



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก

Assessing Carbon Footprint For Suan Dusit University
of Home Bakery, Case Study of Toffee Cake

นางสาวพรธิดา เทพประสิทธิ์
นางจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา
นางสาวสาวิตรี ม่วงศรี
นายอนุชิต สวัสดิ์ताल
นายธวัชชัย ศรีสอาด
นางสาวฐปนรรมณ์ ฮาบสุวรรณ

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก
Assessing Carbon Footprint For Suan Dusit University
of Home Bakery, Case Study of Toffee Cake

นางสาวพรธิดา เทพประสิทธิ์
(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

นางจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา
(โรงเรียนการเรือน)

นางสาวสาวิตรี ม่วงศรี
(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

นายอนุชิต สวัสดิ์ताल
(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

นายรัชชัย ศรีสอาด
(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

นางสาวฐปนรรมย์ ฮาบสุวรรณ
(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2559)

หัวข้อวิจัย	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอร์มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก
ผู้ดำเนินการวิจัย	นางสาวพรธิตา เทพประสิทธิ์ นางจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา นางสาวสาวิตรี ม่วงศรี นายอนุชิต สวัสดิ์ताल นายธวัชชัย ศรีสะอาด และนางสาวฐปนรรมย์ ฮาบสุวรรณ
ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ นียดา สวัสดิพิงษ์
หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2560

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอร์มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก และสำรวจการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่าจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำตาลทรายขาวมากที่สุด รองลงมา นมข้นจืด และ ไข่ไก่ ตามลำดับ สำหรับกระบวนการผลิตด้านไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมา ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) (การเผาไหม้) ตามลำดับ ในขณะที่การใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่า ภาพรวมปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 25.7 kg CO₂-eq โดยน้ำเสียปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา น้ำประปา และ ไฟฟ้า ตามลำดับ และการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 79.2 gCO₂-eq สำหรับ ขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การผลิต มีการปล่อยทั้งสิ้น 73.3 gCO₂-eq หรือคิดเห็นร้อยละ 92.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมา คือ การได้มาของวัตถุดิบ ด้านการกำจัดของเสียหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ ประเมินจากการทิ้งลงสู่ถังขยะและนำไปกำจัดโดยกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ของเสียที่เกิดหลังจากการบริโภค คือ ภาชนะบรรจุเท่านั้น และการกำจัดของเสีย ทำโดยการฝังกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการขนส่ง ที่ใช้การขนส่งของเสียไปยังจุดฝังกลบ คือ โรงกำจัดมูลฝอย อ่อนนุช การขนส่งด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดบรรทุก 10 ตัน ระยะทางการขนส่ง 56 กิโลเมตร (ไปกลับ) โดยซากภาชนะบรรจุสินค้าหลังบริโภคผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก คือ กล่องใส่ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก ขนาดบรรจุ 20 ชิ้น โดยเป็นกล่องกระดาษที่ปลอดภัยสำหรับอาหารและเครื่องดื่ม น้ำหนัก 125 กรัม สำหรับน้ำหนักจริงของซากภาชนะบรรจุหลังจากบริโภคอยู่ที่ 130 กรัมโดยประมาณ โดยสรุปค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการจัดการซากผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1.6 kg CO₂-eq

สำหรับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กจากผลการประเมินการใช้ฉลากในการพิจารณาเลือกซื้อของผู้บริโภค พบว่า ในภาพรวมมีระดับการใช้ปานกลางเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าการใช้ ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กอยู่ในระดับมากในประเด็นของการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดงฉลากคาร์บอนและการ

เลือกซื้อหากมีการรณรงค์การลดโลกร้อน ส่วนการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อระดับปานกลางพบในประเด็นของการแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้การตัดสินใจซื้อรวดเร็วยิ่งขึ้นมากกว่ารูปลักษณ์ สี สัน และรสชาติ โดยความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พบว่า ส่วนใหญ่เสนอให้มีการให้ความรู้เกี่ยวฉลากคาร์บอน ความสำคัญของฉลากคาร์บอน และควรให้ความรู้ถึงประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับอันเกิดจากการบริโภคสินค้าที่มีฉลากคาร์บอน

คำสำคัญ : การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์, โฮมเบเกอร์, ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก

Research topic	Carbon Footprint evaluation of Suan Dusit University Home bakery Case study: Toffee cake product
Researcher	Miss Pornthida Theprasit, Miss Janjana Siripanwattana, Miss Sawitree Muangsri, Mr. Anuchit Sawattarn, Mr. Tawatchai Sri-sa-ard, and Miss Tapanan Habsuwan
Advisor	Assoc. Prof. Niyada Sawasdipong
Department	Science and Technology faculty Suan Dusit University
Year	2017

This research aims to evaluate carbon footprint of Suan Dusit Rajabhat University's Home Bakery: Case Study of toffee cake product as well as to survey perception on carbon label and the use of carbon label for considering on purchasing toffee cake product of consumers. The results from evaluating on greenhouse gas emission caused by acquisition of materials revealed that white sugar causes the highest level of greenhouse gas emission followed by unsweetened milk and chicken eggs, respectively. For production process, electricity caused the highest level of greenhouse gas emission followed by Liquefied Petroleum Gas (LPG) (combustion), respectively. For product utilization, it was found that the overall picture of greenhouse gas emission was 25.7kg CO₂-eq whereas wastewater caused the highest level of greenhouse gas emission followed by water supply and electricity, respectively. Evaluation on environmental impact during cycle life of product revealed that 20 pieces of toffee cake per a box with the weight of 125 grams caused greenhouse gas emission per each unit during cycle life of toffee cake product at 79.2gCO₂-eq. The process with the highest level of greenhouse gas emission was production process with greenhouse gas emission at 73.3gCO₂-eq or calculated to be 92.6% of total greenhouse gas emission followed by acquisition of materials regarding waste treatment after utilizing product. This was evaluated from dropping waste in garbage bins to disposal process performed by Bangkok Metropolitan Administration. Waste caused by consumption was only container and 100% of them were disposed by landfill. Transportation used for delivering wastes to the landfill destination, i.e., Onnut Garbage Disposal Plant, was a 10-ton six wheel truck. The distance of transportation was 56 kilometers (round-trip). The remaining waste after consuming toffee cake was its box with the capacity of 20 pieces that was made of food safety paper with the weight of 125 grams. The actual weight of the remaining waste of container after consuming was approximately 130 grams. In conclusion, the value of greenhouse gas emission of the remaining waster of container was 1.6 kg CO₂-eq.

For the use of carbon label for considering on purchasing toffee cake product based on evaluation on the use of carbon label for considering on purchasing product of consumers, it was found that the overall picture was in moderate level. When considering on each dimension, it was found that the use of carbon label for considering on purchasing toffee cake product was in high level regarding decision making on purchasing toffee cake product with carbon label and decision making on purchasing caused by campaign on global warming. The moderate level of consideration on purchasing was in the issue on stimulation of purchasing due to carbon label beyond image, colors, and taste of product. For additional opinions and suggestions, it was found that most people gave suggestions on providing knowledge on carbon label, importance of carbon label, and benefits obtained by consumers due to carbon label.

Keywords: Carbon Footprint evaluation, Home bakery, Toffee cake product

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้ก ได้รับความร่วมมือจากผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของโฮมเบเกอรี่
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ในการให้ข้อมูลต่างๆ เพื่อมาประกอบการใช้ในงานวิจัยเล่มนี้ คณะผู้วิจัย
ขอขอบพระคุณความกรุณาอย่างสูงที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามของการวิจัยนี้

และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ได้จัดสรรงบประมาณอุดหนุนการวิจัย
ประจำปี 2559 ทำให้งานวิจัยเล่มนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยคณะผู้วิจัยมีความ
คาดหวังว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อพัฒนาสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างยั่งยืนในอนาคต

คณะผู้วิจัย

2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	5
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์	20
กระบวนการผลิตที่ออฟฟิศ	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	36
การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition)	36
การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory)	37
การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)	37
การแปลผล (Interpretation)	38
การสำรวจการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนใน การพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย	40
ข้อมูลผลิตภัณฑ์และขั้นตอนการผลิตที่ออฟฟิศ	40
ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ	48
ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การประเมินการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอน ในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศของผู้บริโภค	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	74
สรุปผลการวิจัย	74
อภิปรายผล	75
ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	78
บรรณานุกรมภาษาไทย	78
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	80
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	82
ภาคผนวก ข ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์เค้ก	85
ประวัติผู้วิจัย	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เอกสารอ้างอิงที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์	7
2.2	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบต้น	16
2.3	ค่า Global Warming Potential	20
2.4	การได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่ออฟฟิศ	29
4.1	ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบมายังโฮมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	44
4.2	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ	50
4.3	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต	51
4.4	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ	51
4.5	สารขาเข้าและสารขาออกของการใช้งานผลิตภัณฑ์	55
4.6	แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณกระบะวัตถุดิบ	55
4.7	แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณกระบะผลิตภัณฑ์	56
4.8	แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณสารเคมีของการล้างกระบะวัตถุดิบเป็นรายวัน	57
4.9	แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณล้างวัตถุดิบเป็นรายวัน	57
4.10	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์	58
4.11	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซาก	59
4.12	ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามในการประเมินผลการรับรู้	69
4.13	พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค	71
4.14	ระดับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภค	72
4.15	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ	72
4.16	ระดับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขอบเขตของระบบที่อาจกำหนดตามความต้องการของการศึกษาตามความเหมาะสม	23
2.2	วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็ก	30
2.3	การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็ก	31
3.1	แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์	37
4.1	ผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็กขนาด 20 ชั้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม	40
4.2	วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็ก	41
4.3	เครื่องผสมแป้ง	42
4.4	ชั้นเสียบถาดแบบมีล้อเลื่อน	43
4.5	แป้งสาลี	44
4.6	เนยสดชนิดเค็ม	45
4.7	น้ำตาลทรายขาว	45
4.8	ไข่ไก่	45
4.9	โกโก้ผง	46
4.10	ผงฟู	46
4.11	ผงกาแฟ	46
4.12	นมข้นจืด	47
4.13	เม็ดมะม่วงหิมมะพานต์	47
4.14	วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็ก	49
4.15	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ทอพีพีเค็ก	52
4.16	เส้นทางการเคลื่อนที่ของกระบะวัตถุดิบ	53
4.17	เส้นทางการเคลื่อนที่ของกระบะผลิตภัณฑ์	54
4.18	กระบะป้องกันแสดงขีดวัดปริมาตร	56
4.19	ปริมาณการผสมน้ำกับสารเคมีของส่วนงานล้างกระบะ	57
4.20	ขอบเขตของระบบที่อาจกำหนดตามความต้องการของการศึกษาตามความเหมาะสม	60
4.21	แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์	62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

สภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลก โดยมีสาเหตุจากการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ที่ถูกปล่อยจากครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การขนส่ง การเกษตรกรรม ฯลฯ สู่ชั้นบรรยากาศ โดยก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือคลื่นรังสีอินฟราเรดที่เกิดจากการสะท้อนกลับของแสงจากพื้นผิวโลกได้เป็นอย่างดี ก๊าซเหล่านี้มีความสำคัญในการรักษาอุณหภูมิบรรยากาศให้คงที่ เมื่อก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้บริเวณพื้นผิวโลกมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (World Resource Institutes, 2002) องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC) (2007) รายงานว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิถึงปีละ 0.4 องศาเซลเซียส (IPCC, 2007) และเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้เกิดการละลายของน้ำแข็ง สภาพอากาศแปรปรวน เป็นต้น ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมรวมทั้งมนุษย์เราด้วย (IPCC, 2007)

จากความตื่นตัวเรื่องภาวะโลกร้อนนั้น ทำให้มีการลงนามในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ประเทศภาคีสมาชิกร่วมมือกันลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศลงให้ได้ร้อยละ 5.2 ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2555 โดยเทียบจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศในปีฐาน (พ.ศ.2533) สำหรับประเทศที่ไม่สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศได้ตามที่กำหนด จะต้องถูกเปรียบเทียบปรับตามอัตราที่กำหนดไว้ (ดารณี เจริญสุข, 2552)

จากข้อกำหนดดังกล่าว จึงส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ หันมาให้ความสำคัญในเรื่องนี้มากขึ้นและแนวทางที่ประเทศต่าง ๆ เลือกใช้ส่วนใหญ่ คือ การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยการทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับหน่วยงานบริษัทหรือโรงงาน รวมทั้งระดับอุตสาหกรรมและระดับประเทศ ซึ่งการวัดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรงเป็นการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง รวมถึงการใช้พลังงานในครัวเรือน และยานพาหนะ ทางอ้อม เป็นการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่เราใช้ โดยคำนวณรวม ทั้งกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การเพาะปลูก การแปรรูป การขนส่ง การใช้งาน รวมไปถึงกระบวนการจัดการซากผลิตภัณฑ์

หรือบรรจุก๊าซหลังการใช้งาน เรียกได้ว่า ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (LCA: Life Cycle Assessment) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554)

ประเทศไทยนั้นได้มีมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2555 ให้ความเห็นชอบในมาตรการลดการใช้พลังงานภาครัฐตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ โดยเน้นวัตถุประสงค์การใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และให้กระทรวงพลังงานร่วมกับสำนักงบประมาณ และสำนักพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร.) ติดตามการดำเนินมาตรการ โดยกำหนดเป้าหมายให้มีการลดการใช้พลังงานให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 10 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2555) และมีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) เพื่อเป็นศูนย์กลางข้อมูลการดำเนินงานด้านก๊าซเรือนกระจก และประสานความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์การระหว่างประเทศ

ปัจจุบันองค์การมาตรฐานสากล (ISO) ได้พัฒนามาตรฐานเฉพาะเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ ISO 14067 ซึ่งประกาศใช้ ในปี พ.ศ. 2554 ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ว่าด้วยการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (part i: quantification) และส่วนที่ 2 ว่าด้วยการสื่อสาร (communication) ซึ่งหมายถึง การสื่อสารข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วยฉลากคาร์บอน ซึ่งจะเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 10 ขึ้นไป เทียบจากปริมาณก๊าซที่ปล่อยในปีฐาน (พ.ศ.2545) ในประเทศไทยทางองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ร่วมกับสถาบันสิ่งแวดล้อมได้อนุมัติฉลากคาร์บอนไปแล้ว 25 รายการ จาก 9 บริษัท สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ มีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการติดฉลากคาร์บอนแล้ว ได้แก่ ถุงยางอนามัยวันทัช ของบริษัทไทยนิปปอน รับเบอร์ อินดัสตรี จำกัด (ดาร์ณี เจริญสุข, 2552) และใน ISO 14067 มีข้อกำหนดที่สำคัญของมาตรฐาน คือ การประเมินวัฏจักรชีวิต หรือ Life Cycle Assessment: LCA เป็นเทคนิคที่ใช้การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยประเมินศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (climate change potential) อันเนื่องมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์โดยตลอดวัฏจักรชีวิต แสดงผลในเชิงปริมาณ คือ หน่วยน้ำหนักของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO₂ equivalent) ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (รัตนาวรรณ มั่งคั่ง, 2552)

สำหรับการจัดทำแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำกิจกรรม เมื่อผลิตและการบริการขององค์กรก็จะช่วยเสริมสร้างศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการและธุรกิจของไทยให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก และเป็น การเตรียมความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Reporting) ขององค์กรต่าง ๆ มีหลายประเทศได้นำคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้ เช่น สหราชอาณาจักร สาธารณรัฐฝรั่งเศส สวิสเซอร์แลนด์ แคนาดา เยอรมนี สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเกาหลี เป็นต้น ส่งผลให้สินค้านำเข้าจากประเทศไทยบางอย่างถูกร้องขอให้มีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วย ถ้าหากไทยมีการดำเนินโครงการและจัดเก็บข้อมูลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เด่นชัด ก็จะช่วยให้มีข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ประกอบการต่อรองในการประชุมระดับโลกเพื่อกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหามภาวะโลกร้อน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554)

หากพิจารณาถึง สถาบันการศึกษาแล้ว พบว่า สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการดำเนินธุรกิจ เพื่อเป็นการหารายได้และเป็นศูนย์ฝึกการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน และหนึ่งในสถาบันการศึกษาที่มีชื่อเสียงด้านผลิตภัณฑ์ Bakery คือ มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ได้มีการจัดตั้งโฮมเบเกอรี่ เพื่อผลิตและจัดจำหน่าย Bakery

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ โฮมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา : ผลิตภัณฑ์ ท็อปปี้เค้กเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค และกระตุ้นให้ผู้ประกอบการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดด้วย และผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมพัฒนาการทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิตและบริษัทที่สนใจ ให้เป็นไปอย่างมีคุณภาพซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างยั่งยืนในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการผลิตท็อปปี้เค้ก
2. เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้ก
3. เพื่อจัดทำข้อกำหนดเฉพาะ ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้ก

ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้ก ของโฮมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยกำหนดขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลสารขาเข้า และสารขาออก จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ในหน่วยผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้กหน้าเม้ดมะม่วงหิมพานต์ บรรจุในกล่องกระดาษที่ผลิตด้วยกระดาษ Food Grade ขนาด 20 ชั้นต่อกล่อง และทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบ (CO₂-eq) จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบการประเมินแบบ Cradle-to-Grave (Business-to-Consumer: B2C) ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ โดยอ้างอิงตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ตามแนวทางการประเมินขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมมหาชน) และสำรวจการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อปปี้เค้กของผู้บริโภค

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle greenhouse gas emissions) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ใหม่ / แปรรูป และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน

ฉลากคาร์บอน หมายถึง ฉลากที่แสดงระดับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศต่อหน่วยผลิตภัณฑ์โดยการประเมินการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต อันเนื่องมาจากการใช้ ไฟฟ้า เชื้อเพลิงฟอสซิล และของเสียในรูปของกากของเสีย น้ำเสีย และมลพิษทางอากาศจากวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

ก๊าซเรือนกระจก หมายถึง เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ โสมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ ท็อปปิ้งเค้กทำให้ โสมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต มีข้อมูลการปล่อยคาร์บอน และทำให้ผู้บริหารทราบว่าควรปรับลดการปล่อยคาร์บอนด้วยการลดการใช้ไฟฟ้าและพลังงานในการผลิตอย่างไร ซึ่งการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แสดงให้เห็นถึง “วิสัยทัศน์ของฝ่ายบริหาร” ที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและปัญหาภาวะโลกร้อน รวมทั้งเป็นการแสดงความจริงจังและจริงใจต่อสังคมว่าจะพยายามลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งย่อมส่งผลดีต่อภาพลักษณ์ของ โสมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ไม่ว่าจะเป็นความเป็นผู้นำทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental leadership) การแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate social responsibility) ตลอดจนเป็นการสร้างความแข็งแกร่งให้กับแบรนด์สินค้า (Brand enhancement) ได้เป็นอย่างดี

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็น
แนวทางในการศึกษาดังนี้

1. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
2. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
3. กระบวนการผลิตท็อปปิ้งเค้ก
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์
อย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม
 การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ
 ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์
 สิ่งมีชีวิต และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น การดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซ
 เรือนกระจกจึงเป็นหน้าที่ของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรมใน
 ฐานะผู้ผลิต ภาคบริการในฐานะผู้ขับเคลื่อนกิจกรรมรวมถึงภาคประชาชนในฐานะผู้บริโภคที่จะ
 ร่วมกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศและของโลก

การเลือกซื้อสินค้าหรือบริการที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้
 ผู้บริโภคได้มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากรูปแบบและวิถีการบริโภคของ
 ตน และยังเป็นกลไกทางการตลาดในการกระตุ้นให้ผู้ผลิตพัฒนาสินค้าที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
 อีกด้วย ดังนั้น การทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon
 Footprint) ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งหมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกตลอดวัฏจักรชีวิตของ
 ผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซาก
 หลังใช้งาน พร้อมทั้งมีการแสดงข้อมูลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อ
 เป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ทราบว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมา
 ปริมาณเท่าใด ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า และกระตุ้นให้
 ผู้ผลิตสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นด้วย

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ยังเป็นการช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ
 ผู้ประกอบการไทยในตลาดโลก เนื่องจากในปัจจุบันมีหลายประเทศได้นำคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้แล้ว
 เช่น สหราชอาณาจักร สาธารณรัฐฝรั่งเศส สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา เยอรมนี สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่นเกาหลี
 เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้สินค้านำเข้าจากประเทศไทยบางรายการถูกร้องขอให้มีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้วย

นอกจากนี้ หากไทยมีการดำเนินโครงการและจัดเก็บข้อมูลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ชัดเจน ก็จะช่วยให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ประกอบการเจรจาต่อรองในการประชุมระดับโลก เพื่อกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนได้มากขึ้นด้วย

2.1.1 วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

2.1.1.1 ขอบเขต (Scope)

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ฉบับนี้ได้กำหนดวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment: LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน ซึ่งบริษัทผู้ผลิตสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave) หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิตในโรงงาน (Cradle to Gate) ได้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สามารถบ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เฉพาะประเด็นด้านการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้น ไม่ได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) การเกิดฝนกรด (Acidification) ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Eutrophication) ความเป็นพิษ (Toxicity) เป็นต้น มาประเมินร่วมด้วย

การกำหนดแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในครั้งนี้ เป็นการจัดทำเกณฑ์ (Criteria) กลางสำหรับใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับทุกผลิตภัณฑ์เท่านั้น ซึ่งในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ คณะกรรมการฯ ได้มีการจัดทำข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) เพื่อให้สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น ทั้งนี้ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการกำหนด PCRs ไว้ ก็สามารถนำ PCRs ที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน ISO14025 มาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้

2.1.1.2 เอกสารอ้างอิง (Normative References)

สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ สามารถพิจารณาได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เอกสารอ้างอิงที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ชื่อเอกสารอ้างอิง	รายละเอียด
ISO 14025:2006	Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations -- Principles and procedures.
ISO 14040:2006	Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework.
ISO 14044:2006	Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines.
ISO 14064-1:2006	Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
ISO/CD 14067.2: 2011	Requirements and guidelines for quantification and communication
Japanese Technical Specification	General principles for the assessment and labeling of Carbon Footprint of products”, (Japan, 2009)
PAS 2050:2008	Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

2.1.1.3 บทนิยาม (Terms and Definitions)

- 1) การเก็บกักคาร์บอน (Carbon storage)
การเก็บกักคาร์บอนโดยกระบวนการทางชีวภาพหรือที่มีอยู่ในอากาศให้อยู่ในรูปแบบที่ไม่ใช่ก๊าซที่พบในชั้นบรรยากาศ
- 2) การชดเชย (Offsetting)
การนำปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากกิจกรรมการดำเนินงานต่าง ๆ ขององค์กรซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประเมินมาหักลบ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์
- 3) การปันส่วน (Allocation)
การแบ่งส่วนปริมาณสารขาเข้า และ/หรือสารขาออก ของกระบวนการหรือระบบของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาไปยังผลิตภัณฑ์เป้าหมายและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบของผลิตภัณฑ์
- 4) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission)
มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง
- 5) การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Removal)
มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกดึงออกจากบรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง

- 6) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emissions)
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงก่อนเข้าสู่วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เป้าหมาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตขององค์กรที่ทำการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 7) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงปลายน้ำ (Downstream emissions)
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมายซึ่งอาจเกิดขึ้นหลังจากผลิตภัณฑ์ถูกจำหน่ายออกจากองค์กรที่ทำการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 8) ขอบเขตของระบบ (System boundary)
ขอบเขตของกระบวนการที่อยู่ภายใต้ระบบของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพิจารณา
- 9) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product category rules: PCRs)
กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ถูกกำหนดขึ้นตามแนวทางในการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 (Type III environmental declarations) และมีความเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์
- 10) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data)
ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกิจกรรมการผลิตในโรงงานหรือองค์กร หรือกิจกรรมการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมหรือที่องค์กรมีอำนาจในการเข้าถึงข้อมูล
- 11) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)
ข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลอื่นนอกเหนือข้อมูลปฐมภูมิ
- 12) ชีวมวล (Biomass)
วัตถุดิบที่เกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต แต่ไม่รวมถึงวัตถุดิบที่ถูกทับถมจนเป็นฟอสซิลหรือมีต้นกำเนิดจากฟอสซิล
- 13) ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon dioxide Equivalent, CO₂e)
ค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
- 14) ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)
ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 15) ไบโอเจนิก (Biogenic)
สารที่มาจากชีวมวล แต่ยังไม่เป็นฟอสซิลหรือมาจากฟอสซิล

- 16) สินทรัพย์ (Capital goods)
เครื่องจักร อุปกรณ์ และอาคารสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ในวัฏจักรชีวิตของ
ผลิตภัณฑ์
- 17) ผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-product)
ผลิตภัณฑ์อื่นที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์หลักที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเดียวกัน
และมีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
- 18) หน่วยการทำงาน (Functional Unit)
หน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ในการกำหนดขอบเขต การจัดเก็บ
ข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์
- 19) หน่วยผลิตภัณฑ์ (Product Unit)
หน่วยของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจกำหนดแยกตามน้ำหนัก ปริมาตรหรือขนาด
บรรจุ จำนวนย่อยพื้นที่ หรือตามรูปแบบที่วางจำหน่ายอื่น ๆ
- 20) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ (Material contribution)
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากกว่าร้อยละ 1 ของการปล่อยก๊าซเรือน
กระจกทั้งหมดจากผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรชีวิต
- 21) การตัดออก (Cut off)
การไม่นำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากระบบมาใช้ในการ
คำนวณหรือประเมิน

2.1.1.4 รูปแบบการประเมิน

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถดำเนินการด้วยวิธีการอย่าง
ใดอย่างหนึ่ง¹ ดังต่อไปนี้

- 1) แบบ Cradle-to-Grave (Business-to-Consumer: B2C) เป็นการ
ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการ
ได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งและกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์
- 2) แบบ Cradle-to-Gate (Business-to-Business: B2B) เป็นการประเมิน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบการขนส่งการผลิต จนถึง ณ หน้าโรงงาน
พร้อมส่งออก หรือจนถึงที่เป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตรายต่อไป ตามที่กำหนดใน PCRs ของ
แต่ละผลิตภัณฑ์

2.1.1.5 ข้อมูลสนับสนุน (Supporting data)

¹ การกำหนดรูปแบบการประเมินขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือความต้องการของผู้ประกอบการ ทั้งนี้ การประเมินแบบ B2B ซึ่งมีขอบเขตการคำนวณไม่ครบตลอดวัฏจักรชีวิตจะไม่สามารถตีเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ได้ แต่สามารถให้ข้อมูลค่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์แก่คู่ค้าในระบบซัพพลายเชน

ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ ขอบเขตกระบวนการผลิต วัตถุดิบ ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ระบุไว้ในคู่มือฉบับนี้ ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดต้องได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี หรือตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ที่แสดงฉลากนั้นอยู่ในตลาด

2.1.1.6 แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก และหน่วยวัด

1) ชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)

2) ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อนประเมินได้จากการวัดหรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น

3) ระยะเวลาที่ใช้ทำการประเมิน

ในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณเป็นค่าผลกระทบของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ถูกปล่อยออกในช่วง 100 ปี หลังจากมีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยกเว้นช่วงกำจัดซาก (Final disposal) ให้ถือว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเพียงครั้งเดียวที่จุดเริ่มต้นของช่วงอายุ 100 ปี

สำหรับช่วงการกำจัดซาก ใช้หลักการว่ามีการทยอยปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาทุกปี ตลอดช่วงเวลา 100 ปี โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของช่วงเวลาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 100 ปี ซึ่งเท่ากับ 0.76 (อ้างอิงตามมาตรฐาน PAS 2050 ข้อ 6.4.9.1 และ Annex B)

4) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก

พิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 4.1) การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ทุกประเภท
- 4.2) การผลิตพลังงานที่ใช้ทุกประเภท
- 4.3) กระบวนการเผาไหม้
- 4.4) ปฏิกิริยาเคมี

- 4.5) การสูญเสียน้ำยาทำความเย็นและการรั่วไหลของก๊าซ
 - 4.6) การปฏิบัติงาน
 - 4.7) การขนส่งทุกประเภทที่เกี่ยวข้อง
 - 4.8) การปศุสัตว์และกระบวนการผลิตทางการเกษตรอื่น ๆ
 - 4.9) ของเสียและการจัดการของเสีย
- 5) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีแหล่งกำเนิดจากฟอสซิลและไปโอจินิคคาร์บอน

ต้องนำการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดฟอสซิลมาคำนวณด้วย แต่ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากไปโอจินิคคาร์บอน

- 6) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีแหล่งกำเนิดจากฟอสซิลและไปโอจินิคคาร์บอน

ต้องนำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่มาจากฟอสซิลและไปโอจินิคคาร์บอนมาคำนวณด้วย

- 7) การเก็บกักคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ (Carbon storage in product)
คำนวณเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 10 ปีเท่านั้น โดยให้แยกการรายงานผล ไม่รวมอยู่ในค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

- 8) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change)

ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สมบูรณ์เพียงพอที่จะนำมาคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงยังไม่กำหนดให้ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อย่างไรก็ตามในอนาคต หากประเทศไทยมีฐานข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ก็จะนำประเด็นนี้มาคำนวณเพิ่มเติม

- 9) การชดเชย (Offsetting)
ไม่นำการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งภาคทางการ¹ และภาคสมัครใจ² มาคำนวณเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

2.1.2 กรอบแนวคิดการคำนวณ (Methodological Framework)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ควรดำเนินการ 4 ขั้นตอนตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบ และการแปลผล โดยต้องวิเคราะห์ตามขั้นตอนวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือการได้มาซึ่งวัตถุดิบกระบวนการผลิต การใช้งาน และการจัดการซากหลังจากการใช้งาน

¹เกิดจากการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (Joint Implementation:JI) หรือ กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) หรือการซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (Emissions trading: ET)

²เกิดจากโครงการตามกลไก CDM/JI แต่ไม่ได้ขอไปรับรองจากหน่วยงานกลางของประเทศที่เป็นเจ้าของโครงการ หรือไม่ได้ลงทะเบียนกับคณะกรรมการบริหารโครงการพัฒนาโลกที่สะอาดของ UNFCCC

หมายเหตุ: หลักการและวิธีการของ LCA ได้มีการกำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 14040 และ 14044

2.1.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน

ต้องกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการนำไปประยุกต์ใช้

2.1.2.2 เป้าหมาย

กำหนดเป้าหมายการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้ เช่น การศึกษาผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวเพื่อเปรียบเทียบการลดก๊าซเรือนกระจกในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นต้น การประเมินขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อใช้สื่อสารกับผู้บริโภค หรือเพื่อประโยชน์อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

2.1.2.3 ขอบเขต

ต้องระบุประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดระบบผลิตภัณฑ์ที่จะศึกษา
- 2) หน่วยงานทำงาน
- 3) ขอบเขตของระบบ
- 4) ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล
- 5) วิธีการปันส่วน
- 6) สมมติฐานโดยเฉพาะในช่วงการใช้งาน
- 7) การเลือกค่าต่าง ๆ สำหรับนำมาใช้คำนวณ
- 8) ข้อจำกัดของการศึกษา

2.1.2.4 ระบบผลิตภัณฑ์ (Product system)

ต้องประกอบด้วยทุกขั้นตอนที่มีอยู่ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่กระบวนการที่ได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ช่วงการใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการทิ้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือเป็นการดำเนินงานในลักษณะ Cradle-to-gate ต้องมีการระบุขอบเขตไว้อย่างชัดเจนเพื่อเอื้อประโยชน์ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ต่อ

2.1.2.5 หน่วยงานทำงาน (Functional unit)

ที่ศึกษา โดยการกำหนดหน้าที่และหน่วยงานทำงานของผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 14040 และ ISO 14044 และต้องมีการระบุเอกสารอ้างอิงด้วยผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยการทำงาน

อย่างไรก็ตาม หากต้องการแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ก็สามารถคำนวณได้ แต่ต้องมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่คำนวณต่อหน่วยการทำงานกำกับไว้ทุกครั้ง และต้องแสดงเหตุผลผลการเลือกใช้หน่วยผลิตภัณฑ์ดังกล่าว พร้อมกับอธิบายถึงความสัมพันธ์ของหน่วยผลิตภัณฑ์กับหน่วยงานทำงานด้วย

2.1.2.6 ขอบเขตของระบบ (System boundary)

ต้องแสดงขอบเขตการศึกษา ระบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการย่อย (Unit Process) สารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้อง โดยต้องกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดบ้างที่ต้องทำการประเมินอย่างละเอียดเนื่องจากมีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และกระบวนการย่อยใดที่สามารถใช้การประมาณการได้ เนื่องจากไม่ได้มีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดที่ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา ทั้งนี้การกำหนดขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ให้เป็นไปตามองค์ประกอบและเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1) ช่วงการได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต

1.1) วัตถุดิบ

ให้รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากทุกกระบวนการที่ใช้วัตถุดิบ การใช้พลังงาน รวมทั้งแหล่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง

หมายเหตุ 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบจะรวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำเหมือง หรือการสกัดวัตถุดิบต่าง ๆ (ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เช่น เหล็ก น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ) ของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการสกัด และกระบวนการขั้นต้นที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบและอื่น ๆ

2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรมจะรวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย (การปล่อย N_2O ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน) การปล่อยก๊าซจากการเพาะปลูกพืช (ก๊าซ CH_4 จากการปลูกข้าว) และการปล่อยก๊าซจากการปศุสัตว์ (เช่น CH_4 จากโค กระบือ สุกร)

3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับวัตถุดิบจะมีค่าเป็น 0 เมื่อวัตถุดิบนั้น ๆ ไม่ได้ถูกผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก เช่น สินแร่เหล็กก่อนถูกถลุง

1.2) พลังงาน

ให้นำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดหาและการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มารวมกับการปล่อยก๊าซที่เกิดจากระบบการจัดการพลังงานด้วย

หมายเหตุ: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานจะรวมถึงการปล่อยก๊าซที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของพลังงานซึ่งประกอบไปด้วย 1) การปล่อย ณ แหล่งที่มีการใช้พลังงาน (การปล่อยก๊าซอันเนื่องมาจากการเผาถ่านหินและก๊าซ) และ 2) การปล่อยก๊าซที่เกิดจากการจัดหาพลังงานประกอบด้วย 2.1) การผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน และ 2.2) การปล่อยก๊าซที่เกิดจากเชื้อเพลิง สำหรับการขนส่ง; และ 2.3) การปล่อยก๊าซต้นน้ำ

(เหมืองแร่ และการขนส่งเชื้อเพลิงไปยังแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า หรือเตาเผา อื่น ๆ); รวมถึงกระบวนการทำให้ได้ชีวมวลเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และ 2.4) การปล่อยก๊าซปลาายน้ำ (การบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต)

1.3) สินค้าทุน (capital goods)

ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสินค้าทุน

1.4) ข้อกำหนดของการผลิตและการบริการ (Manufacturing and service provision)

ให้นำการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการภายในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มาคำนวณด้วยในกรณีที่มีกระบวนการสร้างต้นแบบ (model) ของผลิตภัณฑ์ใหม่ ให้ทำการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยทำการปันส่วนการปล่อยก๊าซไปยังผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-Product) ด้วย

1.5) การปฏิบัติงานในพื้นที่ (Operation of premises)

ให้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการปฏิบัติงานในพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย ระบบแสงสว่าง ระบบความร้อนระบบความเย็น การระบายอากาศ การควบคุมความชื้น และการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ณ สถานที่นั้น โดยใช้วิธีการปันส่วนที่เหมาะสมเช่น ในกรณีของโกดังสินค้าให้ปันส่วนโดยใช้ช่วงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ถูกเก็บจำนวนผลิตภัณฑ์ เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโรงงาน โกดังสินค้า แหล่งกระจายสินค้า

1.6) การขนส่ง

ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง โดยเรียงลำดับวิธีการที่ต้องใช้คำนวณก่อน ดังนี้

1.6.1) ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งคูณด้วยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้

1.6.2) ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงดังข้อ 1 ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของระยะทางคูณด้วยปริมาณสินค้าที่บรรทุก จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทที่ใช้ขนส่ง

สำหรับการขนส่งเพื่อกระจายสินค้า หากไม่มีข้อมูลตามข้อ 1) และ 2) ให้คำนวณการขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นคือ มีระยะทางการขนส่งเป็น 700 กิโลเมตร (กรุงเทพฯ - เชียงใหม่) พิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ (เที่ยวไปคิดเป็นการขนส่งผลิตภัณฑ์เป้าหมายทั้งหมด ส่วนขากลับคิดเดินทางกลับด้วยรถเปล่า) จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission factor) ของรถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน ทั้งนี้ หากเป็นการประเมินแบบ Cradle-to gate ให้คำนวณจนถึง ณ จุดที่ออกจากโรงงาน หากเป็นการประเมินแบบ Cradle-to-grave ให้คิดไปถึงจุดกระจายสินค้าหรือจุดขายหลัก

1.7) บรรจุภัณฑ์

ให้ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบรรจุภัณฑ์โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิ หากไม่มีข้อมูลปฐมภูมิให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิและสามารถละเว้นการคำนวณหากเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม ในกรณีของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จำพวกบรรจุภัณฑ์โดยตรง ต้องใช้ข้อมูลปฐมภูมิของวัตถุดิบหลักที่นำมาผลิตบรรจุภัณฑ์

1.7.1) ช่วงการใช้งาน

ต้องคำนวณการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในช่วงการใช้งานผลิตภัณฑ์ รวมถึงการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบ Cradle-to-Gate หากมีการกำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลอายุของผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้คำนวณต้องสามารถทวนสอบได้และสัมพันธ์กับสถานะการใช้งานและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ลักษณะการใช้งานควรใช้ตามแบบแผนการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในตลาดที่ศึกษา หากไม่สามารถหาข้อมูลได้ ลักษณะการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้องกำหนดจากข้อมูลด้านเทคนิคที่ตีพิมพ์แล้ว เช่น

1.7.1) ข้อกำหนดเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์ (PCR)

1.7.2) ข้อมูลการใช้งานตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานหรือวิธีการใช้งานที่ระบุไว้ที่ผลิตภัณฑ์

ทั้งนี้ จำเป็นต้องระบุข้อมูลสมมติฐานการใช้งานไว้อย่างชัดเจน ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามที่ระบุไว้ข้างต้นได้สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้

1.7.2) ช่วงหลังการใช้งาน (final disposal)

คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งานด้วย (ยกเว้นการประเมินแบบ Cradle to-gate) หากไม่มีข้อมูลปฐมภูมิให้คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์แบบการฝังกลบ (landfill) ในกรณีที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังการใช้งานซึ่งถูกถ่ายเทไปยังระบบอื่น เช่น การเผาไหม้ก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบ ให้ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงดังกล่าวด้วย

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบการฝังกลบให้ใช้ตามข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตั้ง (tCO₂e ต่อตันมูลฝอย) ของ IPCC (2006) ดังตารางที่ 2.2 สำหรับวัสดุอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตารางที่ 2.2 และมีองค์ประกอบของคาร์บอนให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO₂e/ตันมูลฝอย³ หากเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้คิดเป็นศูนย์ในกรณีที่โรงงานมีระบบการกำจัดของเสีย การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใช้ข้อมูลตามวิธีการกำจัดจริง

³ คำนวณจากข้อมูลที่เก็บโดย JGSEE

ตารางที่ 2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบต้น

องค์ประกอบของมูลฝอย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบต้น (tCO ₂ e ต่อดันมูลฝอย)
กระดาษ / กระดาษกล่อง	2.93
ผ้า	2.00
เศษอาหาร	2.53
เศษไม้	3.33
กิ่งไม้ ต้นหญ้า จากสวน	3.27
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	4.00
ยางและหนัง	3.13

ที่มา: IPCC (2006)

สำหรับการขนส่งขยะคิดระยะทางเที่ยวละ 40 กิโลเมตร
 ขนไปกำจัดด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน บรรทุกแบบน้ำหนักเต็ม และให้พิจารณาการขนส่ง
 ขากลับที่เป็นรถบรรทุกขยะเปล่าด้วย

ประเด็นที่ไม่กำหนดให้อยู่ในขอบเขตระบบ

กิจกรรมที่ไม่ต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

- พลังงานของมนุษย์ที่ใช้สำหรับกระบวนการต่าง ๆ และ/

หรือ สำหรับการเตรียมกระบวนการ (เช่น การเก็บผลไม้ด้วยมือ)

- การเดินทางไป - กลับของลูกค้า ณ จุดขายปลีก

- สินค้านำเข้า สำนักงาน การวิจัยและพัฒนา การควบคุม

คุณภาพและการประกัน คุณภาพ

- การเดินทางของพนักงานทั้งไปและกลับจากที่ทำงาน

- การบริการขนส่งโดยใช้สัตว์

สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ (Material contribution) และค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องคำนวณเฉพาะ
 วัตถุดิบ สารเข้าและพลังงานที่ใช้ทั้งหมดสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์โดยคิดทุกช่วงวัฏจักรชีวิต
 ของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ทั้งนี้ สามารถพิจารณาตัดรายการที่สัดส่วนค่า
 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ไม่เกินร้อยละ 5 ของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม โดยหลังการตัดออกต้องเพิ่มสัดส่วน
 (Scale up) ร้อยละของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมให้เท่ากับ 100

กรณีที่ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือ
 สารขาออกบางชนิด

ในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารขาเข้าหรือสารขาออกใด ให้พิจารณาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภท คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบหรือสารขาออกที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาคำนวณแทน สำหรับวัตถุดิบหรือสารขาออกที่ไม่สามารถจำแนกหรือหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้คำนวณได้ให้นำค่าการปล่อยก๊าซสูงสุด (Highest emission factor) ของวัสดุหรือสารขาออก ในรายการข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมในกลุ่มเดียวกันแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรชีวิตนั้น ๆ มาคำนวณแทน

2.1.2.7 ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล

1) ข้อกำหนดด้านคุณภาพข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

1.1) เวลา (Time relate coverage): อายุของข้อมูล และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี

1.2) ภูมิศาสตร์ (Geographical coverage): พื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ของแหล่งที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการศึกษา (เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูลยางพาราที่จังหวัดนครศรีธรรมราชทางตอนใต้ของประเทศไทย เป็นต้น)

1.3) เทคโนโลยี (Technology coverage): เทคโนโลยีที่ใช้ผลิตข้อมูลการศึกษา อาจเป็นเทคโนโลยีเฉพาะทาง หรือมีการใช้เทคโนโลยีหลายชนิด

1.4) ความเที่ยง (Precision): ให้ความสำคัญกับความแปรปรวนทางสถิติของฐานข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฐานข้อมูล (ถ้ามี)

1.5) ความครบถ้วน (Completeness): ดูความสมบูรณ์ของสารขาเข้าและขาออกของกระบวนการผลิต และแปลงตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริงหรือจากการประมาณค่า

1.6) ความเป็นตัวแทนของข้อมูล (Representativeness): พิจารณาจากเวลา ภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่าฐานข้อมูลแสดงถึงลักษณะที่แท้จริงของข้อมูลหรือไม่ ตัวอย่างเช่น (ข้อมูลการปลูกข้าวหอมมะลิที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีปริมาณการปลูกที่สูง และภาคอื่นมีกำลังการผลิตที่น้อยกว่ามาก หรือข้อมูลการปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้เนื่องจากมีการผลิตที่สูงมาก เป็นต้น

1.7) ความสม่ำเสมอ (Consistency): เป็นการประเมินเชิงคุณภาพโดยพิจารณาจากการได้มาซึ่งฐานข้อมูลว่าสอดคล้องกัน ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลการย้อมผ้าระหว่างสี่เข็มและสี่อ่อน ขอบเขตการทำงาน และข้อบังคับของการเก็บข้อมูลเหมือนกันหรือไม่

1.8) ความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility): ในกรณีที่บุคคลอื่นมีความประสงค์ที่จะทำการวัดซ้ำด้วยวิธีการเดิม ค่าที่ได้ออกมาควรจะสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

1.9) แหล่งที่มาของข้อมูล (Source of the data): สามารถอธิบายที่มาและความน่าเชื่อถือของข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

1.10) ความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty of the information): พิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงเช่น การปันส่วน (Allocation) การตัดออก (Cut-off rule) สมมติฐาน (Assumption)

2.1.2.8 การเลือกใช้ข้อมูลในการประเมิน

การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมิน ให้รวบรวมข้อมูลโดยตรงจากทุกระบวนการย่อยในระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการควบคุมขององค์กร ตัวอย่างเช่น ปริมาณการใช้พลังงาน การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้น

ในกรณีของก๊าซเรือนกระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำ (Upstream) ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตได้ จึงสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสม สำหรับกิจกรรมและกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กรให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยเรียงลำดับดังนี้

- 1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- 2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทยซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed publications)
- 3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- 4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

2.1.2.9 ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีของน้ำมันและเชื้อเพลิง

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันและเชื้อเพลิง (1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงาน และ (2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน (การเผาไหม้ของน้ำมันและเชื้อเพลิง)

2.1.2.10 การผลิตไฟฟ้าและความร้อน ณ สถานที่นั้น (On site)

ในกรณีที่มีการผลิตและใช้กระแสไฟฟ้า และ/หรือความร้อน ณ สถานที่นั้น ให้มีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วย รวมไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emission) ทั้งหมด

2.1.2.11 การผลิตไฟฟ้าและความร้อน นอกสถานที่ (Off site)

ในกรณีที่มีการผลิตไฟฟ้า และ/หรือความร้อนนอกสถานที่ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้คำนวณควรประกอบด้วย

- 1) กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากแหล่งเพียงแหล่งเดียว (ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบส่งพลังงานที่ใหญ่กว่า) ให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับแหล่งนั้น ๆ

2) กรณีของไฟฟ้าและความร้อนที่ถูกส่งมาจากระบบพลังงานที่ใหญ่กว่า ให้ใช้ข้อมูลหัตถุกรรมที่เจาะจงกับผลิตภัณฑ์นั้นมากที่สุด (เช่น ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่ใช้ไฟฟ้านั้น)

2.1.2.12 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์

ในการคำนวณหาค่าการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ควรใช้วิธีการดังนี้

- 1) ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลหัตถุกรรมต้องถูกแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับ emission factor ของประเภทวัสดุ พลังงานหรือกระบวนการนั้น ๆ และบันทึกในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
- 2) แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด
- 3) ผลกระทบของการเก็บกักก๊าซของผลิตภัณฑ์ที่คำนวณ ต้องแสดงในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และลบด้วยค่าที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2)
- 4) ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย โดย

4.1) การประเมินแบบ Cradle-to-grave: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต (รวมช่วงการใช้งาน) โดยให้ระบุแยกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงใช้งานด้วย ซึ่งควรระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสมมุติฐานที่กำหนดขึ้น รวมถึงการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้บริโภคด้วย เช่น การจัดการของเสียหลังจากการใช้งานที่เหมาะสม เป็นต้น

4.2) การประเมินแบบ Cradle-to-gate: การปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณการปล่อยก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต ทั้งนี้ ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการประเมินแบบ Cradle-to gate นี้ ไม่ควรเปิดเผยแก่ผู้บริโภคโดยตรง แต่เป็นข้อมูลที่ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตรายอื่นที่อยู่ภายใต้ห่วงโซ่อุปทานเดียวกัน ทั้งนี้ ต้องมีการระบุช่วงวัฏจักรชีวิตที่ทำการประเมินไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ผลิตรายอื่นสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

4.3) การประเมินแบบอื่น ๆ ให้แสดงผลได้ขอบเขตแบบ Cradle to-gate และ Cradle-to-grave เท่านั้น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินนอกเหนือขอบเขตดังกล่าวสามารถระบุเป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับผู้บริโภค

2.1.2.13 การแสดงผล

การแสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์ ควรแสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว (Three significant number) เช่น 3.15 kg, 152 g ทั้งนี้ ให้มีช่องระหว่างตัวเลขและหน่วย 1 ตัวอักษร ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยมการปิดเศษตัวเลขดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 929-2533 สำหรับการประเมินแบบ Cradle-to-gate ไม่ใช่แสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บน

ผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่สามารถแสดงไว้ในแหล่งอื่น ๆ เช่น เว็บไซต์ หรือเอกสารเผยแพร่ของบริษัท เป็นต้น

2.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ของผลิตภัณฑ์ คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบการขนส่ง การประกอบชิ้นส่วนการใช้งานและการจัดการซากหลังใช้งานโดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดขึ้นในหน่วยของปริมาณเทียบเท่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่นำมาพิจารณามี 6 ชนิดได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ซึ่งก๊าซทั้ง 6 ตัวมีศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) (ตาราง 2.3)

ตาราง 2.3 ค่า Global Warming Potential

ก๊าซเรือนกระจก	GWP (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1
มีเทน (CH ₄)	25
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	124-14,800
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	7,390-12,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF ₆)	22,800

ที่มา : IPCC Fourth Assessment Report, 2007

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ใช้หลักการแนวคิดของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment) โดยอ้างอิงจากมาตรฐานข้อกำหนด ISO14040: 2006-Life Cycle Assessment Principle and Framework และ ISO 14044: 2006-Life Cycle Assessment Requirements and Guidelines เป็นหลัก นอกจากนี้ยังอ้างอิงมาตรฐานอื่น ๆ อีกเช่น ISO/CD 14067.2:2011 – Requirement and Guidelines for Quantification and Communication ซึ่งเป็นมาตรฐานประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ ขององค์การมาตรฐานสากล ฉบับร่างครั้งที่ 2 ซึ่งยังไม่รับรองประกาศใช้อย่างเป็นทางการ

2.2.1 รูปแบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมี 2 แบบ คือ

2.2.1.1 แบบ Cradle-to-Grave (Business-to-Consumer : B2C) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตการใช้งานและการกำจัดซากผลิตภัณฑ์

2.2.1.2 แบบ Cradle-to-Gate (Business-to-Business : B2B) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึง หน้าโรงงานพร้อมส่งออก หรือจนถึงที่เป็นสารขาเข้าหรือวัตถุดิบของผู้ผลิตต่อเนื่อง ตามที่กำหนดใน Product Category Rules (PCRs) ของแต่ละผลิตภัณฑ์

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ดำเนินการ 4 ขั้นตอนตามหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา การวิเคราะห์บัญชี โดยต้องวิเคราะห์ตามขั้นตอนวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งานและการจัดการซากหลังจากการใช้งานตามหลักการและวิธีการของการประเมินวัฏจักรชีวิตที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO14040 และ ISO14044

2.2.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

กำหนดวิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การใช้งาน และการกำจัดเศษซากหลังการใช้งาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Cradle to Grave) หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิตในโรงงาน (Cradle to Gate) อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เฉพาะประเด็นด้านการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้นไม่ได้นำผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในประเด็นอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ(Biodiversity) การเกิดฝนกรด (Acidification) ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Eutrophication) ความเป็นพิษ (Toxicity) เป็นต้น มาประเมินร่วมด้วย เป็นการจัดทำเกณฑ์ (Criteria) กลางสำหรับใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับทุกผลิตภัณฑ์ซึ่งในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้มีการจัดทำข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) เพื่อให้สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง และเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้นทั้งนี้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการกำหนด PCRs ไว้ ก็สามารถนำ PCRs ที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน ISO14025 มาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้

2.2.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน

1) การกำหนดเป้าหมาย

กำหนดเป้าหมายการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้ เช่น การศึกษาผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว เพื่อเปรียบเทียบการลดก๊าซเรือนกระจกใน

ช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นต้น การประเมินขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อใช้สื่อสารกับผู้บริโภคหรือเพื่อประโยชน์อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

2) การกำหนดขอบเขต

การบ่งชี้และกำหนดสิ่งที่ต้องการประเมินและรวบรวมสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อเป้าหมาย ทั้งนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมได้หลังจากเริ่มศึกษาแล้วและต้องแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง

3) ขอบเขตระบบ (System Boundary)

ต้องแสดงขอบเขตการศึกษา ระบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการย่อย (Unit Process) สารขาเข้าและสารขาออกที่เกี่ยวข้องโดยต้องกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดบ้างที่ต้องทำการประเมินอย่างละเอียด เนื่องจากมีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และกระบวนการย่อยใดที่สามารถใช้การประมาณการได้เนื่องจากไม่ได้มีผลต่อปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งกำหนดว่ากระบวนการย่อยใดที่ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา

4) ระบบผลิตภัณฑ์ (Product System)

ต้องประกอบด้วยทุกขั้นตอนที่มีอยู่ในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่กระบวนการที่ได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิตช่วงการใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน ในกรณีที่ไม่สามารถศึกษาตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือเป็นการดำเนินงานในลักษณะ Cradle-to-Gate ต้องมีการระบุขอบเขตไว้อย่างชัดเจนเพื่อเอื้อประโยชน์ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้ต่อ

5) หน่วยการทำงาน (Functional Unit)

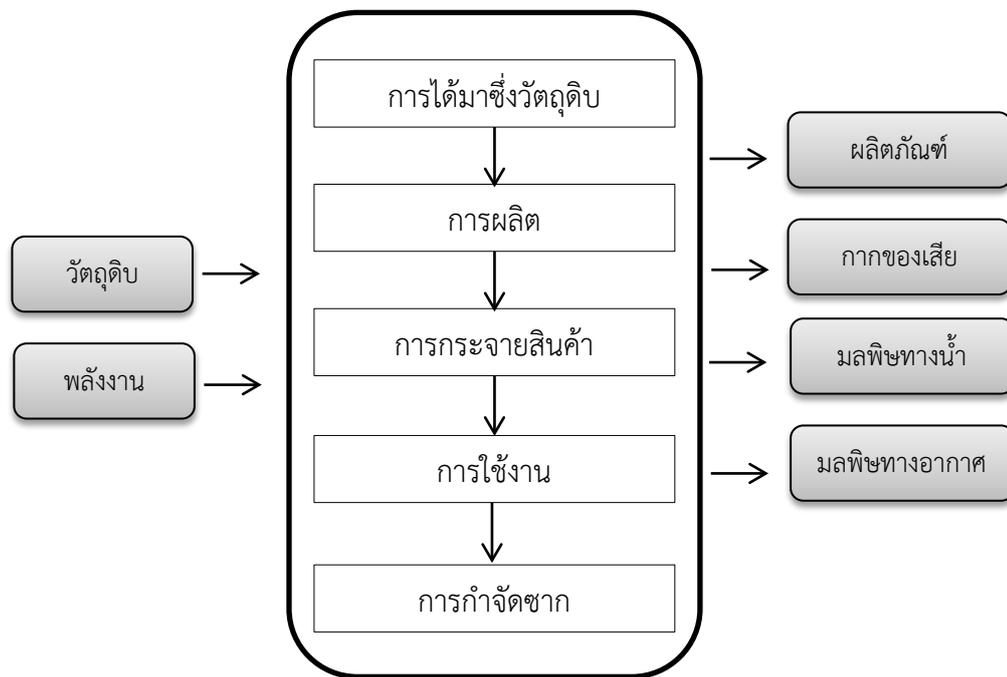
หมายถึง หน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ในการกำหนดขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อระบุหน้าที่ของระบบผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา โดยการกำหนดหน้าที่และหน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO14040 และ ISO14044 และต้องมีการระบุเอกสารอ้างอิงด้วย ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยการทำงาน

อย่างไรก็ตามหากต้องการแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ก็สามารถคำนวณได้ แต่ต้องมีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่คำนวณต่อหน่วยการทำงานกำกับไว้ทุกครั้ง และต้องแสดงเหตุผลการเลือกใช้หน่วยผลิตภัณฑ์ดังกล่าว พร้อมกับอธิบายถึงความสัมพันธ์ของหน่วยผลิตภัณฑ์กับหน่วยการทำงานด้วย

6) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs)

ข้อกำหนดในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการกำหนด PCRs ไว้ก็สามารถนำ PCRs ที่พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน ISO14025 มาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้

โดยขอบเขตระหว่างผลิตภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อม หรือระบบผลิตภัณฑ์อื่น โดยที่ระบบผลิตภัณฑ์ คือ หน่วยที่รวบรวมวัสดุ และพลังงานที่มีการเชื่อมโยงกันเป็นหน่วยงาน (Unit process) ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โดยที่สามารถแบ่งกระแสขั้นตอนของทรัพยากรวัตถุดิบหรือพลังงาน จากสิ่งแวดล้อมที่เข้าสู่ระบบก่อนถูกเปลี่ยนแปลงในกระบวนการต่างๆ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขอบเขตของระบบที่อาจกำหนดตามความต้องการของการศึกษาตามความเหมาะสม

2.2.2.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการ

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขต และคำนวณเพื่อหาปริมาณสารขาเข้า (Inputs) และสารขาออก (Outputs) ของระบบผลิตภัณฑ์ (Product System) ซึ่งมีช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลให้ใช้ข้อมูล 1 ปีย้อนหลัง หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน โดยที่ข้อมูลบัญชีรายการในขั้นตอนนี้อาศัยจากฐานข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตนั้น ๆ ดังรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน

1) การได้มาซึ่งวัตถุดิบเริ่มศึกษาตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบออกจากธรรมชาติ จนได้เป็นวัตถุดิบและพลังงานในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทและปริมาณของวัตถุดิบ สารเคมีและพลังงาน

2) การผลิตเป็นขั้นตอนตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาผลิตหรือประกอบในโรงงาน โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภท และปริมาณของวัตถุดิบ สารเคมีและพลังงานใน กระบวนการผลิต และระบบสนับสนุนการผลิตทั้งหมด รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตทั้งหมด

3) การกระจายสินค้าขั้นตอนนี้จะเริ่มตั้งแต่การขนส่งสินค้าจากหน้าโรงงานไป ยังจุดจำหน่าย ซึ่งจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง การจัดจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่ไม่สามารถวัดปริมาณเชื้อเพลิงได้ ให้ใช้ข้อมูลประเภทยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ขนาดบรรทุก สัดส่วนการบรรทุก ระยะทางของการขนส่งเพื่อจัดจำหน่ายสินค้า

4) การใช้งานเป็นขั้นตอนการบริโภค จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพลังงานที่ใช้ในการบริโภคทั้งหมด โดยสามารถกำหนดสมมติฐานการบริโภคตามคำแนะนำของผู้ผลิตได้

5) การกำจัดซากขั้นตอนการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากการบริโภค โดยสามารถกำหนดสมมติฐานให้ของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการบริโภค คือ ภาชนะบรรจุเท่านั้น

การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิสำหรับนำมาใช้ประเมิน ให้รวบรวมข้อมูลโดยตรง จากทุกกระบวนการย่อย ในระบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการควบคุมขององค์กร เช่น ปริมาณการใช้ พลังงาน การใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง เป็นต้นในกรณีของก๊าซเรือน กระจกที่มีแหล่งปล่อยจากกระบวนการผลิตช่วงต้นน้ำ (Upstream) ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณ ก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตได้ จึงสามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรม และ กระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กร ให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือ โดยเรียงลำดับดังนี้

- 1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- 2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการ วิจารณ์แล้ว (Peer-reviewed Publications)
- 3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ Life Cycle Analysis Software ฐานข้อมูล เฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม ฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- 4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น IPCC สหประชาชาติ

2.2.2.3 การประเมินผลกระทบ

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละ หน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการใช้วัตถุดิบ สารเคมี พลังงาน และการจัดการของ เสียที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์จะถูกนำไปคำนวณเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการโดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลไว้ใช้ในการแปลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

2.2.2.4 การแปลผล

จากการประเมินผลกระทบทำให้ทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด และทราบถึงแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยสามารถชี้ชัดลงไปได้อย่างชัดเจนถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด และควรมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบสำหรับการแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

บนผลิตภัณฑ์ควรแสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว (Three Significant Number) เช่น 3.15 กิโลกรัม 152 กรัม เป็นต้น ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยมการปิดเศษตัวเลขต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก.929-2533

2.2.2.5 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

ในการคำนวณหาค่าการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ ควรใช้วิธีการดังนี้

1) ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิต้องถูกแปลง ให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรม เช่น การใช้วัตถุดิบ สารเคมี พลังงาน เชื้อเพลิง ในหน่วย : กิโลกรัม ลิตรลูกบาศก์เมตร และกิโลวัตต์ชั่วโมง

2) แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ โดยการคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ของประเภทวัสดุ พลังงานหรือกระบวนการนั้น ๆ และบันทึกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ตามสูตรดังนี้

$$CFP = \text{Summation} (A_i \times EFi)$$

เมื่อ

CFP คือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์หรือปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)

A_i คือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในกิจกรรม i (หน่วยต่อหน่วยผลิตภัณฑ์)

EF_i คือค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ในแต่ละกิจกรรม i (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย)

3) ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งหมดต้องอยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยโดย

3.1) การประเมินแบบ Cradle-to-Grave : การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดทั้งวัฏจักรชีวิต (รวมช่วงการใช้งาน) ให้ระบุแยกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงใช้งานด้วย ซึ่งควรระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือสมมุติฐานที่กำหนดขึ้น รวมถึงการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้บริโภคด้วย เช่น การจัดการของเสียหลังจากการใช้งานที่เหมาะสม เป็นต้น

3.2) การประเมินแบบ Cradle-to-Gate : การปล่อยก๊าซเรือนกระจก บางช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณการปล่อยก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต ทั้งนี้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการประเมินแบบ Cradle-to-Gate นี้ ไม่ควรเปิดเผยแก่ผู้บริโภคโดยตรง แต่เป็นข้อมูลที่ให้กับองค์กรหรือผู้ผลิตรายอื่นที่อยู่ภายใต้ห่วงโซ่อุปทานเดียวกัน ทั้งนี้ต้องมีการระบุช่วงวัฏจักรชีวิตที่ทำการประเมินไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ผลิตรายอื่นสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

3.3) การประเมินแบบอื่น ๆ ให้แสดงผลได้ขอบเขตแบบ Cradle-to-Grave และ Cradle-to-Gate เท่านั้น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินนอกเหนือขอบเขตดังกล่าวสามารถระบุเป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับผู้ใช้อ้างอิง

การแสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์แสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว (Three Significant Number) เช่น 3.15 กิโลกรัม 152 กรัม ให้มีช่องระหว่างตัวเลขและหน่วย 1 ตัวอักษร ในกรณีที่มีตัวเลขทศนิยม การปิดเศษตัวเลขดังกล่าวต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 929-2533 สำหรับการประเมินแบบ Cradle-to-Gate ไม่ใช่แสดงผลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์บนผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่สามารถแสดงไว้ในแหล่งอื่น ๆ เช่น เว็บไซต์ หรือเอกสารเผยแพร่ของบริษัท เป็นต้น

2.2.2.6 ข้อกำหนดอื่น ๆ ในการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

1) บทนิยาม (Terms and Definitions) ที่เป็นหลักสำคัญ

1.1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emission) หมายถึง มวลสารทั้งหมดของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในช่วงเวลาหนึ่ง

1.2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream Emissions) หมายถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงก่อนเข้าสู่วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตขององค์กรที่ทำการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

1.3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงปลายน้ำ (Downstream Emissions) หมายถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นหลังจากผลิตภัณฑ์ถูกจำหน่ายออกจากองค์กรที่ทำการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

1.4) ขอบเขตของระบบ (System Boundary) หมายถึง ขอบเขตของกระบวนการที่อยู่ภายใต้ระบบของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพิจารณา

1.5) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) หมายถึง กฎเกณฑ์หรือข้อกำหนดที่ถูกกำหนดขึ้นตามแนวทางในการพัฒนาฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 3 (Type III Environmental Declarations) และมีความเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์

1.6) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในโรงงานหรือองค์กรโดยตรง

1.7) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) หมายถึง ข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลอื่นที่อยู่นอกเหนือจากการตรวจวัดในโรงงานหรือองค์กรโดยตรง

1.8) ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent, CO₂e) หมายถึง ค่าแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อน เมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจก คูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

1.9) ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) หมายถึง ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้โลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการแผ่รังสีความร้อนและอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.10) หน่วยการทำงาน (Functional Unit) หมายถึง หน่วยการทำงานของผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ในการกำหนดขอบเขตการจัดเก็บข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์

1.11) หน่วยของผลิตภัณฑ์ (Product Unit) หมายถึง หน่วยของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจกำหนดแยกตามน้ำหนัก ปริมาตรหรือขนาดบรรจุ จำนวนย่อพื้นที่ หรือตามรูปแบบการวางจำหน่าย

1.12) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ (Material Contribution) หมายถึง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากกว่าร้อยละ 1 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรชีวิต

1.13) การตัดออก (Cut off) หมายถึง การไม่นำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากระบบมาใช้ในการคำนวณหรือประเมิน

2) ข้อมูลสนับสนุน (Supporting Data)

ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย ชื่อผลิตภัณฑ์ ขอบเขตกระบวนการผลิต วัตถุประสงค์ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ระบุไว้ในคู่มือ ข้อมูลทั้งหมดต้องได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี หรือตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ที่แสดงฉลากนั้นอยู่ในตลาด

3) แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก และหน่วยวัด

3.1) ชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) มีเทน (CH₄) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆)

3.2) ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อน ประเมินได้จากการวัด หรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่า ก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น

3.3) ระยะเวลาที่ใช้ทำการประเมิน ซึ่งในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ให้คำนวณเป็นค่าผลกระทบ

ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าที่ถูกปล่อยออกในช่วง 100 ปี หลังจากมีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยกเว้นช่วงกำจัดซาก (Final Disposal) ให้ถือว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเพียงครั้งเดียว ที่จุดเริ่มต้นของช่วงอายุ 100 ปีสำหรับช่วงการกำจัดซาก ใช้หลักการว่ามีการทยอยปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาทุกปี ตลอดช่วงเวลา 100 ปี โดยคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของช่วงเวลาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในช่วง 100 ปี ซึ่งเท่ากับ 0.76 (อ้างอิงตามมาตรฐาน PAS 2050 ข้อ 6.4.9.1 และ Annex B)

3.4) แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก พิจารณาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1) การผลิตวัตถุดิบที่ใช้ทุกประเภท

3.4.2) การผลิตพลังงานที่ใช้ทุกประเภท

3.4.3) กระบวนการเผาไหม้

3.4.4) ปฏิกริยาเคมี

3.4.5) การสูญเสียน้ำยาทำความสะอาดและการรั่วไหลของก๊าซ

3.4.6) การปฏิบัติงาน

3.4.7) การขนส่งทุกประเภทที่เกี่ยวข้อง

3.4.8) ขนส่งและการจัดการของเสีย

3.5) ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล

ข้อกำหนดด้านคุณภาพข้อมูล เป็นข้อมูลที่น่ามาใช้ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้

3.5.1) เวลา (Time Relate Coverage) เป็นอายุของข้อมูล และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณให้ใช้ค่าเฉลี่ยของทั้งปี

3.5.2) ภูมิศาสตร์ (Geographical Coverage) เป็นพื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ ของแหล่งที่ทำการเก็บข้อมูล เพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการศึกษา เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูลยางพาราที่จังหวัดนครศรีธรรมราชทางตอนใต้ของประเทศไทย เป็นต้น

3.5.3) เทคโนโลยี (Technology Coverage) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ผลิตข้อมูลที่ศึกษา อาจเป็นเทคโนโลยีเฉพาะทาง หรือมีการใช้เทคโนโลยีหลายชนิด

3.5.4) ความเที่ยง (Precision) เป็นข้อมูลที่ทำให้ความสำคัญกับความแปรปรวนทางสถิติของฐานข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฐานข้อมูล (ถ้ามี)

3.5.5) ความครบถ้วน (Completeness) เป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ของสารขาเข้า และขาออกของกระบวนการผลิต และแปลงตีค่าออกมาเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งจะสามารถได้มาจากการวัดจริง หรือจากการประมาณค่า

3.5.6) ความเป็นตัวแทนของข้อมูล (Representativeness) จะพิจารณาจาก เวลา ภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยี ว่าฐานข้อมูลแสดงถึงลักษณะที่แท้จริงของข้อมูลหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูลการปลูกข้าวหอมมะลิที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้เนื่องจากมีปริมาณการปลูกที่สูง และภาคอื่นมีกำลังการผลิตที่น้อยกว่ามากหรือข้อมูล

การปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้สามารถเป็นตัวแทนของประเทศไทยได้เนื่องจากมีการผลิตที่สูงมาก เป็นต้น

3.5.7) ความสม่ำเสมอ (Consistency) เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ โดยพิจารณาจากการได้มาซึ่งฐานข้อมูลว่าสอดคล้องกัน เช่น ฐานข้อมูลการย้อมผ้าระหว่างสีเข้มและสีอ่อน ขอบเขตการทำงานและข้อบังคับของการเก็บข้อมูลเหมือนกันหรือไม่มีความประสงค์ที่จะทำการวัดซ้ำ ด้วยวิธีการเดิม ค่าที่ได้ออกมาควรจะสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

3.5.8) แหล่งที่มาของข้อมูล (Source of the data) สามารถอธิบายที่มาและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ

3.5.9) ความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty of the Information) พิจารณาตัวแปรที่สามารถทำให้ฐานข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เช่น การปันส่วน (Allocation) การตัดออก (Cut-off Rule) สมมุติฐาน (Assumption)

2.3 กระบวนการผลิตท็อฟฟี่เค้ก

2.2.1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ

การขนส่งวัตถุดิบมายังโฮมเบเกอรี่ ในบางชนิดจะเป็นการขนส่งจากบริษัทขายส่งและผู้ผลิตขนมปัง ขนมอบและเค้ก และบางชนิดจะถูกขนส่งจากบริษัทผู้ผลิตมายังโฮมเบเกอรี่โดยตรง โดยสามารถแสดงการได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตท็อฟฟี่เค้กได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 การได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตท็อฟฟี่เค้ก

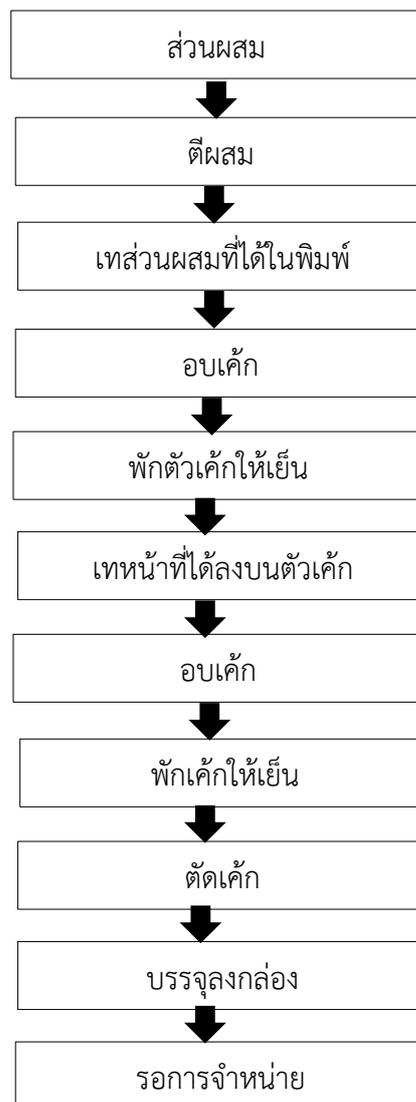
รายการวัตถุดิบ	แหล่งที่มา	ระยะทาง (กิโลเมตร)
แป้งสาลี	บริษัท ยู เอฟ เอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด	10
เนยสดชนิดเค็ม	บริษัท มะลิกรุป 2012 จำกัด	61
น้ำตาลทรายขาว	บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด	451
ไข่ไก่	ห้างหุ้นส่วนจำกัด สวงวนฟาร์ม	128
โกโก้ผง	บริษัท ซีโนแปซิฟิก เทรนดิง (ไทยแลนด์) จำกัด	14
ผงฟู	บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดีนส์ จำกัด	39
ผงกาแฟ	บริษัท เนสท์เล่ (ไทย) จำกัด	32
นมข้นจืด	บริษัท เอฟแอนด์เอ็นแตรี่ส์ (ประเทศไทย) จำกัด	136
เม็ดมะม่วงหิมพานต์	ห้างหุ้นส่วนจำกัด มั่นคง คอมโมดีตี้	43

2.2.2 กระบวนการผลิตท็อฟฟี่เค้ก

ขั้นตอนในการทำท็อฟฟี่เค้ก แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนตัวเค้กและส่วนหน้าเค้ก กระบวนการแรกส่วนตัวเค้ก เริ่มจาก ผสมส่วนผสมของตัวเค้กเข้าด้วยกัน ได้แก่ แป้งสาลี ผงโกโก้ ผงกาแฟ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ เนยสด ผงฟู เข้าด้วยกัน จากนั้นนำส่วนผสมลงไปตีในเครื่องตีแป้ง และเทส่วนผสมที่ได้ลงในพิมพ์อะลูมิเนียม แล้วจึงนำไปอบในเตาอบเค้ก ที่อุณหภูมิ 250 องศา

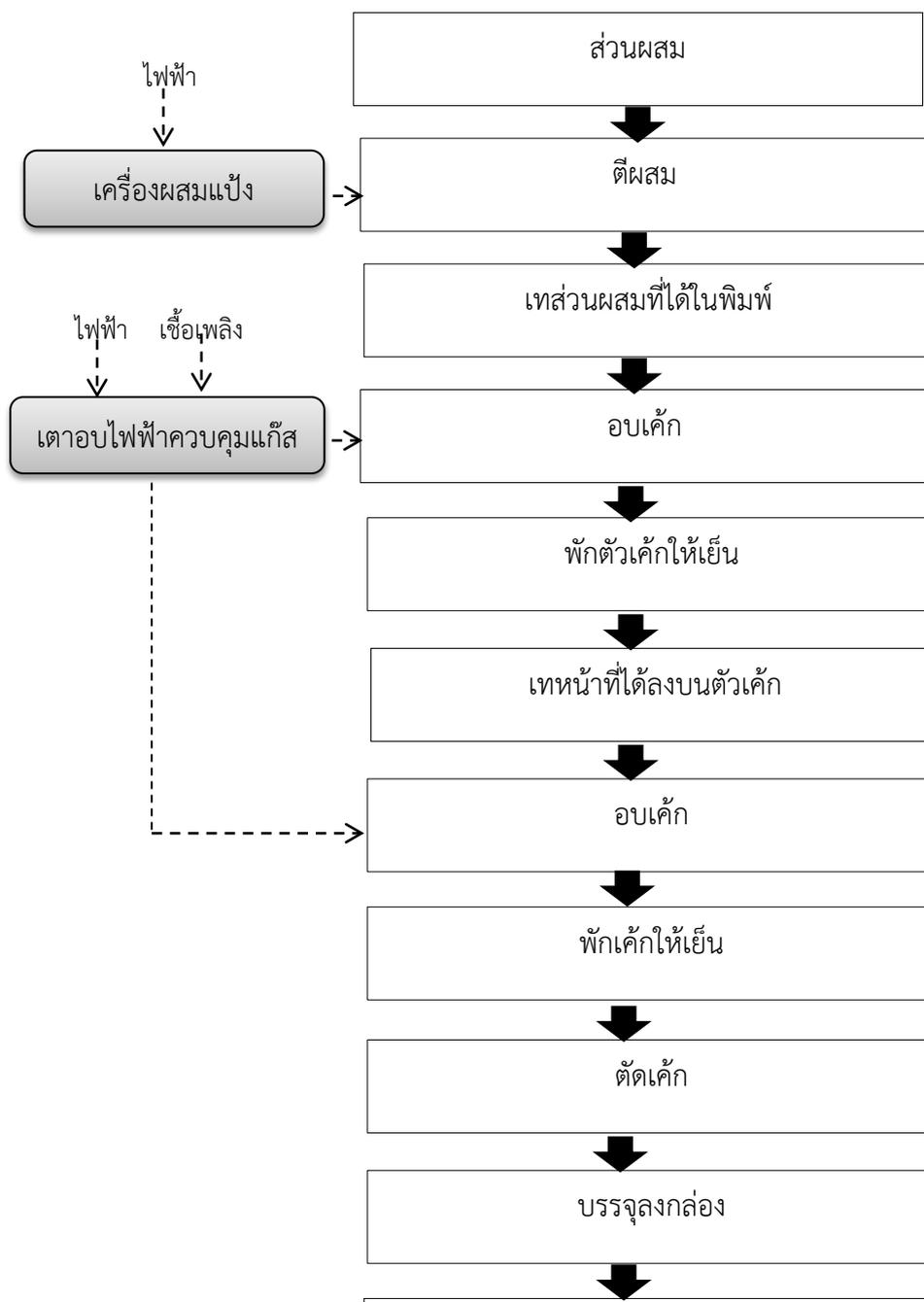
เซลเซียส นาน 35-40 นาที อุณหภูมิใจกลางขม ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส เมื่ออบเสร็จแล้วพัก ตัวเค้กให้เย็น เป็นเวลา 45-50 นาที อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงผสมหน้าเค้ก ประกอบด้วย เนยสด น้ำตาลทราย นมข้นจืด แป้ง และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ เข้าด้วยกันแล้วจึงเท ลงบนตัวเค้กที่เย็นแล้ว และนำเข้าเตาอบเค้กที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที อุณหภูมิใจกลางขม ไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส จากนั้นพักเค้กให้เย็น เป็นเวลา 30-35 นาที ที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำเค้กไปตัด และบรรจุลงกล่อง

โดยสามารถสรุปกระบวนการผลิตที่ออฟฟี่เค้กได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ท่อพีพีเค็ก

2.3.2 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตท่อพีพีเค็ก



ภาพที่ 2.3 การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ออฟฟี่เค้ก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑารัตน์ ชุนหะศรี (2556) ได้ศึกษาพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์: กรณีศึกษาบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์และปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมทั้งศึกษาปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากโครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองลดคาร์บอน : กรณีศึกษาบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามกับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลจำนวน 120 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science) โดยสถิติค่าความถี่ ค่าอัตราส่วน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด การทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มใช้สถิติ t (t- test) สถิติการผันแปรทางเดียว (One way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรายคู่ ผลการศึกษาพบว่าบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลมีพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในระดับปานกลาง โดยปัจจัยทัศนคติเกี่ยวกับการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีผลต่อพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.001 ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการศึกษาคือบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลขาดการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการลดปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เนื่องจากความไม่แพร่หลายของวิธีในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมทั้งขาดการนำความรู้ไปปรับใช้ทำให้มีพฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยภาพรวมในระดับปานกลาง ส่วนข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ คือควรสร้างความเข้าใจเรื่องคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยการเผยแพร่ความรู้ควรทำให้หัวหน้าหน่วยงานที่บุคลากรสังกัดสอดแทรกความรู้ในระหว่างที่มีการมอบหมายงานให้เกิดการพูดคุยกันในองค์กร เนื่องจากเป็นวิธีการที่จะทำให้บุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลเข้าถึงข้อมูลได้ดี เทศบาลควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดการปล่อย

คาร์บอนฟุตพริ้นท์เพื่อเป็นตัวอย่าง รวมทั้งขยายเส้นทางและเวลาของรถขนส่งสาธารณะของเทศบาล ให้ครอบคลุมการเดินทางมาทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเขตเทศบาล ควรจัดให้มีการขายสินค้าเกษตรเพื่อการบริโภคที่ผลิตในพื้นที่รณรงค์ให้ลดการใช้ถุงพลาสติก ส่งเสริมให้มีการติดตั้งบ่อดักไขมัน ในทุกครัวเรือนเปลี่ยนวิธีการกำจัดขยะเป็นการทำปุ๋ยหมักเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดมลพิษทางอากาศที่จะเกิดขึ้น

สมชาย แซ่มชุกกลิ่น และสมรัฐ นัยรัมย์ (2553) การประเมินและพัฒนารูปแบบการลด Carbon Footprint ศูนย์อนามัยที่ 5 นครราชสีมา ด้วยศูนย์อนามัยที่ 5 ได้รับการรับรองเป็นศูนย์เรียนรู้โลกร้อน GREEN and CLEAN ในปี 2553 เพื่อตอบโจทย์ในแต่ละกิจกรรมว่าสามารถลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้หรือไม่อย่างไรจึงได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ศูนย์อนามัยที่ 5 นครราชสีมาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและพัฒนารูปแบบการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์สู่ทางเลือกในการตัดสินใจเชิงนโยบายผลการศึกษา พบว่าการดำเนินงานตามรูปแบบสามารถลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้เนื่องจากปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จหลายปัจจัยได้แก่ นโยบายของผู้บริหารการมีรูปแบบการจัดการขยะการมีมาตรการประหยัดพลังงานมีคณะกรรมการแนะนำจากกลุ่มงานมีหน้าที่ความรับผิดชอบชัดเจนการมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานตลอดจนการนำกลยุทธ์ CLEAN มาใช้ควบคู่กับการดำเนินงานกิจกรรมหน่วยงานควรต่อยอดการพัฒนาลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยการลดการใช้พลังงานและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมทางอ้อมเพิ่มเติม

ลักขณา เจริญสุข รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล (2555) ได้วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย เนื่องด้วยกระทรวงพลังงานได้พยากรณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตของประเทศไทยโดยคาดการณ์ว่าในปี 2564 ปริมาณความต้องการพลังงานจะเพิ่มมากขึ้นโดยกำหนดให้มีสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานทั้งหมดซึ่งภาครัฐได้มุ่งเน้นและให้การสนับสนุนพัฒนาทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานทดแทนในภาคขนส่งอย่างไบโอดีเซลที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบภายในประเทศคือปาล์มน้ำมันซึ่งมีการส่งเสริมการปลูกปาล์มให้มากขึ้นเพื่อให้ได้สัดส่วนกำลังการผลิต 18.5% โดยข้อดีเป็นการส่งเสริมพัฒนาพลังงานทดแทนให้เป็นหนึ่งในพลังงานหลักทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการนำเข้าน้ำมันได้อย่างยั่งยืนแต่ในทางกลับกันก็ส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำและการเกิดมลภาวะอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในช่วงการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นโดยส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลโดยอาศัยแนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการวิเคราะห์และบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตของปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ทั้งหมด 16 จังหวัด (ปี พ.ศ. 2550–2554) ซึ่งมีความแตกต่างตามลักษณะของสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่จากผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลมีค่าเท่ากับ 2,139 ลูกบาศก์เมตรต่อตันส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณการใช้น้ำจากการคาย

ระเหยของน้ำฝน 50% และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่พบว่าในเขตพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 3.9 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ภาคใต้โดยจังหวัดที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ พิษณุโลก มีค่าเท่ากับ 6,098 ลูกบาศก์เมตรต่อตันและจังหวัดที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุด คือสุราษฎร์ธานีมีค่าเท่ากับ 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังนั้นแนวทางการลดปริมาณการใช้น้ำที่เกิดขึ้นจึงควรมุ่งเน้น การศึกษาวิจัยและการพัฒนาระบบน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อการพัฒนาด้านพลังงานทดแทน อย่างยั่งยืนในอนาคต

ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัมย์ (2557) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต เนื่องจากผลของการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องยังผลให้เกิดกระแสการผลิตและการบริโภคสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย กลไกและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างนำมาใช้ เช่นกลไกจัดซื้อจัดจ้างสีเขียวฉลาก สิ่งแวดล้อมหรือฉลากคาร์บอน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลในวิเคราะห์การใช้ ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อมและสามารถนำไปใช้เพื่อการวางแผนจัดการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตขอเขตในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2553 โดย ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34, 355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยแบ่งออกเป็นขอเขตที่ 1 คิดเป็น 1,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าขอเขตที่ 2 คิดเป็น 31,271 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยที่กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อย คาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91 และขอเขตที่ 3 คิดเป็น 1,391 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าหากพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษาจะเท่ากับ 1.62 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อนักศึกษาหนึ่งคน

เบญจมาศ เอี่ยมหนู (2553) ปัจจัยและกลยุทธ์การขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนในประเทศไทย การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขอขึ้นทะเบียนฉลากลด คาร์บอนของภาคอุตสาหกรรมหรือผู้ผลิตในประเทศไทยรวมถึงศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการขอขึ้น ทะเบียนฉลากลดคาร์บอนเพื่อนำมากำหนดกลยุทธ์ในการขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนให้กับ ภาคอุตสาหกรรมหรือผู้ผลิตอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้ทำการขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนอีกทั้งเพื่อส่งเสริม และพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานในการขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนของอุตสาหกรรมใน ประเทศไทยด้วยผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนของ ภาคอุตสาหกรรมหรือผู้ผลิตในประเทศไทยคือขนาดอุตสาหกรรมและรูปแบบการขายสินค้าสำหรับ ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนของโรงงานอุตสาหกรรมใน ประเทศไทยที่สำคัญได้แก่การขาดการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ในเรื่องของฉลากลดคาร์บอนให้กับ ผู้ประกอบการและผู้บริโภคทั่วไปทราบรวมถึงขั้นตอนกระบวนการเก็บข้อมูลที่ค่อนข้างยุ่งยากและ ลำบากและการไม่ให้ความสำคัญในเรื่องของฉลากลดคาร์บอนในภาคธุรกิจเล็ก ๆ รวมถึงการไม่ให้ความ ร่วมมือกับผู้ประกอบการอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำมากำหนดเป็นกลยุทธ์การขอขึ้นทะเบียนฉลากลด คาร์บอนโดยกำหนดเป็นประเด็นหลักดังนี้ 1) กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมสนับสนุน 2) กลยุทธ์ด้านการณรงค์

3) กลยุทธ์ด้านการสื่อสารประชาสัมพันธ์ 4) กลยุทธ์ด้านกระบวนการผลิตสำหรับข้อเสนอแนะในการขอขึ้นทะเบียนมีดังนี้ 1) ควรส่งเสริมและสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณในการขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนโดยเฉพาะบริษัทขนาดเล็ก 2) ควรส่งเสริมและสนับสนุนในสินค้าที่มีฉลากลดคาร์บอนบนผลิตภัณฑ์เช่นการจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว 3) ควรเร่งการประชาสัมพันธ์ในเรื่องของฉลากลดคาร์บอน 4) ควรปรับปรุงกระบวนการ/ กฎเกณฑ์ในการขอขึ้นทะเบียนให้เหมาะสมกับลักษณะของเทคโนโลยีและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน 5) ควรมีการคิดค่าใช้จ่ายตามกระบวนการหรือขั้นตอนของการขอขึ้นทะเบียนในแต่ละขั้นตอนเพื่อลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงงบประมาณในกรณีที่บริษัทที่มาขอขึ้นทะเบียนขอยกเลิกกลางคันในระหว่างการขอขึ้นทะเบียน

จิตรลดา โกสินทรานนท์ (2549) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องแนวทางการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยเริ่มต้นจากการเลือกขนาดและรูปแบบของสินค้าให้เหมาะสมกับการใช้งานและตรงตามความต้องการของผู้ซื้อจากนั้นให้พิจารณาสินค้าที่ได้ฉลากเขียวในกรณีที่สินค้าไม่ได้รับฉลากเขียวให้ยึดหลักพิจารณาตามมาตรฐานการใช้งาน (เครื่องหมาย มอก.) และมาตรฐานสิ่งแวดล้อมจากการสำรวจสินค้าอุปโภคที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในท้องตลาดพบว่าสินค้าที่ได้ฉลากเขียวมีจำนวนน้อยมากในตลาดทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกน้อยและขาดแรงจูงใจในการเลือกซื้ออีกทั้งสินค้านั้นยังมีราคาแพงกว่าสินค้าทั่วไปผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจึงควรร่วมมือกันส่งเสริมสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามบทบาทของตนเพื่อให้ได้รับความนิยมมากขึ้นโดยเริ่มจากภาครัฐที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนผู้ผลิตและผู้บริโภคในทุก ๆ ด้านเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

ชนาธิป อ่อนหวาน (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องความรู้ความเข้าใจและทัศนคติที่มีผลต่อแนวโน้มพฤติกรรมการซื้อสินค้าที่มีฉลากคาร์บอนของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการดำเนินชีวิตด้านกิจกรรมเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อนมีการปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อนโดยรวมอยู่ในระดับปฏิบัติค่อนข้างบ่อยและความสนใจเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนโดยรวมอยู่ในระดับสนใจมากส่วนความคิดเห็นเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งสำหรับเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมพบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับเหตุผลที่ใช้ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมอยู่ในระดับมากซึ่งความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมอยู่ในระดับใช้บางครั้งและพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในระดับปานกลางด้านทัศนคติเกี่ยวกับสินค้าฉลากคาร์บอนด้านผลิตภัณฑ์โดยรวมซึ่งประกอบด้วยด้านประโยชน์หลักด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่คาดหวังด้านความคาดหวังในผลิตภัณฑ์และด้านศักยภาพผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับดีส่วนด้านการรับรู้ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับฉลากคาร์บอนผ่านการสื่อสารทางการตลาดโดยรวมอยู่ในระดับน้อยและแนวโน้มพฤติกรรมการซื้อสินค้าที่มีฉลากคาร์บอนพบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มการซื้อสินค้าฉลากคาร์บอนใน

อนาคตระดับปานกลางมีแนวโน้มแนะนำให้ผู้ที่รู้จักซื้อสินค้าที่มีฉลากคาร์บอนอยู่ในระดับปานกลาง และมีแนวโน้มเลือกซื้อสินค้าที่มีสินค้าฉลากคาร์บอนถึงแม้มีสินค้าประเภทเดียวกันวางจำหน่ายอยู่ในระดับปานกลางด้านเหตุผลที่จะซื้อสินค้าฉลากคาร์บอนพบว่า มีความถี่มากที่สุดในช้อยหากมีส่วนร่วมในการลดภาวะโลกร้อนและมีความถี่น้อยที่สุดในช้อยราคาของสินค้าฉลากคาร์บอนไม่แพงเกินไป

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับวิธีการดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอร์มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิต
ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก ตามรูปแบบการประเมินแบบแบบ Cradle-to-Grave (Business-to-
Consumer: B2C) เป็นการประเมินเพื่อวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมดของ
การผลิต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition)

3.1.1 การกำหนดเป้าหมาย

เพื่อทำการศึกษาระเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก

3.1.2 การกำหนดขอบเขต

ทำการศึกษการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก การได้มา
ซึ่งวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตซึ่งจะเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามรูปแบบการ
ประเมินแบบแบบ Cradle-to-Grave (Business-to-Consumer: B2C) เป็นการประเมินการปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ
การผลิตการขนส่งและกระจายสินค้าการใช้งานและการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการ
ก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมมหาชน), 2555) โดยจะมีการจัดทำแผนผังการไหลของวัสดุ (ไม่ได้รับ
การไหลของพลังงาน) ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาตลอดวัฏจักรชีวิตภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้
โดยอ้างอิงตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์

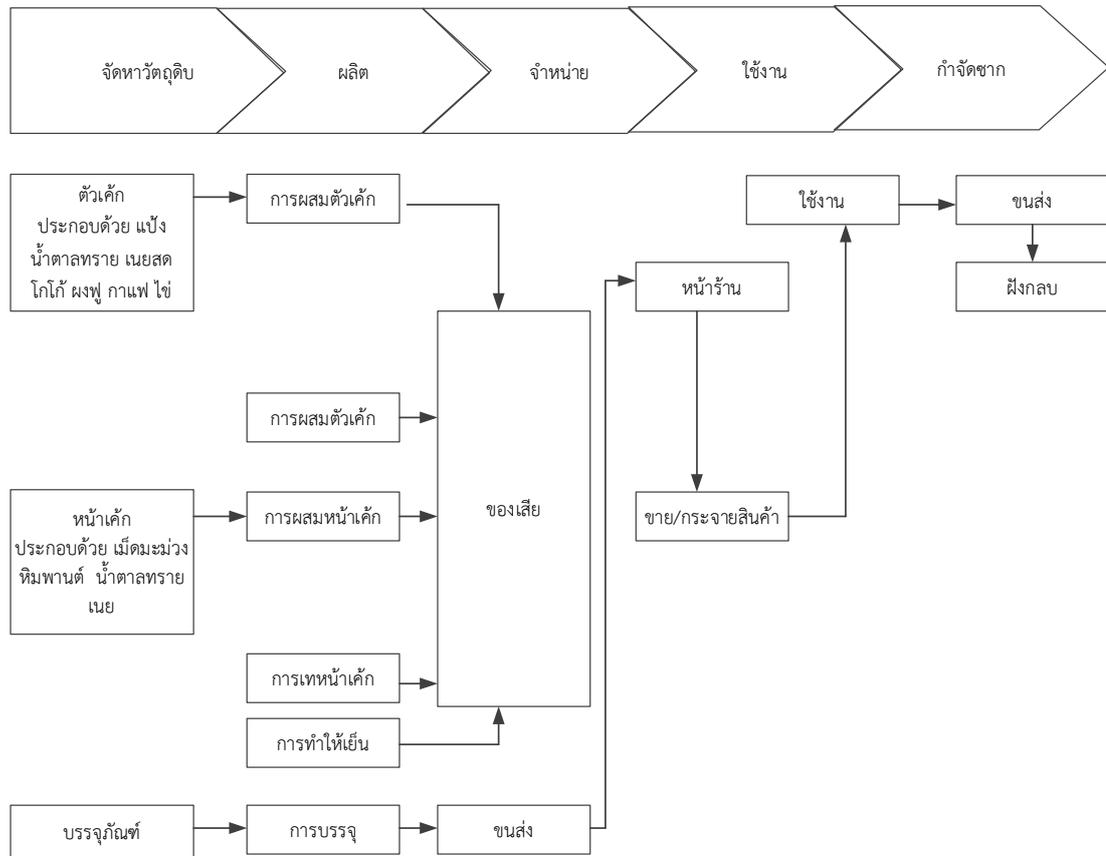
1) หน่วยงานที่ของการศึกษา

กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับกำหนดการวัดหรือเก็บข้อมูลของสารขาเข้า
และสารขาออกจากระบบที่ศึกษาในงานวิจัยนี้หน่วยงานที่ของการศึกษา (Functional unit: FU)
คือ ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก จำนวน 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง

2) ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์

สำหรับข้อกำหนดในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กจะทำ
ตามข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก

โดยสามารถแสดงแผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ได้ดัง
ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังวัฏจักรชีวิตสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3.2 การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory)

ในขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการจะทำการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายใต้กรอบการดำเนินการทาง LCA โดยจะมุ่งประเด็นการเก็บข้อมูลไปที่การใช้ทรัพยากรและพลังงานและกากของเสียที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบไปจนถึงกระบวนการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่เก็บได้จริงจากกระบวนการ (Primary data) และข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วมาใช้ (Secondary data)

3.3 การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

เมื่อได้ข้อมูลจากการจัดทำบัญชีรายการแล้วนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการผลิต Toffee Cake โดยอาศัยหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ซึ่งคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบ (CO₂-eq)

3.4 การแปลผล (Interpretation)

เป็นการแปลผลจากขั้นตอนของการประเมินผลกระทบทำให้ทราบถึงแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยสามารถชี้ชัดลงไปได้อย่างชัดเจนถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดและควรมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง ณ จุดนั้น ๆ เพื่อให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

3.5 การสำรวจการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค

เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศเพื่อศึกษาการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศในพื้นที่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

3.5.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างคณะผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) คือ การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (วรรณิ แกมเกตุ, 2551)

3.5.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน คณะผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการคำนวณของ Suzie Sangren (1999) แบบไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน กำหนดความเชื่อมั่น 95% ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Suzie Sangren, 1999)

$$n = \frac{Z^2}{4e^2}$$

โดยที่ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
 Z = ระดับความเชื่อมั่นกำหนดที่ 95%
 e = ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้โดยกำหนดที่ 5%
 แทนค่าออกมาได้ ดังนี้

$$n = \frac{1.96^2}{4(0.05)^2} \\ = 385$$

ฉะนั้นจากขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้เท่ากับ 385 ตัวอย่าง แต่เพื่อความเหมาะสม จึงได้บวกเพิ่ม 4% (15 ตัวอย่าง) เพื่อป้องกันความผิดพลาด ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 400 ตัวอย่าง (Alpha 0.05)

3.5.5 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.5.5.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ตลอดจนวิธีการสร้างแบบสอบถาม โดยมีลักษณะแบบปลายปิด (Closed-ended Questionnaire) และแบบปลายเปิด (Opened-ended Questionnaire)

3.5.5.2 นำแบบสอบถามที่ได้ไปดำเนินการทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย (Pretest) จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลลัพธ์ค่าแอลฟาที่ได้จะแสดงถึงระดับความคงที่ของแบบสอบถาม โดยจะมีค่าระหว่าง $0 < \alpha < 1$ ค่าที่ใกล้เคียงกับ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548: 445) จากการทดสอบค่าความเชื่อมั่นพบว่าได้ค่า 0.84

3.5.5.3 ปรับปรุงแบบสอบถาม จนได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ

3.5.5.3 นำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ไปสอบถามกลุ่มตัวอย่าง

3.5.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด

3.5.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.7.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสอบถามข้อมูลผู้บริโภค เกี่ยวกับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.5.7.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ สถิติ เอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการนำไปใช้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.5.8 การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.8.1 นำแบบสอบถามที่ได้รับมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามทุกฉบับ

3.5.8.2 ดำเนินการลงรหัส (Coding) และนำข้อมูลมาประมวลผล

3.5.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) การวิเคราะห์โดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ประสพชัย พสุนนท์, 2553)

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การศึกษาการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลสนับสนุนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ การศึกษานี้ เป็นการศึกษารายละเอียดครอบคลุมการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งและกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาวิจัยประกอบด้วย

4.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์และขั้นตอนการผลิตท็อฟฟี่เค้ก

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก คณะผู้วิจัยดำเนินการประเมินในส่วนของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม



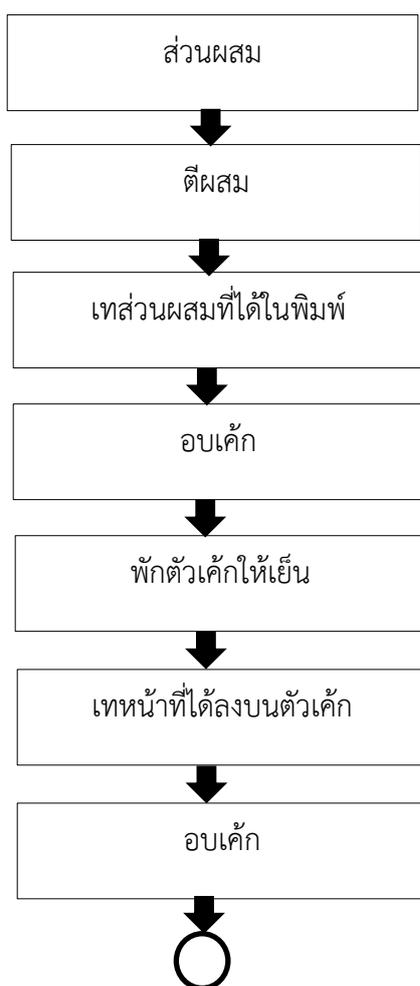
ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม

4.1.1 ข้อมูลปัจจุบัน

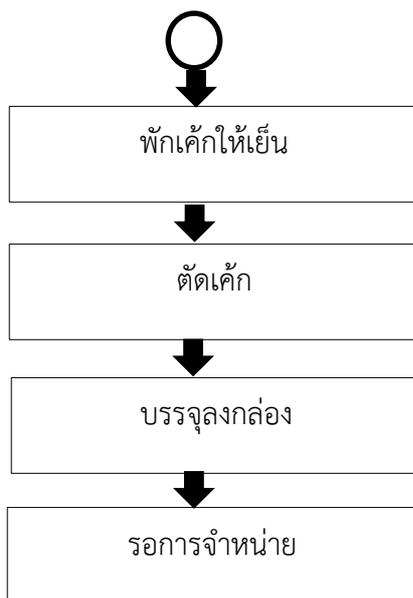
โฮมเบเกอรี่ ที่ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา มีการแบ่งส่วนของการผลิต ออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) พื้นที่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก และ 2) พื้นที่ในการผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดอื่นๆ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาเฉพาะพื้นที่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กเท่านั้น

4.1.2 กระบวนการผลิต

ลักษณะของกระบวนการผลิตเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การทำตัวเค้ก การทำหน้าเค้ก การอบ และการบรรจุ ซึ่งกระบวนการผลิตจะมีการแบ่งแยกห้องกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับกระบวนการผลิตนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนตัวเค้กและส่วนหน้าเค้กกระบวนการแรกส่วนตัวเค้ก เริ่มจาก ผสมส่วนผสมของตัวเค้กเข้าด้วยกัน ได้แก่ แป้งสาลี ผงโกโก้ ผงกาแฟ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ เนยสด ผงฟู เข้าด้วยกัน จากนั้นนำส่วนผสมลงไปตีในเครื่องตีแป้ง และเทส่วนผสมที่ได้ลงในพิมพ์อะลูมิเนียม แล้วจึงนำเข้าไปอบในเตาอบเค้ก ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส นาน 35-40 นาที อุณหภูมิใจกลางขนม ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส เมื่ออบเสร็จแล้วพักตัวเค้กให้เย็น เป็นเวลา 45-50 นาที อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงผสมหน้าเค้ก ประกอบด้วย เนยสด น้ำตาลทราย นมข้นจืด แป้ง และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ เข้าด้วยกันแล้วจึงเทลงบนตัวเค้กที่เย็นแล้ว และนำเข้าไปอบเค้กที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที อุณหภูมิใจกลางขนม ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส จากนั้นพักเค้กให้เย็น เป็นเวลา 30-35 นาที ที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำเค้กไปตัด และบรรจุลงกล่อง โดยสามารถแสดงขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กได้ดังนี้



ภาพที่ 4.2 วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้ก



ภาพที่ 4.2 วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก (ต่อ)

4.1.3 เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก ประกอบด้วย เตอบไฟฟ้าควบคุมแก๊ส จำนวน 6 เครื่อง ขนาด 1.68 แรงม้า เครื่องผสมแป้ง จำนวน 3 เครื่อง ขนาด 20 ลิตร ต้นกำลัง 373 W ขนาด 0.50 แรงม้า และชั้นเสียบถาดแบบมีล้อเลื่อน จำนวน 50 เครื่อง โดยสามารถแสดงภาพได้ดังนี้ ทั้งนี้ในส่วนของเตอบไฟฟ้าควบคุมแก๊สไม่สามารถเปิดเผยภาพได้



ภาพที่ 4.3 เครื่องผสมแป้ง



ภาพที่ 4.4 ชั้นเสียบถาดแบบมีล้อเลื่อน

4.1.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก ประกอบด้วย แป้งสาลี เนยสด ชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ โกโก้ผง ผงฟู ผงกาแฟ นมข้นจืด และเม็ตมะม่วงหิมพานต์ โดยสามารถแสดงแหล่งที่มาของวัตถุดิบได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบมายังโฮมเบเกอรี่ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ชนิดวัตถุดิบ	บริษัทผู้ผลิตมายังโฮมเบเกอรี่	
	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ยานพาหนะ
แป้งสาลี	10	รถบรรทุก
เนยสดชนิดเค็ม	61	รถบรรทุก
น้ำตาลทรายขาว	451	รถบรรทุก
ไข่ไก่	128	รถบรรทุก
โกโก้ผง	14	รถบรรทุก
ผงฟู	39	รถบรรทุก
ผงกาแฟ	32	รถบรรทุก
นมข้นจืด	136	รถบรรทุก
เม็ตมะม่วงหิมพานต์	43	รถบรรทุก
รวม	914	รถบรรทุก

โดยสามารถแสดงภาพตัวอย่างของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตท็อปปิ้งเค้ก ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.5 แป้งสาลี



ภาพที่ 4.6 เนยสดชนิดเค็ม



ภาพที่ 4.7 น้ำตาลทรายขาว



ภาพที่ 4.8 ไข่ไก่



ภาพที่ 4.9 โกโก้ผง



ภาพที่ 4.10 ผงฟู



ภาพที่ 4.11 ผงกาแฟ



ภาพที่ 4.12 นมข้นจืด

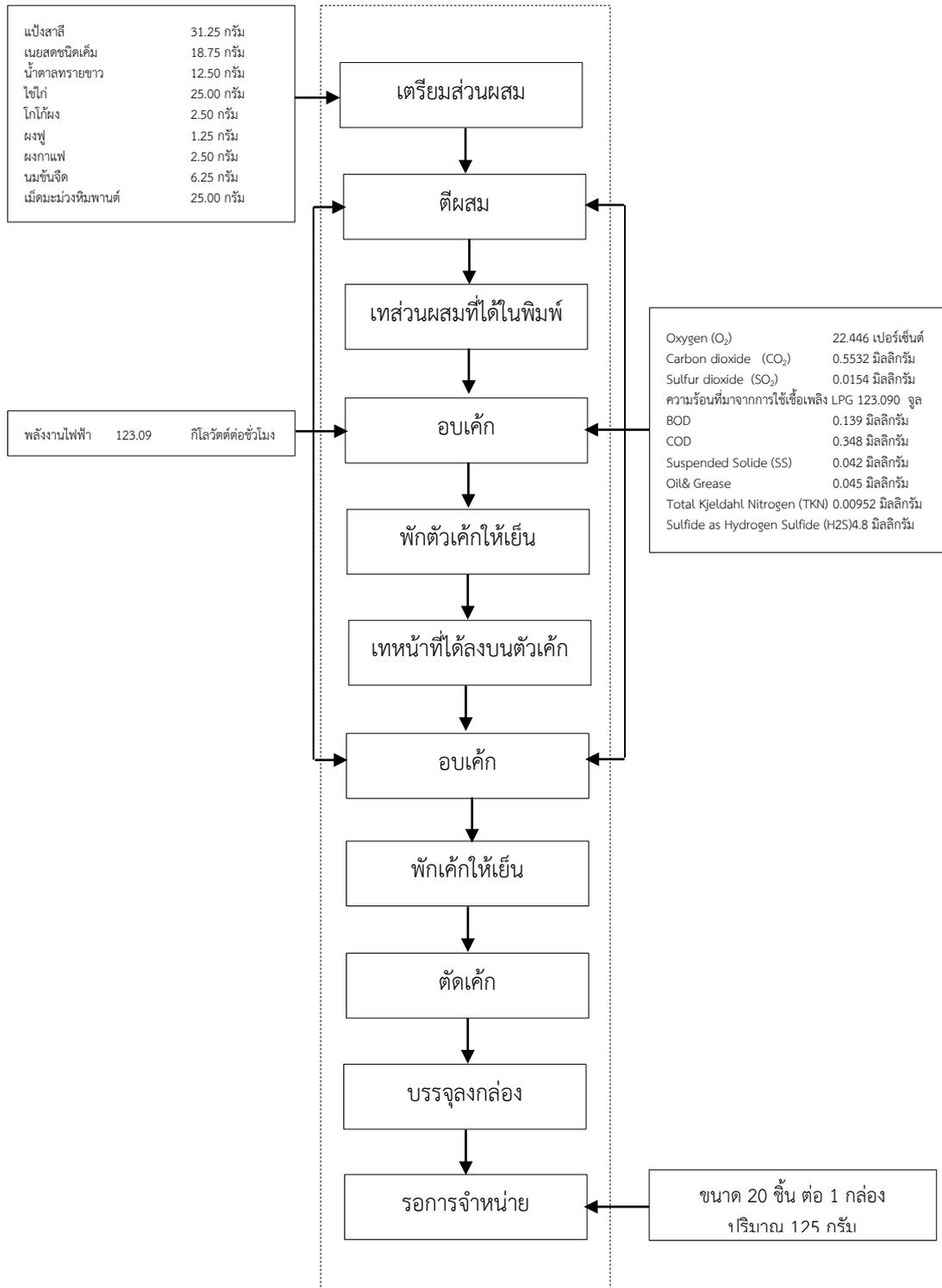


ภาพที่ 4.13 เม็ดมะม่วงหิมพานต์

4.2 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ท่อพีวีเค

4.2.1 ผลการจัดทำบัญชีรายการการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจัดทำบัญชีรายการของการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อพีวีเคทำให้คณะผู้วิจัยทราบถึงข้อมูลในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อพีวีเค ขนาด 20 นิ้ว ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม โดยแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่เข้าสู่กระบวนการ ซึ่งได้แสดงให้เห็นทั้งชนิด และปริมาณของปัจจัยที่เกี่ยวข้องของวัตถุดิบ พลังงาน และสิ่งที่ออกจากกระบวนการผลิต ทั้งที่ออกมาในรูปแบบผลิตภัณฑ์ และมลพิษต่างๆ จากการศึกษาข้อมูลสามารถนำเสนอผลการเก็บข้อมูลได้ดังนี้



ภาพที่ 4.14 วิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต กระบวนการใช้งาน และ กระบวนการกำจัดซาก ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ออฟฟิศัก สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูล เป็นตัวเลข ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณ ตัน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ยานพาหนะ	ค่า EF (kg CO ₂ - eq/ หน่วย)	ผลคูณ (kg CO ₂ - eq)
แป้งสาลี	0.1	10	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.1
เนยสดชนิดเค็ม	0.1	61	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.4
น้ำตาลทรายขาว	0.1	451	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	2.6
ไข่ไก่	0.05	128	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.4
โกโก้ผง	0.1	14	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.1
ผงฟู	0.05	39	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.1
ผงกาแฟ	0.1	32	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.2
นมข้นจืด	0.2	136	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	1.7
เม็ดมะม่วงหิมพานต์	0.1	43	รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดน้ำหนัก บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.0609	0.3

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ พบว่า ภาพรวมปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 5.9 kg CO₂-eq โดยการได้มาซึ่งวัตถุดิบน้ำตาลทรายขาวมากที่สุด รองลงมา นมข้นจืด และ ไข่ไก่ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่า EF (kg CO ₂ -eq/หน่วย)	แหล่งอ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	ผลคูณ (kg CO ₂ -eq)
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) (การเผาไหม้)	1.2	กรัม	3.5216	แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (ก๊าซหุงต้ม)	4.2
ไฟฟ้า	123.09	กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง	0.5610	แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (ไฟฟ้า)	69.1

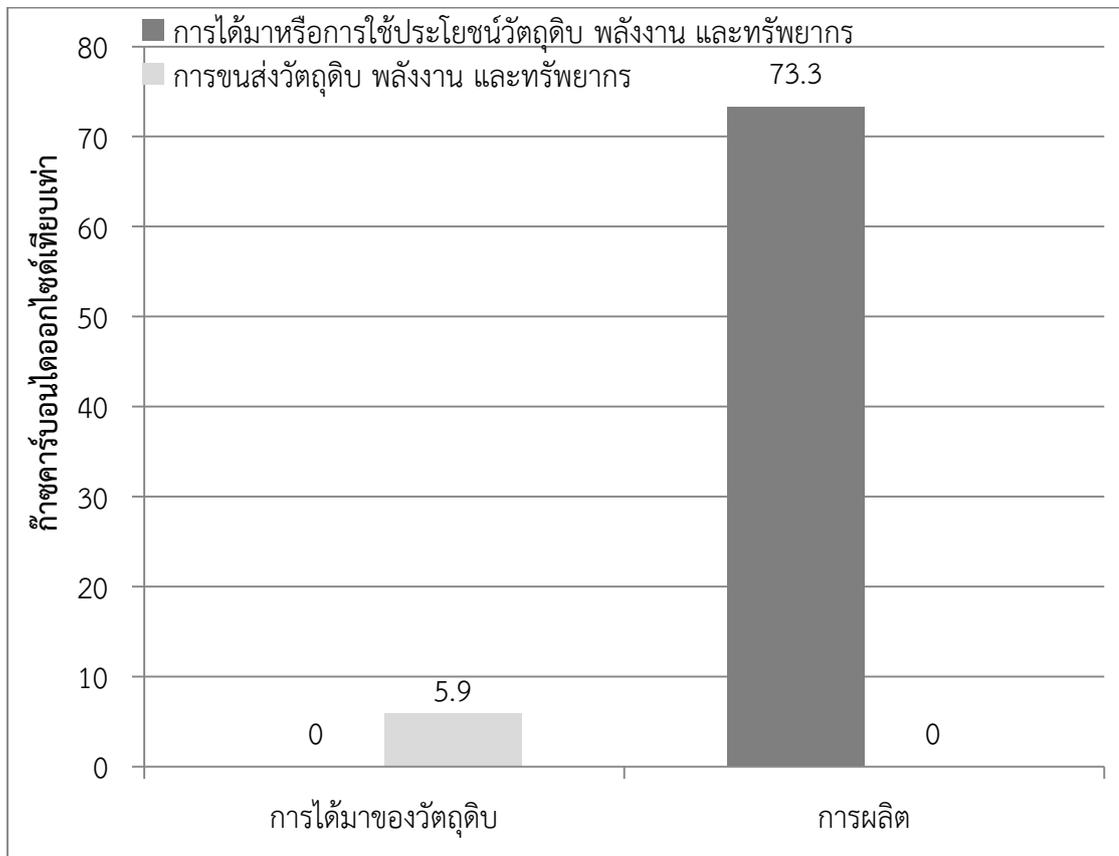
จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต พบว่า โดยรวมเท่ากับ 73.3 kg CO₂-eq โดยไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมา ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) (การเผาไหม้) ตามลำดับ

4.2.2 ผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ที่ออฟพีเค็ก

จากการประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟพีเค็ก สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟพีเค็ก

กระบวนการ	การได้มาหรือการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (gCO ₂ -eq.)	การขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (gCO ₂ -eq.)	ผลรวม (gCO ₂ -eq.)
การได้มาของวัตถุดิบ	-	5.9	5.9
การผลิต	73.3	-	73.3
รวมทั้งหมด	73.3	5.9	79.2



ภาพที่ 4.15 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ทอพีเค็ก

จากภาพที่ 4.15 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ทอพีเค็ก ขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 ก่อ่ง ปริมาณ 125 กรัม ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ทอพีเค็ก มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 79.2 gCO₂-eq สำหรับ ขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ การผลิต มีการปล่อยทั้งสิ้น 73.3 gCO₂-eq หรือคิดเห็นร้อยละ 92.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมา คือ การได้มาของวัตถุดิบ

4.2.3 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้งานผลิตภัณฑ์

4.2.3.1 ส่วนงานการซึ่ก้าง

ส่วนงานการซึ่ก้างเป็นส่วนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการล้างกระบะสำหรับใส่ วัสดุขุดในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ เค้ก โฮมเบเกอร์ ประกอบด้วย

1) การล้างกระบะวัสดุขุด

สำหรับกระบะวัสดุขุด ประกอบด้วยกระบะสำหรับการใส่วัสดุขุด เช่น เนย น้ำมัน ไข่ไก่ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.1) พนักงานที่ดำเนินการรับกระบะที่เข้ามาจากฝ่ายผลิต ลำเลียงไปยัง บริเวณล้างกระบะ เมื่อพนักงานล้างกระบะเสร็จจะนับจำนวนและส่งไปยังห้องเตรียมวัสดุขุด เพื่อนำไปใช้ โดยมีกระบวนการดังนี้



ภาพที่ 4.16 เส้นทางการเคลื่อนที่ของกระบะวัสดุขุด

1.2) เมื่อกระบะวัสดุขุดมาถึงบริเวณล้างกระบะ พนักงานนำกระบะแช่ใน น้ำ 1 วัน เพื่อให้มีความง่ายต่อการทำความสะอาด จากนั้นจึงนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาขจัด คราบมัน และฟิ้งให้แห้งประมาณ 2- 3 ชั่วโมง แล้วจึงดำเนินการเก็บกระบะ และนำมาเรียงซ้อนกัน เพื่อรอกการนำไปใช้ ในขั้นตอนการล้างกระบะวัสดุขุด พบว่ามีการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง และส่งผล ต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

1.2.1) สารเคมีที่ใช้ในการล้างกระบะวัสดุขุด ได้แก่ สารทำความสะอาด สะอาด น้ำยาขจัดคราบมัน

1.2.2) อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในการล้างกระบะ ได้แก่ หลอดไฟ

1.2.3) การใช้น้ำ

2) ส่วนงานการล้างกระบะผลิตภัณฑ์

กระบะผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการล้างประกอบด้วยกระบะที่ใช้ใส่ผลิตภัณฑ์ เพื่อรอกการจำหน่าย โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

2.1) พนักงานรับกระบะเข้ามาโดยฝ่ายรับส่งสินค้า ดำเนินการนับจำนวน คัดแยกกระบะ และลำเลียงกระบะที่สกปรกไปยังบริเวณล้างกระบะผลิตภัณฑ์ ด้วยรถเข็น เมื่อ พนักงานล้างกระบะเสร็จแล้ว จะนับจำนวนกระบะ และลำเลียงไปยังฝ่ายจัดเรียงสินค้า ด้วยรถเข็น เพื่อนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 เส้นทางการเคลื่อนที่ของกระบะผลิตภัณฑ์

2.2) การล้าง โดยนำกระบะที่ต้องการล้างมาแช่ในน้ำ 1 วัน ให้ให้เกิดการถ่ายต่อการล้าง หลังจากนั้นแช่น้ำเปล่า นำขึ้นมาขัดที่ละใบโดยใช้น้ำยาขจัดคราบมันและนำมาผึ่งให้แห้งเพื่อรอการนำไปใช้ สำหรับในขั้นตอนการล้างกระบะผลิตภัณฑ์พบว่ามีการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยก๊าซเรือนกระจกได้แก่

2.2.1) สารเคมีที่ใช้ในการล้างกระบะผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สารทำความสะอาด น้ำยาขจัดคราบมัน

2.2.2) อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในการล้างกระบะผลิตภัณฑ์ ได้แก่ หลอดไฟ

2.2.3) การใช้น้ำ

2.3) ปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของการใช้งานผลิตภัณฑ์

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์บัญชีรายการสารขาเข้า และสารขาออกเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลปฐมภูมิได้จากการใช้งานจริง เช่น การวัด การชั่ง น้ำหนัก และการทำสมดุลมวล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ ประกอบด้วยปริมาณการผลิต ปริมาณการใช้สารอนุภาค การใช้วัตถุดิบหลักการใช้วัสดุและสารเคมี และข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.1) การซັกล้าง

ประกอบด้วยสารขาเข้า ได้แก่ วัตถุดิบ (กระบะวัตถุดิบที่สกปรก) สารเคมี (น้ำยาขจัดคราบไขมัน) และพลังงานไฟฟ้า หลอดไฟ ข้อมูลสารขาออก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (กระบะวัตถุดิบที่สะอาด) ของเสียที่เกิดขึ้นมลพิษทางน้ำ (น้ำทิ้ง) และมลพิษทางอากาศ

2.3.2) การล้างกระบะผลิตภัณฑ์

ประกอบด้วยสารขาเข้า ได้แก่ วัตถุดิบ (กระบะผลิตภัณฑ์ที่สกปรก) สารเคมี (น้ำยาขจัดคราบไขมัน) ข้อมูลสารขาออก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (กระบะผลิตภัณฑ์ที่สะอาด) ของเสียที่เกิดขึ้น มลพิษทางน้ำ (น้ำทิ้ง) และมลพิษทาง อากาศ

ตารางที่ 4.5 สารขาเข้าและสารขาออกของการใช้งานผลิตภัณฑ์

ส่วนงาน	สารขาเข้า	สารขาออก
1. การชักล้าง	วัตถุดิบ : กระบะวัตถุดิบที่สกปรก สารเคมี: น้ำยาขจัดคราบไขมัน น้ำประปา พลังงาน : หลอดไฟ	วัตถุดิบ : กระบะวัตถุดิบที่สะอาด พลังงาน: น้ำทิ้ง
2. การล้างกระบะผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ : กระบะ ตะแกรงที่สกปรก สารเคมี : น้ำยาขจัดคราบไขมัน น้ำประปา	วัตถุดิบ : กระบะ ตะแกรงที่สะอาด พลังงาน : น้ำทิ้ง

3) อุปกรณ์ และเอกสารที่มีในกรณีศึกษา

การสำรวจสภาพแวดล้อม ลักษณะการทำงาน อุปกรณ์และเอกสารประกอบการ ประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่า สภาพแวดล้อม ลักษณะการทำงาน อุปกรณ์ และเอกสารโดยส่วนใหญ่เอื้อประโยชน์ต่อการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น มีบางประเด็นที่ต้องแก้ไขปรับปรุง เช่น การบันทึกข้อมูลยังไม่เพียงพอ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณวัตถุดิบ ไฟฟ้า (อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า) น้ำและสารเคมี เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปลักษณะการเก็บข้อมูลของแต่ละส่วนงาน ได้ดังนี้

3.1) ส่วนงานการชักล้าง

การล้างกระบะวัตถุดิบ ของกรณีศึกษามี แบบฟอร์มในการบันทึกปริมาณกระบะ (ตารางที่ 4.6) โดยการบันทึกข้อมูลเริ่มจากพนักงานบันทึกปริมาณกระบะในแต่ละวันลงในแบบฟอร์ม

ตารางที่ 4.6 แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณกระบะวัตถุดิบ

ลำดับ	วันที่	1	2	3	4	5	6
	รายการ						
1	กระบะ						

3.2) ส่วนงานการล้างกระบะผลิตภัณฑ์

การล้างกระบะผลิตภัณฑ์ มีแบบฟอร์มการบันทึกปริมาณกระบะ (ตารางที่ 4.7) เริ่มจากพนักงานบันทึกปริมาณกระบะในแต่ละวันลงในตารางบันทึกข้อมูลและส่งให้กับพนักงานธุรการเพื่อบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 4.7 แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณกระษะผลิตภัณฑ์

รายการ	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3	รอบ 4	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ

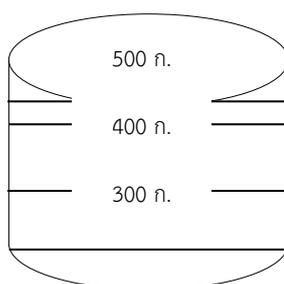
4.2.3.2 การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลในการใช้งานผลิตภัณฑ์

จากผลการสำรวจเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้งานผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน พบว่า การจัดเก็บข้อมูลยังไม่เพียงพอ จึงได้ทำการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลที่สะดวกรวดเร็วและได้ข้อมูลที่ตรงกับ ความจริงที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของการเก็บข้อมูลวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานในการเก็บข้อมูลและน้ำเอกสารในการบันทึกข้อมูลมาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมสำหรับการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับการออกแบบการจัด เก็บข้อมูลแบ่งหัวข้อในการพิจารณาเป็น 3 หัวข้อหลัก ๆ คือ 1) ปริมาณกระษะ 2) ปริมาณสารเคมี และ 3) ปริมาณไฟฟ้าและปริมาณน้ำ ซึ่งประกอบด้วย

1) ส่วนงานการซ้กล้าง

การล้างกระษะวัตถุติดได้มีการกำหนดร่วมกันกับทางฝ่ายควบคุมคุณภาพ คือ น้ำ 4 อ่าง ขนาดอ่างละ 10,000 ลิตร ใช้สารเคมี 500 กรัม แต่ปริมาณสารเคมีนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามปริมาณกระษะโดยได้ปรับวิธีการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลใหม่ ดังนี้

1.1) ผู้ปฏิบัติงาน ดูขีดบอกปริมาตรข้างกระป๋องก่อนการตักสารเคมี (ภาพที่ 4.18) บันทึกปริมาณสารเคมีที่ใช้ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล (ตารางที่ 4.6) และบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 4.18 กระป๋องที่แสดงขีดวัดปริมาตร

ตารางที่ 4.8 แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณสารเคมีของการล้างกระเบะวัตถุดิบเป็นรายวัน

วันที่	ครั้งที่	ปริมาณสารเคมี (กรัม)	ผู้บันทึก	หมายเหตุ
1	1			
	2			
	3			
2	1			
	2			
	3			

ตารางที่ 4.9 แบบฟอร์มการบันทึกปริมาณล้างวัตถุดิบเป็นรายวัน

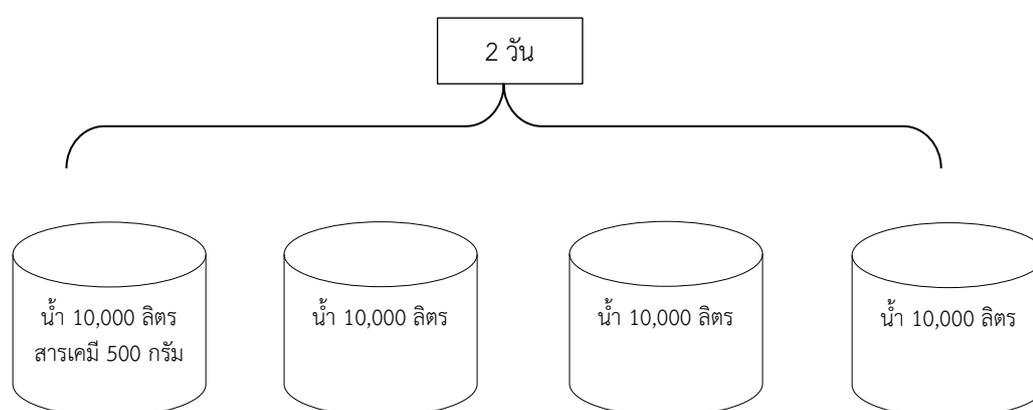
วันที่	ปริมาณไฟ (kwh)	ปริมาณน้ำ 1(m ³)	ปริมาณน้ำ 2(m ³)	ปริมาณน้ำ 3(m ³)
1				
2				
3				

2) ส่วนงานล้างกระเบะผลิตภัณฑ์

ในส่วนงานการล้างกระเบะผลิตภัณฑ์เดิมมีการบันทึกเพียงปริมาณกระเบะจึงได้มีการออกแบบใหม่ให้พนักงานจะต้องบันทึกปริมาณกระเบะ ชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดและปริมาณสารเคมีดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1) ปริมาณกระเบะผลิตภัณฑ์ การบันทึกข้อมูลยังคงเดิม คือ ผู้ปฏิบัติงานบันทึกปริมาณ กระเบะลงในแบบฟอร์มทุกวัน และบันทึกข้อมูล

2.2) ปริมาณสารเคมี ในการล้างกระเบะผลิตภัณฑ์ ได้มีการกำหนดปริมาณสารเคมีกับการล้าง กระเบะร่วมกันกับทางฝ่ายควบคุมคุณภาพกล่าวคือ ดังที่ใช้แช่น้ำยาที่ใช้สำหรับการล้างกระเบะ จะใช้สารเคมีในถังแรก ใส่สารเคมี 500 กรัม กิโลกรัมดังแสดงในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ปริมาณการผสมน้ำกับสารเคมีของส่วนงานล้างกระบะ

4.2.3.3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการทำงานผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.10 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่า EF (kg CO ₂ - eq/หน่วย)	แหล่งอ้างอิง ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (EF)	ผลคูณ (kg CO ₂ -eq)
ไฟฟ้า	1.608	กิโลวัตต์ ต่อชั่วโมง	0.5610	แนวทางการประเมิน คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ ผลิตภัณฑ์ (ไฟฟ้า)	0.9
น้ำประปา	40,000	ลิตร	0.0003	การใช้ทรัพยากรและ พลังงานของหน่วยสนับสนุน	12
น้ำเสีย	32,000	ลิตร	0.0004	การใช้ทรัพยากรและ พลังงานของหน่วยสนับสนุน	12.8

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่า ภาพรวมปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 25.7 kg CO₂-eq โดยน้ำเสียปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์
มากที่สุด รองลงมา น้ำประปา และ ไฟฟ้า ตามลำดับ

4.2.4 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการกำจัดซาก

การกำจัดของเสียหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ ประเมินจากการทิ้งลงสู่ถังขยะและนำไป
กำจัดโดยกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ของเสียที่เกิดหลังจากการบริโภค คือ ภาชนะบรรจุเท่านั้น
และการกำจัดของเสีย ทำโดยการฝังกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการขนส่ง ที่ใช้การขนส่งของเสียไปยัง
จุดฝังกลบ คือ โรงกำจัดมูลฝอย อ่อนนุช การขนส่งด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดบรรทุก 10 ตัน ระยะ
ทางการขนส่ง 56 กิโลเมตร (ไปกลับ)

ซากภาชนะบรรจุสินค้าหลังบริโภคผลิตภัณฑ์ฟู้ดพีเค็ค คือ กล่องใส่ผลิตภัณฑ์ฟู้ดพีเค็ค
ขนาดบรรจุ 20 ชิ้น โดยเป็นกล่องกระดาษที่ปลอดภัยสำหรับอาหารและเครื่องดื่ม (food
grade) น้ำหนัก 125 กรัม สำหรับน้ำหนักจริงของซากภาชนะบรรจุหลังจากบริโภคอยู่ที่ 130 กรัม
โดยประมาณ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาคำนวณช่วงหลังการใช้งาน (Final disposal) จำนวน
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน ได้ดังนี้

จากสูตร

$$E_{EoL} = \sum [(1-R_{R,i}) \times E_{d,i}] + E_{tw}$$

$$E_{EoL} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการจัดการซากผลิตภัณฑ์}$$

$$R_{R,i} = \text{อัตราการรีไซเคิลวัสดุประเภท } i$$

$$E_{d,i} = \text{ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการของเสียขั้นสุดท้ายของวัสดุ}$$

ประเภท i

E_{tw} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งจากผลิตภัณฑ์

เมื่อแทนค่าจากสูตรแล้วพบว่า การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซาก มีค่าเท่ากับ 1.6 kg CO₂-eq โดยสามารถพิจารณารายละเอียดได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดซาก

รายการ สิ่งของที่ ขนส่ง	ปริมาณ ตัน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ยานพาหนะ	ค่า EF (kg CO ₂ - eq/ หน่วย) ของการ ขนส่งซาก ผลิตภัณฑ์	อัตรา การรี ไซเคิล วัสดุ	ค่า EF (kg CO ₂ -eq/ หน่วย) ของการ จัดการของเสีย ขั้นสุดท้ายของ วัสดุ	ผลคูณ (kg CO ₂ - eq)
กล่อง กระดาษใส่ ผลิตภัณฑ์	0.13	56	รถบรรทุก 6 ล้อ ขนาด บรรทุก 10 ตัน	0.0609	0.59	2.93	1.6

4.3 ข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้ก

ข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) ฉบับนี้จะแสดงถึงกฎข้อกำหนด และแนวทางในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้ก ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากโดยใช้แนวทางของข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์เค้ก โดยองค์การบริหารจัดเก็บก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ไปในทิศทางเดียวกัน และเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้สนใจนำไปใช้เพื่อการดำเนินการหรือการศึกษาวิจัยต่อไป

4.3.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เค้ก หมายถึง ขนมที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ โกโก้ผง ผงฟู ผงกาแฟ นมข้นจืด และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ผ่านการทำให้สุกด้วยการอบ เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

ผลิตภัณฑ์เค้กมีวัตถุดิบหลักและผลิตด้วยกระบวนการเดียวกัน แต่มีการปรุงแต่งรสและกลิ่นต่างๆ เช่น รสใบเตย รสชาเขียว เป็นต้น หรือการปรับสูตรการผลิต เช่น เค้กไขมันต่ำ เค้กหวานน้อย เป็นต้น โดยมีการปรุงแต่งนั้นๆ ไม่ได้มีผลต่อคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญ ให้พิจารณารวมเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันได้

4.3.2 เอกสารอ้างอิง

4.3.2.1 คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

4.3.2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. - ธ.ก.ส. ประเภทอาหาร ผลิตภัณฑ์เค้ก มก. - ธ.ก.ส.

053/2549

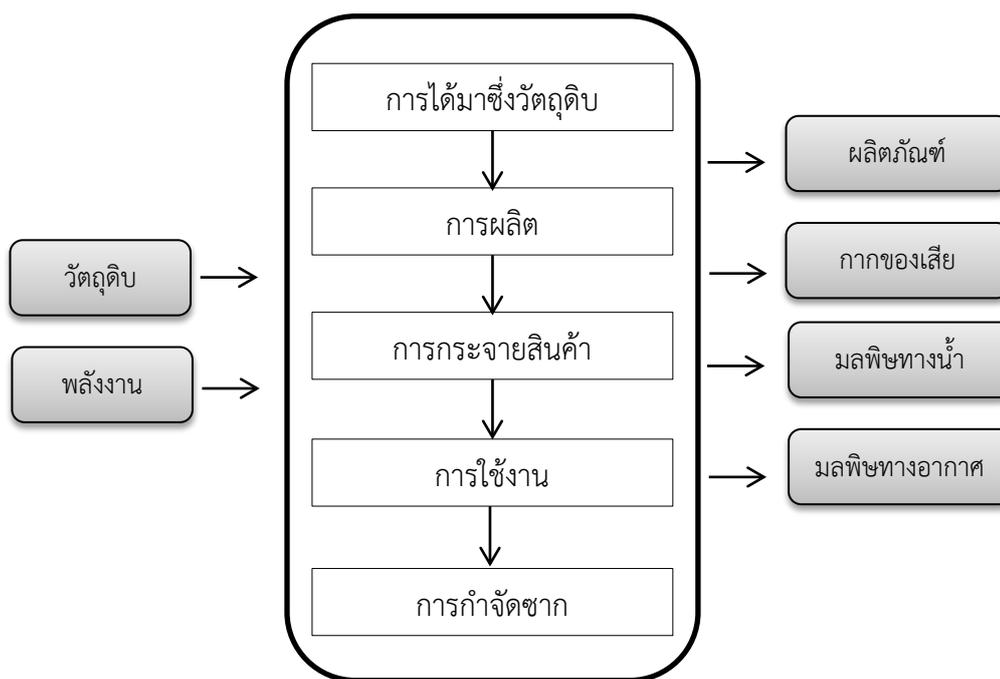
4.3.3 บทนิยาม

ผลิตภัณฑ์เค้ก หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลี เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ โกโก้ผง ผงฟู ผงกาแฟ นมข้นจืด และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนของหน้าเค้ก และส่วนของตัวเค้ก นำไปอบที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม

ปริมาณสารขาเข้า หมายถึง ปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงาน
 ปริมาณสารขาออก หมายถึง ปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม ของเสียและ
 มลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

4.3.4 ขอบเขตการประเมิน

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตาม PCR ฉบับนี้ให้พิจารณาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์แค่ก แบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C) คือ การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบเข้าโรงงาน การผลิต การกระจายสินค้า การใช้งานและการจัดการซากผลิตภัณฑ์ สำหรับกระบวนการผลิตในขอบเขตที่พิจารณา ให้พิจารณา ได้แก่ 1) กระบวนการต้นน้ำ (Upstream Process) เป็นกระบวนการสำหรับการเตรียมปรับปรุง หรือการผลิตวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นเพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการหลัก 2) กระบวนการหลัก (Core Process) เป็นกระบวนการหลักหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์หลัก



ภาพที่ 4.20 ขอบเขตของระบบที่อาจกำหนดตามความต้องการของการศึกษาตามความเหมาะสม

4.3.4.1 หน่วยการทำงาน

การกำหนดหน่วยการทำงาน ให้กำหนดตามหน่วยงานการทำงานที่วาง
 จำหน่ายเป็นน้ำหนักสุทธิพร้อมกับแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อ 1 กิโลกรัมไว้ด้วย

4.3.4.2 ขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถทำได้สองแบบ คือ การประเมิน
 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business, B2B) และ

ระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C)

1) ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Business, B2B) ครอบคลุมขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1.1) กระบวนการผลิตวัตถุดิบ

1.2) กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เค็ก ทั้งกระบวนการผลิตหลัก และกระบวนการผลิตสนับสนุน ได้แก่ ระบบทำความเย็น ระบบลม ระบบส่องสว่าง ระบบซ่อมบำรุง ระบบล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (นับรวม การล้างมือของผู้ปฏิบัติงาน การทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน อุปกรณ์ และการซักชุดทำงาน) ระบบการผลิตน้ำ ระบบการผลิตพลังงาน ระบบการจัดการน้ำเสีย/ของเสียที่เกิดจากการผลิต

1.3) การผลิตบรรจุภัณฑ์

1.4) การบรรจุ

1.5) การกระจายสินค้า (สิ้นสุดหน้าโรงงาน)

1.6) การขนส่งเกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน

2) ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C) ครอบคลุมขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

2.1) กระบวนการผลิตวัตถุดิบ

2.2) กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศเค็ก ทั้งกระบวนการผลิตหลัก และกระบวนการผลิตสนับสนุน ได้แก่ ระบบทำความเย็น ระบบลม ระบบส่องสว่าง ระบบซ่อมบำรุง ระบบล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (นับรวม การล้างมือของผู้ปฏิบัติงาน การทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน อุปกรณ์ และการซักชุดทำงาน) ระบบการผลิตน้ำ ระบบการผลิตพลังงาน ระบบการจัดการน้ำเสีย/ของเสียที่เกิดจากการผลิต

2.3) การผลิตบรรจุภัณฑ์

2.4) การบรรจุ

2.5) การกระจายสินค้า (จากโรงงานไปที่ศูนย์กระจายสินค้าหรือจุดขายหลัก)

2.6) การจัดจำหน่าย (หากมีการแช่เย็น ณ จุดขาย)

2.7) การบริโภค

2.8) การจัดการของเสียหลังการบริโภค

2.9) การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน

3) ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ไม่นับรวม ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่อไปนี้

3.1) กิจกรรมสำนักงาน

3.2) กิจกรรมการวิจัยและพัฒนา

3.3) กิจกรรมการควบคุมและประกันคุณภาพ (QA และ QC)

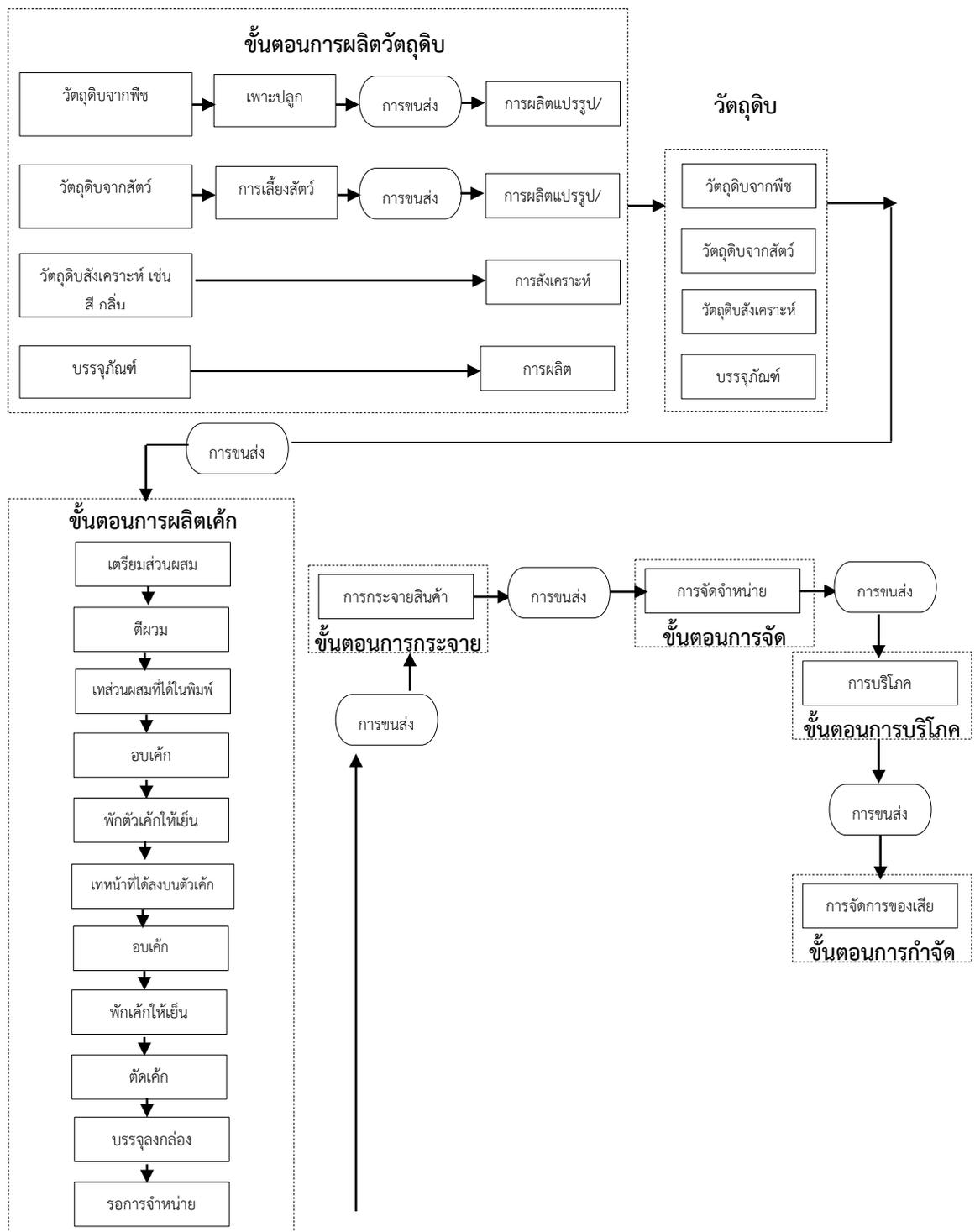
3.4) การผลิตวัสดุเชิงต้นทุน เช่น อาคารสำนักงาน โรงงาน เครื่องจักรกล และวัสดุอุปกรณ์เป็นต้น

3.5) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีการหมุนเวียนซ้ำ เช่น

ตะกร้า พิมพ์เค้ก เป็นต้น

- 3.6) การใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิต
- 3.7) การขนส่งโดยสัตว์
- 3.8) การเดินทางของพนักงาน
- 3.9) การเดินทางของผู้บริโภคไปยังร้านค้าปลีก

4.3.4.3 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก





ภาพที่ 4.21 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ

4.3.5 การเก็บข้อมูลแต่ละขั้นตอนในตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

4.3.5.1 ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ (Upstream Process)

1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล

1.1) รายการและปริมาณของในการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ และสารสังเคราะห์ เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบจากพืช อาหารสัตว์ วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบจากสัตว์ สารเคมี ที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบสังเคราะห์ เป็นต้น

1.2) รายการและปริมาณของวัสดุที่ใช้การผลิตบรรจุภัณฑ์

1.3) ทรัพยากรน้ำ พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ และบรรจุภัณฑ์

1.4) การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต

2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

2.1) ข้อมูลสารขาเข้าที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ

2.1.1) การปลูกพืช

2.1.2) การเลี้ยงสัตว์

2.1.3) การผลิตสารสังเคราะห์

2.1.4) การผลิตบรรจุภัณฑ์

2.1.5) สารเคมี โดยพิจารณาองค์ประกอบของสารเคมีจากเอกสาร

MSDS ของสารเคมี

2.1.6) พลังงานได้แก่ ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง พลังงานทางเลือกหรือ

พลังงานทดแทน

2.1.7) น้ำที่ใช้ในการผลิต

2.1.8) วัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ เช่น ถังมือ กระดาษป้ายบ่งชี้ เป็นต้น

2.2) ข้อมูลสารขาออกที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ ได้แก่

2.2.1) น้ำที่ใช้ในการผลิต

2.2.2) วัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ เช่น ถังมือ กระดาษป้ายบ่งชี้ เป็นต้น

2.2.3) มลพิษที่เกิดขึ้นและระบายลงสิ่งแวดล้อม

2.2.4) ของเสียที่เกิดขึ้นและนำออกไปบำบัดภายนอกโรงงานผลิต

3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

3.1) ข้อมูลปฐมภูมิการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

3.1.1) การผลิตวัตถุดิบจากพืช

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการปลูกพืช เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย สารเคมี เป็นต้น

3.3.2) การผลิตวัตถุดิบจากสัตว์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น อาหารสัตว์ เวชภัณฑ์ วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

3.3.3) การผลิตวัตถุดิบจากการสังเคราะห์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ สารขาเข้าและสารขาออกที่นำมาสังเคราะห์ เช่น สารสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบสังเคราะห์ เช่น สารเคมีอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของสึผสมอาหาร

3.3.4) การผลิตบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกที่นำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น ชนิดและปริมาณเม็ดพลาสติก เยื่อกระดาษ สารเคมี เป็นต้น

3.2) ข้อมูลปฐมภูมิในขั้นตอนของการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สังเคราะห์ และบรรจุภัณฑ์

3.2.1) ข้อมูลปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.2.1.1) ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้ให้ใช้ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักร

3.2.1.2) หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้และไม่มีข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักรให้ใช้ข้อมูลจากการปันส่วนจากข้อมูลพลังงานโดยรวมที่สามารถรวบรวมได้

3.2.1.3) กรณีการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น ก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต จะไม่มีค่า Emission Factor จากการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้แต่จะคิดเพียงแค่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งและการเผาไหม้เท่านั้น

3.2.2) ข้อมูลวิธีการขนส่งวัตถุดิบ/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

ข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

3.2.3) ข้อมูลประเภท ปริมาณและวิธีการจำกัดของเสีย

3.2.4) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกโดยตรงจากการเผาปลุก การเลี้ยงสัตว์ กระบวนการผลิต หรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยตรวจวัดจริงหรือคำนวณตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลจริง

4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้า และปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูล 1 ปีย้อนหลัง หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

5) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เรียงลำดับดังนี้

- 5.1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย
- 5.2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed Publication)
- 5.3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมและฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ
- 5.4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์การระหว่างประเทศ เช่น IPCC หรือสหประชาชาติ

4.3.5.2 ขั้นตอนการผลิต (Core Process)

- 1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล
 - 1.1) รายการและปริมาณของวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟเพ็ค์ ทั้งวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์และบรรจุภัณฑ์
 - 1.2) ทรัพยากรน้ำ พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เค็ก
 - 1.3) การขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เค็ก
 - 1.4) การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต
- 2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น
 - 2.1) ข้อมูลสารขาเข้าที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิต ทั้งกระบวนการผลิตหลัก (Core Process) และกระบวนการผลิตสนับสนุน (Support Process) ได้แก่
 - 2.1.1) วัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ ที่เป็นส่วนผสมเค็ก และบรรจุภัณฑ์
 - 2.1.2) สารเคมี โดยพิจารณาองค์ประกอบของสารเคมีจากเอกสาร MSDS ของสารเคมี
 - 2.1.3) พลังงาน ได้แก่ ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน
 - 2.1.4) น้ำที่ใช้ในการผลิต
 - 2.1.5) วัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่นถุงมือ กระดาษป้ายบ่งชี้ เป็นต้น
 - 2.2) ข้อมูลสารขาออกที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิต ทั้งกระบวนการผลิตหลัก (Core Process) และกระบวนการผลิตสนับสนุน (Support Process) ได้แก่
 - 2.2.1) ผลิตภัณฑ์หลักจากการผลิต
 - 2.2.2) ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากการผลิต
 - 2.2.3) มลพิษที่เกิดขึ้นและระบายสู่สิ่งแวดล้อม
 - 2.2.4) ของเสียที่เกิดขึ้นและนำออกไปบำบัดภายนอกโรงงานผลิต
 - 2.3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ
 - ข้อมูลปฐมภูมิในขั้นตอนการผลิตเค็ก
 - 2.3.1) ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกของ

กระบวนการผลิตหลัก เช่น วัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ ที่เป็นส่วนผสมคัก บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

2.3.2) ข้อมูลปริมาณสารขาเข้า และขาออกของกระบวนการผลิต
สนับสนุน เช่น ระบบลม ระบบทำความเย็น ระบบส่องสว่าง ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น หลักการ
ได้มาของข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

2.3.2.1) ปริมาณน้ำเสียที่ได้จากการตรวจวัดจริง

2.3.2.2) หากไม่มีการตรวจวัดจริงให้กำหนดสมมติฐานให้เกิด
ปริมาณน้ำเสีย คิดเป็นปริมาณร้อยละ 80 ของน้ำที่ใช้ทั้งหมด

2.3.2.3) หากไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ณ สถานที่ผลิตแต่ส่งน้ำ
เสียไปบำบัดที่อื่น (เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียของหลายโรงงาน หรือระบบบำบัดน้ำเสียกลางของนิคม
อุตสาหกรรม) คิดการปันส่วนตามอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์

2.3.2.4) หากส่งน้ำเสียไปบำบัดที่อื่น (เช่น ระบบบำบัดน้ำเสีย
ร่วมของหลายโรงงาน หรือระบบบำบัดน้ำเสียกลางของนิคมอุตสาหกรรมและไม่สามารถหาอัตรา
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ให้คิดการปันส่วนตามปริมาตรน้ำเสีย

2.3.3) ข้อมูลปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลักและ
สนับสนุน

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

2.3.4) ข้อมูลวิธีการขนส่งวัตถุดิบ/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

ข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

2.3.5) ข้อมูลประเภท ปริมาณและวิธีการจัดการของเสีย

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกโดยตรงจากการ
เผาปลุก การเลี้ยงสัตว์ กระบวนการผลิต หรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยการตรวจวัดจริง หรือ
คำนวณตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลจริง

2.4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกของ
ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยให้ใช้ข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลา
อย่างน้อย 1 ปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

กรณีที่มีผู้จัดหาวัตถุดิบมากกว่า 1 รายในวัตถุดิบชนิดเดียวกัน ควร
ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายหรือกรณีที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ให้จากผู้จัดหาวัตถุดิบที่
มีการจัดส่งปริมาณมากที่สุด

2.4.1) การประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบและชิ้นส่วนงานประกอบ

ทำการประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมด ซึ่งต้องรวบรวม
ตามเงื่อนไขช่วงเวลาในการจัดทำข้อมูล

2.4.2) การประเมินปริมาณการใช้พลังงานและทรัพยากร

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

(1.2.4.2หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้ให้ใช้ข้อมูลทางเทคนิค

ของเครื่องจักร

(2.2.4.2 หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้และไม่มีข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักรให้ใช้ข้อมูลจากการป้อนส่วนจากข้อมูลพลังงานโดยรวมที่สามารถรวบรวมได้

(1.2.4.2 กรณีการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น ก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต จะไม่มีค่า Emission Factor จากการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้แต่จะคิดเพียงแค่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งและการเผาไหม้เท่านั้น

2.5) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทฤษฎีภูมิ

ข้อมูลทฤษฎีภูมิ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูลทฤษฎีภูมิจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เรียงลำดับดังนี้

2.5.1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย

2.5.2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed Publication)

2.5.3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมและฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ

2.5.4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์การระหว่างประเทศ เช่น IPCC หรือสหประชาชาติ

2.6) สถานการณ์สมมติ (Scenario setting)

2.6.1) ข้อมูลการขนส่งของเสียจากการผลิต

การขนส่งของเสียจากกระบวนการผลิต หากไม่สามารถประเมินด้วยวิธีการประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและวิธีการประเมินด้วยหน่วยการขนส่ง (ตัน+ กิโลเมตร) ให้กำหนดสถานการณ์สมมติของการขนส่งดังต่อไปนี้

2.6.1.1) ของเสียอันตรายที่ต้องจัดการด้วยบริษัทที่รับจ้างกำจัด ดังนี้

- ระยะทางขนส่ง 700 กิโลเมตร
- รูปแบบการขนส่ง รถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด

32 ตัน

เที่ยวกลับเติมน้ำหนักบรรทุก

- อัตราการขนส่งกำหนดเที่ยวมาไม่มีการบรรทุกและ

40 กิโลเมตร

2.6.2) เศษของเสียที่ต้องทิ้งกำจัดเป็นมูลฝอยชุมชน ระยะทางขนส่ง

2.6.2.1) รูปแบบการขนส่งรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน

2.6.2.2) อัตราการขนส่งกำหนดเที่ยวมาไม่มีการบรรทุกและ

เที่ยวกลับเติมน้ำหนักบรรทุก

2.6.3) เศษวัสดุหรือของเสียนั้นถูกจำหน่ายเป็นเศษวัสดุให้ประเมิน

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น “ศูนย์”

2.7) เงื่อนไขอื่นๆ

2.7.1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

ให้เก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

2.7.2) การปันส่วน

2.7.2.1) ผลិតภัณฑ์หลัก (แค่คุณภาพมาตรฐาน) กับผลิตภัณฑ์ของเสียที่มีมูลค่าและจัดการของเสียนั้นด้วยการขายแค่คุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ไม่ใช่หลักการปันส่วนให้ผลิตภัณฑ์หลักรับภาระปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้รายการและชนิดสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด

2.7.2.2) หลักการปันส่วนของระบบแสงสว่าง ให้พิจารณาปันส่วนตามพื้นที่ทำงานในแต่ละกระบวนการผลิต หรือตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

2.7.2.3) หลักการปันส่วนของระบบการสนับสนุนการผลิตอื่นๆ เช่น ระบบซ่อมบำรุง เป็นต้น ให้ใช้หลักการปันส่วนตามน้ำหนักระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

2.7.3) การตัดออก

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่มีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม สามารถพิจารณาตัดออกได้ แต่ต้องตัดออกไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม และหากมีการตัดออกของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ต้องมีการคำนวณเพื่อปรับผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุดท้ายโดยการปรับตัวเลขคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น หากการตัดออก 5 เปอร์เซ็นต์ได้ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็น 1 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการรายงานผลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ต้องปรับเป็น 1.05 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2.7.4) ในกรณีที่มีการผลิตหลายแหล่ง

กรณีที่มีสถานที่ผลิตมากกว่า 1 แห่งให้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยพิจารณาสัดส่วนการผลิตจากการผลิตประจำปีและใช้ค่าเฉลี่ยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของทุกสถานที่แบบถ่วงน้ำหนัก

4.3 การประเมินการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค

การวิเคราะห์การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการ พิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภคจำนวน 400 คน โดยใช้แบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปพฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภคการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนการใช้ฉลากคาร์บอน ในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ และข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถามหลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคลกับพฤติกรรมในการเลือกซื้อและความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนกับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณา เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 69.00) มีอายุต่ำกว่า 20 ปี (ร้อยละ 31.00) และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 5,000 บาท (ร้อยละ 28.00)

2) พฤติกรรมในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่มีความถี่ ในการเลือกซื้อน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 78.50) เป็นการซื้อรับประทานเอง (ร้อยละ 65.75) ในช่วงเวลาเย็น (ร้อยละ 31.25) เหตุผลการเลือกซื้อและสถานที่ในการเลือกซื้อของผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเลือกตอบได้หลายข้อ ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลเป็นจำนวนที่เลือกทั้งหมด พบว่าส่วนใหญ่เป็นรสชาติที่ถูกปาก คุณค่าทางโภชนาการ ราคา ปริมาณและความอึดท้อง เป็นต้น

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามในการประเมินผลการรับรู้

	ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	124	31.00
	หญิง	276	69.00
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	124	31.00
	20 ปี	98	24.50
	21 ปี	79	19.75
	22 ปี	61	15.25
	มากกว่า 22 ปี	38	9.50

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามในการประเมินผลการรับรู้

	ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 5,000 บาท	112	28.00
	5,001-10,000 บาท	67	16.75
	10,001-15,000 บาท	84	21.00
	15,001-20,000 บาท	67	16.75
	มากกว่า 20,000 บาท	70	17.50

ตารางที่ 4.13 พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้กของผู้บริโภค

พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
ความถี่ในการเลือกซื้อ	น้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์	314	78.50
	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	47	11.75
	4-5 ครั้งต่อสัปดาห์	39	9.75
	ลักษณะการเลือกซื้อ		
ซื้อเอง	263	65.75	
สมาชิกในครอบครัวซื้อ	102	25.50	
ญาติ/เพื่อนซื้อให้	35	8.75	
ช่วงเวลาในการซื้อ	ช่วงเช้า (9.00-11.00 น.)	111	27.75
	ช่วงเที่ยง (11.00-13.00 น.)	57	14.25
	ช่วงบ่าย (13.00-16.00 น.)	59	14.75
	ช่วงเย็น (16.00-19.00 น.)	125	31.25
	ช่วงค่ำ (19.00 น. เป็นต้นไป)	48	12.00
	เหตุผลในการเลือกซื้อ (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	รสชาติที่ถูกปาก	246
รูปลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดใจ		74	8.81
ปริมาณและความอึดท้อง		84	10.00
ราคา		89	10.60
คุณค่าทางโภชนาการ		92	10.95
ตราชื่อ/แบรนด์		82	9.76

สถานที่จำหน่าย	86	10.24
การบริการของพนักงานขาย	49	5.83
การส่งเสริมการขาย (โฆษณา)	38	4.52

3) การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภค จากผลการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภค พบว่าในภาพรวมมีระดับการรับรู้ปานกลางโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.23 (จากคะแนนเต็ม 5) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ารับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภคอยู่ในระดับการรับรู้มากในประเด็นของความจำเป็นที่ต้องมีการแสดงฉลากคาร์บอนและการแสดงฉลากคาร์บอนส่งผลให้ ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการลดโลกร้อนส่วนการรับรู้ของผู้บริโภคในระดับปานกลางพบในประเด็นของคำนิยามของฉลากคาร์บอน สื่อในรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่มี และไม่มีการแสดงฉลากคาร์บอน ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ระดับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภค

การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับการรับรู้
1. ความหมายของฉลากคาร์บอน	3.01±0.95	ปานกลาง
2. ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่มีและไม่มีการแสดงฉลากคาร์บอน	2.87±1.12	ปานกลาง
3. สื่อที่รับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน	2.95±1.10	ปานกลาง
4. ความจำเป็นที่ต้องมีการแสดงฉลากคาร์บอน	3.67±0.99	มาก
5. การแสดงฉลากคาร์บอนส่งผลให้มีส่วนร่วมในการลดโลกร้อน	3.65±1.08	มาก
รวม	3.23±1.05	ปานกลาง

4) ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน กับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.78 คือตัวแปรทั้งสองตัว ข้างต้นมีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับสูงหมายความว่าเมื่อผู้บริโภคมีระดับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนมากขึ้น จะทำให้ผู้บริโภคมีความคิดเห็นในการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศมากขึ้นตามไปด้วยดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ

	การรับรู้กับการใช้ฉลากคาร์บอน			ระดับความสัมพันธ์
	r	Sig.	ทิศทางของความสัมพันธ์	
การใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อ	0.78	0.00	ทิศทางเดียวกัน	สูง

ผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก				
----------------------	--	--	--	--

5) การใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กจากผลการประเมินการใช้ฉลากในการพิจารณาเลือกซื้อของผู้บริโภค พบว่า ในภาพรวมมีระดับการใช้ปานกลางโดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.33 (จากคะแนนเต็ม 5) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าการใช้ ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กอยู่ในระดับมากในประเด็นของการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดงฉลากคาร์บอนและการเลือกซื้อหากมีการรณรงค์การลดโลกร้อนส่วนการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อระดับปานกลางพบในประเด็นของการแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้การตัดสินใจซื้อเร็วยิ่งขึ้นมากกว่ารูปลักษณ์ สี สัน และรสชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ระดับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้ก

การใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับการคิดเห็น
1. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน	3.45±0.95	มาก
2. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน มากกว่ารสชาติ	3.27±1.01	ปานกลาง
3. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน มากกว่ารูปลักษณ์และสี สัน	3.32±1.04	ปานกลาง
4. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อฟฟี่เค้กที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอนหากมีการรณรงค์การลดโลกร้อน	3.51±1.02	มาก
5. การแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้ท่านตัดสินใจ ซื้อเร็วขึ้น	3.37±1.01	ปานกลาง
รวม	3.38±1.01	ปานกลาง

6) ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 คนมีผู้ เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ จำนวน 121 คน พบว่า ส่วนใหญ่เสนอให้มีการความรู้เกี่ยวฉลากคาร์บอน ความสำคัญของฉลากคาร์บอน และควรให้ความรู้ถึงประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับอันเกิดจากการบริโภคสินค้าที่มีฉลากคาร์บอน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้กนี้ จากการศึกษารายละเอียดครอบคลุมการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งและกระจายสินค้า การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์สามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก คณะผู้วิจัยดำเนินการประเมินในส่วนของผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้กขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม โดยลักษณะของกระบวนการผลิตเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การทำตัวเค้ก การทำหน้าเค้ก การอบ และการบรรจุ ซึ่งกระบวนการผลิตจะมีการแบ่งแยกห้องกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับกระบวนการผลิตนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนตัวเค้กและส่วนหน้าเค้ก สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก ประกอบด้วย แป้งสาลี เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ โกโก้ผง ผงฟู ผงกาแฟ นมข้นจืด และเม็ดมะม่วงหิมพานต์

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำตาลทรายขาวมากที่สุด รองลงมา นมข้นจืด และ ไข่ไก่ ตามลำดับ สำหรับกระบวนการผลิต ด้านไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมา ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) (การเผาไหม้) ตามลำดับ ในขณะที่การใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่า ภาพรวมปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 25.7 kg CO₂-eq โดยน้ำเสียปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา น้ำประปา และ ไฟฟ้า ตามลำดับ

การกำจัดของเสียหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ ประเมินจากการทิ้งลงสู่ถังขยะและนำไปกำจัดโดยกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ของเสียที่เกิดหลังจากการบริโภค คือ ภาชนะบรรจุเท่านั้น และการกำจัดของเสีย ทำโดยการฝังกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการขนส่ง ที่ใช้การขนส่งของเสียไปยังจุดฝังกลบ คือ โรงกำจัดมูลฝอย อ่อนนุช การขนส่งด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดบรรทุก 10 ตัน ระยะทางการขนส่ง 56 กิโลเมตร (ไปกลับ) โดยซากภาชนะบรรจุสินค้าหลังบริโภคผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก คือ กล่องใส่ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้ก ขนาดบรรจุ 20 ชิ้น โดยเป็นกล่องกระดาษที่ปลอดภัยสำหรับอาหารและเครื่องดื่ม (food grade) น้ำหนัก 125 กรัม สำหรับน้ำหนักจริงของซากภาชนะบรรจุหลังจากบริโภคอยู่ที่ 130 กรัมโดยประมาณ โดยสรุปค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการจัดการซากผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1.6 kg CO₂-eq

จากการประเมินการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้กของผู้บริโภค พบว่า พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งเค้กของ

ผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่มีความถี่ ในการเลือกซื้อน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 78.50) เป็นการซื้อรับประทานเอง (ร้อยละ 65.75) ในช่วงเวลาเย็น (ร้อยละ 31.25) เหตุผลการเลือกซื้อและสถานที่ในการเลือกซื้อของผู้ตอบ แบบสอบถามสามารถเลือกตอบได้หลายข้อ ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลเป็นจำนวนที่เลือกทั้งหมด พบว่า ส่วนใหญ่เป็นรสชาติที่ถูกปาก คุณค่าทางโภชนาการ ราคา ปริมาณและความอึดท้อง เป็นต้น สำหรับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภค จากผลการประเมินการรับรู้ของผู้บริโภคพบว่าในภาพรวมมีระดับการรับรู้ปานกลางโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.23 (จากคะแนนเต็ม 5) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ารับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภคอยู่ในระดับการรับรู้มากในประเด็นของความจำเป็นที่ต้องมีการแสดงฉลากคาร์บอนและการแสดงฉลากคาร์บอนส่งผลให้ ผู้บริโภคมีส่วนในการลดโลกร้อนส่วนการรับรู้ของผู้บริโภคในระดับปานกลางพบในประเด็นของ คำนิยามของฉลากคาร์บอน สื่อในรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่มี และไม่มีการแสดงฉลากคาร์บอน ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน กับการใช้ฉลากคาร์บอนในการ พิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.78 คือตัวแปรทั้งสองตัว ข้างต้นมี ความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับสูงหมายความว่าเมื่อผู้บริโภคมีระดับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนมากขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคมีความคิดเห็นในการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือก ซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กมากขึ้นตามไป

สำหรับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กจากผลการประเมินการใช้ฉลากในการพิจารณาเลือกซื้อของผู้บริโภค พบว่า ในภาพรวมมีระดับการใช้ปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าการใช้ ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กอยู่ในระดับมากในประเด็นของการ เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ที่ออฟฟี่เค้กที่มีการแสดงฉลากคาร์บอนและการเลือกซื้อหากมีการรณรงค์การ ลดโลกร้อนส่วนการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อระดับปานกลางพบในประเด็นของการแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้การตัดสินใจซื้อรวดเร็วยิ่งขึ้นมากกว่ารูปลักษณ์ สี สัน และรสชาติ โดยความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พบว่า ส่วนใหญ่เสนอให้มีการความรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน ความสำคัญของฉลากคาร์บอน และควรให้ความรู้ถึงประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับอันเกิดจากการบริโภคสินค้าที่มีฉลากคาร์บอน

อภิปรายผล

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโฮมเบเกอรี่มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรณีศึกษา: ผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้ก คณะผู้วิจัยดำเนินการประเมินในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้กขนาด 20 ชิ้น ต่อ 1 กล่อง ปริมาณ 125 กรัม โดยลักษณะของกระบวนการผลิตเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การทำตัวเค้ก การทำหน้าเค้ก การอบ และการบรรจุ ซึ่งกระบวนการผลิตจะมีการแบ่งแยกห้องกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับกระบวนการผลิตนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนตัวเค้กและส่วนหน้าเค้ก สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟี่เค้ก ประกอบด้วย แป้งสาลี เนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว ไข่ไก่ โกโก้ผง ผงฟู ผงกาแฟ นมข้นจืด และเม็ดยมะม่วงหิมพานต์ จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ พบว่า การได้มาซึ่งวัตถุดิบน้ำตาลทรายขาวมากที่สุด รองลงมา นมข้นจืด และ

ไข่ไก่ ตามลำดับ สำหรับกระบวนการผลิต พบว่า ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมา ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) (การเผาไหม้) ตามลำดับ ในขณะที่การใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่า น้ำเสียปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมา น้ำประปา และ ไฟฟ้า ตามลำดับ สำหรับการกำจัดของเสียหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์ ประเมินจากการทิ้งลงสู่ถังขยะและนำไปกำจัดโดยกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากการบริโภค คือ ภาชนะบรรจุเท่านั้น และการกำจัดของเสีย ทำโดยการฝังกลบ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการจัดการซากผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 1.6 kg CO₂-eq สอดคล้องกับงานวิจัยของกันตักนิษฐ์ อรุณพานิช (2553) ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ขนมปังปอนด์ในอุตสาหกรรมขนมอบ พบว่า ช่วงของการได้มาซึ่งวัตถุดิบส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด รองลงมาคือช่วงการผลิต

จากการประเมินการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค พบว่า พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค พบว่า ส่วนใหญ่มีความถี่ ในการเลือกซื้อน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นการซื้อรับประทานเอง ในช่วงเวลาเย็น เหตุผลการเลือกซื้อและสถานที่ในการเลือกซื้อ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นรสชาติที่ถูกปาก คุณค่าทางโภชนาการ ราคา ปริมาณและความอึดท้อง เป็นต้น สำหรับการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภค ในภาพรวมมีระดับการรับรู้ปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ารับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนของผู้บริโภคอยู่ในระดับการรับรู้มากในประเด็นของความจำเป็นที่ต้องมีการแสดงฉลากคาร์บอนและการแสดงฉลากคาร์บอนส่งผลให้ผู้บริโภคมีส่วนในการลดโลกร้อนส่วนการรับรู้ของผู้บริโภคในระดับปานกลางพบในประเด็นของคำนิยามของฉลากคาร์บอน สื่อในรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน และความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่มี และไม่มีการแสดงฉลากคาร์บอน ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอนกับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ พบว่า ตัวแปรทั้งสองตัว มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับสูง และได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kimura และคณะ (2010) ได้ศึกษาผลกระทบเชิงปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และการเข้าถึงการแจกแจงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในแต่ละขั้นตอนกับการยินดีที่จะจ่ายค่าสินค้ากลุ่มอาหาร พบว่า ปริมาณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ระบุมีผลต่อการยินดีที่จะจ่ายค่าสินค้าในฉลากประเภท Active-search Condition มากกว่า Read-only Condition และสินค้าที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่ำ จะมีตัวเลขของการยินดีที่จะจ่ายค่าสินค้ามากกว่าสินค้าที่มีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ปานกลาง สูงและสินค้าที่ไม่ระบุปริมาณนอกจากนี้ยังนำหลักการประเมินไปใช้ในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศจากผลการประเมินการใช้ฉลากในการพิจารณาเลือกซื้อของผู้บริโภค พบว่า ในภาพรวมมีระดับการใช้ปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าการใช้ ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศอยู่ในระดับมากในประเด็นของการ เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ที่ออฟฟิศที่มีการแสดงฉลากคาร์บอนและการเลือกซื้อหากมีการรณรงค์การ ลดโลกร้อนส่วนการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อระดับปานกลางพบในประเด็นของการแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้การตัดสินใจซื้อรวดเร็วยิ่งขึ้นมากกว่ารูปลักษณ์ สี สัน และรสชาติ โดยความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม พบว่า ส่วนใหญ่

เสนอให้มีการความรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน ความสำคัญของฉลากคาร์บอน และควรให้ความรู้ถึงประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับอันเกิดจากการบริโภคสินค้าที่มีฉลากคาร์บอน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับกระบวนการผลิตด้านไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ควรมีการแก้ไขปรับปรุงให้มีการมุ่งเน้นไปที่การลดการให้ปริมาณไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ด้วยการจัดให้มีการควบคุมคุณภาพของการทำงานเตาอบ ให้มีการตรวจเช็คและบำรุงรักษาเป็นระยะๆ แล้วหากเตาอบเครื่องใดมีอายุการใช้งานที่นานแล้ว และมีแนวทางจะปรับเปลี่ยน ให้ผู้ดำเนินการเลือกใช้เตาอบที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานที่เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลให้มีความสามารถในการใช้งานที่เชื่อมโยงกันทั้งหน่วยงานของโสมเบเกอร์มหาวิทยาลัยสวนดุสิตเพื่อใช้ข้อมูลร่วมกันได้
2. การสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับ การรับรู้ฉลากคาร์บอน และการใช้ฉลาก ในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ควรดำเนินการกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของฉลากคาร์บอนแล้วเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ที่แท้จริงของผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์
3. สนับสนุนให้เกิดการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ เพิ่มเติม ให้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดยใช้แนวทางที่ได้จากการศึกษานี้ แต่ต้องประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับผู้ประกอบการเฉพาะราย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- กัณฑ์กนิษฐ อรุณพานิช. (2553). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ขนมปังปอนด์ในอุตสาหกรรมขนมอบ*. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). *ชุดยุทธศาสตร์การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เชิงบูรณาการ*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556). *อิเล็กทรอนิกส์เชิงบูรณาการ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ:
- กฤษกร เจียมจำรัสศิลปะ และคณะ. (2557). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของสีผง*. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด (2548). *กรณีศึกษาเรื่อง การเตรียมฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบเชิงนิเวศฐานเศรษฐกิจ*. ฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตโรตารีคอมพิวเตอร์เซอร์ (เอกสารประกอบการสัมมนา). กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). *การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล*. พิมพ์ครั้งที่ 7 : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันจิรา หะยียามา. (2547). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของสายไฟชนิดพีวีซีและสายไฟชนิดที่ใช้วัสดุทดแทนพีวีซี*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมความปลอดภัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จิตรลดา โกลสินทรานนท์. (2549). *แนวทางการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. โครงการศึกษาทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*.
- จุฑารัตน์ ชุนหะศรี. (2556). *พฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์:กรณีศึกษาบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเทศบาลตำบลเมืองแกลง จังหวัดระยอง*. *วารสารวิทยบริการ*. 24(3). หน้า 82-93.
- เจ็ด สุวรรณรัตน์. (2551). *ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม*. ค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2559. จาก <http://tccnature.wordpress.com/2008/01/07/ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม>.
- ชนาธิป อ่อนหวาน. (2553). *ความรู้ความเข้าใจและทัศนคติที่มีผลต่อแนวโน้มพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าที่มีฉลากคาร์บอนของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร*. *ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.
- ชลิตา สุวรรณ. (2554). *การประเมินวัฏจักรชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง*. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 21(2). หน้า 463-471
- ดารณี เจริญสุข. (8 เมษายน 2552). *คาร์บอนเครดิต/ฉลากคาร์บอน/คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ช่วยลดภาวะโลกร้อน*. ผู้จัดการออนไลน์.

- เทียนไชย จงพีร์เพียร. (2553). *ทำไมต้องกระจายชนิดเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า(ตอนที่ 1)*. ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2553, จาก http://www.eppo.go.th/Thaienergynews/Energy_blog/showdetailblog.aspx?ObjectID=53.
- ธนัท ชัยสุขโกศล. (2551). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของชิ้นส่วน Header Assembly ในเครื่องปรับอากาศ*. สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.ถ่ายเอกสาร.
- ธำรงค์ มุ่งเจริญ. (2551). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์*. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- นรรัตน์ รอดประเสริฐ. (2548). *การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). ขอนแก่น :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ เอี่ยมหนู. (2553). *ปัจจัยและกลยุทธ์การขอขึ้นทะเบียนฉลากลดคาร์บอนในประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์ (วท.ม.) (การจัดการสิ่งแวดล้อม). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ปริญญา บุญกนิษฐ วรรณเจตต์ อภิขจรศิลป์ และเก่งพล อรรถกร (2549). การปรับปรุงผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจในระดับแนวคิดด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์อย่างง่ายกรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตปลาสีเล็กทรอนิกส์. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 16(4) ต.ค.-ธ.ค.2549.
- ประสพชัย พสุนนท์. (2553). *สถิติธุรกิจ*. ศูนย์วิทยบริการ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัมย์. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 22 (1).หน้า 1-12.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. (2552). *ข้อมูล Home Bakery โครงการอาหารกลางวัน 2*. ค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2557. จาก <http://www.dusit.ac.th>.
- รัตนาวรรณ มั่งคั่ง. (2552). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์และฉลากคาร์บอนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างไร*. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลักขณา เจริญสุข รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. (2555). *การวิเคราะห์ห่อเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย*. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมนวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 ประจำปี 2555. หน้า 1-21.
- วนิดา ลาวัลย์ทักษิณ . (2549). *การขับเคลื่อนเพื่อนวัตกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติและวัสดุแห่งชาติ*. คู่มือก้าวแรกต้องเข้าใจกฎระเบียบอย่างถ่องแท้ RoHS Compliance. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติและวัสดุแห่งชาติ.
- วรรณิ แกมเกต. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2546). *การจัดทำฐานข้อมูลการประเมินวัฏจักรชีวิตการผลิตปูนซีเมนต์และเหล็กกล้าเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม (คู่มือการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์)*. กรุงเทพฯ: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.
- สมชาย แซ่มชุกลิน และสมรัฐ นัยรัมย์. (2553). *การประเมินและพัฒนารูปแบบการลด Carbon Footprint ศูนย์อนามัยที่ 5 นครราชสีมาด้วยศูนย์อนามัยที่ 5*. ค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2559. จาก http://203.157.71.141/download/file_pdf/carbon_footprint_HPC5.pdf.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2556). *อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมยานยนต์*. การประชุมเชิงปฏิบัติการและการดูงาน. กรุงเทพฯ:
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2555). *มติคณะรัฐมนตรี 26 พฤษภาคม 2555*, ค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2557 จาก <http://www.ereport.energy.go.th/cabinet.html>.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เทคโนโลยีแห่งชาติ. (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สุรศักดิ์ วิทย์ศลาพงษ์. (2548). *การประเมินวัฏจักรชีวิตของผู้ใช้ที่ไ้ใช้ในบ้าน*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (ม.ป.ป.) *เอกสารพิธีสารเกียวโต*. ค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2552, จาก <http://www.apecthai.org /appec/upload/1354kyoto.pdf>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- A Little Catz's Weblog. (2008). *Toffee Cake*. Cited 2018, 26 January. Available from <https://alittlecatz.wordpress.com>
- Henrik, W., Michael, H & Leo, A. (1997). *Environmental Assessment of Products*, Vol, 1: *Methodology*.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007 The Physical Science Basis*. The press syndicate of the university of Cambridge. Cambridge. First, 2001.
- Suzie Sangren. (1999). *A Simple Solution to Nagging Questions About Survey*. Sample Size and Validity. 1999-0101
- Thomas E. Graedel. (1998). *Streamlined Life Cycle Assessment*. Published by Prentice-Hall, Inc.
- United Nations Environment Programme Industry and Environment. (1996). *Life cycle assessment: What it is and how to do it*. United Nations Environment Programme Industry and Environment.

World Resource Institutes. (2002). *working 9 to 5 on Climate Change: An Office Guideline*, United State.

Yamane Taro. (1973). *Statistics an introduction analysis* (2nded.). New York: Harper & Row Publisher.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

แบบสอบถาม
เรื่อง การประเมินการรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน
และการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศของผู้บริโภค

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเห็นว่าตรงกับข้อมูลของท่าน
 ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() ต่ำกว่า 20 ปี () 20 ปี () 21 ปี
 () 22 ปี () มากกว่า 22 ปี

3. รายได้ส่วนบุคคลเฉลี่ยต่อเดือน

() น้อยกว่า 5,000 บาท
 () 5,001 - 10,000 บาท
 () 10,001 - 15,000 บาท
 () 15,001 - 20,000 บาท
 () มากกว่า 20,000 บาท

6. โดยเฉลี่ยท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศบ่อยเพียงไรใน 1 สัปดาห์

() น้อยกว่า 2 ครั้ง () 2 - 3 ครั้ง
 () 4 - 5 ครั้ง () มากกว่า 5 ครั้ง

7. ลักษณะการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศเพื่อการบริโภคของท่านเป็นอย่างไร

() ซื้อเอง () สมาชิกในครอบครัวซื้อ
 () ญาติเพื่อนซื้อให้/ () อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ช่วงเวลาใดเป็นช่วงเวลาที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ

() ช่วงเช้า (9.00 - 11.00 น.) () ช่วงเที่ยง (11.00 - 13.00 น.)
 () ช่วงบ่าย (13.00 - 16.00 น.) () ช่วงเย็น (16.00 - 19.00 น.)
 () ช่วงค่ำ (19.00 น. เป็นต้นไป)

9. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ออฟฟิศ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() รสชาติที่ถูกลปาก () รูปลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดใจ
 () ปริมาณและความอึดท้อง () ราคา
 () คุณค่าทางโภชนาการ () ตรายี่ห้อ/แบรนด์
 () สถานที่จำหน่าย () การบริการของพนักงานขาย
 () การส่งเสริมการขาย (โฆษณา) () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ตอนที่ 2 การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน

การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความหมายของฉลากคาร์บอน					
2. ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่มีและไม่มีฉลากคาร์บอน					
3. สื่อที่รับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน					
4. ความจำเป็นที่ต้องมีฉลากคาร์บอน					
5. การแสดงฉลากคาร์บอนส่งผลให้มีส่วนในการลดโลกร้อน					

ตอนที่ 3 ระดับการใช้ฉลากคาร์บอนในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศ

การรับรู้เกี่ยวกับฉลากคาร์บอน	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน					
2. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน มากกว่ารสชาติ					
3. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอน มากกว่ารูปลักษณ์และสีส่น					
4. การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ออฟฟิศที่มีการแสดง ฉลากคาร์บอนหากมีการรณรงค์การลดโลกร้อน					
5. การแสดงฉลากคาร์บอน มีส่วนทำให้ท่านตัดสินใจ ซื้อเร็วขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

ข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์เค้ก

ข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์เค้ก

ข้อกำหนดเฉพาะของกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Category Rules: PCRs) ฉบับนี้จะแสดงถึงกฎข้อกำหนด และแนวทางในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เค้ก โดยได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการเทคนิคคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อใช้เป็นแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เค้ก ให้ไปในทิศทางเดียวกัน และเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้สนใจนำไปใช้เพื่อการดำเนินการหรือการศึกษาวิจัยต่อไป

1. ขอบเขตของเอกสาร

ขอบเขตการประเมินของข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์เค้ก จัดทำขึ้นภายใต้ระบบการขอรับรองเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ซึ่งดำเนินการโดยองค์การบริหารจัดเก็บก๊าซเรือนกระจก

2. รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เค้ก หมายถึง ขนมที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน และไข่ ผ่านการทำให้สุกด้วยการอบ เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

ผลิตภัณฑ์เค้กมีวัตถุดิบหลักและผลิตด้วยกระบวนการเดียวกัน แต่มีการปรุงแต่งรสและกลิ่นต่างๆ เช่น เค้กรสกล้วย เค้กรสส้ม เค้กรสชocolาเกตต์ เค้กรสผลไม้รวม เป็นต้น หรือการปรับสูตรการผลิต เช่น เค้กไขมันต่ำ เค้กหวานน้อย เป็นต้น โดยมีการปรุงแต่งนั้นๆ ไม่ได้มีผลต่อค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างมีนัยสำคัญ ให้พิจารณารวมเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันได้

3. เอกสารอ้างอิง

- 1) คู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์
- 2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. - ๖.ก.ส. ประเภทอาหาร ผลิตภัณฑ์เค้ก มก. - ๖.ก.ส.053/2549

4. บทนิยาม

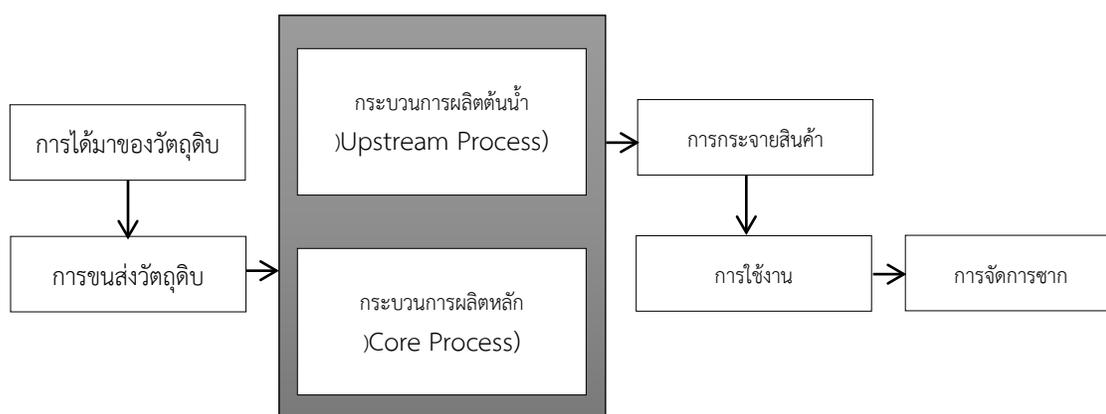
ผลิตภัณฑ์เค้ก หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน และไข่ เป็นส่วนประกอบหลัก ผสมนม เกลือ ผงฟู และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น สารแต่งกลิ่นรส ผงไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศ ผสมให้เข้ากัน นำไปอบที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม อาจแต่งหน้าหรือสอดไส้ด้วย

ปริมาณสารขาเข้า หมายถึง ปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงาน

ปริมาณสารขาออก หมายถึง ปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม ของเสียและมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

5. ขอบเขตการประเมิน

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ตาม PCR ฉบับนี้ให้พิจารณาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์แค่ให้พิจารณาได้ทั้งแบบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business, B2B) และระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C) คือ การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบเข้าโรงงาน การผลิต การกระจายสินค้า การใช้งานและการจัดการซากผลิตภัณฑ์ สำหรับกระบวนการผลิตในขอบเขตที่พิจารณา ให้พิจารณา ได้แก่ 1) กระบวนการต้นน้ำ (Upstream Process) เป็นกระบวนการสำหรับการเตรียม ปรับสภาพ หรือการผลิตวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นเพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการหลัก 2) กระบวนการหลัก (Core Process) เป็นกระบวนการหลักหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์หลัก



ภาพที่ 1 ขอบเขตการประเมิน

5.1 หน่วยการทำงาน

การกำหนดหน่วยการทำงาน ให้กำหนดตามหน่วยงานการทำงานที่วางจำหน่ายเป็นน้ำหนักสุทธิพร้อมกับแสดงค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อ 1 กิโลกรัมไว้ด้วย

5.2 ขั้นตอนโดยตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สามารถทำได้สองแบบ คือ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business, B2B) และระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C)

1) ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับองค์กรธุรกิจ (Business-to-Business, B2B) ครอบคลุมขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1.1) กระบวนการผลิตวัตถุดิบ

1.2) กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แค่ ทั้งกระบวนการผลิตหลัก และ

กระบวนการผลิตสนับสนุน ได้แก่ ระบบทำความเย็น ระบบลม ระบบส่องสว่าง ระบบซ่อมบำรุง ระบบล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (นับรวม การล้างมือของผู้ปฏิบัติงาน การทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน อุปกรณ์ และการซักชุดทำงาน) ระบบการผลิตน้ำ ระบบการผลิตพลังงาน ระบบการจัดการน้ำเสีย/ของเสียที่เกิดจากการผลิต

- 1.3) การผลิตบรรจุภัณฑ์
- 1.4) การบรรจุ
- 1.5) การกระจายสินค้า (สิ้นสุดหน้าโรงงาน)
- 1.6) การขนส่งเกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน

2) ขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์แบบระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C) ครอบคลุมขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- 2.1) กระบวนการผลิตวัตถุดิบ
- 2.2) กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เคັก ทั้งกระบวนการผลิตหลัก และ

กระบวนการผลิตสนับสนุน ได้แก่ ระบบทำความเย็น ระบบลม ระบบส่องสว่าง ระบบซ่อมบำรุง ระบบล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (นับรวม การล้างมือของผู้ปฏิบัติงาน การทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน อุปกรณ์ และการซักชุดทำงาน) ระบบการผลิตน้ำ ระบบการผลิตพลังงาน ระบบการจัดการน้ำเสีย/ของเสียที่เกิดจากการผลิต

- 2.3) การผลิตบรรจุภัณฑ์
- 2.4) การบรรจุ
- 2.5) การกระจายสินค้า (จากโรงงานไปที่ศูนย์กระจายสินค้าหรือจุดขายหลัก)
- 2.6) การจัดจำหน่าย (หากมีการแช่เย็น ณ จุดขาย)
- 2.7) การบริโภค
- 2.8) การจัดการของเสียหลังการบริโภค
- 2.9) การขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน

3) ขอบเขตการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ ไม่นับรวม ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่อไปนี้

- 3.1) กิจกรรมสำนักงาน
- 3.2) กิจกรรมการวิจัยและพัฒนา
- 3.3) กิจกรรมการควบคุมและประกันคุณภาพ (QA และ QC)
- 3.4) การผลิตวัสดุเชิงต้นทุน เช่น อาคารสำนักงาน โรงงาน เครื่องจักรกล และ

วัสดุอุปกรณ์เป็นต้น

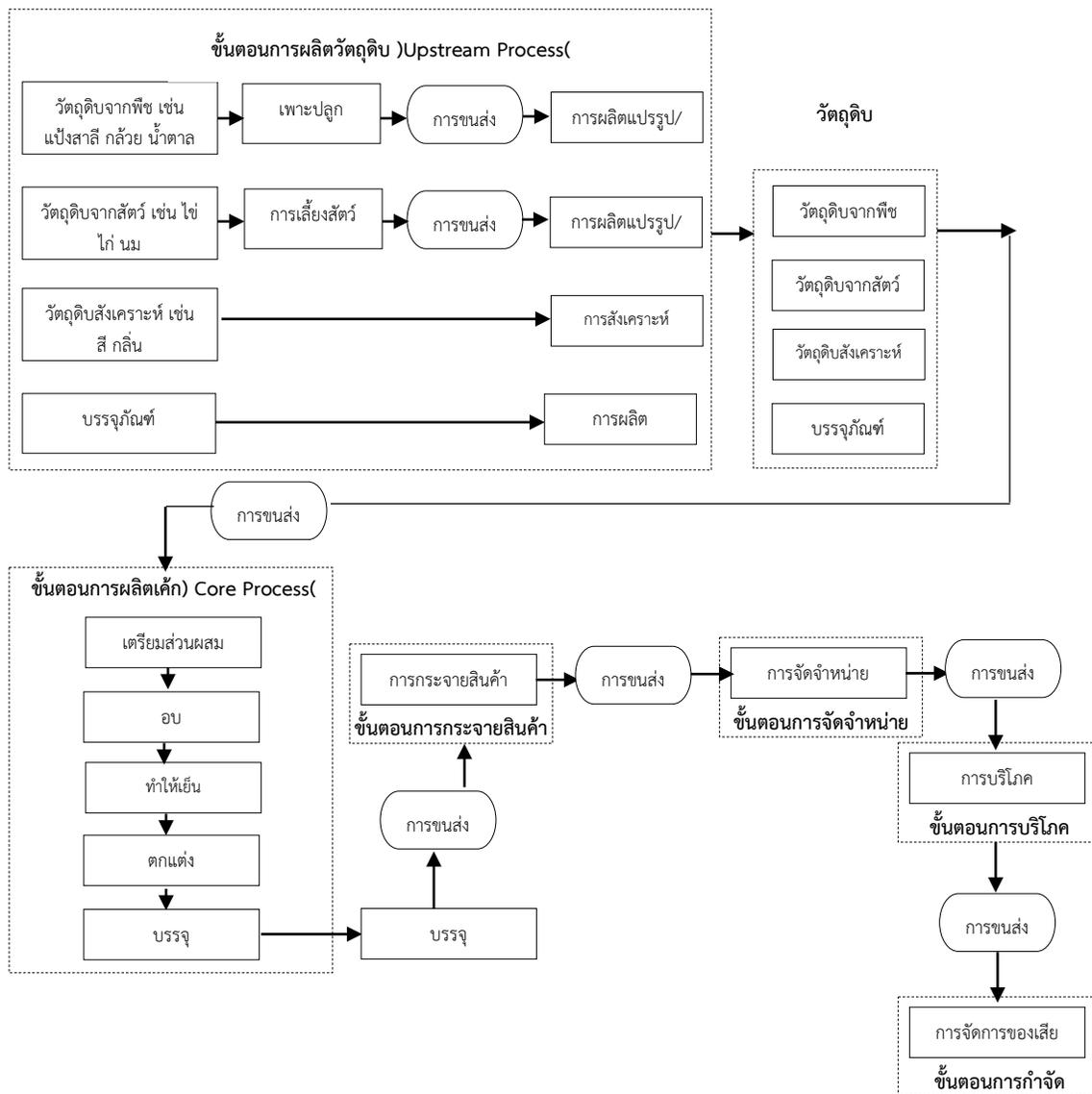
- 3.5) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีการหมุนเวียนซ้ำ เช่น ตะกร้า

พิมพ์เคັก เป็นต้น

- 3.6) การใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิต

- 3.7) การขนส่งโดยสัตว์
- 3.8) การเดินทางของพนักงาน
- 3.9) การเดินทางของผู้บริโภคไปยังร้านค้าปลีก

5.3 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เค้ก



ภาพที่ 2 แผนผังวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เค้ก

6. การเก็บข้อมูลแต่ละขั้นตอนในตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เป้าหมาย

6.1 ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ (Upstream Process)

1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล

1.1) รายการและปริมาณของในการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ และสารสังเคราะห์ เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบจากพืช อาหารสัตว์ วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบจากสัตว์ สารเคมี ที่ใช้ในการผลิตวัตถุดิบสังเคราะห์ เป็นต้น

1.2) รายการและปริมาณของวัสดุที่ใช้การผลิตบรรจุภัณฑ์

1.3) ทรัพยากรน้ำ พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ และบรรจุภัณฑ์

1.4) การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต

2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

2.1) ข้อมูลสารขาเข้าที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ

2.1.1) การปลูกพืช

2.1.2) การเลี้ยงสัตว์

2.1.3) การผลิตสารสังเคราะห์

2.1.4) การผลิตบรรจุภัณฑ์

2.1.5) สารเคมี โดยพิจารณาองค์ประกอบของสารเคมีจากเอกสาร

MSDS ของสารเคมี

2.1.6) พลังงานได้แก่ ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง พลังงานทางเลือกหรือ

พลังงานทดแทน

2.1.7) น้ำที่ใช้ในการผลิต

2.1.8) วัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ เช่น ถุงมือ กระจาดป้ายบังชี เป็นต้น

2.2) ข้อมูลสารขาออกที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ ได้แก่

2.2.1) น้ำที่ใช้ในการผลิต

2.2.2) วัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ เช่น ถุงมือ กระจาดป้ายบังชี เป็นต้น

2.2.3) มลพิษที่เกิดขึ้นและระบายลงสิ่งแวดล้อม

2.2.4) ของเสียที่เกิดขึ้นและนำออกไปบำบัดภายนอกโรงงานผลิต

3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

3.1) ข้อมูลปฐมภูมิการได้มาซึ่งวัตถุดิบ

3.1.1) การผลิตวัตถุดิบจากพืช

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการปลูกพืช เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย สารเคมี เป็นต้น

3.3.2) การผลิตวัตถุดิบจากสัตว์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น อาหารสัตว์ เวชภัณฑ์ วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

3.3.3) การผลิตวัตถุดิบจากการสังเคราะห์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ สารขาเข้า และสารขาออกที่นำมาสังเคราะห์ เช่น สารสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบสังเคราะห์ เช่น สารเคมีอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของส่วนผสมอาหาร

3.3.4) การผลิตบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกที่นำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น ชนิดและปริมาณเม็ดพลาสติก เยื่อกระดาษ สารเคมี เป็นต้น

3.2) ข้อมูลปฐมภูมิในขั้นตอนของการผลิตวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สังเคราะห์และบรรจุภัณฑ์

3.2.1) ข้อมูลปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.2.1.1) ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้ให้ใช้ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักร

3.2.1.2) หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้และไม่มีข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องจักรให้ใช้ข้อมูลจากการปันส่วนจากข้อมูลพลังงานโดยรวมที่สามารถรวบรวมได้

3.2.1.3) กรณีการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น ก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต จะไม่มีค่า Emission Factor จากการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้แต่จะคิดเพียงแค่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งและการเผาไหม้เท่านั้น

3.2.2) ข้อมูลวิธีการขนส่งวัตถุดิบ/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

ข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

3.2.3) ข้อมูลประเภท ปริมาณและวิธีการจำกัดของเสีย

3.2.4) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกโดยตรงจากการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ กระบวนการผลิต หรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยตรวจวัดจริงหรือคำนวณตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลจริง

4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้า และปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูล 1 ปีย้อนหลัง หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

5) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทศนิยม

ข้อมูลทศนิยม ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูลทศนิยมจากแหล่งที่น่าเชื่อถือเรียงลำดับดังนี้

5.1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย

5.2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed Publication)

5.3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมและฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ

5.4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์การระหว่างประเทศ เช่น IPCC หรือสหประชาชาติ

6) สถานการณ์สมมติ (Scenario setting)

6.1) ข้อมูลการขนส่งวัตถุดิบ

การขนส่งวัตถุดิบ หากไม่สามารถประเมินด้วยวิธีการประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและวิธีการประเมินด้วยหน่วยการขนส่ง (ตัน+กิโลเมตร) ให้กำหนดสถานการณ์สมมติของการขนส่งดังต่อไปนี้

6.1.1) วิธีประเมินด้วยปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

6.1.2) หากไม่สามารถหาปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ให้ใช้ระยะทางการขนส่งให้ระบุอำเภอถึงอำเภอ โดยอ้างอิงจากรูปทางหลวง ระบุชนิดยานพาหนะและประเภทการขนส่ง

6.1.3) หากไม่มีข้อมูล ให้คำนวณการขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น คือ ระยะทางขนส่ง 700 กิโลเมตร (กรุงเทพฯ-เชียงใหม่) รูปแบบการขนส่งรถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน อัตราการขนส่งเที่ยวมากำหนดให้เติมน้ำหนักบรรทุกและเที่ยงกลับไม่มีการบรรทุก

6.1.4) การขนส่งวัตถุดิบ สามารถพิจารณาได้ 2 กรณี คือ กรณีขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศให้พิจารณาตั้งแต่ท่าเรือ จากประเทศที่ส่งวัตถุดิบจนถึงท่าเรือประเทศไทย รวมกับการขนส่งภายในประเทศ ในกรณีการขนส่งภายในประเทศ ให้พิจารณาตามคู่มือแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์

7) เงื่อนไขอื่นๆ

7.1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

ให้เก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

7.2) การปันส่วน

หลักการปันส่วนของระบบแสงสว่าง ให้พิจารณาปันส่วนตามพื้นที่ทำงาน ในแต่ละกระบวนการผลิต หรือตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

หลักการปันส่วนของระบบการสนับสนุนการผลิตอื่นๆ เช่น ระบบซ่อมบำรุง เป็นต้น ให้ใช้หลักการปันส่วนตามน้ำหนักระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

7.3) การตัดออก

ข้อมูลรายการสิ่งแวดล้อมที่มีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม สามารถพิจารณาตัดออกได้ แต่ต้องตัดออกไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม และหากมีการตัดออกของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ต้องมีการคำนวณเพื่อปรับผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุดท้ายโดยการปรับตัวเลขคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น หากการตัดออก 5 เปอร์เซ็นต์ได้ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็น 1 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการรายงานผลค่าคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ต้องปรับเป็น 1.05 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

7.4) ในกรณีที่มีการผลิตหลายแหล่ง

ในกรณีที่มีการผลิตวัตถุดิบ (แปลงปลูกพืช/ฟาร์มเลี้ยงสัตว์/โรงงานผลิต วัตถุดิบสังเคราะห์/โรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์) มากกว่า 1 แห่งให้พิจารณาการรวบรวมข้อมูลของตัวแทน ดังนี้

7.4.1) จำนวนสถานที่ผลิตวัตถุดิบ (ที่สุ่มตัวอย่างที่ต้องรวบรวมจะต้องครอบคลุมการผลิตอย่างน้อยร้อยละ 50 ของปริมาณการผลิตประจำปีโดยพิจารณาการเป็นตัวแทนข้อมูลที่ดีในประเด็นต่อไปนี้ คือขนาดเทคโนโลยี การจัดการและสถานที่ตั้ง

7.4.2) หากจำนวนสถานที่ผลิตวัตถุดิบมากกว่าที่จะสามารถรวบรวมได้ในทางปฏิบัติ (ต้องแสดงข้อมูลสนับสนุนเป็นเอกสารหลักฐานชัดเจน) ให้พิจารณาสุ่มตัวอย่างโดยใช้กฎ รากที่ 2 ของจำนวนที่ผลิตวัตถุดิบโดยพิจารณาการเป็นตัวแทนข้อมูลที่ดีในประเด็นต่อไปนี้ คือ ขนาด เทคโนโลยี การจัดการและสถานที่ตั้ง

$$X = \sqrt{n}$$

เมื่อ n เท่ากับจำนวนสถานที่ผลิตวัตถุดิบ

เมื่อ X เท่ากับ จำนวนสถานที่ผลิตวัตถุดิบที่ต้องสุ่มตัวอย่าง

7.5) ในกรณีที่ผลิตไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนเอง

ในกรณีที่มีการผลิตและใช้ไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนที่ผลิตเอง(ทั้งหมดหรือบางส่วนให้มีการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าและ/หรือความร้อนด้วยรวมไปถึงก๊าซเรือนกระจกจากการได้มาของเชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงต้นน้ำ (Upstream emission) ทั้งหมดด้วย

กรณีการใช้วัสดุคงเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆเช่น ก๊าซมีเทน จากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นต้น เพื่อเป็นเชื้อเพลิง ในกระบวนการผลิตจะไม่มีค่า Emission Factor จากการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้ แต่จะคิดเพียงค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการขนส่งและการเผาไหม้เท่านั้น

7.6) ในกรณีที่ใช้วัสดุรีไซเคิลหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (reuse)

ในกรณีที่มีการนำวัสดุกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่ ให้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกระบวนการรวบรวม คัดแยก และรีไซเคิลวัสดุดังกล่าวด้วย

2.4.6.2 ชั้นการผลิต (Core Process)

1) ขอบเขตการจัดเก็บข้อมูล

1.1) รายการและปริมาณของวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์เค้กทั้งวัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์และบรรจุภัณฑ์

1.2) ทรัพยากรน้ำ พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เค้ก

1.3) การขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เค้ก

1.4) การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิต

2) รายการข้อมูลที่ต้องรวบรวมขึ้น

2.1) ข้อมูลสารเข้าที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิต ทั้งกระบวนการผลิตหลัก (Core Process) และกระบวนการผลิตสนับสนุน (Support Process) ได้แก่

2.1.1) วัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ ที่เป็นส่วนผสมเค้ก และบรรจุภัณฑ์

2.1.2) สารเคมี โดยพิจารณาองค์ประกอบของสารเคมีจากเอกสาร MSDS ของสารเคมี

2.1.3) พลังงาน ได้แก่ ไฟฟ้าและเชื้อเพลิง พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน

2.1.4) น้ำที่ใช้ในการผลิต

2.1.5) วัสดุสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่นถุงมือ กระดาษป้ายบ่งชี้ เป็นต้น

2.2) ข้อมูลสารขาออกที่พิจารณาในขั้นตอนการผลิต ทั้งกระบวนการผลิตหลัก (Core Process) และกระบวนการผลิตสนับสนุน (Support Process) ได้แก่

2.2.1) ผลิตภัณฑ์หลักจากการผลิต

2.2.2) ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากการผลิต

2.2.3) มลพิษที่เกิดขึ้นและระบายสู่สิ่งแวดล้อม

2.2.4) ของเสียที่เกิดขึ้นและนำออกไปบำบัดภายนอกโรงงานผลิต

2.3) รายการข้อมูลที่ต้องเป็นข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิในขั้นตอนการผลิตเค้ก

2.3.1) ข้อมูลรายการและปริมาณสารขาเข้าและขาออกของกระบวนการผลิตหลัก เช่น วัตถุดิบจากพืช สัตว์ สารสังเคราะห์ ที่เป็นส่วนผสมเค้ก บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

2.3.2) ข้อมูลปริมาณสารขาเข้า และขาออกของกระบวนการผลิตสนับสนุน เช่น ระบบลม ระบบทำความเย็น ระบบส่องสว่าง ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น หลักการได้มาของข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

2.3.2.1) ปริมาณน้ำเสียที่ได้จากการตรวจวัดจริง

2.3.2.2) หากไม่มีการตรวจวัดจริงให้กำหนดสมมติฐานให้เกิดปริมาณน้ำเสีย คิดเป็นปริมาณร้อยละ 80 ของน้ำที่ใช้ทั้งหมด

2.3.2.3) หากไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ณ สถานที่ผลิตแต่ส่งน้ำเสียไปบำบัดที่อื่น (เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียของหลายโรงงาน หรือระบบบำบัดน้ำเสียกลางของนิคมอุตสาหกรรม) คิดการปันส่วนตามอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์

2.3.2.4) หากส่งน้ำเสียไปบำบัดที่อื่น (เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียร่วมของหลายโรงงาน หรือระบบบำบัดน้ำเสียกลางของนิคมอุตสาหกรรมและไม่สามารถหาอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ได้ให้คิดการปันส่วนตามปริมาตรน้ำเสีย

2.3.3) ข้อมูลปริมาณพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลักและสนับสนุน ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

2.3.4) ข้อมูลวิธีการขนส่งวัตถุดิบ/ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง

2.3.5) ข้อมูลประเภท ปริมาณและวิธีการจัดการของเสีย

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกโดยตรงจากการเผาปลุก การเลี้ยงสัตว์ กระบวนการผลิต หรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยการตรวจวัดจริง หรือคำนวณตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับข้อมูลจริง

2.4) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลปฐมภูมิได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออกของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยให้ใช้ข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

กรณีที่มีผู้จัดหาวัตถุดิบมากกว่า 1 รายในวัตถุดิบชนิดเดียวกัน ควรใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายหรือกรณีที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ให้จากผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีการจัดส่งปริมาณมากที่สุด

2.4.1) การประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบและชิ้นส่วนงานประกอบ

ทำการประเมินปริมาณการใช้วัตถุดิบทั้งหมด ซึ่งต้องรวบรวมตามเงื่อนไขช่วงเวลาในการจัดทำข้อมูล

2.4.2) การประเมินปริมาณการใช้พลังงานและทรัพยากร

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

(2.4.2.1 หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้ให้ใช้ข้อมูลทางเทคนิคของ

เครื่องจักร

(2.4.2.2 หากไม่สามารถตรวจวัดจริงได้และไม่มีข้อมูลทางเทคนิค

ของเครื่องจักรให้ใช้ข้อมูลจากการปันส่วนจากข้อมูลพลังงานโดยรวมที่สามารถรวบรวมได้

(2.4.2.1 กรณีการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น ก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต จะไม่มีค่า Emission Factor จากการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้แต่จะคิดเพียงแค่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งและการเผาไหม้เท่านั้น

2.5) เงื่อนไขในการจัดทำข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ปริมาณสารขาเข้าและปริมาณสารขาออก ของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบที่บริษัทผู้ผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยให้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เรียงลำดับดังนี้

2.5.1) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย

2.5.2) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศไทย ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (Peer-reviewed Publication)

2.5.3) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปได้แก่ LCA Software ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรมและฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ

2.5.4) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์การระหว่างประเทศ เช่น IPCC หรือสหประชาชาติ

2.6) สถานการณ์สมมติ (Scenario setting)

2.6.1) ข้อมูลการขนส่งของเสียจากการผลิต

การขนส่งของเสียจากกระบวนการผลิต หากไม่สามารถประเมินด้วยวิธีการประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและวิธีการประเมินด้วยหน่วยการขนส่ง (ตัน+กิโลเมตร) ให้กำหนดสถานการณ์สมมติของการขนส่งดังต่อไปนี้

2.6.1.1) ของเสียอันตรายที่ต้องจัดการด้วยบริษัทที่รับจ้างกำจัด ดังนี้

- ระยะทางขนส่ง 700 กิโลเมตร
- รูปแบบการขนส่ง รถบรรทุกกึ่งพ่วง 22 ล้อ ขนาด 32 ตัน
- อัตราการขนส่งกำหนดเที่ยวมาไม่มีการบรรทุกและ

เที่ยวกลับเต็มน้ำหนักบรรทุก

2.6.2) เศษของเสียที่ต้องทิ้งกำจัดเป็นมูลฝอยชุมชน ระยะทางขนส่ง 40

กิโลเมตร

2.6.2.1) รูปแบบการขนส่งรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ ขนาด 16 ตัน

2.6.2.2) อัตราการขนส่งกำหนดเที่ยวมาไม่มีการบรรทุกและเที่ยว

กลับเต็มน้ำหนักบรรทุก

2.6.3) เศษวัสดุหรือของเสียนั้นถูกจำหน่ายเป็นเศษวัสดุให้ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น “ศูนย์”

2.7) เงื่อนไขอื่นๆ

2.7.1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

ให้เก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี หากไม่สามารถเก็บข้อมูล 1 ปีย้อนหลังได้ต้องมีการระบุเหตุผลให้ชัดเจน

2.7.2) การปันส่วน

2.7.2.1) ผลិតภัณฑ์หลัก (แค่คุณภาพมาตรฐาน) กับผลิตภัณฑ์ของเสียที่มีมูลค่าและจัดการของเสียนั้นด้วยการขายแค่คุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ไม่ใช่หลักการปันส่วนให้ผลิตภัณฑ์หลักรับภาระปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้รายการและชนิดสารขาเข้าและขาออกที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด

2.7.2.2) หลักการปันส่วนของระบบแสงสว่าง ให้พิจารณาปันส่วนตามพื้นที่ทำงานในแต่ละกระบวนการผลิต หรือตามน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

2.7.2.3) หลักการปันส่วนของระบบการสนับสนุนการผลิตอื่นๆ เช่น ระบบซ่อมบำรุง เป็นต้น ให้ใช้หลักการปันส่วนตามน้ำหนักระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิต ณ สถานที่ผลิตเดียวกันทั้งหมด

2.7.3) การตัดออก

ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่มีสัดส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม สามารถพิจารณาตัดออกได้ แต่ต้องตัดออกไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของขนาดคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม และหากมีการตัดออกของข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ต้องมีการคำนวณเพื่อปรับผลการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุดท้ายโดยการปรับตัวเลขคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น หากการตัดออก 5 เปอร์เซ็นต์ได้ผลการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็น 1 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในการรายงานผลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต้องปรับเป็น 1.05 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

2.7.4) ในกรณีที่มีการผลิตหลายแหล่ง

กรณีที่มีสถานที่ผลิตมากกว่า 1 แห่งให้คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยพิจารณาสัดส่วนการผลิตจากการผลิตประจำปีและใช้ค่าเฉลี่ยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของทุกสถานที่แบบถ่วงน้ำหนัก

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)	นางสาวพรธิดา เทพประสิทธิ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Porntida Tepprasit
หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขที่ 228-228/113 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทร. 02- 423-9407-10 โทรสาร 02-423-9409 E-mail : ptd_t@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

วท.บ.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
สศ.บ. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
วท.ม. (พลังงานทดแทน)
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)	จันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา
หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	โครงการบริการอาหารและขนมอบ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขที่ 295 ถนนราชสีมา แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 เบอร์โทร 02-244-5444 เบอร์มือถือ 081-805-2623 Line ID; sdw3426 Email : channa_t@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (จุลชีววิทยา)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาโท วท.ม (เทคโนโลยีทางอาหาร)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นามสกุล (ภาษาไทย) หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	นางสาวสาวิตรี ม่วงศรี ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขที่ 228-228/113 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700 โทร. 02- 423-9407-10 โทรสาร 02-423-9409 E-mail savitree982@gmail.com
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(การจัดการสิ่งแวดล้อมเมืองและอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	นายอนุชิต สวัสดิ์ताल ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขที่ 228-228/113 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทร. 02- 423-9407-10 โทรสาร 02-423-9409
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก	นายธวัชชัย ศรีสะอาด ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขที่ 228-228/113 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทร. 02- 423-9407-10 โทรสาร 02-423-9409 E-mail : Thawatchai_envcenter@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

นางสาวธูปนรินทร์ ฮาบสุวรรณ

ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

เลขที่ 228-228/113 ถนนสีรินทร

เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทร. 02- 423-9407-10

โทรสาร 02-423-9409

การศึกษา

ศศบ.(นิเทศศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต