

การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

กรณีศึกษา โรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทาน

Greenhouse Gas Reduction by Cleaner Technology

Case Study at Ready to Eat Factory

ศิริธร แสงใส, ปริญญ์ บุญกนิษฐ และณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

siritsan09@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กร กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทานจากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำหนดในขอบเขตที่ 1 (การใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรดเอ) และขอบเขตที่ 2 (การใช้พลังงานไฟฟ้า) พบว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 16.8 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 9.4 ดังนั้น จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ; ก๊าซเรือนกระจก ; เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

Abstract

This study aims to assess greenhouse gas reduction by product in case of Ready to Eat factory. Cleaner Technology was applied for greenhouse gas reduction in scope 1 (Fuel Oil Bunker A) and scope 2 (Electric power). Greenhouse gas emission shows a positive prospect with downward trend from 1.73 tCO₂e/unit in year 2016 to 1.44 tCO₂e/unit in year 2017 (16.8%). In addition, it is lesser than greenhouse gas emitted in year 2015 (1.59 tCO₂e/unit or 9.4%). These Results reveal that cleaner technology is suitable tool for greenhouse gas reduction in factory.

Key word : Carbon Footprint for Organization ; Greenhouse Gas ; Cleaner Technology

1. บทนำ (Introduction)

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีสาเหตุมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรม ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งเป็นตัวเร่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการสังสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ในชั้นบรรยากาศ ทำให้ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกและความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก อาทิ อุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติ เช่น อุทกภัย ภัยแล้ง และวาทภัยที่รุนแรงบ่อยครั้งขึ้น เป็นต้น จากการรายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาล ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้ระบุให้ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นภูมิภาคที่มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับประเทศไทยได้รับการจัดลำดับจากองค์กร Germanwatch ให้เป็นประเทศหนึ่งในสิบประเทศ ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่พึ่งพาการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจึงจำเป็นต้องเร่งเตรียมความพร้อมในการเสริมสร้างขีดความสามารถด้านการปรับตัว และการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อเข้าสู่การพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ มีภูมิต้านทานและความสามารถในการฟื้นตัวจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยในปี พ.ศ. 2558 พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้กล่าวถ้อยแถลงจุดยืน ในการมีส่วนร่วม แก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อที่ประชุม รัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 ณ กรุงปารีส สาธารณรัฐฝรั่งเศส ซึ่งแสดงเจตจำนงในการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 20-25 ภายใน ปี พ.ศ. 2573 โดยนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ พร้อมทั้งลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล [1] จากข้อมูลรายงานความก้าวหน้ารายสองปีฉบับที่ 2 ของประเทศไทย ที่นำเสนอต่ออนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 พบว่าในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทย มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ 232,560.33 GgCO_2eq (พันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมในภาคพลังงาน 74.35% ภาคเกษตร 15.98%

ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม 5.96% และภาคของเสีย 3.71% [2]

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization) คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่งวัตถุดิบในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า พิจารณาจาก 3 ส่วนหลักดังนี้ : ขอบเขตที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเครื่องจักร การใช้พาหนะขององค์กร (ที่องค์กรเป็นเจ้าของเอง) การรั่วซึม/รั่วไหล จากกระบวนการหรือกิจกรรม เป็นต้น ขอบเขตที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อม จากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) การซื้อพลังงานมาใช้ในองค์กร เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานไอน้ำ และขอบเขตที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ เช่น การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร โดยประโยชน์ของการทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในภาคธุรกิจสามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กร จำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ และหาแนวทางเพื่อลดขนาดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง อาจนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิต หรือทำการชดเชยคาร์บอนกับองค์กรอื่นๆ [3]

องค์กรกรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทานตระหนักว่า การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อย่างต่อเนื่องนั้น เป็นวิธีการที่สำคัญในการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดวิธีการแนวทางการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ซึ่งได้กำหนดให้ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ($\text{TonCO}_2\text{e/unit}$) เป็นดัชนีชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม มีการติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่อง และจากข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในปี พ.ศ. 2559 พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 6,345 TonCO_2e (1.73 $\text{TonCO}_2\text{e/unit}$) เพิ่มขึ้น 8.8% จากปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 6,064.61 TonCO_2e (1.59 $\text{TonCO}_2\text{e/unit}$) [4] ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี พ.ศ. 2558-2559

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือน กระจก (TonCO ₂ e)	ปริมาณก๊าซเรือน กระจกต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์* (TonCO ₂ e/unit)	ปริมาณก๊าซ เรือนกระจก (TonCO ₂ e)	ปริมาณก๊าซเรือน กระจกต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์* (TonCO ₂ e/unit)	สัดส่วน ปี 2559 (%)
	ปี 2558 (ปีฐาน)	ปี 2558 (ปีฐาน)	ปี 2559	ปี 2559	
ขอบเขตที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง					
1 LPG station	19.77	0.005	16.43	0.004	1
2 น้ำมันเตา (Bunker A)	2,369.19	0.621	2,829.95	0.773	96
3 Fire pump (ดีเซล)	1.18	0.000	0.54	0.000	0
4 รถยนต์ 1 คัน (ดีเซล)	10.64	0.003	11.3	0.003	0
5 Car Allowance (เบนซิน)	5.3	0.001	7.24	0.002	0
11 Car Allowance (ดีเซล)	ไม่มีการใช้	0.000	0.47	0.000	0
12 Car Allowance (LPG)	0.05	0.000	ไม่มีการใช้	0.000	0
6 ปล่อย CH ₄ บ่อน้ำเสีย	0	0.000	0	0.000	0
7 สารทำความเย็น (R 410)	25.4	0.007	29.73	0.008	1
8 สารทำความเย็น (R 134A)	0.01	0.000	0.01	0.000	0
9 สารทำความเย็น (R 404A)	0.08	0.000	0.08	0.000	0
10 ปล่อย CH ₄ ห้องน้ำคนงาน	14.87	0.004	37.48	0.010	1
13 สารดับเพลิง CO ₂	0.41	0.000	ไม่มีการใช้	0.000	0
รวมทั้งหมด	2,459.84	0.644	2,933.23	0.801	100
ขอบเขตที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน					
1 การใช้ไฟฟ้า	3,499.35	0.917	3,412.08	0.932	100
รวมทั้งหมด	3,499.35	0.917	3,412.08	0.932	100

*หมายเหตุ : ปริมาณผลิตภัณฑ์ (FG) ปี 2558 = 3,818 Ton/year , ปี 2559 = 3,661 Ton/year

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2559 เกิดจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ ขอบเขต 1 คือ การใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรดเอ (96% ของขอบเขต 1) และขอบเขต 2 คือการใช้ไฟฟ้า (100% ของขอบเขต 2) ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมแนวใหม่ที่ได้รับการยอมรับว่า สามารถแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ต้นเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Cleaner Technology) ที่ช่วยลดพลังงานไฟฟ้า และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ [5] เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มีความจำเป็นต่อการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม พร้อมกับการพัฒนากระบวนการผลิตที่เน้นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

เมื่อนำไปใช้แล้วเกิดผลดีทั้งในด้านเศรษฐกิจ การพัฒนาอุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน [6] ดังนั้น การศึกษานี้ จึงนำแนวทางเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปล่อยที่มีนัยสำคัญ เพื่อให้บรรลุตามดัชนีชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [7]

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2559 เทียบปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน)

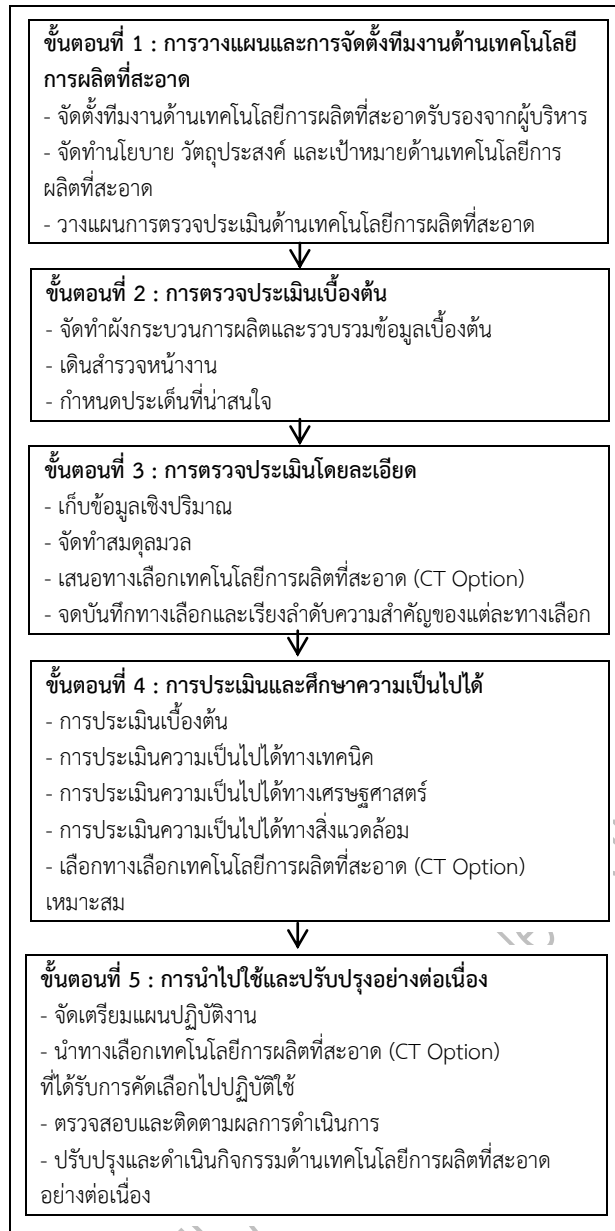
ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2559 (ข้อมูลที่ใช้คำนวณ ช่วงมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2559) เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) เพื่อประเมินขอบเขตแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่นำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2560

เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน กระบวนการผลิต และข้อมูลแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เช่น วัตถุดิบ ทรัพยากร และเชื้อเพลิง ขององค์กรกรณีศึกษาจำนวน 12 เดือน ในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ. 2560 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุในหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม [8] และทำการกำหนดขอบเขตแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือขอบเขต 1 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct Emission) และขอบเขต 2 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Emission) โดยอ้างอิงการคำนวณการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ตามแนวทางองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [9]

2.3 ดำเนินงานตามขั้นตอนเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ขั้นตอนการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้



2.4 คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

นำข้อมูลที่ได้แบ่งขอบเขตแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาทำการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ดังแสดงในสมการที่ 1

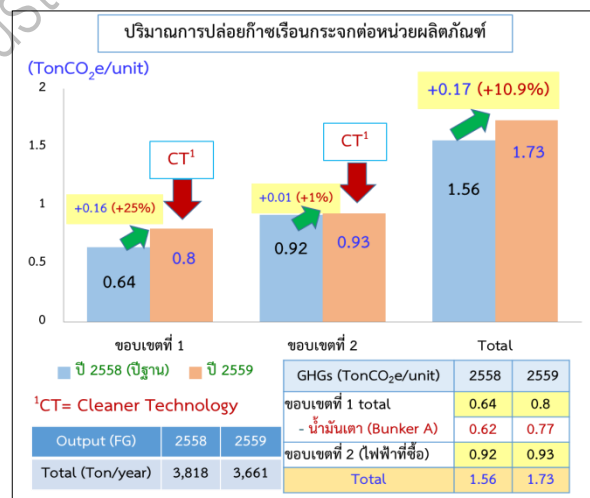
$$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} = \text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก} \quad (1)$$

2.5 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หลังการนำ CT Option ที่คัดเลือกไปปฏิบัติใช้ในองค์กรกรณีศึกษา

ดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2560 (หลังนำ CT Option ที่ถูกเลือกไปปฏิบัติ) กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จากการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาประยุกต์ใช้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายขององค์กรกรณีศึกษา

3. ผลการวิจัย (Results)

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ปี พ.ศ. 2559 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) และการพิจารณานำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แหล่งกำเนิดของขอบเขตที่ 1, 2 ดังนี้



กราฟที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
ปี พ.ศ. 2558-2559

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้น +0.17 TonCO₂e/unit หรือคิดเป็น 10.9% เทียบปี พ.ศ. 2558 (การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์จากขอบเขต 1 เพิ่มขึ้น 25% และขอบเขต 2 เพิ่มขึ้น 1%)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.1 องค์กรการณศึกษาโรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทาน มีการใช้วัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อไก่ แป้ง ผัก และข้าว โดยมีปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมด เท่ากับ 5,150 ตัน/ปี และมีปริมาณผลิตรพันธ์ทั้งหมด 5,007 ตัน/ปี จากกระบวนการผลิตเมื่อนำไปคำนวณหาร้อยละของผลิตรพันธ์ที่ได้จะทำให้ได้ %Yield เฉลี่ยประมาณ 97.22% ซึ่งแสดงข้อมูลในตารางที่ 2 โดยการหาค่า %Yield คำนวณได้จากน้ำหนักของผลิตรพันธ์ต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ใช้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\%Yield = \frac{\text{น้ำหนักของผลิตรพันธ์ (ตัน)} \times 100}{\text{น้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ทั้งหมด}} \quad (2)$$

ตารางที่ 2 ปริมาณวัตถุดิบและผลิตรพันธ์ขององค์กรการณศึกษา

เดือน	ปริมาณวัตถุดิบ (ตัน)	ปริมาณผลิตรพันธ์ (ตัน)	%Yield
ม.ค.	350	339	96.86
ก.พ.	400	398	99.50
มี.ค.	420	411	97.86
เม.ย.	440	424	96.36
พ.ค.	440	423	96.14
มิ.ย.	450	433	96.22
ก.ค.	450	438	97.33
ส.ค.	440	424	96.36
ก.ย.	460	454	98.70
ต.ค.	420	406	96.67
พ.ย.	420	405	96.43
ธ.ค.	460	452	98.26
รวม	5,150	5,007	-
เฉลี่ย	429.17	417.25	97.22

จากข้อมูลในตารางที่ 2 นำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต (Key Factor) ในการผลิตขององค์กรการณศึกษา ใน 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างผลิตรพันธ์ต่อวัตถุดิบ การใช้พลังงาน (ความร้อนและไฟฟ้า) ต่อหน่วยผลิตรพันธ์ และการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตรพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการผลิตและวัตถุดิบขององค์กรการณศึกษา

เดือน	วัตถุดิบ (ตัน ต่อหน่วยผลิตรพันธ์)	น้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตร ต่อหน่วยผลิตรพันธ์)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ชั่วโมง ต่อหน่วยผลิตรพันธ์)	น้ำมันเตา (ลิตร ต่อหน่วยผลิตรพันธ์)
ม.ค.	1.03	19.37	2,166.75	246.31
ก.พ.	1.01	18.13	1,760.24	226.26
มี.ค.	1.02	19.67	1,931.77	224.33
เม.ย.	1.04	18.55	1,839.48	201.53
พ.ค.	1.04	20.25	1,903.53	198.35
มิ.ย.	1.04	20.99	1,845.46	195.61
ก.ค.	1.03	19.03	1,873.83	187.79
ส.ค.	1.04	21.06	1,831.47	200.35
ก.ย.	1.01	22.75	1,855.87	198.46
ต.ค.	1.03	26.22	1,872.93	218.23
พ.ย.	1.04	26.09	1,875.64	199.14
ธ.ค.	1.02	26.75	1,701.28	209.85
เฉลี่ย	1.03	21.57	1,871.52	208.85
ค่าที่ดีที่สุด	1.01	18.13	1,701.28	187.79

3.2.2 องค์กรการณศึกษา จำแนกข้อมูลวัตถุดิบ ทรัพยากร และเชื้อเพลิง ที่เป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

ตารางที่ 4 การจำแนกข้อมูลแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขตที่	แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG)	หน่วย
1. แหล่งการปล่อย GHG ทางตรง	LPG (Station)	kg
	Boiler, Hot oil (น้ำมันเตา Bunker A)	Liter
	Fire pump (ดีเซล)	Liter
	รถยนต์ 1 คัน ฟลิทการ์ด (ดีเซล)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (เบนซิน)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (ดีเซล)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (LPG)	Liter
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (NGV)	kg
	การปล่อยก๊าซจากบ่อบำบัดน้ำเสีย (CH ₄)	kg
	สารทำความเย็น Air (R 410)	kg
	สารทำความเย็น (ตู้แช่, ตู้แช่ตู้เย็น) (R 134A)	kg
	สารทำความเย็น (ตู้แช่, ตู้แช่ตู้เย็น) (R 404A)	kg
	การปล่อย CH ₄ จากห้องน้ำพนักงาน	kg
2. แหล่งการปล่อย GHG ทางอ้อม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	kWh
	สารดับเพลิง CO ₂	kg

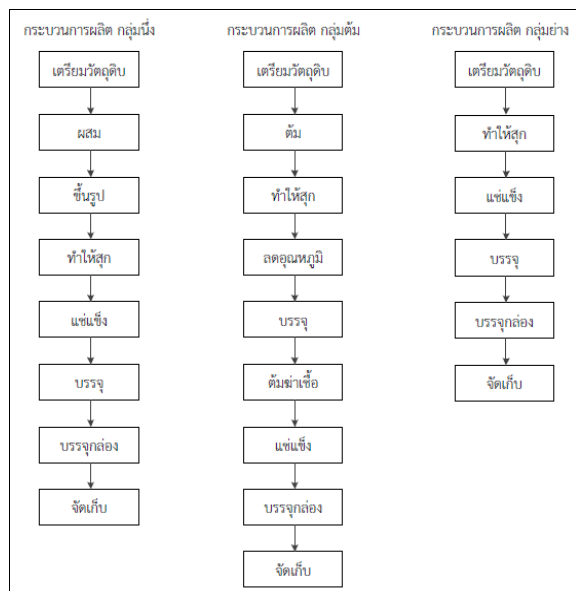
3.3 ผลดำเนินงานตามขั้นตอนเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและการจัดตั้งทีมงานด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ผู้บริหารสูงสุดขององค์กรกรณีศึกษาได้แสดงความมุ่งมั่นในการสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ เพื่อการดำเนินงานเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดขององค์กร ให้บรรลุตามเป้าหมาย โดยจัดตั้งคณะทำงานจำนวน 11 คน จากหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผลิต วิศวกรรม ประกันคุณภาพ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม และฝึกอบรมทีมงานโดยวิทยากรผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจากหน่วยงานภายนอก เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้องสามารถปฏิบัติใช้ได้จริงและวางแผนการดำเนินงาน

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 การตรวจประเมินเบื้องต้น

ผลการสำรวจพื้นที่และจัดทำผังกระบวนการผลิต ดังนี้



ภาพที่ 1 ผังกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตอาหารพร้อมรับประทาน พลังงานที่ใช้ประกอบด้วย พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องอัดอากาศ เครื่องทำความเย็น ปั๊มน้ำ เครื่องบรรจุ สายพานลำเลียง โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1701.28-2166.75 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ย 1,871.52 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วย

ผลิตภัณฑ์ และพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบไอน้ำ เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับหม้อน้ำเป็นน้ำมันเตาเกรดเอ โดยมีการใช้น้ำและน้ำร้อนในหลายขั้นตอนการผลิต เช่น ใช้ต้มน้ำผลิตภัณฑ์และการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงจึงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในกระบวนการผลิต สำหรับการใช้น้ำมันเตา มีค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อนอยู่ระหว่าง 7,468.22-9795.86 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ย 8,305.95 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในกระบวนการผลิต การใช้น้ำแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การใช้น้ำในกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการนึ่ง และการใช้น้ำในกระบวนการล้าง โดยมีค่าดัชนีการใช้น้ำอยู่ระหว่าง 18.13-26.75 ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ค่าเฉลี่ย 21.57 ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์

ดำเนินการวิเคราะห์โดยนำปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในรอบปีมาวิเคราะห์หาผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดลำดับความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจัดลำดับความสำคัญการประเมินเบื้องต้น

รายการ	ผลกระทบเชิง			ผลรวมคะแนน (Ax2)+(Bx2)+(Cx1)	ลำดับที่
	เทคนิค (A)	เศรษฐศาสตร์ (B)	สิ่งแวดล้อม (C)		
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	-	-

จากตารางที่ 5 พบว่าปัจจัยที่จะนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตเรียงตามลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้ ลำดับที่ 1 การใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์) ลำดับที่ 2 การใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์) ลำดับที่ 3 การใช้น้ำมันเตา (ลิตรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์) ลำดับที่ 4 การใช้เนื้อหมู เนื้อไก่ (ต้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ตามตารางที่ 6 สมการที่ 3 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนผลกระทบเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

คะแนนผลกระทบ	1	2	3	หมายเหตุ
เชิงเทคนิค	> 0-30%	31-60%	> 61%	ดำเนินการตามสมการที่ 3
เชิงเศรษฐศาสตร์	< 1 หมื่น	1 หมื่น-1 แสน	> 1 แสน	
เชิงสิ่งแวดล้อม	0-9	10-18	19-27	ผลรวม Q*E*D (ตารางที่ 7)

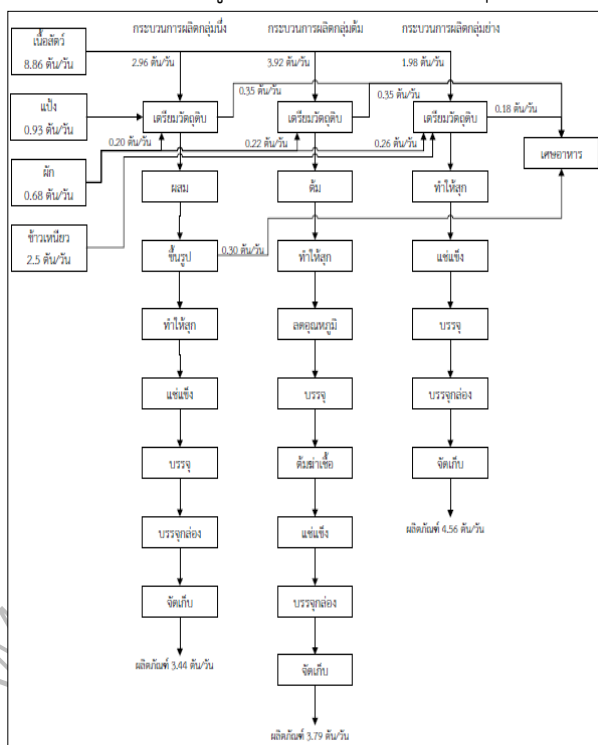
$$\text{ความสามารถในการปรับปรุงการผลิต (\%)} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ต่อเดือน} - \text{ค่าที่ดีที่สุด}}{\text{ค่าที่ดีที่สุด}} \times 100 \quad (3)$$

ตารางที่ 7 เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านปริมาณ (Q) ด้านผลกระทบ (E) และด้านกระจายตัว (D)

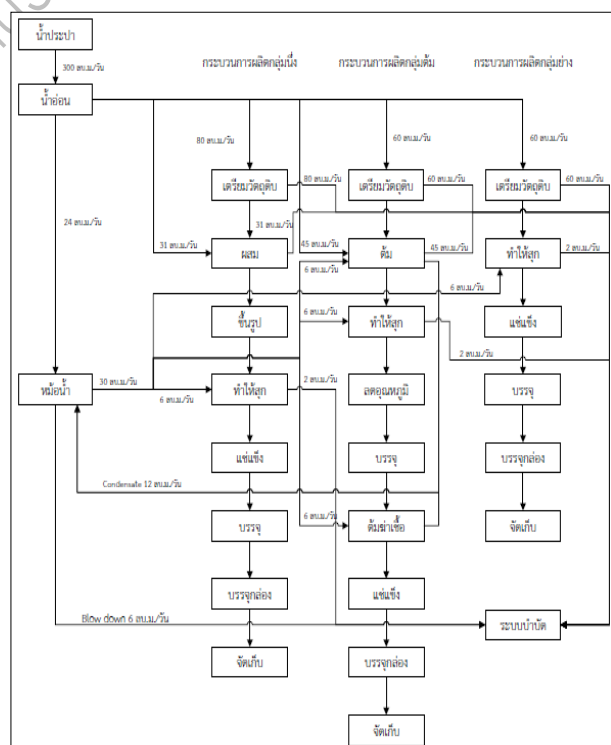
ผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ด้านปริมาณ (Quantity: Q)			
ปริมาณการใช้น้ำ	> 300,000 ลบ.ม./ปี	60,000-300,000 ลบ.ม./ปี	< 60,000 ลบ.ม./ปี
CO ₂ จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	> 10 ตัน/ปี	1-10 ตัน/ปี	< 1 ตัน/ปี
ด้านผลกระทบ (Effect: E)			
ปริมาณการใช้น้ำ	2 คะแนน		
CO ₂ จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	-	NO _x และ SO ₂	CO ₂
ด้านการกระจายตัว (Distribution: D)			
ปริมาณการใช้น้ำ	น้ำบาดาล	น้ำประปาของรัฐ	น้ำประปาของภาคเอกชน
CO ₂ จากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน	3 คะแนน		

3.3.3 ขั้นตอนที่ 3 การตรวจประเมินโดยละเอียด

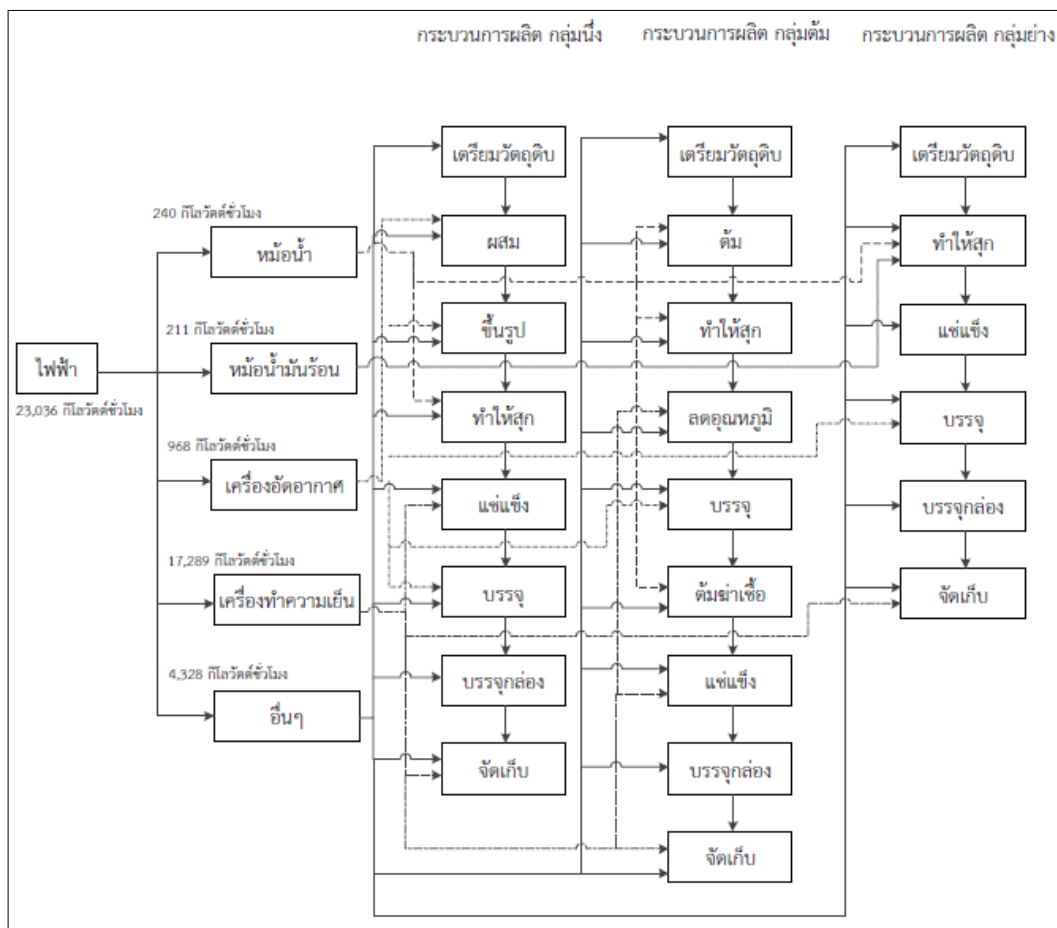
โดยทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและจัดทำสมดุลมวล ดังนี้



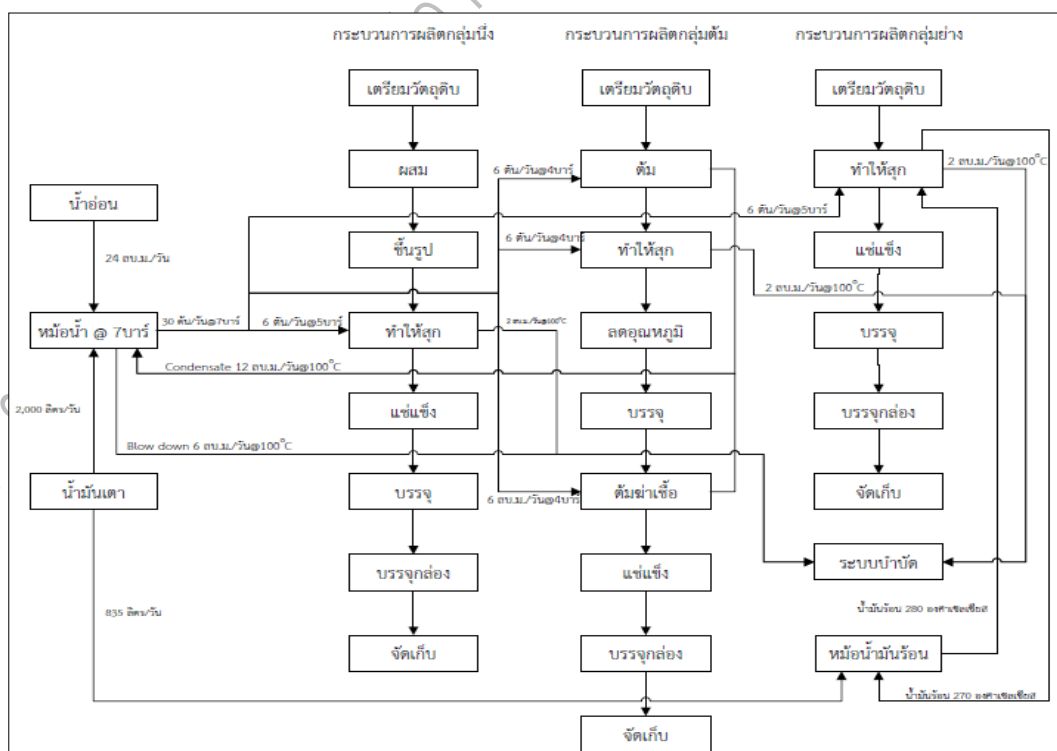
ภาพที่ 2 ผังสมดุลมวลการผลิต



ภาพที่ 3 ผังสมดุลมวลการใช้น้ำต่อวัน



ภาพที่ 4 ผังสมดุลมวลการใช้ไฟฟ้าต่อวัน



ภาพที่ 5 ผังสมดุลมวลการใช้พลังงานต่อวัน

3.3.4 ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและศึกษาความเป็นไปได้

จากการตรวจประเมินและวิเคราะห์ พบว่า มีประเด็นปัญหาและการสูญเสียด้านการใช้พลังงาน(ความร้อน,ไฟฟ้า) การใช้น้ำ จึงกำหนดแนวทางวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option) ในการปรับปรุงในแต่ละประเด็น ดังแสดงในตารางที่ 8

ดำเนินการคัดเลือกและจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่สามารถปฏิบัติได้ ดังแสดงในตาราง 9-11

ตารางที่ 9 การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดที่สามารถปฏิบัติได้

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	ทำได้ทันที	ต้องศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้
1. ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ	✓		
2. การลดการปล่อยความร้อนของหม้อน้ำโดยการควบคุมค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน		✓	
3. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมปริมาณอากาศอัดตามภาระการใช้งาน		✓	
4. การลดขนาดห้องฟรียส์สินค้า (Blast Freeze) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้า และลดการใช้	✓		

พลังงานไฟฟ้า ของ คอมเพรสเซอร์ จากระบบทำความเย็น			
---	--	--	--

ตารางที่ 10 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความเป็นไปได้ในการจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ดังนี้

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

สำหรับผลการคัดเลือกความเป็นไปได้ CT แสดงในตาราง 11

ตารางที่ 11 การจัดลำดับทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

ทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด	คะแนนความเป็นไปได้			คะแนนรวม (Ax2)+(Bx2)+(Cx1)	ลำดับที่
	เทคนิค (A)	เศรษฐศาสตร์ (B)	สิ่งแวดล้อม (C)		
1. ลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ (ลดการใช้น้ำมันเตา)	3	3	2	13	1
2. ลดการปล่อยความร้อนของหม้อน้ำโดยการควบคุมค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน	2	3	2	12	2
3. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมปริมาณอากาศอัดตามภาระการใช้งาน	3	2	2	12	2
4. การลดขนาดห้องฟรียส์สินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้า และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ ระบบทำความเย็น	3	3	1	13	1
คะแนนถ่วงน้ำหนัก	X 2	X 2	X 1	-	-

ตารางที่ 8 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ (CT Option)

ประเด็น	บริเวณ/ จุดสูญเสีย	ปัญหาและการสูญเสีย	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตและการ ป้องกันมลพิษ	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	เงินลงทุน/ มูลค่าการประหยัด/ ระยะเวลาคืนทุน
การใช้ พลังงาน (ความร้อน)	หม้อน้ำ No.1, 2	การใช้งานหม้อน้ำ No.1, 2 ขนาด 3 ตันต่อชั่วโมง 2 ชุด ปัจจุบันตั้งแรงดันไอน้ำเท่ากัน (6-7 บาร์) ทำให้เดินเครื่อง พร้อมกันและหยุดพร้อมกัน ส่งผลให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	ปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำ ชุดที่ 1 (6-7 บาร์) และปรับตั้งแรงดัน หม้อน้ำชุดที่ 2 (5.5-6.5 บาร์)	1. ลดปริมาณการ ใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันเตา) 2. ลดการปล่อย CO ₂	1. ลงทุน 0 บาท 2. ผลประหยัด 59,233 บาทต่อปี 3. ระยะเวลาคืนทุนทันที 4. CO ₂ เทียบเท่าที่ลดลง 17,257 กิโลกรัมต่อปี
การใช้น้ำ	หม้อน้ำ	โรงงานทำการบอวลวบน้ำที่ค่า ของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงไม่เกิน 1,200 mg/l ซึ่งตามมาตรฐาน แล้วค่าดังกล่าวต้องไม่เกินค่า มาตรฐานที่ 3,500 mg/l ถ้าปรับเพิ่มให้เป็นไปตามเกณฑ์ มาตรฐานแล้วจะทำให้ช่วย ประหยัดต้นทุนได้จำนวนมาก	ปรับเปลี่ยนเกณฑ์การ ระบายน้ำจากที่ กำหนดค่าของแข็งที่ ละลายน้ำได้สูงไม่เกิน 1,200 mg/l ปรับ เปลี่ยนให้สูงขึ้นแต่ไม่ เกินค่ามาตรฐานที่ 3,500 mg/l โดย ตรวจวัดของแข็งที่ ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solid ; TDS) ให้มีค่าใกล้เคียง กับค่ามาตรฐานที่ 3000-3,500 mg/l	1. ลดปริมาณการ ใช้น้ำจากการที่ลด การเติมน้ำเข้ามา ทดแทนน้ำที่ทำการ ระบายน้ำ 2. ลดปริมาณการ ใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) เนื่องจากน้ำที่ทำการ ระบายมีอุณหภูมิสูง 3. ลดภาระใน การบำบัดน้ำเสีย 4. ลดการปล่อย CO ₂	1. ลงทุน 0 บาท 2. ผลประหยัด 306,056 บาทต่อปี 3. ระยะเวลาคืนทุนทันที 4. CO ₂ เทียบเท่าที่ลดลง 89,174 กิโลกรัมต่อปี
การใช้ พลังงาน (ไฟฟ้า)	เครื่องอัด อากาศ	การใช้งานเครื่องอัดอากาศขนาด 90 กิโลวัตต์ มีโหลดการใช้งาน Onload เฉลี่ยเพียง 50% ทำให้ มีช่วง Unload 50% (ไม่ผลิต อากาศอัด แต่ใช้กำลังไฟฟ้า 40% ของพิกัดเครื่องอัดอากาศ)	ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อ ควบคุมปริมาณอากาศ อัดตามโหลดการใช้งาน	1. การประหยัด พลังงานด้านไฟฟ้า 2. ลดการปล่อย CO ₂	1. ลงทุน 540,000 บาท 2. ผลประหยัด 396,706 บาทต่อปี 3. ระยะเวลาคืนทุน 17 เดือน 4. CO ₂ เทียบเท่าที่ลดลง 44,593.26 กิโลกรัมต่อปี
การใช้ พลังงาน (ไฟฟ้า)	ห้องฟรีส สินค้า (Blast Freeze)	ห้องฟรีสสินค้ามีหน้าที่แช่แข็ง สินค้ากลุ่มชาหมีโดยมีอุณหภูมิ ตั้งแต่ -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส โดยการแช่แข็งสินค้านั้นไม่เต็ม พื้นที่ (มีพื้นที่คงเหลือ 20-30 % จากพื้นที่ห้องทั้งหมด) ส่งผลให้ คอมเพรสเซอร์ของระบบทำ ความเย็นทำงานเกินความจำเป็น (ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการแช่ แข็งสินค้า 50 % ของระบบทำ ความเย็นทั้งหมด) ทำให้สูญเสีย การใช้พลังงานไฟฟ้า	ปรับปรุงห้องแช่แข็ง สินค้าให้มีขนาดเล็กลง และพื้นที่การแช่แข็ง สินค้ามีความเหมาะสม กับสินค้า	1. การประหยัด พลังงานด้านไฟฟ้า 2. ลดการปล่อย CO ₂	1. ลงทุน 493,412 บาท 2. ผลประหยัด 743,488.2 บาทต่อปี 3. ระยะเวลาคืนทุน 0.7 เดือน 4. CO ₂ เทียบเท่าที่ลดลง 83,574.74 กิโลกรัมต่อปี

3.3.5 ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

จากตารางที่ 7 และ 9 องค์การกรณีศึกษา เลือกวิธีการนำไปใช้ปฏิบัติงานจริงด้านเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดและติดตาม
ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ใน 2 ประเด็นหลัก คือ

1. การลดปริมาณการใช้พลังงาน (ไฟฟ้า) จากการลดขนาดห้องฟรีสลิ้นค้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้าและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบทำความเย็น

2. การลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อน) จากการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ โดยการปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 1 (6-7 บาร์) และปรับตั้งแรงดันหม้อน้ำชุดที่ 2 (5.5-6.5 บาร์) เพื่อให้ช่วงเวลาการทำงานของหม้อน้ำสอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของกระบวนการผลิต ประมาณ 1,400-1,600 กิโลกรัมไอน้ำต่อชั่วโมง (เนื่องจากเดิมตั้งแรงดันใช้งานไว้ที่ 7 บาร์ เท่ากันทั้ง 2 ชุด ทำให้หม้อน้ำทั้ง 2 ชุด มีการหยุดและทำงานพร้อมกัน โดยหม้อน้ำสามารถผลิตไอน้ำรวมกันสูงสุดได้ 4,800 กิโลกรัมไอน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นกำลังการผลิตที่มากเกินไปความต้องการใช้งานส่งผลให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงน้ำเตาเผาสูงตามไปด้วย)

3.4 ผลคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก [4], [10]

ตารางที่ 12 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ก่อน-หลังดำเนินการ CT)

ขอบเขตที่	แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ปี 2559 (TonCO ₂ e) (ก่อนทำ CT)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ ปี 2559 (TonCO ₂ e/unit) (ก่อนทำ CT)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ปี 2560 (TonCO ₂ e) (หลังทำ CT)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย ผลิตภัณฑ์ ปี 2560 (TonCO ₂ e/unit) (หลังทำ CT)
1. แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	LPG (Station)	16.43	0.004	24.60	0.005
	Boiler, Hot oil (น้ำมันเตา Bunker A)	2,829.95	0.773 (96%)	3,330.56	0.665 (97%)
	Fire pump (ดีเซล)	0.54	0.000	2.71	0.001
	รถยนต์ 1 คัน ฟลิทการ์ด (ดีเซล)	11.30	0.003	11.97	0.002
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (เบนซิน)	7.24	0.002	8.18	0.002
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (ดีเซล)	0.47	0.000	0.84	0.000
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (LPG)	ไม่มีการใช้	-	0.13	0.000
	ปริมาณน้ำมันรถพนักงาน (NGV)	ไม่มีการใช้	-	0.27	0.000
	การปล่อย CH ₄ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย	0.00	0.000	0.00	0.000
	สารทำความเย็น Air Condition (R 410)	29.73	0.008	29.73	0.006
	สารทำความเย็น (ตู้แช่, ตู้น้ำดื่ม) (R 134A)	0.01	0.000	0.01	0.000
	สารทำความเย็น (ตู้แช่, ตู้น้ำดื่ม) (R 404A)	0.08	0.000	0.08	0.000
	การปล่อย CH ₄ จากห้องน้ำพนักงาน	37.48	0.001	46.77	0.009
	สารดับเพลิง CO ₂	ไม่มีการใช้	-	ไม่มีการใช้	-
	รวมขอบเขตที่ 1	2,933.23	0.801 (100%)	3,455.86	0.690 (100%)
2. แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	3,412.08	0.932 (100%)	3,748.99	0.749 (100%)
	รวมขอบเขตที่ 2	3,412.08	0.932 (100%)	3,748.99	0.749 (100%)
หมายเหตุ : ปริมาณผลิตภัณฑ์ (FG) ปี 2559 = 3,661 Ton/year , ปี 2560 = 5,007 Ton/year					

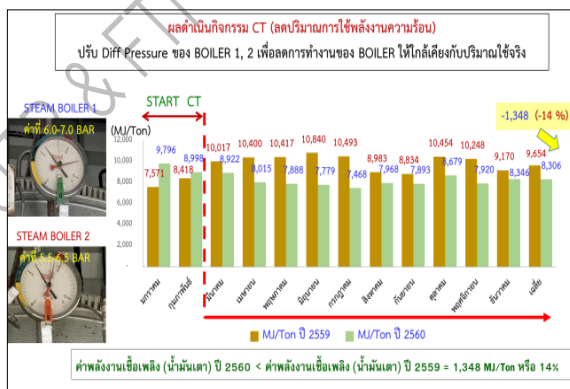
3.5 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หลังการนำ CT Option ที่คัดเลือกไปปฏิบัติใช้ในองค์กรกรณีศึกษา

ตารางที่ 13 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (ก่อน-หลังการทำ CT)

ขอบเขตที่/แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2559 (TonCO ₂ e/unit) (ก่อนทำ CT)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2560 (TonCO ₂ e/unit) (หลังทำ CT)
1 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	0.80	0.69
2 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม	0.93	0.75
รวมทั้งหมด	1.73	1.44
FG (Ton/year)	3,661	5,007
สรุป ปี 2560 ลดลงจากปี 2559 = -0.29 TonCO ₂ e/unit (-16.8%)		

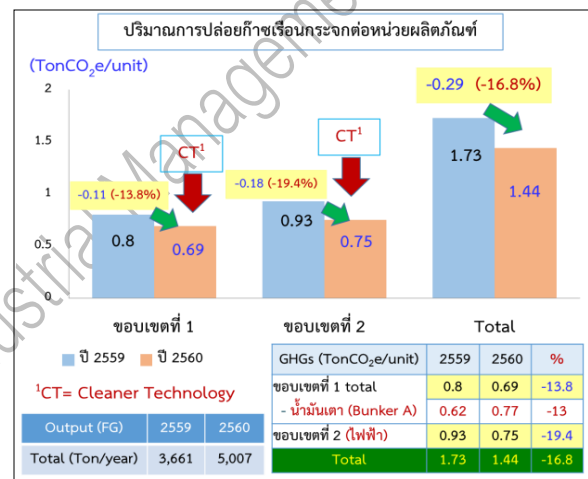
4. อภิปรายผล (Discussion)

จากการดำเนินกิจกรรม CT เพิ่มลดการลดปริมาณการใช้พลังงาน (ความร้อน) จากการลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของหม้อน้ำ พบว่า ค่าพลังงานเชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) ปี พ.ศ. 2560 มีค่าเฉลี่ย 8,306 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจาก ค่าพลังงานเชื้อเพลิง(น้ำมันเตา) ในปี พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 9,454 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1,348 เมกะจูลต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 14.0 จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขต 1 (แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง) ลดลง



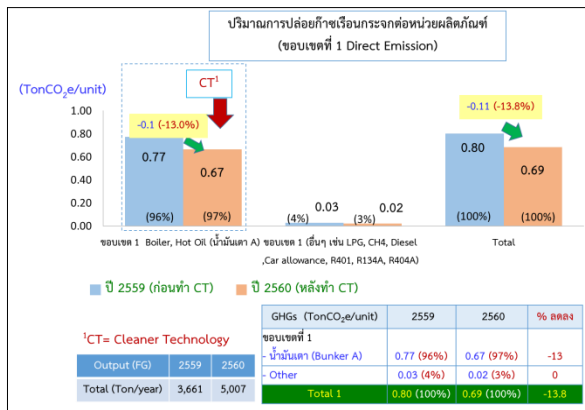
กราฟที่ 2 ผลการดำเนินกิจกรรม CT (ลดปริมาณการใช้พลังงานความร้อน) ปี 2559-2560

และจากข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรกรณีศึกษา พบว่าในปี พ.ศ. 2560 ขอบเขต 1 และขอบเขต 2 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรม มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 16.8 ดังแสดงในกราฟที่ 3



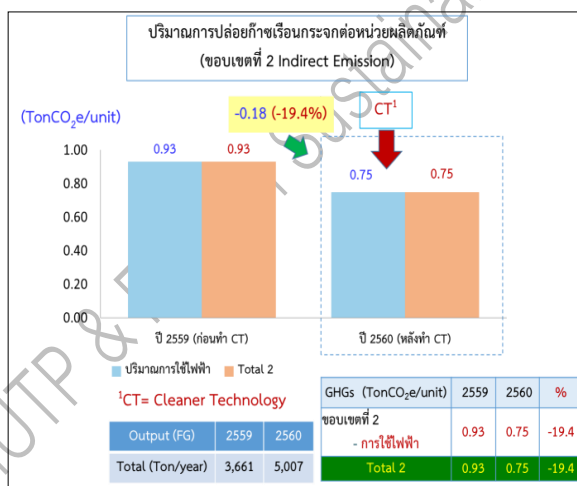
กราฟที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ปี 2559-2560

การได้มาซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าว พบว่า แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขต 1 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด มาใช้ในการปรับปรุงกิจกรรม (ทางเลือกที่ 1) ลดการสูญเสียพลังงานความร้อน (น้ำมันเตาเกรดเอ) ของหม้อน้ำ สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 0.67 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.77 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 13.0 ดังแสดงในกราฟที่ 4



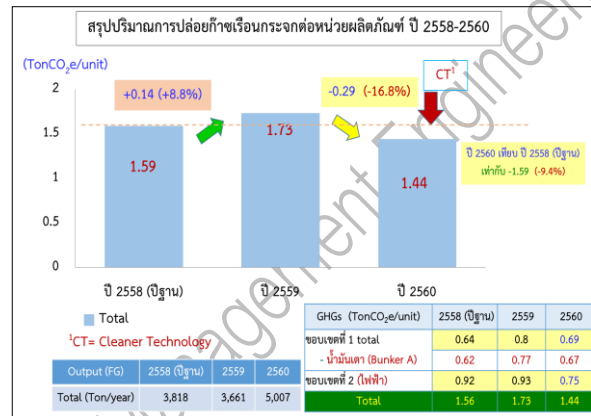
กราฟที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
(ขอบเขต 1 Direct Emission) ปี พ.ศ.2559-2560

และแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขต 2 ที่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ ในการปรับปรุงกิจกรรม (ทางเลือกที่ 4) การลดขนาดห้องฟรีสสินค้าเพิ่มประสิทธิภาพการแช่แข็งสินค้า และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าคอมเพรสเซอร์ระบบทำความเย็น สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 0.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 16.8 ดังแสดงในกราฟที่ 5



กราฟที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
(ขอบเขต 2 Indirect Emission) ปี พ.ศ.2559-2560

และเมื่อนำผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ทั้งขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) ปี พ.ศ. 2559 (ก่อนนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้) และปี พ.ศ.2560 (หลังนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้) พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในกราฟที่ 6



กราฟที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย
ผลิตภัณฑ์ ปี พ.ศ.2558-2560

5. สรุปผล (Conclusion)

จากผลการประเมิน ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ขององค์กรนักศึกษา โรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทานตามแนวทางคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงรูปแบบการประเมิน ตามหลักการขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ที่ผ่านการคัดเลือกลำดับความสำคัญด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ประเด็นมาปฏิบัติใช้ในองค์กร แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขต 1 การใช้พลังงานความร้อน ประเภชเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรดเอ และขอบเขต 2 การใช้พลังงานไฟฟ้า สรุปว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ลดลงจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.73 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 16.8 และเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2558 (ปีฐาน) ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลง เท่ากับ 9.4

ดังนั้น จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ให้บรรลุดัชนีชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 13 (การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับข้อมูลสนับสนุนจากองค์กรนักศึกษาโรงงานผลิตอาหารพร้อมรับประทานแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ใช้สำหรับพิจารณาในครั้งนี้ ได้ผ่านการทวนสอบข้อมูลที่ถูกต้องตามแนวทางคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงรูปแบบการประเมิน ตามหลักการขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ทั้งนี้ขอขอบคุณผู้บริหาร ทีมงานขององค์กรนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ทุกท่าน สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำ จนทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ,รายงานสรุปการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2559
- [2] Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning ,Second Biennial update report of Thailand, pp. 33-35, December 2016
- [3] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, ข้อมูลจาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization_is/organization_is.pnc (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 สิงหาคม 2561)
- [4] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงงานการผลิตอาหารพร้อมรับประทานกรณีศึกษา, รายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร, 4 สิงหาคม 2560
- [5] Montira Srisongkram ,Application of Clean Technology for Reducing Energy in Huataphan Hospital,Amnatcharoen Province,KKU , April-June 2012
- [6] จิตลดา หมายมั่น, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด(Cleaner Technology)
- [7] United Nations Thailand ,เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศไทย (The Global Goals For

Sustainable Development : 17 SDGs) ข้อมูลจาก <https://www.un.or.th/globalgoals/th/the-goals/>

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

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

[10] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงงานการผลิตอาหารพร้อมรับประทานกรณีศึกษา, รายงานการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร, 13 มิถุนายน 2561