การประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

น.ส.จิราวรรณ ฤกษ์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Assessment of energy usage and greenhouse gas emission from energy consumption of a home appliance factory

Miss Jirawan Rerkprakob

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Energy Technology and Management
Inter-Department of Energy Technology and Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อสารนิพนธ์	การประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
โดย	น.ส.จิราวรรณ ฤกษ์ประกอบ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ คูชลธารา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จิราวรรณ ฤกษ์ประกอบ : การประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน. (Assessment of energy usage and greenhouse gas emission from energy consumption of a home appliance factory) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านปี พ.ศ. 2562 โดยมีแหล่งที่มาจากการใช้พลังงานที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยรูปแบบการประเมินการใช้พลังงานใช้วิธีการประเมินค่าดัชนีชี้วัดค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) และการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) ผลการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 99.53±6 MJ/หน่วย และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เท่ากับ 39,079.59 tCO_2eq /ปี โดยขอบเขตที่ 2 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเท่ากับ 34,384.12 tCO_2eq/ปี คิดเป็นร้อยละ 88 รองลงมาคือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง มีปริมาณเท่ากับ 4,430.19 tCO_2eq/ปี และขอบเขตที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 256.28 tCO_2eq/ปี คิดเป็นร้อยละ 11 และร้อยละ 1 ตามลำดับ ดังนั้น แนวทางการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพคือมาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ 1) มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w และเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น High Bay LED 110w 2) การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงานโดยโปรแกรม SCADA และ 3) มาตรการการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำแทนการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ซึ่งทั้งสามมาตรการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 1,949,262.25 kWh/ปี และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรลงได้ 7,136.88 tCO_2eq/ปี คิดเป็นร้อยละ 18.98 ของปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280005420 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORD: Home appliance factory Carbon Footprint for Organization Energy conservation Greenhouse gas reduction

Jirawan Rerkprakob : Assessment of energy usage and greenhouse gas emission from energy consumption of a home appliance factory. Advisor: Prof. ORATHAI CHAVALPARIT, Ph.D.

The objective of this research was to assess the specific energy consumption index (SEC) and greenhouse gas (GHG) emission from home appliance factories in 2019 and introduced measures to reduce energy consumption and greenhouse gas emissions of the organization. The methodology used to assess greenhouse gas emissions based on carbon footprint organization developed by Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). The result showed that the SEC was 99.53±6 MJ/unit and greenhouse gas emissions from home appliance factories was 39,079.58 tCO_2eq/year. The largest emissions source was from electricity consumption (scope 2) 34,384.12 tCO_2eq /year which accounted for 88 % of total GHG emission. The GHG emission from scope 1 was 4,439.18 tCO_2eq /year and scope 3 was 256.28 tCO_2eq/year (11% and 1%) respectively. Therefore, the potential measure to reduce energy consumption and GHG emissions are 1) Replace the bulbs from T8 36w fluorescent to 10,000 18w LED Light and Hi-bay 400w to 800 High Bay LED Light 110w. 2) SCADA system to control air conditioning systems and 3) Use renewable energy from floating solar. All three measures can reduce electricity consumption of 1,839,323 kWh/year and reduce the GHG emissions of 7,416.83 tCO_2eq / year, accounting for 18.98% of the total greenhouse gas emissions from total electricity consumption.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Energy Technology and Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จาก ศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิจัยและข้อคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนช่วยแก้ไขและปรับปรุงเพิ่มเติมจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ทุกท่าน รศ.ดร.วิบูลย์ ศรีเจริญชัยกุล และ รศ.ดร.ประพันธ์ คูชลธารา ที่กรุณาให้คำแนะนำรวมถึงให้ข้อเสนอแนะจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณบริษัท ฮิตาชิ คอนซูมเมอร์ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำการศึกษาในครั้งนี้ จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้องๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจคอยสนับสนุนด้านต่าง ๆ และคอยให้ความช่วยเหลือตลอดจนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

จิราวรรณ ฤกษ์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย 3
2.2 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม 6
2.2.1 การประเมินดัชนีชี้วัดค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC) 6
2.2.2 ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) 7
2.2.3 การประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรม 7
2.2.4 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน 8
2.3 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) 10
2.3.1 ชนิดของก๊าซเรือนกระจก 11

Chulalongkorn University

2.3.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร 13
2.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า 14
2.4.1 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม 14
2.4.2 การลดก๊าซเรือนกระจกจากการอนุรักษ์พลังงาน 15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
2.5.1 การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม 16
2.5.2 การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก 18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 21
3.1 กำหนดขอบเขตข้อมูลพื้นฐานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน (Organization boundary) 22
3.1.1 ข้อมูลโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน 22
3.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน เพื่อนำมาประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้นและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร 23
3.2.1 การประเมินการใช้พลังงานและจัดการพลังงานเบื้องต้น มีแผนการดำเนินงาน ดังนี้ 23
3.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 25
3.4 ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานทดแทน 25
3.5 สรุปผลการศึกษาและประเมินการลดการใช้พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน 25
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 26
3.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยคำนวณเป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย 26
3.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยอธิบายและจัดหมวดหมู่ของข้อมูล 26
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 27
4.1 ข้อมูลการผลิตปี 2562 27
4.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2562 29
4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว ปี 2562 31

4.3.1. ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต 31
4.3.2. ก๊าซปิโตรเลียมเหลวใช้กับรถยก 32
4.4 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปี 2562 32
4.4.1. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยก 32
4.4.2. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ 33
4.5 คำนวณค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลิต (Specific Energy Consumption; SEC) ของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ปี พ.ศ. 2562 33
4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานตัวอย่าง ปี2562 35
4.6.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission) 36
4.6.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy indirect GHG emissions) 41
4.6.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่น ๆ (Other indirect GHG emission) 42
4.7 วิเคราะห์ผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน 43
4.7.1 ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct GHG emission) 43
4.8 มาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน 47
4.8.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง 47
4.8.2 การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA 50
4.8.3 การใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating) 52
4.9 การศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ 55
4.9.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านระบบแสงสว่าง 55
4.9.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ 55
4.9.3 มาตรการด้านพลังงานทดแทน 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.10 แนวทางการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆในอนาคต 56
4.11 ผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน 57
บทที่ 5 ผลการดำเนินงานวิจัย 58
5.1 สรุปผลวิจัย 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 60
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาในครั้งต่อไป 60
บรรณานุกรม 61
ภาคผนวก 62
ประวัติผู้เขียน 84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 จำนวนผู้ประกอบการ (ราย) ปี 2563 4

ตารางที่ 2.2 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ 12

ตารางที่ 2.3 ปริมาณก๊าซต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก..... 19

ตารางที่ 2.4 วิธีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้านพลังงาน . 19

ตารางที่ 3.1 ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางตรง 24

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางอ้อม 24

ตารางที่ 3.3 ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางอ้อมอื่นๆ..... 24

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านของโรงงานกรณีศึกษา ในปี พ.ศ. 2562..... 27

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2562 29

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวปี 2562..... 31

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต ปี 2562 34

ตารางที่ 4.5 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแหล่งที่มาของกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก..... 35

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต..... 36

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำมันของยานพาหนะที่บริษัทฯ เป็นเจ้าของ 37

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรถยก.... 39

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำมันของรถยก 40

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 41

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการใช้น้ำประปา ปี2562 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.12 กิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง 44
ตารางที่ 4.13 สรุปผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2562 45
ตารางที่ 4.14 สรุปมาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 47
ตารางที่ 4.15 ผลประหยัดการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w 48
ตารางที่ 4.16 ผลประหยัดการเปลี่ยนเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w 48
ตารางที่ 4.17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ 49
ตารางที่ 4.18 ผลประหยัดการควบคุมระบบปรับอากาศด้วยโปรแกรม SCADA 51
ตารางที่ 4.19 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตการการควบคุมระบบปรับอากาศ 52
ตารางที่ 4.20 ข้อมูลโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ 53
ตาราง ก- 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร 63
ตาราง ก- 2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Thailand Grid Emission Factor for GHG Reduction Project/Activity) 63
ตาราง ข- 1 ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต ปี 2562 64
ตาราง ข- 2 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรของ 3 ขอบเขต 66
ตาราง ค-1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ 72
ตาราง ค- 2 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากการควบคุมการทำงานคอมเพรสเซอร์ 75
ตาราง ค-3 ข้อมูลโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating Solar 8 mWp) 79
ตาราง ค- 4 ตารางคำนวณการคาดการ์ค่าไฟฟ้าที่ลดลงได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ ตามอายุสัญญา 25 ปี 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของไทย 4
ภาพที่ 2.2 ภาพรวมโครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 5
ภาพที่ 2.3 การอนุรักษ์พลังงานแบบไม่ยั่งยืน..... 8
ภาพที่ 2.4 การอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน..... 10
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 21
ภาพที่ 4.1 ปริมาณการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์ เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2562..... 28
ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) กับปริมาณการผลิต (เครื่อง) ปี 2562..... 30
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (kg) กับปริมาณการผลิต ปี 2562..... 31
ภาพที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวของรถยก ปี 2562..... 32
ภาพที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยก ปี 2562..... 32
ภาพที่ 4.6 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ ปี2562..... 33
ภาพที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)..... 36
ภาพที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล..... 38
ภาพที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน..... 38
ภาพที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก..... 39
ภาพที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร) ของรถยก..... 40
ภาพที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน (ลิตร) ของรถยก..... 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) 42
ภาพที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำประปา 43
ภาพที่ 4.15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ปี 2562 46
ภาพที่ 4.16 สัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ปี2562 46
ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w 49
ภาพที่ 4.18 เปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w 50
ภาพที่ 4.19 ระบบควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศของระบบ SCADA 50
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงประสิทธิภาพการทำงานของคอมเพรสเซอร์ก่อน-หลังปรับปรุง 51
ภาพที่ 4.21 โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำขนาด 8 mWp 54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย จัดเป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ในปัจจุบันยังไม่มีการรายงานข้อมูลด้านปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption : SEC) และประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงงานควบคุมขนาดใหญ่ มีการใช้เครื่องจักรหนักจำนวนมาก และใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงในการผลิตค่อนข้างสูง รวมทั้งประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงาน ซึ่งจะสามารถช่วยผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านลดต้นทุนการผลิตจากการใช้พลังงานและให้การจัดการพลังงานภายในโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีผู้วิจัยศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่มบำรุงกำลังเพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน พบว่ามีมาตรการติดตั้งเครื่องควบคุมการเผาไหม้แบบอัตโนมัติ สามารถลดค่าดัชนีการใช้พลังงานโดยรวมต่อผลผลิต จาก 1,840 MJ/ตัน เหลือ 1,708 MJ/ตัน (สุชาติ สุวรรณาพิสิทธิ์, 2548) ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ได้มีการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก จากการศึกษาพบว่าทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในองค์กร คือ การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 167 tCO_2eq/ปี รองลงมาคือการลดงานเสียสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 13 tCO2eq/ปี (พุทธิพรรณ ปาละกาวงศ์ ณ อยุธยา, 2555)

ทั้งนี้มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยองค์การพลังงานระหว่างประเทศ ((IEA), 2009) พบว่าศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการพัฒนาเทคโนโลยีใน

อุตสาหกรรม พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและเทคโนโลยีมีผลต่อศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยการใช้ค่า SEC เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
2. ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน
3. นำเสนอมาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านโรงงานกรณีศึกษา อ. กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ครอบคลุมปี พ.ศ. 2562
2. ศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ และปริมาณการใช้น้ำมัน โดยใช้ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption; SEC) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า
3. ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้ากรณีศึกษา โดยอ้างอิงวิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
4. ศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่สามารถลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมนั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้ามาวิเคราะห์ เพื่อหามาตรการลดการใช้พลังงานที่เหมาะสม
2. ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเป็นข้อมูลให้กับโรงงานนำไปใช้ประโยชน์ในการเข้าร่วมโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER)
3. ได้แนวทางและมาตรการลดการใช้พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานของโรงงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัย

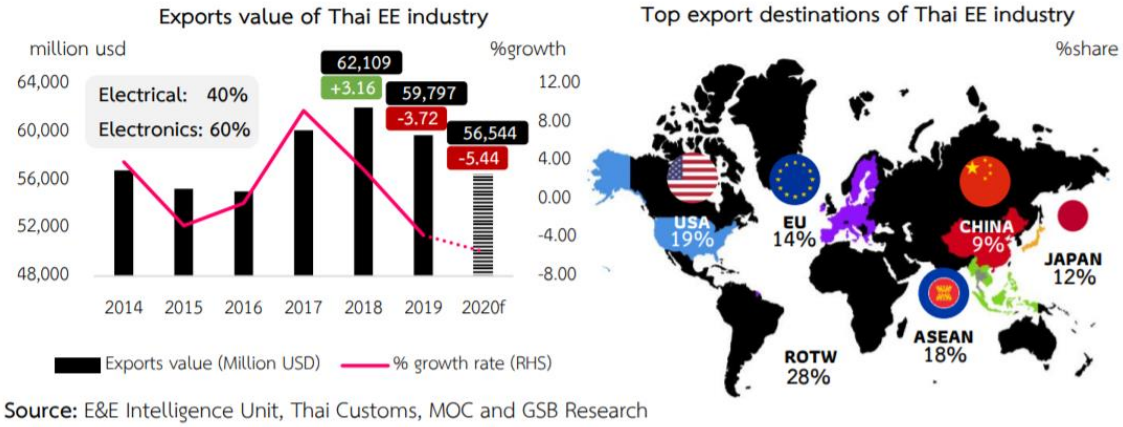
2.1 อุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (EE) เป็นอุตสาหกรรมที่เข้ามามีบทบาทสำคัญ ต่อระบบเศรษฐกิจไทยตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา เนื่องจากช่วยสร้างรายได้จากการส่งออกและการจ้างงานเป็นจำนวนมาก โดยไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อยู่สูงมาก โดยเฉพาะด้านทรัพยากรมนุษย์และภูมิศาสตร์ อุตสาหกรรมจึงมีการเติบโตมาอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจุบันไทยเป็นผู้ส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำคัญ ของโลก1/ ในหลายผลิตภัณฑ์ อาทิ เครื่องปรับอากาศ(อันดับที่ 2), เครื่องซักผ้า(อันดับที่ 2), คอมเพรสเซอร์(อันดับที่ 6), ตู้เย็น(อันดับที่ 8) และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์: HDD(อันดับที่ 2 ของโลก) เป็นต้น

จากข้อมูล ณ เดือนกุมภาพันธ์ปี 2020 ไทยมีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จำนวนทั้งสิ้น 2,509 ราย แบ่งออกเป็นผู้ประกอบการขนาดเล็ก (S) จำนวน 1,493 ราย, ผู้ประกอบการขนาดกลาง (M) จำนวน 547 ราย และผู้ประกอบการขนาดใหญ่ (L) จำนวน 469 ราย โดยมีจำนวนแรงงานรวมกว่า 752,539 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้สำหรับสถานการณ์ในปี2019 ไทยมีดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (EE) อยู่ที่ 95.64 ลดลงร้อยละ -3.38 (%yoy) จากกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์เป็นสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD), แผงวงจรรวม(IC) และแผงวงจรพิมพ์ประกอบแล้ว (PCBA) ขณะที่กลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้ากลับมาปรับตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากการผลิตเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น ทั้งนี้การหดตัวของอุตสาหกรรมในปี 2019 เป็นผลมาจากการชะลอตัวของเศรษฐกิจโลกค่าเงินบาทที่แข็งค่า รวมถึงสงครามการค้าระหว่างสหรัฐฯ กับจีน ซึ่งส่งผลให้ไทยมีมูลค่าการส่งออกสินค้า EE รวมทั้งสิ้นเพียง 59,796.62 ล้านเหรียญสหรัฐ ปรับตัวลดลงร้อยละ -3.72 (%yoy) โดยไทยมีตลาดส่งออกสำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ สหรัฐฯ (19%), อาเซียน (18%), อียู (14%), ญี่ปุ่น (12%), และจีน (9%) ตามลำดับดังภาพที่2.1



ภาพที่ 2.1 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของไทย (หน่วยวิเคราะห์เศรษฐกิจภาคการผลิต ส่วนเศรษฐกิจรายสาขา ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน, 2563)

ทั้งนี้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่ตามนิคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดชลบุรี, จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, กรุงเทพฯ/สมุทรปราการ, จังหวัดลำพูน และจังหวัดนครราชสีมา โดยข้อมูลในปี 2563 จำนวนผู้ประกอบทั้งสิ้น 2,509 ราย แบ่งตามขาดธุรกิจแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนผู้ประกอบการ (ราย) ปี 2563 (สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, 2563)

ประเภทผู้ประกอบการ	เล็ก	กลาง	ใหญ่	รวม
Electrical	287	89	73	**449**
Electrical Parts	403	173	120	**696**
Electronics	271	134	191	**596**
Trader	256	40	16	**312**
Supporting Industries	209	83	43	**335**
Other	67	28	26	**121**
รวม	**1,493**	**547**	**469**	**2,509**

หมายเหตุ ขนาดธุรกิจ กำหนดจากขนาดแรงม้าเครื่องจักร

โครงสร้างอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำและอุตสาหกรรมสนับสนุน ดังนี้

1) อุตสาหกรรมต้นน้ำ คือ การออกแบบวงจรไฟฟ้า (IC Design) การผลิตและเจือสารแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Fabrication) โดยกระบวนการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก

2) อุตสาหกรรมกลางน้ำ คือ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนและส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยการผลิตแผงวงจรไฟฟ้า (Integrated Circuit) แผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuited Board: PCB) ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์กึ่งตัวนำ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) มอเตอร์ และคอมเพรสเซอร์เป็นต้น

3) อุตสาหกรรมปลายน้ำ คือ การนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าสำเร็จรูป คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์โทรคมนาคม ฯลฯ

4) อุตสาหกรรมสนับสนุน เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการผลิตของอุตสาหกรมมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วนพลาสติก โดยมีกระบวนการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ การปั๊มขึ้นรูป การชุบเคลือบผิวโลหะ งานเครื่องมือกล การหล่อ การเชื่อม การฉีดพลาสติก และการขึ้นรูปยาง

ภาพที่ 2.2 ภาพรวมโครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557)

2.2 การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญกับการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้น แต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

$$\text{SEC} = \frac{\sum Energy\ input\ (Mj\ or\ kWh)}{\sum Product\ output\ (Unit)}$$

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมยังคงเป็นภาคธุรกิจที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดใกล้เคียงกับภาคขนส่ง ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่อยู่ในช่วงการขยายตัวทางเศรษฐกิจมาอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การใช้พลังงานทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคการขนส่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ไม่มีความตระหนักหรือให้ความสำคัญถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากนัก โดยเฉพาะผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม

2.2.1 การประเมินดัชนีชี้วัดค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption: SEC)

การประเมินการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้ประกอบการได้ทราบถึงประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเพื่อลดต้นทุนด้านการใช้พลังงาน ซึ่งค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะเป็นตัวชี้วัดปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตที่โรงงานผลิตนั้น ๆ ได้รับ โดยคำนวณมาจากปริมาณการใช้พลังงานี่โรงงานได้ใช้ไปเทียบกับปริมาณการผลิตในช่วงเวลาหนึ่ง เช่น 1 เดือน หรือ 1 ปี ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

โดยที่

SEC	=	ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน
Energy Input	=	ผลรวมของพลังงาน โดยคิดจากพลังงานสุทธิ
Product Output	=	ผลรวมของปริมาณผลผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน

หากต้องการหาค่า SEC รวม ต้องแปลงพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูป MJ ให้คูณด้วย 3.6 ซึ่งเป็นค่าคงที่ และนำมารวมกับค่าพลังงานอย่างอื่นซึ่งได้มาจากปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไป คูณกับค่าความร้อนจำเพาะของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

2.2.2 ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

โรงงานอุตสาหกรรมควรมีการควบคุมการใช้พลังงาน เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิตในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจึงมีประโยชน์อย่างมากที่จะทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต ดังนั้น เพื่อควบคุมการใช้พลังงาน โรงงานผลิตควรจะจัดทำและวิเคราะห์ค่าดังกล่าวทุกเดือน โดยบันทึกข้อมูลและนำเสนอเป็นกราฟ เพื่อให้ทราบว่าการใช้พลังงานของโรงงานผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือแย่ลงหรือไม่ หากผลที่ได้แย่ลง ควรตรวจสอบว่าค่าที่ได้ในช่วงนั้นมีค่าต่ำกว่า SEC เฉลี่ยหรือไม่ เพื่อนำไปอธิบายและหาสาเหตุของความสิ้นเปลืองพลังงานที่เกิดขึ้นว่าน่าจะเกิดมาจากสาเหตุใด และทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันเวลา

การสังเกตแนวโน้มของค่า SEC และการตั้งค่าเป้าหมาย (Target) จากข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลังในอดีต จะสามารถทำให้การใช้พลังงานของโรงงานผลิตมีการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานจากอดีตจนถึงปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตว่ามีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร อีกทั้งยังสามารถนำไปเทียบเคียงกับค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานผลิตในลักษณะเดียวกัน SEC Benchmark ทำให้ทราบว่าโรงงานผลิตมีการใช้พลังงานอยู่ในระดับใดได้อีกด้วย

2.2.3 การประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรม

การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึง การลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญกับการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้น แต่ยังเป็นความจำเป็น และมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

การประหยัดพลังงานในโรงงาน ควรมีการดำเนินเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุดและใช้เงินลงทุนน้อยที่สุดไปจนถึงงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูง และเงินลงทุนมาก ได้แก่

1) การบำรุงรักษาและการดูแลเบื้องต้น (House Keeping) การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้เป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลรักษาที่ถูกต้อง

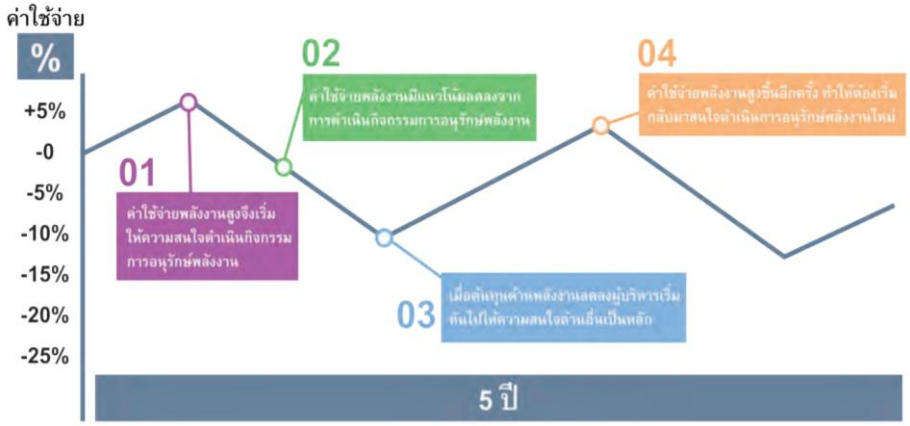
วิธีเหล่านี้โดยมากแล้ว จะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีระยะคืนทุนสั้น ๆ คือ น้อยกว่า 4 เดือน

2) การปรับปรุงขบวนการเดิมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่าง ๆ ลดน้อยลง ซึ่งจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปมาตรการนี้จะต้องการเงินลงทุน ปานกลาง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1 - 2 ปี

3) การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment) เมื่อการตรวจวิเคราะห์ขั้นต้นชี้ให้เห็นว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มาก โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการมาตรการดังกล่าว ซึ่งมาตรการนี้จะต้องมีการลงทุนสูง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

2.2.4 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

ปัจจุบันโรงงานได้เริ่มให้ความสนใจในการดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น แต่ก็มีที่ดำเนินการประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับโรงงานที่ไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานนั้น มักดำเนินการในลักษณะที่ผู้บริหารระดับสูงไม่ให้ความสำคัญในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง แต่ดำเนินการตามกระแส หรือเป็นครั้งคราวตามเหตุการณ์ที่ทำให้ตื่นตัว เช่น ราคาพลังงานเพิ่มสูงขึ้น กำไรขององค์กรเริ่มลดน้อยลง เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถควบคุมหรือลดค่าใช้จ่าย(ต้นทุน) ด้านพลังงานได้ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การอนุรักษ์พลังงานแบบไม่ยั่งยืน

จุดที่ 1 เมื่อค่าใช้จ่ายพลังงานสูงขึ้น ทางโรงงานจึงเริ่มให้ความสนใจศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานขององค์กร

จุดที่ 2 ค่าใช้จ่ายพลังงานมีแนวโน้มลดลง จากการดำเนินกิจกรรมอนุรักษ์พลังงาน

จุดที่ 3 ค่าใช้จ่ายพลังงานลดลง แต่เมื่อเวลาผ่านไป และปัจจัยด้านพลังงานไม่ได้เป็นปัญหาหลักของทางโรงงาน จึงไม่มีการควบคุมติดตามตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

จุดที่ 4 ค่าใช้จ่ายพลังงานมีแนวโน้มกลับมาสูงขึ้นอีกครั้ง ทำให้ผู้บริหารเริ่มเล็งเห็นถึงต้นทุนที่สูงขึ้น ทำให้ต้องกลับมาให้ความสนใจการลดต้นทุนด้านพลังงานใหม่อีกครั้ง

การอนุรักษ์พลังงานให้เกิดความยั่งยืนนั้น จำเป็นจะต้องบริหารจัดการพลังงานภายในองค์กรอย่างเป็นระบบ โดยมีระบบการจัดการพลังงานในปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางด้านประสิทธิภาพของอุปกรณ์ เครื่องมือ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงการบริหารจัดการบุคลากรในองค์กร ให้ทุกระดับมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานด้วยการส่งเสริมอย่างจริงจังจากผู้บริหาร เพื่อให้การควบคุมการใช้พลังงานและติดตามควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอจึงจะส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานลดลงอย่างยั่งยืนได้ ดังภาพที่ 2.4

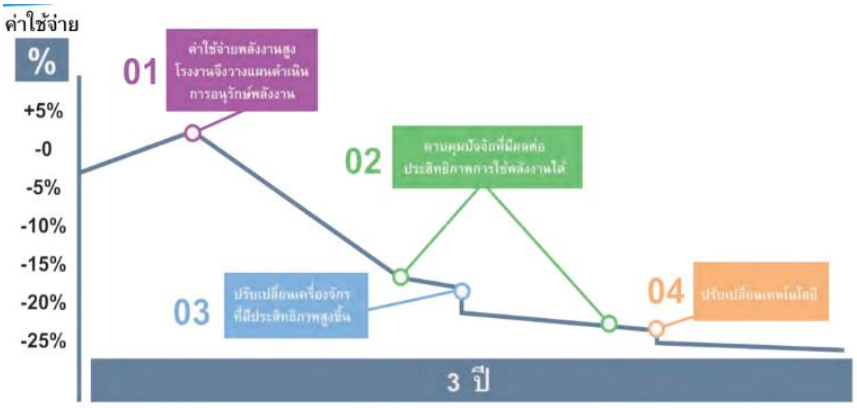
จุดที่ 1 เมื่อค่าใช้จ่ายพลังงานสูงขึ้น ทางโรงงานมีการวางแผนทำการตรวจประเมิน และดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน โดยมีการวางแผนติดตาม ควบคุม ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

จุดที่ 2 ทำการปรับเปลี่ยนพติกรรมการใช้พลังงาน ให้พนักงานทุกคนปฏิบัติตามมาตรฐานการดำเนินงานที่ดี ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลดลงอย่างยั่งยืน

จุดที่ 3 เมื่อดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และอบรมให้พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานเพื่อควบคุมการใช้พลังงานได้ดีแล้ว แนวทางในการลดการใช้พลังงานลำดับต่อไปคือการคิดหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยการเปลี่ยนเครื่องจักร ควบคู่ไปกับการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง

จุดที่ 4 สุดท้ายเมื่อถึงเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ในโรงงาน ควรคำนึงถึงการเปลี่ยนในเชิงเทคโนโลยีที่สามารถลดต้นทุนพลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาจะช่วยส่งเสริมให้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้อีก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.4 การอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน (โครงการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม (IEE) สำนักงานส่วนภูมิภาค องค์กรพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งสหประชาชาติ “ เอกสารประกอบการสัมมนา การจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับผู้บริหาร”,2555)

อย่างไรก็ตามในการดำเนินงานให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืนตามแนวทางดังกล่าว โรงงานต่าง ๆ มักจะพบกับปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ไม่มากก็น้อยที่จะส่งผลกระทบ ต่อความมุ่งมั่นในการดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานให้ได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นผู้บริหารควรศึกษาปัญหาต่าง ๆ ล่วงหน้า รวมถึงศึกษาบทบาทของผู้บริหารในการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้เพื่อวางแผนงานป้องกันหรือแก้ไขปัญหาให้การอนุรักษ์พลังงานดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง

2.3 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) คือ กลุ่มก๊าซในชั้นบรรยากาศโลกที่สามารถกักเก็บและดูดกลืนคลื่นความร้อนหรือรังสีอินฟราเรด (Infrared) ที่ส่งผ่านลงมายังพื้นผิวโลกจากดวงอาทิตย์ได้ดี ก่อนทำการปลดปล่อยพลังงานดังกล่าวออกมาในรูปของความร้อน ซึ่งทำให้โลกเกิด “ภาวะเรือนกระจก” ที่สามารถช่วยรักษาสมดุลของอุณหภูมิพื้นผิวดาวเคราะห์ไว้ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศอย่างฉับพลันในช่วงระหว่างกลางวันและกลางคืน ส่งผลให้โลกมีอุณหภูมิที่อบอุ่นและเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต

ก๊าซเรือนกระจกมีแหล่งกำเนิดมาจากทั้งในธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งนับตั้งแต่เริ่มยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรมในช่วงปลายศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมา การสะสมของก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มปริมาณสูงขึ้นกว่าที่เคยมีมาในอดีต ส่งผลกระทบต่อทั้งสภาพอากาศ สภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตเป็นวงกว้าง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน โรคภัยต่าง ๆ ที่มาพร้อม

กับมลพิษทางอากาศ การขาดแคลนอาหารและน้ำ รวมถึงการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงยิ่งขึ้นเกิดเป็นผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโลกอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดการณ์ได้

2.3.1 ชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย

1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือ การเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่านี้ นับว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุด ในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ จากผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยหน่วยงาน IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ประมาณตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา รายงานว่ามีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อใช้เป็นพื้นที่เมือง หรือการเกษตรมีประมาณ 1.6 Gtc (1.6 5 109 ตันคาร์บอน) ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ และแหล่งอื่นที่เป็นผลมาจากฝีมือ มนุษย์กำลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ IPCC ยังระบุชัดว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสม ในบรรยากาศของโลกมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ ด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของผิวโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นต่อไปอีก

2) ก๊าซมีเทน

แหล่งกำเนิดของก๊าซมีเทนมีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติ และที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น จากแหล่งนาข้าว จากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ สามารถทำให้เกิดก๊าซมีเทน ในบรรยากาศสูงถึง 20% ของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศทั้งหมด ก๊าซมีเทน มีอายุสะสมเฉลี่ยประมาณ 11 ปี นับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ จึงมีผลกระทบมาก เป็นอันดับสองรองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีรายงานว่าพลังงานเฉลี่ยรวมที่เกิดจากผลกระทบโดยตรงของก๊าซมีเทนประมาณ 0.47 วัตต์ต่อตารางเมตร

3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์

แหล่งกำเนิดก๊าซไนตรัสออกไซด์คืออุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี หรืออุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด เป็นต้น แม้ว่าก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากธรรมชาติจะมีอยู่มากในภาวะปกติก็ตาม แต่อัตราการเพิ่มปริมาณดังกล่าวก็จัดอยู่ในภาวะที่สมดุลในธรรมชาติ ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากฝีมือมนุษย์นั้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเพิ่ม

พลังงานความร้อนสะสมบนพื้นผิวโลกประมาณ 0.14 วัตต์ต่อตารางเมตร นับตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นถึงปัจจุบัน

4) ก๊าซที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน

ก๊าซที่มีสารประกอบพวกคลอโรฟลูออโรคาร์บอนมีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ แม้ว่าก๊าซประเภทนี้จะมีปริมาณลดลง 40% เมื่อเทียบกับสิบกว่าปีก่อนหน้านี้ตามมาตรการควบคุมโดยสนธิสัญญามอนทรีออล (Montreal Protocol) แต่ปริมาณก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ที่ยังมีสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศโดยฝีมือมนุษย์ยังคงเป็นต้นเหตุที่ทำให้มีพลังงานความร้อนสะสม บนพื้นผิวโลกประมาณ 0.28 วัตต์ต่อตารางเมตร และยิ่งไปกว่านั้นผลกระทบทางอ้อมของก๊าซชนิดนี้ ทำให้เกิดอันตรายต่อบรรยากาศ และสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกมากมาย กล่าวคือก๊าซประเภทนี้สามารถรวมตัวทางเคมีได้ดีกับโอโซน จึงทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดน้อยลง หรือเกิดรูรั่วในชั้นโอโซนอันเป็นสาเหตุให้รังสีคลื่นสั้นที่เป็นอันตราย ต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกส่องผ่านลงมายังพื้นโลกได้มากขึ้น ทั้งยังทำให้รังสีคลื่นสั้นผ่านมาตกกระทบผิวโลกในสัดส่วนที่มากเกินภาวะสมดุล นับเป็นการทำให้ผิวโลกและบรรยากาศร้อนขึ้นโดยทางอ้อม

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	5 - 200	1
มีเทน (CH_4)	12	25
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	114	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	1.4 - 270	124 - 14,800
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	1,000 - 50,000	7,390 - 12,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	3,200	22,800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3)	740	17,200

ที่มา: IPCC Forth Assessment Report – Climate Change 2007

2.3.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร(Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจาก การดำเนินงานขององค์กร เพื่อนำไปใช้กำหนดแนวทางการบริหาร จัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพิจารณาจาก 3 ส่วนหลัก แบ่งเป็น SCOPE ดังนี้

SCOPE I: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเครื่องจักร การใช้พาหนะขององค์กร (ที่องค์กรเป็นเจ้าของเอง) การใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย การรั่วซึม/รั่วไหล จากกระบวนการหรือกิจกรรม เป็นต้น

SCOPE II: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ การซื้อพลังงานมาใช้ในองค์กร ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานไอน้ำ เป็นต้น

SCOPE III: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร การเดินทางไปสัมมนานอกสถานที่ การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มีหลายงานวิจัยได้มีการนำหลักการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยอ้างอิงวิธีการคำนวณขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในองค์กรหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ อาทิ การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและหาแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการดำเนินงานเพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามหลักของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงตามองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยเก็บข้อมูลจากหน่วยงานและคณะทั้งหมดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผลการประเมินพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 54,955 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ณฐพล รำพึงกิจ, 2559) และ การศึกษาประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกรค์กร กรณีศึกษาส่วนสำนักงานของบริษัท อัครา รีซอร์สเซส จำกัด (มหาชน) โดยได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการลด

และชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานภายในสำนักงานในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตขององค์กรในการศึกษาด้วยวิธีการควบคุม ซึ่งใช้วิธีการคำนวณปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางการดำเนินงานขององค์กรทั้งองค์กรทั้ง 3 ขอบเขต คือ 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร 2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทางอ้อมอื่น ๆ โดยผลการศึกษาพบว่า การดำเนินงานขององค์กรจากการดำเนินงานทั้ง 3 ขอบเขต ก่อให้เกิดคาร์ฟุตพริ้นท์ประมาณ 351.69 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยประมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยมาจากการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคิดเป็น 22.50 รองลงมา คือ การรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงาน คิดเป็นร้อยละ 21.54 เป็นต้น (ยุวธิดา พุกอ่อน, 2557)

2.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.4.1 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม

ภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคการผลิตหลักที่มีบทบาทต่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมจึงมีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางระบบเศรษฐกิจไทยอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การขยายตัวอย่างรวดเร็วของภาคอุตสาหกรรมส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรในประเทศเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้พลังงาน และยังเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ได้มีการรวบรวมข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2005 – 2011 โดยแบ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 4 ภาค ได้แก่ ภาคพลังงาน (Energy) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial Process and Product Use : IPPU) ภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and other Land Use : AFOLU) และภาคการจัดการของเสีย (Waste)

สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิตมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับภาคพลังงานและภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยส่วนแรกเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อผลิตพลังงานความร้อนใช้ภายในกระบวนการผลิต(ไม่รวมถึงการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า) ในส่วนที่สองเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตโดยตรง ส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีในขั้นตอนการผลิต โดยผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย สามารถจัดเรียงอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมากไปหาน้อย 5 อันดับแรกได้ ดังนี้ (วรุณ รักสกุลกานต์, 2554)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์
2. อุตสาหกรรมการผลิตปิโตรเคมีและคาร์บอนแบล็ค
3. อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารและเครื่องดื่ม
4. อุตสาหกรรมการผลิตปูนขาว
5. อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในครั้งนี้ยังไม่ได้รวมถึงอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการใช้สารในกลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่สูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่าตัว

2.4.2 การลดก๊าซเรือนกระจกจากการอนุรักษ์พลังงาน

โลกกำลังเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งจากการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้เกิดความรุนแรงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น จากการดำเนินงานของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยส่วนใหญ่ เรื่องของการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน จึงเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ

จากการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการศึกษากิจกรรมที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรม อาทิ งานวิจัยเรื่องปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก ผู้วิจัยได้ศึกษาการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร และนำเสนอทางเลือกและค่าใช้จ่ายสำหรับการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ในแต่ละประเภทกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจก จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในองค์กร คือ การลดงานเสียและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในองค์กร ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 167 tCO_2e รองลงมาคือการลดงานเสียสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 13 tCO_2e (พุทธิพรรณ ปาละกาวงศ์ ณ อยุธยา, 2555) งานวิจัยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในส่วนของสำนักงานของบริษัท อัครา รีซอร์สเซส จำกัด (มหาชน) ในระยะเวลา 1 ปี เพื่อหาแนวทางการลดและชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการทำงานภายในสำนักงาน โดยกำหนดกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร 3 ขอบเขต คือ 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร 2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ โดยผลการศึกษา

พบว่า จากการดำเนินกิจกรรมทั้ง 3 ขอบเขต ก่อให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 351.69 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เกิดจากการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.50 รองลงมาคือ การรั่วไหลของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในสำนักงานร้อยละ 21.54 และการเดินทางไปกลับ ระหว่างองค์กรและที่พักของพนักงานโดยยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมาและรับผิดชอบค่าเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 18.26 (ยุวธิดา พุกอ่อน, 2557) ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยทั้งสองเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

(สุชาติ สุวรรณาพิสิทธิ์, 2548) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่มบำรุงกำลัง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงาน จากการศึกษาพบว่าโรงงานมีการใช้พลังงานอยู่ 2 ชนิด คือ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน โดยสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานนั้นแบ่งจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 19 และปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) ร้อยละ 39 และค่าใช้จ่ายจากการใช้เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา) ร้อยละ 61 และมีดัชนีการใช้พลังงานรวม 1,9000 เมกะจูลต่อตัน ซึ่งมาตรการที่นำมาใช้ในการลดการใช้พลังงาน คือ แนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในที่นี่คือมาตรการเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ และเครื่องทำน้ำเย็น ด้วยมาตรการผิดเครื่องทำน้ำเย็น ในตอนกลางคืน และมาตรการยกเลิกการเปิดเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อการปรับอากาศให้คนงานซ่อมบำรุงในวันหยุด ซึ่งสามารถลดค่าดัชนีการใช้พลังงานจาก 382.16 MJ/ตัน เหลือ 359.17 MJ/ตัน และแนวทางการลดการใช้พลังงานความร้อน ได้เสนอมาตรการติดตั้งเครื่องควบคุมการเผาไหม้แบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถลดดัชนีการใช้พลังงาน 1,579.99 MJ/ตัน เหลือ 1,312.03 MJ/ตัน ซึ่งสามารถลดค่าดัชนีการใช้พลังงานโดยรวมต่อผลผลิต จาก 1,840 MJ/ตัน เหลือ 1,708 MJ/ตัน

(รุ่งชัย วิจิตรยืนยง, 2549) ศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานประกอบวงจรรวม โดยเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการผลิต กำลังการผลิต และใช้พลังงานของโรงงาน และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต (SEC) จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย พบว่าในปี 2548 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.506 MJ/ชิ้น (หน่วยผลผลิตเทียบเท่า) จึงได้หามาตรการในการประหยัดพลังงาน ได้แก่ การควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องจักรให้เป็นไปตามแผนการผลิต เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2549 มีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิต อยู่ที่ 0.452 MJ/ชิ้น (หน่วยผลผลิตเทียบเท่า)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(สุวิทย์ ภูลี, 2554) ศึกษาการนำค่าการใช้พลังงานจำเพาะ(Specific Energy Consumption: SEC) มาเป็นดัชนีติดตามการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในมิติของการดำเนินงานบำรุงรักษาด้วยการปรับปรุงการบริหารจัดการ มิติด้านการบำรุงรักษา (Maintenance) ด้านการผลิต (Production) และด้านพลังงาน (Energy) พร้อมกับเสนอมาตรการอนุรักษ์พลังงานและคำนวณผลประหยัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน จากผลการศึกษาพบว่าการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะช่วยให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น

(กรณ์พิรา แก้วฉิมพลี, 2554) ศึกษาการลดการใช้พลังงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ โดยใช้หลักการประหยัดพลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทำการเก็บข้อมูลปริมาณ การใช้ทรัพยากรที่สำคัญในกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณการผลิตเท่ากับ 21.29 kWh/m^3 จึงได้ดำเนินการลดการใช้พลังงานโดยมีมาตรการดังนี้ 1. ดำเนินการปรับลดแรงดันอากาศอัดใช้งานที่เครื่องอัดอากาศ โดยสามารถประหยัดได้ประมาณ 47,801 บาท/ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 2. ดำเนินการปรับลดแรงดันอากาศอัดที่อุปกรณ์ใช้งาน ซึ่งใช้เงินลงทุน 14,157 บาท โดยสามารถประหยัดได้ประมาณ 81,954 บาท/ ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.17 ปี และ 3 ดำเนินการลดรอยรั่วในระบบอัดอากาศ ซึ่งมีการใช้เงินลงทุน 6,634 บาท โดยสามารถประหยัดได้ประมาณ 52,454 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.13 ปี

(เป็นธิดา มณีโชติ, 2553) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption : SEC) ในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตไม้และเครื่องเรือน อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแร่อโลหะ อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ด้วยการหาสมการถดถอยเชิงเส้นแบบง่าย และแบบพหุนามระหว่างการใช้พลังงานกับประมาณการผลิตโดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ด้วยกราฟค่าผลสะสมรวมของความแตกต่าง (CUSUM) เพื่อนำมาอธิบายถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานในโรงงาน ทำให้สามารถตรวจติดตามประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอนาคต ทำให้เกิดระบบการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ผลการที่ได้จากการวิเคราะห์ คือการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐานนั้นมีความเสถียร ซึ่งหมายถึงโรงงานมีการจัดการพลังงานอยู่ในระดับที่ดี ในขณะที่กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตจากแร่อโลหะ และอุตสาหกรรมการผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรไม่ค่อยดีนัก และยังต้องมีการพัฒนาการจัดการด้านพลังงานให้มีประสิทธิมากกว่าที่เป็นอยู่ นอกจากนี้ยังได้สมการตัวแทนการใช้

2.5.2 การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก

พลังงานและค่า SEC สำหรับแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้สามารถใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับโรงงานอื่นๆที่มีลักษณะให้เคียงกัน เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงาน

(พุทธิพรรณ ปาละกาวงศ์ ณ อยุธยา, 2555) ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก ซึ่งเป็นการกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร โดยแบ่งกิจกรรมการดำเนินงานออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง เช่น การเผาไหม้พลังงานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเบนซิน การเผาไหม้พลังงานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซล และน้ำยาทำความเย็น ประเภทที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน เช่น ในส่วนการผลิต ดังนี้ เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องอบไล่ความชื้น เครื่องดูดเม็ดพลาสติก เครื่องพ่น และในส่วนการสนับสนุนการผลิต เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ส่วนสำนักงาน เครื่องปรับอากาศ คอมพิวเตอร์ และประเภทที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และ 2 เช่น สีสเปรย์ ทินเนอร์ และฮาร์เดนเนอร์ การใช้รถรับส่งพนักงานโดยเหมาจากภายนอก รถยนต์ส่วนตัวของพนักงาน กระดาษ เป็นต้น ซึ่งจากการคำนวณพบว่า ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของโรงงาน เท่ากับ 8,033.79 tCO_2eq คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์ขององค์กร เท่ากับ 0.232 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีต่อชิ้น ทั้งนี้พบว่ากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงและการรั่วไหลของน้ำยาทำความเย็น ซึ่งอยู่ในกิจกรรมการดำเนินงานประเภทที่ 1 รองลงมา คือ การเผาไหม้พลังงานเชื้อเพลิงจากการเดินทางของพนักงาน โดยยานพาหนะส่วนตัว หรือจากเช่ารถขององค์กร ตลอดจนกระบวนการผลิตชิ้นงาน การใช้กระดาษและน้ำ ซึ่งอยู่ในกิจกรรมการดำเนินงานประเภทที่ 3 และอันดับสุดท้ายการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในขององค์กร ซึ่งจัดอยู่ในการดำเนินงาน ประเภทที่ 2 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอทางเลือกในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละประเภทกิจกรรมการดำเนินงานในองค์กร โดยพบว่าทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในองค์กร คือ การลดงานเสียและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งการลดงานเสีย สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 13 tCO_2eq รองลงมา คือการลดการใช้พลังงานภายในองค์กร ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 167 tCO_2eq สามารถ ช่วยลดค่าไฟฟ้าลงได้ประมาณ 733,381 บาท/ปี

(Muhammad S Shaikh, 2018) ศึกษาภาวะก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีสาเหตุมาตากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแห่งที่มาของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีหลายหลาย เช่น จากโรงไฟฟ้า, อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์, โรงกลั่น, โรงงานผลิตปุ๋ย และอุตสาหกรรมผลิตก๊าซธรรมชาติ รวมไปถึงอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำ

การวิเคราะห์สาเหตุ และผลกระทบด้านลบต่อภาวะก๊าซเรือนกระจกและวิธีการแก้ไข นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นไปที่การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์อีกด้วย

ตารางที่ 2.3 ปริมาณก๊าซต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก

greenhouse effect contributor gas/compound	Range of contribution (%)
H_2O	36%- 72%
CO_2	9%-26%
CH_4	4%-9%
O_3	3%-7%

การศึกษายังอธิบายถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ซึ่งการปล่อยก๊าซเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ทั้งการใช้ยานพาหนะ การเดินทางโดยเครื่องบิน ไปจนถึงการใช้อุปกรณ์เครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน

ปัจจัยที่สำคัญในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของมนุษย์ คือพฤติกรรม วัฒนธรรม และการจัดสรรทางภูมิศาสตร์ของมนุษย์เอง เช่นเดียวกับ GWP ได้อธิบายถึงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และระบุแหล่งมาที่แน่นอนจากพฤติกรรมของมนุษย์และแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 วิธีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้านพลังงาน

Reduction category	Way to reduction
Energy	• Sensible use of energy
	• Change the light bulbs to LEDs
	• Unplug unused electronic appliances
	• Turn off the pilot flame of gas furnace in summer
	• Turn off lights when you leave the room
	• Buy energy efficient appliances
	• Clean fridge and freezer coils
	• Low wattage equipment/appliances
	• Use rechargeable batteries
	• Use of renewable energy resources
	• Clean AC filters regularly
	• Conceal your cooling/heating rooms
	• Insulate the walls where necessary
	• Operate AC at 261C

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

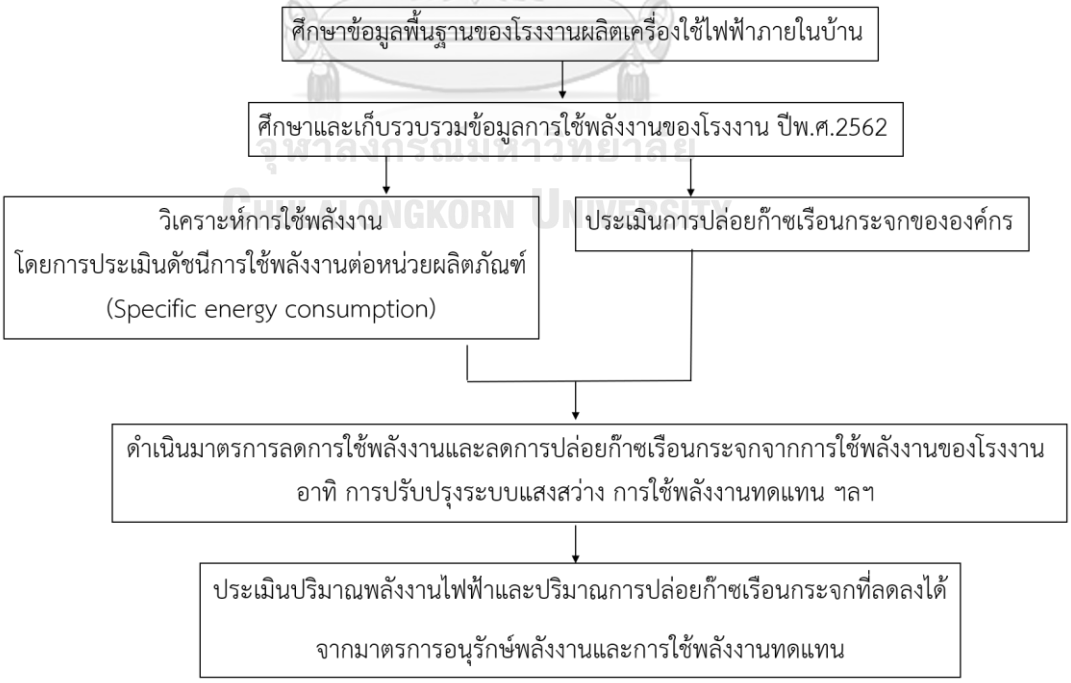
(ณฐพล รำพึงกิจ, 2559) ผู้วิจัยได้ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้วิธีการคำนวณตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เพื่อหาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยแบ่งการศึกษา 2 ขอบเขตคือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง และขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการประเมินพบว่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 54,955 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมาจากขอบเขตที่ 1 ร้อยละ 3 (โดยประมาณ) ซึ่งมาจากการใช้ก๊าซหุงต้ม การเดินทางของบุคลากรของมหาวิทยาลัยโดยที่มหาวิทยาลัยเป็นผู้รับผิดชอบเรื่องเชื้อเพลิง สารทำความเย็น และปุ๋ย โดยแย่งสัดส่วนร้อยละ 45, 24,18, 11 ตามลำดับ ในส่วนขอบเขตที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับร้อยละ 97 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยเมื่อคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อบุคคลแล้วเท่ากับ 1.21 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยศึกษาจากการใช้พลังงานของกิจกรรมทางตรงและทางอ้อมขององค์กร โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการศึกษาวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตข้อมูลพื้นฐานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งเป็นโรงงานควบคุม
2. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานและการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร
3. วิเคราะห์ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานขององค์กร
4. ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
5. ประเมินปริมาณพลังงานไฟฟ้าและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานทดแทน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดขอบเขตข้อมูลพื้นฐานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน (Organization boundary)

3.1.1 ข้อมูลโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษาเป็นโรงงานควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ที่ตั้ง	:	เขตนิคมอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ขนาดพื้นที่	:	255,204 ตารางเมตร
กำลังเครื่องจักร	:	47,209.52 แรงม้า
จำนวนพนักงาน	:	3,978 คน
ผลิตภัณฑ์	:	ตู้เย็น, เครื่องซักผ้า, เครื่องดูดฝุ่น, ปั๊มน้ำ, เครื่องทำน้ำอุ่นและหม้อหุงข้าว
กำลังการผลิตติดตั้ง	:	4,543,860 เครื่อง/ปี
ชั่วโมงทำงาน	:	8 ชั่วโมงต่อวัน แบ่งเป็น 2 กะ กะเช้า 08.00 – 17.00 น. และกะดึก 20.00 – 05.00 น.
จำนวนวันทำงาน	:	5 วันทำงานต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ – วันศุกร์) รวม 247 วันต่อปี

โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะส่วนพื้นที่การผลิตเท่านั้น ไม่รวมส่วนของสำนักงาน

ภาพที่ 3.2 ที่ตั้งและพื้นที่ของโรงงานกรณีศึกษา

3.2 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน เพื่อนำมาประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้นและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

3.2.1 การประเมินการใช้พลังงานและจัดการพลังงานเบื้องต้น มีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

การรวบรวมข้อมูลด้านพลังงาน ได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในการผลิต ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวของรถยก และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะของบริษัทฯ มาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์การใช้พลังงานและความสามารถในการจัดการพลังงาน ผ่านค่าสถิติและกราฟต่าง ๆ ทั้งนี้จะใช้ข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม 2562 เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีชีวัดการใช้พลังงาน ต่อหน่วยผลิต คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$\text{ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า(kWh)} \times 3.6\ \text{MJ/kWh} + \text{ปริมาณพลังงานความร้อน (MJ)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (หน่วย)}}$$

สมการที่ 1 สมการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิต (MJ/Unit)

3.2.1 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.2.1 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operation Boundaries)

การกำหนดขอบเขตการดำเนินงานเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยระบุขอบเขตกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงและเกี่ยวข้องกับองค์กร ซึ่งสามารถแบ่งขอบเขตของกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรออกเป็น 3 ขอบเขต ดังนี้

1) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางตรง (Direct GHG emission) ขอบเขตที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางตรง

ประเภทของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission)	1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Combustion) • การใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการผลิต 1.2 การปล่อยก๊าซเรือนfกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) • การใช้น้ำมันของยานพาหนะทั้งหมดของบริษัทฯ • การใช้น้ำมันของรถยก (Forklift) • การใช้ก๊าซ LPG ของรถยก (Forklift)

2) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมจากการใช้พลังงานนำเข้าจากภายนอก (Energy indirect GHG emissions) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางอ้อม

ประเภทของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานนำเข้าจากภายนอก (Energy indirect GHG emissions)	การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (kWh)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางอ้อมอื่นๆ

ประเภทของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	การใช้น้ำประปา

3.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.3.1 สามารถคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล(ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) ดังสมการที่ 2

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซ

สมการที่ 2 การคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

โดย ปริมาณก๊าซเรือนกระจก หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีหน่วยเป็น tCO_2eq

ข้อมูลกิจกรรม หมายถึง ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)

ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก หมายถึง ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการประเมิน หน่วยเป็น $kgCO_2eq/Unit$

3.4 ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานทดแทน

จากการศึกษาการใช้พลังงาน ทำให้ทราบข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทั้งในส่วนของการใช้เชื้อเพลิง เครื่องจักร-อุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง การจัดการพลังงานของโรงงานในปัจจุบัน และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมา จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาเสนอแนวทาง/มาตรการ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการลดการใช้พลังงานและก๊าซเรือนกระจกให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยจะต้องเป็นแนวทาง/มาตรการที่สามารถปฏิบัติได้จริง ตั้งอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีและกฎหมาย รวมถึงเป็นที่ยอมรับ อีกทั้งให้ความสำคัญกับการปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่จะนำมาปฏิบัติมีขอบเขต ดังนี้

1. การใช้พลังงานทดแทน
2. การลดการใช้พลังงาน
3. การนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้ควบคุมการทำงาน

3.5 สรุปผลการศึกษาและประเมินการลดการใช้พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ดำเนินการ จะประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งได้อ้างอิงจากระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงงานลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

ตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Program: T-VER) มีพื้นฐานมาจากระเบียบฯของกลไกลการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) ซึ่งเป็นไปตามกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้พิธีสารเกียวโต ซึ่งระเบียบวิธีการคำนวณที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับสากล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยคำนวณเป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

3.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยอธิบายและจัดหมวดหมู่ของข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลการผลิตปี 2562

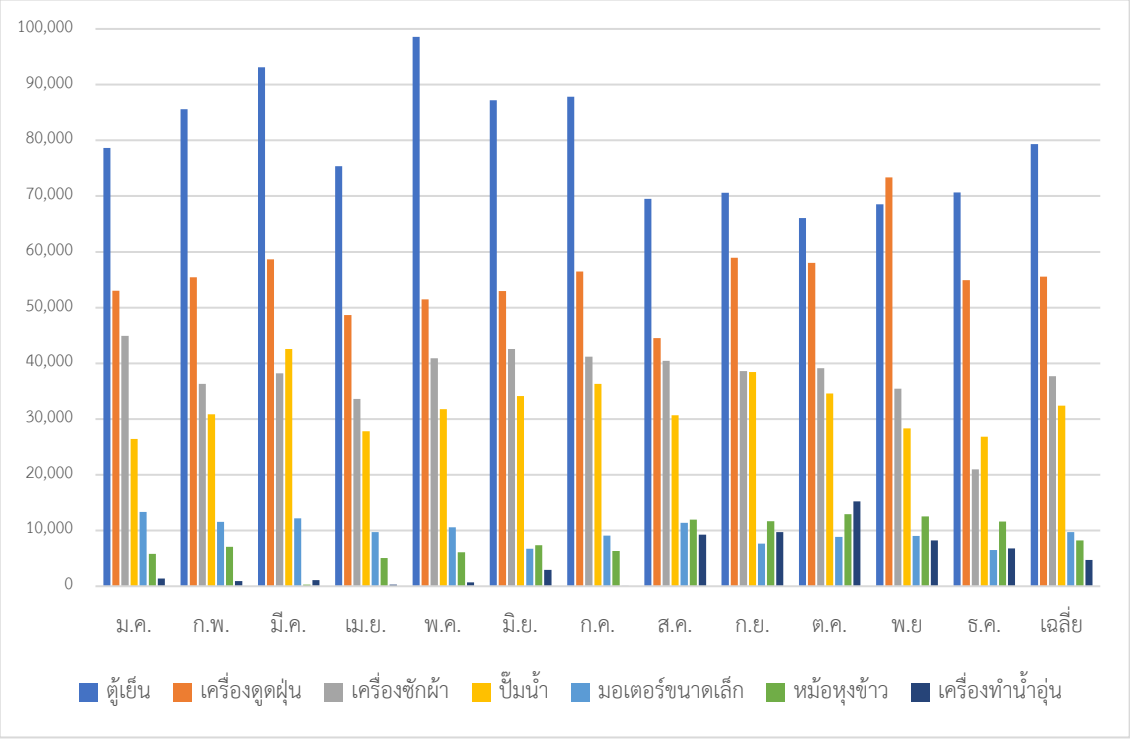
ข้อมูลปริมาณการผลิตต่อปีของโรงงานผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา ดังตารางที่ 4.1 กำลังการผลิตติดตั้งสูงสุดของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดรวมกันเท่ากับ 4,543,866 เครื่อง แต่สามารถผลิตได้จริงในปีพ.ศ. 2562 จำนวนรวม 2,699,100 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 59.40 ของกำลังการผลิตติดตั้งสูงสุด โดยใน ปี พ.ศ. 2562 ผลิตภัณฑ์ตู้เย็นมียอดการผลิตสูงสุด จำนวน 951,678 เครื่อง คิดเป็นร้อยละ 65.18 ของกำลังการผลิตติดตั้ง ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตสูงรองลงมา ได้แก่ เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า และปั๊มน้ำ โดยกำลังการผลิตเท่ากับ 666,451 452,360 และ 373,760 เครื่อง ตามลำดับ ส่วนมอเตอร์เล็ก เครื่องทำน้ำอุ่น และหม้อหุงข้าวพบว่ามีกำลังการผลิตค่อนข้างต่ำกว่า หากเทียบปริมาณผลผลิตจริงกับกำลังการผลิตติดตั้งพบว่าผลิตภัณฑ์ปั๊มน้ำมีสัดส่วนที่สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 96.15 ภาพที่ 4.1 แสดงปริมาณการผลิตรายผลิตภัณฑ์ ในเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2562 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ตู้เย็นมียอดการผลิตสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 79,300 เครื่องต่อเดือน โดยในเดือนพฤษภาคม สามารถผลิตตู้เย็นได้มากที่สุดจำนวน 98,560 เครื่อง แต่ในเดือนพฤศจิกายนผลิตภัณฑ์เครื่องดูดฝุ่นมีปริมาณการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากมียอดการสั่งซื้อจากประเทศแถบตะวันออกกลาง จากกราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณการผลิตรายผลิตภัณฑ์ในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงขึ้นกับความต้องการของลูกค้าในแต่ละประเทศ และฤดูกาล เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น จะมีปริมาณการผลิตมากในช่วงท้ายปี มากกว่าช่วงต้นปี เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านของโรงงานกรณีศึกษา ในปี พ.ศ. 2562

ชื่อผลิตภัณฑ์	กำลังผลิตติดตั้ง (กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องจักร) (เครื่อง)	ปริมาณผลผลิตจริง (เครื่อง)	ร้อยละปริมาณผลผลิต
ตู้เย็น	1,460,000	951,678	65.18
เครื่องดูดฝุ่น	1,314,000	666,451	50.72
เครื่องซักผ้า	692,040	452,360	65.37

ชื่อผลิตภัณฑ์	กำลังผลิตติดตั้ง (กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องจักร) (เครื่อง)	ปริมาณผลผลิตจริง (เครื่อง)	ร้อยละปริมาณผลผลิต
ปั๊มน้ำ	388,706	373,760	96.15
มอเตอร์เล็ก	221,920	99,568	44.87
หม้อหุงข้าว	233,600	98,717	42.26
เครื่องทำน้ำอุ่น	233,600	56,566	24.21
รวม	**4,543,866**	**2,699,100**	**59.40**



ภาพที่ 4.1 ปริมาณการผลิตจำแนกตามผลิตภัณฑ์ เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2562

4.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี 2562

โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลักในกระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production System) ทั้งแบบเซลล์การผลิต (Cell System) และแบบสายพาน (Conveyor System) และยังผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นเอง เช่น ชิ้นงานพลาสติก ชิ้นงานเหล็ก ชิ้นงานอะลูมิเนียม ทำให้โรงงานกรณีศึกษานี้มีเครื่องจักร ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก อาทิ เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Machine) เตาหลอมอะลูมิเนียม (Aluminum melting furnace) เครื่องปั๊มโลหะ (Press Machine) เป็นต้น อีกทั้งยังมีพื้นที่การทำงาน ทั้งฝ่ายผลิตและสำนักงาน มีการใช้ระบบปรับอากาศทั่วทั้งอาคาร จึงทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนค่อนข้างสูง จากตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโรงงานกรณีศึกษา ปี พ.ศ.2562 ซึ่งซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าของโรงงาน จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 4,922,425 kWh โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 5,575,500 kWh รองลงมาคือเดือนมีนาคม เท่ากับ 5,510,100 kWh รวมตลอดทั้งปี 2562 โรงงานผลิตเครื่องใช้ฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม 59,069,100 kWh ซึ่งเมื่อเทียบกับยอดปริมาณการผลิตมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี 2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

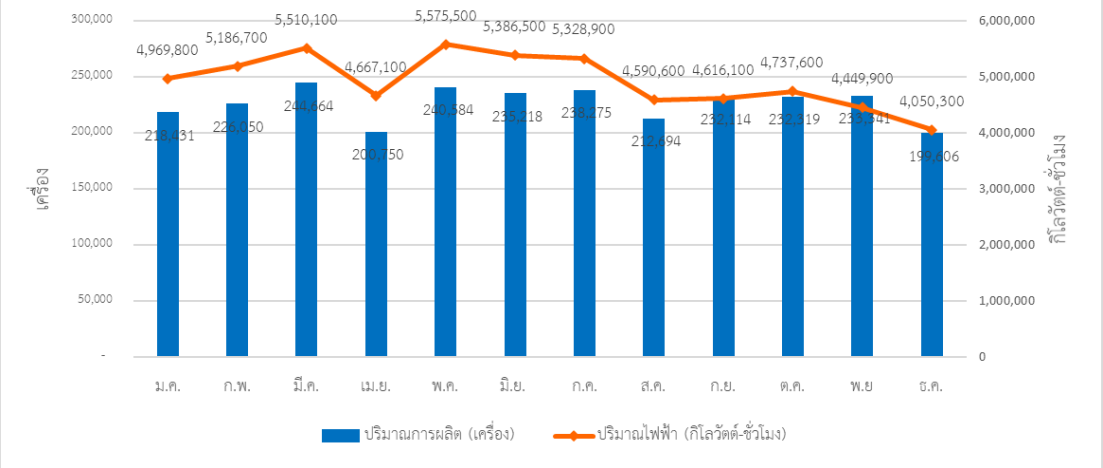
เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด			ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	
ม.ค.	11,550.00	11,160.00	11,040.00	4,969,800.00
ก.พ.	11,670.00	11,370.00	11,550.00	5,186,700.00
มี.ค.	11,550.00	11,100.00	10,410.00	5,510,100.00
เม.ย.	11,580.00	11,400.00	11,340.00	4,667,100.00
พ.ค.	11,730.00	11,280.00	10,350.00	5,575,500.00
มิ.ย.	11,490.00	11,190.00	11,430.00	5,386,500.00
ก.ค.	11,670.00	11,250.00	11,670.00	5,328,900.00
ส.ค.	11,670.00	11,340.00	11,190.00	4,590,600.00
ก.ย.	11,640.00	11,310.00	6,030.00	4,616,100.00

เดือน	พลังไฟฟ้าสูงสุด			ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
	P (กิโลวัตต์)	PP/OP1 (กิโลวัตต์)	OP/OP2 (กิโลวัตต์)	
ต.ค.	11,610.00	11,190.00	6,330.00	4,737,600.00
พ.ย	11,730.00	11,310.00	11,130.00	4,449,900.00
ธ.ค.	11,310.00	10,740.00	10,470.00	4,050,300.00
รวม				59,069,100.00
เฉลี่ย				4,922,425.00

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้าโรงงาน คิดแบบ TOU

P หมายถึง Peak PP หมายถึง Partial Peak

OP1 หมายถึง Off Peak1 OP2 หมายถึง Off Peak2



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) กับปริมาณการผลิต (เครื่อง) ปี2562

จากภาพที่ 4.2 ในเดือนเมษายน และเดือนธันวาคม 2562 ปริมาณการผลิตจะลดลง เนื่องจากเป็นเดือนที่มีเทศกาลหยุดยาว (เทศกาลสงกรานต์และเทศกาลปีใหม่) และมีวันหยุดบริษัทฯ ค่อนข้างมาก จึงมียอดการผลิตที่ลดลง สอดคล้องกับการใช้ไฟฟ้าที่แปรผันตามยอดการผลิต ประกอบกับมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ ของโรงงาน ส่งผลให้การใช้ปริมาณไฟฟ้าลดลง

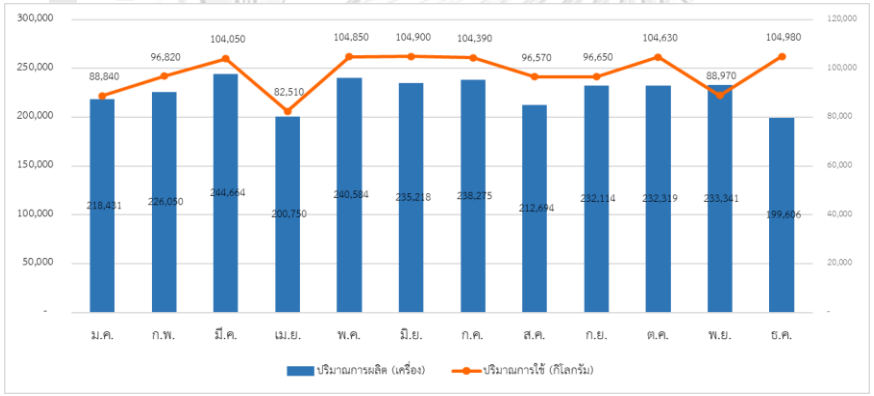
4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว ปี 2562

4.3.1. ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต

โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้ากรณีศึกษา นอกจากจะใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตแล้ว ยังใช้พลังงานจากก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas) อีกด้วย ซึ่งใช้ในกระบวนการอบสีชิ้นงาน หลอมอลูมิเนียม หม้อน้ำ (Boiler) ฯลฯ จากตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในกระบวนการผลิตในปี พ.ศ.2562 พบว่า ปริมาณการใช้รวมในปี2562 เท่ากับ 1,178,160 กิโลกรัม โดยก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) มีค่าความร้อน (Heating Value) เฉลี่ยอยู่ที่ 50.23 MJ/หน่วย เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณพลังงานจะได้เท่ากับ 59,178,976.80 MJ

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวปี 2562

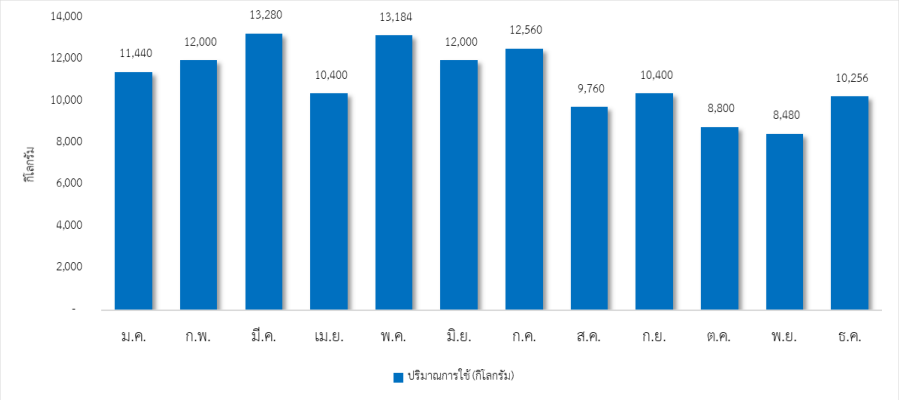
ปริมาณการใช้ (กิโลกรัม)													ค่าความร้อนเฉลี่ย (เมกะจูล/หน่วย)	ปริมาณพลังงานรวม (เมกะจูล)
ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม		
88,840	96,820	104,050	82,510	104,850	104,900	104,390	96,570	96,650	104,630	88,970	104,980	1,178,160	50.23	59,178,976.80



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (kg) กับปริมาณการผลิต ปี 2562

4.3.2. ก๊าซปิโตรเลียมเหลวใช้กับรถยก

นอกจากการใช้ในกระบวนการผลิตแล้ว ยังมีการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับรถยกของโรงงาน โดยโรงงานกรณีศึกษามีรถยกที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงจำนวนทั้งสิ้น 31 คัน โดยในปี 2562 มีปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับรถยกทั้งหมด 132,560 กิโลกรัมต่อปี หรือประมาณ 11,047 กิโลกรัมต่อเดือน

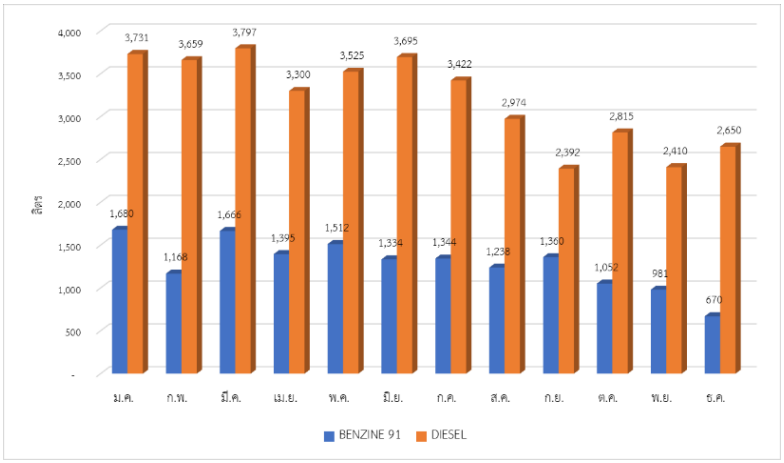


ภาพที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวของรถยก ปี 2562

4.4 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปี 2562

4.4.1. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยก

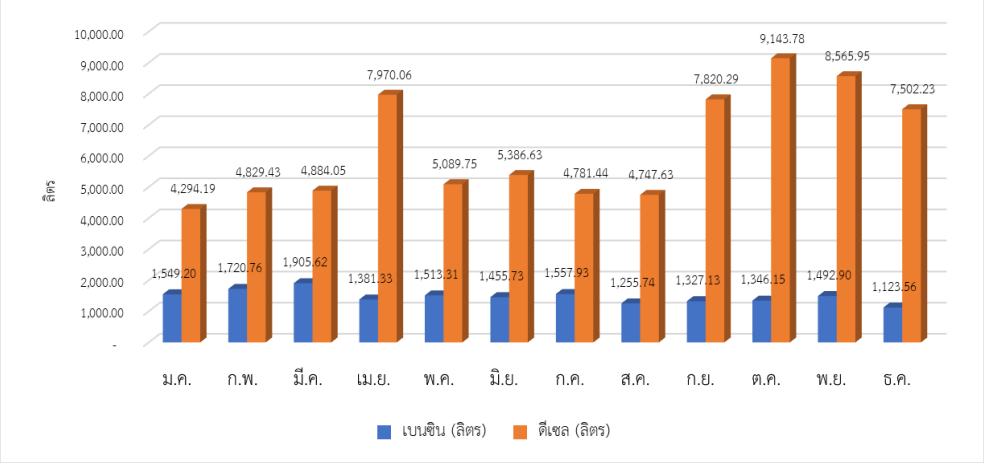
จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่ารถยกของโรงงาน ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซลเป็นหลัก ซึ่งในปี พ.ศ.2562 มีปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในรถยก เท่ากับ 38,370 ลิตร และน้ำมันเบนซิน 91 จะใช้กับรถยกที่ใช้พลังงาน 2 ระบบ คือใช้แก๊ส LPG ร่วมกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินเท่ากับ 15,400 ลิตร



ภาพที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยก ปี 2562

4.4.2. ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ

กิจกรรมการใช้รถของบริษัทฯ มีการใช้รถ 2 ประเภท คือ รถยนต์ไฮบริด จำนวน 7 คัน ใช้เชื้อเพลิงประเภทเบนซิน และ รถตู้จำนวน 17 คัน ใช้เชื้อเพลิงประเภทดีเซล โดยน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้สูงสุดเท่ากับ 75,015.43 ลิตรต่อปี รองลงมาคือเชื้อเพลิงเบนซินเท่ากับ 17,629.36 ลิตรต่อปี ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการใช้ยานพาหนะของบริษัทฯ ในแต่ละเดือน แสดงดังภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเดือนตุลาคม มีปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงที่สุด โดยใช้น้ำมันดีเซล 9,143.78 ลิตร และน้ำมันเบนซิน 1,346.15 ลิตร รองลงมาคือเดือนพฤศจิกายนและเดือนเมษายน ตามลำดับ



ภาพที่ 4.6 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ ปี2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 คำนวณค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยผลิต (Specific Energy Consumption; SEC) ของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ปี พ.ศ. 2562

ผลการศึกษาการใช้พลังงานในโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยคำนวณค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะต่อหน่วยการผลิต ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต ปี 2562

เดือน	ปริมาณผลผลิต (เครื่อง)	ปริมาณพลังงานที่ใช้		ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) (เมกะจูล/หน่วย)
		ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)	
ม.ค. 62	223,487.00	4,969,800.00	4,462,433.20	100.02
ก.พ. 62	227,839.00	5,186,700.00	4,863,268.60	103.30
มี.ค. 62	246,080.00	5,510,100.00	5,226,431.50	101.85
เม.ย. 62	200,514.00	4,667,100.00	4,144,477.30	104.46
พ.ค. 62	240,056.00	5,575,500.00	5,266,615.50	105.55
มิ.ย. 62	233,918.00	5,386,500.00	5,269,127.00	105.42
ก.ค. 62	237,323.00	5,328,900.00	5,243,509.70	102.93
ส.ค. 62	217,738.00	4,590,600.00	4,850,711.10	98.18
ก.ย. 62	235,616.00	4,616,100.00	4,854,729.50	91.13
ต.ค. 62	234,779.00	4,737,600.00	5,255,564.90	95.03
พ.ย. 62	235,423.00	4,449,900.00	4,468,963.10	87.03
ธ.ค. 62	198,262.00	4,050,300.00	5,273,145.40	100.14
รวม	**2,731,035.00**	**59,069,100.00**	**59,178,976.80**	
เฉลี่ย	**227,586.25**	**4,922,425.00**	**4,931,581.40**	**99.53 ± 6**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเหตุ : ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) $= \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า(kWh)} \times 3.6\ \text{MJ/kWh} + \text{ปริมาณพลังงานความร้อน (MJ)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (หน่วย)}}$

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าผลค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) เฉลี่ยเท่ากับ 99.53±6 MJ/หน่วย โดยพิจารณาถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในปี 2562 โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านแห่งนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนตลอดทั้งปี2562 เท่ากับ 59,069,100 kWh และ 59,178,976.80 MJ ตามลำดับ โดยพลังงานที่ใช้ประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากก๊าซธรรมชาติ (LPG) พลังงานไฟฟ้าถูกใช้ในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานทั้งหมด ส่วนพลังงานความร้อนจากก๊าซธรรมชาติถูกใช้ในกระบวนการอบชิ้นงาน กระบวนการต้มน้ำ กระบวนการของหม้อน้ำ (Boiler) เป็นต้น

จะเห็นว่าค่าการใช้พลังงานจำเพาะของโรงงานในแต่ละเดือนมีค่าไม่คงที่อยู่ระหว่าง 87.03 - 105.55 MJ/หน่วย โดยเดือนที่มีปริมาณผลผลิตสูงจะส่งผลให้มีค่าการใช้พลังงานจำเพาะสูงขึ้นด้วย และค่าการใช้พลังงานจำเพาะมีแนวโน้มสูงในช่วงเดือน มกราคมถึงเดือนกรกฎาคม และมีแนวโน้มต่ำลงในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากปริมาณผลผลิตต่ำลงในช่วงปลายปี

4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานตัวอย่าง ปี2562

แบ่งตามขอบเขตจากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมดของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า กรณีศึกษา นำมาคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ โดยแบ่งขอบเขต ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแหล่งที่มาของกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาและกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission)	1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Combustion) - การใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการผลิต 1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) - การใช้น้ำมันของยานพาหนะทั้งหมดของบริษัทฯ - การใช้น้ำมันของรถยก (Forklift) - การใช้ก๊าซ LPG ของรถยก (Forklift)
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานนำเข้าจากภายนอก (Energy indirect GHG emissions)	การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่นๆ	ปริมาณการใช้น้ำประปา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ การกำหนดขอบเขตและการคำนวณ ค่า Emission factor ต่าง ๆ อ้างอิงตามหลักของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) (2561)

4.6.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission)

4.6.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่

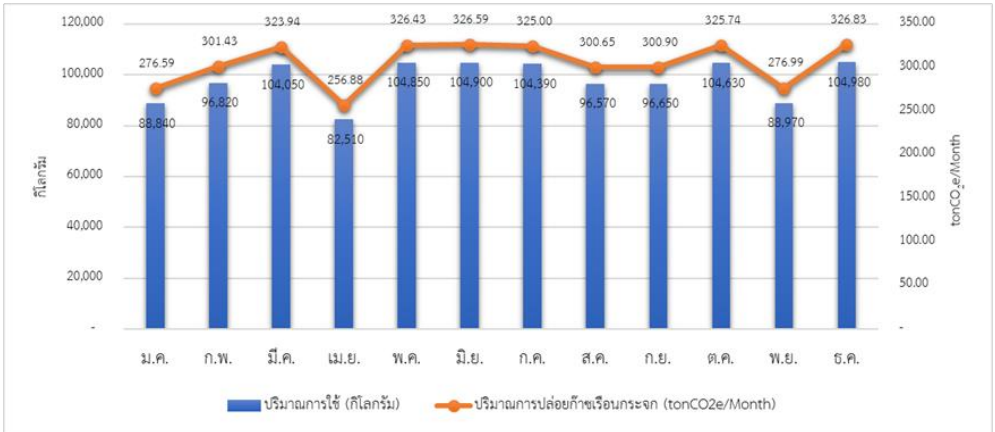
1) ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต

จากตารางที่ 4.4 การเก็บข้อมูล พบว่า ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ในปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 1,178,160 กิโลกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) 3.1133 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,667.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ข้อมูลแสดงกิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต

เชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้ (kg/year)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq/kg$)	ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)
LPG	1,178,160	3.1133	3,667.97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

4.6.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion)

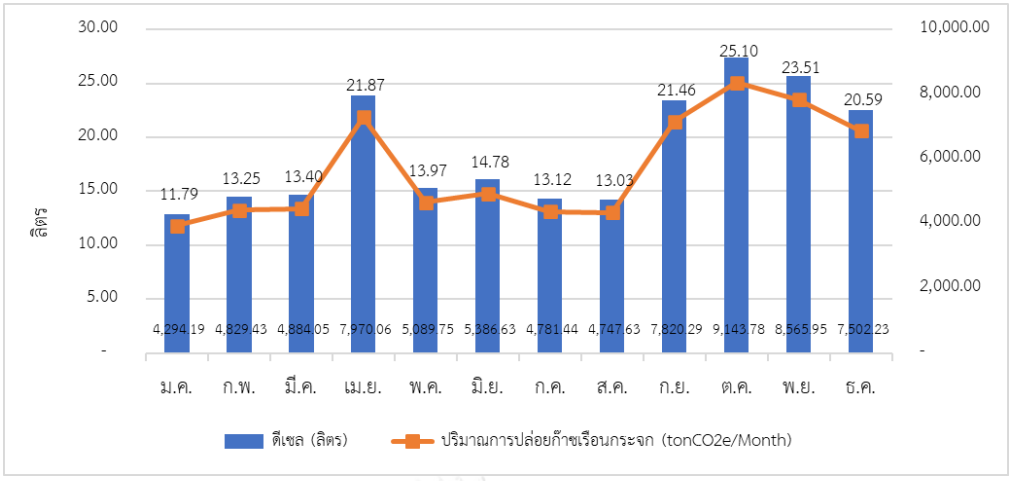
1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ยานพาหนะที่บริษัทฯ เป็นเจ้าของ

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันสำหรับยานพาหนะ พบว่ากิจกรรมการใช้ยานพาหนะของบริษัทฯ มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน จากข้อมูลภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้สูงสุด คือ 75,015.43 ลิตรต่อปี และปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 17,629.36 ลิตร/ปี ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันดีเซล 2.7446 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตรและน้ำมันเบนซิน 2.2376 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานเชื้อเพลิงดีเซล เท่ากับ 205.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และเชื้อเพลิงเบนซิน 39.45 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการใช้น้ำมันของรถยนต์บริษัทฯ เท่ากับ 39,653.35 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ข้อมูลแสดงกิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ ดังตารางที่ 4.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำมันของยานพาหนะที่บริษัทฯ เป็นเจ้าของ

เชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้ (Lite/year)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq$/lite)	ปริมาณการปล่อย GHGs (tCO_2eq/Year)
ดีเซล	75,015.43	2.7446	205.89
เบนซิน	17,629.36	2.2376	39.45
รวม	**92,644.79**		**245.34**



ภาพที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร)

ภาพที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน (ลิตร)

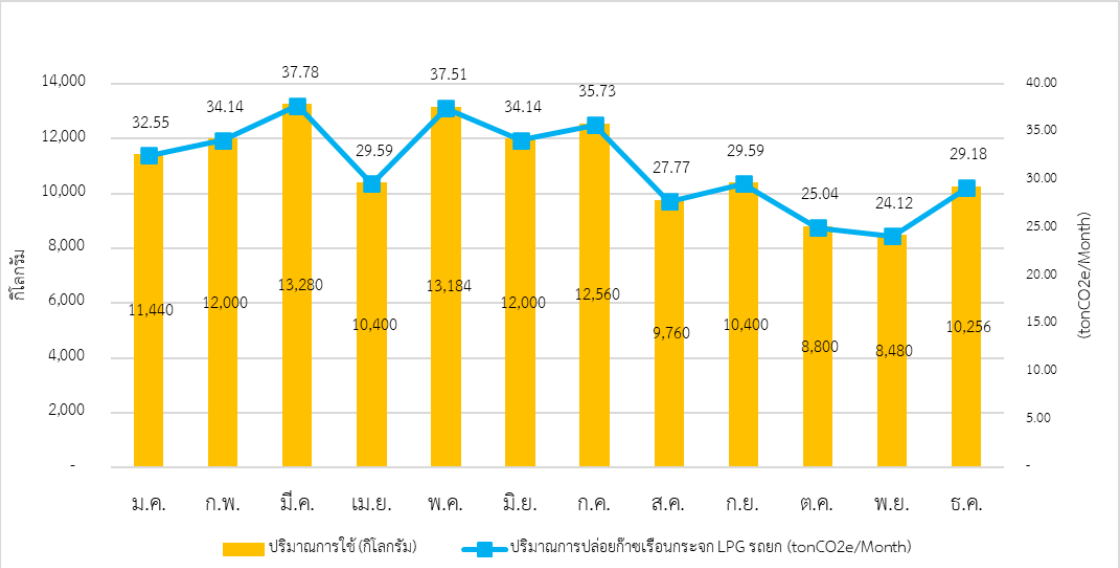
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้รถยก (Forklifts)

โรงงานกรณีศึกษามีการใช้งานรถยกที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) จำนวนทั้งสิ้น 31 คัน ปริมาณการใช้ LPG ของรถยกในปี 2562 เท่ากับ 132,560 กิโลกรัมต่อปี รายละเอียดดังภาพที่ 4.4 เมื่อนำมาคำนวณ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีค่า Emission factor เท่ากับ 2.8449 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัม สามารถคำนวนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 377.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รายละเอียดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก

เชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้ (kg/year)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq/kg$)	ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)
LPG	132,560	2.8449	377.12



ภาพที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก

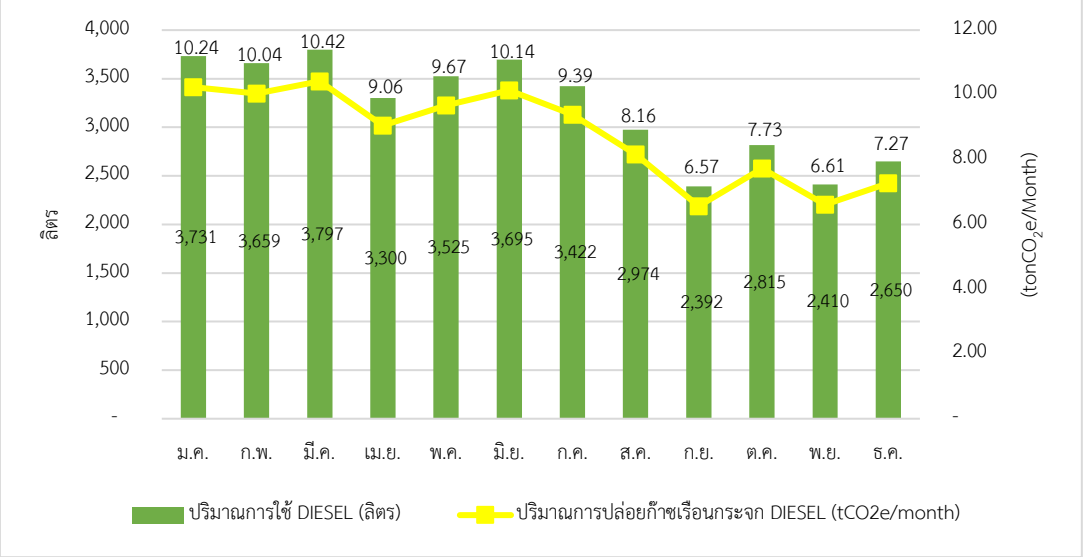
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากการใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงแล้ว ยังมีรถยกที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินและดีเซล จำนวน 22 คัน โดยแสดงข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเบนซิน ดังภาพที่ 4.11 จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันสำหรับรถยก พบว่า กิจกรรมการใช้รถยก มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน จะเห็นได้ว่าน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้สูงสุด คือ 38,370 ลิตรต่อปี และปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 15,400 ลิตร/ปี ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันดีเซล 2.9790 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร และน้ำมันเบนซิน 2.2376 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานเชื้อเพลิงดีเซล เท่ากับ 114.30 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังภาพที่ 4.11 และเชื้อเพลิงเบนซิน 34.46 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังภาพที่ 4.12 ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม

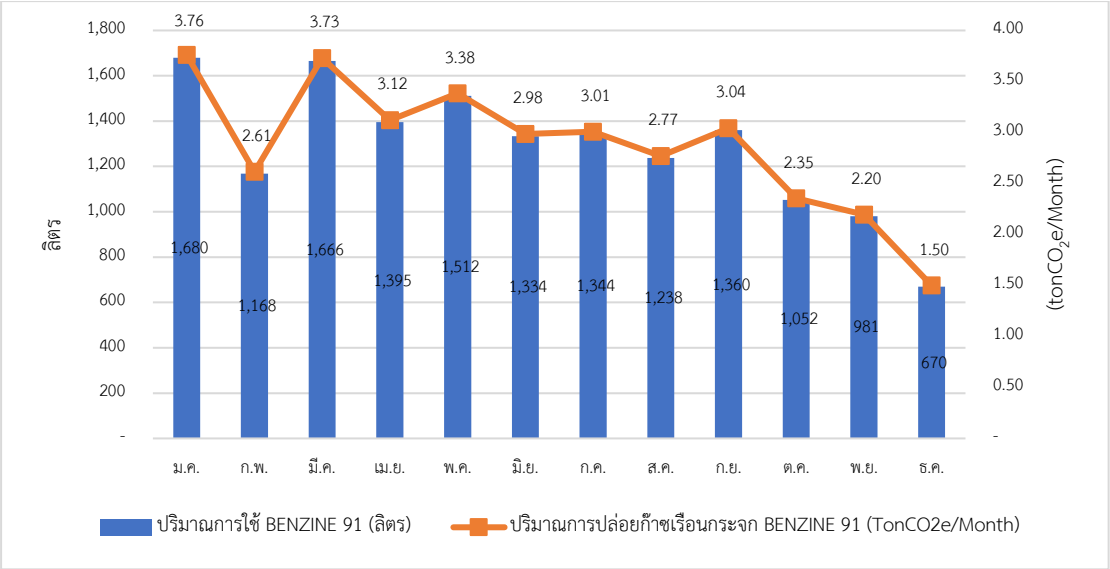
การใช้น้ำมันของรถยนต์บริษัทฯ เท่ากับ 148.76 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ข้อมูลแสดงกิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหใช้น้ำมันของรถยก ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้น้ำมันของรถยก

เชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้ (Lite/year)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq/lite$)	ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)
ดีเซล	38,370	2.7446	105.31
เบนซิน	15,400	2.2376	34.46
รวม	**53,770**		**139.77**



ภาพที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร) ของรถยก



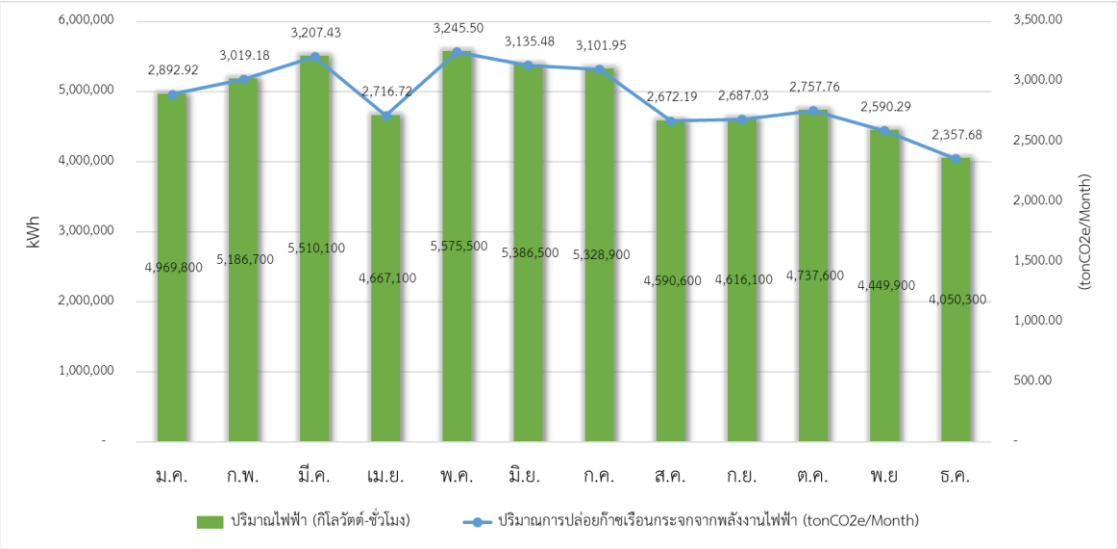
ภาพที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน (ลิตร) ของรถยก

4.6.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy indirect GHG emissions)

จากการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา ได้ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จากตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี2562 เท่ากับ 59,069,100 กิโลวัตต์-ชั่วโมง นำมาคำนวนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยกำหนดค่า Emission factor ที่ 0.5821 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย จะได้ค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานกรณีศึกษาในปี 2562 เท่ากับ 34,384.12 $tCO_2eq/Year$ แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการใช้ (kWh)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq/unit$)	ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)
ไฟฟ้า	59,069,100	0.5821	34,384.12



ภาพที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

4.6.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่น ๆ (Other indirect GHG emission)

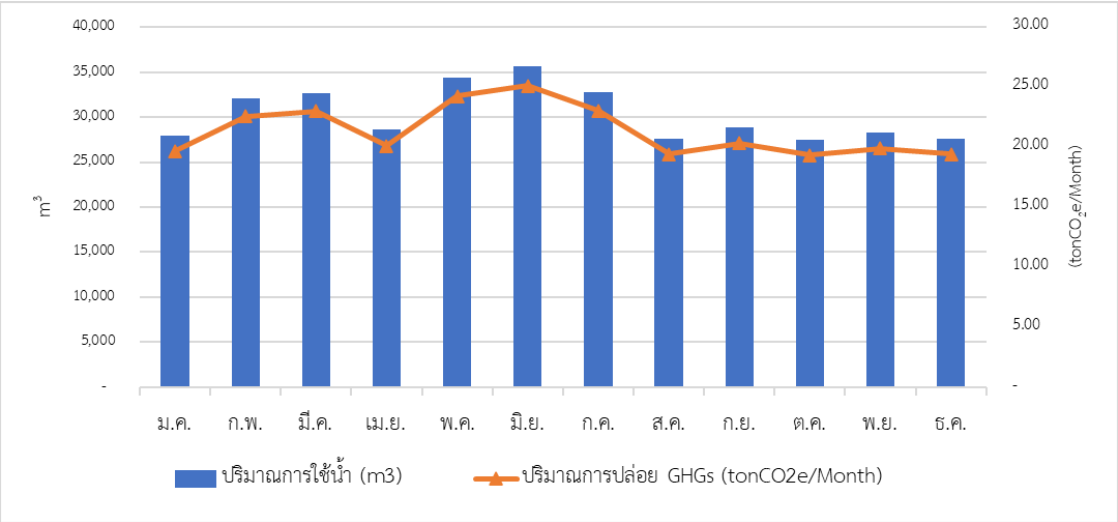
4.6.3.1 การใช้น้ำประปา

จากการเก็บข้อมูลกิจกรรมการใช้น้ำประปาของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ปี2562 ซึ่งใช้น้ำประปาที่มาจากเขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี พบว่า มีปริมาณการใช้น้ำประปา 363,872 ลูกบาศก์เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.7043 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร จะได้ค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปาของโรงงานกรณีศึกษาในปี 2562 เท่ากับ 256.28 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตรต่อปี รายละเอียดดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการใช้น้ำประปา ปี2562

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการใช้ (m^3)	ค่า Emission factor ($kgCO_2eq/m^3$)	ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)
น้ำประปา	363,872	0.7043	256.28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อย GHG กับปริมาณการใช้น้ำประปา (m^3)
ที่มา: ใบแจ้งหนี้ค่าน้ำประปาเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2562

4.7 วิเคราะห์ผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

การวิเคราะห์ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน แบ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct GHG emission) ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy indirect GHG emission) ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำประปา (Other indirect GHG emission)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.7.1 ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct GHG emission)

การวิเคราะห์ผลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ในปี 2562 พบว่า กิจกรรมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต มีสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด โดยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,667.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 82.83 รองลงมาคือ กิจกรรมการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ โดยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 245.34 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 5.53 และกิจกรรมการใช้การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก เท่ากับ 377.12 ตัน

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 8.49 กิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 กิจกรรมและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	**ปริมาณการปล่อย GHGs ($tCO_2eq/Year$)**	**ร้อยละ (ของการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกโดยตรง)**
การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในกระบวนการผลิต	3,677.97	82.83
การใช้น้ำมันของยานพาหนะที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ	245.34	5.53
การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก (Forklifts)	377.12	8.49
การใช้น้ำมันของรถยก (Forklifts)	139.77	3.15
รวม	**4,440.19**	**100**

4.7.2 ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy indirect GHG emissions) และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่นๆ (Other indirect GHG emission)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการวิเคราะห์ผลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ในปีงบประมาณ 2562 พบว่า กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 59,069,100 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 34,384.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ การใช้น้ำประปา โดยพบว่า กิจกรรมการใช้น้ำประปา มีปริมาณการใช้ในปีงบประมาณ 2562 363,872 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 256.28 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

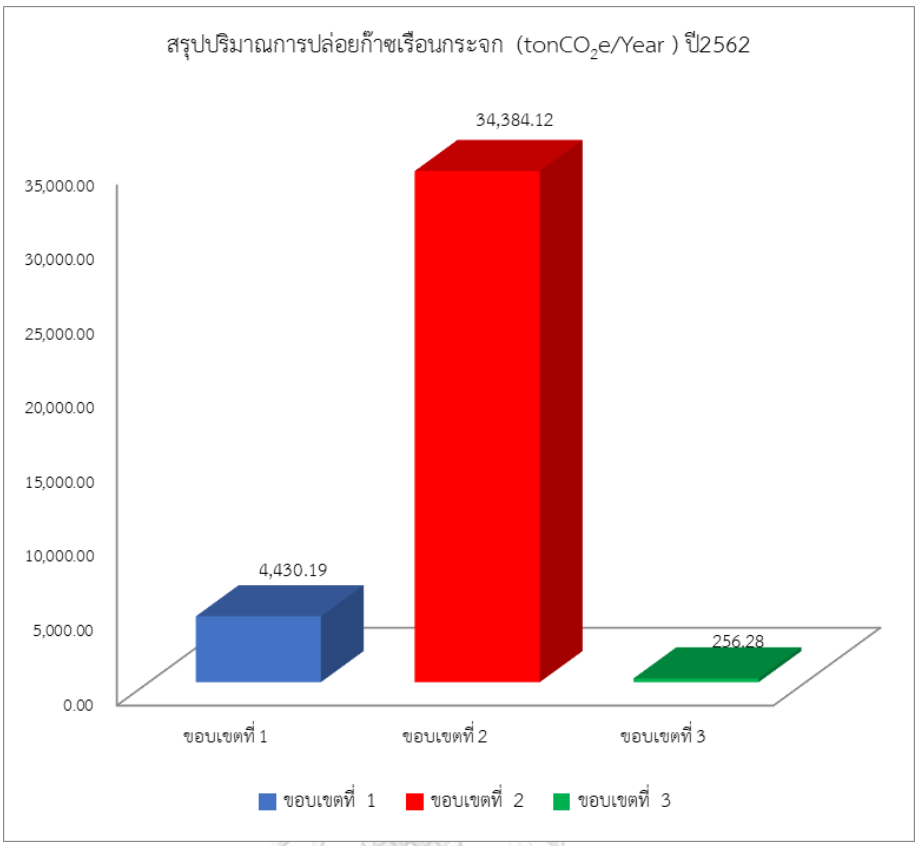
4.7.3 สรุปผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านในปี 2562

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากกิจกรรมทั้ง 3 ประเภท ในปีงบประมาณ 2562 พบว่าโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทั้งหมด 39,079.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 4,430.19 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 11 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 34,384.12 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 88 และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่นๆ ซึ่งได้พิจารณาเพิ่มเติมจากขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 256.28 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1 ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษาทั้ง 3 ขอบเขต แสดงในตารางที่ 4.13 และการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทั้ง 3 ขอบเขต ดังภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16

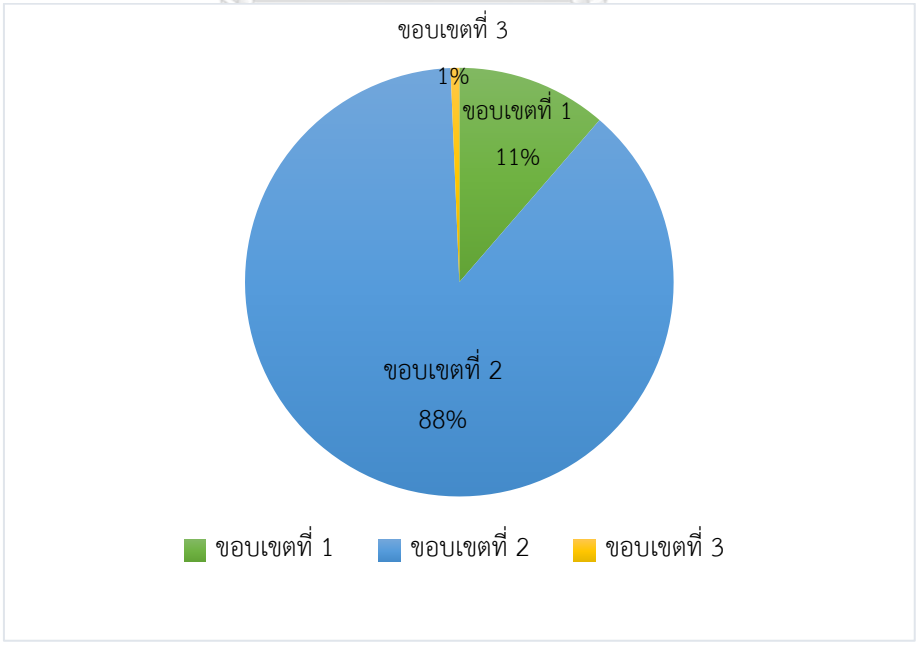
ตารางที่ 4.13 สรุปผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2562

ขอบเขตการดำเนินงาน	**GHG ($tCO_2eq/Year$)**
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง	4,430.19
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงาน	34,384.12
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่นๆ	256.28
รวม	39,079.59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.15 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ปี 2562



ภาพที่ 4.16 สัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ปี2562

4.8 มาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

จากการเก็บข้อมูลกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในปี 2562 จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงงานรวมทั้งสิ้น 59,069,100 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 34,366.87 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด มาตรการลด การใช้พลังงาน หรือเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทน เพื่อลดการใช้พลังงานและ/หรือลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งโรงงานได้ดำเนินมาตรการต่าง ๆ สรุปดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปมาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

มาตรการ	ปีที่ดำเนินการ	ปริมาณพลังงานที่ลดลงได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (tonCO2e/Year)
การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง	2562-2563	1,391,104	445.70
การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA	2563	558,158.25	316.14
การใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ	2564	-	6,375.04
รวม		**1,949,262.25**	**7,136.88**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง

มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด และเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น High Bay LED 110w จำนวน 800 หลอด

โรงงานมีพื้นที่การใช้แสงสว่างจากหลอดไฟเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งเดิมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w และหลอด Hi-bay 400w เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานสูงมาก จึงได้มีมาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพแสงสว่างภายในอาคารของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษาทั้งหมด โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซ็นต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 และเปลี่ยนหลอดHi-bay 400w เป็น LED Hi-bay

110w จำนวน 800 หลอด เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงที่ติดตั้งใหม่ ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า โดยภายหลังการเปลี่ยนแล้วค่าความสว่างต้องเป็นไปตามมาตรฐานอาชีวอนามัยของสภาพแวดล้อมในสถานประกอบการ

4.8.1.1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานหลังปรับปรุง

สามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยคิดชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ 11 ชั่วโมงต่อวัน (ชั่วโมงทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน และเวลาการทำงานล่วงเวลา 3 ชั่วโมง/วัน จำนวนวันทำงาน 247 วันต่อปี (รายละเอียดการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค) โดยเมื่อเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จะสามารถ ลดกำลังไฟฟ้าเหลือ 760,760 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี และการเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w สามารถลดกำลังไฟฟ้าเหลือ 630,344 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี รวมทั้ง 2 กิจกรรม สามารถลดกำลังไฟฟ้าจากระบบแสงสว่างได้ 1,391,104 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี รายละเอียดดังตารางที่ 4.15 และตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 ผลประหยัดการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w

ผลประหยัด	กิโลวัตต์	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง	460	1,249,820
การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง	180	489,060
ผลประหยัด	280	760,760

ตารางที่ 4.16 ผลประหยัดการเปลี่ยนเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w

ผลประหยัด	กิโลวัตต์	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง	320	869,440
การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง	88	239,096
ผลประหยัด	232	630,344

4.8.1.2 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปรับปรุงระบบแสงสว่าง

ดำเนินการปรับปรุงระบบแสงสว่างโดยการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด และเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น High Bay LED 110w จำนวน 800 หลอด สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 1,391,104 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งทำให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ 445.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	**ก่อนดำเนินมาตรการ**	**หลังการดำเนินมาตรการ**	**ที่ลดลงได้**
กำลังไฟฟ้า (kWh/Year)	2,119,260	728,156	1,391,104
ปริมาณการปล่อย GHGs (tCO_2eq/Year)	632,896	357.03	445.70

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยคิดชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนวันในการเดินระบบ 247 วัน ต่อปี

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

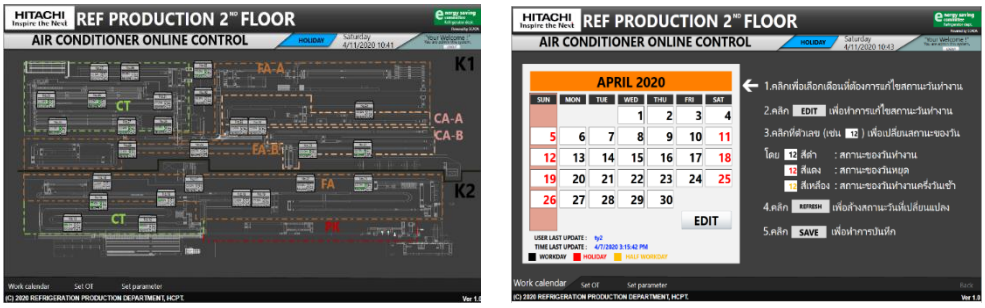
ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.18 เปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w

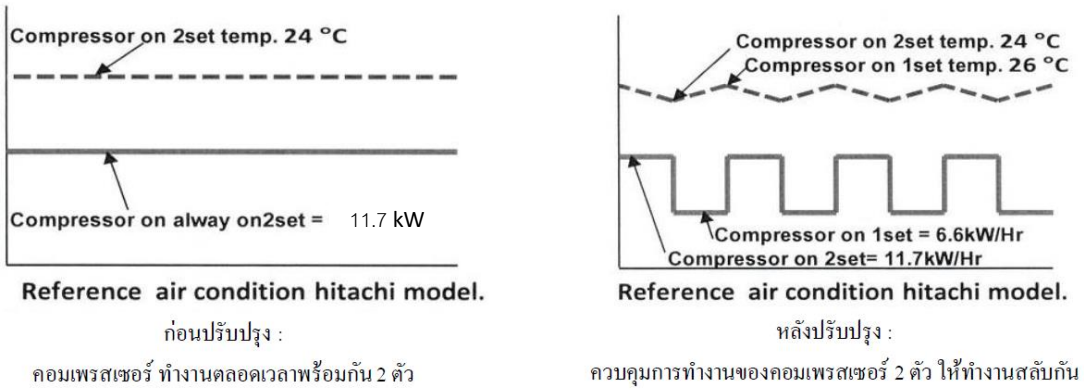
4.8.2 การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA

เนื่องจากระบบปรับอากาศของโรงงานมีอายุการใช้งานมายาวนานกว่า 20 ปีแล้ว ประกอบกับเป็นระบบปรับอากาศรุ่นเก่าจึงมีการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงและเปิดใช้งาน 24 ชม. ซึ่งในความเป็นจริงพนักงานไม่ได้ทำงานตลอด 24 ชม.ทุกวัน หรืออาจมีการทำงานล่วงเวลาเพียงบางวันและไม่ได้ทำทุกจุดของอาคาร แต่จะต้องเปิดระบบปรับอากาศทั้งหมดและตลอดเวลา ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน การนำระบบ SCADA เข้ามาใช้ทำให้สามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศได้อย่างทั่วถึง โดยการควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานระบบปรับอากาศในช่วงการทำงานล่วงเวลาในวันธรรมดาและวันหยุด จากเดิมเปิด 11 ชั่วโมงต่อเนื่อง (เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง + ช่วงเวลา OT 3 ชั่วโมง) เป็นการกำหนดการตั้งเวลาเปิด-ปิดระบบปรับอากาศ ตามเวลาทำงานปกติ 08.00 – 17.00 น. หรือหากมีบางพื้นที่ทำงานล่วงเวลา สามารถควบคุมการทำงานโดยใช้ PLC Control ตั้งเวลาการปิดแอร์ผ่านระบบSCADA และควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ จากเดิมทำงานพร้อมกัน 2 ตัว เป็นการสั่งให้คอมเพรสเซอร์ 2 ตัว ทำงานที่ละ1 ตัวและทำงานสลับกัน เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ



ภาพที่ 4.19 ระบบควบคุมการทำงานระบบปรับอากาศของระบบ SCADA

ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงประสิทธิภาพการทำงานของคอมเพรสเซอร์ก่อนและหลังจาก ตั้งค่าโปรแกรม SCADA ควบคุมการทำงานคอมเพรสเซอร์ โดยจะเห็นได้ว่าก่อนปรับปรุง คอมเพรสเซอร์จะทำงาน 2 ตัวพร้อมกันตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเท่ากับ 11.7 กิโลวัตต์ เมื่อควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ด้วยโปรแกรม SCADA ให้ทำงานสลับกันเพียง 1 ตัวและปรับอุณหภูมิอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานลดลงเหลืองเพียง 6.6 กิโลวัตต์



ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงประสิทธิภาพการทำงานของคอมเพรสเซอร์ก่อน-หลังปรับปรุง

4.8.2.1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานหลังปรับปรุง

การดำเนินการปรับปรุง ทำการเขียนโปรแกรมระบบ SCADA ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ 2 ตัว โดยจะลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เหลือ 1 ตัวสลับกับการสั่งให้คอมเพรสเซอร์ทำงานทั้ง 2 ตัว และควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของระบบปรับอากาศให้สอดคล้องกับเวลาการทำงานจริง ผลประหยัดที่ได้จากการดำเนินมาตรการนี้สามารถประหยัดพลังงาน 558,158.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี รายละเอียดดังตารางที่ 4.18 (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.)

ตารางที่ 4.18 ผลประหยัดการควบคุมระบบปรับอากาศด้วยโปรแกรม SCADA

ผลประหยัด	**กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี**
การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง	1,547,603.20
การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง	989,444.95
ผลประหยัด	**558,158.25**

4.8.2.2 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการควบคุมการใช้งานระบบปรับอากาศ

จากการดำเนินมาตรการควบคุมระบบการทำงานของระบบปรับอากาศด้วยโปรแกรม SCADA ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 558,158.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 316.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รายละเอียดดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากมาตการการควบคุมระบบปรับอากาศโดยโปรแกรม SCADA

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (tCO_2eq)	**ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรม (tCO_2eq)**	**ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก ($tCO_2eq/Year$)**
876.56	560.42	316.14

4.8.3 การใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating)

พลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับพลังงานหมุนเวียนยุคใหม่ ซึ่งในปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำมีประสิทธิภาพและติดตั้งง่ายกว่าการติดตั้งบนบกอย่างมาก เนื่องจากอาศัยธรรมชาติของน้ำในการระบายความร้อน การผลิตไฟฟ้าจึงมีเสถียรภาพมากขึ้น เพราะแผงโซล่าเซลล์เมื่ออยู่ใกล้น้ำจะทำให้แผงโซล่าเซลล์ ไม่ร้อนและส่งผลให้ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ดีกว่าแผงโซล่าเซลล์ที่อยู่บนพื้น ได้ถึง 8-10 % นอกจากนั้นยังเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่สามารถช่วยในเรื่องการประหยัดพื้นที่วางแผงโซล่าเซลล์บนบก เพราะหากต้องการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นเท่าไร พื้นที่วางแผงโซล่าเซลล์ก็ย่อมต้องมากขึ้นเท่านั้น อีกทั้งยังทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น ลดการระเหยได้ถึง 80% เพราะแผงโซล่าเซลล์ปกคลุมไว้ (Tech, 2564)

ภายใต้การดำเนินการตามนโยบายพลังงานของบริษัทฯ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดการใช้พลังงาน และเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานทดแทน อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับการใช้ประโยชน์ภายในโรงงานและทดแทนไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรีบริษัทฯ จึงได้ดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ด้วยการนำไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ จ่ายไฟให้กับอาคารและกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ของบริษัทฯ มีรายละเอียดและกิจกรรมดังต่อไปนี้

โรงงานได้พิจารณาหาแหล่งพลังงานไฟฟ้า พลังงานทดแทน ทดแทนไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเวลากลางวัน โดยในปี พ.ศ. 2563 ได้ทำสัญญาตกลงซื้อ-ขายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating PV) ภาพที่ 4.21 จากหน่วยงานเอกชนภายในเขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8 เมกะวัตต์ต่อวัน หรือคิดเป็น 1,400,000 หน่วยต่อเมกะวัตต์ หรือประมาณ 11,200,000 หน่วยต่อ 8 เมกะวัตต์ต่อปี โดยสัญญา มีผลต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 25 ปี นับตั้งแต่วันที่จ่ายไฟฟ้าเข้าระบบเชิงพาณิช(Commercial Operation Date: COD) รายละเอียดของอุปกรณ์หลักที่ใช้ในโครงการดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating Solar 8 mWp)

ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**	
ชื่อโครงการ	Floating Solar Power Plant in Kabinburi Industrial Zone	
ทำเลที่ตั้ง	เขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัด ปราจีนบุรี	
Plant GPS-Co-Ordinates	14.067394, 101.844392	
Building No.	Pond A	Pond B
Plant Area	34,025.43 m^2	23,069.83 m^2
ส่วนประกอบ	**รายละเอียด**	
Project Capacity DC	4,802 kWp	3,279 kWp
PV Module	490W	490W
String Module	28 PV Module	28 PV Module
Number of String	350 String	239 String
Number of Module	9,800 PV Module	6,692 PV Module
Inverter Capacity	175 kW	175 kW
Number of Inverter	22 set	15 set
Total Project Capacity DC	8,081 kWp	
Total Project Capacity AC	6,475 kWA	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.21 โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำขนาด 8 mWp ภายในเขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี อ.กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าให้กับโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา

4.8.3.1 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินการนำพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ

จากการนำพลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำมาใช้ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของโรงงานแห่งนี้ ตามสัญญาการซื้อ-ขายไฟ คาดว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 11,200,000 หน่วยต่อ 8 เมกะวัตต์ต่อปี คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้เท่ากับ 6,375.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากสายส่ง (เชื้อเพลิงฟอสซิล) คิดเป็นร้อยละ 18.54 โดยคาดว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากสายส่งจะลดลงเหลือ 28,009.08 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (แสดงวิธีการคำนวณในภาคผนวก ค) ทั้งนี้กำลังการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานจะยังคงเท่าเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.9 การศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

4.9.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานด้านระบบแสงสว่าง

ได้มีการศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยประเมินความคุ้มค่าทางเศรษศาสตร์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประหยัดพลังงาน โดยทำการสำรวจห้องบรรยายจำนวน 21 ห้อง พบว่ามีห้องบรรยายที่ผ่านมาตรฐาน 10 ห้อง จึงได้แบ่งแนวทางการปรับปรุงเป็น 2 แนวทาง คือ (1) ปรับปรุงทุกห้องบรรยายและ (2) ปรับปรุงเฉพาะห้องที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าพลังงานที่ประหยัดได้จากการเปลี่ยนหลอดไฟมีค่าประมาณ 15,585 kWh/year และ 4,914 kWh/year ซึ่งคิดเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 8.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี และ 2.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ในแนวทางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (ธัญชนก หลำริ้ว, หฤทัย กลิ่นเพชร, & ธนาพล ตันติสัตยกุล, 2563) และการศึกษาด้านการลงทุนการปรับปรุงระบบแสงสว่าง จากการศึกษาเปรียบเทียบอาคารร้านค้าปลีก 2 แห่ง ที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่เดียวกัน เปรียบเทียบการใช้พลังงานของอาคารเก่าและอาคารใหม่ โดยอาคารใหม่จะใช้เทคโนโลยี วัสดุ อุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานที่มากขึ้น ผลที่ได้พบว่าอาคารใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีที่ดีกว่า มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากกว่าอาคารเก่าร้อยละ 44 โดยจะช่วยลดภาระในการทำความร้อนได้ร้อยละ 61 และในด้านระบบแสงสว่างร้อยละ 39 แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีที่ดีถึงแม้จะต้องเงินลงทุนที่สูงกว่าแต่ถือว่าเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ เพราะสามารถช่วยลดได้ทั้งในแง่ของพลังงานในระยะสั้นและจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ในระยะยาวเพียงแต่ต้องใช้เงินลงทุนที่มากกว่า (Richman & Simpson, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.9.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศ

ปัจจุบันเริ่มมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศเพื่อช่วยลดการใช้พลังงาน เนื่องจากหลายๆงานวิจัยพบว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้การใช้พลังงานสูง การนำเทคโนโลยีเข้าควบคุมจึงสามารถช่วยให้การประหยัดไฟจากระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อาทิ งานวิจัยการนำระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะ Internet of Things (IOT) ผ่านAndroidและ IOS เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศในห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IOT) ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ดำเนินการวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การพัฒนาระบบอัจฉริยะในห้องเรียนประกอบด้วย Hardware และ Software โดยในส่วนของ Hardware ทำหน้าที่

เปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศและทำหน้าที่เปิด-ปิด ไฟฟ้าในส่วนSoftware จะใช้แอพพลิเคชั่นBlynk ที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน Android และ IOS เป็นชุดควบคุมหลักในการเปิด-ปิดและแจ้งสถานการณ์ทำงาน (ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์ & สมชาย เล็กเจริญ, 2018)

4.9.3 มาตรการด้านพลังงานทดแทน

การดำเนินการเพื่อพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทดแทนเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงาน และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก อาทิ การศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำพลังงานทดแทนมาใช้แทนพลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง พบว่าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในแนวทางเดียวกัน ได้แก่ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินขนาด 1,500 กิโลวัตต์ จากผลการประเมินก๊าซเรือนกระจก พบว่าสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 1,549 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี (การุณย์ ชัยวณิชย์, 2018) และงานวิจัยการประเมินผลประโยชน์ทางพลังงานจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนดาดฟ้าอาคารเรียน จำนวน 17 อาคาร ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ผลการศึกษาสรุปได้ว่า สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ประมาณ 2.14 MWp สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งหมดประมาณ 2.77 GWh/ปี สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 1,570 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี (ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัศมีธรรมโชติ, & เมฆาพร อุ่ยสกุล, 2560)

4.10 แนวทางการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆในอนาคต

โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา ได้ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานนอกเหนือจากงานวิจัยมาโดยตลอด อาทิ การปรับปรุงเครื่องจักร การสื่อสารประชาสัมพันธ์การอนุรักษ์พลังงานให้แก่พนักงาน และในอนาคตยังสามารถพัฒนาปรับปรุงมาตรการอื่น ๆ ได้อีก อาทิ การศึกษาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอประเทศไต้หวัน โดยทำการรวบรวมข้อมูลการประหยัดพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 303 โรงงาน จากระบบอีดีเอส (the on-line Energy Declaration System; EDS) ปีพ.ศ. 2551 พบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงาน สามารถลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ 143,669 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยลดการใช้พลังงานจากหม้อต้มน้ำ (boiler) การควบคุมกระบวนการผลิต (process control) และระบบปรับอากาศ (air conditioning systems) คิดเป็นร้อยละ 38, 28 และ 12 ของศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ (Hong, 2010) และจากงานวิจัยการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งประเมินศักยภาพการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยได้ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ ผลการดำเนินมาตรการพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานของทุกระบบลงได้

742,363.00 กิโลวัตต์–ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดประมาณ 2,665,083.10 บาทต่อปี โดยระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด การดำเนินมาตรการในระบบนี้จึงมีประสิทธิภาพมากที่สุด ภาพรวมจากการอนุรักษ์พลังงานนี้สามารถลดการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 402.4744 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (กฤตภาส มงคลธำรงกุล, พัชราภรณ์ สุขกันตะ , & เมธิณ ใจเกื้อ, 2020) โรงงานควบคุมแต่ละแห่งมีการใช้พลังงานที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับลักษณะของประเภทอุตสาหกรรมการผลิตของโรงงานควบคุมนั้น ๆ ซึ่งระบบที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมากภายในโรงงานควบคุม ได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ โดยการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมีความจำเป็นต้องจัดทำให้เหมาะสมต่อการใช้พลังงานของโรงงานนั้น ๆ โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในการดำเนินเป็นสำคัญ

4.11 ผลการดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

จากการประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกรณีศึกษา โดยการนำข้อมูลในปี 2562 มาพิจารณาหามาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 มาตรการ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ โดยทั้ง 3 มาตรการเป็นมาตรการที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จในปีพ.ศ. 2563 และพ.ศ. 2564 รายละเอียดผลสรุปของการประเมินและการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานแสดงในบทที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อหามาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านในปี 2562 นำมาประเมินค่าการใช้พลังงาน โดยการวิเคราะห์การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขอบเขต ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) คือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงของโรงงาน (Direct GHG emission) ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary combustion) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เคลื่อนที่ (Mobile Combustion) ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy indirect GHG emission) ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other indirection GHG emission) ได้แก่ การใช้น้ำประปา จากนั้นศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานเพื่อหาแนวทางลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านแห่งนี้

5.1 สรุปผลวิจัย

5.1.1 จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ปี พ.ศ. 2562 เพื่อประเมินค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.53±6 MJ/หน่วย โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนตลอดทั้งปี เท่ากับ 59,069,100.00 kWh และ 59,178,976.80 MJ ตามลำดับ โดยพลังงานไฟฟ้าถูกใช้ในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานทั้งหมด ส่วนพลังงานความร้อนจากก๊าซธรรมชาติถูกใช้ในกระบวนการอบชิ้นงาน กระบวนการต้มน้ำ กระบวนการของหม้อไอน้ำ (Boiler) เป็นต้น

5.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เท่ากับ 39,079.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง มีปริมาณเท่ากับ 4,430.19 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณ 34,384.12 ตัน

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ การใช้น้ำประปา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 256.28 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ต่อปี ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 88 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด หากรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 จะมีค่าเท่ากับ 38,814.31 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ส่วนกิจกรรมที่นำมาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วพบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 1 และ ขอบเขตที่2 ได้แก่ การใช้น้ำมันของรถยก การใช้น้ำมันของยานพาหนะที่บริษัทฯเป็นเจ้าของ และการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยก

5.1.3 มาตรการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เมื่อพิจารณาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะเห็นได้ว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานมีค่าสูงสุด ดังนั้นจึงมุ่งเน้นมาตรการลดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ดังนี้

มาตรการที่ 1 มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟ จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด และเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น High Bay LED 110w จำนวน 800 หลอด

จากการดำเนินมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 1,391,104 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี และสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 445.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

มาตรการที่ 2 การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการดำเนินมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 558,158.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี และสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 316.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

มาตรการที่ 3 การใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating)

เนื่องจากมาตรการดังกล่าวเป็นการนำพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ทดแทนการการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานไม่ลดลง แต่การนำพลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์มาใช้งาน สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจดลงได้ 6,375.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

รวมทั้ง 3 มาตรการ สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานลงได้ 1,949,262.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี และสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 7,136.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานขององค์กรและสามารถนำมาตรการลดการใช้พลังงาน มาตรการใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อเป็นแนวทางให้กับโรงงานและอาคารสถานประกอบการต่าง ๆ สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการเข้าร่วมโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) และโครงการอื่น ๆ ต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาในครั้งต่อไป

ในส่วนของการประเมินการใช้พลังงาน หากโรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านมีผลิตภัณฑ์หลากหลาย ควรประเมินดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานแยกผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ค่าดัชนีชีวัดการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น และ การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรได้พิจารณาเฉพาะด้านการใช้พลังงานเป็นหลักเท่านั้น ซึ่งในขอบเขตที่ 3 ควรพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมอื่นๆของโรงงาน เช่น การจัดการลดขยะมูลฝอยไปฝังกลบ การใช้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ การใช้รถตัดหญ้า เป็นต้น เพื่อให้การประเมินก๊าซเรือนกระจกครอบคลุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

(IEA), I. E. A. (2009). "*Industry overview", in Energy Technology Transitions for Industry*. Paris, France.

Hong, G. B., Su, T.L., Lee, J.D., Hsu, T.C., Chen, H.W., . (2010). "*Energy conservation potential in Taiwanese textileindustry"*(Vol. 38, pp. 7048-7053).

Muhammad S Shaikh, P. H. S., Khadja Qureshi (2018). Green House Effect and Carbon Foot Print, Bulletin of Carbon foot print,. 121-124.

Richman, R., และ Simpson, R. (2016). Towards quantifying energy saving strategies in big-box retail stores: a case study in Ontario (Canada). *Sustainable Cities and Society,* 20, 61-70.

Tech, C. W. (Producer). (2564). Wealth Tech Corporation. Retrieved from https://www.wtcren.com/content/6128/%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%A5%E0%B8%A5%E0%B9%8C%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3-floating-solar

กรณ์พิรา แก้วฉิมพลี. (2554). การประยุกต์แนวทางการลดการใช้พลังงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์. (วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,

กฤตภาส มงคลธำรงกุล, พัชราภรณ์ สุขกันตะ, และ เมธิณ ใจเกื้อ. (2020). การประเมินการอนุรักษ์พลังงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้, 11(2), 345-358.

การุณย์ ชัยวณิชย์. (2018). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน ภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. *SCIENCE AND TECHNOLOGY NAKHON SAWAN RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL,* 10(12), 35-46.

ณฐพล รำพึงกิจ. (2559). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก. (วิทยานิพนธ์ (วศ.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธนาพล ตันติสัตยกุล, พีรพล รัศมีธรรมโชติ, และ เมฆาพร อุ่ยสกุล. (2560). การประเมินผลประโยชน์ทางพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังคาอาคาร ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *Thai Science and Technology Journal*, 1083-1099.

ธัญชนก หลำริ้ว, หฤทัย กลิ่นเพชร, และ ธนาพล ตันติสัตยกุล. (2563). แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในห้องเรียน: กรณีศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. *Thai Science and Technology Journal*, 1309-1320.

เป็นธิดา มณีโชติ. (2553). การศึกษาประสิทธิภาพการ ใช้พลังงานของโรงงานควบคุม: *TSIC* 33, 36, 37 และ 38. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิทยานิพนธ์ (วศ.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

พุทธิพรรณ ปาละกาวงศ์ ณ อยุธยา. (2555). การศึกษาการลดก๊าซเรือนกระจกในองค์กรกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ยุวธิดา พุกอ่อน. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษาส่วนสำนักงานของบริษัท อัครา รีซอร์สเซส จำกัด (มหาชน). (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม,

รุ่งชัย วิจิตรยืนยง. (2549). การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานประกอบวงจรรวม. (วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรุณ รักสกุลกานต์. (2554). การประเมินก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ. (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศรีรุ่ง แก้วไพฑูรย์, และ สมชาย เล็กเจริญ. (2018). ระบบ ควบคุม ห้องเรียน อัจฉริยะ ด้วย *Internet of Things (IOT)* ผ่าน *Android* และ *IOS.* Paper presented at the Rangsit Graduate Research Conference: RGRC.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2557). ทำเนียบอุตสาหกรรม.

สุชาติ สุวรรณาพิสิทธิ์. (2548). การลดการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิทยานิพนธ์ (วศ.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สุวิทย์ ภูลี. (2554). การศึกษาแนวทางบำรุงรักษาที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมปิโตรเคมี. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยานิพนธ์ (วท.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564a). ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสาหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพื่อทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งหรือจาหน่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบสายส่ง (*T-VER-METH-AE*-01 *Version* 05). กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564b). ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใต สำหรับการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (*Energy Efficiency Improvement for lightings) (T-VER-METH-EE- Version* 04). กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ตาราง ก- 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (มกราคม 2562)

ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์ $kgCO_2eq$/หน่วย	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
1. พลังงานที่เผาไหม้อยู่กับที่			
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	Kg	3.1133	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE LPG 1 litre = 0.54 kg
2. พลังงานที่มีการเคลื่อนที่			
น้ำมันเบนซิน	L	2.2376	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
น้ำมันดีเซล	L	2.7446	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, PTT
Liquified Petroleum Gas	Kg	2.8449	Thai national database
3. พลังงานการใช้ไฟฟ้า			
ไฟฟ้าจากสายส่ง	kWh	0.5821	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014)
4. น้ำประปา			
การใช้น้ำประปา	ลิตร	0.7043	Thai national database

ตาราง ก- 2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย สำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Thailand Grid Emission Factor for GHG Reduction Project/Activity) ประกาศใช้เมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2560

ประเภทโครงการ	Grid Emission Factor (tCO_2eq/MWh)
โครงการทั่วไป	0.5664
โครงการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์	0.5692

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณค่าดัชนีการใช้พลังงาน และการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

1. วิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต (Specific Energy Consumption: SEC) คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า(kWh)} \times 3.6\ \text{MJ/kWh} + \text{ปริมาณพลังงานความร้อน (MJ)}}{\text{ปริมาณผลผลิต (หน่วย)}}$$

โดย ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) หมายถึง ดัชนีชี้วัดการใช้พลังงาน มีหน่วยเป็น เมกะจูล/หน่วย

ปริมาณพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ปริมาณพลังงานจากการใช้ไฟ มีหน่วยเป็น MJ หรือ kWh

ปริมาณพลังงานความร้อน หมายถึง ปริมาณการใช้พลังงานจากก๊าซปิโตรเลียมเหลว หน่วยเป็น MJ

ปริมาณผลผลิต หมายถึง ปริมาณผลผลิตทั้งหมด มีหน่วยเป็น หน่วยผลิตภัณฑ์พลังงานไฟฟ้า 1 kWh = 3.6 ล้านจูล (3.6 MJ)

ตาราง ข- 1 ปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิต ปี 2562

เดือน	ปริมาณผลผลิต (หน่วย)	ปริมาณพลังงานที่ใช้	
		ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)
ม.ค. 62	223,487.00	4,969,800.00	4,462,433.20
ก.พ. 62	227,839.00	5,186,700.00	4,863,268.60
มี.ค. 62	246,080.00	5,510,100.00	5,226,431.50
เม.ย. 62	200,514.00	4,667,100.00	4,144,477.30
พ.ค. 62	240,056.00	5,575,500.00	5,266,615.50
มิ.ย. 62	233,918.00	5,386,500.00	5,269,127.00
ก.ค. 62	237,323.00	5,328,900.00	5,243,509.70
ส.ค. 62	217,738.00	4,590,600.00	4,850,711.10
ก.ย. 62	235,616.00	4,616,100.00	4,854,729.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เดือน	ปริมาณผลผลิต (หน่วย)	ปริมาณพลังงานที่ใช้	
		ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ความร้อน (เมกะจูล)
ต.ค. 62	234,779.00	4,737,600.00	5,255,564.90
พ.ย. 62	235,423.00	4,449,900.00	4,468,963.10
ธ.ค. 62	198,262.00	4,050,300.00	5,273,145.40
รวม	**2,731,035.00**	**59,069,100.00**	**59,178,976.80**

$$\text{ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)} = \frac{59{,}069{,}100 \text{ kWh} \times 3.6 \text{ MJ/kWh} + 59{,}178{,}976.80 \text{ MJ}}{2{,}731{,}035.00 \text{ หน่วย}}$$

$$= 99.53 \text{ เมกะจูล/หน่วย}$$

ดังนั้น จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในปี 2562 มีค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเท่ากับ 99.53 MJ/หน่วย

2. การประเมินก๊าซเรือนกระจกขององค์กร คำนวณได้จาก

GHG Emissions = Activity Data x Emission Factor

โดย GHG Emissions หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีหน่วยเป็น tCO_2eq

AD หมายถึง ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)

EF หมายถึง ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่ใช้ในการประเมิน หน่วยเป็น $kgCO_2eq/unit$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ข- 2 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรของ 3 ขอบเขต

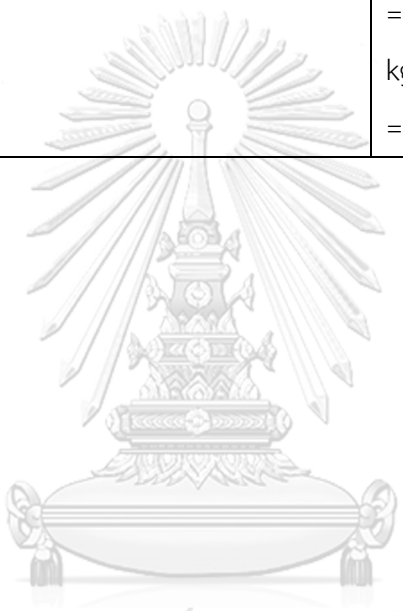
ขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาและกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	วิธีการคำนวณ
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission)	1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Combustion) - การใช้ก๊าซ LPG ในกระบวนการผลิต	ปริมาณก๊าซ LPG ที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ LPG = 1,178,160 kg/ปี × 3.1133 $kgCO_2eq/kg$ = 3,667.97 tCO_2eq/ปี
	1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) - การใช้น้ำมันของยานพาหนะทั้งหมดของบริษัทฯ	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของเชื้อเพลิง <u>น้ำมันดีเซล</u> = 75,015.43 L/ปี × 2.7446 $kgCO_2eq/L$ = 205.89 tCO_2eq/ปี <u>น้ำมันเบนซิน</u> = 17,629.36 L/ปี × 2.2376 $kgCO_2eq/L$ = 39.45 tCO_2eq/ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มาและกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	วิธีการคำนวณ
	- การใช้น้ำมันของรถยก (Forklift)	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของเชื้อเพลิง <u>น้ำมันดีเซล</u> = 38,370 L/ปี × 2.7446 $kgCO_2eq/L$ = 105.31 tCO_2eq/ปี <u>น้ำมันเบนซิน</u> = 15,400 L/ปี × 2.2376 $kgCO_2eq/L$ = 34.46 tCO_2eq/ปี
	- การใช้ก๊าซLPG ของรถยก (Forklift)	ปริมาณLPG ที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของก๊าซ LPG (off road) = 132,560 kg × 2.8449 $kgCO_2eq/kg$ = 377.12 tCO_2eq/ปี
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานนำเข้าจากภายนอก (Energy indirect GHG emissions)	การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก = 59,069,100 kWh × 0.5821 $kgCO_2e$/หน่วย = 34,384.12 tCO_2eq/ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**แหล่งที่มาและกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**	**วิธีการคำนวณ**
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่น ๆ	ปริมาณการใช้น้ำประปา	ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำประปา = 363,872 m^3 × 0.7043 $kgCO_2eq/m^3$ = 256.28



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

วิธีคำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการที่ 1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง

เปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประเภทฟลูออเรสเซ็นต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด และเปลี่ยนหลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w จำนวน 800 หลอด

1. ข้อมูลในการประกอบการคำนวณ

- กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง และจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง:

- หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด
- หลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w จำนวน 800 หลอด

- ชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง:

- ชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า 11 ชั่วโมงต่อวัน (ชั่วโมงทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน และเวลาการทำงานล่วงเวลา3 ชั่วโมง/วัน)
- จำนวนวันทำงาน 247 วันต่อปี

จำนวนชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในหนึ่งปี = 11 × 247 = 2,717 ชั่วโมง/ปี

2. คำนวณศักยภาพการประหยัดพลังงาน

2.1 เปลี่ยนฟลูออเรสเซ็นต์ T8 36w เป็นหลอดไฟ LED 18w จำนวน 10,000 หลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก่อนดำเนินมาตรการ

หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ T8 ขนาด 36w	= 10,000	หลอด
ขนาดกำลังไฟฟ้า 36 w รวมบัลลาสต์ 10 w	= 46	W
กำลังไฟฟ้ารวม	= 460	kW
เปิดใช้งานเฉลี่ย จำนวนชั่วโมง/วัน	= 11	วัน
จำนวนวันทำงาน	= 247	วัน/ปี
ดังนั้น จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 1,249,820**	**kWh/ปี**

หลังการดำเนินมาตรการ

หลอดไฟ LED ขนาด 18w	= 10,000	หลอด
กำลังไฟฟ้ารวม	= 180	kW
เปิดใช้งานเฉลี่ย จำนวนชั่วโมง/วัน	= 11	วัน
จำนวนวันทำงาน	= 247	วัน/ปี
ดังนั้น จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 489,060**	**kWh/ปี**

ดังนั้น เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการดำเนินมาตรการ สรุปได้ดังนี้

ค่าการใช้พลังงานก่อนดำเนินมาตรการ	= 1,249,820	kWh/ปี
ค่าการใช้พลังงานหลังดำเนินมาตรการ	= 489,060	kWh/ปี
ผลการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 760,760**	**kWh/ปี**

2.2 หลอด Hi-bay 400w เป็น LED Hi-bay 110w จำนวน 800 หลอด

ก่อนดำเนินมาตรการ

หลอด Hi-bay ขนาด 400 w	= 800	หลอด
กำลังไฟฟ้ารวม	= 320	kW
เปิดใช้งานเฉลี่ย จำนวนชั่วโมง/วัน	= 11	วัน
จำนวนวันทำงาน	= 247	วัน/ปี
ดังนั้น จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 869,440**	**kWh/ปี**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังการดำเนินมาตรการ

หลอด LED Hi-bay 110w	= 800	หลอด
กำลังไฟฟ้ารวม	= 88	kW
เปิดใช้งานเฉลี่ย จำนวนชั่วโมง/วัน	= 11	วัน
จำนวนวันทำงาน	= 247	วัน/ปี
ดังนั้น จะมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 239,096**	**kWh/ปี**

ดังนั้น เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการดำเนินมาตรการ สรุปได้ดังนี้

ค่าการใช้พลังงานก่อนดำเนินมาตรการ	= 869,440	kWh/ปี
ค่าการใช้พลังงานหลังดำเนินมาตรการ	= 239,096	kWh/ปี
ผลการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี	**= 630,344**	**kWh/ปี**

ดังนั้น ผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปีของมาตรการการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่าง เท่ากับ 1,391,104 kWh/ปี

3. คำนวณผลประหยัดทางการเงิน

เงินลงทุน	= 5,450,000 บาท
ค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้	= 1,391,104 kWh/ปี x 3.4 บาท/kWh
	= 4,729,753.60 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	= เงินลงทุน / ผลประหยัดที่ลดลงได้
	= 5,450,000 บาท / 4,729,753.60 บาท/ปี
	= 1.2 ปี

4. คำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Improvement for lightings) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2564b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง ค-1 กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	**แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก**	**ชนิดของ ก๊าซเรือน กระจก**	**รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**
กรณีฐาน	การใช้พลังงาน ไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเดิมซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
การดำเนิน โครงการ	การใช้พลังงาน ไฟฟ้า	CO_2	การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งใหม่ซึ่งผลิตจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล
นอกขอบเขต โครงการ	ไม่เกี่ยวข้อง	-	-

4.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน(Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเดิม โดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมก่อนการดำเนินโครงการ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$BE_y = BE_{EL,y}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พารามิเตอร์	**ความหมาย**	**หน่วย**	**ค่า**
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y	$tCO_2eq/year$	1,233.62
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y	$tCO_2eq/year$	1,233.62

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$BE_{EL,y} = (EC_{BL,Calc,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Grid,CM,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y	$tCO_2eq/year$	1,233.62
$EC_{BL,Calc,y}$	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีฐานจากการคำนวณ	kWh/year	2,119,260
$EF_{Grid,CM,y}$	ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า	tCO_2eq/MWh	0.5821

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน เท่ากับ 1,233.62 $tCO_2eq/year$

4.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$PE_y = PE_{EL,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	787.92
$PE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	787.92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,Calc,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Grid,CM,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
$PE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	787.92
$EC_{PJ,Calc,y}$	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการจากการคำนวณ	kWh/ปี	1,391,104
$EF_{Grid,CM,y}$	ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า	tCO_2/MWh	0.5664

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ 787.92 $tCO_2eq/year$

4.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ เนื่องจากไม่มีการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเดิมไปติดตั้งใช้งานในพื้นที่นอกขอบเขตโครงการ

4.4 การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ER_y) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
ER_y	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	$tCO_2eq/year$	445.70
BE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	$tCO_2eq/year$	1233.62
PE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	787.92
LE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	$tCO_2eq/year$	-

ดังนั้น มาตรการนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 445.70 $tCO_2eq/year$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มาตรการที่ 2 การควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA

1. ข้อมูลในการประกอบการคำนวณ

   - ชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า 11 ชั่วโมงต่อวัน (ชั่วโมงทำงานปกติ 8 ชั่วโมง/วัน และเวลาการทำงานล่วงเวลา3 ชั่วโมง/วัน)
   - จำนวนวันทำงาน 247 วันต่อปี จำนวนชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในหนึ่งปี = 11 × 247 = 2,717 ชั่วโมง/ปี

2. คำนวณศักยภาพการประหยัดพลังงาน

ตาราง ค- 2 การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากการควบคุมการทำงานคอมเพรสเซอร์

NO.	Model	Q'ty (SET) (a)	Energy Consumption (kW)		Energy Consumption (kW)	
			(b) Compressor on 2 set	(c) Compressor on 1 set	Before e = (a) x (b)	After = {[(b) x 50%]+[(C)x50%]}x(a)
1	Hitachi RP-20WL	19	11.7	6.6	222.3	173.85
2	Stat AIR RAW-250	6	12.4	6.6	74.4	57
3	Carrier	2	24.8	13.8	49.6	38.6

2.1 ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ 2 ตัว ให้ทำงานสลับกันครั้งละ 1 ตัว

กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 346.3 kW
จำนวนวันทำงาน = 247 วัน/ปี
ชั่วโมงการทำงาน = 11 ชั่วโมง/วัน
พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 346.3×247×11
= 940,897.10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 269.45 kW
พลังงานไฟฟ้าหลังปรับปรุง = 269.45×247×11
= 732,095.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = พลังไฟฟ้า(ก่อนปรับปรุง) – พลังไฟฟ้า(หลังปรับปรุง)
= 940,897.10 - 732,095.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
= 208,801.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

2.2 ควบคุมการเปิด-ปิดระบบปรับอากาศ โดยใช้ระบบ SCADA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากเดิมเปิด 11 ชั่วโมง ต่อเนื่อง (เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง + เวลา OT 3 ชั่วโมง) กำหนดตั้งเวลาเปิด-ปิดระบบปรับอากาศ ตามเวลาทำงานปกติ 08.00 – 17.00 น. ดังนั้น ลดเวลาการเปิดแอร์ลง 3 ชั่วโมง/วัน

ก่อนดำเนินมาตรการ = (223.3+74.4+49.6) kW x 247 วัน/ปี x 11 ชั่วโมง/วัน
= 606,706.10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

หลังดำเนินมาตรการ = (223.3+74.4+49.6) kW x 247 วัน/ปี x (11–8) ชั่วโมง/วัน
= 257,349.30 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = พลังไฟฟ้า(ก่อนปรับปรุง) – พลังไฟฟ้า(หลังปรับปรุง)
= 606,706.10 - 257,349.30 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี
= 349,356.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

ดังนั้น ผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปีของการควบคุมระบบปรับอากาศภายในโรงงาน โดยโปรแกรม SCADA เท่ากับ 558,158.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

3. คำนวณผลประหยัดทางการเงิน

เงินลงทุน = 140,000 บาท

ค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ = 558,158.25 kWh/ปี x 3.4 บาท/kWh
= 1,897,738.05 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / ผลประหยัดที่ลดลงได้
= 140,000 บาท / 1,897,738.05 บาท/ปี
= 0.07 ปี หรือประมาณ 1 เดือน

4. คำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามวิธีการคำนวณ โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme) (อ้างอิงจาก LESS-EE-01 Version 3) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2564)

กำหนดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 0.5664 tCO_2/MWh

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$BE_y = BE_{EL,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y	$tCO_2eq/year$	876.56
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y	$tCO_2eq/year$	876.56

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$BE_{EL,y} = (EC_{BL,Calc,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Grid,CM,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y	$tCO_2eq/year$	876.56
$EC_{BL,Calc,y}$	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีฐานจากการคำนวณ	kWh/year	1,547,603.20
$EF_{Grid,CM,y}$	ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า	tCO_2/MWh	0.5664

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน เท่ากับ 876.56 $tCO_2eq/year$

4.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$PE_y = PE_{EL,y}$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	560.42
$PE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	560.42

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,Calc,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Grid,CM,y}$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
$PE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	560.42
$EC_{PJ,Calc,y}$	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการจากการคำนวณ	kWh/ปี	989,444.95
$EF_{Grid,CM,y}$	ค่าสัมประสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า	tCO_2eq/MWh	0.5664

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ 560.42 $tCO_2eq/year$

4.3 การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ER_y) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
ER_y	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	$tCO_2eq/year$	316.14
BE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	$tCO_2eq/year$	876.56
PE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	560.42
LE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	$tCO_2eq/year$	-

ดังนั้น มาตรการนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 316.14 $tCO_2eq/year$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มาตรการที่ 3 การใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating)

โรงงานได้พิจารณาหาแหล่งพลังงานไฟฟ้าพลังงานทดแทน ทดแทนไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเวลากลางวัน โดยในปี พ.ศ. 2563 ได้ทำสัญญาตกลงซื้อ-ขายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Solar Floating PV) จากหน่วยงานเอกชนภายในเขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี ขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 8 เมกะวัตต์ต่อวัน หรือประมาณ 11,200,000 หน่วยต่อ 8 เมกะวัตต์ต่อปี

ตาราง ค-3 ข้อมูลโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ (Floating Solar 8 mWp)

ส่วนประกอบ	รายละเอียด	
ชื่อโครงการ	Floating Solar Power Plant in Kabinburi Industrial Zone	
ทำเลที่ตั้ง	เขตอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี	
Plant GPS-Co-Ordinates	14.067394, 101.844392	
Building No.	Pond A	Pond B
Plant Area	34,025.43 m^2	23,069.83 m^2
Project Capacity DC	4,802 kWp	3,279 kWp
PV Module	490W	490W
String Module	28 PV Module	28 PV Module
Number of String	350 String	239 String
Number of Module	9,800 PV Module	6,692 PV Module
Inverter Capacity	175 kW	175 kW
Number of Inverter	22 set	15 set
Total Project Capacity DC	8,081 kWp	
Total Project Capacity AC	6,475 kWA	

ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นการเปลี่ยนรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มาเป็นการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานยังคงเท่าเดิม แต่สามารถลดค่าไฟฟ้าจากการซื้อไฟจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ จากการคำนวณ ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. คำนวณผลประหยัดทางการเงิน

1.1 สำหรับการใช้ไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ ตามสัญญาโครงการ ผู้ขายจะคิดค่าไฟฟ้ารายเดือน โดยค่าไฟฟ้าฐานอ้างอิงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2 คิดปริมาณการใช้งานจริงจากมิเตอร์ของโครงการ

1.3 ผู้ขายไฟให้ส่วนลดร้อยละ 10 ต่อหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง ในปีที่ 1-15 และส่วนลดร้อยละ 15 ในปีที่ 16-25 ของอัตราค่าไฟฟ้า (Energy Charge) เนื่องจากมีค่าความเสื่อมของแผง ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลง

ตาราง ค- 4 ตารางคำนวณการคาดการ์ค่าไฟฟ้าที่ลดลงได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ ตามอายุสัญญา 25 ปี

ปีที่	Solar Energy (kWh)	PEA Tariff (THB/kWh)	Utility Cost (THB)	Solar Tariff (THB/kWh)	Discount (%)	Saving (THB)
1	11,601,660	3.3958	39,396,917	3.2958	10%	3,939,692
2	11,508,847	3.4600	39,820,611	3.3600	10%	3,982,061
3	11,416,033	3.5254	40,246,083	3.4254	10%	4,024,608
4	11,323,220	3.5920	40,673,006	3.4920	10%	4,067,301
5	11,230,407	3.6599	41,102,167	3.5599	10%	4,110,217
6	11,137,594	3.7291	41,533,202	3.6291	10%	4,153,320
7	11,044,780	3.7995	41,964,642	3.6995	10%	4,196,464
8	10,951,967	3.8714	42,399,445	3.7714	10%	4,239,945
9	10,859,154	3.9445	42,833,933	3.8445	10%	4,283,393
10	10,766,340	4.0191	43,270,997	3.9191	10%	4,327,100
11	10,673,527	4.0950	43,708,093	3.9950	10%	4,370,809
12	10,580,714	4.1724	44,146,971	4.0724	10%	4,414,697
13	10,487,901	2.4513	25,708,992	2.3513	10%	2,570,899
14	10,395,087	4.3316	45,027,359	4.2316	10%	4,502,736
15	10,302,274	4.4135	45,469,086	4.2635	15%	6,820,363
16	10,209,461	4.4969	45,910,925	4.3469	15%	6,886,639
17	10,116,648	4.5819	46,353,469	4.4319	15%	6,953,020
18	10,023,834	4.6685	46,796,269	4.5185	15%	7,019,440
19	9,931,021	4.7567	47,238,888	4.6067	15%	7,085,833
20	9,838,208	4.8467	47,682,843	4.6967	15%	7,152,426
21	9,745,394	4.9383	48,125,679	4.7883	15%	7,218,852
22	9,652,581	5.0316	48,567,927	4.8816	15%	7,285,189
23	9,559,768	5.1267	49,010,063	4.9767	15%	7,351,509
24	9,466,955	5.2236	49,451,586	5.0736	15%	7,417,738
25	9,374,141	5.3223	49,891,991	5.1723	15%	7,483,799
					Total	135,858,050
					AVG	5,434,322

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้น ตามอายุสัญญา 25 ปี โครงการพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 135,858,050 บาท หรือเฉลี่ยปีละ 5,434,322 บาท

2. คำนวณปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเรือนกระจกตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Electricity Generation from Renewable Energy) T-VER-METH-AE-01 version 5 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2564a)

2.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$BE_y = BE_{EL,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
BE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y	$tCO_2eq/year$	6,375.04
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y	$tCO_2eq/year$	6,375.04

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$BE_{EL,y} = (EC_{BL,Calc,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Grid,CM,y}$$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
$BE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในปี y	$tCO_2eq/year$	6,375.04
$EC_{BL,Calc,y}$	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เพื่อใช้เองหรือจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการพลังงานหมุนเวียน ในปี y	MWh/year	11,200,000
$EF_{Grid,CM,y}$	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในปี y	tCO_2eq/MWh	0.5692

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน เท่ากับ 6,375.04 $tCO_2eq/year$

2.2 การคำนวณการดูดกลับ/การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Sequestration/Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y}$

2.2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

เนื่องจากไม่มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโครงการ จึงกล่าวได้ว่า ค่า $PE_{FF,y}$ หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการในปีy เท่ากับ 0

2.2.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

อินเวอร์เตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ จึงไม่มีการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง จึงกล่าวได้ว่า ค่า $PE_{EL,y}$ หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีy เท่ากับ 0

ดังนั้น

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการในปี y	$tCO_2eq/year$	0
$PE_{FF,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการในปี y	$tCO_2eq/year$	0
$PE_{EL,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการในปี y	$tCO_2eq/year$	0

2.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

ไม่มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 การคำนวณการดูดกลับ/การลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากโครงการ (Carbon Sequestration / Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$

พารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วย	ค่า
ER_y	การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	$tCO_2eq/year$	6,375.04
BE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	$tCO_2eq/year$	6,375.04
PE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	$tCO_2eq/year$	0
LE_y	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	$tCO_2eq/year$	-

ดังนั้น มาตรการนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 6,375.04 $tCO_2eq/year$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล จิราวรรณ ฤกษ์ประกอบ

วัน เดือน ปี เกิด 10 กันยายน 2534

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

วุฒิการศึกษา วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิต) สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่อยู่ปัจจุบัน 102 ซอย ศรีพิชัย ถนน ริมคลองประปาฝั่งซ้าย แขวง บางซื่อ เขต บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY