรื่องการรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีความเหมาะสมมากในการนำมาปฏิบัติเพื่อลดพลังงานไฟฟ้าสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จริง และมีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่าการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า

เจตจินต์ (2553) ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลม โดยใช้เทคโนโลยีสะอาดทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตทั้งวัตถุดิบเข้า ผลิตภัณฑ์ออกเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และจัดทำโครงการเทคโนโลยีสะอาด โดยเลือกศึกษากระบวนการผลิตย่อย ๆ ของกระบวนการผลิตหลักอย่างละเอียด เพื่อหาการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและประเด็นปัญหาอื่น ๆ ของโรงงานที่สำคัญ เพื่อนำไปสู่แนวทางและความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีสะอาดประโยชน์ที่ได้รับคือ การลดต้นทุนในการผลิต การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ การลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน การเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน และการสร้างความได้เปรียบในเชิงธุรกิจ ผลการดำเนินงานได้จัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตหลัก ทั้ง 4 กระบวนการของทางโรงงาน ได้แก่ การผลิตน้ำทรีต การผลิตน้ำหวาน การผลิตน้ำอัดลมสายการผลิตขวดแก้ว และการผลิตน้ำอัดลมสายการผลิตขวดพลาสติก หลังจากที่ทำการวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของปัญหาแล้วพบว่าประเด็นปัญหาหลักคือเรื่องน้ำ ทั้งน้ำเสีย น้ำบาดาล น้ำอ่อนและน้ำทรีต โดยตรวจพบการสูญเสียน้ำในขั้นตอนการล้างขวดพลาสติก ซึ่งเกิดการสูญเสียน้ำกว่า 45% ภายหลังทำการปรับปรุงเบื้องต้นโดยออกแบบรางรับน้ำล้างขวดและท่อระบายน้ำใหม่ สามารถลดการสูญเสียจากการเกิดน้ำล้นได้กว่า 34% นอกจากนี้การหมุนเวียนน้ำจากการล้างท่อส่งน้ำอัดลม ซึ่งเป็นน้ำสะอาดไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ภายในโรงงาน ก็สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตน้ำภายในโรงงานด้วยเช่นกัน อีกทั้งยังช่วยลดภาระของระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงงาน และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียด้วย ซึ่งทำให้ผลการดำเนินงานวิจัยโครงการเทคโนโลยีสะอาดนี้เป็น ไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เถกิง และ คณะ (2555) ศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลม โรงงานน้ำอัดลมที่ศึกษา มีการใช้น้ำบาดาลจำนวนมากและอยู่ใกล้แหล่งชุมชน ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้น้ำโดยทางราชการเข้มงวดในการใช้น้ำบาดาลในเขตชุมชนมากขึ้น ทำให้ต้องเตรียมรับมือต่อผลกระทบที่จะมีต่อการผลิตน้ำอัดลมทางโรงงานเห็นความจำเป็นนี้จึงนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตลดการใช้น้ำและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำในกระบวนการผลิตน้ำอัดลม การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลที่เสียไปในการผลิต การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้เพื่อลดการใช้น้ำในการผลิต ระยะเวลาการคืนทุนหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานผลิตน้ำอัดลมแห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า จุดที่มีการสูญเสียน้ำตาลและน้ำ ได้แก่ หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและเครื่องบรรจุในสายการผลิต หน่วยเครื่องล้างขวดและหน่วยปรับคุณภาพน้ำ การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาล 0.18% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถลดการใช้น้ำลง 0.24 ลิตรน้ำ/ลิตรผลิตภัณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และระยะเวลาการคืนทุนในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลภายใน 16.51 เดือน การประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวดภายใน 7.21 เดือน และจากหน่วยปรับคุณภาพน้ำภายใน 186.7 เดือน

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 สภาวะโลกร้อน (Global Warming) หมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนพื้นผิวโลกสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเป็นปรากฏการณ์ สืบเนื่องมาจากที่โลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ได้อย่างที่เคยเป็น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง และการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม คือการตัดไม้ทำลายป่า การที่ชั้นบรรยากาศของโลกทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกคายออกไปไม่ให้หลุดออกนอกบรรยากาศ ทำให้โลกไม่เย็นจัดในเวลากลางคืน บรรยากาศเปรียบเสมือนผ้าห่มผืนใหญ่ที่คลุมโลกไว้ให้ความอบอุ่นกับโลก แต่ถ้าผ้าห่มหนามากเกินภายในก็จะร้อนขึ้นทันที ภาวะโลกร้อนเกิดจาก

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก อันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆทั้งที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์โดยส่วนใหญ่กิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์จะมีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นที่ทราบกันดีนั่นคือ การที่มนุษย์เผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลพวกถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติเพื่อผลิตพลังงาน ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

2.3.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่อออกจาพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคลายพลังงานความร้อนให้อยู่ภายในกระจก เนื่องจากมีหลักการทำงานคล้ายกับเรือนปลูกต้นไม้ในประเทศเมืองหนาวที่มีผนังและโครงหลังคาทำด้วยวัสดุโปร่งแสง (แก้วหรือพลาสติก) ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อนออกไป ส่งผลให้อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของพืชและต้นไม้ ก๊าซเรือนกระจกที่มีในบรรยากาศโลก ได้แก่ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ โอโซน CFCs

2.3.3 ความตกลงปารีส (Paris Agreement)

2.3.3.1 ความเป็นมาของความตกลงปารีส เป็นความตกลงภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประเทศไทยได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2537 มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ที่เป็นอันตรายต่อระบบภูมิอากาศ ที่ประชุมรัฐภาคี ฯ สมัย 3 ณ กรุงเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ได้มีการรับรองพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2540 และมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548 ซึ่งประเทศไทยได้ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2545

พิธีสารเกียวโต ระบุกติการะหว่างประเทศที่มีบทบัญญัติภาคบังคับที่สำคัญ คือ รัฐภาคีประเทศที่เข้าร่วมอยู่ในภาคผนวกที่ 1 ของอนุสัญญา ฯ หรือกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว แต่ละประเทศจะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณีระยะที่ 1 (Annex I) ที่ระบุไว้ในพิธีสารเกียวโตขั้นต่ำ 5% จากระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 1990 ในขณะที่ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I) หรือประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งประเทศไทยเป็นสมาชิกในกลุ่มนี้ จึงไม่มีพันธกรณีผูกมัดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด หากแต่สามารถร่วมมือกับประเทศที่เข้าร่วม ในการ

ดำเนินการตามพันธกรณีดังกล่าวข้างต้นได้ โดยดำเนินงานตามกลไกภายใต้พิธีสารเกียวโตที่เรียกว่า โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ซึ่งประเทศกำลังพัฒนาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ และสามารถขายปริมาณก๊าซที่ลดได้ที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต(Carbon Credit) เพื่อให้ประเทศ นำไปใช้เพื่อบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณีที่ตนมีอยู่ ทั้งนี้ รัฐภาคีได้กำหนดพันธกรณีระยะที่ 1 ของพิธีสารเกียวโต ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2551-31 ธันวาคม 2555 รวมระยะเวลา 5 ปี

ต่อมาที่ประชุมรัฐภาคีพิธีสารเกียวโต สมัยที่ 8 ณ กรุงโดฮา รัฐกาตาร์ ในปี พ.ศ.2555 ได้มีข้อตัดสินใจรับรองการแก้ไขพิธีสารเกียวโต เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของทุกรัฐภาคีที่เข้าร่วมของอนุสัญญา ฯ อย่างน้อย 18% จากระดับการปล่อยในปี 1990 ซึ่งเป็นการกำหนดพันธกรณีระยะที่ 2 ของพิธีสาร ฯ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 และสิ้นสุดในวันที่ 31 ธันวาคม 2563 รวมระยะเวลา 8 ปี โดยการแก้ไขพิธีสาร ฯ นี้จะมีผลบังคับใช้เมื่อครบ 90 วัน นับจากวันที่ประเทศภาคีของพิธีสารเกียวโต ยื่นตราสารรับรองครบจำนวน 144 รัฐจาก 192 รัฐ (จำนวน 3 ใน 4) ประเทศไทยได้ส่งตราสารยอมรับการแก้ไขพิธีสารเกียวโตและภาคผนวกของพิธีสารเกียวโตต่อเลขาธิการสหประชาชาติ เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2558 และ ณ วันที่ 21 สิงหาคม 2559 มีรัฐภาคีเพียง 66 ภาคีที่จัดส่งตราสารยอมรับแล้ว จึงทำให้ในปัจจุบันพิธีสารเกียวโต ระยะที่ 2 ยังไม่มีผลบังคับใช้

เนื่องจากพิธีสารเกียวโต มีผลบังคับเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วให้ดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจก และสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายใหญ่ (36% ของโลก ณ ปี 2533) ไม่ได้ให้สัตยาบันเข้าเป็นรัฐภาคีในพิธีสาร ฯ ทำให้พิธีสาร ฯ มีผลบังคับใช้กับประเทศพัฒนาแล้ว 36 ประเทศ ครอบคลุมปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณีของพิธีสารเกียวโตระยะที่ 1 ของอนุสัญญา ฯ คิดเป็น 22.6% ของโลกเท่านั้น นอกจากนั้น ภายใต้พันธกรณีที่ 2 ของพิธีสารเกียวโต รัฐภาคีที่เข้าร่วมของอนุสัญญา ฯ ที่คาดว่าจะให้สัตยาบันร่วมกันมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศพัฒนาแล้วครอบคลุมเพียง 12.36% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ณ ปี 2555 เท่านั้น เนื่องจากญี่ปุ่น แคนาดา รัสเซีย และนิวซีแลนด์ ยืนยันไม่เข้าร่วมเป็นภาคีพิธีสารเกียวโตระยะที่ 2 และสหรัฐอเมริกา ไม่ได้เข้าร่วมเป็นภาคีพิธีสารเกียวโตทั้งระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ซึ่งยังคงไม่เพียงพอที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของอนุสัญญา ฯ ในการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ที่เป็นอันตรายต่อระบบภูมิอากาศที่ประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาฯ จึงมีการหารือกันอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การประชุมรัฐภาคี

อนุสัญญาฯ สมัยที่ 13 ในปี 2550 ณ เกาะบาหลี สาธารณรัฐอินโดนีเซีย เพื่อสร้างกรอบความร่วมมือที่เป็นรูปธรรมที่จะเอื้ออำนวยให้ทุกประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายใหญ่ เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง และได้กำหนดเงื่อนเวลาให้รัฐภาคีอนุสัญญาฯ หารือให้ได้ข้อสรุปภายในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาฯสมัยที่ 15 ในปี 2552 ณ กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก แต่ภาคีไม่สามารถตกลงกรอบความร่วมมือใหม่ภายในกำหนดเวลาดังกล่าวในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญา ฯ สมัยที่ 17 ณ เมืองเดอร์บัน สาธารณรัฐแอฟริกาใต้รัฐภาคีจึงได้เห็นชอบให้กำหนดกรอบเจรจาและเงื่อนเวลาใหม่ให้ได้ข้อสรุปภายในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 21 ในปี พ.ศ.2558(ค.ศ.2015) ณ กรุงปารีส สหพันธ์สาธารณรัฐฝรั่งเศส ซึ่งที่ประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 21 ได้มีข้อตัดสินใจรับรองความตกลงปารีส (Paris Agreement) เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2558 เป็นกรอบความร่วมมือในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาวที่ทุกภาคี สามารถมีส่วนร่วมอย่างเป็นรูปธรรม

2.3.3.2 สาระสำคัญของความตกลงปารีส มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ประการ คือ (1) เพื่อควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับ ก่อนยุคอุตสาหกรรม และมุ่งพยายาม ควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่ให้เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับก่อนยุคอุตสาหกรรม (2) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการส่ง เสริมความสามารถในการฟื้นตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำโดยไม่กระทบต่อการผลิตอาหาร และ (3) เพื่อทำให้เกิดเงินทุนหมุนเวียนที่มีความสอดคล้องกับแนวทางที่นำไปสู่การพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างความสามารถในการฟื้นฟูจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รายละเอียดของความตกลงปารีส ครอบคลุมการดำเนินงานเกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวต่อผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยน แปลงสภาพภูมิอากาศ การสนับสนุนทางการเงิน การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี การเสริมสร้างศักยภาพของประเทศกำลังพัฒนา กรอบการรายงานข้อมูลการดำเนินงานและการให้การสนับสนุนอย่างโปร่งใส และการทบทวนสถานการณ์และการดำเนินงานระดับโลก (Global Stocktake) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ก) การกำหนดความร่วมมือด้านการลดก๊าซเรือนกระจก โดยกำหนดเป้าหมายให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกขึ้นสู่จุดสูงสุด (Global Peaking)โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยตระหนักว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเทศกำลังพัฒนา จะใช้เวลานานกว่าในการขึ้นสู่จุดสูงสุด หลังจากนั้น ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึงระดับที่มีความสมดุล

ระหว่างการปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจกภายในครึ่งหลังของศตวรรษนี้ โดยคำนึงถึงความเป็นธรรม บริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืน และการขจัดปัญหาความยากจน และเพื่อให้ประชาคมโลกบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ จึงกำหนดให้ทุกภาคีจัดทำเป้าหมายการดำเนินงานด้านการเปลี่ยน แปลงสภาพภูมิอากาศส่งทุก ๆ 5 ปี โดยให้เป้าหมายมีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อยๆ และให้มีการรายงานการดำเนินงานเพื่อประเมินผลการบรรลุเป้าหมาย โดยประเทศพัฒนาแล้วควรเป็นผู้นำในการจัดส่งเป้าหมายเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ซึ่งครอบคลุมทุกภาคเศรษฐกิจ

ข) การกำหนดความร่วมมือด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กำหนดเป้าหมายร่วมกันในการเพิ่มความสามารถในการปรับตัวส่งเสริมภูมิต้านทานและการฟื้นตัวและลดความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกำหนดความร่วมมือเพื่อยก ระดับการดำเนินงานด้านการปรับตัวและรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา

ค) การสนับสนุนทางการเงิน กำหนดให้ประเทศพัฒนาแล้วสนับสนุนทางการเงินแก่ประเทศกำลังพัฒนาในการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายทั้งด้านการลดก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวต่อผลกระทบซึ่งประเทศพัฒนาแล้วควรเป็นผู้นำในการระดมทุนในระดับที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานดังกล่าว ในประเทศกำลังพัฒนา

ง)การจัดตั้งกรอบความร่วมมือด้านการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเสริมศักยภาพให้กลไกความร่วมมือทางเทคโนโลยีที่มีอยู่และพิจารณาสนับสนุนแหล่งเงินให้เกิดการพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ประเทศกำลังพัฒนา

จ) การเสริมสร้างกลไกความร่วมมือในการพัฒนาศักยภาพของประเทศกำลังพัฒนา โดยประเทศพัฒนาแล้วควรสนับสนุนการเสริมสร้างศักยภาพของประเทศกำลังพัฒนา ในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งการเสริมสร้างศักยภาพดังกล่าวควรเป็นไปโดยสอดคล้องกับความต้องการของประเทศกำลังพัฒนาเป็นหลัก

ฉ) การสร้างกรอบการรายงานข้อมูลให้เกิดความโปร่งใสในการดำเนินงานและการสนับสนุน โดยให้มีการรายงานข้อมูลการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายที่แต่ละภาคีกำหนด รวมถึงการรายงานข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกโดยคำนึงถึงศักยภาพที่แตกต่างกันของประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาในการรายงานข้อมูลดังกล่าว พร้อมกันนี้ให้ประเทศพัฒนาแล้วต้องรายงานข้อมูลการให้การสนับสนุนและให้มีผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคประเมินรายงานข้อมูล รวมถึงให้คำแนะนำในการเสริมสร้างศักยภาพของประเทศกำลังพัฒนาในการรายงานข้อมูลดังกล่าว

ช) การทบทวนสถานการณ์และการดำเนินงานระดับโลก โดยกำหนดให้ทบทวนการดำเนินงานของความตกลงนี้ทุก ๆ 5 ปีเพื่อประเมินความก้าวหน้าในภาพรวมต่อการบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายระยะยาวของความตกลงฯ ซึ่งการทบทวนนี้จะครอบคลุมการลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัว กลไกการดำเนินงาน การสนับสนุน คำนึงถึงความเป็นธรรม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงและยกระดับการดำเนินงานและการสนับสนุนของประเทศต่างๆ รวมทั้งยกระดับความร่วมมือระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ ได้กำหนดให้มีการทบทวนครั้งแรกในปี 2566 (2023)

2.3.4 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่องทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร1 (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ

2.3.4.1 หลักการแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับจากกิจกรรมขององค์กร หรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจะต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

ก) ความตรงประเด็น (Relevance) การใช้ข้อมูลและวิธีการเลือกแหล่งกำเนิดดูดกลับ กักเก็บ ก๊าซเรือนกระจกที่ตรงกับความจำเป็นในการใช้งาน โดยต้องเลือกแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ข้อมูล รวมถึงวิธีการวัดและคำนวณที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมหรือประเมินได้นั้น ควรที่จะสะท้อนถึงปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในองค์กร หรือเกี่ยวข้องกับองค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจในการวางนโยบายขององค์กร

ข) ความสมบูรณ์ (Completeness) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจกต้องครอบคลุมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวมหรือประเมินได้ ควรเป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กรหรือเกี่ยวข้องกับองค์กร

ค) ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วต้องไม่ขัดแย้งกัน มีความสอดคล้อง เชื่อมโยง และเทียบเคียงกันได้

ง) ความถูกต้อง (Accuracy) การลบความมีอคติ และความไม่แน่นอนในการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้

จ) ความโปร่งใส (Transparency) การเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอ และเหมาะสม สามารถตรวจสอบได้ เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

2.3.4.2 ชนิดและหน่วยแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ก) ชนิดของก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโร-คาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) และก๊าซอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจก

2.3.4.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมา และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP 100) ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม (อ้างอิงในรายงาน 2007 IPCC AR4 หน้า 212) และสามารถสืบค้นได้จาก www.ipcc.ch)

2.3.4.3 หน่วยแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กร การแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับขององค์กร หรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องอยู่ในหน่วยตัน (หรือกิโลกรัม) ของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด และรวมอยู่ในหน่วยตัน (หรือกิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า นอกจากนี้ ควรแสดงด้วยตัวเลขจำนวนเต็ม ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยมการปัดเศษตัวเลขดังกล่าว เพื่อให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กฎการปัดเศษ มาตรฐานเลขที่ มอก.929-2533

2.3.4.4 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries) องค์กรต้องกำหนดขอบเขตการดำเนินงานและมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขอบเขต ดังนี้

ก) ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร เช่น การเผาไหม้อยู่กับที่

ข) ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้าจากภายนอก เพื่อใช้งานภายในองค์กร

ค) ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2

2.3.4.5 การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย

ก) การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ องค์กรต้องคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตขององค์กรอย่างครบถ้วนเท่าที่จะทำได้และบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ได้แก่ การระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก การคัดเลือกวิธีการคำนวณ การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Activity Data) การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factors) หรือค่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (GHG Removal Factors) และการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

ข) การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก องค์กรต้องระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ในขอบเขตที่ 1 ภายในขอบเขตขององค์กรและบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร องค์กรต้องแยกบันทึกปริมาณไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร เพื่อใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมขอบเขตที่ 2 หากองค์กรทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ภายใต้ขอบเขตกิจกรรมขอบเขตที่ 3 ควรแยกบันทึกแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมนั้น ๆ

ค) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกันสามารถคำนวณซ้ำได้ และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการใดก็ได้ โดยต้องชี้แจงเหตุผลประกอบและต้องแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน ตัวอย่างวิธีการคำนวณสามารถทำได้ (1) จากการตรวจวัด โดยทำการตรวจวัดและคำนวณหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอย่าง

ต่อเนื่อง หรือเว้นช่วงเป็นระยะโดยใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง (2) จากการคำนวณ การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือ การทำสมการดุลมวล หรือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Facility-Specific) หรือการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (2.1)

2.3.4.6 การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณ ต้องมีการคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ขัดแย้งกับวิธีการคำนวณที่เลือกไว้ ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดควรได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี

2.3.4.7 การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณ องค์กรต้องคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย

ก) ทราบแหล่งที่มา ซึ่งเป็นที่ยอมรับ

ข) มีความเหมาะสมกับแหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแต่ละแหล่ง

ค) เป็นค่าปัจจุบันในขณะที่ใช้คำนวณ

ง) คำนึงถึงความไม่แน่นอนในการคำนวณ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

จ) ไม่ขัดแย้งกับการประยุกต์ใช้บัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดเก็บค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบปฐมภูมิได้ สามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรม และกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กร หรือค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการเผยแพร่แล้วตามแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยเรียงลำดับความสำคัญ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพของข้อมูลได้ดังนี้

ก) ลำดับที่ 1 ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐาน พลังงานของประเทศไทย

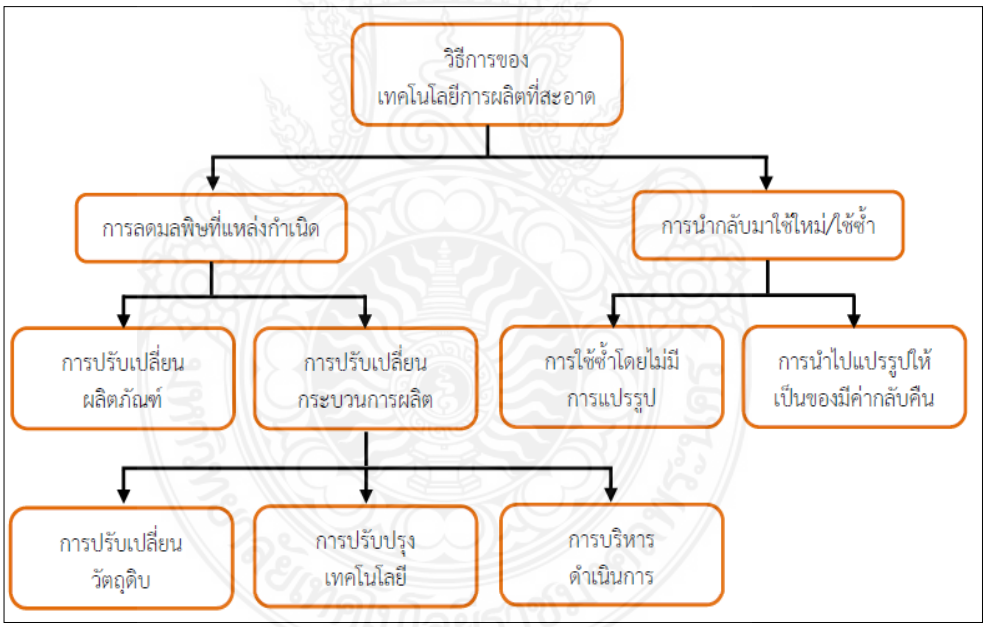
ข) ลำดับที่ 2 ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทยซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications)

ค) ลำดับที่ 3 ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ

ง) ลำดับที่ 4 ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

2.3.5 หลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) เรียกว่า การผลิตเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Productivity) เป็นหลักการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ที่เน้นการใช้หลักการลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด (Waste Minimization) โดยวิธีการแยกสารพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนซึ่งประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่ทำให้เกิดผลพลอยได้ที่ไม่เป็นอันตราย รวมทั้งการลดปริมาณและความเข้มข้นขององค์ประกอบในของเสียด้วยการนำไปใช้ซ้ำ (Reuse) หรือการนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle) จนไม่สามารถนำของเสียไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ก็จะนำไปบำบัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้นั้นยังต้องประกอบด้วยทัศนคติที่ดีและการร่วมมือกันอย่างเต็มที่จากบุคลากรทุกฝ่ายอีกด้วย

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ ดังภาพ 2.9



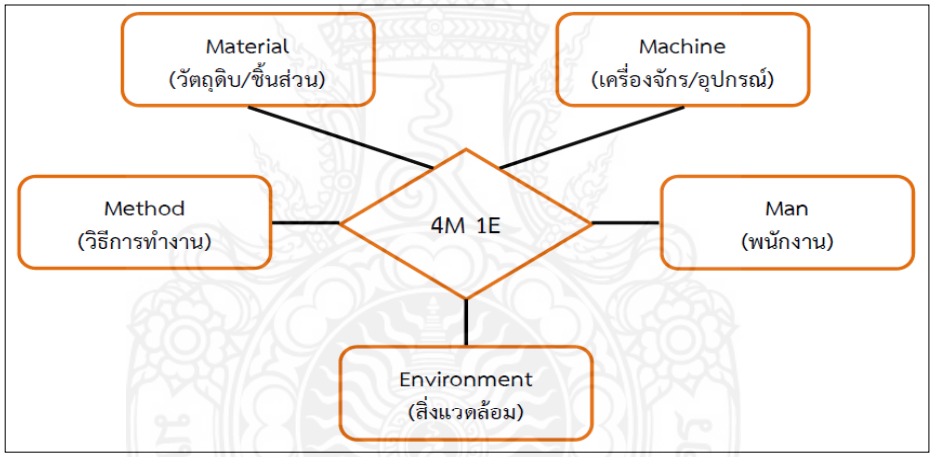
ภาพ 2.9 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2560)

2.3.5.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

ก) การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Product Reformulation) เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดหรือให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ลดการใช้การวัสดุหรือสารต่างๆ ที่เป็นอันตรายและส่งผลกระทบในระหว่างการผลิตการใช้งาน การทำลายหลังการใช้งาน

ข) การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต (Process Change) แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ (1) การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change)เป็นการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพหรือมีสิ่งปนเปื้อนน้อย รวมทั้งการลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งปนเปื้อนเข้าไปในกระบวนการผลิต (2) การปรับปรุงเทคโนโลยี (Technology Improvement) เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตหรือการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปรับปรุงผังโรงงาน การเพิ่มระบบอัตโนมัติ การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด เงื่อนไขในการปรับปรุงเทคโนโลยีมีองค์ประกอบ 5 ประการ (4 M 1 E) ดังภาพ 2.10



ภาพ 2.10 เงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2560)

และการบริหารการดำเนินการ (Operational Management) เป็นการบริหารระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของกระบวนการผลิตให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิผล โดยใช้เทคนิคการลด การรวม การทำขั้นตอนการผลิตให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

2.3.5.2 การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ โดยทั่วไปควรเริ่มจากการลดการสูญเสียที่แหล่งกำเนิดให้ได้มากที่สุดก่อนที่จะใช้วิธีนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำ ซึ่งการใช้ซ้ำทำได้โดยการหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสาร หรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสียโดยการนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือกระบวนการผลิตอื่นๆส่วนการนำกลับมาใช้ใหม่เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถนำเอากลับมาใช้งานได้อีก หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ควรจะดำเนินการ ณ จุดกำเนิดของเสียนั้นมากกว่าการขนย้ายไปจัดการที่อื่น ซึ่งจะทำได้ง่ายกว่าและมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งลดอัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อนในระหว่างการรวบรวมหรือขนถ่าย

โรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปสามารถนำแนวทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านการผลิต ทำให้เพิ่มความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศพร้อมรับกับการแข่งขันทางการค้าของตลาดโลกได้ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และให้ประโยชน์อย่างมากมาย ในบางกรณีมีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปปฏิบัติใช้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนแต่ผลประโยชน์ที่ได้กลับมาสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก หรือถ้าหากมีการลงทุนก็สามารถได้รับผลตอบแทนภายในระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ที่คุ้มค่าต่อการลงทุนได้

2.3.6 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development: SD) เริ่มต้นจากการประชุมสหประชาชาติ ครั้งที่ 2 ณ กรุงริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล ในปี 2535 (1992) ประเทศสมาชิกต่างๆ ประชุมร่วมกันในหัวข้อว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (Environment and Development) และได้เห็นชอบให้ประกาศหลักการแห่งสิ่งแวดล้อมและแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda 21) สำหรับทศวรรษ 1991-1999 และศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นแผนแม่บทของโลกสำหรับการดำเนินงานที่จะทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งในด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อม ในเวลาต่อมาได้มีการจัดทำเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals: MDGs) จำนวน 8 เป้าหมายหลัก ครอบคลุมระยะเวลา 15 ปี (2543-2558) คือ (1) ขจัดความยากจนและความหิวโหย (2) ให้เด็กทุกคนได้รับการศึกษาระดับประถมศึกษา (3) ส่งเสริมความเท่าเทียมกันทางเพศและบทบาทสตรี (4) ลดอัตราการตายของเด็ก (5)พัฒนาสุขภาพของสตรีมีครรภ์ (6) ต่อสู้กับโรคเอดส์ มาลาเรีย และโรคสำคัญอื่น ๆ (7) รักษาและจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (8) ส่งเสริมการเป็นหุ้นส่วนเพื่อการพัฒนาในประชาคมโลก

ปัจจุบัน MDGs ได้สิ้นสุดลงแล้วโดยประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีในหลายประเทศและเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการพัฒนาองค์การสหประชาชาติจึงได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาขึ้นใหม่ โดยอาศัยกรอบความคิดที่มองการพัฒนาเป็นมิติ (Dimensions) ทั้งด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อมให้มีความเชื่อมโยงกัน เรียกว่า เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ทั้งนี้ เมื่อเดือนกันยายน 2558 นายกรัฐมนตรีของไทยพร้อมคณะ เข้าร่วมประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 70 พร้อมกับผู้นำจากประเทศสมาชิก 193ประเทศ หัวข้อการประชุมในครั้งนั้นคือ การพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมกันนี้ผู้นำจากประเทศสมาชิกได้ร่วมรับรองร่างเอกสารเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนหลังปี 2015 Sustainable Development Goals ที่เรียกว่า Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development (การปรับเปลี่ยนโลกของเรา: วาระ 2030 เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน)

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลก (Sustainable Development Goals: SDGs) ใน 15 ปีข้างหน้า ที่จะใช้เป็นทิศทางการพัฒนาของประชาคมโลก ตั้งแต่เดือนกันยายน ปี 2558 ถึงเดือนสิงหาคม 2573 ครอบคลุมระยะเวลา 15 ปี ประกอบด้วย 17 เป้าหมาย (Goals) 169 เป้าประสงค์ (Targets) โดยเป้าหมายต่าง ๆ ประกอบด้วย

เป้าหมายที่ 1 ขจัดความยากจนในทุกรูปแบบทุกที่

เป้าหมายที่ 2 ขจัดความหิวโหย บรรลุเป้าความมั่นคงทางอาหาร ปรับปรุงโภชนาการและสนับสนุนการทาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 3 สร้างหลักประกันให้คนมีชีวิตที่มีคุณภาพ และส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของคนทุกเพศทุกวัย

เป้าหมายที่ 4 สร้างหลักประกันให้การศึกษามีคุณภาพอย่างเท่าเทียมและครอบคลุมและส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิตสาหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 5 บรรลุความเท่าเทียมระหว่างเพศ และเสริมสร้างความเข้มแข็งให้แก่สตรีและเด็กหญิง

เป้าหมายที่ 6 สร้างหลักประกันให้มีน้ำใช้ และมีการบริหารจัดการน้ำและการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสาหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 7 สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่ย่อมเยาและยั่งยืน

เป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืนและครอบคลุมการจ้างงานเต็มอัตราและงานที่มีคุณค่าสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 9 สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความต้านทาน และยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน ส่งเสริมนวัตกรรม

เป้าหมายที่ 10 ลดความไม่เท่าเทียมทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ

เป้าหมายที่ 11 ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัยความต้านทานและยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างครอบคลุมและยั่งยืน

เป้าหมายที่ 12 สร้างหลักประกันให้มีแบบแผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 13 ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น

เป้าหมายที่ 14 อนุรักษ์และใช้มหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอื่น ๆ อย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 15 ปกป้อง ฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการป่าไม้ที่ยั่งยืน การต่อต้านการแปรสภาพเป็นทะเลทราย หยุดยั้งการเสื่อมโทรมของดินและฟื้นฟูสภาพดินและหยุดยั้งการสูญเสีย ความหลากหลายทางชีวภาพ

เป้าหมายที่ 16 สนับสนุนสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนจัดให้มีการเข้าถึงความยุติธรรมสำหรับทุกคนและสร้างสถาบันที่มีประสิทธิภาพมีความรับผิดชอบและมีความครอบคลุมในทุกระดับ

เป้าหมายที่ 17 เสริมสร้างความแข็งแกร่งของกลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากการศึกษาอุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม ทำให้ทราบถึงลักษณะของอุตสาหกรรม ข้อจำกัด การค้นหาโอกาสในการพัฒนา และการทบทวนวรรณกรรมเพื่อความถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ในการนำไปกำหนดกรอบแนวทางการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการ และการดำเนินการวิจัย ซึ่งรายละเอียดการดำเนินงานจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

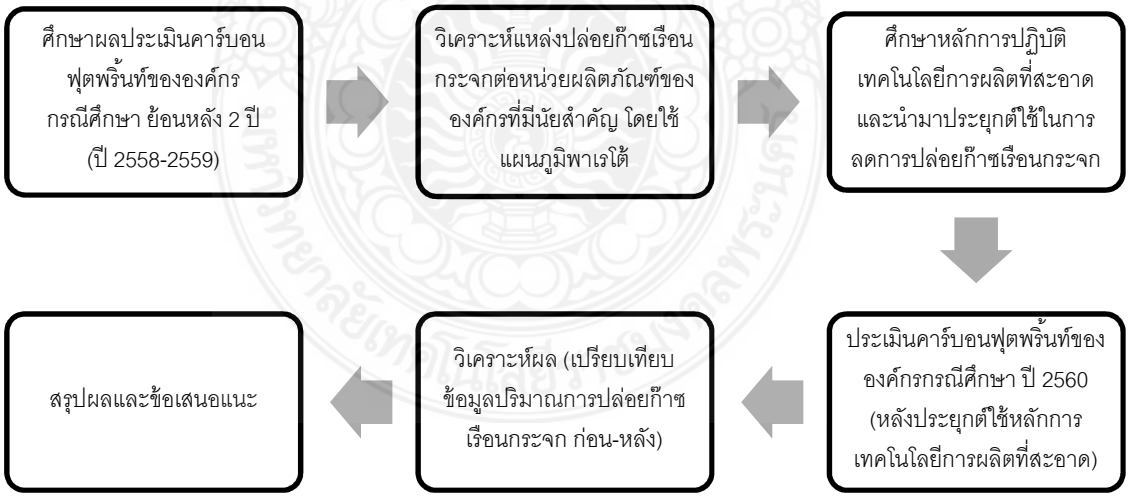
บทที่ 3

การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ

จากการศึกษาอุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 ทำให้ทราบถึงลักษณะของอุตสาหกรรม การค้นหาโอกาสในการพัฒนา และการทบทวนวรรณกรรมเพื่อความถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งในบทที่ 3 จะนำข้อมูลจากการศึกษาอุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม มากำหนดแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ การศึกษาและการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษา ดังนี้

3.1 การกำหนดกรอบแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ

การศึกษานี้ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษา ดังภาพ 3.1

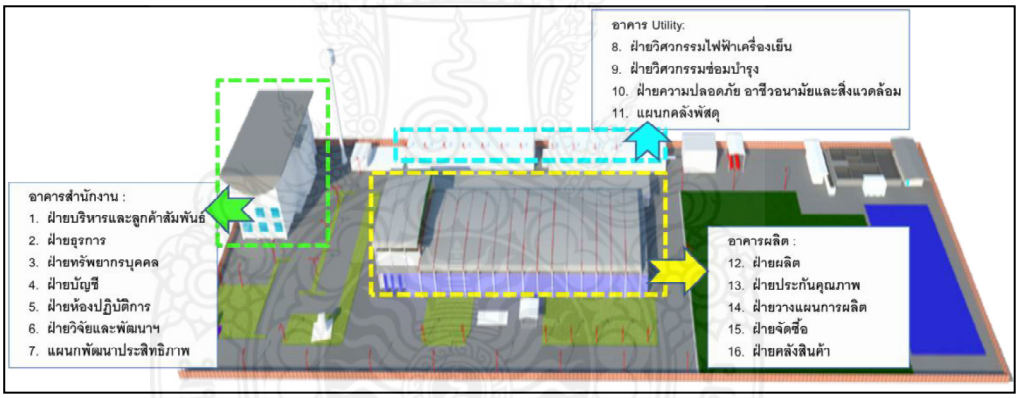


ภาพ 3.1 แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ

3.2 แหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษา

3.2.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะกิจการ ผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน มีอัตรากำลังคนประมาณ 500 คน (ชาย 175 คน หญิง 325 คน) แบ่งเวลาทำงาน 2 กะ จำนวน 8 ชั่วโมงทำงานต่อวัน 6 วันทำงานต่อสัปดาห์ 312 วันทำงานต่อปี ประเภทของกิจกรรมการผลิตส่วนใหญ่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน เป็นพลังงานหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

องค์กรกรณีศึกษามีการแบ่งโครงสร้างองค์กรเป็น 16 หน่วยงาน ประกอบด้วย ฝ่ายบริหาร และลูกค้าสัมพันธ์ ธุรการ ทรัพยากรบุคคล บัญชี ห้องปฏิบัติการ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ พัฒนาประสิทธิภาพ ประกันคุณภาพ ผลิต จัดซื้อพัสดุครุภัณฑ์ วางแผน คลังสินค้า คลังพัสดุ วิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องเย็น วิศวกรรมซ่อมบำรุง ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 โครงสร้างองค์กร (แยกตามหน่วยงาน) ขององค์กรกรณีศึกษา

3.3 เครื่องมือที่ใช้

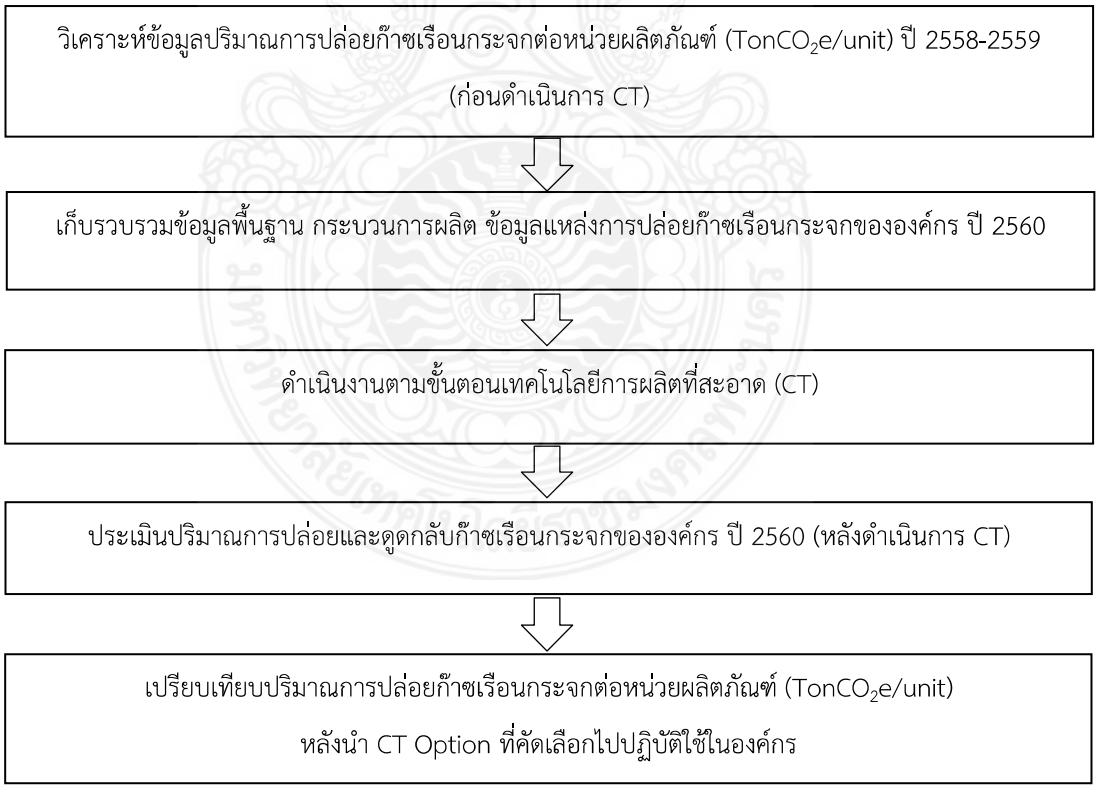
การศึกษานี้ใช้เครื่องมือในการประเมินปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยอ้างอิง ดังนี้

3.3.1 คู่มือหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทาน (Cleaner Technology Codes of Practice: Ready Meals Industry) กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม

3.3.2 คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3, ตุลาคม 2559) ซึ่งอ้างอิงจาก มาตรฐาน ISO14064-1 (2006) GHG Protocol (2001, 2004) และตัวอย่างบางส่วนจาก ISO/PDTR 14069 (2013) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), อบก. มีการทวนสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้าน Climate Change Specialist/ GHG Verifier และรับรองผลโดย อบก. ซึ่งพิจารณาขอบเขตขององค์กร (Organization Boundary) ในลักษณะการควบคุมดำเนินการ (Operational Control) มีรูปแบบการทวนสอบในระดับการรับรองแบบจำกัด (Limited Level of Assurance) ตามเอกสารใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน กำหนดค่าของความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้ที่ 5 เปอร์เซ็นต์

3.4 วิธีการวิจัย (Research Methodology)

การศึกษานี้ได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลขององค์กรกรณีศึกษาโดยมีขั้นตอนทั้งหมดดังภาพ 3.3 และมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ตามข้อ 3.4.1-3.4.5



ภาพ 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2559 (ข้อมูลที่ใช้คำนวณ ช่วงมกราคม-ธันวาคม ปี 2559) เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558 (ปีฐาน) โดยจัดทำแผนภูมิพาเรโต้วิเคราะห์แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญเพื่อประเมินขอบเขตแหล่งการปล่อยก๊าซกระจกที่นำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี 2560

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน กระบวนการผลิต และข้อมูลแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ปี 2560 เช่น วัตถุดิบ ทรัพยากร และเชื้อเพลิง ขององค์กรกรณีศึกษา จำนวน 12 เดือน ในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม ปี 2560 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการตามหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และการประเมินปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร ปี 2560

3.4.3 ดำเนินงานตามขั้นตอนเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน แสดงดังภาพ 3.4 และมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.3.1 การวางแผนและการจัดตั้งทีมงาน (CT Planning & Organization) เพื่อแสดงความมุ่งมั่นของผู้บริหารขององค์กรในการกำหนดเป้าหมาย และให้การสนับสนุนในการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ดังนี้

ก) กำหนดนโยบายอย่างชัดเจน และเป็นลายลักษณ์อักษร โดยสื่อสารให้ทุกฝ่ายรับทราบและมีการชี้แจงนโยบายเป็นระยะเพื่อการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

ข) แต่งตั้งคณะทำงานที่มีตัวแทนมาจากหลายฝ่ายที่สัมพันธ์กัน เช่น บริหาร ผลิต วิศวกรรม ประกันคุณภาพ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม จัดซื้อพัสดุครุภัณฑ์ โดยร่วมประชุมและเสนอแนวทางข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการค้นหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตและหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เกิดการสูญเสียเป็นศูนย์ หรือการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงเพิ่มคุณภาพและกำลังการผลิต

3.4.3.2 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre Assessment) เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตและประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้เครื่องมือที่สำคัญ เช่น ผังกระบวนการผลิตในการอธิบายกระบวนการผลิตและใช้ในการทำสมดุลมวล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ก) การสร้างแผนผังกระบวนการผลิต โดยจะให้ความสนใจกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่ไม่อยู่ในแผนผังกระบวนการผลิตทั่วไป เช่น การเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ การขนส่ง การซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งสามารถบันทึกรายละเอียดของแต่ละกระบวนการได้

ข) การเดินสำรวจเบื้องต้น ตั้งแต่การรับวัตถุดิบจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ โดยให้ความสนใจในส่วนของการใช้ทรัพยากร ของเสียที่เกิดขึ้นและผลิตภัณฑ์ที่ได้ ควรพูดคุยกับพนักงานประจำหน่วยการผลิตเพื่อสอบถามให้ได้ข้อมูลการทำงานจริง ลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนำมาสู่โอกาสในการใช้ทรัพยากรให้น้อยลง หรือการลดของเสีย ควรจดบันทึกปัญหาต่าง ๆ และแนวทางแก้ไขที่พบระหว่างการเดินสำรวจด้วย

ค) คัดเลือกประเด็นที่น่าสนใจ สำหรับการตรวจประเมินละเอียด มีเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก คิดเป็นจำนวนเงินที่สูญเสียสูง ใช้หรือทำให้เกิดสารเคมีหรือวัตถุอันตราย มีประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้อย่างชัดเจน

3.4.3.3 การตรวจประเมินโดยละเอียด (Detail Assessment) มีขั้นตอนดังนี้

ก) การเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ทำการเก็บบันทึกควรเป็นปริมาณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะช่วยในการวิเคราะห์จุดที่มีการสูญเสีย

ข) การทำสมดุลมวล เพื่อให้ทราบปริมาณวัตถุดิบ น้ำใช้ พลังงานทั้งหมดที่เข้าและออกจากระบบ ตามทฤษฎีมวลเข้า (Input) เท่ากับมวลออก (Output) แต่ในทางปฏิบัติยากที่จะได้ข้อมูลทั้งหมดโดยเฉพาะในส่วนของเสียและผลพลอยได้ มักจะเป็นการประมาณการจากการทำสมดุลมวล จึงขึ้นอยู่กับคณะทำงานว่าสามารถยอมรับระดับความคลาดเคลื่อนได้เท่าใด

ค) การจัดทำทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ได้จากการตรวจประเมินโดยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ใช้สมดุลมวลประกอบการพิจารณา และวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) ใช้เป็นแหล่งข้อมูลเริ่มต้นได้เป็นอย่างดี ทางเลือกของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด แบ่งเป็นประเภทหลัก ๆ ได้แก่ การปรับปรุงเทคโนโลยี การจัดการที่ดีและวิธีการทำงานที่ถูกต้อง (การบริหารกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงานที่มีศักยภาพ) การนำกลับมาใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่

ง) การจดบันทึกและเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก เมื่อคัดเลือกแนวทางที่จะดำเนินการได้แล้ว ต้องมีการเรียงลำดับความสำคัญ และความยากง่ายในการปฏิบัติของแต่ละทางเลือก (นำไปปฏิบัติได้ทันที หรือต้องศึกษาเพิ่มเติม)

3.4.3.4 การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) เมื่อเลือกแนวทางที่จะดำเนินการได้แล้ว ต้องประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเลือกเฉพาะแนวทางที่มีความเหมาะสมที่สุดมาใช้ ดังนี้

ก) การประเมินเบื้องต้น โดยการประเมินร่วมกันระหว่างคณะทำงานและผู้บริหาร เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นของแต่ละแนวทาง ซึ่งผลของการประเมินเบื้องต้นจะบอกได้ว่าแนวทางใดมีความเป็นไปได้และแนวทางใดต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

ข) การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค โดยการศึกษาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตและความปลอดภัย ที่จะเกิดจากการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีหรือวิธีการทำงาน นอกจากนี้ ต้องพิจารณาด้วยว่าจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติม หรือการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นหรือไม่

ค) การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบต้นทุนในการเปลี่ยนแปลงกับมูลค่าที่จะประหยัดได้ ซึ่งต้นทุนแบ่งออกเป็นเงินลงทุนและค่าดำเนินการนำมาหักลบกับค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ มักจะใช้การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period) เป็นหลัก

ง) การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยการอ้างอิงกับกฎหมายและข้อกำหนดต่าง ๆ ในบางกรณีการประเมินประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้จากทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจะค่อนข้างชัดเจน แต่ในบางกรณีที่เกิดขึ้นอาจทำได้ยาก

3.4.3.5 การปฏิบัติและติดตามผล (Implementation & Evaluation) เมื่อเลือกแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่มีความเหมาะสมแล้ว ต้องนำไปปฏิบัติและติดตามผลให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

ก) การจัดเตรียมแผนปฏิบัติงาน ประกอบด้วย กิจกรรมที่ทำ ทรัพยากรที่ใช้ (บุคลากรและงบประมาณ) กรอบเวลาในการทำงาน

ข) การนำแนวทางในการดำเนินการด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ได้รับการคัดเลือกไปปฏิบัติใช้ อาจมีการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมกรณีมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่

ค) การตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินงาน โดยใช้ดัชนีชี้วัดประสิทธิผล เช่น ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ลดลง ปริมาณของเสียต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ละลง ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี

ง) การปรับปรุงและดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยนำผลที่ได้รับมาปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น มีการประเมินประสิทธิผลการดำเนินงาน และการรายงานผลให้ผู้บริหารและพนักงานรับทราบผ่านการประชุมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ภาพ 3.4 ขั้นตอนเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2560)

3.4.4 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นำข้อมูลที่ได้แบ่งขอบเขตแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร แสดงดังสมการ 3.1

$$\text{GHG Emissions} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor} \quad (3.1)$$

เมื่อ GHG Emissions คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก

Activity Data คือ ข้อมูลกิจกรรม

Emission Factor คือ ค่าปัจจัยการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

3.4.5 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หลังการนำ CT Option ที่คัดเลือกไปปฏิบัติใช้ในองค์กรกรณีศึกษา โดยการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี 2560 (หลังนำ CT Option ที่ถูกเลือกไปปฏิบัติ) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2559 และปี 2558 (ปีฐาน) เพื่อประเมินประสิทธิผลการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายขององค์กร

จากการกำหนดกรอบแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ แหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิจัย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา ซึ่งรายละเอียดการดำเนินงานจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 4

การประเมินผลประสิทธิภาพของกระบวนการ

จากการกำหนดแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการในบทที่ 3 ทำให้ทราบกรอบการดำเนินงาน แหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิจัย ซึ่งในบทที่ 4 จะนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินผลประสิทธิภาพของกระบวนการการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ดังนี้

4.1 ศึกษาผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรย้อนหลัง 2 ปี

ดำเนินการศึกษาผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2559 โดยกำหนดให้ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของปี 2558 เป็นปีฐาน มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การจำแนกกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร องค์กรกรณีศึกษา มีการจำแนกกิจกรรมขององค์กรโดยแยกตามขอบเขตแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละ Facility (อาคารสำนักงาน อาคารผลิต อาคาร Utility) จำนวน 16 หน่วยงาน ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 จำแนกกิจกรรมทั้งหมดขององค์กรในแต่ละ Facility (แยกตามขอบเขต)

Facility	กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility		
	ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
อาคารสำนักงาน:			
1. ฝ่ายบริหารและลูกค้าสัมพันธ์	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา

ตาราง 4.1 (ต่อ)

Facility	กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility		
	ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
2. ฝ่ายธุรการ	รถยนต์ส่วนกลาง ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R410 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน ก๊าซ LPG จากห้องซักและCSR สารทำความเย็น R134	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา เศษอาหารจาก สก. 3
3. ฝ่ายทรัพยากรบุคคล	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R410 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน สารทำความเย็น R134	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
4. ฝ่ายบัญชี	รถยนต์ส่วนกลาง ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R410 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
5. ฝ่ายห้องปฏิบัติการ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R410 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน สารทำความเย็นจากตู้แช่เชื้อจุลินทรีย์ สารทำความเย็น R404a แอลกอฮอล์ (จากตะเกียงแอลกอฮอล์)	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
6. ฝ่ายพัฒนาประสิทธิภาพ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา

ตาราง 4.1 (ต่อ)

Facility	กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility		
	ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
7. ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฯ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R410 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน ก๊าซ LPG สารทำความเย็น R134 สารทำความเย็น R404a	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
อาคารผลิต:			
8. ฝ่ายผลิต	ก๊าซ LPG สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) Waste Water Treatment (การปล่อย CH_4) สารทำความเย็น R134	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา เศษอาหารจาก สก. 3
9. ฝ่ายประกันคุณภาพ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
10. ฝ่ายวางแผน	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
11. ฝ่ายจัดซื้อ ฯ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
12. ฝ่ายคลังสินค้า	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา

ตาราง 4.1 (ต่อ)

Facility	กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility		
	ขอบเขต 1	ขอบเขต 2	ขอบเขต 3
อาคาร Utility:			
13. ฝ่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ฯ	Fire Pump (ดีเซล) น้ำมันเตา (Bunker A) ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
14. ฝ่ายวิศวกรรมซ่อมบำรุง	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน - สารทำความเย็น R134	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
15. ฝ่ายความปลอดภัย ฯ	ก๊าซ LPG สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) Waste Water Treatment (การปล่อย CH_4) สารทำความเย็น R134	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา
16. ฝ่ายคลังพัสดุ	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance) สารทำความเย็น R22 การปล่อย CH_4 จากพนักงาน	ไฟฟ้า (กัลฟ์)	การใช้น้ำประปา

หมายเหตุ: กิจกรรมขององค์กรในขอบเขต 3 ไม่รวมไว้ในการติดตามผลการวิจัยในครั้งนี้

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

4.1.2 การจำแนกแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร มีการจำแนกข้อมูลวัตถุดิบ ทรัพยากร และเชื้อเพลิง ที่เป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกำหนดหน่วยที่ใช้ประเมินผล ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 การจำแนกข้อมูลแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและหน่วยที่ใช้ประเมินผล

ขอบเขต	แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย
1. แหล่งการปล่อย GHG ทางตรง	LPG (Station)	kg
	Boiler Hot oil (น้ำมันเตา Bunker A)	Liter
	Fire pump (ดีเซล)	Liter
	รถยนต์ 1 คัน ฟลีทการ์ด (ดีเซล)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (เบนซิน)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (ดีเซล)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (LPG)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (NGV)	kg
	การปล่อยก๊าซจากบ่อบำบัดน้ำเสีย (CH_4)	kg
	สารทำความเย็น Air (R410)	kg
	สารทำความเย็น (ตู้แช่,ตู้น้ำดื่ม) (R134A)	kg
	สารทำความเย็น (ตู้แช่,ตู้น้ำดื่ม) (R404A)	kg
	การปล่อย CH_4 จากห้องน้ำพนักงาน	kg
	สารดับเพลิง CO_2	kg
2. แหล่งการปล่อย GHG ทางอ้อม (ที่เกิดจากการซื้อพลังงานภายนอกองค์กร)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กัลฟ์)	kWh
3. แหล่งการปล่อย GHG ทางอ้อมอื่น ๆ (ข้อมูลการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง)	การใช้น้ำประปาภูมิภาค	Liter
	เศษอาหารข้อมูลจาก สก.3	Kg

หมายเหตุ: กิจกรรมขององค์กรในขอบเขต 3 ไม่รวมไว้ในการติดตามผลการวิจัยในครั้งนี้

4.1.3 การติดตามผลจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.1.3.1 การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขต 1 ซึ่งระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลกิจกรรมที่ประกอบด้วย ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด จุดตรวจวัด ที่มาของข้อมูลกิจกรรม หลักฐานหรือเอกสารอ้างอิง และที่มาของค่า EF ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขต 1

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม						ค่า EF
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมตรวจวัด	จุดที่ตรวจวัด (ฝ่าย)	ที่มาของข้อมูลกิจกรรม			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
			เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด	เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน	เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า		
1. ซักรีดทำอาหาร จุดติด Boiler	LPG	บัญชี	N/ A	√	N/A	แบบบันทึกปริมาณการเบิกจาก SAP	คู่มือแนวทางการประเมิน CFO (อบก.) (Stationary Combustion (Gas/Diesel)
2. Boiler	น้ำมันเตา (Bunker A)	บัญชี	N/A	√	N/A	แบบบันทึกปริมาณการเบิกจาก SAP	คำนวณค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันเตา (Bunker A)
3. Fire Pump	ดีเซล	บัญชี	N/A	√	N/A	แบบบันทึกปริมาณการเบิกจาก SAP	Stationary Combustion (Gas/Diesel) IPCC Vol.2 table 2.2 DEDE

ตาราง 4.3 (ต่อ)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม						ค่า EF
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมตรวจวัด	จุดที่ตรวจวัด (ฝ่าย)	ที่มาของข้อมูลกิจกรรม			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
			เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด	เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน	เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า		
4. รถยนต์1 คัน ข้อมูลจาก ฟลีท การ์ด	ดีเซล	ธุรการ	N/A	√	N/A	แบบรายงานการใช้ยานยนต์และเบิกค่าเชื้อเพลิง	Mobile Combustion (On road) Gas/ Diesel Oil (ดีเซล) IPCC Vol.2 table 3.2.1 3.2.2 DEDE
5. ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance)	เบนซิน	ทรัพยากรบุคคล	N/A	N/A	√	แบบขออนุมัติเบิกค่าพาหนะเพื่อปฏิบัติงาน	Mobile Combustion (On road) Motor Gasoline - uncontrolled เบนซิน (L) ,IPCC Vol.2 table 3.2.1 3.2.2 DEDE
6. ปล่อยก๊าซจากระบบบำบัดน้ำเสีย	CH_4	ความปลอดภัยฯ	N/A	N/A	√	ผลการตรวจคุณภาพน้ำทิ้ง	คู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (อบก.)
7. สารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ	R410	วิศวกรรม	N/A	N/A	√	แบบบันทึกบิลการสั่งซื้อจาก Supplier	ไม่ต้องใช้ค่า EF

ตาราง 4.3 (ต่อ)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม						ค่า EF	
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมตรวจวัด	จุดที่ตรวจวัด (ฝ่าย)	ที่มาของข้อมูลกิจกรรม			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
			เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด	เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน	เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า		
8. สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น ตู้กดน้ำดื่ม)	R134A	วิศวกรรม	N/A	N/A	√	แบบบันทึกบิลการสั่งซื้อจาก Supplier	ไม่ต้องใช้ค่า EF
9. สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น ตู้กดน้ำดื่ม)	R404A	วิศวกรรม	N/A	N/A	√	แบบบันทึกบิลการสั่งซื้อจาก Supplier	ไม่ต้องใช้ค่า EF
10. ปล่อยก๊าซห้องน้ำพนักงาน	CH_4	ทรัพยากรบุคคล	N/A	N/A	√	ข้อมูลจากระบบ People soft	คำนวณตามจำนวนพนักงาน
11. ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Allowance)	ดีเซล	ทรัพยากรบุคคล	N/A	N/A	√	แบบขออนุมัติเบิกค่าพาหนะเพื่อปฏิบัติงาน	Mobile Combustion (On road) Motor gas/diesel ดีเซล (L) IPCC Vol.2 table 3.2.1 3.2.2 DEDE

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

4.1.3.2 การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 2 ซึ่งระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลกิจกรรมที่ประกอบด้วย ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด จุดตรวจวัด ที่มาของข้อมูลกิจกรรม หลักฐานหรือเอกสารอ้างอิงและที่มาของค่า EF ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 2

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม						ค่า EF
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมตรวจวัด	จุดที่ตรวจวัด (ฝ่าย)	ที่มาของข้อมูลกิจกรรม			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
			เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด	เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน	เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า		
1. ไฟฟ้า (กัลฟ์)	ไฟฟ้า	ธุรการ	N/A	√	N/A	บิลค่าไฟฟ้าจาก กัลฟ์	คำนวณการปล่อย GHG ของการผลิตไฟฟ้ากัลฟ์ต่อ 1 kWh

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

4.1.4 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2559 (ก่อนดำเนินงานตามแนวทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด)

4.1.4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จากการดำเนินงานขอบเขต 1 พบว่า น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดเท่ากับ 2,829.95 TonCO_2e คิดเป็น 96.5% อันดับ 2 คือ การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 37.48 TonCO_2e คิดเป็น 1.3% อันดับ 3 คือ สารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ (R410) เท่ากับ 29.73 TonCO_2e คิดเป็น 1% รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากทุกแหล่งทั้งหมด เท่ากับ 2,933.23 TonCO_2e ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ปี 2559 จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 1

	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)							รวม ($TonCO_2e$)	%
		CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	NF_3	HFCs	PFCs		
1.	LPG (Station)	16.41	0.01	0.00	-	-	-	-	16.43	0.6
2.	น้ำมันเตา (Bunker A)	2820.70	2.73	6.516	-	-	-	-	2,829.95	96.5
3.	Fire pump (ดีเซล)	0.54	0.00	0.00	-	-	-	-	0.54	0
4.	รถยนต์ 1 คัน ข้อมูลจากฟลีทการ์ด (ดีเซล)	11.11	0.01	0.17	-	-	-	-	11.30	0.3
5.	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (เบนซิน)	7.06	0.08	0.10	-	-	-	-	7.24	0.2
6.	ปล่อยก๊าซ CH_4 จากระบบบำบัดน้ำเสีย	บ่อบำบัดน้ำเสียเท่ากับศูนย์เนื่องจากเป็นระบบ AS เปิด 24 ชั่วโมง ดังนั้น Activity Data ตามคู่มือ CFO มีค่าเป็นศูนย์							0.00	0
7.	สารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ R410	-	-	-	-	-	29.73	-	29.73	1
8.	สารทำความเย็น (ตู้แช่ ตู้กดน้ำเย็น) R134A	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0
9.	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R404A	-	-	-	-	-	0.08	-	0.08	0
10.	การปล่อยก๊าซ CH_4 จากห้องน้ำพนักงาน	-	37.48	-	-	-	-	-	37.48	1.3
11.	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (ดีเซล)	0.46	0.00	0.01	-	-	-	-	0.47	0
	รวมทั้งหมด	2,856.28	40.31	6.79	-	-	29.82	-	2,933.23	100

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

4.1.4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จากการดำเนินงาน ขอบเขตที่ 2 พบว่า การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,412.08 TonCO_2e คิดเป็น 100% ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ปี 2559 จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 2

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (TonCO_2e)	%
1. ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์	3,412.08	100
รวมทั้งหมด	3,412.08	100

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

สำหรับรายละเอียดการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเอกสารการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559 แสดงไว้ในบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (ภาคผนวก ก)

4.1.5 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2558 (ปีฐาน)

องค์กรกรณีศึกษา ใช้ข้อมูลรายงานปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ปี 2558 เป็นปีฐานในการอ้างอิง (1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2558)

4.1.5.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามขอบเขตการดำเนินงานในปี 2558 (ปีฐาน) พบว่า ขอบเขต 1 น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดเท่ากับ 2,477.0 TonCO_2e อันดับ 2 คือ การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน (CH_4) เท่ากับ 38.35 TonCO_2e อันดับ 3 คือ สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 14.87 TonCO_2e รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากทุกแหล่งทั้งหมดเท่ากับ 2,560.78 TonCO_2e และขอบเขต 2 มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์เท่ากับ 3,503.83 TonCO_2e ดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามขอบเขตการดำเนินงานในปีฐาน (ปี 2558)

ขอบเขตการดำเนินงาน	รายการแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปีฐาน ($TonCO_2e$)	หมายเหตุ
ขอบเขต 1	1. LPG (Station)	12.90	
	2. น้ำมันเตา (Bunker A)	2477.00	
	3. Fire Pump (ดีเซล)	1.18	
	4. รถยนต์ 1คัน ข้อมูลจากฟลีทการ์ด	10.64	
	5. ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (Car Allowance) (เบนซิน)	5.30	
	6. ปริมาณก๊าซของรถพนักงาน (Car Allowance) (LPG)	0.05	ปี 2559 ไม่มีการใช้
	7. การปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (CH_4)	-	
	8. สารทำความเย็น (เครื่องปรับอากาศ) R410	14.87	
	9. สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น,ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R134A	0.01	
	10. สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น,ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R404A	0.08	
	11. การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน (CH_4)	38.35	
	12. สารดับเพลิง	0.41	ปี 2559 ไม่มีการใช้และสั่งซื้อ
	รวม	2,560.78	
ขอบเขต 2	1.ไฟฟ้ากัลฟ์	3,503.83	
	รวม	3,503.83	

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

สำหรับรายละเอียดการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และการคำนวณค่า EF ไฟฟ้าจากกัลฟ์ ปี 2558 (ปีฐาน) แสดงไว้ในบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (ภาคผนวก ข)

4.1.6 การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2559

นำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร มาคำนวณให้เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ และได้นำมาเปรียบเทียบระหว่างปี 2559 กับปี 2558 (ปีฐาน) พบว่าในปี 2559 ขอบเขต 1 น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 0.773 TonCO_2e/unit อันดับ 2 การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 0.010 TonCO_2e/unit อันดับ 3 สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 0.008 TonCO_2e/unit ขอบเขต 2 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ เท่ากับ 0.932 TonCO_2e/unit และในปี 2558 ขอบเขต 1 น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 0.649 TonCO_2e/unit อันดับ 2 การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 0.010 TonCO_2e/unit อันดับ 3 สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 0.004 TonCO_2e/unit รวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากทุกแหล่งทั้งหมดเท่ากับ 0.67 TonCO_2e/unit และขอบเขต 2 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ เท่ากับ 0.92 TonCO_2e/unit ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2559 เทียบปี 2558 (ปีฐาน)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปี 2558 (ปีฐาน)		ปี 2559	
	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (TonCO_2e)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (TonCO_2e/unit)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (TonCO_2e)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (TonCO_2e/unit)
ขอบเขต 1:				
1. LPG (Station)	12.90	0.003	16.43	0.004
2. น้ำมันเตา (Bunker A)	2,477.00	0.649	2,829.95	0.773
3. Fire Pump (ดีเซล)	1.18	0.000	0.54	0.000

ตาราง 4.8 (ต่อ)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปี 2558 (ปีฐาน)		ปี 2559	
	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e/unit$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e/unit$)
4. รถยนต์ 1 คัน (ดีเซล)	10.64	0.003	11.3	0.003
5. Car Allowance (เบนซิน)	5.3	0.001	7.24	0.002
6. Car Allowance (ดีเซล)	ไม่มีการใช้	0.000	0.47	0.000
7. Car Allowance (LPG)	0.05	0.000	ไม่มีการใช้	0.000
8. การปล่อย CH_4 ระบบบำบัดน้ำเสีย	0.00	0.000	0.00	0.000
9. สารทำความเย็น (R410)	14.87	0.004	29.73	0.008
10.สารทำความเย็น (R134A)	0.01	0.000	0.01	0.000
11.สารทำความเย็น (R404A)	0.08	0.000	0.08	0.000
12.การปล่อย CH_4 ห้องน้ำพนักงาน	38.35	0.010	37.48	0.10
13.สารดับเพลิง CO_2	0.41	0.000	ไม่มีการใช้	0.000
รวมทั้งหมด	2,560.78	0.67	2,933.23	0.80

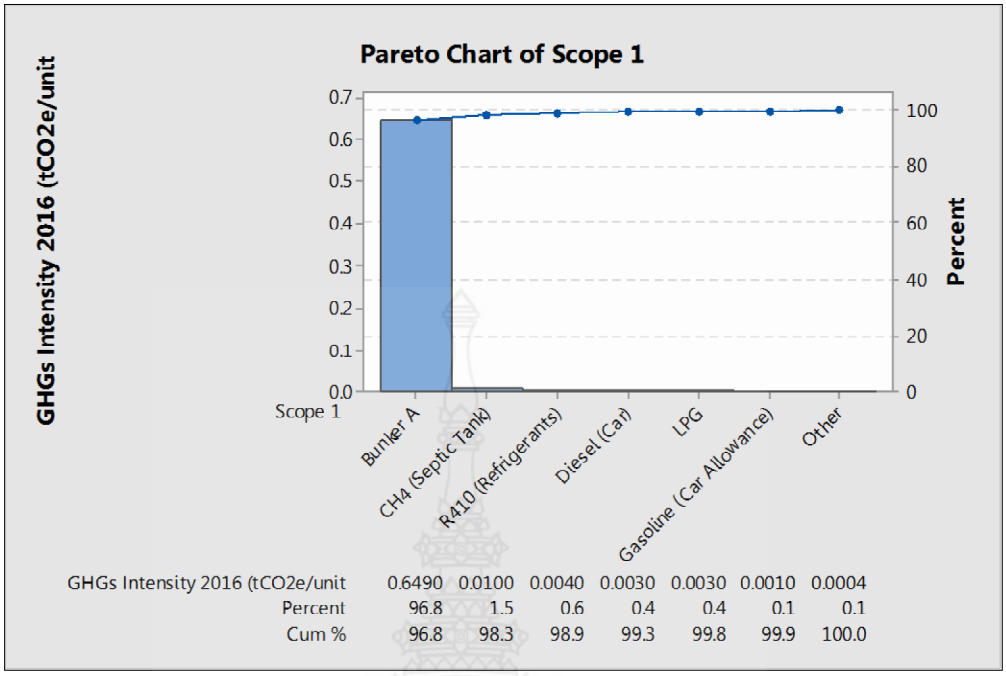
ตาราง 4.8 (ต่อ)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปี 2558 (ปีฐาน)		ปี 2559	
	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit)
ขอบเขต 2:				
1. ไฟฟ้าที่ซื้อ (กัลฟ์)	3,503.83	0.92	3,412.08	0.93
รวมทั้งหมด	3,503.83	0.92	3,412.08	0.93

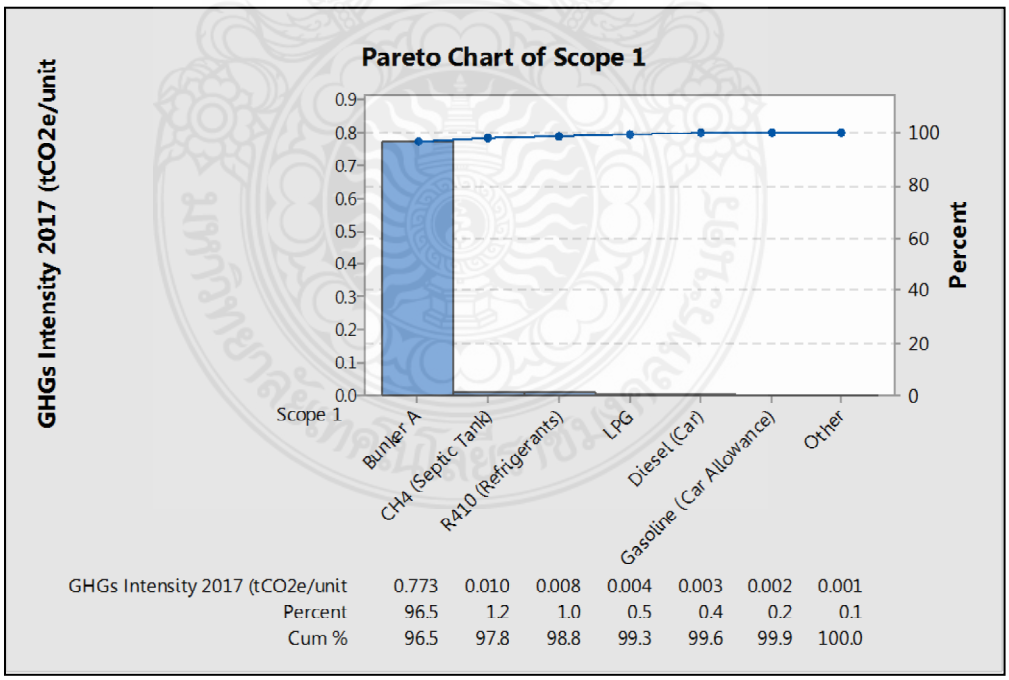
หมายเหตุ: ปริมาณผลิตภัณฑ์ (FG) ปี 2558 เท่ากับ 3,818 Ton และปี 2559 เท่ากับ 3,661 Ton

ที่มา: จุฑามาศ (2560)

จากตาราง 4.8 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นในปี 2559 เกิดจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญขอบเขตที่ 1 คือ การใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา (Bunker A) คิดเป็น 96% จากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 คือ การซื้อพลังงานไฟฟ้ามาใช้จากกัลฟ์ คิดเป็น 100% และเมื่อนำข้อมูลขอบเขตที่ 1 มาจัดทำแผนภูมิพาเรโต้วิเคราะห์สาเหตุของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่มีนัยสำคัญ เพื่อใช้กำหนดแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2559 สรุปได้ว่าแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เป็นสาเหตุหลักทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรเพิ่มสูงขึ้นคือ การใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตา (Bunker A) จึงพิจารณานำแนวทางของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการกำหนดมาตรการควบคุมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว ดังภาพ 4.1-4.2



ภาพ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากแต่ละแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขตที่ 1) ปี 2558 (ปีฐาน)



ภาพ 4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากแต่ละแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขตที่ 1) ปี 2559

4.2 การดำเนินงานตามหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

4.2.1 การวางแผนและการจัดตั้งทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ผู้บริหารขององค์กรกรณีศึกษา ได้แสดงความมุ่งมั่นในการสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กร ให้บรรลุตามเป้าหมาย โดยจัดตั้งคณะทำงานจำนวน 11 คน จากหลายหน่วยงานที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะทางที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ฝ่ายผลิต วิศวกรรม ประกันคุณภาพ พลังงาน ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม และจัดให้มีการฝึกอบรมโดยทีมที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจากหน่วยงานภายนอก เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้อง สามารถปฏิบัติใช้ได้จริง มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายการดำเนินงานที่ชัดเจน ซึ่งรายละเอียดคณะทำงานแสดงดังตาราง 4.9

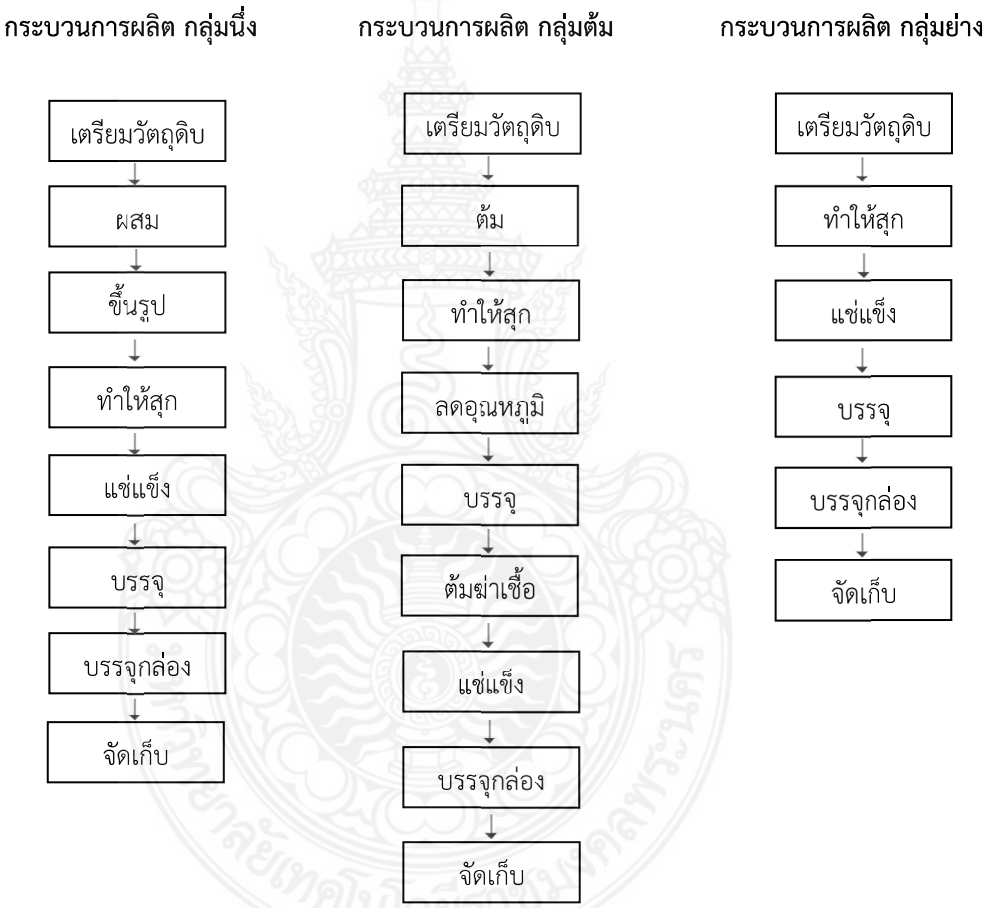
ตาราง 4.9 คณะทำงานดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ลำดับ	ตำแหน่งและหน่วยงาน
1	ผู้จัดการทั่วไปด้านผลิต
2	ผู้จัดการฝ่ายผลิต
3	ผู้จัดการฝ่ายความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
4	ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ
5	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม
6	ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องเย็น
7	วิศวกรอาวุโสด้านพลังงาน
8	ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมซ่อมบำรุง
9	ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมซ่อมบำรุง
10	ผู้จัดการแผนกสิ่งแวดล้อม
11	ผู้จัดการแผนกอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

หมายเหตุ: ที่ปรึกษา (ผู้เชี่ยวชาญ) จากสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

4.2.2 การตรวจประเมินเบื้องต้น

4.2.2.1 การจัดทำผังกระบวนการผลิตและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น องค์กรกรณีศึกษาแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็น 3 กลุ่มผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ กลุ่มนึ่ง (Steamed Products) มีกำลังการผลิตเท่ากับ 2,000 ตัน/ปี กลุ่มต้ม (Boiled Products) มีกำลังการผลิตเท่ากับ 1,800 ตัน/ปี และกลุ่มย่าง (Roasted Products) มีกำลังการผลิตเท่ากับ 1,600 ตัน/ปี รวมทั้ง 3 กลุ่มผลิตภัณฑ์เท่ากับ 5,400 ตัน/ปี ซึ่งรายละเอียดกระบวนการผลิตโดยสังเขป ดังภาพ 4.3



ภาพ 4.3 ผังกระบวนการผลิต

4.2.2.1 การเดินสำรวจเบื้องต้น คณะทำงานได้ดำเนินการประเมินเบื้องต้นโดยการเดินสำรวจพื้นที่ภายในองค์กร (อาคารผลิตและอาคาร Utility) เพื่อค้นหาและคัดเลือกประเด็นที่น่าสนใจด้านการใช้ทรัพยากร ของเสียและผลิตภัณฑ์ นำไปสู่โอกาสในการลดการสูญเสียและป้องกันมลพิษจากการดำเนินงาน ดังภาพ 4.4

ภาพ 4.4 การตรวจประเมินเบื้องต้น

4.2.3 การตรวจประเมินละเอียด

4.2.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลการใช้วัตถุดิบและปริมาณการผลิต) องค์กรกรณีศึกษามีการใช้วัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อไก่ แป้ง ผัก และข้าว โดยมีปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมดในปี 2559 เท่ากับ 3,810 ตัน/ปี และมีปริมาณผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3,661 ตัน/ปี จากกระบวนการผลิต เมื่อนำไปคำนวณหาร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะทำให้ได้ %Yield เฉลี่ยประมาณ 96.09% ซึ่งแสดงข้อมูลในตาราง 4.10

ก) การหาค่า %Yield คำนวณได้จากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้ ดังสมการ 4.1

$$\%\text{Yield} = \frac{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (ตัน)} \times 100}{\text{น้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ทั้งหมด}} \qquad (4.1)$$

ตาราง 4.10 ปริมาณวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559

เดือน	ปริมาณวัตถุดิบ (ตัน)	ปริมาณผลิตภัณฑ์ (ตัน)	%Yield
ม.ค.	320	305.77	95.55
ก.พ.	300	282.99	94.33
มี.ค.	300	293.64	97.88
เม.ย.	270	260.90	96.63
พ.ค.	290	285.37	98.40
มิ.ย.	290	277.03	95.53
ก.ค.	350	325.46	92.99
ส.ค.	390	372.92	95.62
ก.ย.	330	321.12	97.31
ต.ค.	290	280.34	96.67
พ.ย.	300	292.31	97.44
ธ.ค.	380	363.38	95.63
รวม	3,810	3,661	-
เฉลี่ย	317.5	305.08	96.16

4.2.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า) องค์กรกรณีศึกษามีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการเดินเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น เครื่องทำความเย็น เครื่องอัดอากาศ สายพานลำเลียงและกระบวนการผลิต รวมทั้งหน่วยสนับสนุนต่าง ๆ โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1,988.49 – 2,553.32 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ปี 2559

เดือน	การใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	ดัชนีการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ม.ค.	664,834	2,174.29
ก.พ.	604,718	2.136.89
มี.ค.	714,796	2,434.26
เม.ย.	663,544	2,543.29
พ.ค.	678,716	2,378.37
มิ.ย.	705,021	2,544.93
ก.ค.	753,177	2,314.19
ส.ค.	741,548	1,988.49
ก.ย.	721,522	2,246.89
ต.ค.	689,700	2,460.23
พ.ย.	746,362	2,553.32
ธ.ค.	724,378	1,993.44
รวม	8,408,316	-
เฉลี่ย	700,693	2,314.05

หมายเหตุ: ปริมาณผลิตภัณฑ์ (FG) ปี 2559 เท่ากับ 3,661 Ton/year

4.2.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลการใช้พลังงานความร้อน) การใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่เป็นพลังงานความร้อนในรูปแบบของไอน้ำ และน้ำร้อนในหลายขั้นตอนการผลิต โดยใช้น้ำมันเตา (Bunker A) เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อน้ำ (Boiler) เช่น ใช้ต้มผลิตภัณฑ์และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มน้ำมันร้อน (Thermal Oil) ดังนั้น เชื้อเพลิง จึงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในกระบวนการผลิต โดยสัดส่วนการใช้น้ำมันเตาเป็นแหล่งพลังงานให้กับหม้อน้ำ คิดเป็น 90% และใช้กับหม้อต้มน้ำมันร้อน คิดเป็น 10% ซึ่งมีค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อนอยู่ระหว่าง 7,576.29 – 10,838.66 เมกกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9,653.04 เมกกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 4.12

ตาราง 4.12 ปริมาณการใช้พลังงานความร้อนเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ปี 2559

เดือน	ปริมาณ น้ำมันเตา (L)	พลังงานความร้อน (MJ) (*39.77)	น้ำมันเตา (L/unit)	พลังงานความร้อน (MJ/Ton)
ม.ค.	58,250	2,316,602.50	190.50	7,576.29
ก.พ.	59,900	2,382,223.00	211.67	8,418.05
มี.ค.	74,050	2,944,968.50	252.18	10,029.18
เม.ย.	68,250	2,714,302.50	261.59	10,403.61
พ.ค.	74,650	2,968,830.50	261.59	10,403.44
มิ.ย.	75,500	3,002,635.00	272.53	10,838.66
ก.ค.	85,750	3,410,277.50	263.47	10,478.33
ส.ค.	84,250	3,350,622.50	225.92	8,984.83
ก.ย.	71,300	2,835,601.00	222.04	8,830.35
ต.ค.	73,600	2,927.072.00	262.54	10,441.15
พ.ย.	75,500	3,002,635.00	258.29	10,272.09
ธ.ค.	83,700	3,328,749.00	230.34	9,160.52
รวม	884,700	-	-	-
เฉลี่ย	73,725	2,932,043.25	242.72	9,653.04

หมายเหตุ: สัดส่วนการใช้น้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อน้ำ คิดเป็น 90% (796,230 ลิตร/ปี) และหม้อต้มน้ำมันร้อน คิดเป็น 10% (88,470 ลิตร/ปี)

4.2.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ (ข้อมูลการใช้น้ำ) น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในกระบวนการผลิต เนื่องจากมีการใช้งานในปริมาณสูง การใช้น้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การใช้น้ำในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการนึ่ง กระบวนการต้ม และการใช้น้ำในกระบวนการล้างทำความสะอาดทุกขั้นตอน (การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร) โดยการใช้น้ำมีค่าดัชนีการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 16.50 – 37.59 ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.41 ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ปริมาณการใช้น้ำเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ปี 2559

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	ดัชนีการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ม.ค.	9,194	30.07
ก.พ.	8,651	30.57
มี.ค.	11,039	37.59
เม.ย.	7,290	27.94
พ.ค.	7,735	27.11
มิ.ย.	8,993	32.46
ก.ค.	7,280	22.37
ส.ค.	7,809	20.94
ก.ย.	6,818	21.23
ต.ค.	7,206	25.70
พ.ย.	7,160	24.49
ธ.ค.	5,994	16.50
รวม	95,169	-
เฉลี่ย	7,931	26.41

หมายเหตุ: ปริมาณผลิตภัณฑ์ (FG) ปี 2559 เท่ากับ 3,661 Ton/year

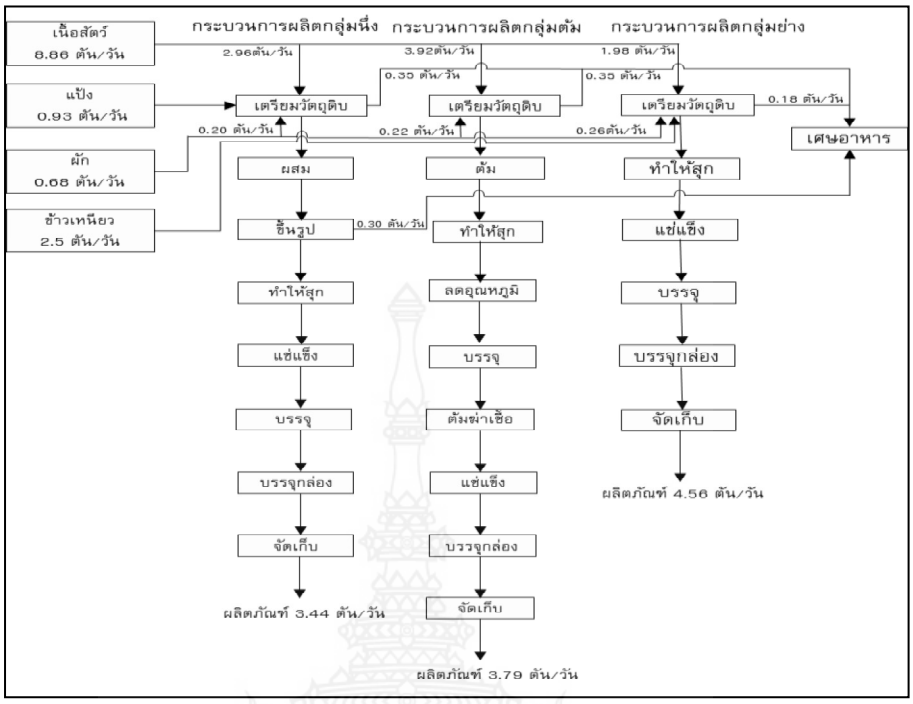
จากข้อมูลในตารางที่ 4.10 – 4.13 ได้นำข้อมูลการใช้วัตถุดิบชนิดต่างๆ ในกระบวนการผลิตมาคำนวณ โดยนำวัตถุดิบหลัก พลังงานไฟฟ้า เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) และน้ำใช้ มาเทียบกับปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในแต่ละเดือน เพื่อเปรียบเทียบหาค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (Key Factor) ในการผลิตขององค์กรกรณีศึกษา ดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 ค่าเฉลี่ยของการผลิตและวัตถุดิบขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559

เดือน	วัตถุดิบ (ตันต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)	น้ำมันเตา (ลิตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)	น้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ม.ค.	1.05	190.50	2,174.29	30.07
ก.พ.	1.06	211.67	2.136.89	30.57
มี.ค.	1.02	252.18	2,434.26	37.59
เม.ย.	1.03	261.59	2,543.29	27.94
พ.ค.	1.02	261.59	2,378.37	27.11
มิ.ย.	1.05	272.53	2,544.93	32.46
ก.ค.	1.08	263.47	2,314.19	22.37
ส.ค.	1.05	225.92	1,988.49	20.94
ก.ย.	1.03	222.04	2,246.89	21.23
ต.ค.	1.03	262.54	2,460.23	25.70
พ.ย.	1.03	258.29	2,553.32	24.49
ธ.ค.	1.05	230.34	1,993.44	16.50
เฉลี่ย	1.04	242.72	2,314.05	26.41
ค่าที่ดีที่สุด	1.02	190.50	1,988.49	16.50

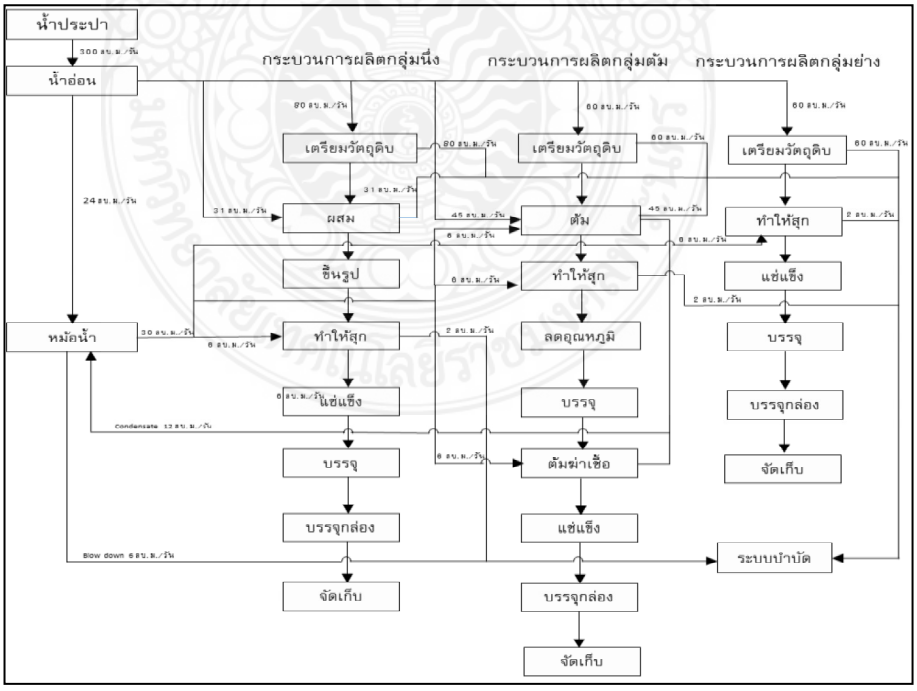
4.2.3.5 การจัดทำผังสมดุลมวล

ก) ผังสมดุลมวลการผลิต โดยการจัดทำ Process Flow (Input-Out) ของกระบวนการผลิตกลุ่มนึ่ง กลุ่มต้ม และกลุ่มย่าง ดังภาพ 4.5



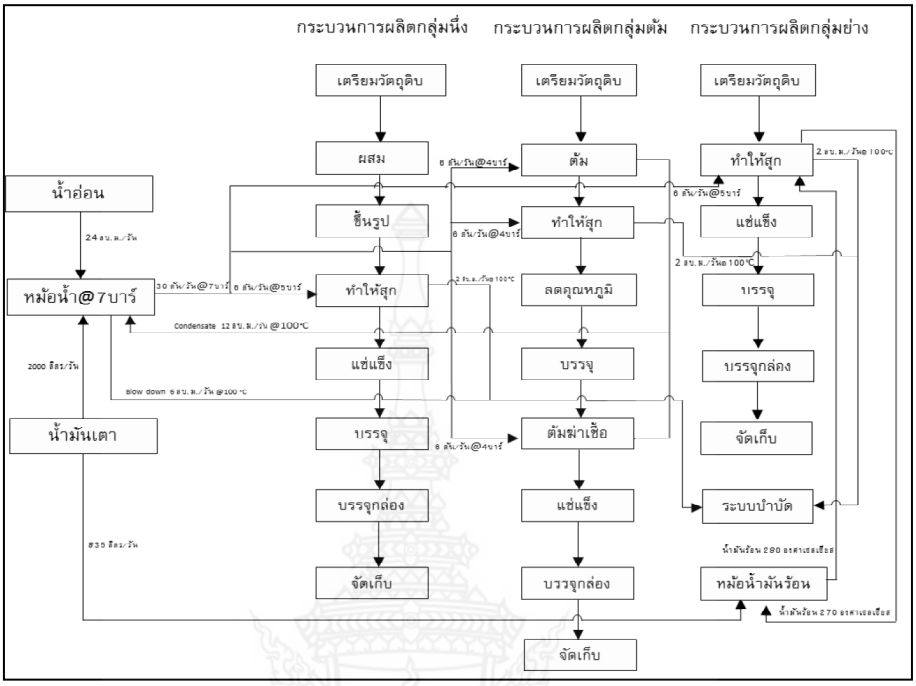
ภาพ 4.5 ผังสมดุลมวลการผลิต

ข) ผังสมดุลมวลการใช้น้ำต่อวัน ดังภาพ 4.6



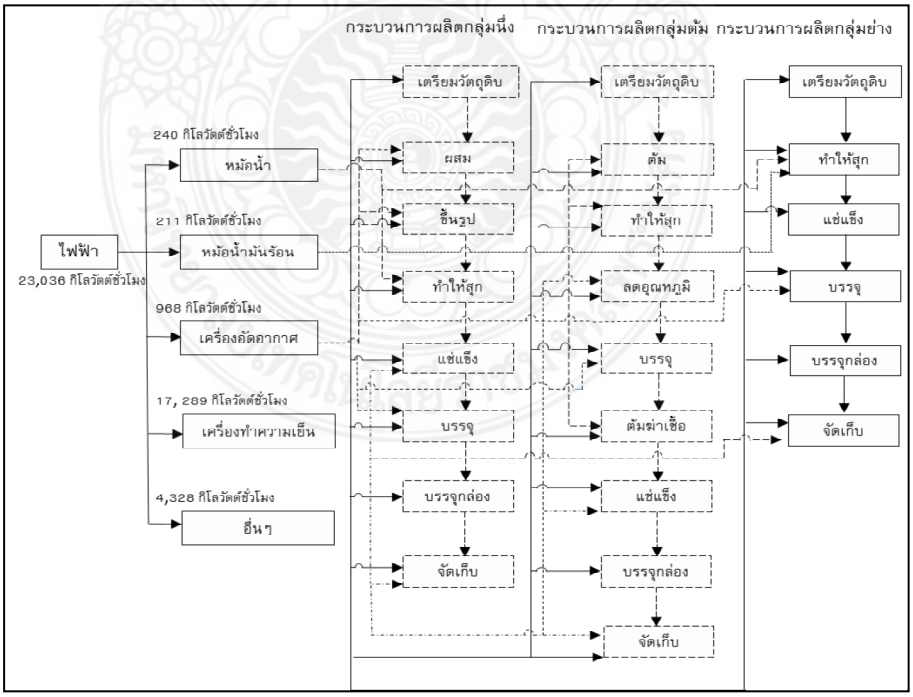
ภาพ 4.6 ผังสมดุลมวลการใช้น้ำต่อวัน

ค) ผังสมดุลมวลการใช้พลังงานต่อวัน ดังภาพ 4.7



ภาพ 4.7 ผังสมดุลมวลการใช้พลังงานต่อวัน

ค) ผังสมดุลมวลการใช้ไฟฟ้าต่อวัน ดังภาพ 4.8



ภาพ 4.8 ผังสมดุลมวลการใช้ไฟฟ้าต่อวัน

4.2.4 การประเมินและศึกษาความเป็นไปได้ จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้ทรัพยากรและข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ เช่น ไฟฟ้า น้ำใช้ เชื้อเพลิง วัตถุดิบ แผนผังกระบวนการผลิต (ตามขั้นตอนที่ 4.2.2 – 4.2.3) เพื่อจัดทำค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต การตรวจวัดอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อประเมินหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ รวมถึงการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม สรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.2.4.1 ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (Key Factor) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่อัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบ การใช้พลังงาน (ด้านความร้อนและไฟฟ้า) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ และการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยค่าปัจจัยทั้งหมดจะมีการประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้

ก) การวิเคราะห์โดยใช้ผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิเคราะห์โดยนำปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในรอบปีมาวิเคราะห์หาผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดลำดับความสำคัญ ดังตาราง 4.15

ตาราง 4.15 การจัดลำดับความสำคัญการประเมินเบื้องต้น

รายการ	ผลกระทบเชิง			ผลรวมคะแนน	ลำดับที่
	เทคนิค (A)	เศรษฐศาสตร์(B)	สิ่งแวดล้อม (C)	(Ax2)+(Bx2)+(Cx1)	
เนื้อหมู	1	2	0	6	4
เนื้อไก่	1	2	0	6	4
น้ำใช้	2	3	2	12	1
ไฟฟ้า	2	3	1	11	2
น้ำมันเตา	1	3	2	10	3
คะแนนถ่วงน้ำหนัก	X 2	X 2	X 1	-	-

จากตาราง 4.15 พบว่าปัจจัยที่จะนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตเรียงตามลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 - ปริมาณการน้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 2 - ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 3 - ปริมาณการใช้น้ำมันเตา (ลิตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 4 - ปริมาณการใช้เนื้อหมู (ตันต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
- ปริมาณการใช้เนื้อไก่ (ตันต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ตามตาราง 4.16 สมการ 2 และตาราง 4.17

ตาราง 4.16 เกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

คะแนนผลกระทบ	1	2	3	หมายเหตุ
เชิงเทคนิค	> 0-30%	31-60%	> 61%	ดำเนินการตามสมการ 2
เชิงเศรษฐศาสตร์	< 1 หมื่น	1 หมื่น-1 แสน	> 1 แสน	
เชิงสิ่งแวดล้อม	0-9	10-18	19-27	ผลรวม Q*E*D (ตาราง 4.17)

$$\text{ความสามารถในการปรับปรุงการผลิต (\%)} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ต่อเดือน-ค่าที่ดีที่สุด}}{\text{ค่าที่ดีที่สุด}} \times 100 \quad (4.2)$$

ตาราง 4.17 เกณฑ์การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านปริมาณ (Q) ด้านผลกระทบ (E) และด้านกระจายตัว (D)

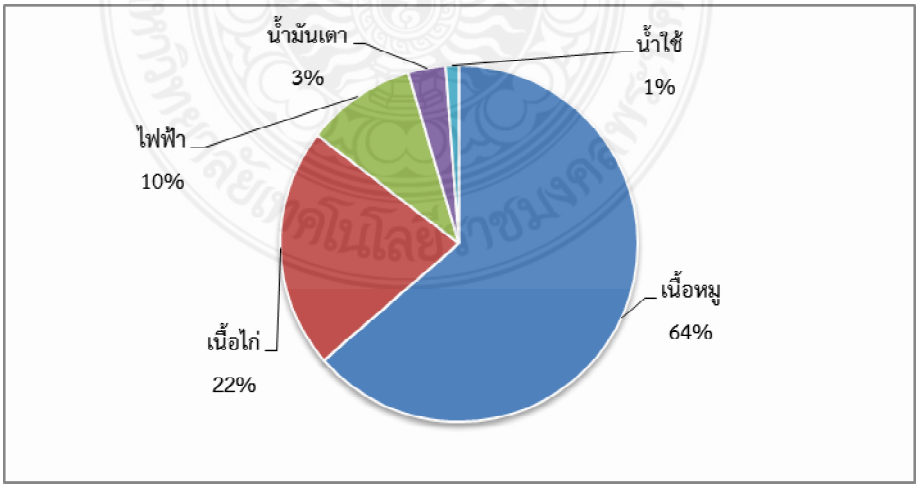
ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ด้านปริมาณ (Quantity, Q):			
ปริมาณการใช้น้ำ	> 300,000 ลบ.ม./ปี	60,000-300,000 ลบ.ม./ปี	< 60,000 ลบ.ม./ปี
CO_2 จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	> 10 ตัน/ปี	1-10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
ด้านผลกระทบ (Effect, E):			
ปริมาณการใช้น้ำ		2 คะแนน	
CO_2 จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	-	NO_x และ SO_2	CO_2

ตาราง 4.17 (ต่อ)

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ด้านการกระจายตัว (Distribution, D); ปริมาณการใช้น้ำ	น้ำบาดาล	น้ำประปาของรัฐ	น้ำประปาภาคของเอกชน
CO_2 จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน		3 คะแนน	

ข) การวิเคราะห์โดยใช้ค่าใช้จ่ายของทรัพยากรการผลิต (โครงสร้างต้นทุน) ดำเนินการวิเคราะห์โดยนำปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในรอบปีมาวิเคราะห์หามูลค่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบเพื่อจัดลำดับความสำคัญ พบว่าปัจจัยที่จะนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิต เรียงตามลำดับความสำคัญ ได้ตามภาพ 4.9 ดังนี้

ลำดับที่ 1 ปริมาณการใช้เนื้อหมู (ตันต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 2 ปริมาณการใช้เนื้อไก่ (ตันต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 4 ปริมาณการใช้น้ำมันเตา (ลิตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)
ลำดับที่ 5 ปริมาณการน้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)



ภาพ 4.9 โครงสร้างต้นทุนโดยประมาณขององค์กรกรณีศึกษา

4.2.4.2 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) จากการตรวจประเมินและวิเคราะห์พบว่า มีประเด็นปัญหาและการสูญเสียด้านการใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) และการใช้น้ำ จึงกำหนดแนวทางวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) ในการปรับปรุงในแต่ละประเด็น ดังแสดงในตาราง 4.18

ตาราง 4.18 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option)

ประเด็น	บริเวณ/จุดที่สูญเสีย	ปัญหาและการสูญเสีย	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	เงินลงทุน/มูลค่าการประหยัด/ระยะเวลาคืนทุน
การใช้น้ำ	หม้อน้ำ	พบมีการโบล์วดาวน์น้ำที่ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงไม่เกิน 1,200 mg/l ซึ่งตามมาตรฐานแล้วค่าดังกล่าวต้องไม่เกินค่ามาตรฐานที่ 3,500 mg/l ถ้าปรับเพิ่มให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแล้วจะทำให้ช่วยประหยัดต้นทุนได้จำนวนมาก	ปรับเกณฑ์ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงจากเดิมตั้งไว้ที่ไม่เกิน 1,200 mg/l ให้สูงขึ้นแต่ไม่เกิน 3,500 mg/l โดยตรวจวัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solid; TDS) ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่ 3,000-3,500 mg/l	1. ลดปริมาณการใช้น้ำจากการที่ลดการเติมน้ำเข้ามาทดแทนน้ำที่ทำการระบายน้ำ 2. ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) เนื่องจากน้ำที่ทำการระบายมีอุณหภูมิสูง 3. ลดภาระในการบำบัดน้ำเสีย 4. ลดการปล่อย CO_2	1. ลงทุน 0 บาท 2. ผลประหยัด 306,056 บาท/ปี 3.ระยะเวลาคืนทุนทันที 4. CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง 89,174 กิโลกรัม/ปี
การใช้พลังงาน (ความร้อน)	หม้อน้ำ No.1, 2	การใช้งานหม้อน้ำ No.1,2 ขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 2 ชุด ปัจจุบันตั้งแรงดันไอน้ำเท่ากัน (6-7 บาร์) ทำให้เดินเครื่องพร้อมกันและหยุดพร้อมกันส่งผลให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	ปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 1 (6-7 บาร์) และปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 2 (5.5-6.5 บาร์)	1. ลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันเตา) 2. ลดการปล่อย CO_2	1. ลงทุน 0 บาท 2. ผลประหยัด 59,233 บาท/ปี 3. ระยะเวลาคืนทุนทันที 4. CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง 17,257 กิโลกรัม/ปี

ตาราง 4.18 (ต่อ)

ประเด็น	บริเวณ/จุดที่สูญเสีย	ปัญหาและการสูญเสีย	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	เงินลงทุน/มูลค่าการประหยัด/ระยะเวลาคืนทุน
การใช้พลังงาน (ไฟฟ้า)	เครื่องอัดอากาศ	การใช้งานเครื่องอัดอากาศ 90 กิโลวัตต์ มีโหลดการใช้งาน Onload เฉลี่ยเพียง 50% ทำให้มีช่วง Unload 50% (ไม่ผลิตอากาศอัดแต่ใช้กำลังไฟฟ้า 40% ของพิกัดเครื่องอัดอากาศ)	ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมปริมาณอากาศอัดตามโหลดการใช้งาน	1. การประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า 2. ลดการปล่อย CO_2	1. งบลงทุน 540,00บาท 2. ผลประหยัด 396,706 บาท/ปี 3. ระยะเวลาคืนทุน 17 เดือน 4. CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง 44,593.26 กิโลกรัม/ปี
การใช้พลังงาน (ไฟฟ้า)	ห้องฟรีสสินค้า (Blast Freeze)	ห้องฟรีสสินค้ามีหน้าที่แช่แข็งสินค้ากลุ่มขาหมู โดยมีอุณหภูมิตั้งแต่ -10 ถึง-40 องศาเซลเซียส โดยการแช่แข็งสินค้านั้นไม่เต็มพื้นที่ (มีพื้นที่คงเหลือ 20-30 % จากพื้นที่ห้องทั้งหมด) ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ของระบบทำความเย็นทำงานเกินความจำเป็น (ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการแช่แข็งสินค้า 50% ของระบบทำความเย็นทั้งหมด) ทำให้สูญเสียการใช้พลังงานไฟฟ้า	ปรับปรุงห้องแช่แข็งสินค้าให้มีขนาดเล็กลงและพื้นที่การแช่แข็งสินค้ามีความเหมาะสมกับสินค้า	1. การประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า 2. ลดการปล่อย CO_2	1. ลงทุน 493,41 บาท 2. ผลประหยัด 743,488.2 บาท/ปี 3. ระยะเวลาคืนทุน 0.7 ปี 4. CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง 83,574.74 กิโลกรัม/ปี

4.2.4.3 การคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญของมาตรการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ดำเนินการคัดเลือกและจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ที่สามารถปฏิบัติได้และเป็นแหล่งกำเนิดหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ดังตาราง 4.19 - 4.20 โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนความเป็นไปได้ในการจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ตามตาราง 4.21

ตาราง 4.19 การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่สามารถปฏิบัติได้

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	ทำได้ทันที	ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้
1. ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ	√		
2. การลดการโบล์วดาวน์ของหม้อน้ำโดยการควบคุมค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน		√	
3. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมปริมาณอากาศอัดตามภาระการใช้งาน		√	
4. การลดขนาดห้องฟรีสสินค้า (Blast Freeze) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้า และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์จากระบบทำความเย็น	√		

ตาราง 4.20 การจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT)

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	คะแนนความเป็นไปได้			คะแนนรวม (Ax2)+(Bx2)+(Cx1)	ลำดับที่
	เทคนิค (A)	เศรษฐศาสตร์ (B)	สิ่งแวดล้อม (C)		
1. ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ (ลดการใช้น้ำมันเตา)	3	3	2	13	1
2. ลดการโบล์วดาวน์ของหม้อน้ำโดยการควบคุมค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน	2	3	2	12	2

ตาราง 4.20 (ต่อ)

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	คะแนนความเป็นไปได้			คะแนนรวม (Ax2)+(Bx2)+(Cx1)	ลำดับที่
	เทคนิค (A)	เศรษฐศาสตร์ (B)	สิ่งแวดล้อม (C)		
3. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมปริมาณอากาศอัดตามภาระใช้งาน	3	2	2	12	2
4. การลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้าและลดใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ ระบบทำความเย็น	3	3	1	13	1
คะแนนถ่วงน้ำหนัก	X 2	X 2	X 1	-	-

ตาราง 4.21 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความเป็นไปได้ในการจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค (A)	
1 หมายถึง	แก้ไขได้ยาก ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติงาน
2 หมายถึง	แก้ไขได้ปานกลาง ทีมงานสามารถปฏิบัติได้โดยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ
3 หมายถึง	แก้ไขได้ง่าย ทีมงานสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง
การประเมินความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์ (B)	
1 หมายถึง	ให้ผลตอบแทนด้านการเงิน/ช่วยลดต้นทุนได้น้อย
2 หมายถึง	ให้ผลตอบแทนด้านการเงิน/ช่วยลดต้นทุนได้ปานกลาง
3 หมายถึง	ให้ผลตอบแทนด้านการเงิน/ช่วยลดต้นทุนได้มาก
การประเมินความเป็นไปได้ด้านสิ่งแวดล้อม (C)	
1 หมายถึง	ลดปริมาณมลพิษได้น้อย
2 หมายถึง	ลดปริมาณมลพิษได้ปานกลาง
3 หมายถึง	ลดปริมาณมลพิษได้มาก

4.2.5 การนำไปใช้และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จากตาราง 4.19-4.20 จะเห็นได้ว่าองค์กรกรณีศึกษา มีแนวทางในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT Option) เพื่อลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน 2 ประเด็นหลัก คือ

4.2.5.1 การลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อน) จากการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ โดยการปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 1 (6-7 บาร์) และปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 2 (5.5-6.5 บาร์) เพื่อให้ช่วงเวลาการทำงานของหม้อน้ำ สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้ไอน้ำของกระบวนการผลิต ประมาณ 1,400-1,600 กิโลกรัมไอน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งเชื้อเพลิงของหม้อน้ำ (น้ำมันเตา) เป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขตที่ 1) ที่มีนัยสำคัญ

4.2.5.1 การลดปริมาณการใช้พลังงาน (ไฟฟ้า) จากการลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้าและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบทำความเย็น ซึ่งเป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (ขอบเขตที่ 2) ที่มีนัยสำคัญ

สำหรับรายละเอียด CT Option ที่คัดเลือกไปปฏิบัติใช้ในองค์กรกรณีศึกษา ทั้ง 2 ประเด็น เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะกล่าวถึงในบทต่อไป

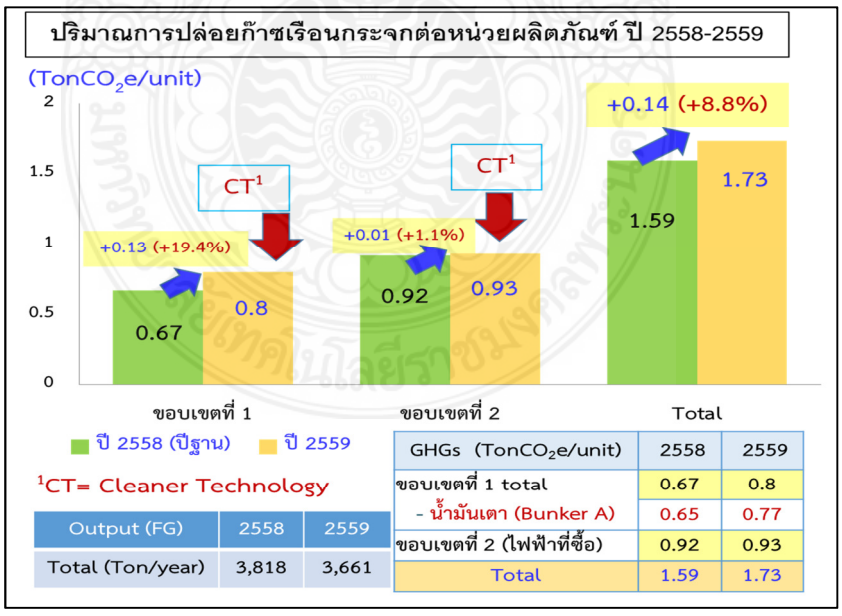
บทที่ 5

ผลการวิจัย

จากการศึกษาในบทที่ 4 ทำให้ทราบถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2559 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุสำคัญในการพิจารณานำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร ซึ่งในบทที่ 5 จะนำข้อมูลวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษที่ได้คัดเลือกมาปฏิบัติใช้งาน มีการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2560 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ดังนี้

5.1 ผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี 2559 เทียบปีฐาน (2558) แสดงดังภาพ 5.1



ภาพ 5.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2559

จากภาพ 5.1 พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์รวมในปี 2559 (1.73 TonCO_2e/unit) เพิ่มขึ้นจากปี 2558 (1.59 TonCO_2e/unit) เท่ากับ 0.14 TonCO_2e/unit (8.8%) เมื่อแยกตามแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกพบว่า ขอบเขตที่ 1 ปี 2559 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (0.8 TonCO_2e/unit) เพิ่มขึ้นจากปี 2558 (0.67 TonCO_2e/unit) เท่ากับ 0.13 TonCO_2e/unit (19.4%) และขอบเขตที่ 2 ปี 2559 (0.93 TonCO_2e/unit) เพิ่มขึ้นจากปี 2558 (0.92 TonCO_2e/unit) เท่ากับ 0.01 TonCO_2e/unit (1.1%) ดังนั้น จึงได้นำวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษ (CT Option) ที่ได้คัดเลือกมาใช้ในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่แหล่งกำเนิดของขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2

5.1.2 ผลการนำ CT Option ที่คัดเลือกนำไปปฏิบัติใช้ เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร ดังนี้

5.1.2.1 CT Option เรื่องการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ (Boiler)

ก) ข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัญหา องค์กรกรณีศึกษาติดตั้งหม้อน้ำไว้ใช้งานขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 2 ชุด (ดังภาพ 5.2) และตั้งแรงดันไอน้ำสำหรับใช้งานที่ 7 บาร์ โดยหม้อน้ำจะทำงานพร้อมกัน 2 ชุด ระยะเวลาเดินระบบหม้อน้ำประมาณ 16-24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนวันทำงาน 312 วันต่อปี และใช้น้ำมันเตาเกรดเอเป็นเชื้อเพลิง ประมาณ 796,230 ลิตรต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่าย 8,440,038 บาทต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 54.05 ของการใช้พลังงานทั้งหมดขององค์กร โดยความต้องการใช้ไอน้ำของกระบวนการผลิตประมาณ 1,400-1,600 กิโลกรัมไอน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งจากตั้งค่าแรงดันไอน้ำไว้ที่ 7 บาร์ เท่ากันทั้ง 2 ชุด ทำให้หม้อน้ำทั้ง 2 ชุด มีการหยุดและทำงานพร้อมกัน หากคำนวณจากกำลังการผลิตของหม้อน้ำ ณ ปัจจุบัน หม้อน้ำสามารถผลิตไอน้ำรวมกันสูงสุดได้ 4,800 กิโลกรัมไอน้ำต่อชั่วโมง จึงเป็นกำลังการผลิตที่มากเกินความต้องการใช้งาน ส่งผลให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสูงตามไปด้วย

ภาพ 5.2 หม้อน้ำ(Boiler) ขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 2 ชุด ขององค์กรกรณีศึกษา

ข) แนวทางการปรับปรุง ดำเนินการปรับตั้งค่าแรงดันไอน้ำของหม้อน้ำแต่ละชุดให้แตกต่างกันเพื่อให้ช่วงเวลาการทำงานของหม้อน้ำสอดคล้องกับปริมาณการใช้ไอน้ำในปัจจุบัน โดยกำหนดแรงดันไอน้ำของชุดที่ 1 ประมาณ 6-7 บาร์ (ดังภาพ 5.3) และแรงดันไอน้ำของหม้อน้ำชุดที่ 2 ประมาณ 5.5-6.5 บาร์ (ดังภาพ 5.4) พร้อมทั้งเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไอน้ำและการใช้เชื้อเพลิงประจำวันมาวิเคราะห์ผลประหยัดก่อน-หลังการปรับปรุง โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในแต่ละเดือน

ภาพ 5.3 การปรับแรงดันหม้อน้ำ (Boiler) No. 1 ที่ค่า 6.0-7.0 บาร์

ภาพ 5.4 การปรับแรงดันหม้อน้ำ (Boiler) No. 2 ที่ค่า 5.5-6.5 บาร์

ค) การคำนวณทางสถิติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และการตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ นำมาคำนวณหามูลค่าที่ประหยัดได้ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน และปริมาณก๊าซ CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 5.1, 5.2 และตาราง 5.3 ตามลำดับ

ตาราง 5.1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมาตรการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ

รายการ	ตัวแปร	หน่วย	ค่า	แหล่งที่มาข้อมูล
ปริมาณน้ำป้อน	m	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	24	ข้อมูลองค์กร
(ความหนาแน่นของน้ำ = 1 ตันต่อลูกบาศก์เมตร	-	ตันต่อวัน	24	ข้อมูลจากการคำนวณ
ปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้	F	ลิตรต่อวัน	2,552	ข้อมูลองค์กร
ปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้	S	กิโลกรัมต่อชั่วโมง	1,508	ข้อมูลองค์กร
ความดันไอน้ำขณะใช้งาน	Pw	บาร์	7.0	ข้อมูลองค์กร
อุณหภูมิน้ำป้อน	T_f	องศาเซลเซียส	100	ข้อมูลจากการตรวจวัด
เอนทาลปีของน้ำป้อน	h_{fw}	กิโลจูลต่อกิโลกรัม	419.10	ค่าคงที
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	H_1	เมกะจูลต่อลิตร	38.18	ค่าคงที่
เส้นผ่านศูนย์กลางหม้อน้ำ	d	เมตร	2	ข้อมูลองค์กร
ความยาวหม้อน้ำ	L	เมตร	3.5	ข้อมูลองค์กร
อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของหม้อน้ำ	Ts	องศาเซลเซียส	60	ข้อมูลจากการตรวจวัด
อุณหภูมิอากาศโดยรอบ	Ta	องศาเซลเซียส	35	ข้อมูลจากการตรวจวัด
ค่าคงที่สตีฟาน-โบลทซ์มันน์	σ	$W/m^2.K^4$	5.669×10^{-8}	ค่าคงที่
ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (เหล็กชุบกัลป์วาไนซ์)	e	-	0.88	ค่าคงที่
สัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวสัมผัสระหว่างของไหลกับวัตถุ	h_c	$W/m^2.C$	10	Gas in Free Convection
ค่าความร้อนของน้ำมันเตา	H_2	กิโลแคลอรีต่อลิตร	9,000	ค่าคงที่
ราคาน้ำมันเตา	F_c	บาทต่อลิตร	10.60	ข้อมูลองค์กร
ชั่วโมงการทำงานหม้อน้ำ	H_y	ชั่วโมงต่อปี	4,992	ข้อมูลองค์กร

ตาราง 5.2 คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ

รายการ	ตัวแปร	หน่วย
อัตราการใช้น้ำมันเตา	r	ลิตรต่อตันไอน้ำ
พื้นที่ผิวของหม้อน้ำด้านหน้า-หลัง	A_1	ตารางเมตร
พื้นที่ผิวด้านข้างของหม้อน้ำ	A_2	ตารางเมตร
พื้นที่ผิวของหม้อน้ำทั้งหมด	A_s	ตารางเมตร
การสูญเสียความร้อนผ่านผนัง	Q_r	กิโลแคลอรีต่อปี
ปริมาณน้ำมันเตาที่ลดลง	F_s	ลิตรต่อปี
มูลค่าที่ประหยัดได้	B_{save}	บาทต่อปี

ก่อนปรับปรุง

อัตราการใช้น้ำมันเตา (r) = F/m

= 2,552 ลิตรต่อวัน /24 ตันต่อวัน

= 106.33 ลิตรต่อตันไอน้ำ

หลังปรับปรุง

เมื่อหยุดหม้อน้ำลง 1 เครื่อง ทำให้ลดการสูญเสียพลังงานผ่านผนังหม้อน้ำลง ดังนี้

พื้นที่ผิวของหม้อน้ำด้านหน้า-หลัง (A_1) = $2 \times \pi d^2 /4$

= $2 \times 3.142 \times (2 \text{ เมตร})^2 /4$

= 6.28 ตารางเมตร

พื้นที่ผิวด้านข้างของหม้อน้ำ (A_2) = πdL

= $3.142 \times 2 \text{ เมตร} \times 3.5 \text{ เมตร}$

= 21.99 ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของหม้อน้ำทั้งหมด (A_s) = $A_1 + A_2$

= 6.28 + 21.99

= 28.27 ตารางเมตร

จากสมการการสูญเสียความร้อนผ่านผนัง (Q_r)

$Qr = [(\sigma \times e \times [((Ts + 273)^4 - (Ta + 273)^4)] + h_c \times (Ts - Ta)] \times A_s$

$= [(\sigma \times 10^{-8} \times e \times ((60 + 273)^4 - (35 + 273)^4)] + (10 \times (60 - 35))] \times 28.27$

= 11,717.57 วัตต์

= 11,717.57 วัตต์ x 0.8598 กิโลแคลอรีต่อวัตต์-ชั่วโมง

= 10,074.77 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง x H_y

= 10,074.77 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง x 4,992 ชั่วโมงต่อปี

= 50,293,252 กิโลแคลอรีต่อปี

ปริมาณน้ำมันเตาที่ลดลง (F_s) = Q_f / H_2

$$= \frac{\text{50,293,252 กิโลแคลอรีต่อปี}}{\text{9,000 กิโลแคลอรีต่อลิตร}}$$

= 5,588 ลิตรต่อปี

มูลค่าที่ประหยัดได้ (B_{save}) = $F_s \times F_c$

= 5,588 ลิตรต่อปี x 10.60 บาทต่อลิตร

= 59,233 บาทต่อปี

เงินลงทุน:

ค่าบริการปรับตั้งแรงดัน = 0 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = 0 บาท /59,233 บาท/ปี

= 0 ปี (ทันที)

ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม:

การใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เทียบเท่า 3.0883 กิโลกรัมต่อลิตร (ที่มา: อบก. 2560) หลังปรับปรุงมีปริมาณการใช้น้ำมันเตาลดลงเท่ากับ 5,588 ลิตรต่อปี

ดังนั้น ปริมาณก๊าซ CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง

= 5,588 x 3.0883

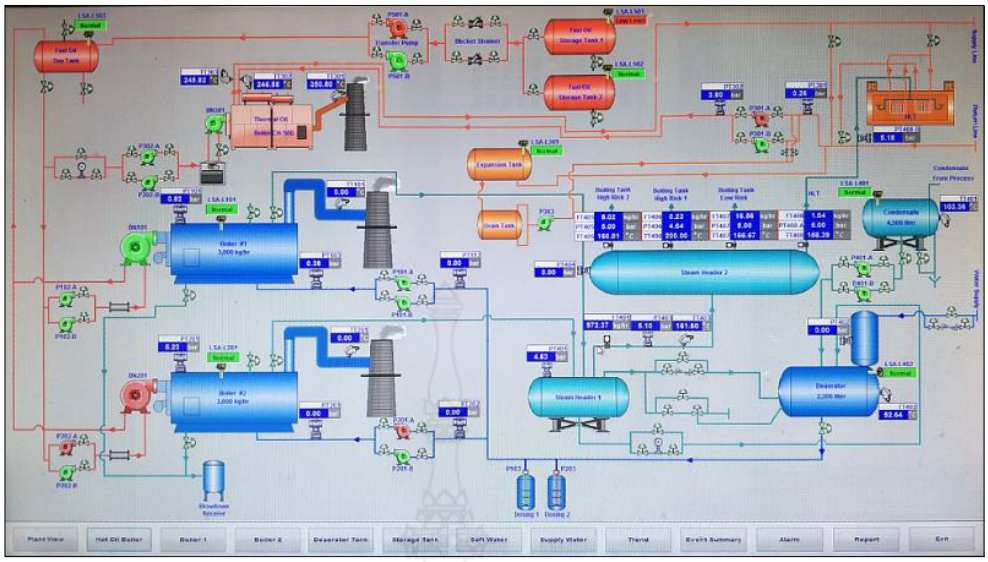
= 17,257 กิโลกรัมต่อปี

ตาราง 5.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากมาตรการการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ

รายการ	ค่า	หน่วย
เงินลงทุน	0	บาท
มูลค่าที่ประหยัด	59,233	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	ทันที	-
ปริมาณน้ำมันเตาที่ลดลง	5,588	ลิตรต่อปี
ปริมาณก๊าซ CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง	17,257	กิโลกรัมต่อปี

ที่มา: สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2560)

ง) การควบคุมการทำงานของระบบหม้อน้ำ องค์กรกรณีศึกษามีการควบคุมการใช้งาน การตรวจสอบสถานะและการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-Time โดยใช้ระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ดังภาพ 5.5



ภาพ 5.5 ระบบ SCADA ควบคุมการใช้งานหม้อน้ำ

ทั้งนี้ มีการกำกับดูแล ควบคุมการทำงานของระบบหม้อน้ำ โดยช่างผู้ควบคุมประจำหม้อน้ำ ซึ่งจะมีการตรวจสอบและจดบันทึกข้อมูลประจำวัน เช่น ความดันไอน้ำ อุณหภูมิที่ปล่อง อุณหภูมิน้ำมันมิเตอร์น้ำมันเตา (ความถี่ 1 ครั้ง/ชั่วโมง) ซึ่งตัวอย่างใบรายงานการควบคุมหม้อน้ำประจำวัน แสดงไว้ในภาคผนวก ง

5.1.2.2 CT Option เรื่อง การปรับปรุงลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer)

ก) ข้อมูลพื้นฐานและสภาพปัญหา เนื่องจากห้องแช่แข็งสินค้า มีหน้าที่แช่แข็งสินค้ากลุ่มต้ม (ขาหมู) โดยมีอุณหภูมิตั้งแต่ -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส จากการสำรวจพื้นที่การทำงาน พบว่า มีการแช่แข็งสินค้าไม่เต็มพื้นที่ คือมีพื้นที่คงเหลืออีก 20-30% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเกินความจำเป็น ซึ่งใช้พลังงาน 50% ของระบบทำความเย็นทั้งหมด ทำให้สูญเสียการใช้พลังงานไฟฟ้าในการแช่สินค้าโดยไม่ได้เกิดประโยชน์

ข) แนวทางการปรับปรุง ดำเนินการปรับปรุงพื้นที่ห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer) ให้มีขนาดเล็กลง มีความเหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพในการแช่แข็งสินค้า โดยใช้เวลาในการแช่แข็งสินค้าน้อยกว่าช่วงเวลาก่อนปรับปรุง ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์จากระบบทำความเย็นลดลง 43%

ค) การคำนวณทางสถิติ โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และการตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ นำมาคำนวณหามูลค่าที่ประหยัดได้ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน และปริมาณก๊าซ CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง ดังนี้

กำหนดค่าตัวแปร:

P = กำลังไฟฟ้า

I = กระแสไฟฟ้า

V = แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส

E_S = พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

B_{save} = มูลค่าที่ประหยัด (บาทต่อปี)

มูลค่าเงิน = 3.75 บาท/Unit

ก่อนปรับปรุง:

สูตร P = IV

= (350 x 380 x 1.732) +10%

= 253,391 w / 1,000

= 253 kW

= 253 x 13 ชั่วโมง x 15 วันทำงาน kWh/เดือน x 12 เดือน

= 592,020 kWh/ปี

หลังปรับปรุง:

สูตร P = IV

= (250 x 380 x 1.732) +10%

= 164,540 w/1,000

= 164 kW

= 164 kW x13 ชั่วโมง x 15 วันทำงาน kwh/เดือน x 12 เดือน

= 383,760 kWh/ปี

พลังงานที่ลดลง = หลังปรับปรุง - ก่อนปรับปรุง

= 592,020 - 383,760 kWh/ปี

= 208,260 kWh/ปี

มูลค่าที่ประหยัด (B_{save}) = E_S x E_C

= 208,260 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี x 3.57 บาทต่อกิโลวัตต์- ชั่วโมง

= 743,488.2 บาทต่อปี

เงินลงทุน:

ค่าปรับปรุงลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า = 493,412 บาท

เงินลงทุนรวมทั้งสิ้น = 493,412 บาท

ระยะเวลาคืนทุน = งบลงทุน/ผลประหยัด

ระยะเวลาคืนทุน = 493,412 บาท / 743,488.2 บาทต่อปี

= 0.7 ปี

ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม:

การใช้พลังงานไฟฟ้ามีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เทียบเท่า 0.4013 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

หลังปรับปรุงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 208,260 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

ดังนั้น ปริมาณก๊าซ CO_2 เทียบเท่าที่ลดลง

= 208,260 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี x 0.4013 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

= 83,574.74 กิโลกรัมต่อปี

5.1.3 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี 2560 (หลังดำเนินการตามแนวทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด; CT)

5.1.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานขอบเขตที่ 1 พบว่า น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 3,330.56 $TonCO_2e$ คิดเป็น 96.4% อันดับ 2 คือ การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 46.77 $TonCO_2e$ คิดเป็น 1.4% อันดับ 3 คือ สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 29.73 $TonCO_2e$ คิดเป็น 0.9% รวมปริมาณการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกแหล่งทั้งหมดเท่ากับ 3,455.86 $TonCO_2e$ ดังตาราง 5.4

ตาราง 5.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2560 จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 1

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)							รวม ($TonCO_2e$)	%
	CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	NF_3	HFCs	PFCs		
1. LPG (Station)	24.58	0.01	0.01	-	-	-	-	24.60	0.7
2. น้ำมันเตา (Bunker A)	3,319.67	3.22	7.67	-	-	-	-	3,330.56	96.4

ตาราง 5.4 (ต่อ)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก		ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)							รวม ($TonCO_2e$)	%
		CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	NF_3	HFCs	PFCs		
3.	Fire pump (ดีเซล)	2.70	0.00	0.01	-	-	-	-	2.71	0.1
4.	รถยนต์ 1 คัน ข้อมูลจากฟลีทการ์ด (ดีเซล)	11.77	0.02	0.18	-	-	-	-	11.97	0.3
5.	Car Allowance (เบนซิน)	7.97	0.10	0.11	-	-	-	-	8.18	0.2
6.	Car Allowance (ดีเซล)	0.83	0.00	0.01	-	-	-	-	0.84	0
7.	Car Allowance (NGV)	0.26	0.01	0.00	-	-	-	-	0.27	0
8.	Car Allowance (LPG)	0.12	0.00	0.00	-	-	-	-	0.13	0
9.	ปล่อยก๊าซ CH_4 จากระบบบำบัดน้ำเสีย	บ่อบำบัดน้ำเสียเท่ากับศูนย์เนื่องจากเป็นระบบ AS เปิด 24 ชั่วโมง ดังนั้น Activity Data ตามคู่มือ CFO มีค่าเป็นศูนย์							0.00	0
10.	สารทำความเย็น Air R410	-	-	-	-	-	29.73	-	29.73	0.9
11.	สารทำความเย็น (ตู้แช่ ตู้กดน้ำเย็น) R134A	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0
12.	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R404A	-	-	-	-	-	0.08	-	0.08	0
13.	การปล่อยก๊าซ CH_4 จากห้องน้ำพนักงาน	-	46.77	-	-	-	-	-	46.77	1.4
	รวมทั้งหมด	3,367.90	50.13	8.00	-	-	29.82	-	3,455.86	100

ที่มา: จุฑามาศ (2561)

5.1.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานขอบเขตที่ 2 พบว่า การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,748.99 $TonCO_2e$ คิดเป็น 100% ดังตาราง 5.5

ตาราง 5.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2560 จากการดำเนินงานขอบเขต 2

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	%
1. ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์	3,748.99	100
รวมทั้งหมด	3,748.99	100

ที่มา: จุฑามาศ (2561)

สำหรับรายละเอียดการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเอกสารการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2560 แสดงไว้ในบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (ภาคผนวก ค)

5.1.4 การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2559-2560 นำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ($TonCO_2e$) มาคำนวณให้เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit) และได้นำมาเปรียบเทียบระหว่างปี 2559 กับปี 2560 พบว่า ในปี 2560 ขอบเขตที่ 1 น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 0.665 $TonCO_2e$/unit อันดับ 2 การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 0.009 $TonCO_2e$/unit อันดับ 3 สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 0.006 $TonCO_2e$/unit ขอบเขตที่ 2 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ เท่ากับ 0.749 $TonCO_2e$/unit และในปี 2559 ขอบเขตที่ 1 น้ำมันเตา (Bunker A) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงสุดเท่ากับ 0.773 $TonCO_2e$/unit อันดับ 2 การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงานเท่ากับ 0.01 $TonCO_2e$/unit อันดับ 3 สารทำความเย็นเครื่องทำความเย็น (R410) เท่ากับ 0.008 $TonCO_2e$/unit และขอบเขตที่ 2 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์ เท่ากับ 0.932 $TonCO_2e$/unit ดังตาราง 5.6

ตาราง 5.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2559-2560 (ก่อน-หลัง ดำเนินการ CT)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปี 2559 (ก่อนทำ CT)		ปี 2560 (หลังทำ CT)	
	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($TonCO_2e$)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit)
ขอบเขตที่ 1:				
1. LPG (Station)	16.43	0.004	24.60	0.005
2. น้ำมันเตา (Bunker A)	2,829.95	0.773	3,330.56	0.665
3. Fire Pump (ดีเซล)	0.54	0.000	2.71	0.001
4. รถยนต์ 1 คัน (ดีเซล)	11.3	0.003	11.97	0.002
5. Car Allowance (เบนซิน)	7.24	0.002	8.18	0.002
6. Car Allowance (ดีเซล)	0.47	0.000	0.84	0.000
7. Car Allowance (NGV)	ไม่มีการใช้	0.000	0.27	0.000
8. Car Allowance (LPG)	ไม่มีการใช้	0.000	0.13	0.000
9. การปล่อย CH_4 บ่อน้ำเสีย	0.00	0.000	0.00	0.000
10. สารทำความเย็น (R410)	29.73	0.008	29.73	0.006
11. สารทำความเย็น (R134A)	0.01	0.000	0.01	0.000
12. สารทำความเย็น (R404A)	0.08	0.000	0.08	0.000
13. การปล่อย CH_4 ห้องน้ำ	37.48	0.10	46.77	0.009
รวมทั้งหมด	2,933.23	0.80	3,455.86	0.69
ขอบเขตที่ 2:				
1. ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์	3,412.08	0.93	3,748.99	0.75
รวมทั้งหมด	3,412.08	0.93	3,748.99	0.75

หมายเหตุ: ปริมาณผลิตภัณฑ์ปี 2558 เท่ากับ 3,661 Ton และปี 2560 เท่ากับ 5,007 Ton

ที่มา: จุฑามาศ (2561)

5.1.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ก่อน-หลังดำเนินการ CT) ปี 2559-2560 เทียบปีฐาน (2558)

นำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร ก่อนและหลังดำเนินการ CT ปี 2559-2560 เทียบปีฐาน (2558) สรุปได้ดังตาราง 5.7

ตาราง 5.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ก่อน-หลังการทำ CT) ปี 2559-2560 เทียบปีฐาน (2558)

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($TonCO_2e$/unit)		
	ปี 2558 (ปีฐาน)	ปี 2559 (ก่อนทำ CT)	ปี 2560 (หลังทำ CT)
ขอบเขตที่ 1	0.67	0.80	0.69
ขอบเขตที่ 2	0.92	0.93	0.75
รวมทั้งหมด	1.59	1.73	1.44

5.2 ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test)

ดำเนินการทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (ขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2) โดยใช้การทดสอบแบบไคสแควร์ สรุปได้ดังนี้

5.2.1 สมมติฐานที่ 1 (ขอบเขตที่ 1): ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

5.2.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสถิติ ดังตาราง 5.8

ตาราง 5.8 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560

Year	Fuel Oil (L)	GHG Intensity ($TonCO_2e$/unit)
2558	781,100	0.649
2559	884,700	0.773
2560	1,041,200	0.665

5.2.1.2 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

H_0: ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

H_1: ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

5.2.1.3 กำหนดระดับนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

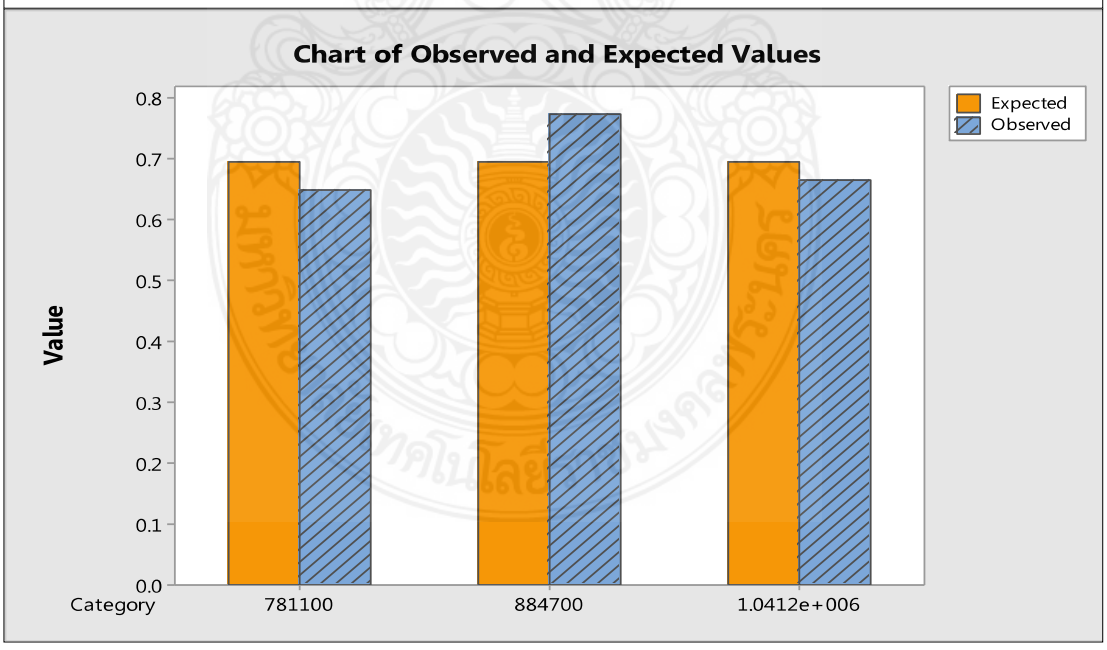
5.2.1.4 ผลการคำนวณค่าสถิติ (Chi-Square Test) ดังภาพ 5.6

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in Variable: GHG Intensity

Using category names in Fuel Oil

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
781100	0.649	0.333333	0.695667	0.0031305
884700	0.773	0.333333	0.695667	0.0085967
1.0412e+006	0.665	0.333333	0.695667	0.0013519

N	DF	Chi-Sq	P-Value
2.087	2	0.0130791	0.993



ภาพ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560

5.2.1.5 สรุปผลการทดสอบสถิติ: ยอมรับ H_o (P-Value > 0.05) แสดงว่า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา (Fuel Oil) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) มีความสัมพันธ์กัน

5.2.2 สมมติฐานที่ 2 (ขอบเขตที่ 2): ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

5.2.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสถิติ ดังตาราง 5.9

ตาราง 5.9 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560

Year	Electric Power (kWh)	GHG Intensity ($TonCO_2e$/unit)
2558	8,354,181	0.92
2559	8,408,316	0.93
2560	9,342,146	0.75

5.2.2.2 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

H_o: ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

H_1: ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity)

5.2.2.3 กำหนดระดับนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

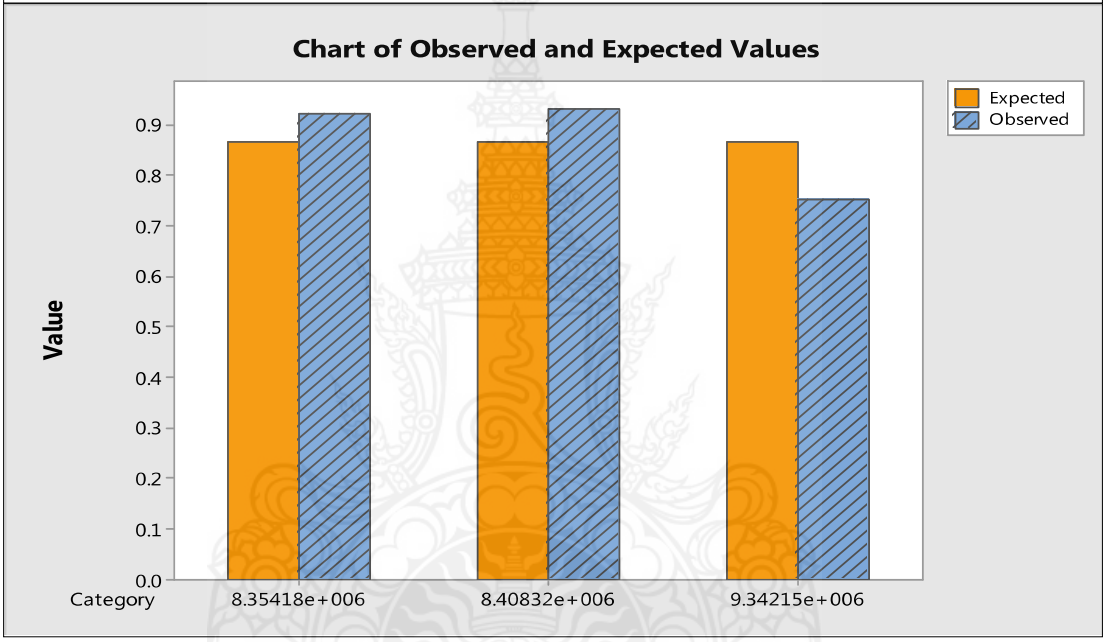
5.2.2.4 ผลการคำนวณค่าสถิติ (Chi-Square Test) ดังภาพ 5.7

Chi-Square Goodness-of-Fit Test for Observed Counts in Variable: GHG Intensity

Using category names in Electric Power

Category	Observed	Test Proportion	Expected	Contribution to Chi-Sq
8.35418e+006	0.92	0.333333	0.866667	0.0032821
8.40832e+006	0.93	0.333333	0.866667	0.0046282
9.34215e+006	0.75	0.333333	0.866667	0.0157051

N	DF	Chi-Sq	P-Value
2.6	2	0.0236154	0.988



ภาพ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Electric Power) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร (GHG Intensity) ปี 2558-2560

5.2.2.5 สรุปผลการทดสอบสถิติ: ยอมรับ H_o (P-Value > 0.05) แสดงว่า ปริมาณการใช้ใช้ไฟฟ้า (Electric Power) และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรขององค์กร (GHG Intensity) มีความสัมพันธ์กัน

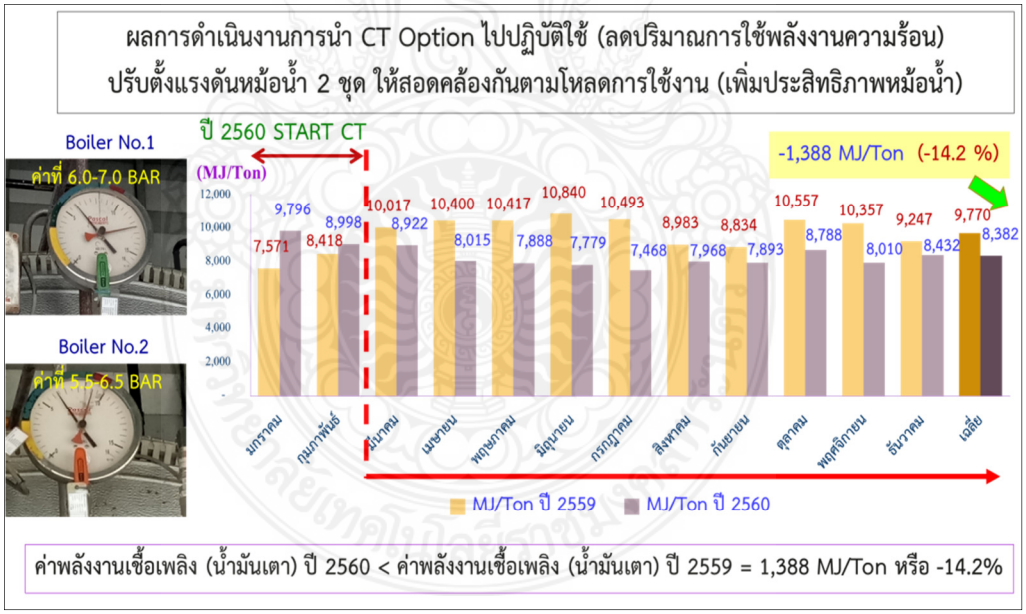
จากผลการวิจัยในบทนี้ ทำให้ทราบข้อมูลวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษที่ได้คัดเลือกมาปฏิบัติใช้งาน รวมถึงทราบผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2560 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังดำเนินการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษา ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวไปอภิปรายผลในบทต่อไป

บทที่ 6

การอภิปรายผล

6.1 การอภิปรายผล

6.1.1 การดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT) เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อน) จากการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ พบว่า ปี 2560 ค่าพลังงานเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) มีค่าเฉลี่ย 8,382 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากค่าพลังงานเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) ในปี 2559 มีค่าเฉลี่ย 9,770 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1,388 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 14.2% จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 (แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง) ลดลง ดังภาพ 6.1



ภาพ 6.1 ผลการดำเนินกิจกรรม CT (ลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน) ปี 2559-2560

6.1.2 การดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (CT) เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer) ให้มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน พบว่าปี 2560 มีค่าเฉลี่ย 6,718 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากค่าพลังงานไฟฟ้าในปี 2559 มีค่าเฉลี่ย 8,268 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1,550 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 18.8% จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 2 (แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม) ลดลง ดังภาพ 6.2

ผลการดำเนินงานการนำ CT Option ไปปฏิบัติใช้ (ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า)
ปรับลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer) ให้มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน

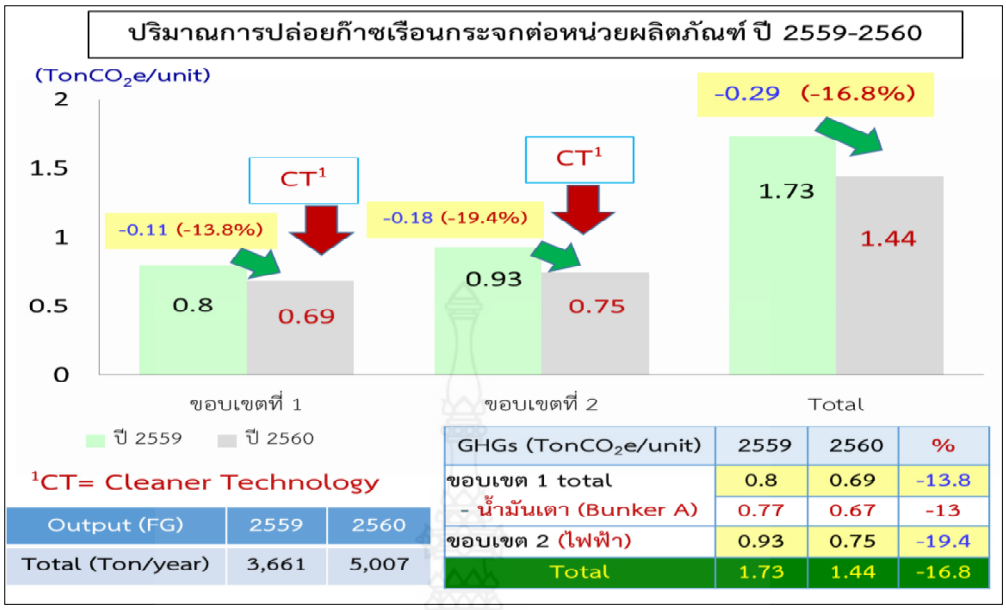
Year	Unit	Q1	Q2	Q3	Q4	Actual 1-Q4
2559	kWh	1,984,348	2,047,281	2,216,247	2,160,440	8,408,316
	MJ ('000)	7,143	7,370	7,978	7,777	30,269
	MJ/ton	8,090	8,963	7,830	8,407	8,268
2560	Kwh	2,229,061	2,384,216	2,439,844	2,289,025	9,322,146
	MJ ('000)	8,024	8,583	8,783	8,240	33,631
	MJ/ton	6,990	6,706	6,674	6,539	6,718

ค่าพลังงานไฟฟ้า ปี 2560 = 6,718 MJ/ton

ค่าพลังงานไฟฟ้า ปี 2560 < ค่าพลังงานไฟฟ้า 2559 = 1,550 MJ/ton หรือ -18.8%

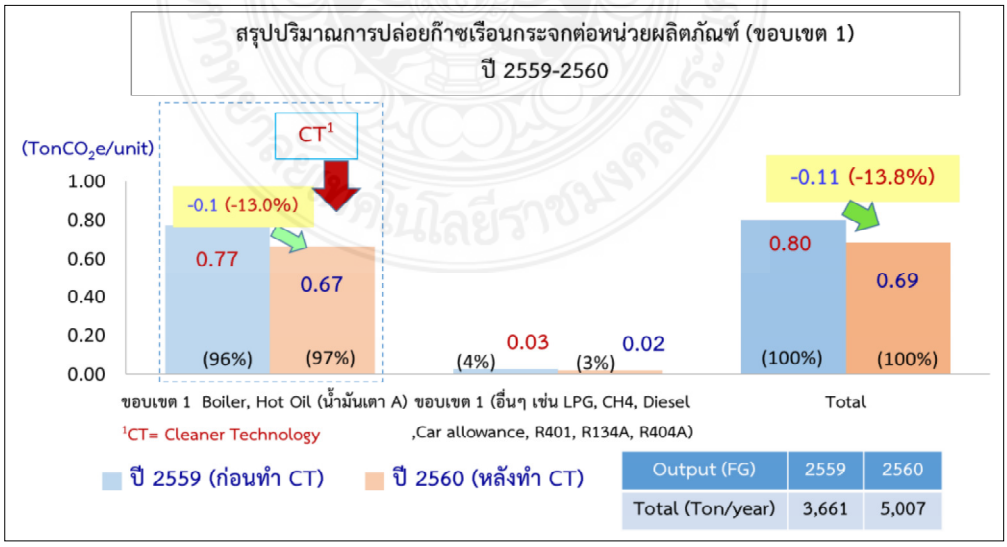
ภาพ 6.2 ผลการดำเนินกิจกรรม CT (ลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า) ปี 2559-2560

6.1.3 ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา พบว่าในปี 2560 ขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรม มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 16.8% ดังภาพ 6.3



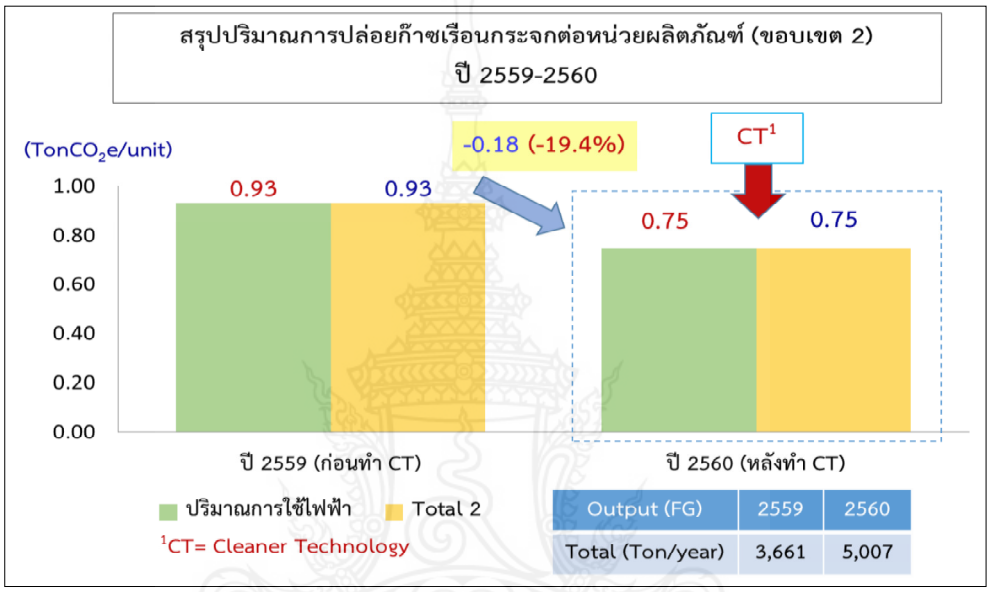
ภาพ 6.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2559-2560

6.1.4 จากผลการวิจัยพบว่า แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 1 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรม (CT Option 1) เรื่อง ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของ หม้อน้ำ (น้ำมันเตา) สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี 2560 เท่ากับ 0.69 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.80 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 13.8 % ดังภาพ 6.4



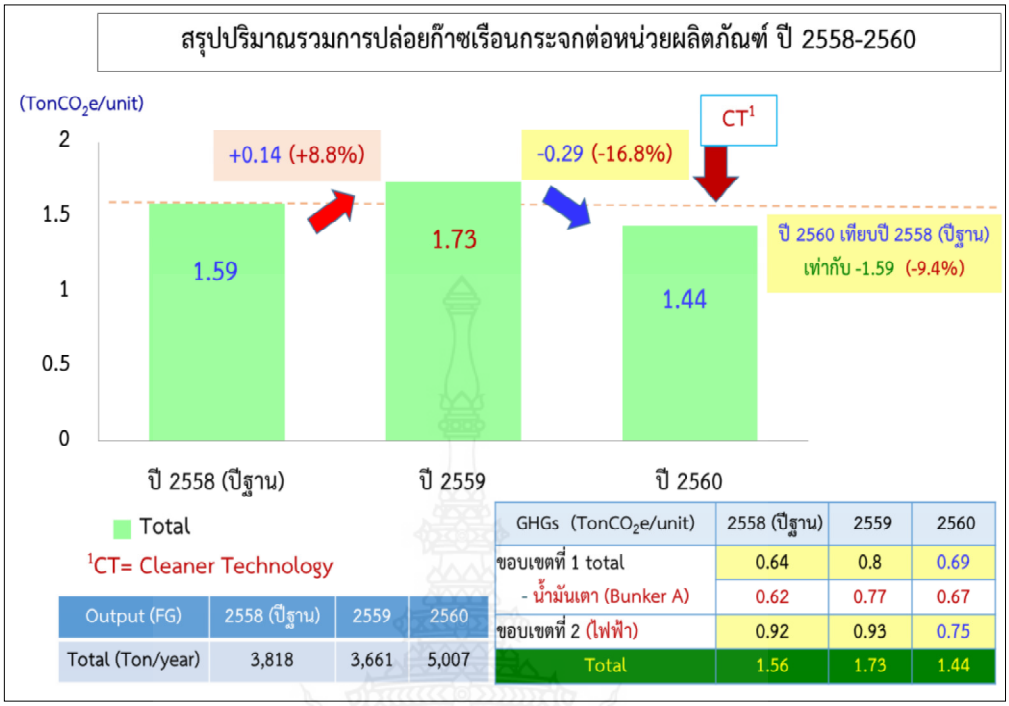
ภาพ 6.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ขอบเขตที่ 1) ปี 2559-2560

และแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 2 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรม (CT Option 2) เรื่องปรับปรุงลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี 2560 เท่ากับ 0.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.93 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 19.4% ดังภาพ 6.5



ภาพ 6.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ขอบเขตที่ 2) ปี 2559-2560

เมื่อนำผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาทั้งขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 เปรียบเทียบปี 2558 (ปีฐาน) ปี 2559 (ก่อนการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้) และปี 2560 (หลังการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาปฏิบัติใช้) พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี 2560 ลดลงจากปี 2559 เท่ากับ 0.29 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 16.8% และลดลงจากปี 2558 (ปีฐาน) เท่ากับ 1.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็น 9.4% ดังภาพ 6.6



ภาพ 6.6 เปรียบเทียบปริมาณรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2558-2560

จากการอภิปรายผลในบทนี้ ทำให้ทราบถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรก่อนและหลังการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลไปสรุปผลในบทต่อไป

บทที่ 7

สรุปผล

7.1 สรุปผล

จากผลการวิจัยการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูป ตามแนวทางคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่ผ่านการคัดเลือกลำดับความสำคัญด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อมมาปฏิบัติใช้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

7.1.1 คัดเลือกแนวทางวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) จากหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด นำไปปฏิบัติใช้ในการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จำนวน 2 เรื่อง ดังนี้

7.1.1.1 CT Option เรื่อง การลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ (Boiler) โดยสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 17,257 $kgCO_2e$/ปี และลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันเตา) คิดเป็นเงินประมาณ 59,233 บาท/ปี

7.1.1.2 CT Option เรื่อง การปรับปรุงลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer) โดยสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 83,574.74 $kgCO_2e$/ปี และลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นเงินประมาณ 743,488.2 บาท/ปี

7.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาในปี 2560 ลดลงมากกว่า 10% เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2559 และลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน (ปี 2558) ดังนี้

7.1.2.1 ปี 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1.44 $TonCO_2e$/unit ลดลงจากปี 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 $TonCO_2e$/unit หรือคิดเป็น 16.8%

7.1.2.2 ปี 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1.44 $TonCO_2e$/unit ลดลงจากปีฐาน (ปี 2558) ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.59 $TonCO_2e$/unit หรือคิดเป็น 9.4%

ดังนั้น จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า หลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำมาใช้บริหารจัดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรให้บรรลุตามเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม (ปี 2560 ลดลงมากกว่า 10% เทียบปี 2559)

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษาโรงงานอาหารสำเร็จรูป โดยใช้หลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีข้อเสนอแนะดังนี้

7.2.1 นำข้อมูลไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และการบริหารจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) รวมทั้งนำไปเป็นฐานข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและกิจกรรมลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับองค์กรอื่น ๆ ที่อยู่ในกลุ่มธุรกิจหรือเครือธุรกิจเดียวกัน หรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีความสนใจในการดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

7.2.2 องค์กรกรณีศึกษาและองค์กรอื่นๆ ที่มีความสนใจในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ควรพิจารณาดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และทบทวนขั้นตอนปฏิบัติตามหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดอย่างต่อเนื่องเพื่อหาแนวทางวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) ใหม่ ๆ ที่มีศักยภาพในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์และลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) นำมาปฏิบัติใช้ในองค์กรให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

7.2.3 ในการดำเนินงานการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษาและองค์กรอื่น ๆ ที่มีความสนใจในการจะนำไปประยุกต์ใช้นั้น หากได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารและความร่วมมือที่ดีของทีมงาน มีการประสานงานอย่างชัดเจนในองค์กร จะส่งผลให้การปฏิบัติงานเกิดประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องการจัดสรรงบประมาณ บุคลากร การติดตามให้คำแนะนำ และการขยายผลไปยังองค์กรอื่น ๆ

บทที่ 8

แผนการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

ผลจากวิจัยในบทที่ผ่านมา ทำให้ทราบถึงโอกาสในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการนำไปเป็นต้นแบบในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการเป็นประกอบการพัฒนาที่ปรึกษาโรงงานนำร่องด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเพื่อสนับสนุนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและการกำหนดแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ให้องค์กรต่าง ๆ มีส่วนร่วมในการดูแลสิ่งแวดล้อม การป้องกันมลพิษ เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เป็นการเตรียมความพร้อมสู่สังคมคาร์บอนต่ำ และการดำเนินธุรกิจเติบโตอย่างยั่งยืน

8.1 รูปแบบการดำเนินธุรกิจ (Business Model)

8.1.1 กลุ่มลูกค้า (Customer Segments) กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย มีดังนี้

8.1.1.1 โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในกลุ่มธุรกิจหรือเครือธุรกิจเดียวกันกับองค์กรณีศึกษาที่มีเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

8.1.1.2 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีความสนใจในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

8.1.1.3 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีความสนใจในการเป็นผู้พัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกและคาร์บอนเครดิตกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

8.1.1.4 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีความสนใจจะขอรับการรับรองอุตสาหกรรมสีเขียวจากกระทรวงอุตสาหกรรม

8.1.1.5 โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมพลังงาน

8.1.2 ทรัพยากรหลัก (Key Resource) ได้แก่ บุคลากรที่มีความรู้ด้านเชี่ยวชาญด้านการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

8.1.3 กิจกรรมหลัก (Key Activities) รูปแบบธุรกิจนี้ดำเนินกิจการในรูปแบบของธุรกิจเพื่อสังคม (ไม่ได้มีปัจจัยหลักในการแสวงหากำไรแต่อย่างเดียว) เป็นการสร้างความพร้อมและมาตรฐานการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และลดก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

8.1.4 รายได้หลัก (Revenue Streams) รายได้หลักมาจาก ค่าที่ปรึกษาการทำโครงการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

8.1.5 พันธมิตรหลัก (Key Partnership) เป็นการขอขึ้นทะเบียนบุคลากรที่ปรึกษา หรือการขอเข้าร่วมกับกลุ่มองค์กรภาครัฐ เช่น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กระทรวงอุตสาหกรรม องค์กรภาคเอกชนที่ทำงานด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

8.1.6 ข้อเสนอด้านการเงิน มีรายละเอียดดังตาราง 8.1

ตาราง 8.1 ข้อเสนอด้านการเงินของการดำเนินธุรกิจ

รายการ	งบประมาณ
1. ค่านักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ	100,000
2. ค่าภาคสนาม (ค่าเดินทาง ค่าที่พัก)	5,000
ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการขอขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร:	
3. ค่าธรรมเนียมการใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์	8,500
4. ค่าการทวนสอบการรับรองจาก Verifier	45,000
(Man day ละ 15,000 บาท) อย่างน้อย 3 วัน	
รวมมูลค่าโครงการ	158,500

8.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อความยั่งยืน

8.2.1 การวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการลงทุนการทำโครงการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กรกรณีศึกษา โรงงานอาหารสำเร็จรูป จากการประเมินด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม (คำนวณตามวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษ, CT Option) ดังนี้

8.2.1.1 CT Option เรื่องการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ (Boiler) โดยการปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 1 (6-7 บาร์) และปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 2 (5.5-6.5 บาร์) เป็นมาตรการที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน เกิดผลประหยัดจากการลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันเตา) คิดเป็นเงินประมาณ 59,233 บาท/ปี และสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 17,257 $kgCO_2e$/ปี

8.2.1.2 CT Option เรื่อง การปรับปรุงลดขนาดห้องแช่แข็งสินค้า (Air Blast Freezer) โดยปรับปรุงห้องแช่แข็งสินค้าให้มีขนาดเล็กลงและพื้นที่การแช่แข็งสินค้ามีความเหมาะสมกับสินค้า เป็นมาตรการที่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการลงทุน คิดเป็นเงินประมาณ 493,412 บาท จึงจะเกิดผลประหยัดจากการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นเงินประมาณ 743,488.2 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.7 ปี และสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 83,574.74 $kgCO_2e$/ปี และเมื่อเปรียบเทียบในหน่วยกิโลกรัม พบว่า การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1 $tonCO_2e$/ปี จะเพิ่มค่าใช้จ่ายในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 5,903.84 บาท/$tonCO_2e$/ปี

8.2.2 การวิเคราะห์ความคุ้มทุนตามแนวทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในการวิเคราะห์จะใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และวิธีอัตราผลตอบแทนภายใน ดังนี้

8.2.2.1 ผลการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) พบว่า การดำเนินโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,177,032.90 บาท และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return, IRR) เท่ากับ 88.84% ดังตาราง 8.2

ตาราง 8.2 รายละเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

รายละเอียด	การคำนวณ
เงินลงทุนเริ่มแรก	-493,412
ค่าดำเนินการปีแรก	-158,500
ค่าดำเนินการปี 2-5 (53,500 บาท/ปี)	-214,000
รวมเงินลงทุนและค่าดำเนินการต่อปี	-865,912
กระแสเงินสดรับสุทธิ;	
ปีที่ 1	802,721.20
ปีที่ 2	802,721.20
ปีที่ 3	802,721.20
ปีที่ 4	802,721.20
ปีที่ 5	802,721.20
อัตราผลตอบแทน (10%)	0.1
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	฿2,177,032.90
ผลตอบแทนภายใน (IRR)	88.84%

8.2.2.2 ผลการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (Payback Period, PB) ได้จากการคำนวณหาช่วงเวลาที่ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ระยะเวลาคืนทุน (แบบปกติ) อยู่ที่ 1.68 ปี ดังตาราง 8.3

ตาราง 8.3 รายละเอียดข้อมูลการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (PB)

ปี	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	ผลตอบแทน	ผลตอบแทนสุทธิจากการดำเนินงาน (Net-CF)	Simple PB
0	-493,412	-158,500	0	-651,912	-651,912.00
1		-53,500	802,721.20	749,221.20	97,309.20
2		-53,500	802,721.20	749,221.20	846,530.40
3		-53,500	802,721.20	749,221.20	1,595,751.60
4		-53,500	802,721.20	749,221.20	2,344,972.80
5		-53,500	802,721.20	749,221.20	3,094,194.00

จากการวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุน พบว่า ระยะเวลาในการคืนทุน (แบบปกติ) 1.68 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ตลอดโครงการมีค่าเท่ากับ 2,177,032.90 บาท และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) มีค่าเท่ากับ 88.84% ซึ่งถือว่าการดำเนินโครงการมีผลตอบแทนที่ดี ควรที่จะลงทุนในโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, รายงานสรุปการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2559

[2] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, ข้อมูลจาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization_is/organization_is.pnc (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 สิงหาคม 2561)

[3] ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2559), ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์

[4] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, พิมพ์ครั้งที่ 5 (ฉบับปรับปรุงที่ 3, ตุลาคม 2559)

[5] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), คู่มือแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตอาหารปรุงสุกสำเร็จแช่แข็ง (TSIC:10751), พิมพ์ครั้งที่ 1, กันยายน 2561

[6] กลุ่มเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทาน, กันยายน 2560

[7] สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2560), รายงานสรุปผลการนำ CT Option ไปปฏิบัติใช้ โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทานโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

[8] สุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย, โรงงานอาหารสำเร็จรูปกรณีศึกษา, รายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร, 24 สิงหาคม 2559

[9] จุฑามาศ โดดนาดี, โรงงานอาหารสำเร็จรูปกรณีศึกษา, รายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร, 4 สิงหาคม 2560

[10] จุฑามาศ โดดนาดี, โรงงานอาหารสำเร็จรูปกรณีศึกษา, รายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร, 13 มิถุนายน 2561

[11] ปัญจ์ปพัชรภร บุญพร้อม และ คณะ (2552), ศึกษาปริมาณปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมสุรา เบียร์ และไวน์

[12] ชุติมา สุขอนันต์ (2555), ที่ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[13] ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัศมี (2557), ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

[14] นุชนาท วรารักษ์ประภัทร และคณะ (2557), ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงานสุราแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

[15] จิตลดา หมายมั่น (2555), วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

[16] เถกิง กาญจนะ และคณะ (2555), ศึกษาการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในโรงงานน้ำอัดลม

[17] มณฑิรา ศรีสงคราม และ วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. 2555, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดลดพลังงานไฟฟ้า โรงพยาบาลหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ

[18] เจตจินต์ สุทินประภา (2557), ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลม โดยใช้เทคโนโลยีสะอาด

[19] United Nations Thailand, เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศไทย (The Global Goals For Sustainable Development : 17 SDGs) ข้อมูลจาก https://www.un.or.th/globalgoals/th/the-goals/

[20] Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Second Biennial update report of Thailand, pp. 33-35, December 2016

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf)

ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2559

ภาคผนวก ก-1 บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ปี 2559

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก

TCFO_R_01
Version01 :31/8/2013

ชื่อฟอร์ม: บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก
รหัสฟอร์ม: Fr-04

หน้าที่: 4
วันที่: 8/4/2560

ขอบเขต	รายการ	ค่า LCI		GHG ที่ต้องรายงานตามชนิดก๊าซเรือนกระจก				ปริมาณ GHG (CO2 eq./หน่วย)				Total (KgCO2e/หน่วย)	Total GHG		สัดส่วน (%)	ค่าอัตราแพร่พันธุ์
		หน่วย	ปริมาณ	ค่า EF (kg GHG/หน่วย) CO_2	CH_4	N_2O	Heating value (TJ/Ton)	Co2 [kg CO2/unit]	Ch4 [kg CO2/unit]	N2O [kg N2O/unit]	HFC [kg N2O/unit]		หน่วย Kg Co2 eq	(tonCO2e)		
ขอบเขต 1	LPG station	Kg	5,277.00	3.1106	0.0001	0.0000		16414.6167	0.2639	-	-	3.1133	16,428.88	16.43	0.56	
	น้ำมันเตา (Bunker A)	Litr	884,700.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.04182	2,820,702.2628	109.3295	21.8659	-	2,829,951.54	2,829,951.54	2,829.94	96.48	
	Pier pump (ดีเซล)	Litr	200.00	2.6987	0.0001	0.0000		539.7444	0.0220	0.0040		2.70797	541.59	0.54	0.02	
	รถแบค 1 คัน ข้อมูลจากฟิสิกการ์ด (ดีเซล)	Litr	4,115.90	2.6987	0.0001	0.0001		11,107.6699	0.5762	0.5762	-	2.7446	11,296.50	11.30	0.39	
	ปริมาณน้ำมันอพท์กาาม (Car Abowance) (แบค้น)	Litr	3,235.02	2.1816	0.0010	0.0001		7,057.3902	3.3644	0.3235	-	2.23755	7,238.52	7.24	0.25	
	การปล่อยก๊าซจากระบบบำบัดน้ำเสีย Waste water (CH4)	Kg		0.0000	25.0000	0.0000		-	-	-	-	25.0000	-	-	0.00	
	สารทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ R 410	Kg	14.24	0.0000	0.0000	0.0000		-	-	-	-	2,088.0000	29,733.12	29.73	1.01	
	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น, ตู้เก็บน้ำอัดเย็น) R 134A	Kg	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000		-	-	-	12.2265	1,430.0000	12.23	0.01	0.00	
	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น, ตู้เก็บน้ำอัดเย็น) R 404 A	Kg	0.0210	0.0000	0.0000	0.0000		-	-	-	82.3620	3,922.0000	82.36	0.08	0.00	
	การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน	Kg	1,499.39	0.0000	25.0000	0.0000		-	37,494.7000	-	-	25.0000	37,484.70	37.48	1.28	
	ปริมาณน้ำมันอพท์กาาม (Car Abowance) (ดีเซล)	Litr	170.11	2.6987	0.0001	0.0001		459.0759	0.0238	0.0238	-	2.7446	466.88	0.47	0.02	
		รวม	899,211.69											2,933.228	100.000	
ขอบเขต 1 การปล่อยก๊าซ GHG โดยตรงจากกิจกรรมการผลิต	สารทำความเย็น R 22	Kg	32.45	-				-	-	-	-	1,810.0000	58,734.14	58.73	100.00	
														58.73	100.00	
ขอบเขต 2	ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์	Kwh	8,408,316.00									0.4058	3,412,083.29	3,412.08	100.00	
														3,412.08	100.00	
ขอบเขต 3	การใช้น้ำประปาภูมิภาค	m³	94,392.00									0.7043	66,480.29	66.48	82.92	
	เศษอาหารข้อมูลจาก สก.3 ของปี 59	Kg	5,411.50									2.5300	13,691.10	13.69	17.08	
														80.17	100.00	
														6,345.31		
														6,425.48		

หมายเหตุ: จุดหมายโดยนาที่

ชื่อหน่วยสนับสนุนการผลิต	รายการ	ค่า LCI			แหล่งที่มาของค่า LCI	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ผลรวมค่า EF CO2eq	สัดส่วน				
		หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU								
ไฟฟ้าก๊าซฯ	*สารขาเข้า*											
	electricity	Kwh	9,190	0.0000	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.5821	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0000	0.00
	Fuel Consumption (Natural gas (HHV))	MMBTU	5,798,022	0.0076	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	53.15206	N/A	N/A	N/A	N/A	0.4058	100.00
	Raw Water Cobsumption	m3	1,142,445	0.0015	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.0000	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0000	0.00
	สารขาออก											
	ไฟฟ้า	KW-H	759,446,000	1.0000	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ		N/A	N/A	N/A	N/A	0.0000	0.00
					ปริมาณ CH_4 /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ		0.00E+00	0.00				
					ปริมาณ N_2O /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ				0.00E+00	0.00		
					ปริมาณ CO2eq /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ						0.4058	100.00
จัดทำโดย	จุฑามาศ โตดนาดี				เสร็จสิ้นวันที่		8/4/2560					

Fuel	unit	GHG	kgGHG/unit	GWP	[kg CO2eq/unit]	Total	แปลงให้เป็นหน่วย [kg
Natural gas (H	MMBTU	CO_2	5.31E-02	1	0.0531	0.0532	53.15206
		CH_4	9.50E-07	25	0.0000		
		N_2O	9.50E-08	298	0.0000		

ที่มา : API. 2009. Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry

Table 1. Comparison of CO_2 emission factors for fuel combustion: common industry fuel types.

		Metric Tons of CO2 / MMBTU (HHV)					
Variability (%)	Fuel Types	API CO_2 Emission Factor[1]	AGO Workbook 1.1 (Table 4)	IPCC Volume 3 (Table 1-1)	DEFRA, Protocol[1]	WRI/ WBCSD[2]	CIEEDAC
3.6	Aviation Gas	0.0692	0.0717		0.0703	0.0693	
14.4	Bitumen	0.0810	0.0851	0.0808	0.0879	0.0931	
35.2	Coke (Coke Oven/Gas Coke)	0.1085	0.1260	0.1083	0.0879	0.1083	0.0893
5.4	Crude Oil	0.0743		0.0734	0.0703		
6.4	Distillate Fuel	0.0732	0.0718		0.0703	0.0732	0.0750
11.9	Electric Utility Coal	0.0994	0.0966		0.0879		
-	Ethanol	0.0700					
-	Flexi-Coker/ Low Btu Gas	0.113					
1.4	Gas/Diesel Oil	0.0742	0.0735	0.0742	0.0732	0.0732	
2.8	Jet Fuel	0.0723	0.0717		0.0703	0.0709	
4.4	Kerosene/Aviation Kerosene	0.0723	0.0735	0.0716	0.0703	0.0724	
3.8	Lignite	0.0976		0.1013		0.0977	
2.7	LPG	0.0629	0.0626	0.0632	0.0615	0.0631	
2.9	Butane	0.0668					0.0649
5.3	Ethane	0.0597		0.0617	0.0586		
11.6	Propane	0.0704				0.0631	0.0632
2.8	Misc. Petroleum Products and Crude	0.0721	0.0723		0.0703		
2.5	Motor Gasoline	0.0712		0.0694	0.0703	0.0710	
9.7	Naphtha (<104°F)	0.0665	0.0696	0.0734	0.0761		
0.0	Nat Gas Liquids	0.0632		0.0632			
0.8	Natural Gas	0.0531	0.0542	0.0532	0.0556	0.0531	0.0520
7.3	Other Bituminous Coal	0.0931		0.0947	0.0879	0.0931	
0.3	Other Oil (>104°F)	0.0732		0.0734			

ภาคผนวก ข

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf)

ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2558

ภาคผนวก ข-1 บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ปี 2558

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก			TCFO_R_01 Version 01 : 31/8/2013
ชื่อฟอร์ม	บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก	องค์กร	บริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด(มหาชน) โรงงานอาหารสำเร็จรูป แปดริ้ว	หน้าที่ 4
รหัสฟอร์ม	Fr-04	ผู้จัดทำ	สุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย	วันที่

ขอบเขต	รายการ	ค่า LCI หน่วย	ค่า LCI ปริมาณ	ค่า EF (CO2 eq./หน่วย) Co2 [kg CO2/unit]	ค่า EF Ch4 [kg Ch4/unit]	ค่า EF N2O [kg N2O/unit]	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	Heating value (TJ/Ton)	ปริมาณ GHG (CO2 eq./หน่วย) Co2 [kg CO2/unit]	ปริมาณ GHG Ch4 [kg Ch4/unit]	ปริมาณ GHG N2O [kg N2O/unit]	ปริมาณ GHG HFC [kg HFC/unit]	ผลคูณ Kg Co2 eq	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ton Co2 eq	สัดส่วน (%)	คำอธิบายเพิ่มเติม
	LPG station	Kg	4,143.00	3.1106	0.0000	0.0000	3.1133		12,887.2005	0.2042	0.0204	-	12,898.3925	12.90	0.50	
	น้ำมันเตา (Bunker A)	Litr	781,100.00	0.0000	0.0000	0.0000	-	0.04372	2,468,904.7104	95.6940	19.1388	-	2,477,000.4212	2,477.00	96.73	
	Fier pump (ดีเซล)	Litr	436.32	2.6987	0.0001	0.0000	2.7080		1,177.5064	0.0477	0.0095	-	1,181.5395	1.18	0.05	
	รถยนต์ 1 คัน ข้อมูลจากฟลีทการ์ด (ดีเซล)	Litr	3,877.49	2.6987	0.0001	0.0001	2.7446		10,464.2676	0.5508	0.5508	-	10,642.1601	10.64	0.42	
	ปริมาณน้ำมันของพนักงาน (Car Alowance) (เบนซิน)	Litr	2,370.45	2.1816	0.0010	0.0001	2.2376		5,171.2948	2.4625	0.2388	-	5,304.0172	5.30	0.21	
	ปริมาณก๊าซ LPG ของรถพนักงาน (Car Alowance)	Litr	30.46	1.4934	0.0017	0.0000	1.5362		45.4954	0.0503	0.0002	-	46.8007	0.05	0.00	
	การปล่อยก๊าซจากระบบบำบัดน้ำเสีย Waste water (Ch4)	Kg	0.00	0.0000	25.0000	0.0000	25.0000		-	-	-	-	-	-	0.00	
	สารทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ R 410	Kg	7.12	0.0000	0.0000	0.0000	2,088.0000		-	-	-	-	14,866.5600	14.87	0.58	
	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น,ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R 134A	Kg	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	1,430.0000		-	-	-	5.8988	5.8988	0.01	0.00	
	สารทำความเย็น (ตู้แช่เย็น,ตู้กดน้ำดื่มเย็น) R 404 A	Kg	0.0210	0.0000	0.0000	0.0000	3,922.0000		-	-	-	82.3620	82.3620	0.08	0.00	
	สารดับเพลิง	Kg	405.00	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000		405.0000	-	-	-	405.0000	0.41	0.02	
	การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน	Kg	1,533.84	0.0000	25.0000	0.0000	25.0000		-	38,346.0000	-	-	38,346.0000	38.35	1.50	
		รวม	793,903.71										2,560,779.15	2,560.78	100.00	
ประเภท 2	ไฟฟ้าที่ซื้อจากกัลฟ์	Kwh	8,354,181.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.4194		-	-	-	-	3,503,831.4367	3,503.83	100.00	
		รวม	8,354,181.00										3,503,831.44	3,503.83	100	
ประเภท 3	การใช้น้ำประปาภูมิภาค	Litr	115,777.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.7043		-	-	-	-	81,541.7411	81.54	54.42	
	เศษอาหารข้อมูลจาก สก.3 ของปี 58	Kg	26,996.20	0.0000	0.0000	0.0000	2.5300		-	-	-	-	68,300.3860	68.30	45.58	
		รวม	142,773.20										149,842.13	149.84	100.00	
แยกส่วน	สารทำความเย็น R 22	kg	14.03	0.0000	0.0000	0.0000	1,810.0000		-	-	-	-	25,399.4585	25.40	100.00	
		รวม	14.03										25,399.46	25.40	100.00	

ภาคผนวก ข-2 การคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ปี 2558

ขั้นตอนกระบวนการผลิต	รายการ		ค่า LCI			แหล่งที่มาของค่า LCI	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ผลรวมค่า EF CO2eq	สัดส่วน				
			หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU								
ไฟฟ้า	สารขาเข้า												
	electricity	Kwh		688,800.00	0.0009	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.6093	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0005	0.13
	Fuel Consumption (Natural gas (HHV))	MMBTU		6,216,562.31	0.0079	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	53.15206	N/A	N/A	N/A	N/A	0.4183	99.75
	Raw Water Cobsumption	m3		1,040,030.00	0.0013	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.0000	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0000	0.00
	สารขาออก												
	ไฟฟ้า	KV-H		789,838,893.76	1.0000								
	ผลิตภัณฑ์	Kg		182,744.02	0.0002	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	2.3200	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0005	0.13
						ปริมาณ CH_4 /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ		0.00E+00	0.00				
						ปริมาณ N_2O /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ		0.00E+00	0.00				
						ปริมาณ CO2eq /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ						0.4194	100.00
จัดทำโดย						เสร็จสิ้นกิจกรรม							
	สไลด์ แฟร์ชัรสุขมัย												

Fuel	unit	GHG	kgGHG/unit	GWP	[kg CO2eq/unit]		Total	แปลงให้เป็นหน่วย [kg CO2eq/unit]
Natural gas (HHV)	MMBTU	CO_2	5.31E-02	1	0.0531	0.0532	53.15206	
		CH_4	9.50E-07	25	0.0000			
		N_2O	9.50E-08	298	0.0000			

ที่มา : API. 2009. Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry

Table 1. Comparison of CO_2 emission factors for fuel combustion: common industry fuel types.

		Metric Tons of CO2 / MMBTU (HHV)						
Variability (%)	Fuel Types	API CO_2 Emission Factor[1]	AGO Workbook 1.1 (Table 4)	IPCC Volume 3 (Table 1-1)	DEFRA, DECC Protocol[1]	WRI/ WBCSD[2]	CIEEDAC
3.8	Aviation Gas	0.0692	0.0717		0.0703	0.0693	
14.4	Bitumen	0.0810	0.0851	0.0808	0.0879	0.0831	
35.2	Coke (Coke Oven/Gas Coke)	0.1085	0.1280	0.1083	0.0879	0.1083	0.0893
5.4	Crude Oil	0.0743		0.0734	0.0703		
6.4	Distillate Fuel	0.0732	0.0718		0.0703	0.0732	0.0760
11.9	Electric Utility Coal	0.0964	0.0686		0.0879		
-	Ethanol	0.0700					
-	Flexi-Cokerr Low Btu Gas	0.113					
1.4	Gas/Diesel Oil	0.0742	0.0735	0.0742	0.0732	0.0732	
2.8	Jet Fuel	0.0723	0.0717		0.0703	0.0709	
4.4	Kerosene/Aviation Kerosene	0.0723	0.0735	0.0716	0.0703	0.0724	
3.8	Lignite	0.0976		0.1013		0.0977	
2.7	LPG	0.0629	0.0626	0.0632	0.0615	0.0631	
2.9	Butane	0.0668					0.0649
5.3	Ethane	0.0597		0.0617	0.0586		
11.6	Propane	0.0704				0.0631	0.0632
2.8	Misc. Petroleum Products and Crude	0.0721	0.0723		0.0703		
2.5	Motor Gasoline	0.0712		0.0694	0.0703	0.0710	
9.7	Naphtha (<104°F)	0.0685	0.0698	0.0734	0.0761		
0.0	Nat Gas Liquids	0.0832		0.0832			
6.8	Natural Gas	0.0531	0.0542	0.0832	0.0556	0.0531	0.0620
7.3	Other Bituminous Coal	0.0931		0.0947	0.0879	0.0931	

ภาคผนวก ค

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกและการคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf)

ขององค์กรกรณีศึกษา ปี 2560

ภาคผนวก ค-1 บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ปี 2560

ภาคผนวก ค-2 การคำนวณค่า EF ไฟฟ้า (Gulf) ปี 2560

ขั้นตอนการผลิต	รายการ	ค่า LCI			แหล่งที่มาของค่า LCI	ค่า EF (kgCO2 eq./หน่วย)	ที่มา			แหล่งอ้างอิง EF	ผลรวมค่า EF CO2eq	สัดส่วน			
		หน่วย	ปริมาณ	ปริมาณ/ FU			Self co	1st	2nd TGO EF						
ขั้นตอนการผลิต	สารขาเข้า														
	electricity	Kwh	21,794	0.0000	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.6093	•			จากการคำนวณค่า EF ของบ้า Den	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0040
	Fuel Consumption (Net	MMBTU	6,220,191	0.0075	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	53.15206					N/A	N/A	N/A	N/A	99.9960
	Raw Water Cobsumpti	m3	604,057.33	0.0007	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ	0.0000			•	จากคู่มือการประเมินการปล่อยก๊าซ	N/A	N/A	N/A	N/A	0.0000
	สารขาออก														
	ไฟฟ้า	KW-H	823,899,101.98	1.0000	สำรวจจากกระบวนการผลิตจากผู้ส่งมอบ					จากคู่มือการประเมินการปล่อยก๊าซ	N/A	N/A	N/A	N/A	0.00
					ปริมาณ CH_4 /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ						0.00E+00	0.00			0.0000
					ปริมาณ N_2O /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากับ						0.00E+00		0.00		
					ปริมาณ CO2eq /หน่วยของ Gulf (ไฟฟ้า) ต่อ Functional Unit เท่ากัน										0.4013
	จัดทำโดย				เครื่องขั้นที่					ขั้นที่เกาใช้					100.00

Fuel	unit	GHG	kgGHG/unit	GWP	[kg CO2eq/unit]	Total	source	แปลงให้เป็นหน่วย [kg		
Natural gas (H	MMBTU	CO_2	5.31E-02	1	0.0531	0.0532		53.15206		
		CH_4	9.50E-07	25	0.0000					
		N_2O	9.50E-08	298	0.0000					

ที่มา : API, 2009, Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry

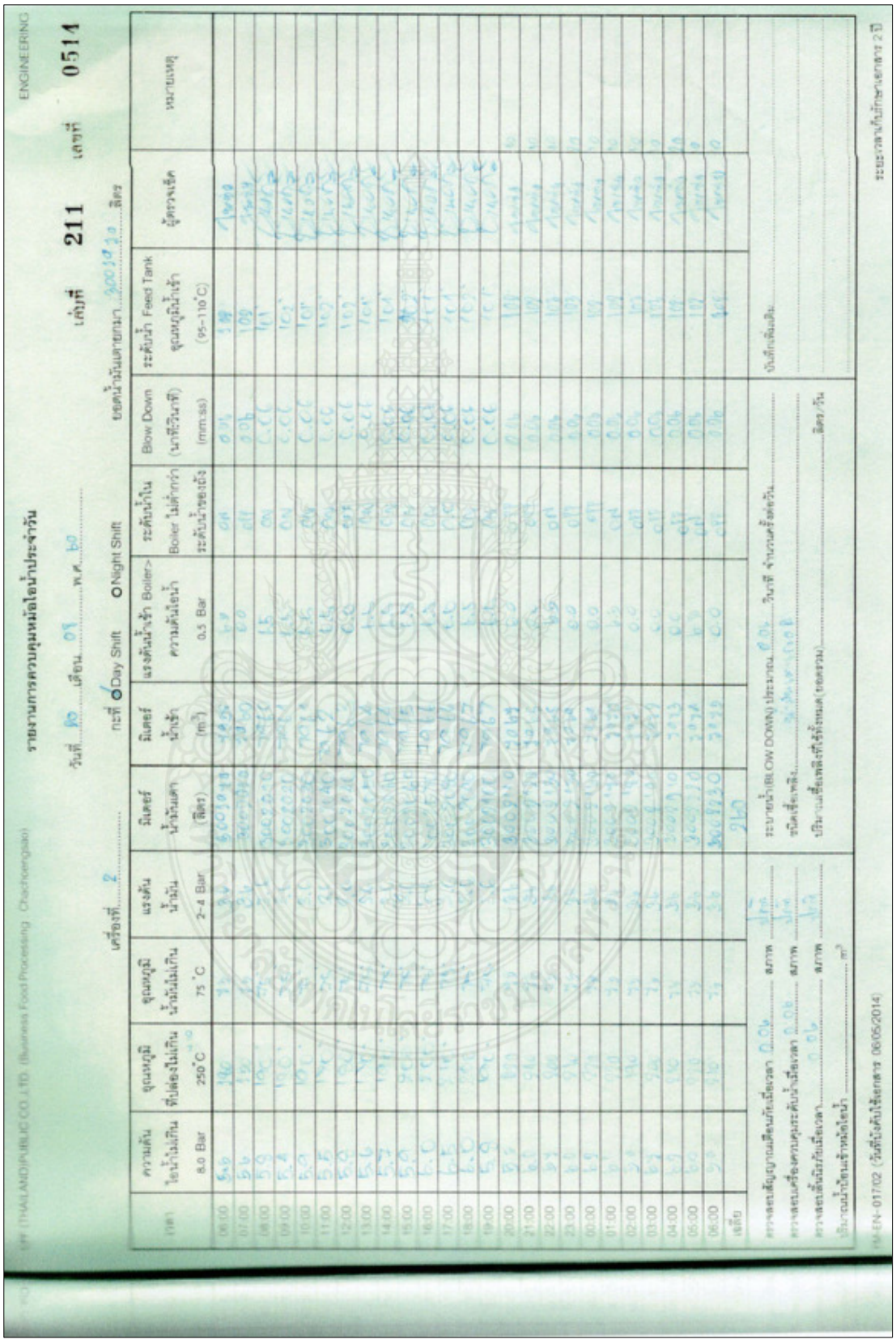
ภาคผนวก ง

ตัวอย่างใบรายงานควบคุมหม้อไอน้ำประจำวัน

(หมายเลข 1 และ หมายเลข 2) ปี 2560

ภาคผนวก ง-1 ตัวอย่างใบรายงานควบคุมหม้อไอน้ำประจำวัน (หมายเลข 1) ปี 2560

ภาคผนวก ง-2 ตัวอย่างใบรายงานควบคุมหม้อไอน้ำประจำวัน (หมายเลข 2) ปี 2560



ภาคผนวก จ

เอกสารตีพิมพ์ เกียรติบัตร

ภาคผนวก จ-1 หน้าปกเอกสารตีพิมพ์ การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 7 ปี 2561

ภาคผนวก จ-2 เกียรติบัตร การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม
และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 7 ปี 2561

SIIMC 2018

WEIS
THE FEDERATION OF THAI INDUSTRIES
WATER AND ENVIRONMENT INSTITUTE FOR SUSTAINABILITY

RMUTP

SIME

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เกียรติบัตรฉบับนี้มอบให้เพื่อแสดงว่า

ศิริธร แสงใส ปริญญ์ บุญกนิษฐ และ ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล

ได้เข้าร่วมการนำเสนอ และเผยแพร่ผลงานบทความวิจัย

เรื่อง การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด
กรณีศึกษา โรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทาน

ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรม และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน
ครั้งที่ 7 ประจำปี 2561 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร

วันที่ 28 กันยายน 2561

นางสาวพรรรัตน์ เพชรภักดี
ผู้อำนวยการอาวุโส สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล
รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

นายสุวัสส์ แพ่งธีระสุขมัย
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวศิริธร แสงใส

วัน เดือน ปีเกิด 20 กรกฎาคม 2521

ภูมิลำเนา อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรี วทบ.(สาธารณสุขศาสตร์)

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
มัธยมศึกษาปีที่ 1-6	โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม	2539
ปริญญาตรี (วิทยาศาสตรบัณฑิต)	มหาวิทยาลัยมหิดล	2544
ปริญญาโท (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	กำลังศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ผู้จัดการฝ่ายความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม

เลขที่ 26/3 หมู่ที่ 7 ตำบลคลองนครเนื่องเขต

อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000