การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

Carbon Footprint of Organization and Approaches to Reducing Greenhouse Gas Emissions for Beverage Factory

วารุณี ดือเระ

Warunee Duereh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

Carbon Footprint of Organization and Approaches to Reducing Greenhouse Gas Emissions for Beverage Factory

วารุณี ดือเระ

Warunee Duereh

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

ผู้เขียน นางสาววารุณี ดือเระ

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาตราจารย์ ดร.นริสรา นุธรรมโชติ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกื้ออนันต์ เตชะโต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.คัมภีร์ พ่วงทอง)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นริสรา นุธรรมโชติ)

.....กรรมการ

(รองศาตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เถกิง วงศ์ศิริโชติ)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นริสรา นุธรรมโชติ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(รองศาตราจารย์ ดร.วรางคณา จุติดำรงค์พันธ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาววารุณี ดือเระ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....

(นางสาววารุณี คือเระ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

ผู้เขียน นางสาววารุณี ดือเระ

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นประเด็นปัญหาที่มีความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งได้รับผลกระทบทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง และหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้วัดผลกระทบดังกล่าวคือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับโรงงานผลิตเครื่องดื่ม มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในองค์กร ตลอดจนหาแนวทางบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขอบเขตการศึกษาในปี พ.ศ. 2563 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 61,300 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยแบ่งประเภทที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 9,576, 7,031 และ 44,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปีตามลำดับ โดยพบว่ากิจกรรมในประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72.91 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 99.87 ซึ่งสำหรับแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การลดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกรีไซเคิล (Recycled polyethylene terephthalate ; rPET) จะสามารถช่วยให้องค์กรลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในอนาคต

คำสำคัญ : แนวทางลดก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โรงงานผลิตเครื่องดื่ม

Thesis Title	Carbon Footprint of Organization and Approaches to reducing greenhouse gas emissions for Beverage Factory
Author	Miss Warunee Duereh
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2021

ABSTRACT

Currently, Climate change is recognized as the main problem that affects the entire planet, especially in business field. The Carbon Footprint of Organization is a method of measuring the effects of global warming. This research investigates Carbon Footprint of Organization assessment and approaches to reduce greenhouse gas emissions for beverage factories. The purpose of this research is to assess greenhouse gas emissions from internal activities and to plan strategies for reducing greenhouse gas effectively. According to the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public organization) Carbon Footprint for Organization assessment guidelines has shown the total amount of carbon footprint for organization per year was 61,300 tons CO_2 equivalent in 2020. The carbon footprints of scopes 1,2 and 3 were discovered at 9,576, 7,031 and 44,693 tons CO_2 equivalent per year, respectively. Moreover, it was discovered that activities in scope 3 which is indirect emissions, accounted for 72.91% of total greenhouse gas emission. The use of plastic packaging produces the most greenhouse emission, accounted for 99.87%. A guideline for reducing greenhouse gases from the activities that mostly release greenhouse gas emissions is to reduce the packaging weight and the use of packaging that made from recycled polyethylene terephthalate (rPET).

Keyword : Approaches to reducing greenhouse gas emission, Carbon Footprint for Organization, Beverage factory

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณท่านคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และชี้แนะในการศึกษา ขอบพระคุณหน่วยงานที่สนับสนุนทุนการศึกษา พร้อมให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษา ตลอดจนกำลังใจจากบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อนร่วมงาน และมิตรสหายทุกท่านที่มีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อมอย่างสมบูรณ์

ขอบพระคุณบริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ทุนการศึกษา ขอบพระคุณผู้บริหาร และเพื่อนร่วมงานที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบ พร้อมให้คำปรึกษาและชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมแนวทางในการศึกษาที่ถูกต้องจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความเรียบร้อยอย่างสมบูรณ์

ขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คณาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูล สืบค้นข้อมูล รวมถึงชี้แนะแนวทางศึกษาที่ถูกต้อง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องทำให้ข้าพเจ้าดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ประโยชน์และความดีอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

วารุณี คือเระ

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (8)

รายการตาราง (10)

รายการภาพประกอบ (11)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 คำถามการวิจัย 3

1.3 วัตถุประสงค์ 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 ขอบเขตการศึกษา 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 6

2.1 ก๊าซเรือนกระจกและภาวะโลกร้อน 6

2.2 สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย 9

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร 11

2.4 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม 16

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 34

3.2 ขั้นตอนการวิจัย 35

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย 42

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย 42

บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย 44

4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม 44

4.2 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม 52

บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย 58

5.2 ข้อเสนอแนะ 61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	63
ประวัติผู้เขียน	68

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ตามกรอบเวลา 100 ปี (Global Warming Potential: GWP) 16
3.1 ขอบเขตขององค์กรในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 36
3.2 ตัวอย่างกิจกรรมขององค์กร 37
3.3 ตัวอย่างการระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก 38
3.4 ตัวอย่างที่มาของข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 40
4.1 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ประเภทที่ 1 ในปีพ.ศ.2563 45
4.2 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ประเภทที่ 2 ในปีพ.ศ.2563 46
4.3 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ประเภทที่ 3 ในปีพ.ศ.2563 46
4.4 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม แยกตามประเภท ในปีพ.ศ.2564 49
4.5 เปรียบเทียบปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม แยกตามประเภทระหว่างปีพ.ศ.2563 และ ปีพ.ศ.2564 50

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ **หน้า**

1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559 (ไม่รวมLULUCF) 9

2 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามประเทศ ปี พ.ศ. 2561 10

3 แสดงประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว 11

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 34

4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปีพ.ศ.2563 47

4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปีพ.ศ.2563-2564 51

4.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มต่อยอดการผลิตในปีพ.ศ.2563-2564 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นประเด็นปัญหาที่มีความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วโลกโดยสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจตั้งแต่ช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม คือตัวเร่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์(Anthropogenic greenhouse gas emission) นั้นมี 7 ชนิดได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6) และ ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) และอีกหนึ่งสารที่จัดว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ คือ สารซีเอฟซี (CFC) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก [อบก.], 2564) จากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกนำมาสู่ภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อาทิ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ปริมาณน้ำจืดลดลง ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดโรคอุบัติใหม่ขึ้น เป็นต้น ที่กล่าวมานั้นล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ และระบบนิเวศทรัพยากรธรรมชาติของโลกจากปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่เกิดขึ้นนี้จึงกลายเป็นกุญแจสำคัญให้หลายประเทศทั่วโลกจัดทำนโยบายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ พิธีสารเกียวโต การกำหนดภาษีคาร์บอน (Carbon Tax) การกำหนดมาตราการแสดงค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (ไพรัช, และหาญพล, 2557:2)

สถานการณ์ประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากกิจกรรมการพัฒนาประเทศ โดยในปีพ.ศ.2543 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้) คิดเป็น 226.09 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเพิ่มเป็น 318.66 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2556 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562:12) จากแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น Germanwactch ระบุว่าภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นภูมิภาคที่มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นหนึ่งในสิบของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว (Germanwactch, 2021: 15)

สำหรับการดำเนินงานของประเทศไทยนั้น ได้จัดส่งข้อเสนอการมีส่วนร่วมของประเทศในการลดก๊าซเรือนกระจกและการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายหลังปี พ.ศ. 2563 (Intended Nationally Determined Contribution: INDC) ไปยังสำนักเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ภายหลังปี พ.ศ. 2563 ที่ร้อยละ 20-25 จากกรณีปกติ โดยให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้บรรลุได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แบ่งเป็นสัดส่วนดังนี้ ได้แก่ ภาคพลังงานและการขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 20.4 ภาคการจัดการของเสีย คิดเป็นร้อยละ 0.3 และภาคกระบวนการทางอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อย 0.1 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564:35) ดังนั้นทุกภาคส่วนต้องมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกในส่วนที่ตนรับผิดชอบ

และหนึ่งในวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint : CCF) ซึ่งเป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร โดยวัดออกมาในรูปของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับองค์กร ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ โดยในปี 2563 มีองค์กรหรือบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มดำเนินการประมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)หรือ อบก. ทั้งหมด 188 บริษัท (อบก., 2564)

ดังนั้น ในฐานะที่เป็นโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงเห็นความสำคัญที่ต้องดำเนินการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดจนเป็นการเตรียมความพร้อมในกรณีที่ต้องรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำข้อมูลจากงานวิจัยเป็นแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนสามารถเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืน

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 องค์กรมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรมแตกต่างกันอย่างไร

1.2.2 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรเป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในขององค์กร

1.3.2 เพื่อหาแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

องค์กรทราบแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร และทราบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละกิจกรรมจนสามารถหาแนวทางบริหารจัดการเพื่อวางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่ปล่อยสูงสุด 3 อันดับแรก พร้อมทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิตรวมทั้งใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ขอบเขตการศึกษา

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาเฉพาะกิจกรรมที่สัมพันธ์กับความรับผิดชอบขององค์กร โดยกำหนดตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization :CFO)ของอบก. โดยกำหนดขอบเขตของการเก็บข้อมูลตามกิจกรรมขององค์กร โดยแยกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง ได้แก่ (1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ เช่น การใช้ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ เป็นต้น (2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ เช่น การใช้รถยนต์ขององค์กร (น้ำมันดีเซล/NGV) เป็นต้น

(3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่นๆ เช่น การบำบัดน้ำเสีย การรั่วไหลของสารทำความเย็น เป็นต้น

ประเภทที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) คือ การซื้อพลังงานมาใช้ในองค์กร ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า

ประเภทที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ (Other Indirect Emissions) ได้แก่ การใช้น้ำประปา การจัดการของเสีย เป็นต้น

1.5.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาเฉพาะพื้นที่โรงงานตามใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (Operational Control) เท่านั้น โดยใช้แนวทางกำหนดขอบเขตองค์กร ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization:CFO) โดยอบก.

1.5.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การเก็บข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ทำการเก็บข้อมูลการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายใน 1 ปี ได้แก่ ปี 2563 โดยมีระยะเวลาตั้งแต่ เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2563

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization:CFO) หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานขององค์กร เช่น การใช้ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ การใช้รถยนต์ขององค์กร (น้ำมันดีเซล/NGV) การบำบัดน้ำเสีย การรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้พลังงานไฟฟ้า และการจัดการของเสีย เป็นต้น

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) คือ ก๊าซในบรรยากาศของโลก ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นเฉพาะในช่วงความถี่ของรังสีอินฟาเรด ซึ่งจะถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ

ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon dioxide Equivalent: CO_2e) คือ ค่าแสดงความสามารถในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเมื่อเทียบในรูปของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) คือค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำาให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อน และอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออก-ไซด์

ข้อมูลกิจกรรมก๊าซเรือนกระจก (GHG activity data) คือ การวัดเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ผู้ศึกษาได้ทบทวนวรรณกรรมเพื่อนำมาปรับใช้เป็นแนวทางการศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 ก๊าซเรือนกระจกและภาวะโลกร้อน
2.2 สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย
2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
2.4 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ก๊าซเรือนกระจกและภาวะโลกร้อน

2.1.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHGs)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas : GHGs) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน (รังสีอินฟาเรด) ได้ดี ซึ่งมีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนจะหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในตอนกลางวัน แล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (อบก., 2564)

ซึ่งก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน ซึ่งจัดให้อยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจกนั้นมีจำนวนมาก ทั้งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ไอน้ำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และสารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกพิจารณาในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดมี 7 ประเภท ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโร-คาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) (Greenhouse gas protocol, n.d.) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีปริมาณและมีศักยภาพทำให้โลกต่างกัน ดังนี้

1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

2) ก๊าซมีเทน (CH_4) พบในชั้นถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เกิดจากการย่อยสลายของก๊าซชีวภาพ การเพาะปลูกข้าว และระบบย่อยอาหารของสัตว์ มีศักยภาพทำให้โลกร้อนมากกว่า CO_2 28 เท่า

3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดจากการดำเนินกิจกรรม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคพลังงาน การเกิดปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม การจัดการมูลสัตว์ การใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร การจัดการของเสีย เป็นต้น มีศักยภาพทำให้โลกร้อนมากกว่า CO_2 298 เท่า

4) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ใช้เป็นสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ และใช้ในภาคอุตสาหกรรมโฟมและสารดับเพลิง มีศักภาพทำให้โลกร้อนมากกว่า CO_2 124-14,800 เท่า

5) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) พบในการหลอมอะลูมิเนียมและผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานถึง 5 หมื่นปี มีศักภาพทำให้โลกร้อนมากกว่าCO_2 7,390-12,200 เท่า

6) ก๊าซซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) มักพบในอุตสาหกรรมหนักหลายประเภท เช่น ยางรถยนต์ ฉนวนไฟฟ้า สารกึ่งตัวนำไฟฟ้า แมกนีเซียม เป็นต้น มีศักภาพทำให้โลกร้อนมากกว่า CO_2 22,800 เท่า

7) ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) พบมากในอุตสาหกรรมผลิตวงจรไฟฟ้าโซลาร์เซลล์จอแอลซีดีที่ใช้ในโทรศัพท์มือถือและโทรทัศน์ ฯลฯ มีศักภาพทำให้โลกร้อนมากกว่า CO_2 17,200 เท่า (อบก., 2561: 5)

กิจกรรมของมนุษย์กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ ซึ่งส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ชนิดมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ล้วนขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ และคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี

2.1.2 ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) คือ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ซึ่งมีผลมาจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ แต่ที่เห็นผลเร็วที่สุดนั้นก็คือ เมื่อโลกเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์ก็ยิ่งทวีคูณขึ้น เมื่อก๊าซเรือนกระจกถูกปล่อยขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศแล้วนั้น ด้วยคุณสมบัติในการเก็บกัก

รังสีความร้อนจากผิวโลกแล้วคายรังสีความร้อนกลับลงมายังพื้นผิวโลกอีกครั้ง ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยบนของผิวโลกร้อนขึ้นกว่าเดิม เปรียบได้กับห้องกระจกที่เก็บกักรังสีความร้อนไม่ให้ออกไปนอกโลก จึงเรียกว่าเป็น ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในรูปแบบต่างๆ อาทิ เช่น รูปแบบของลม รวมทั้งความถี่ของอากาศที่รุนแรงเพิ่มขึ้น ผลที่ตามมา ได้แก่ ปริมาณน้ำจืดลดลง ผลผลิตการเกษตรตกต่ำ โรคระบาดในคนและพืช ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น สภาพภูมิอากาศรุนแรงเกิดมากขึ้น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบมหาศาลต่อสังคมและเศรษฐกิจ (รายงานการประเมินครั้งที่ 3 ของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อ้างถึงใน อบก., 2561: 3)

ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้น กำลังขยายขนาดความรุนแรงจนทำให้เกิดเป็นวิกฤติ ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างให้ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมทั่วโลก ซึ่งส่งผลกระทบในหลายด้าน ดังนี้

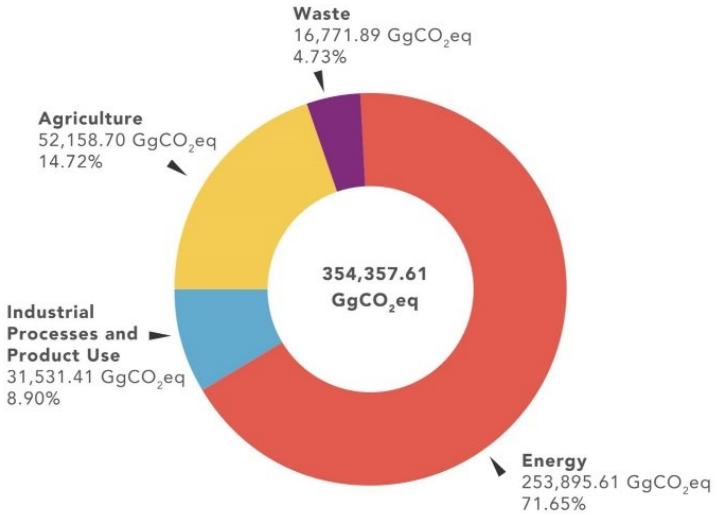
1) วิกฤติสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เลวร้ายลง จนฤดูกาลแปรปรวน ส่งผลให้บางประเทศเผชิญกับสภาพอากาศที่ขัดแย้งในช่วงเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ การระเหยของน้ำจากพื้นดินและผิวน้ำ ที่เพิ่มมากขึ้นและเร็วขึ้น ส่งผลให้บางทวีปประสบปัญหาภัยแล้งอย่างรุนแรง และเกิดไฟป่าลุกลามได้บ่อยครั้ง และบางส่วนก็ประสบกับฝนตกหนักและรุนแรงจนเกิดเป็นปัญหาน้ำท่วมใหญ่ และในส่วนของมหาสมุทรที่ร้อนขึ้น ก่อให้เกิดปัจจัยที่ทำให้พายุก่อตัวเพิ่มระดับความรุนแรงมากขึ้น และพายุเหล่านี้ก่อให้เกิดคลื่นพายุซัดฝั่งตามมาอีกด้วย

2) การละลายของน้ำแข็งขั้วโลกอย่างรวดเร็ว ภาวะโลกร้อนได้คุกคามธารน้ำแข็งทั่วโลก ทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาอื่นๆ จะตามมา อาทิ พื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะทำให้เสียผืนแผ่นดินไปบางส่วน การบุกรุกของน้ำเค็มทำให้ดินเสื่อมสภาพไม่สามารถเพาะปลูกได้ ก่อให้เกิดปัญหาการลดลงของพืชผลทางการเกษตร อีกทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ขั้วโลกเหนือ ได้แก่ แมวน้ำ หมีขั้วโลก แพลงก์ตอน และสาหร่ายทะเล ซึ่งการลดลงของแพลงก์ตอนและสาหร่ายทะเลนั้น จะส่งผลให้ความสามารถในการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากชั้นบรรยากาศลดลง

3) กระบวนการป้อนกลับ ผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อน เช่น ไฟป่า และน้ำแข็งขั้วโลกละลาย ถือเป็นปัจจัยป้อนกลับที่ซ้ำเติมให้โลกร้อนขึ้น เนื่องจากเมื่อไฟป่าลุกไหม้จะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ การละลายตัวของน้ำแข็งทำให้ความสามารถในการสะท้อนความร้อนกลับลดลง แต่ปริมาณน้ำที่มีศักยภาพในการดูดซับความร้อนกลับมีเพิ่มมากขึ้น โลกจึงร้อนขึ้นเป็นวงจรไม่มีที่สิ้นสุด (มนนภา เทพสุด, 2563)

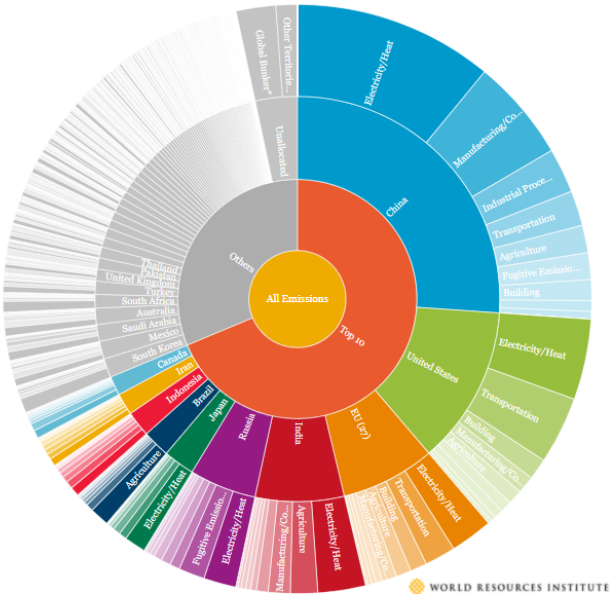
2.2 สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

จากข้อมูลรายงานความก้าวหน้ารายสองปี ฉบับที่ 3 (Third Biennial Update Report: TBUR) ซึ่งประเทศไทยได้เสนอต่อสำนักเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เมื่อวันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2559 เท่ากับ 354.36 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งภาคพลังงาน (Energy) เป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 253.90 ล้านตันคาร์- บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 71.65 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ รองลงมาคือ ภาคการเกษตร (Agriculture) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 52.16 ล้านตันคาร์บอนได- ออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ14.72 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Processes and Product Use) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 31.53 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 8.90 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ตามลำดับ ภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ภาคของเสีย (Waste) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 16.77 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 4.73 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ โดยไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้ (Land Use and the Land-Use Change and Forestry: LULUCF) ดังภาพที่ 1

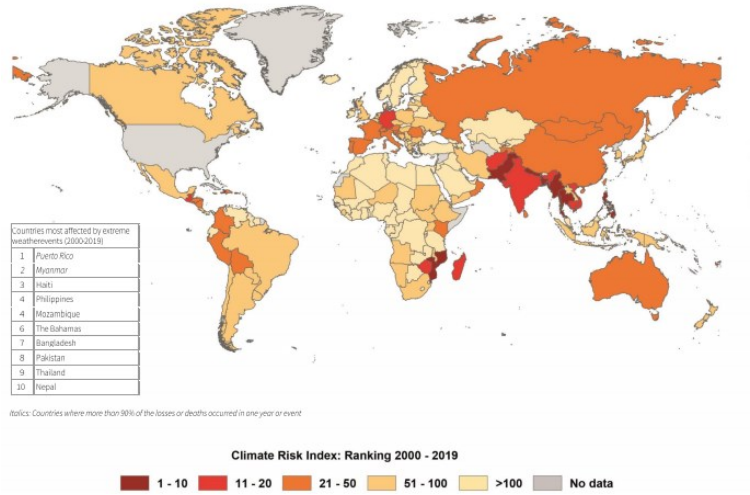


ภาพที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559 (ไม่รวมLULUCF)
แหล่งที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559: 21

จากข้อมูล Climate Watch ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มข้อมูลสภาพอากาศของ World Resources Institute (WRI, 2564) เปิดเผยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2561 ของแต่ละประเทศทั่วโลก เมื่อจัดอันดับเรียงตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ใน 20 อันดับแรก ดังภาพที่ 2 และทิศทางในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มสูงขึ้น อีกทั้งจากการจัดอันดับจากองค์กร Germanwactch ระบุว่าภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นภูมิภาคที่มีความเปราะบางสูงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นหนึ่งในสิบของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว (Germanwactch, 2021: 15) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามประเทศ ปี พ.ศ. 2561
แหล่งที่มา: World Resources Institute (WRI), 2564



ภาพที่ 3 แสดงประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระยะยาว

แหล่งที่มา: Germanwactch, 2021: 15

ปัจจุบันนานาประเทศต่างร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อสนับสนุนในการบรรลุเป้าหมายที่จะควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และมุ่งพยายามควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่ให้เกิน 1.5 องศาเซลเซียส ในส่วนของประเทศไทยนั้น ได้มีความร่วมมือกับประชาคมโลกเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเมื่อวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2559 ประเทศไทยลงนามความตกลงปารีส (Paris Agreement) เพื่อแสดงเจตนารมณ์เข้าร่วมเป็นภาคีความตกลงปารีส โดย “ประเทศไทยกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20” ในปีค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) หรือกรณีปกติ (Business as Usual: BAU) และสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 25 หากได้รับการสนับสนุนระหว่างประเทศ” (อบก., 2560: 2-3)

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

2.3.1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมโดยตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle GHG emissions) ไม่เพียงการใช้พลังงานและการจัดการของเสียของโรงงานที่ดำเนินการผลิตสินค้าเท่านั้น หากยังนับรวมปริมาณการปล่อยจากกิจกรรมต้นน้ำและท้ายน้ำ ซึ่งกิจกรรมต้นน้ำ (Upstream activities) หมายถึง กิจกรรมผลิตวัตถุดิบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบพืชหรือสัตว์ สารเคมี น้ำ พลังงาน ภาชนะบรรจุ เป็นต้น ตลอดจนการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงาน ส่วน

กิจกรรมท้ายน้ำ (Downstream activities) นั้น หมายถึง กิจกรรมที่เกิดขึ้นนอกขอบเขตโรงงาน ได้แก่ การกระจายสินค้าไปยังผู้ซื้อ การใช้งาน และการจัดการของเสียหลังหมดอายุการใช้งาน ซึ่งเรียกว่า ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เกิดจนตาย (Cradle to grave) (รัตนาวรรณ มั่งคั่ง, 2558: 5)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ บริการ และองค์กร แสดงผลออกมาเชิงปริมาณเทียบเท่ากับศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัม (kg CO_2 equivalent) หรือ ตัน (tons CO_2 equivalent) (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2557: 18)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยผลิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การผลิต การใช้งาน และการจัดการซาก โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (อบก., 2564)

สรุปแล้ว คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นระดับผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง กระบวนการผลิต การกระจายสินค้า การใช้งานหรือการบริโภค ตลอดจนการจัดการซากหลังการใช้งานหรือหลังการบริโภค ในส่วนของระดับบริการหรือระดับองค์กรนั้น ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ในประเทศไทยนั้นได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)หรือ อบก. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับให้ภาคธุรกิจนำไปประยุกต์ใช้ในหลายระดับ ทั้งระดับองค์กร ผลิตภัณฑ์ โครงการเมือง และกิจกรรม ซึ่งแต่ละระดับมีแนวทางประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีขอบเขตแตกต่างกันออกไป ซึ่งในระดับองค์กรนั้น อบก.ได้ให้คำนิยาม ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization) คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การขนส่ง และการจัดการของเสีย โดยวัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tons CO_2 equivalent)

2.3.2 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้กำหนดแนวทางและข้อกำหนด สำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากลหรือ ISO 14064-1 และปรับปรุงให้เข้ากับบริบทของประเทศไทย ซึ่งช่วยให้องค์กรสามารถคำนวณและบ่งชี้แหล่งที่มีการ

ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณสูง เพื่อนำไปกำหนดแนวทางการจัดการและดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป โดยในแนวทางการประเมินนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries) (2) การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries) และ (3) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (อบก., 2564: 16) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.2.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organizational Boundaries)

โรงงานหรือองค์กรอาจมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป อาจมีอำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร หรืออาจไม่มีอำนาจในการควบคุมการดำเนินงานในส่วนที่โรงงานเป็นเจ้าของ ดังนั้น องค์กรต้องกำหนดขอบเขตขององค์กรให้ชัดเจน เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลไปใช้ เช่น นำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบในระยะเวลาหนึ่ง หรือนำข้อมูลเพื่อสื่อสารองค์กร เป็นต้น ซึ่งองค์กรสามารถเลือกการกำหนดขอบเขตขององค์กรแบบใดแบบหนึ่ง คือ (1) แบบควบคุม (Control Approach) ตามระบบที่องค์กรมีอำนาจในการควบคุมการดำเนินงาน หรือควบคุมทางด้านการเงิน (2) แบบการแบ่งตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share) ตามสัดส่วนที่องค์กรลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้นๆ

2.3.2.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)

องค์กรต้องกำหนดหรือบ่งชี้แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง ทางอ้อม และทางอ้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

<u>ประเภทที่ 1</u> การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ซึ่งเกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กรได้แก่ การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้อยู่กับที่ เช่น การผลิตไฟฟ้า ไอน้ำ และความร้อนเพื่อการส่งออก การเผาไหม้ของเครื่องจักรที่ต้องใช้เชื้อเพลิง ก๊าซหุ้งต้มภายในองค์กร การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ เช่น การขนส่งทั้งขององค์กร และการเช่าเหมา เป็นต้น การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกระบวนการผลิต จากการรั่วไหล และอื่นๆ เช่น การรั่วไหลของสารทำความเย็น ก๊าซมีเทนในระบบบำบัดน้ำเสีย หรือการใช้ห้องน้ำของพนักงานในองค์กร เป็นต้น และการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากชีวมวล (ดินและป่าไม้)

<u>ประเภทที่ 2</u> การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากไฟฟ้าที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากพลังงานนำเข้าอื่นๆ เช่น ไอน้ำ ความร้อน ความเย็น อากาศอัด

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรต้องมีกระบวนการชี้บ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเภทที่ 3 ที่จะนำมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยกระบวนการดังกล่าวต้องทำเป็นลายลักษณ์อักษร และระบุเกณฑ์ประเมินที่ใช้ในการพิจารณา หากองค์กรเลือกที่จะไม่รายงานต้องมีเหตุผลรองรับ ซึ่งประเภทที่ 3 ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากวัตถุดิบตั้งต้นที่ซื้อมา จากอุปกรณ์ประกอบธุรกิจ จากของเสียจากกิจกรรมในองค์กร จากการขนส่งของผู้ผลิตวัตถุดิบ จากการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจขององค์กร จากองค์กรสัมปทานในส่วนต้นทาง จากสินทรัพย์ที่เช่ามาในส่วนต้นทาง จากการลงทุน จากการเดินทางของลูกค้าและผู้มาติดต่อ จากการขนส่งและกระจายสินค้า จากการใช้งานของผลิตภัณฑ์ จากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ จากองค์กรสัมปทานหลังผ่านการผลิตขององค์กร จากสินทรัพย์ที่เช่ามาหลังผ่านการผลิตขององค์กร จากการเดินทางติดต่อของพนักงาน หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากแหล่งอื่น ๆ

ทั้งนี้ องค์กรสามารถพิจารณากิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งสัมพันธ์หรือสอดคล้องกับกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรตามรายการที่ได้ระบุในข้างต้น เพื่อนำข้อมูลแต่ละกิจกรรมคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป

2.3.2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

(1) การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องระบุแหล่งปล่อยและแหล่งเก็บสะสมก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมขององค์กรตามขอบเขตที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งจัดทำเอกสารการระบุแหล่งปล่อยและแหล่งเก็บสะสมก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากประเด็นต่อไปนี้ เช่น กิจกรรมที่ถูกสันนิษฐานว่ามีปริมาณการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก กิจกรรมที่องค์กรมีความสามารถในการตรวจติดตามและลดปริมาณการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมนั้น กิจกรรมที่มีส่วนทำให้องค์กรได้รับความเสี่ยง กิจกรรมที่ถูกกำหนดไว้ในคู่มือหรือแนวทางที่เฉพาะเจาะจงสำหรับอุตสาหกรรมนั้น กิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดจากการจัดจ้างบุคคลหรือหน่วยงานภายนอกเข้ามาดำเนินกิจกรรมที่ถือว่าเป็นกิจกรรมหลักในการดำเนินธุรกิจขององค์กร กิจกรรมที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการกระตุ้นให้พนักงานมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผ่านการลดการใช้พลังงาน หรือการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายใต้หลักคิดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งองค์กรอาจไม่รวม

แหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และต้องชี้แจงเหตุผล

(2) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดความไม่แน่นอนและมีความถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกันสามารถคำนวณซ้ำได้และได้ผลลัพธ์เดิม โดยองค์กรสามารถใช้วิธีใดก็ได้โดยต้องมีเหตุผลประกอบและต้องแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน และควรพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเทคนิคและด้านค่าใช้จ่ายด้วย โดยการคัดเลือกและเก็บข้อมูลสำหรับการคำนวณนั้น องค์กรต้องระบุแหล่งปล่อยและเก็บสะสมของก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม และจัดทำเป็นเอกสาร โดยต้องกำหนดคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการคำนวณตามประเภทแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แต่หากองค์กรไม่มีการตรวจวัด องค์กรต้องพัฒนาแบบจำลองการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกขึ้น โดยแบบจำลองนั้น ต้องสามารถแสดงการใช้ข้อมูลแหล่งปล่อยหรือแหล่งเก็บสะสมก๊าซเรือนกระจกในการคำนวณให้เป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกได้ รวมทั้งต้องอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจเลือกหรือพัฒนาแบบจำลองและระบุเป็นลายลักษณ์อักษรด้วย ซึ่งแบบจำลองหลายประเภท คำนวณโดยใช้ผลคูณของข้อมูลกิจกรรมกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

(3) การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการคัดเลือกและพัฒนาค่าการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ แหล่งอ้างอิงข้อมูล ความเหมาะสมของการนำไปใช้ในการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก และหากมีการเปลี่ยนแปลงค่าการปล่อย ทั้งนี้องค์กรสามารถจัดเก็บข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบปฐมภูมิ หรือสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสม ซึ่งต้องเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้เผยแพร่ตามแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

(4) การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้เป็นไปตามวิธีการคำนวณที่เลือกและตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ รวมทั้งต้องคำนวณจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตขององค์กรอย่างครบถ้วน แต่อาจไม่รวมแหล่งการปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในปริมาณสูง

ทั้งนี้ต้องบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร นอกจากนี้ในการคำนวณนั้นต้องแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทให้อยู่ในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยใช้ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ตามกรอบเวลา 100 ปี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ตามกรอบเวลา 100 ปี (Global Warming Potential: GWP) (อบก., 2564 ; IPCC, AR5)

Industrial Designation or Common Name	**Chemical Formular**	**GWP 100-yr (AR5)**
Carbon dioxide	CO_2	1
Methanec	CH_4	28
Nitrous oxide	N_2O	265
Sulphur hexafluoride	SF_6	23,500
Nitrogen trifluoride	NF_3	16,100

2.4 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น หลายประเทศทั่วโลกจึงผลักดันและสนับสนุนคนในสังคมให้ร่วมมือกันในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ในทุกกิจกรรมไม่ว่าจะเป็นภาคครัวเรือน เกษตรกรรม การขนส่ง ภาคพลังงาน และภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะในกระบวนการผลิต ซึ่งรวมถึงการขนส่งวัตถุดิบ การใช้พลังงานและเชื้อเพลิง การกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค ซึ่งมีความเกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) นับตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อ กระบวนการผลิต การจัดเก็บ เทคโนโลยีสารสนเทศ การจัดจำหน่าย และการขนส่ง จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการและถึงมือผู้บริโภค ซึ่งหากมีการจัดการห่วงโซ่อุปทานตลอดทั้งวงจรให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก็จะสามารถขับเคลื่อนให้ภาคธุรกิจเข้าสู่การเป็นธุรกิจคาร์บอนต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อบก., 2561: 13) ซึ่งกิจกรรมที่นำไปสู่การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น รวบรวมเป็นแนวทางเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ตามบริบทขององค์กรที่จะสามารถดำเนินการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งมาตรการริเริ่มการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อาจดำเนินการได้ตามตัวอย่างกิจกรรม อันได้แก่ การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงเทคโนโลยีและกระบวนการ การจัดการการขนส่งสินค้าและเดินทางของพนักงาน การเปลี่ยนประเภทเชื้อเพลิงหรือการใช้สารทำความเย็นอื่นทดแทน การลดของเสียให้น้อยที่สุด และการปลูกป่าหรืออนุรักษ์ต้นไม้ เป็นต้น

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นวพร เหลืองยวง และสุพรรณนิกา วัฒนะ (2565) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม 3 ประเภท คือ เบียร์ โซดา และน้ำดื่ม โดยรวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในโรงงานในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม เท่ากับ 221,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยกิจกรรมประเภทที่ 3 มีสัดส่วนการปล่อยฯ สูงสุดที่ 184,874 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รองลงมาคือประเภทที่ 2 เท่ากับ 20,629 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และกิจกรรมที่มีสัดส่วนการปล่อยฯ น้อยที่สุดคือ ประเภทที่ 1 เท่ากับ 15,877 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยกิจกรรมในประเภทที่ 3 ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วสีชา คิดเป็นร้อยละ 66 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ดังนั้น การลดการใช้ขวดเบียร์แก้วใหม่และหันมาใช้ขวดเบียร์แก้วเก่าจะสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

บุญญิศา บัวเผื่อน (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มที เอเชีย จำกัด โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และนำผลสู่การวางแผนจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต โดยดำเนินการตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยแบ่งการประเมินเป็นขอบเขตที่ 1, 2, 3 และขอบเขตรายงานแยกเพิ่มเติม ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดเท่ากับ 1,782.54 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งขอบเขตที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ขอบเขตที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 87.03 รองลงมาเป็นขอบเขตที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 9.38 ขอบเขตที่ 1 คิดเป็น ร้อยละ 2.77 ตามลำดับ และประเภทที่รายงานแยกเพิ่มเติม ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดจากการรั่วไหลของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ (R-22) คิดเป็นร้อยละ 0.83 และผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการลดของแต่ละขอบเขตพิจาณาตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นแบบ LED (Light-Emitting Diode) การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีสัญลักษณ์ประหยัดไฟเบอร์ 5 การรณรงค์การประหยัดไฟในองค์กร และเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแทน วิธีการซ่อมบำรุง อีกทั้งควรมีการบริหารจัดการการขนส่งแต่ละครั้งให้มีประสิทธิภาพ กำหนดแผนปรับปรุงมาตรฐานการผลิตให้ดีขึ้นเพื่อลดการเกิดของเสีย และรณรงค์ให้มีการคัดแยกขยะในองค์กร

น้ำทิพย์ เจ็กภู่ และเพียงพิศ กลิ่นหรั่น (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร กรณีศึกษา บริษัท กราวน์ บิสซิเนส จำกัด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้องค์กรทราบข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสามารถวางแผนเพื่อจัดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ในปี 2559 องค์กรมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 518.63 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี เมื่อเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อพนักงาน เท่ากับ 11.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพนักงานหนึ่งคน โดยกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.83 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในขอบเขตที่ 1 คือ เปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไปเป็นก๊าซ NGV ซึ่งจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 15 ต่อปี และสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 2.4 ล้านบาทต่อปี

Thanakrit Neamhoma, Chongchin Polpraserta, Andrew J., Englande J. (2016) ศึกษาเรื่อง แนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมอ้อยในประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพลังงานและปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอ้อยของไทย เพื่อค้นหาวิธีการผลิตน้ำตาลและการใช้พลังงานหมุนเวียนที่ยั่งยืน โดยข้อมูลพลังงานการผลิตในพื้นที่เพาะปลูกจากการดำเนินงานที่มีอยู่ของอุตสาหกรรมอ้อยแสดงให้เห็นว่าพลังงานหมุนเวียนมีมากกว่าพลังงานฟอสซิลในกระบวนการผลิตตามแนวคิดของ Carbon-Balanced Model (CBM) ซึ่งการดำเนินงานทั้งห่วงโซ่ของอุตสาหกรรมอ้อยในปัจจุบันพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศแทนที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการผลิตน้ำตาลดิบและไบโอเอทานอล พบว่ามีการปล่อยคาร์บอนสุทธิเท่ากับ 61.6 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮตาต่อปี โดยมีประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนที่ร้อยละ 98.1 และประมาณ ร้อยละ 66 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากขั้นตอนการใส่ปุ๋ยเคมีในการเกษตร หากวัสดุที่ใช้ฟอสซิลเป็นส่วนประกอบหลักทั้งในขั้นตอนการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมถูกแทนที่ด้วยวัสดุหมุนเวียน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจะลดลงเท่ากับ 396.0 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮตาต่อปี ส่งผลให้ประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนอยู่ที่ร้อยละ 114.3 ดังนั้นการนำแนวคิดนี้มาปฏิบัติจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมอ้อย และจากการวิเคราะห์ต้นทุนพบว่ามีกำไรต่อปีประมาณ 2.6 เท่าของต้นทุนทั้งหมด นั้นแสดงว่าจะได้รับผลกำไรมากขึ้นหากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่น้อยลง

Pemika Misila, Pornphimol Winyuchakrit, Bundit Limmeechokchai (2020) ได้ศึกษาเรื่อง การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะยาวของประเทศไทยในปี 2593 ในด้านความสำเร็จในการใช้และเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานหมุนเวียนให้เกินเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution: NDC) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงปี 2558-2593 จากการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้แบบจำลองระบบการวางแผนทางเลือกพลังงานระยะยาว (LEAP Model) โดยผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพของแผนพลังงานหมุนเวียนและแผนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย NDC ของประเทศไทย พบว่าการจะบรรลุเป้าหมาย NDC ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2573 เป้าหมายในแผนพลังงานหมุนเวียนและแผนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ต้องบรรลุอย่างน้อยร้อยละ 50 และ 75 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ NDC ในปี 2593 พบว่าในมุมมองระยะยาวของประเทศไทยจะลดลงร้อยละ 30.4 เมื่อเทียบกับสถานการณ์แบบเป็นไปตามปกติหากมีนโยบายดังนี้ (1) ส่งเสริมประสิทธิภาพพลังงาน (2) การเร่งการใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ความสมบูรณ์ของเครือข่ายการส่งสัญญาณไฟฟ้าหมุนเวียน (3) การแบ่งเขตแหล่งชีวมวล และ (4) ความตระหนักรู้ของสาธารณชนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พัชรี ศรีรอด (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และเสนอแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน โดยคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆขององค์กร ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักงานทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นกับบุคลากร โดยผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค ทั้ง 16 ภาค ในปี 2559 เท่ากับ 1,412.09 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยประเภทที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.88 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ส่วนในด้านปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ระดับการศึกษาสูงสุด และจากผลการศึกษานั้น ผู้ศึกษาได้เสนอแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ (1) การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอาคาร (2) การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบทำความเย็นเป็นระบบ

แบบประหยัดพลังงาน (3) การวางแผนก่อนออกเดินทางไปราชการทุกครั้ง (4) มีการกำหนดให้ขับรถด้วยความเร็วที่ประหยัดน้ำมัน (5) มีมาตราการลดการใช้ไฟฟ้า (6) เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็นชนิดที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อย (7) อบรมให้ความรู้และสร้างทัศนคติเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งแนวทางหรือวิธีการที่กล่าวมาจะสามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรได้

Sudjit Karuchit, Wichayanee Puttipiriyangkul, and Tanyarut Karuchit (2020) ศึกษาเรื่อง การลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยใช้มาตราการประหยัดพลังงานและพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยผลการศึกษาพบว่า ในปี 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 13,318.64 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ 5,281.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเท่ากับ 8,036.99 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยกิจกรรมการใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 66 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากการใช้มาตรการประหยัดพลังงานโดยการใช้เครื่องปรับอากาศแบบประหยัดพลังงาน จะสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 33,332 บาทต่อตันคาร์บอนไดออก-ไซด์เทียบเท่า นอกจากนี้พื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัย สามารถดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยต้นไม้ได้ถึงร้อยละ 40 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากการคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของมหาวิทยาลัย 4 ปี มีแนวโน้มลดลงที่อัตราเฉลี่ย 1,005.46 ตันคาร์บอนได-ออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

ประสิทธิ์ ไกรลมสม วรวิทย์ ลีลาวรรณ และธนากร เมียงอารมณ์ (2562) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยผลการศึกษาพบว่า (1) การเลือกใช้เชื้อเพลิง LPG เทียบกับเชื้อเพลิงเบนซินสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 77.25 (2) การเลือกใช้เชื้อเพลิง NGV เทียบกับเชื้อเพลิงดีเซลสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 82.84 (3) การเลือกใช้กระดาษไม่ฟอกขาว เทียบกับกระดาษฟอกขาวสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 4.43 (4) การเลือกใช้โน๊ตบุ๊ค เทียบกับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 83.3 (5) การเลือกใช้เครื่องปรับ อากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 2.12 และ (6) การเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ เทียบกับหลอดทอร์นาโด 65 วัตต์ สามารถลดการปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกร้อยละ 0.3 การเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ เทียบกับหลอดทอร์นาโด 65 วัตต์ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 5.84

สุบิน พัฒนสกุลลอย และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์คาร์บอนฟุต พริ้นท์ภายใต้แนวคิดกรีนซัพพลายเชนสู่การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา ฝาน้ำดื่ม บมจ.ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มภายใต้แนวคิดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และการทำธุรกิจการค้าระหว่างหน่วยงานธุรกิจกับหน่วยธุรกิจ (Business-to-Business; B2B) โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของฝาน้ำดื่มน้ำหนัก 1.45 กรัมต่อฝา มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 8.46 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยสัดส่วนคาร์บอนฟุตพริ้นต์สูงสุดคือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 94.12 รองลงมาคือ กระบวนการผลิต คิดเป็นร้อยละ 5.88 ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยการประยุกต์การบริหารจัดการแบบกรีนซัพพลายเชน บูรณาการกับการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและการบริหารห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผลิตภัณฑ์ฝาน้ำดื่มจาก 8.46 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ลดลงเหลือ 2.4 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า นอกจากนี้การประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อขึ้นทะเบียนฉลากคาร์บอน (Carbon Label) ซึ่งถือว่าเป็นการส่งเสริมกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จะส่งผลให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฝาน้ำดื่ม

Aaron Dormer, Donal P. Finn, Patrick Ward and John Cullen (2013) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการผลิตพลาสติก ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของถาดพลาสติกที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารที่ผลิตจากโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล และวิเคราะห์ว่าพารามิเตอร์ต่างๆ ส่งผลต่อค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างไร ผลการศึกษาพบว่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ตลอดจนการกำจัดซากของถาดโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล 1 กก. ที่มีส่วนประกอบของวัสดุรีไซเคิล 85% คือ 1.538 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การบรรจุ การขนส่ง และการกำจัดซากเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานแต่ละขั้นตอนก่อให้เกิดคาร์อบนฟุตพริ้นท์ 45%, 38%, 5%, 3% และ 9% ตามลำดับ พบว่าปริมาณการรีไซเคิลของวัตถุดิบมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งมีผลทำให้ลดลง 24% หากผลิตถาดจากวัสดุรีไซเคิล100% เมื่อเทียบกับเนื้อพลาสติกรีไซเคิลปัจจุบันที่ 85% การลดน้ำหนักของถาดที่ 20% และ 30% พบว่าช่วยลด

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ 18.7% และ 28% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าหากไม่มีการรีไซเคิลเกิดขึ้นในช่วงของการกำจัดซากจะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของถาดเพิ่มขึ้น 2.7% แต่หากมีการเพิ่มอัตราการรีไซเคิลจาก 23.7% เป็น 32% และ 50% จะส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลง 1% และ 3% ตามลำดับ ดังนั้นการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ควรเพิ่มสัดส่วนของวัตถุดิบรีไซเคิลให้ได้มากที่สุด และควรลดน้ำหนักของพลาสติกลงเท่าที่จะเป็นไปได้โดยไม่กระทบต่อความสมบูรณ์ทางโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และการเพิ่มอัตราการรีไซเคิลในช่วงการกำจัดซากเมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งานก็มีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เช่นกัน

Xing Zhou (2018) ได้ศึกษาเรื่อง การรีไซเคิลทรัพยากรขยะพลาสติก PET เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์:ทบทวนเทคโนโลยีคาร์บอไนเซชัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ การรวมเป้าหมายคาร์บอนพีคและความเป็นกลางทางคาร์บอนของจีน ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ขยะประเภทพลาสติก PET สามารถทำได้โดยใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนหรือห่วงโซ่อุปทานแบบวงปิด รวมถึงการรีไซเคิล การใช้ชีวมวล การดักจับคาร์บอน และการใช้ประโยชน์จากของเสีย ซึ่ง PET สามารถเป็นทรัพยากรที่มีค่าและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในวงจรชีวิตทั้งหมด สามารถเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตภัณฑ์เคมีหลายชนิด เช่นเอทิลแอลกอฮอล์ กรดฟอร์มิก โซดาแอช แป้ง และอื่นๆ เป็นผลให้ห่วงโซ่อุปทานแบบวงปิดหรือหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน สามารถช่วยให้อุตสาหกรรมพลาสติก PET ลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างมาก

Jian Chen, Xianzhong Mu, Chuang Tu and Guangwen Hu (2022) ได้ศึกษาเรื่อง อิทธิพลของการรับรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการตัดสินใจมีส่วนร่วมในการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มของผู้บริโภค ซึ่งจากการศึกษาพบว่า อิทธิพลของการรับรู้ที่มีต่อผู้บริโภคในการมีส่วนร่วมต่อการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ได้แก่ (1) ความตระหนักรู้ (2) ทัศนคติและพฤติกรรม (3) กระแสและแบบอย่างที่ดีของสังคม มีส่วนผลักดันการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคในการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องกำหนดแนวทางการสื่อสารอย่างเต็มที่ในการให้ความรู้ความเข้าใจ จนเกิดความตระหนักรู้ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภค

Alessio Cimini and Mauro Moresi (2018) ได้ศึกษาเรื่อง มาตรการบรรเทาผลกระทบเพื่อลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเบียร์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงการกำจัดซากโดยสัมพันธ์กับขนาดโรงเบียร์และวัสดุบรรจุภัณฑ์หลัก ซึ่งผู้วิจัยพบว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint : CF) ของเบียร์ 1 มิลลิลิตรที่ผลิตในโรงเบียร์ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก และบรรจุในขวดแก้วหรือ

โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ขนาด 660 ซีซี โดยประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ กำลังการผลิตต่อปีของโรงเบียร์ลดลงจาก 3×10^{6}เป็น 600 เฮกโตลิตต่อปี ค่า CF จึงเพิ่มขึ้นจาก 127 เป็น 192 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกโตลิตร และสำหรับบรรจุภัณฑ์ประเภทขวดแก้ว และขวด PET มีค่า CF เท่ากับ 103 และ169 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกโตลิตรตามลำดับ ซึ่งสำหรับโรงเบียร์ขนาดใหญ่ค่า CF ขึ้นอยู่กับวัสดุบรรจุภัณฑ์หลักที่ใช้ ดังนั้นควรแทนที่วัสดุบรรจุภัณฑ์บริสุทธิ์ด้วยขวดแก้วหรือขวด PET ที่รีไซเคิล100% สำหรับโรงเบียร์ขนาดกลางและขนาดเล็กพบว่าค่า CF ไม่ได้ขึ้นอยู่กับวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แต่ขึ้นอยู่ในขั้นตอนการขนส่งซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่า CF ระหว่างการขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศกับการได้มาจากท้องถิ่น ค่า CF จากการใช้พลังงานไฟฟ้ากับการใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ มีค่าลดลงเหลือ 56-60 และ 80 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกโตลิตรตามลำดับ

Hongping Lian, Dechuan Wang and Hui Li (2020) ได้ศึกษาเรื่อง การคัดแยกขยะและผลกระทบต่อการลดการปล่อยคาร์บอน: ประเทศจีน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบการลดการปล่อยคาร์บอนของโครงการคัดแยกขยะนำร่องของเมืองฉางอัน มณฑลเสฉวน โดยจากการศึกษาพบว่า วิธีการคัดแยกและจัดการขยะที่เหมาะสมในระดับหมู่บ้านและเขตเมืองมีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนโดยการเพิ่มการรีไซเคิลขยะเปียกและขยะรีไซเคิลให้มากขึ้น ซึ่งคาดว่าจะสามารถลดการปล่อยคาร์บอนสูงถึง 4,482 ตันต่อปี หรือเปรียบเทียบกับการประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 5.71 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเชิงนโยบายเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3 ประการ ได้แก่ (1) เพิ่มความตระหนักในการปกป้องสิ่งแวดล้อมแก่ผู้อยู่อาศัยในระยะยาว (2) ส่งเสริมและสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกและการก่อสร้าง (3) เสริมสร้างธรรมาภิบาลและความสามารถของสถาบันสำหรับการคัดแยกและบำบัดของเสีย

Jorgelina Pasqualino, Montse Meneses and Francesc Caste (2011) ศึกษาเรื่องคาร์-บอนฟุตพริ้นท์และปริมาณการใช้พลังงานในการเลือกใช้และกำจัดบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการเลือกบรรจุภัณฑ์บรรจุน้ำผลไม้ เบียร์ และน้ำดื่ม ซึ่งประเมินในขั้นตอนการผลิตและกำจัดวัสดุที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การกำจัดบรรจุภัณฑ์ทางเลือกด้วยการรีไซเคิลเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเทียบกับการเผาและฝังกลบ และในการผลิตเบียร์นั้นพบว่าผลกระทบระหว่างการผลิตและการใช้

บรรจุภัณฑ์ส่งผลกระทบสูงในระดับใกล้เคียงกันตลอดวัฏจักรชีวิตของเบียร์ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ผลไม้และน้ำดื่มนั้นการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์มีผลกระบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเทียบกับตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

S. Naresh Kumar and Bidisha Chakabarti (2018) ได้ศึกษาเรื่องพลังงานและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่างๆ โดยการหาปริมาณของคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งวัดการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงการใช้และการกำจัดขั้นสุดท้าย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมอาหารจะรวมถึงการปล่อยก๊าซทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารจะประกอบด้วยภาคส่วนต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมผลไม้และเครื่องดื่ม การผลิตน้ำตาล การผลิตนม การประมง ห่วงโซ่อุปทานเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก ซึ่งการศึกษาพบว่า การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอุตสาหกรรมอาหารสามารถช่วยระบุแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกและมีประโยชน์ในการพัฒนาเทคโนโลยีทางเลือกซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนรูปแบบการบริโภคอาหารยังมีส่วนช่วยอย่างมากในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Mohammad Sameti and Eoin Syron (2022) ได้ศึกษาเรื่อง การลดคาร์บอนในอุตสาห-กรรมหมุนเวียน 100%: ความเหมาะสมในการรวมความร้อนจากแสงอาทิตย์และเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อนและ/หรือไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญในการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การวิเคราะห์การลดต้นทุนและการปล่อยมลพิษเพื่อกำหนดค่าที่เหมาะสมที่สุดของทั้งสองระบบ ซึ่งเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (แบบเดิม) ข้อมูลการแผ่รังสีแสงอาทิตย์รายชั่วโมงต่อปีสำหรับสองแห่งที่มีสภาพภูมิอากาศต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าสำหรับสภาพอากาศร้อน ระบบรางพาราโบลาขนาดกะทัดรัดที่ได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสม ช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ลง 45% เมื่อเทียบกับระบบที่ใช้ก๊าซพื้นฐานเท่านั้น โดยมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 75% การปล่อยมลพิษลดลง 45% สำหรับสถานที่ที่มีสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น 88% โซลูชันเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลให้ต้นทุนสูงกว่าโซลูชันรางพาราโบลาขนาดกะทัดรัดในระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากัน เนื่องจากประสิทธิภาพการแปลงของเซลล์แสงอาทิตย์ต่ำกว่า

Irtiqa Shabir, Kshirod Kumar Dashb, Aamir Hussain Dar, Vinay Kumar Pandey, Ufaq Fayaz, Shivangi Srivastava, and Other (2023) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุต-พริ้นท์เพื่อการพัฒนาระบบแปรรูปอาหารอย่างยั่งยืน: การทบทวนอย่างรอบด้าน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางลดคาร์บอนและเพิ่มความปลอดภัยของอาหาร โดยใช้ตัวชี้วัดความยั่งยืน เช่น คาร์บอนฟุตพริ้นทร์ และการจัดการห่วงโซ่อุปทานอาหารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าการพัฒนากระบวนการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การใช้พลังงานที่ยั่งยืน การลงทุนในอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพของการกระจายสินค้า จนถึงการลดการใช้น้ำ การจัดการของเสียอย่างถูกต้องจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และตอบโจทย์ลูกค้ากลุ่มที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก

Nutthiwut Boonsa-ard, Tarit Sukprasert, Nathapong Wesvongsatip, Maturot Timsuwan, Surasak Buranatrevedh (2020) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการมีส่วนร่วมในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะแพทยศาสตร์และกิจกรรมทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยน แปลงสภาพภูมิอากาศ โดยผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดร้อยละ 85 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือการใช้เชื้อเพลิงเบนซินในพาหนะร้อยละ 10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และอีกร้อยละ 5 มาจากกิจกรรมการใช้ขวดพลาสติกและการใช้กระดาษ เมื่อเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อนักศึกษาเท่ากับ 2.01 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี และจากกิจกรรมการให้ความรู้ในหัวข้อ “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” และ “คาร์บอนฟุตพริ้นท์” ผลจากการทำแบบทดสอบพบว่าคะแนนหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมมีคะแนนสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งคะแนนเท่ากับร้อยละ 85.2 และ 97.8 ตามลำดับ

Sayam Aroonsrimorakota (2018) ได้ศึกษาเรื่อง ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ในปี 2553-2555 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้ ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า น้ำประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการขยะ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ แล้วคำนวณโดยคูณด้วยค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ในปี 2553, 2554 และ 2555 เท่ากับ 1,091.85, 1,485.79 และ 1,210.80 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ และเมื่อคำนวณต่อจำนวนนักศึกษาหรือบุคลากรเท่า 1.48, 2.16 และ 1.90 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน ตามลำดับ โดยแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า รองลงมาคือการใช้สารเคมีและปริมาณขยะมูลฝอย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้พลังงานและปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในคณะควรลดลงด้วยการใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานและควรมีการดำเนินการรณรงค์เพื่อลดการใช้พลังงานของนักศึกษาและบุคลากร รวมทั้งสนับสนุนให้มีการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

M.G.G. Awanthia, C.M. Navaratnea (2018) ได้ศึกษาเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร: เครื่องมือสำหรับติดตามผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำนักงานเลขาธิการกองพลในเมืองติฮาโกดาทางตอนใต้ของศรีลังกา และเสนอวิธีการที่เหมาะสมในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยดำเนินการตามระเบียบของ Green House Gas (GHG) โดยการคำนวณจากแหล่งกำเนิดและกิจกรรมที่ดำเนินการคูณด้วยค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) ออกมาในรูปของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 36.09 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าซึ่งค่อนข้างน้อยกว่าองค์กรอื่นๆ ในศรีลังกาโดยแต่ละขอบเขตมีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 1 ได้แก่ การขนส่ง การกำจัดเศษอาหาร การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 25.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 2 ได้แก่ การใช้ไฟฟ้ามีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 17.7 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 3 ได้แก่ การใช้พาหนะของพนักงานในการเดินทางมายังองค์กรมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 57.1 ซึ่งข้อเสนอแนะสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ ควรส่งเสริมให้พนักงานใช้ระบบขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัว

Steven Meyers, Bastian Schmitt, Mae Chester-Jones and Barbara Sturm (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การปล่อยคาร์บอน และมาตรการเพื่อปรับปรุงภาคส่วนอาหารและเครื่องดื่มสำหรับหกประเทศในสหภาพยุโรป ซึ่งพบว่ามาตรการที่เหมาะสมที่สุดคือ การประหยัดพลังงานเป็นหลักโดยการปรับกระบวนการให้เหมาะสมและการนำความร้อนกลับมาใช้

ใหม่ เนื่องจากระยะเวลาคืนทุนต่ำ นอกจากนี้ยังแนะนำให้ใช้แหล่งพลังงานคาร์บอนที่ต่ำกว่า เช่น ความร้อนจากแสงอาทิตย์และความร้อนพลังงานร่วม แต่มีต้นทุนสูงกว่า ด้วยมาตรการที่กล่าวมานี้จะสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 45% และลดการปล่อยคาร์บอนได้ถึง 30% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทขนาดของบริษัท และการเลือกเชื้อเพลิง แต่อุปสรรคสำคัญต่อการปฏิบัติตามมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในยุโรปนั้นคือ พบว่าต้นทุนสูงเกินไปสำหรับการพัฒนาเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับบริษัท อีกทั้งบริษัทไม่รู้จักเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงไม่มีการสนับสนุนในด้านการดำเนินการตามมารตราการที่มีประสิทธิภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก

Benjamin K. Sovacool, Morgan Bazilian, Steve Griffiths, Jinsoo Kim, Aoife Foley, David Rooney (2021) ได้ศึกษาเรื่อง การลดคาร์บอนในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม: การทบทวนและพิจารณาการพัฒนาระบบที่ผสมผสานด้านเทคนิคและด้านสังคมและนโยบายจากการศึกษารายงานและเอกสารจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ในหัวข้อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม โดยผลการศึกษาพบว่าการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มมีผลกระทบอย่างมากต่อการใช้พลังงาน การใช้น้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และระบบสิ่งแวดล้อมอื่นๆ การจัดหาวัถุดิบและการเกษตร การผลิต การขายและการกระจายสินค้า การบริโภค ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มนั้นมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้สรุปทางเลือกสำหรับการลดผลกระทบดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ การประหยัดพลังงาน การประหยัดต้นทุน และผลประโยชน์ร่วมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนหรือด้านสุขภาพ และแน่นอนยังมีอุปสรรคสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกคืออุปสรรคทางการเงินและเศรษฐกิจ และพฤติกรรมของผู้บริโภค ดังนั้นสนับสนุนเงินทุน และการกำหนดนโยบายจะมีส่วนช่วยอย่างมากสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจก

Netchanakan Sununtaa, Surat Sedphob, Sate Sampattagulc,d, (2018) ศึกษาเรื่อง การประเมินและพยากรณ์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเทศบาลด่านซ้าย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประ เมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงเสนอแนวทางในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำ โดยจากการศึกษาพบว่าในปี 2558 เทศบาลตำบลด่านซ้ายมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนเท่ากับ 8,528.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมาจากขอบเขตที่ 1 ขอบเขตที่ 2 และขอบเขตที่ 3 โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละขอบเขต เท่ากับ 5,524 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 2,164 ตันคาร์บอนไดออกไซด์

เทียบเท่า 1,140 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ ซึ่งจากการการเผาไหม้เชื้อเพลิงภาคอุตสาหกรรมในขอบเขตที่ 1 มีสัดส่วนมากที่สุด ร้อยละ 40 ของทั้งหมด รองลงมาคือการใช้ไฟฟ้าในขอบเขตที่ 2 การบำบัดน้ำเสียในขอบเขตที่ 1 คิดเป็น ร้อยละ 25 และร้อยละ 13 ตามลำดับ ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี 2558 ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อคาดการณ์การปล่อยคาร์บอนฟุต-พริ้นท์ในปี 2573 โดยใช้แบบจำลองการคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการคาดการณ์พบว่าเทศบาลตำบลด่านซ้ายมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 11,662.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ดังนั้นจึงมีการเสนอทางเลือกในการบรรเทาผลกระทบเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ โครงการติดตั้งโซลาร์รูฟท็อป การหมักขยะอินทรีย์ การผลิตเชื้อเพลิงจากขยะและ การแปลงขยะเป็นพลังงานจะสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลงได้ร้อยละ 20, ร้อยละ 0.53, ร้อยละ 1 และร้อยละ 3 ตามลำดับ ซึ่งจะสามารถเพิ่มศักยภาพของเมืองคาร์บอนต่ำ และลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับเทศบาลในอนาคต

ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัศมี (2557) ได้ศึกษาเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลในวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อม และสามารถนำผลไปใช้เพื่อการวางแผนจัดการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34, 355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยแบ่งออกเป็นขอบเขตที่ 1 คิดเป็น1,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ขอบเขตที่ 2 คิดเป็น 31,271 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และขอบเขตที่ 3 คิดเป็น 1,391 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพบว่ากิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91 ดังนั้นจึงควรมีการรณรงค์และมีมาตรการในการประหยัดพลังงานในส่วนดังกล่าว

เทศบาลนครหาดใหญ่ (2555) ได้ดำเนินการรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้บริหารและพนักงานเทศบาลเข้าใจแนวคิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตนได้ ตลอดจนพัฒนาแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมต่างๆ ของท้องถิ่นเพื่อนำร่องให้กับท้องถิ่นอื่นๆ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผลรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 139,727.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยประเภทที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานโดยตรง เท่ากับ 135,190.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 96.75 ประเภทที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทางอ้อม เท่ากับ

3,846.59 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 2.75 และประเภทที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทางอ้อม เท่ากับ 691.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.49 และได้ดำเนินการโครงการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ (1) โครงการแยกขยะรีไซเคิลในสำนักงานเทศบาลนครหาดใหญ่ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 3.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (2)โครงการลดปริมาณขยะของโรงเรียนเทศบาล 1 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 3.16 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (3) โครงการปุ๋ยน้ำชีวภาพโรงเรียนเทศบาล 2 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 2.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (4)โครงการแยกขยะรีไซเคิลในโรงเรียนเทศบาล 3 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 15.34 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (5)โครงการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากเศษอาหาร (ผัก/ผลไม้) โรงเรียนเทศบาล 4 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 1.51 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (6)โครงการเปลี่ยนขยะเปียกเป็นพลังงานทดแทนของโรงเรียนเทศบาล 5 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 1.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ (7) โครงการลดปริมาณขยะภายในโรงเรียนเทศบาล 6 สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 0.33 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

เทศบาลเมืองหนองสำโรง (2556) ได้ดำเนินการรายงานปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมืองหนองสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO) และคำนวณออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเทศบาลเมืองหนองสำโรง เท่ากับ 12,286.26 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยพบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเภทที่ 3 มากที่สุด 11,892.20 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 96.75 รองลงมา คือประเภทที่ 1 มีปริมาณ 287.96 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 2.34 และประเภทที่ 2 เท่ากับ 106.10 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.86 ทั้งนี้กิจกรรมในประเภทที่ 3 ที่มีปริมาณการปล่อยมากที่สุดเกิดจากกิจกรรมการจัดการขยะของเทศบาลโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งเทศบาลมีการขนส่งขยะไปกำจัด ณ เทศบาลนครอุดรธานี รองลงมา คือ ประเภทที่ 1 กิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่เทศบาลเป็นเจ้าของ โดยใช้เชื้อเพลิงดีเซลและเบนซิน ทั้งนี้ได้ดำเนินการโครงการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ (1) โครงการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 4.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (2) โครงการจัดการขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 166.3 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (3) โครงการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก 26.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

Alexander Damkaer Hansen , Takeshi Kuramochi , Birka Wicke (2022) ได้ศึกษาเรื่อง สถานะการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในภาคอาหาร : การประเมินของโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสถานะและคุณภาพของการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรและการกำหนดเป้าหมาย ผ่านการสำรวจการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่สาธารณะประจำปี 2561 ของกลุ่มอาหารและเครื่องดื่มรายใหญ่ที่สุด 50 อันดับแรกของโลก โดยผลการศึกษาพบว่าจากการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบริษัทเหล่านี้มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 0.9 จิกะตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเภทที่ 1 มีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 8 ประเภทที่ 2 มีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 4 และประเภทที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคือ ประเภทที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 88 แต่พบว่าการรายงานสำหรับประเภทนี้มักไม่สมบูรณ์และไม่สอดคล้องกัน อีกทั้งไม่ครอบคลุมเป้าหมายที่กำหนดสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบริษัท ผลการสำรวจดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการรายงานและบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเร่งด่วน เพื่อนำผลที่ได้สู่การบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

Hon Chung Lau (2022) ได้ศึกษาเรื่อง แผนงานการลดคาร์บอนสำหรับอาเซียน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานการลดคาร์บอนสำหรับสิบประเทศของอาเซียน และนำเสนอเกี่ยวกับการใช้พลังงานฟอสซิลและพลังงานหมุนเวียนพร้อมทั้งการปล่อยคาร์บอนที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยผลการศึกษาพบว่าความพยามในการลดคาร์บอนสำหรับประเทศในอาเซียนที่มีความพร้อมสูง ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าเท่านั้น แต่รวมถึงการนำเทคโนโลยีลดการปล่อยคาร์บอนจากพลังงานฟอสซิลมาใช้ด้วย นอกจากสองวิธีแรกแล้วยังมีแนวทางสำหรับการช่วยลดคาร์บอน ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซแทนการใช้ฟอสซิล เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บคาร์บอน การใช้รถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้การผลักดันการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการออกมาตรการเชิงนโยบายก็มีส่วนช่วยเช่นกัน ได้แก่ การจัดเก็บภาษีคาร์บอน การประสานงานระหว่างรัฐบาลระดับภูมิภาคเพื่อจัดตั้งระเบียบและให้ทุนในการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยีดัดจับและกักเก็บคาร์บอน การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและพลังงานชีวภาพในระดับอาเซียนต่อไป

Seyed Mohsen Hosseini, Alireza Aslani, Alibakhsh Kasaeian (2023) ศึกษาเรื่อง ต้นทุนการประเมินด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตและการใช้ประโยชน์คาร์บอนไดออกไซด์ของอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม: โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ดักจับคาร์บอนไดออกไซด์หลังการเผาไหม้ (CO_2 capture unit :CCU) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการประเมินวัฏจักรชีวิตเชิงเปรียบเทียบต้นทุนของการใช้เทคโนโลยีดักจับคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เพื่อจัดหาคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องดื่มโดยผลการศึกษาพบว่า CCU จะช่วยปรับปรุงเส้นทางสู่ความยั่งยืนของการจัดหา CO_2 สำหรับอัดลมอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตจากโรงงาน CCU ยังช่วยลดผลกระทบทางเศรษฐกิจ พลังงาน และสิ่งแวดล้อมได้ 55%, 44% และ 62% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามแต่ในส่วนของการผลิตน้ำอัดลมลดลงเพียง 10.1%, 0.85% และ0.77% ตามลำดับ เนื่องจากผลกระทบที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่มาจากการใช้กรดซิตริกและการใช้พลาสติก (Polyethylene terephthalate : PET) มากกว่าการใช้ CO_2 และ CCU ช่วยลดภาวะโลกร้อนในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 6.22% ในขณะที่ผลกระทบต่อความเป็นพิษและ Eutrophication อยู่ที่ 55% และ 30% ตามลำดับ และต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น 8%

Maedeh Rahnama Mobarakeh, Thomas Kienberger (2022) ได้ศึกษาเรื่อง กลยุทธ์ความเป็นกลางทางสภาพภูมิอากาศสำหรับอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นของพลังงาน: กรณีศึกษาของออสเตรีย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประโยชน์และอุปสรรคของวิธีการลดผลกระทบต่างๆ สำหรับแต่ละภาคอุตสาหกรรมย่อย ได้แก่ เหล็กและเหล็กกล้า เยื่อและกระดาษ แร่อโลหะ ซีเมนต์ และอะลูมิเนียมในระยะสั้นและระยะยาว การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยมีการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่หรือวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุดมาใช้ในกระบวนการผลิตตลอดจนการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยพลังงานชีวภาพ ไฮโดรเจน หรือไฟฟ้า ซึ่งมาตราการที่กล่าวมานั้นสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนในกรอบระยะเวลาสั้นที่สุด ซึ่งยังไม่เพียงพอหากต้องการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมไปสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำภายในปีพ.ศ. 2593 จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าหากต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะยาว ต้องอาศัยการเปลี่ยนวัตถุดิบเชื้อเพลิงฟอสซิลและหันมาใช้สิ่งทดแทน เช่น ไฮโดรเจน การใช้และการเก็บกักคาร์บอน การใช้พลังงานไฟฟ้า และการใช้สารทุติยภูมิในวัตถุดิบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังประเมินถึงอิทธิพลและปัจจัยต่างๆ เช่น การใช้พลังงานในปัจจุบันและความเข้มข้นของการปล่อยมลพิษ โครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน อนาคตของประเทศและนโยบายระหว่างประเทศ เทคนิคการลดคาร์บอนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเปลี่ยนเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นก๊าซ หรือการปลี่ยนฟอสซิลไปเป็นวัตถุดิบ (ในโรงงานเหล็ก)

โดยการใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน มีผลอย่างมากต่อการลดคาร์บอนในอุตสาหกรรมของประเทศออสเตรียและเมื่อรวมกับกลยุทธ์เหล่านี้เข้ากับ ผลิตภัณฑ์CO_2 ในอุตสาหกรรมซีเมนต์และการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานสำหรับภาคส่วนย่อยที่เกี่ยวข้อง การปล่อยมลพิษทางอุตสาหกรรมประเทศออสเตรียสามารถลดลงได้มากกว่า 65% เมื่อเทียบกับระดับปัจจุบัน

Khaleeq Ahmad, Zahid Irshad Younas, Wajiha Manzoor, Nabeel Safdar (2023) ศึกษาเรื่อง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความรับผิดชอบต่อสังคมในสหรัฐอเมริกา: การศึกษาที่ครอบคลุมโดยใช้แบบจำลอง dynamic panel ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร โดยผลการศึกษาพบว่าความรับผิดชอบต่อสังคมนั้นมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากส่งผลให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพของธุรกิจ ดังนั้นหากมีการกำหนดเชิงนโยบายด้านความรับผิดชอบต่อสังคมก็จะสามารถทำให้ภาคธุรกิจตื่นตัวในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจนสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีและปลอดภัยได้

Zhoujie Wang, Songyan Li, Zhijun Jin, Zhaomin Li, Quanyou Liu, Kaiqiang Zhang (2023) ได้ศึกษาเรื่อง เส้นทางมุ่งสู่ค่าสุทธิเป็นศูนย์ (Net-Zero) : การทบทวนและการคาดการณ์ โดยการศึกษาครั้งนี้ให้ความสำคัญกับการลดคาร์บอนของน้ำมันและก๊าซ เทคโนโลยี นโยบาย และการมุ่งสู่ค่าสุทธิเป็นศูนย์จากภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโลกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานอย่างรวดเร็วเพื่อการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลไปสู่พลังงานสะอาดหมุนเวียนและยั่งยืน ดังนั้นการกำหนดนโยบาย รวมถึงการปรับปรุงหรือนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้จะเป็นแนวทางลดคาร์บอน และเป็นเส้นทางที่เป็นไปได้สำหรับน้ำมันและก๊าซไปสู่การปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแห่งหนึ่ง ในปี 2563 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)หรือ อบก. เพื่อนำผลการศึกษาหามาตรการหรือแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้สอดคล้องกับบริบทของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม โดยมีรายละเอียดวิธีการศึกษางานวิจัยดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

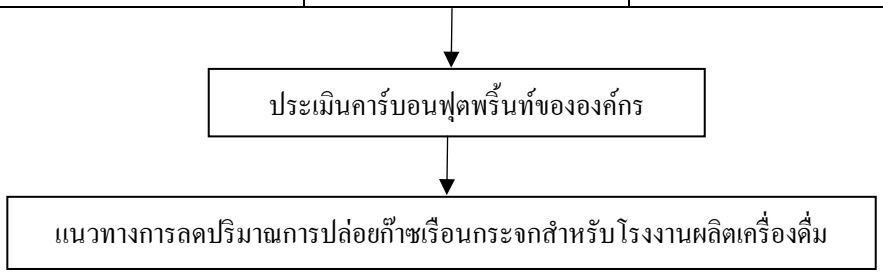
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษางานแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ตามวิธีการของอบก. และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 3.1

กิจกรรมขององค์กรในแต่ละประเภท		
ประเภท 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร	**ประเภท 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานขององค์กร**	**ประเภท 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ขององค์กร**
การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ – การใช้น้ำมันรถยนต์/รถโฟร์คลิฟท์ขององค์กร (ดีเซล/เบนซิน) – การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ – การใช้ก๊าซ LPG ในรถโฟร์คลิฟท์ การเผาไหม้แบบไม่เคลื่อนที่ – การใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ – การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ – การใช้น้ำมันสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า – การใช้น้ำมันสำหรับเครื่องดับเพลิง – การใช้น้ำมันในเครื่องตัดหญ้า การรั่วไหล – การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากการบำบัดน้ำเสีย – การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากห้องน้ำพนักงาน – การรั่วไหลของสารทำความเย็น	- การใช้ไฟฟ้า	- การใช้น้ำประปา - การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต - การใช้บรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ในการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโรงงานผลิตเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ ในปี 2563 โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เครื่องดื่มน้ำอัดลม และเครื่องดื่มไม่อัดลม บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ประเภท ได้แก่ ขวดพลาสติก (PET) กระป๋องอลูมิเนียม และขวดแก้ว(หมุนเวียน/ไม่หมุนเวียน) กำลังผลิตสูงสุด 600 ขวดต่อนาที ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางของอบก. โดยในแนวทางการประเมินนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

3.2.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries)

3.2.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)

3.2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ซึ่งต้องดำเนินการกำหนดขอบเขตในการศึกษาอย่างชัดเจน จากนั้นระบุกิจกรรมขององค์กรพร้อมกับชี้บ่งแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเก็บข้อมูลของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อนำมาคำนวณหรือประเมินตามสมการการคำนวณ และนำมาจัดทำรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละกิจกรรม เพื่อบ่งชี้แหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณสูง เพื่อนำไปกำหนดแนวทางการจัดการและดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries)

การกำหนดขอบเขตในศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตแบบควบคุมการดำเนินงาน (Operational Control) ซึ่งศึกษาเฉพาะในส่วนความรับผิดชอบขององค์กรเท่านั้น ตามใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน โดยแสดงการกำหนดขอบเขตตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขอบเขตขององค์กรในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

แนวทางที่ใช้กำหนดขอบเขตองค์กร	ขอบเขตแบบควบคุมการดำเนินงาน (Operational Control)
หน่วยสาธารณูปโภค(Facility)/ พื้นที่ที่ครอบคลุมในรายงาน	1. อาคารโรงงานและออฟฟิศ 2. อาคารเก็บสินค้า 3. ระบบบำบัดน้ำเสีย
ระยะเวลาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	1 มกราคม – 31 ธันวาคม 2563
แนวทางที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 5 (มกราคม, 2564)
เอกสารยืนยันขอบเขต	ใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

3.2.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)

จากการกำหนดขอบเขตในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ทำให้ทราบขอบเขตในการประเมิน ซึ่งทำให้ทราบกิจกรรมขององค์กร และสามารถระบุแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม โดยแบ่งตามประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ซึ่งเกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กรได้แก่ การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ เช่น การใช้น้ำมันรถยนต์/รถโฟร์คลิฟท์ขององค์กร (ดีเซล/เบนซิน) การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ และการใช้ก๊าซ LPG ในรถโฟร์คลิฟท์ เป็นต้น การเผาไหม้แบบไม่เคลื่อนที่ เช่น การใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ การใช้น้ำมันสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การใช้น้ำมันสำหรับเครื่องดับเพลิง การใช้น้ำมันในเครื่องตัดหญ้า เป็นต้น การรั่วไหล เช่น การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากการบำบัดน้ำเสีย การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากห้องน้ำพนักงาน และการรั่วไหลของสารทำความเย็น เป็นต้น

ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าในองค์กร

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ การใช้น้ำประปา การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต และการใช้บรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างกิจกรรมขององค์กร

Facility	**กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility**		
	ประเภทที่ 1	**ประเภทที่ 2**	**ประเภทที่ 3**
อาคารโรงงานและออฟฟิศ	– การใช้น้ำมันรถยนต์ขององค์กร (ดีเซล/เบนซิน) – การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ – การใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ – การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ – การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากห้องน้ำพนักงาน – การรั่วไหลของสารทำความเย็น	- การใช้ไฟฟ้า	-การใช้น้ำประปา - การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต - การใช้บรรจุภัณฑ์
อาคารเก็บสินค้า	– การใช้น้ำมันในรถโฟร์คลิฟท์ – การใช้ก๊าซ LPG ในรถโฟร์คลิฟท์	- การใช้ไฟฟ้า	- การใช้น้ำประปา - การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต
ระบบบำบัดน้ำเสีย	– การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากการบำบัดน้ำเสีย	- การใช้ไฟฟ้า	

3.2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ประกอบด้วยขั้นตอนในการคำนวณดังต่อไปนี้

3.2.3.1 การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.3.2 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

3.2.3.3 การเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.3.4 การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)

3.2.3.5 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.3.1 การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผู้วิจัยดำเนินการระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร โดยแยกตามประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Facility/ประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source)**	**กำลังการผลิต (Capacity)/ ลักษณะเฉพาะ (Specification)**
อาคารโรงงานและออฟฟิศ		
ประเภทที่ 1	การใช้น้ำมันรถยนต์ขององค์กร (ดีเซล/เบนซิน)	จำนวนรถยนต์ (ดีเซล/เบนซิน)
	การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์	จำนวนรถยนต์
	การใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ	ขนาดของหม้อต้มไอน้ำ
	การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ	ขนาดของหม้อต้มไอน้ำ
	การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากห้องน้ำพนักงาน	จำนวนพนักงาน
ประเภทที่ 2	การใช้ไฟฟ้า	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

Facility/ประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source)	กำลังการผลิต (Capacity)/ ลักษณะเฉพาะ (Specification)
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา	จำนวนการใช้
	การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต	ประเภทของเสีย
	การใช้บรรจุภัณฑ์	จำนวนการใช้

3.2.3.2 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

ผู้วิจัยใช้การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ลดความไม่แน่นอนและไม่ขัดแย้งกันสามารถคำนวณซ้ำได้และได้ผลลัพธ์เดิม โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การใช้รถยนต์ขององค์กร (ดีเซลหรือเบนซิน) แสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 Equivalent) ตามสูตรดังนี้

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2.3.3 การเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณมีการเก็บข้อมูลที่ไม่ขัดแย้งกับวิธีคำนวณที่ได้เลือกไว้ อีกทั้งมีการบันทึก และมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ที่มาของข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรแสดงไว้ดังตารางที่ 3.4

3.2.3.4 การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)

การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับการคำนวณนั้น มีการคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทราบแหล่งที่มา และมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งเป็นค่าปัจจุบันในขณะใช้คำนวณ ที่มาของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงไว้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างที่มาของข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม					ค่า EF
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด	ที่มาของข้อมูล			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
		การตรวจวัด	หลักฐานการชำระเงิน	การประมาณค่า		
1. การใช้น้ำมันรถยนต์ขององค์กร (ดีเซล)	ปริมาณการซื้อ (ลิตร)		√		ใบเสร็จรับเงินจากการเติมน้ำมัน	TGO EF
2.การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์	ปริมาณการซื้อ (กก.)		√		ใบเสร็จรับเงินจากการเติมก๊าซ NGV	TGO EF
3.การใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ	ปริมาณการซื้อ (ลิตร)		√		ใบเสร็จรับเงินจากการเติมน้ำมัน	TGO EF
4.การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ	ปริมาณการซื้อ (กก.)		√		ใบขอซื้อระบบ SAP	TGO EF
5.การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) จากห้องน้ำพนักงาน	ปริมาณการซื้อ (ลิตร)		√		ระบบบันทึกข้อมูลจำนวนพนักงานจากฝ่ายHR	TGO EF
6.การใช้ไฟฟ้า	ปริมาณการซื้อ (kwh)		√		ใบเสร็จรับเงินจากการไฟฟ้า	TGO EF

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม					ค่า EF
	ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด	ที่มาของข้อมูล			หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง	ที่มาของค่า EF
		การตรวจวัด	หลักฐานการชำระเงิน	การประมาณค่า		
7. การใช้น้ำประปา	ปริมาณการใช้ (ลิตร)		√		ใบเสร็จรับเงินจากการประปา	TGO EF
8.การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต	ปริมาณของเสีย (กก.)		√		รายงาน สก.3 และเอกสารบันทึกน้ำหนักขยะทั่วไป	TGO EF
9. การใช้บรรจุภัณฑ์ประเภท PET	ปริมาณการใช้ (กก.)		√		ใบขอซื้อจากระบบ SAP	TGO EF

หมายเหตุ : EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF)

TGO คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)หรือ อบก.

(Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization): TGO

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลกิจกรรมต่างๆขององค์กร 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลที่บันทึกโดยองค์กรเอง เช่น ข้อมูลการบำบัดน้ำเสีย ข้อมูลจำนวนพนักงาน ข้อมูลปริมาณนำส่งขยะทั่วไป ข้อมูลการสั่งซื้อ เป็นต้น

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลที่ถูกรวบรวมโดยองค์กร เช่น ใบเสร็จรับเงินจากการไฟฟ้า ใบเสร็จรับเงินจากการประปา ใบเสร็จบิลน้ำมัน รายงานแบบสก.3 เป็นต้น และข้อมูลจากเอกสารการศึกษา ค้นคว้า แนวคิดและทฤษฎีจากหนังสือ และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อมูลจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องมีความน่าเชื่อถือ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงระเบียบวิธีการประมาณการและสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งอ้างถึง หลักเกณฑ์ของ IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006) โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ มีสูตรการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังนี้

$$CO_2 \text{ Emission} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor}$$

โดย Activity Data เป็นข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Emission Factor เป็นค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity Data ให้เป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตัวอย่าง การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ประเภทที่ 1 เช่น การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ ดังนี้

โดยอ้างอิงข้อมูลปริมาณการใช้ก๊าซNGV ในรถเทรลเลอร์ จากหลักฐานใบเสร็จรับเงินการเติมก๊าซ NGV

สูตรการคำนวณ

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณการใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ x ค่าคงที่ (Emission Factor) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซ NGV

ข้อมูลการใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ขององค์กรในระยะเวลา 1 ปี เท่ากับ 110,143 กิโลกรัม การเผาไหม้ของก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ จะได้ ก๊าซ CO_2, CH_4 และ N_2O ซึ่งค่าคงที่ (factor) เท่ากับ 2.1262, 0.0035 และ 0.0001 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย($kgCO_2e$/หน่วย) ตามลำดับ ดังนั้น

1) ปริมาณก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 110,143 x 2.1262/1000 = 234.19 $t\,CO_2\,e$

2) ปริมาณก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 110,143 x 0.0035/1000 = 0.39 $t\,CO_2\,e$

3) ปริมาณก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 110,143 x 0.0001/1000 = 0.01 $t\,CO_2\,e$

หมายเหตุ : $t\,CO_2\,e$ คือหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

สรุป จำนวนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ขององค์กร ในระยะเวลา 1 ปี เท่ากับ 234.19 + 0.39 + 0.01 = 234.58 $t\,CO_2\,e$

ค่า Emission Factor ที่ผู้วิจัยคัดเลือกเพื่อนำมาคำนวณนั้น อยู่ในหลักการของการคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทราบแหล่งที่มา และมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งเป็นค่าปัจจุบันในขณะใช้คำนวณ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่มีความถูกต้อง

บทที่ 4
ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแห่งหนึ่งในปี พ.ศ. 2563 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในส่วนความรับผิดชอบขององค์กรตามใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยดังนี้

4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

4.1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 1 ในปีพ.ศ.2563

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ประจำปีพ.ศ.2563 พบว่ามีปริมาณการปล่อยสูงรองลงมาจากประเภทที่ 3 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 9,576 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 15.62 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเภทที่ 1 สูง 10 อันดับแรก พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.25 รองลงมาการใช้ก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ คิดเป็นร้อยละ 18.84 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถยนต์ คิดเป็นร้อยละ 8.31 ปริมาณการใช้สารทำความเย็น 404A คิดเป็นร้อยละ 7.63 การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ คิดเป็นร้อยละ 6.64 ปริมาณการใช้น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ (เกรดC) คิดเป็นร้อยละ 4.90 การปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย คิดเป็นร้อยละ 2.35 ปริมาณการใช้ LPG รถโฟล์คลิฟท์ คิดเป็นร้อยละ 1.74 การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน คิดเป็นร้อยละ 1.55 และปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถโฟล์คลิฟท์ 1.03 ตามลำดับ แสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 1 ในปีพ.ศ.2563

ลำดับ	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก($TonCO_2eq$)	สัดส่วนเปรียบเทียบประเภท 1
1	น้ำมันดีเซลรถยนต์ (รถขาย/รถส่วนกลาง)	795.90	8.31%
2	น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์	4,332.71	45.25%
3	น้ำมันดีเซลรถโฟล์คลิฟท์	98.66	1.03%
4	น้ำมันเบนซินรถยนต์ (รถส่วนกลาง)	69.10	0.72%
5	น้ำมันเบนซินจุดสตาร์ทโฟล์คลิฟท์	3.90	0.04%
6	LPG รถโฟล์คลิฟท์	166.74	1.74%
7	NGV รถเทรลเลอร์	635.84	6.64%
8	น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ (เกรดC)	468.97	4.90%
9	การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ	1,803.62	18.84%
10	น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า/เครื่องดับเพลิง	2.55	0.03%
11	น้ำมันเบนซินเครื่องตัดหญ้า	1.29	0.01%
12	LPG สำหรับงานซ่อมบำรุง	0.42	0.00%
13	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย	224.90	2.35%
14	การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน	148.83	1.55%
15	สารทำความเย็น 404A	730.60	7.63%
16	สารทำความเย็น 134A	53.04	0.55%
17	สารทำความเย็น R32	28.43	0.30%
18	สารทำความเย็น R401A	9.82	0.10%
19	สารทำความเย็น R407C	0.41	0.00%
	รวม	**9,575.74**	**100.00%**

4.1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 2 ในปีพ.ศ.2563

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 จากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าประจำปีพ.ศ.2563 พบว่ามีปริมาณการปล่อยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเภทที่ 1 และประเภทที่ 3 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 7,031 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.47 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด แสดงตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 2 ในปีพ.ศ.2563

ลำดับ	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก($TonCO_2eq$)	สัดส่วนเปรียบเทียบประเภท 3
1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (จากการไฟฟ้า)	7,030.77	100.000%
	รวม	**7,030.77**	**100.00%**

4.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 3 ในปีพ.ศ.2563

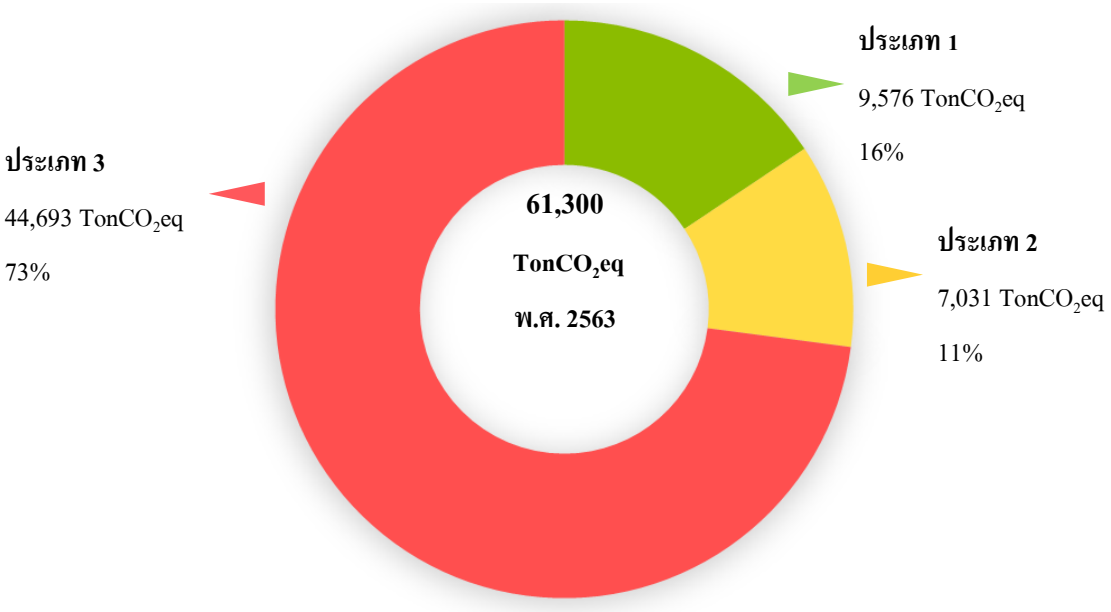
จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ประจำปีพ.ศ.2563 พบว่ามีปริมาณการปล่อยมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 44,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 72.91 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET Bottle) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99.87 รองลงมาเป็นการจัดการของเสีย คิดเป็นร้อยละ 0.13 และการใช้น้ำประปา คิดเป็นร้อยละ 0.001 ตามลำดับ แสดงตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 3 ในปีพ.ศ.2563

ลำดับ	รายการกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก($TonCO_2eq$)	สัดส่วนเปรียบเทียบประเภท 3
1	การใช้น้ำประปา	0.25	0.001%
2	การใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET)	44,636.61	99.87%
3	การกำจัดของเสีย	56.48	0.13%
	รวม	**44,693.33**	**100.00%**

4.1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภทในปีพ.ศ.2563

จากการวิเคราะห์ และประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภทในปีพ.ศ.2563 พบว่า โรงงานผลิตเครื่องดื่มมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 61,300 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 44,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 72.91 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดรองลงมาคือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 9,576 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 15.62 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 7,031 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.47 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดตามลำดับ แสดงตามภาพที่ 4.1 และเมื่อเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อยอดการผลิตเท่ากับ 0.0002 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร



ภาพที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปีพ.ศ.2563

จากผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวพร เหลืองยวง และสุพรรณนิกา วัฒนะ (2565) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 221,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจาก ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 83 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งกิจกรรมที่มีการปล่อยสูงสุดคือ การใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 66 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม

4.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปีพ.ศ.2563-2564

จากการวิเคราะห์ และประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภทในปีพ.ศ.2563-2564 พบว่า ในปี 2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 63,120 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 45,918 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 72.75 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดรองลงมาคือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 9,899 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 15.68 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 7,303 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.57 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดตามลำดับ แสดงตามตารางที่ 4.4

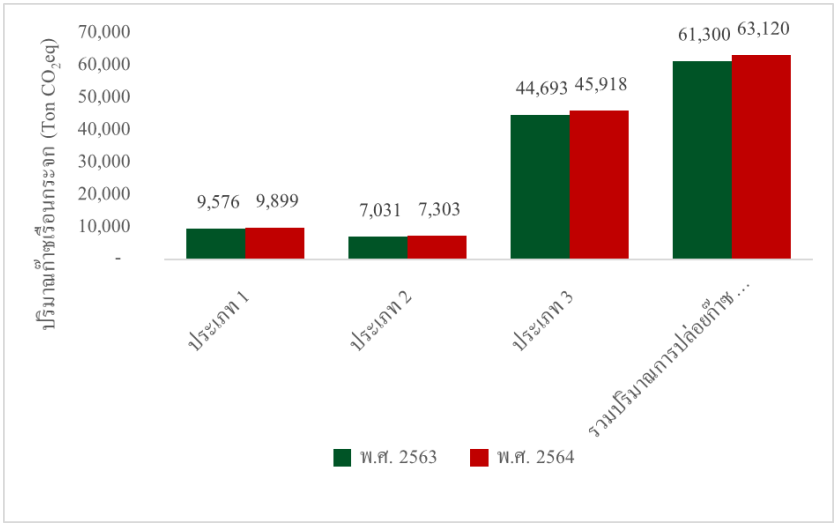
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภท ในปีพ.ศ.2564

ประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	รายการกิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(TonCO_2eq)	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบภายในประเภทเดียวกัน	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปรียบเทียบระหว่างประเภทที่ 1, 2 และ 3
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร	น้ำมันดีเซลรถยนต์ (รถขาย/รถส่วนกลาง)	795.42	8.04%	1.26%
	น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์	4,734.28	47.82%	7.50%
	น้ำมันดีเซลรถโฟล์คลิฟท์	98.29	0.99%	0.16%
	น้ำมันเบนซินรถยนต์ (รถส่วนกลาง)	29.43	0.30%	0.05%
	น้ำมันเบนซินจุดสตาร์ทโฟล์คลิฟท์	1.75	0.02%	0.00%
	LPG รถโฟล์คลิฟท์	157.28	1.59%	0.25%
	NGV รถเทรลเลอร์	562.03	5.68%	0.89%
	น้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำ (เกรดC)	428.41	4.33%	0.68%
	การใช้ก๊าซ LPGในหม้อต้มไอน้ำ	2,006.92	20.27%	3.18%
	น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า/เครื่องดับเพลิง	0.60	0.01%	0.00%
	น้ำมันเบนซินเครื่องตัดหญ้า	2.45	0.02%	0.00%
	LPG สำหรับงานซ่อมบำรุง	0.38	0.00%	0.00%
	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย	412.65	4.17%	0.65%
	การปล่อยก๊าซมีเทนจากห้องน้ำพนักงาน	143.67	1.45%	0.23%
	สารทำความเย็น 404A	429.77	4.34%	0.68%
	สารทำความเย็น 134A	70.72	0.71%	0.11%
	สารทำความเย็น R32	-	0.00%	0.00%
	สารทำความเย็น R401A	24.56	0.25%	0.04%
	สารทำความเย็น R407C	0.82	0.01%	0.00%
	รวม	**9,899.40**	100.00%	15.68%
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (จากการไฟฟ้า)	7,303.05	100.00%	11.57%
	รวม	**7,303.05**	100.00%	11.57%
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	การใช้น้ำประปา	0.12	0.00%	0.00%
	การใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET)	45,846.70	99.84%	72.63%
	การกำจัดของเสีย	71.15	0.15%	0.11%
	รวม	**45,917.97**	100.00%	72.75%
รวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น (TonCO_2eq)		**63,120.42**		

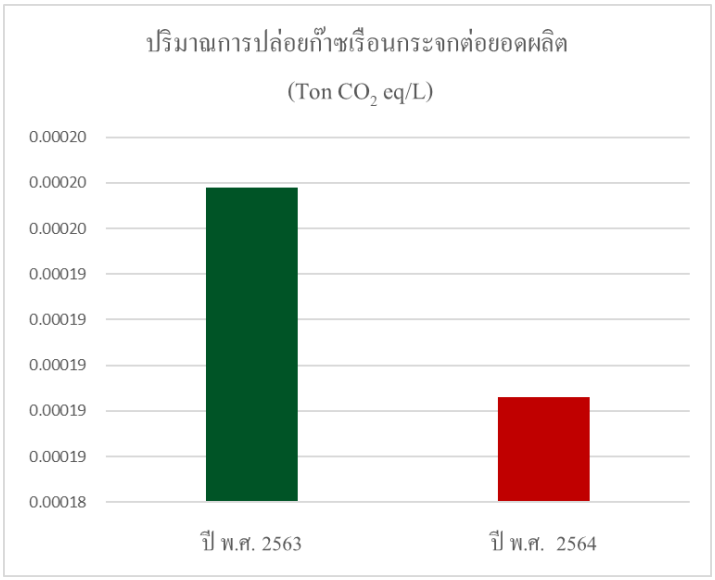
ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปี พ.ศ. 2564 เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.97 หากพิจารณาแยกตามประเภท พบว่า ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 3.87 รองลงมาคือประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 3.37 และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.74 ตามลำดับ แสดงตามตารางที่ 4.5 โดยสาเหตุที่ทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2564 เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณยอดผลิตที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 8 จึงทำให้กิจกรรมต่างๆของโรงานเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อาทิ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันในรถขนส่งสำหรับกระจายสินค้า และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตามยอดการผลิตจึงทำให้ในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563 คิดเป็นร้อยละ 2.97 แต่หากเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับยอดผลิตพบว่าปี พ.ศ.2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อยอดผลิตลดลงจากปีพ.ศ.2563 คิดเป็นร้อยละ 4.63 แสดงตามภาพที่ 4.2 และ 4.3 เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าจากโครงการใช้ไฟฟ้าจากโซลาเซลล์ มาตรการการประหยัดพลังงานที่เพิ่มมากขึ้น และมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้ดีขึ้น อีกทั้งทางโรงงานมีนโยบายให้พนักงานปฏิบัติงานที่บ้าน (Woke Form Home :WFH) เพื่อให้สอดคล้องกับมาตราการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา19 (COVID-19) ทำให้การปฏิบัติงานนอกสถานที่ลดลง ส่งผลให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับยอดการผลิต

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภทระหว่างปีพ.ศ.2563 และ ปีพ.ศ.2564

ประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปี พ.ศ. 2563	ปี พ.ศ. 2564	เปรียบเทียบสัดส่วน(เพิ่ม/ลด) ระหว่างปี พ.ศ. 2563 กับ พ.ศ. 2564
ประเภท 1	9,576	9,899	3.37%
ประเภท 2	7,031	7,303	3.87%
ประเภท 3	44,693	45,918	2.74%
รวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Ton CO_2 eq)	**61,300**	**63,120**	**2.97%**
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อยอดผลิต (Ton CO_2 eq/L)	**0.00020**	**0.00019**	**-4.63%**



ภาพที่ 4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปีพ.ศ.2563-2564



ภาพที่ 4.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มต่อยอดการผลิตในปี พ.ศ.2563-2564

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกองค์กรต้องดำเนินการ เนื่องจากเป็นประโยชน์ในการกำหนดหรือหาแนวทางวิธีการลดการปล่อยก๊าวเรือนกระจกแล้วยังทำให้องค์กรทราบได้ว่าจะต้องพัฒนาระบบหรือวิธีการเก็บข้อมูล รวมถึงการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด ซึ่งสถานะการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอาหารของผู้ผลิตอาหารและเครื่องดื่มทั่วโลก จากการสำรวจการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่สาธารณะ

ประจำปี 2561 พบว่ายังมีบริษัทในกลุ่มอาหารและเครื่องดื่มที่ใหญ่ที่สุด 50 อันดับแรกหลายแห่งจัดทำรายงานไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงรายงานอย่างเร่งด่วน เนื่องจากปัจจุบันการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาร้ายแรงที่ต้องการรับการแก้ไข (Hansen, Kuramochi & Wicke, 2022) ดังนั้นหากรายงานมีความสมบูรณ์ย่อมส่งผลให้การบรรเทาปัญหาดังกล่าวมีประสิทธิภาพเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความรับผิดชอบต่อสังคมในสหรัฐอเมริกา (Ahmad, Younas, Manzoor, Safdar, 2023) พบว่าความรับผิดชอบต่อสังคมนั้นมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากส่งผลให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพของธุรกิจ ดังนั้นหากมีการกำหนดเชิงนโยบายด้านความรับผิดชอบต่อสังคมก็จะสามารถทำให้ภาคธุรกิจตื่นตัวในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จนสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีและปลอดภัยได้ นอกเหนือจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของธุรกิจ รวมถึงการพัฒนาวิธีการผลิตใหม่ๆ และตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าที่มีความชื่นชอบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมย่อมทำให้มีจำนวนลูกค้าที่เพิ่มขึ้น และแน่นอนรายได้และกำไรของบริษัทก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการพัฒนากระบวนการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การใช้พลังงานที่ยั่งยืน การลงทุนในอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพของการกระจายสินค้า จนถึงการลดการใช้น้ำ การจัดการของเสียอย่างถูกต้องจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และตอบโจทย์ลูกค้ากลุ่มนี้ได้เป็นอย่างมาก (Shabir et al., 2023)

4.2 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

4.2.1 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ประเภทที่ 3

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปี พ.ศ.2563 พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ โดยกิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET Bottle) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72.91 ดังนั้นแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเภทที่ 3 มีดังนี้

1. การลดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์

การลดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์หรือการลดปริมาณของพลาสติกลงนั้น ย่อมส่งผลให้ใช้ทรัพยากรน้อยลง และเมื่อน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์เบาขึ้นจะส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่นกัน หากสามารถลดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ได้ร้อยละ 5 ต่อปี จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 2,292 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (เทียบจากปริมาณการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกปี พ.ศ.2563)

2. การนำพลาสติกรีไซเคิลมาใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์ (Recycled polyethylene terephthalate ; rPET) ปัจจุบันกฎหมายในประเทศไทยอนุญาตให้ใช้พลาสติกที่ใช้แล้วมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เพื่อบรรจุอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 435 พ.ศ.2565 ซึ่งยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 295 พ.ศ.2548 ซึ่งก่อนหน้านี้นั้นกฎหมายระบุว่า “ห้ามมิให้ใช้ภาชนะบรรจุที่ทำขึ้นจากพลาสติกที่ใช้แล้วบรรจุอาหาร เว้นแต่ใช้เพื่อบรรจุผลไม้ชนิดที่ไม่รับประทานเปลือก” ถือเป็นโอกาสที่ดีของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้พลาสติกรีไซเคิลเป็นส่วนประกอบในการผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับการบรรจุอาหารหรือเครื่องดื่มนั้น จะสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่มาจากพลาสติก (Virgin plastic) อีกทั้งช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกตาม Roadmap การจัดการขยะพลาสติก พ.ศ.2561-2573 ของรัฐบาล (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) ที่ต้องการนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ได้ 100% ภายในปี 2570 โดยนำหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน(Circular Economy) ไปปรับใช้ ซึ่งหากโรงงานมีการศึกษาความเป็นไปได้ พร้อมทั้งวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของโรงงานให้ตรงตามมาตราฐานต่างๆที่กำหนดไว้ จะสามารถช่วยให้โรงงานลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้บรรจุภัณฑ์ได้ และจากการศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการผลิตพลาสติก (Dormer, Finn, Ward & Cullen 2013) พบว่าการผลิตพลาสติกจากพลาสติกรีไซเคิล100% จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 24% และการลดน้ำหนักของพลาสติกลง 20% และ 30% นั้นจะทำให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึง 18.7% และ 28% ตามลำดับ ดังนั้นการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ควรเพิ่มสัดส่วนของวัตถุดิบรีไซเคิลให้ได้มากที่สุด และควรลดน้ำหนักของพลาสติกลงเท่าที่จะเป็นไปได้โดยไม่กระทบต่อความสมบูรณ์ทางโครงสร้างผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่ว่าจะเป็นในภาคขององค์กร หรือการผลิตนั้นก็จะสามารถช่วยในการระบุแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมีประโยชน์ในการพัฒนา

เทคโนโลยีทางเลือก (Kumar & Chakabarti, 2018) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าจุดที่สามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของพลาสติก PET คือการนำไปรีไซเคิล หรือนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นทางเลือกในการกำจัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดสำหรับบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว (Pasqualino, Meneses & Caste, 2011) และการปลูกฝังให้ผู้บริโภคใส่ใจในการคัดแยกขยะเพื่อนำวัสดุที่สามารถรีไซเคิลเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลอย่างถูกหลักวิชาการนั้น (Chen, Mu, Tu & Hu, 2022) พบว่าอิทธิพลของการรับรู้ที่มีต่อผู้บริโภคในการมีส่วนร่วมต่อการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ได้แก่ (1) ความตระหนักรู้ (2) ทัศนคติและพฤติกรรม(3) กระแสและแบบอย่างที่ดีของสังคม มีส่วนผลักดันการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคในการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ซึ่งแน่นอนว่าการส่งเสริมการคัดแยกขยะมีบาบาทสำคัญในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ ณ หลุมฝังกลบ (Lian, Wang & Li, 2020)

4.2.2 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่1

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปี พ.ศ.2563 พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาคือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45,25 รองลงมา การใช้ก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ คิดเป็นร้อยละ 18.84 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถยนต์ คิดเป็นร้อยละ 8.31 ปริมาณการใช้สารทำความเย็น 404A คิดเป็นร้อยละ 7.63 การใช้ก๊าซ NGV ในรถเทรลเลอร์ คิดเป็นร้อยละ 6.64 ตามลำดับ ดังนั้นแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 มีดังนี้

1. การเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า

ปัจจุบันทางโรงงานมีการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักในยานพาหนะ หากโรงงานมีนโยบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนน้ำมันดีเซลในรถยนต์มาเป็นรถยนต์ไฟฟ้า จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจนสามารถลดต้นทุนในการกระจายสินค้าได้ อีกทั้งสามารถลดมลพิษ และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะได้ ซึ่งค่า Emission Factor ของน้ำมันดีเซลในรถยนต์ เท่ากับ 2.7403 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อลิตร ในขณะที่ Emission Factor ของไฟฟ้า เท่ากับ 0.4999 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง อย่างไรก็ดีทางโรงงานควรศึกษาความคุ้มทุนเพื่อประกอบการพิจารณาในการเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า

2. การใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงในรถขนส่ง

จากการศึกษาของ น้ำทิพย์ เจ็กภู่ และเพียงพิศ กลิ่นหรั่น (2561) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา บริษัท กราวน์ บิสซิเนส จำกัด พบว่า แนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก คือการเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไปเป็นก๊าซ NGV จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 15 ต่อปี นอกจากนี้การศึกษาของประสิทธิ์ ไกรลมสม วรวิทย์ ลีลาวรรณ และ ธนากร เมียงอารมณ์ (2562) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษาศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พบว่า การเลือกใช้เชื้อเพลิง NGV เทียบกับเชื้อเพลิงดีเซลสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 82.84 อย่างไรก็ตามปัจจุบันทางโรงงานมีการใช้ ก๊าซ NGV ในรถขนส่งสินค้าอยู่ประมาณร้อยละ 10 จากรถขนส่งทั้งหมด ซึ่งหากเพิ่มสัดส่วนการใช้ ก๊าซ NGV ในรถขนส่งร้อยละ 50 จากรถขนส่งทั้งหมด หรือเปลี่ยนรถขนส่งทั้งหมดมาใช้ ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งค่า Emission Factor ของน้ำมันดีเซลในรถยนต์ เท่ากับ 2.7403 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อลิตร ในขณะที่ Emission Factor ของก๊าซ NGV เท่ากับ 2.2540 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกิโลกรัม

3. การเพิ่มสัดส่วนการใช้ไบโอดีเซลในรถยนต์

ปัจจุบันรถยนต์ของโรงงานส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นน้ำมันดีเซลประเภท B10 หากเปลี่ยนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นประเภท B20 ที่มีสัดส่วนของไบโอดีเซลมากกว่าจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 11 (เทียบจากปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถยนต์ปีพ.ศ.2563) กล่าวคือ เมื่อนำปริมาณน้ำมันดีเซลประเภท B20 มาคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น เมื่อคูณกับค่า Emission Factor จะได้ค่าออกมาลดลงถึงร้อยละ 11

4. การเปลี่ยนเชื้อเพลิงในหม้อต้มไอน้ำเป็นพลังงานชีวมวล

ปัจจุบันโรงงานมีการใช้ทั้งน้ำมันเตาและก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ หากโรงงานสามารถสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานชีวมวลได้ทั้งหมด จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 2,206 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (เทียบจากปริมาณการใช้น้ำมันเตาและก๊าซLPG ในหม้อต้มไอน้ำปีพ.ศ.2563) ทั้งนี้โรงงานควรศึกษาความคุ้มทุน เนื่องจากทางโรงงานจำเป็นต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่ และลงทุนในการนำเทคโนโลยีการควมคุมมลพิษสำหรับการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

4.2.3 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มประเภทที่ 2

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มในปี พ.ศ.2563 พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดคือ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า มีดังนี้

1. การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจุบันทางโรงงานมีการติดตั้งแผงโซลาเซลล์บนหลังคาอาคารผลิต กำลังการผลิต 0.6 เมกะวัตต์ และมีแผนในการติดตั้งแผงโซลาล์ลอยน้ำ (Solar Floating) กำลังการผลิต 1 เมกกะวัตต์ แสดงให้เห็นความมุ่งมั่นและความพยายามของโรงงานที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจากการสำรวจพื้นที่ของโรงงานพบว่า ยังมีพื้นที่ที่สามารถติดตั้งแผงโซลาเซลล์บนหลังคาได้อีก 1.52 เมกกะวัตต์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ จนสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้ประมาณ 1,370 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และสามารถประหยัดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างสูง

2. การตรวจสอบและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ควรมีการติดมิเตอร์ไฟฟ้าทุกจุดที่มีการใช้ไฟฟ้า และตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้โรงงานทราบจุดที่มีการใช้ไฟฟ้าที่สูง จนนำไปสู่การกำหนดมาตราการในการลดการใช้ไฟฟ้าได้ และการติดตั้งเครื่องตั้งเวลาเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ (Digital Timer) และเครื่องปรับอากาศทุกจุดที่มีการใช้ไฟฟ้าจะส่งผลให้โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

3. กำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน

การรณรงค์ให้พนักงานเป็นส่วนหนึ่งในการลดการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เช่นกัน อาทิ การสร้างแรงจูงใจให้พนักงานร่วมกันลดการใช้พลังงาน การประชาสัมพันธ์ให้พนักงานมีความตระหนักในการอนุกรักษ์พลังงาน เช่น ปิดไฟเมื่อไม่ใช้ การปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศช่วงพักกลางวัน และปิดก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง เป็นต้น

นอกจากแนวทางที่กล่าวมาข้างต้น ความพยามในการลดคาร์บอนสำหรับประเทศในอาเซียนที่มีความพร้อมสูง ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าเท่านั้น แต่รวมถึงการนำเทคโนโลยีลดการปล่อยคาร์บอนจากพลังงานฟอสซิลมาใช้ด้วย

นอกจากสองวิธีแรกแล้วยังมีแนวทางสำหรับการช่วยลดคาร์บอน ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซแทนการใช้ฟอสซิล เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บคาร์บอน การใช้รถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้การผลักดันการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการออกเชิงนโยบายก็มีส่วนช่วยเช่นกัน ได้แก่ การจัดเก็บภาษีคาร์บอน การประสานงานระหว่างรัฐบาลระดับภูมิภาคเพื่อจัดตั้งระเบียบ และให้ทุนในการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยีดัดจับและกักเก็บคาร์บอน การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและพลังงานชีวภาพในระดับอาเซียนต่อไป (Lau,2022) นอกจากนี้การเปลี่ยนเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นก๊าซ หรือการปลี่ยนฟอสซิลไปเป็นวัตถุดิบ (ในโรงงานเหล็ก) โดยการใช้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน มีผลอย่างมากต่อการลดคาร์บอนในอุตสาหกรรมของประเทศออสเตรียซึ่งสามารถลดคาร์บอนได้มากถึง 65% (Mobarakeh & Kienberger, 2022) แต่อุปสรรคสำคัญต่อการปฏิบัติตามมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในยุโรปนั้นคือ บริษัทพบว่าต้นทุนสูงเกินไปสำหรับการพัฒนาเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งไม่รู้จักเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงไม่มีการสนับสนุนในด้านการดำเนินการตามมารตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก (Meyers, Schmitt, Jones & Sturm,2016) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าในทุกๆ ประเทศจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนทั้งองค์ความรู้ และแหล่งเงินทุนจากภาครัฐเพื่อให้บริษัทสามารถเข้าถึงและมีบทบาทในการแก้ปัญหาหรือบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

บทที่ 5
บทสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแห่งหนึ่งในปี พ.ศ. 2563 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) สามารถสรุปผลการศึกษาวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

5.1.1 ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

ผลจากการวิเคราะห์ และประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ประจำปี พ.ศ. 2563 พบว่า โรงงานผลิตเครื่องดื่มมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 61,300 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 44,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 72.91 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET Bottle) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99.87 เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับบรรจุเครื่องดื่มเพื่อจำหน่าย จึงทำให้กิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดสำหรับโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

ประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมา คือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 9,576 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 15.62 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง 3 อันดับแรก พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.25 รองลงมาการใช้ก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ คิดเป็นร้อยละ 18.84 ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถยนต์ คิดเป็นร้อยละ 8.31 ตามลำดับ เนื่องจากการใช้ยานพาหนะของโรงงานใช้น้ำมันดีเซลสำหรับการกระจายสินค้าเป็นหลัก จึงทำให้กิจกรรมการใช้น้ำมันดีเซลในรถเทรลเลอร์และรถยนต์ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในประเภทที่ 1 รองลงมาคือการใช้ก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ เนื่องจาก

ในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำร้อนในการฆ่าเชื้อทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ อีกทั้งยังใช้สำหรับอุ่นผลิตภัณฑ์และมีการฆ่าเชื้อโรคในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบางประเภท จึงทำให้ต้องมีการใช้น้ำร้อนจากหม้อต้มไอน้ำซึ่งใช้ก๊าซLPG ในการผลิต จึงทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาจากการใช้น้ำมันดีเซลในรถเทรลเลอร์สำหรับกิจกรรมในประเภทที่ 1

ประเภทที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน จากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งสิ้น 7,031 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.47 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เนื่องด้วยทางโรงงานมีโครงการติดตั้งแผงโซลาเซลล์บนหลังคาอาคารผลิต เพื่อใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมของโรงงาน พร้อมทั้งมีการกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานประจำทุกปี จึงทำให้กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าของโรงงานมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

เมื่อนำผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานเทียบกับยอดการผลิต (ลิตร) ในปีพ.ศ. 2563 พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม เท่ากับ 0.0002 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลิตร

สำหรับการวิเคราะห์และประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่มแยกตามประเภทในปีพ.ศ.2563-2564 พบว่า ในปี 2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 63,120 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 45,918 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 72.75 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดรองลงมาคือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 9,899 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.68 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 7,303 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 11.57 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดตามลำดับ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปี พ.ศ. 2564 เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.97 หากพิจารณาแยกตามประเภท พบว่า ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 3.87 รองลงมาคือประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 3.37 และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.74 ตามลำดับ โดยสาเหตุที่ทำให้มีการปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกในปี 2564 เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณยอดผลิตที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 8 จึงทำให้กิจกรรมต่างๆ ของโรงงานเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อาทิ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันในรถขนส่งสำหรับกระจายสินค้า และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตามยอดการผลิต จึงทำให้ในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2563 แต่หากเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับยอดผลิตพบว่าปี พ.ศ.2564 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อยอดผลิตลดลงจากปีพ.ศ.2563 คิดเป็นร้อยละ 4.63 เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าจากโครงการใช้ไฟฟ้าจากโซลาเซลล์ มาตรการการประหยัดพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นและมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้ดีขึ้น อีกทั้งทางโรงงานมีนโยบายให้พนักงานปฏิบัติบัติงานที่บ้าน (Woke Form Home :WFH) เพื่อให้สอดคล้องกับมาตราการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา19 (COVID-19) ทำให้การปฏิบัติงานนอกสถานที่ลดลง ส่งผลให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับยอดการผลิต

5.1.2 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ โดยกิจกรรมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก (PET Bottle) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ดังนั้น แนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมดังกล่าว ได้แก่ การลดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ และการนำพลาสติกรีไซเคิลมาใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์ (Recycled polyethylene terephthalate: rPET) เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาจากประเภทที่ 3 โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันดับต้นๆ ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรถเทรลเลอร์และรถยนต์ และการใช้ก๊าซ LPG ในหม้อต้มไอน้ำ ดังนั้น แนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมดังกล่าว ได้แก่ การเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า การใช้ก๊าซ NGV เป็นเชื้อเพลิงในรถขนส่ง การเพิ่มสัดส่วนการใช้ไบโอดีเซลในรถยนต์ และการเปลี่ยนเชื้อเพลิงในหม้อต้มไอน้ำเป็นพลังงานชีวมวล เป็นต้น

และสำหรับกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับประเภทที่ 3 และประเภทที่ 1 คือ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้น สำหรับแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ การเพิ่มสัดส่วน หรือเพิ่มพื้นที่สำหรับการติดตั้งโซลาเซลล์ หรือการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การตรวจสอบและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

จากผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวพร เหลืองยวง และสุพรรณนิกา วัฒนะ (2565) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 221,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 83 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งกิจกรรมที่มีการปล่อยสูงสุดคือ การใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 66 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม อย่างไรก็ดีผู้วิจัยหวังว่าผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคต ซึ่งช่วยแสดงให้เห็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม พร้อมทั้งก่อให้เกิดประโยชน์ต่อโรงงานในการประกอบการพิจารณาแนวทางบริหารจัดการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงระบบการเก็บข้อมูลของโรงงาน และการพัฒนาแนวทางต่างๆ เพื่อให้รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานมีความสมบูรณ์ นำไปซึ่งการเกิดนโยบายพร้อมทั้งการพัฒนาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางอันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อโรงงาน ดังนี้

1. แม้ว่าทางภาครัฐยังไม่มีมาตรการและการออกเป็นกฎระเบียบบังคับอย่างชัดเจนสำหรับโรงงานผลิตเครื่องดื่มในการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกและเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกก็ตาม แต่ในฐานะที่เป็นโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่โรงงานดำเนินการเป็นประจำทุกปี เพื่อปรับปรุงระบบการจัดเก็บข้อมูล พร้อมปรับปรุงวิธีการคำนวณให้ถูกต้องมีประสิทธิภาพลดความคลาดเคลื่อนให้ได้น้อยที่สุด เนื่องจากข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตราการสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในอนาคต อีกทั้งสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (UN Sustainable Development Goals: SDGs) ได้แก่ เป้าหมายที่ 13 การดำเนินการเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป้าหมายที่ 12 การผลิตและการบริโภคที่มีความรับผิดชอบและยั่งยืน พร้อมทั้งเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างยั่งยืน

2. ควรมีการปรับปรุง ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ สำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกที่ตอบโจทย์และตรงกับบริบทของโรงงาน ซึ่งจะช่วยให้โรงงานประหยัดค่าใช้จ่าย รวมทั้งในการพัฒนาและออกแบบบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมยังสามารถเพิ่มฐานจำนวนลูกค้ากลุ่มที่มีความชื่นชอบสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนี้การสร้างความตระหนักรู้แก่บุคลากรในเรื่องความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ถือว่ามีบทบาทสำคัญที่จะช่วยเป็นแบบอย่างที่ดีต่อสังคม จนสามารถนำพาให้คนรอบข้างให้มีความตระหนักถึงประเด็นที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และร่วมกันเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาหรือบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ และการเพิ่มพื้นที่ในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในโรงงานยังเป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศได้เช่นกัน หากโรงงานสามารถปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวได้นั้น ย่อมส่งผลให้สัดส่วนของการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์จากต้นไม้เพิ่มขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. *Roadmap การจัดการขยะพลาสติก พ.ศ. 2561-2573.* ค้นจาก https://www. pcd. go.th/wp-content/uploads/2021/10/pcdnew-2021-10-19_08-59-31_527174.pdf.

เทศบาลนครหาดใหญ่. (2555). *รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เทศบาลนครหาดใหญ่*. สงขลา: เทศบาล.

เทศบาลเมืองหนองสำโรง. (2556). *การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลเมืองหนองสำโรง*. อุดรธานี: เทศบาล.

นวพร เหลืองยวง. และสุพรรณนิกา วัฒนะ. (2565). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาระดับชาติ, ครั้งที่ 23,* 201-212.

น้ำทิพย์ เจ็กภู่. และเพียงพิศ กลิ่นหรั่น. (2561). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร กรณีศึกษา บริษัท กราวน์ บิสซิเนส จำกัด. *วารสารวิชาการปทุมวัน, 8*(21), 29-44

บุญญิศา บัวเผื่อน. (2563). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มที เอเชีย จำกัด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาตร์, กรุงเทพฯ.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก. (6 มกราคม 2549). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 123 ตอนพิเศษ 1 ง หน้า 10-11.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก. (17 มิถุนายน 2565). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 139 ง หน้า 11-15.

ประสิทธิ์ ไกรลมสม, วรวิทย์ ลีลาวรรณ และธนากร เมียงอารมณ์. (2562). แนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, *2*(2), 19-24

พัชรี ศรีรอด. (2562). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาตร์, กรุงเทพฯ.

ไพรัช อุศุภรัตน์, และหาญพล พึ่งรัศมี. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, *22*(1), 1-12.

มนนภา เทพสุด. (ธันวาคม, 2563). *ภาวะโลกร้อน: สาเหตุ ผลกระทบและแนวทางแก้ปัญหา*. เอกสารนำเสนอในที่ประชุมการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

รัตนาวรรณ มั่งคั่ง. (2558). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์*. กรุงเทพฯ: อัฟโฟรเอป.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2562). *แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564-2573*. ค้นจาก https://www.onep.go.th/book/

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2557). *สถานบริการสาธารณสุขกับการประเมิน Carbon footprint* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สุบิน พัฒนสกุลลอย. และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2557). การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ภายใต้แนวคิดกรีนซัพพลายเชนสู่การบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา ฝาน้ำดื่ม บมจ.ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน). *วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.). 3*(1), 51-60.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *ข้อมูลเชิงสถิติ*. ค้นจาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *ความรู้ด้านก๊าซเรือนกระจก*. ค้นจากhttp://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/page

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2561). *ธุรกิจยุคใหม่ใส่ใจลดโลกร้อนผลิตยั่งยืนธุรกิจยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: อบก.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2560). *คู่มือการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อบก.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: อบก.

Ahmad Khaleeq., Younas Irshad Zahid., Manzoor Wajiha., & Safdar Nabeel. (2023). Greenhouse Gas emissions and corporate social responsibility in USA: A comprehensive study using dynamic panel model. *Heliyon, 9.* 1-11.

Awanthia M., & Navaratnea C. (2018). Carbon footprint of an organization: a tool for monitoring impacts on global warming. *Procedia Engineering, 212*. 729-735.

Chen Jian., Mu Xianzhong., Tu Chuang., & Hu Guangwen. (2022). Influence of ecological cognition on consumers' willingness to participate in beverage packaging recycling. *Resources, Conservation & Recycling Advances, 14.* 1-10.

Cimini Alessio., & Moresi Mauro. (2018). Mitigation measures to minimize the cradle-to-grave beer carbon footprint as related to the brewery size and primary packaging materials. *Journal of Food Engineering, 236.* 1-8.

Dormer Aaron., P. Finn Donal., Ward Patrick., & Cullen John. (2013). Carbon footprint analysis in plastics manufacturing. *Journal of Cleaner Production, 51.* 133-141.

Eckstein, D., Kuenzel, V., & Schaefer, L. (2021). *Global climate risk index 2021.* Retrieved from http://germanwatch.org/en/19777

Friedrich, J., Ge, M., & Pickens A. (2020). *This interactive chart shows changes in the world's top 10 emitters*. Retrieved from http://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters

Greenhouse gas protocol. (2016). *Global warming potential values*. Retrieved from https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-PotentialValues %20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf

Hansen Damkaer Alexander., Kuramochi Takeshi., & Wicke Birka. (2022). The status of corporate greenhouse gas emissions reporting in the food sector: An evaluation of food and beverage manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, *361*. 1-7.

Hosseini Mohsen Seyed., Aslani Alireza., & Kasaeian Alibakhsh. (2023). Life cycle cost and environmental assessment of CO2 utilization in the beverage industry: A natural gas-fired power plant equipped with post-combustion CO2 capture. *Energy Reports, 9.* 414-436.

Kumar Naresh S., & Chakabarti Bidisha. (2018). Energy and Carbon Footprint of Food Industry. In Muthu S. (eds). *Energy Footprint of the Food and Textile Sectors* (19-44). Singapor: Springer.

Lau Chung Hon. (2022). Decarbonization roadmap for ASEAN and their implications. *Energy Reports, 8.* 6000-6022.

Lian Hongping., Wang Dechuan., & Li Hui. (2020). Waste sorting and its effects on carbon emission reduction: Evidence from China. Chinese Journal of Population, *Resources and Environment, 18.* 26-34.

Meyers Steven., Schmitt Bastian., Chester-Jones Mae., & Sturm Barbara. (2016). Energy efficiency, carbon emissions, and measures towards their improvement in the food and beverage sector for six European countries. *Energy, 104.* 266-283

Mobarakeh Rahnama Maedeh., & Kienberger Thomas. (2022). Climate neutrality strategies for energyintensive industries: An Austriancase study. *Cleaner Engineering and Technology, 10.* 1-25.

Netchanakan Sununtaa, Surat Sedphob and Sate Sampattagul. (2018). City carbon footprint evaluation and forecasting case study: Dan Sai municipality. *Chemical Engineering Transaction, 63,* 277-282. doi:10.3303/CET1863047

Nutthiwut Boonsa-ard, Tarit Sukprasert, Nathapong Wesvongsatip, Maturot Timsuwan and Surasak Buranatrevedh. (2020). A participatory approach to prevent climate change in faculty of medicine Thammasat university. *Thammasat Medical Journal*, *20*(2), 124-129

Office of natural resources and environmental policy and planning. (2021). *Thailand third biennial update report*. Retrieved from https://climate.onep.go.th/wpcontent/ uploads/2021/01/BUR3_Thailand_251220- .pdf

Pasqualino Jorgelina., Meneses Montse., & Caste Francesc. (2011). The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal. *Journal of Food Engineering, 103.*357-365.

Pemika Misila, Pornphimol Winyuchakrit and Bundit Limmeechokchai. (2020). Thailand's long-term GHG emission reduction in 2050: the achievement of renewable energy and energy efficiency beyond the NDC. *Heliyon Journal*, *6*(12), 1-17.

Sameti Mohammad., & Syron Eoin. (2022). 100% renewable industrial decarbonization: Optimal integration of solar heat and photovoltaics. *Smart Energy, 8.* 1-12.

Shabir Irtiqa., Dashb Kumar Kshirod. Dar Hussain Aamir., Pandey Kumar Vinay., Fayaz Ufaq., Srivastava Shivangi., & Other. (2023). Carbon footprints evaluation for sustainable food processing system development: A comprehensive review. *Future Foods, 7.* 1-13.

Sayam Aroonsrimorakota. (2018). Carbon footprint of faculty of environment and resource studies, Mahidol university, Salaya campus, Thailand in the year 2010- 2012. *Journal of Thai Interdisciplinary Research, 13*(6). 1-9.

Sovacool Benjamin K., Bazilian Morgan., Griffiths Steve., Kim Jinsoo., Foley Aoife., & Rooney David. (2021). Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143.* 1-35.

Sudjit Karuchit, Wichayanee Puttipiriyangkul, andTanyarut Karuchit. (2020). Carbon footprint reduction from energy-saving measure and green area of suranaree university of technology. *International Journal of Environmental Science and Development, 11*(4), 170-174.

Thanakrit Neamhoma, Chongchin Polpraserta, Andrew J., & Englande Jr. (2016). Ways that sugarcane industry can help reduce carbon emissions in Thailand. *Journal of Cleaner Production, 131*, 561-571.

Wang Zhoujie., Li Songyan., Jin Zhijun., Li Zhaomin., Liu Quanyou., & Zhang Kaiqiang. (2023). Oil and gas pathway to net-zero: *Review and outlook. Energy Strategy Reviews, 45*. 1-34.

Xing Zhou. (2018). Recycling Carbon Resources from Waste PET to Reduce Carbon Dioxide Emission: Carbonization Technology Review and Perspective. *Journal of Renewable Materials, 11.* 2085-2108.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาววารุณี ดือเระ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6410920020

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา	2558

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน (ถ้ามี)

ผู้จัดการแผนก Circular Economy and Environment Development

บริษัท หาดทิพย์ จำกัด (มหาชน)

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน (ถ้ามี)

วารุณี ดือเระ และวรางคณา จุติดำรงค์พันธ์. 2565. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตเครื่องดื่ม. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่19 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน: 2071-2078.