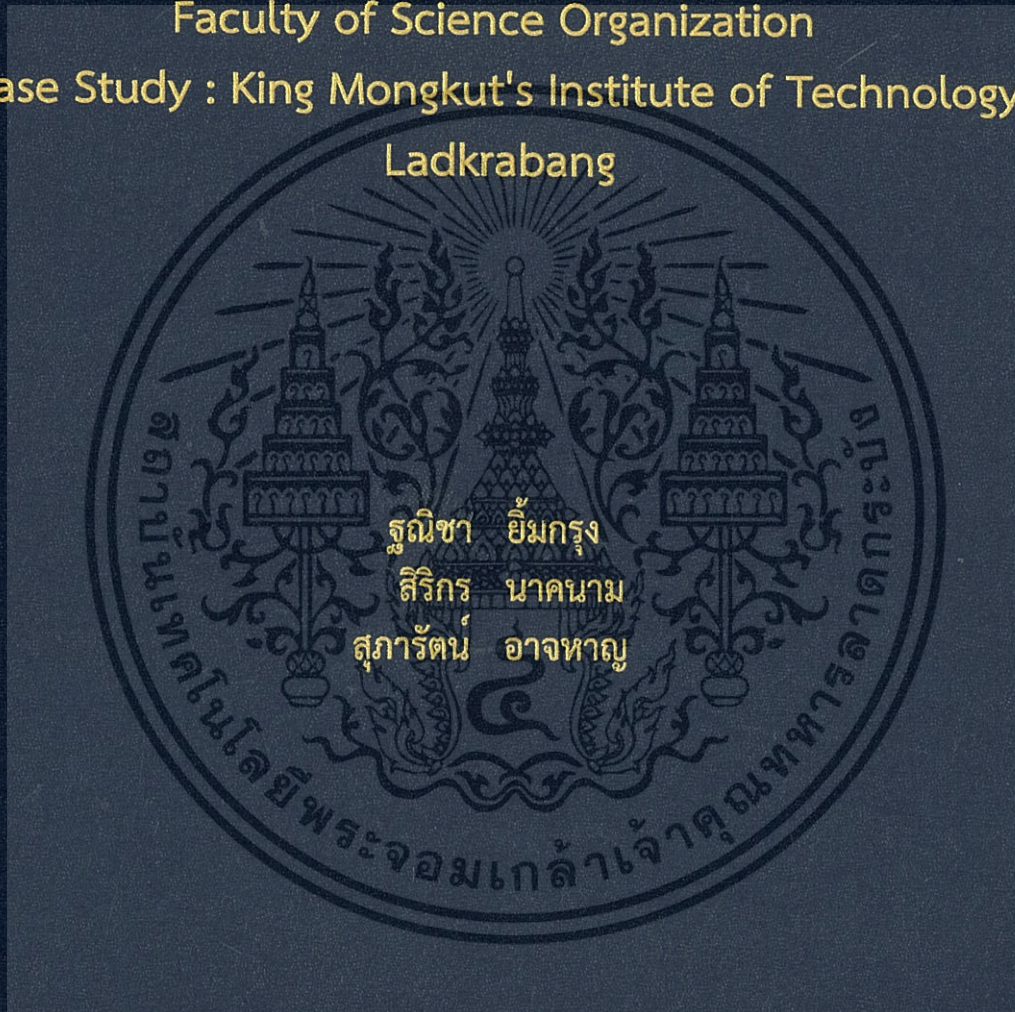


การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์
กรณีศึกษา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

Assessment of Carbon Footprint of
Faculty of Science Organization
Case Study : King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์

กรณีศึกษา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

Assessment of Carbon Footprint of
Faculty of Science Organization

Case Study : King Mongkut's Institute of Technology

Ladkrabang



ฐนิชา ยิ้มกรุง

สิริกร นาคนาม

สุภารัตน์ อัจหาญ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Assessment of Carbon Footprint of
Faculty of Science Organization
Case Study : King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang



Thanicha Yimkrung
Sirikorn Naknam
Suparat Arthan

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

(ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)

DEPARTMENT OF CHEMISTRY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017



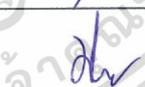
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์
 กรณีศึกษา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 Assessment of Carbon Footprint of Faculty of Science Organization
 Case Study : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ชื่อนักศึกษา นางสาวฐณิชา ยิ้มกรุง รหัสนักศึกษา 57050588
 นางสาวสิริกร นาคนาม รหัสนักศึกษา 57050650
 นางสาวสุภารัตน์ อาจหาญ รหัสนักศึกษา 57050654

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
 ภาควิชา เคมี
 ปีการศึกษา 2560
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. อูสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์ ประธานกรรมการ	
ดร. กลินสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการ	
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ กรณีศึกษา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง Assessment of Carbon Footprint of Faculty of Science Organization Case Study : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐณิชา ยิ้มกรุง รหัสนักศึกษา 57050588 นางสาวสิริกร นาคนาม รหัสนักศึกษา 57050650 นางสาวสุภารัตน์ อางหาญ รหัสนักศึกษา 57050654
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา	เคมี
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย

โครงการพิเศษนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (KgCO₂eq) ที่เกิดจากกิจกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 (ตามปีปฏิทิน) ซึ่งดำเนินการตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากการรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะขององค์กร น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เครื่องตัดหญ้า ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ จากการใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานกิจกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 1,995,677 , 2,169,840 kgCO₂eq คิดเป็นสัดส่วน 47.91%, 52.09% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเกิดจาก กิจกรรมประเภทที่ 2 โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 1,980,886 , 1,927,138 kgCO₂eq คิดเป็นสัดส่วน 99.26%, 88.81% ตามลำดับ สำหรับปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมประเภทที่ 1 และกิจกรรมประเภทที่ 3 ในปี พ.ศ. 2559 จะน้อยกว่าปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในบางกิจกรรมในปี พ.ศ. 2559 ไม่ครบถ้วน เช่น ข้อมูลลักษณะน้ำทิ้ง ข้อมูลการใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา เป็นต้น สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมประเภทที่ 1 ปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 1,349.87 , 206,483.40 kgCO₂eq และกิจกรรมประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 13,441.09 , 36,218.33 kgCO₂eq จากผลการประเมินที่ได้นี้ สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการจัดการ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิทยาศาสตร์ และนำไปสู่การวางแผน การปรับปรุงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล ตลอดจนการสร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับนักศึกษา และบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : ก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ น้ำทิ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Assessment of Carbon Footprint of Faculty of Science Organization Case Study : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang		
Students	Miss Thanicha Yimkrung	Student ID	57050588
	Miss Sirikorn Naknam	Student ID	57050650
	Miss Suparat Arthan	Student ID	57050654
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)		
Department	Chemistry		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2017		
Advisor	Asst. Prof. Pitsamai Chairat-utai		

Abstract

The purpose of the project is to assess greenhouse gas emission generated by activities from the governing body of Faculty of Science by calculating the carbon footprint in kilogram carbon dioxide equivalent (kgCO_2eq), in 2016 and 2017. The procedure followed the guideline of carbon footprints evaluation from Thailand Greenhouse Gas Management Organization that can be classified into 3 categories : category 1 is the direct GHGs emissions generated by transpiration of refrigerant, transportation by organization's car, effluent, chemical fertilizer and lawn mower, category 2 is the indirect GHGs from electricity consumption activity, category 3 is the others indirect GHGs emission that was generated by water consumption, paper A4 80 gsm and transportation by faculty rental car. This research shows the GHGs emission assessment in 2016 and 2017, in which the emissions from activities of faculty of Science is equal to 1,995,677 and 2,169,840 kgCO_2eq , which accounted for 47.91% and 52.09% respectively. Category 2 is the largest emission source that released GHGs accounted to 1,980,886.30 and 1,927,138 kgCO_2eq , which accounted for 99.26% and 88.81% respectively. Category 1 and 3 have the GHGs emission in 2016 higher than 2017, because of incomplete information collection, such as rental

car usage data. Category 1 has GHGs emission in 2016 and 2017 that equal to 1,349.87 and 206,483.40 kgCO₂eq, and category 3 that released GHGs equal to 13,441.09 and 36,218.33 kgCO₂eq. The information and results from this study can be applied to reduce GHGs from activities by the faculty of Science, which should lead to improvement plan for information management and cultivating good moral traits to student.

Keywords : carbon footprint, greenhouse gas, effluent



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ และความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะพร้อมทั้งวิธีการแก้ไขปัญหา และให้ความช่วยเหลือแนะนำที่ดีในการปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำโครงการพิเศษ และขอขอบพระคุณกรรมการสอบโครงการพิเศษคือ ผศ.ดร.อุสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์ และ ดร.กลั่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำช่วยเหลือ ในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณงานงานบริหารทั่วไป ฝ่ายอาคาร ที่อนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูลเกี่ยวกับการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศ ยานพาหนะที่ใช้ในองค์กร การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การใช้เครื่องตัดหญ้า การใช้ปุ๋ยเคมี แพนผังบ่อน้ำทิ้ง และพื้นที่คณะวิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณงานบริหารทรัพยากรบุคคลที่อนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์

ขอขอบพระคุณงานการเงิน ที่อนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูลเกี่ยวกับ การใช้พลังงานไฟฟ้า และการใช้น้ำประปา

ขอขอบพระคุณงานพัสดุ ที่อนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูลเกี่ยวกับการใช้กระดาษ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ สาขาวิชาเคมี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนคอยเลี้ยงดูและอบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจ เป็นแรงผลักดัน ในการทำโครงการพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อนๆ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมา ผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ฐณิชา ยิ้มกรุ่ง

สิริกร นาคนาม

สุภารัตน์ อาจหาญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ความหมายและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์	3
2.2 ประเภทคาร์บอนฟุตพริ้นท์	3
2.3 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	4
2.3.1 หลักการ	4
2.3.2 ชนิดและหน่วยแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจก	5
2.3.2.1 ชนิดของก๊าซเรือนกระจก	5
2.3.2.2 ค่าศักยภาพในการทำให้ภาวะโลกร้อน	5
2.4 การพัฒนาและออกแบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก	9
2.4.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร	9
2.4.1.1 กำหนดเป้าหมาย	9
2.4.1.2 กำหนดขอบเขตขององค์กร	9
2.4.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน	10
2.4.2.1 ประเภทที่ 1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct GHG emission)	10
2.4.2.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจาก กิจกรรมการใช้ไฟฟ้า (Electricity indirect GHG emission).....	10
2.4.2.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other indirect GHG emission)	10
2.5 การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก	18
2.5.1 การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก	18
2.5.3 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ	19
2.5.3.1 จากการตรวจวัด	19
2.5.3.2 จากการคำนวณ	19
2.5.3.3 จากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ	20
2.5.4 การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับ ก๊าซเรือนกระจก	20
2.6 แนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กร	22
2.7 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน	27
2.8 การจัดการคุณภาพของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร	28
2.9 การรายงานข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	30
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	35
3.2 ลักษณะโครงสร้างและการดำเนินงาน	35
3.3 การกำหนดขอบเขตขององค์กรและการดำเนินงาน	36
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	36
3.4.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	38
3.4.1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	38
3.4.1.2 การเดินทางโดยใชยานพาหนะขององค์กร	38
3.4.1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อุณหภูมิอากาศ	38
3.4.1.4 การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้เครื่องตัดหญ้า	39
3.4.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้พลังงาน	39
3.4.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	39
3.4.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	39
3.4.3.1 การใช้น้ำประปา	39
3.4.3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	39
3.4.3.3 การเดินทางโดยใชยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	39
3.5 การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	40
3.6 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์	42
3.6.1 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการเดินทาง โดยใชยานพาหนะขององค์กรและที่องค์กรเช่าเหมา	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.2 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่ ท่อน้ำสาธารณะ	42
3.6.3 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมอื่นๆ	43
3.7 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน	43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	46
4.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	46
4.1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	46
4.1.2 การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะขององค์กร	46
4.1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่ท่อน้ำสาธารณะ	47
4.1.4 การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้เครื่องตัดหญ้า	48
4.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน	48
4.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	46
4.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	49
4.3.1 การใช้น้ำประปา	49
4.3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	50
4.3.3 การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	51
4.4 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอนของข้อมูล	53
4.5 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์	55
4.6 แนวทางในการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการวิจัย	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ข	74

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าศักยภาพความร้อนของก๊าซเรือนกระจกโดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในระยะเวลา 100 ปี	5
2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน	6
2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของกิจกรรม	11
2.4 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในองค์กรประเภทสำนักงาน	16
2.5 แนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล	20
2.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากกองขยะแบบต้น	25
2.7 ความไม่แน่นอนของข้อมูลและค่าแฟกเตอร์การปล่อย	27
2.8 ระดับความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล	28
3.1 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรแบ่งตามหน่วยงาน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560	35
3.2 ขอบเขตการดำเนินงานในแต่ละประเภทของกิจกรรม	36
3.3 ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560	37
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการได้มาซึ่งข้อมูลแต่ละประเภท	37
3.5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทกิจกรรมและแหล่งข้อมูลอ้างอิง	40
3.6 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการเดินทางด้วยยานพาหนะองค์กรและที่เช่าเหมา	42
3.7 คะแนนระดับคุณภาพของลักษณะการเก็บข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์	44
4.1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศ ในปี พ.ศ. 2559	46
4.2 การเดินทางโดยใชยานพาหนะองค์กร ในปี พ.ศ. 2560	47
4.3 ค่าบีโอดี (mg/L) เฉลี่ยของน้ำทิ้งที่เก็บจากบ่อน้ำทิ้ง ทั้ง 3 บ่อ	48
4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560	49
4.5 ปริมาณการใช้น้ำประปาทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560	50
4.6 ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2559	50
4.7 ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2560	51
4.8 การเดินทางโดยใชยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ในปี พ.ศ. 2560	52
4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงาน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 จำแนกตามประเภทของกิจกรรม	52
4.10 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์	53
4.11 แนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	58
ผนวก ก1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ และแหล่งข้อมูลอ้างอิง	72
ผนวก ข1 การเลือกเจือจางตัวอย่างน้ำให้เหมาะสมในการหาค่าบีโอดี	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี พ.ศ. 2559	55
4.2 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี พ.ศ. 2560	56
4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560.....	57
ผนวก ข1 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 และอาคารพระจอมเกล้า	74
ผนวก ข2 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 2	75
ผนวก ข3 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารวิทยาศาสตร์	75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
สจล.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อบก.	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
KMITL	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
kgCO ₂ eq	Kilogram carbon dioxide equivalent
CF	Carbon footprint
UNFCCC	The United nation framework connection on climate change
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
EF	ค่าการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)
CO ₂ equivalent	คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
tCO ₂ e	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
CFO	Carbon Footprint for Organization
GHGs	ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)
KWh	กิโลวัตต์ชั่วโมง (Kilo watt hour)
kg	กิโลกรัม (Kilogram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ โดยมีสาเหตุหลักมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น จากการใช้พลังงาน การดำเนินงานของภาคอุตสาหกรรม การคมนาคม การทำเกษตรกรรม การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น โดยผลจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ทำให้ประเทศต่างๆทั่วโลกเริ่มตระหนักถึงความร่วมมือกัน ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO) เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการดำเนินงานกิจกรรมขององค์กร โดยคำนวณออกมาในรูปของหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในประเทศไทย มี 3 รูปแบบ ได้แก่ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Product : CFP) คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO) และฉลากลดคาร์บอน (Carbon Reduction Label) โดยการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร เริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยในช่วง ปี พ.ศ. 2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้เป็นแนวทาง ในการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (สำนักงานศึกษาธิการภาค 8, 2555)

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะวิทยาศาสตร์ สจล. โดยใช้ข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในช่วงระยะเวลา 2 ปี ตามปีปฏิทิน คือ ปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ซึ่งกิจกรรมต่างๆของนักศึกษา และบุคลากรในคณะวิทยาศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การเดินทางโดยยานพาหนะขององค์กร การใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ ที่ทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจากการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆของคณะวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาคำนวณเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ และสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ นำไปใช้ในการวางแผน หรือเป็นแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาคณะวิทยาศาสตร์ให้ยั่งยืน การสร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับนักศึกษาและบุคลากร รวมไปถึงเพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับคณะวิทยาศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อทราบถึงแหล่งที่มาและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงาน กิจกรรมของนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 พื้นที่ของคณะวิทยาศาสตร์ คือ 40,215 ตารางเมตร ประกอบไปด้วย หอประชุมจุฬารัตนวลัยลักษณ์ อาคารจุฬารัตนวลัยลักษณ์ 1 และ 2 อาคารปฏิบัติการพอลิเมอร์ อาคารซ่อมสร้าง อาคารพระจอมเกล้า อาคารคณะวิทยาศาสตร์ 1,2 และ 3 โรงอาหารคณะวิทยาศาสตร์ และศูนย์การเรียนรู้การจัดการขยะและน้ำเสียชุมชน

1.3.2 กิจกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ภายใต้วิธีการควบคุม การดำเนินงาน (Operational Control Approach) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะขององค์กร น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ สาธารณะ การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เครื่องตัดหญ้า

2) ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า

3) ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ได้แก่ การใช้ น้ำประปา การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา

1.3.3 ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้อ้างอิงในงานวิจัย คือ ข้อมูลในช่วงระยะเวลา 2 ปี ตามปีปฏิทิน คือ ปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อทราบถึงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะวิทยาศาสตร์

1.4.2 เพื่อทราบถึงแหล่งที่มา และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานกิจกรรมของนักศึกษา และบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์

1.4.3 เพื่อให้คณะวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการวางแผน และหาแนวทางในการจัดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่นๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งผลกระทบจากการเกิดภาวะโลกร้อนทำให้ประเทศต่างๆทั่วโลกเริ่มตระหนักในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการหนึ่ง que แสดงข้อมูลการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร โดยจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในหน่วยปริมาณเทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.2 ประเภทคาร์บอนฟุตพริ้นท์

2.2.1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในภาคอุตสาหกรรม

การดำเนินงานการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในภาคอุตสาหกรรม จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางหรือหลักเกณฑ์การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สำหรับใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิต การบริการและกิจกรรมอื่นๆขององค์กรที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันจะเป็นการช่วยเสริมสร้างศักยภาพให้กับผู้ประกอบการ เสริมสร้างธุรกิจของไทยให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก และเป็นการเตรียมความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Reporting) ขององค์กรต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

2.2.2 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่น

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถประเมินศักยภาพของกิจกรรมระดับเมืองและเทคโนโลยีในปัจจุบันของเมืองหรือเทศบาล และสามารถคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของท้องถิ่น อันจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกในระดับเมือง เพื่อสนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในท้องถิ่นและพัฒนาไปสู่เมืองคาร์บอนต่ำ

2.3 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

2.3.1 หลักการ

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจะต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1) ความตรงประเด็น (Relevance)

การใช้ข้อมูลและวิธีการเลือกแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการวัดและคำนวณที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมได้นั้น ควรสะท้อนถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในองค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจในการวางนโยบายขององค์กร

2) ความสมบูรณ์ (Completeness)

ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวมหรือประเมินได้นั้น ควรเป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากทุกกิจกรรมภายในองค์กรหรือเกี่ยวข้องกับองค์กร

3) ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency)

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้ว ต้องไม่ขัดแย้งกัน มีความเชื่อมโยงและเทียบเคียงกันได้

4) ความถูกต้อง (Accuracy)

การลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอนในการรวบรวม หรือคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้

5) ความโปร่งใส (Transparency)

การเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอ เหมาะสม และสามารถตรวจสอบได้ เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

2.3.2 ชนิดและหน่วยแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจก

2.3.2.1 ชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) มีด้วยกันหลายชนิด รวมถึงทั้ง 7 ชนิดนี้ โดยเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃)

นอกจากนี้ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer) ซึ่งเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างนานาประเทศในการควบคุมการผลิตและการบริโภคสารที่ทำลายชั้นโอโซนที่ห่อหุ้มบรรยากาศ

2.3.2.2 ค่าศักยภาพในการทำให้ภาวะโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน โดยความสามารถในการกักเก็บความร้อน (Global Warming Potential: GWP) มีผลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจก และระยะเวลาการคงตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนในช่วงระยะเวลาหนึ่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น 20 ปี หรือ 100 ปี ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดจะมีค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 สำหรับค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในช่วงระยะเวลา 100 ปี แสดงตามตารางที่ 2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพความร้อนของก๊าซเรือนกระจกโดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในระยะเวลา 100 ปี

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ในระยะเวลา 100 ปี		
		IPCC 1995	IPCC 2007	IPCC 2014
คาร์บอนไดออกไซด์	CO ₂	1	1	1
มีเทน	CH ₄	21	25	28
ไนตรัสออกไซด์	N ₂ O	310	298	265
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	HFCs	11,700	14,800	12,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพความร้อนของก๊าซเรือนกระจกโดยเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ภายในระยะเวลา 100 ปี (ต่อ)

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ในระยะเวลา 100 ปี		
		IPCC 1995	IPCC 2007	IPCC 2014
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	SF ₆	23,900	22,800	23,500
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน	PFCs	9,200	12,200	11,100
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์	NF ₃	-	17,200	16,100

ที่มา : Greenhouse gas Protocol, 2014

ตารางที่ 2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิด ภาวะโลกร้อน
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	28
Nitrous oxide	N ₂ O	265
Hydrofluorocarbons		
HFC-23	CHF ₃	12,400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-41	CH ₃ F ₂	116
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3,170
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1,120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,300
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	328
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4,800
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	16
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	4
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3,350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (ต่อ)

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
HFC-236cb	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CF}_3$	1,210
HFC-236ea	$\text{CHF}_2\text{CHF}_2\text{CF}_3$	1,330
HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	8,060
HFC-245ca	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2$	716
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	858
HFC-365mfc	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	804
HFC-43-10mee	$\text{CF}_2\text{CHFCHFCF}_2\text{CF}_3$	1,650
Perfluorinated compounds		
Sulfur hexafluoride	SF_6	23,500
Nitrogen trifluoride	NF_3	16,100
PFC-14	CF_4	6,630
PFC-116	C_2F_6	11,100
PFC-218	C_3F_8	8,900
PFC-318	C_4F_8	9,540
PFC -3-1-10	C_4F_{10}	9,200
PFC-4-1-12	C_5F_{12}	8,550
PFC-5-1-14	C_6F_{14}	7,910
PFC-9-1-1	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7,190
Trifluoromethyl Sulfur pentafluoride	SF_5CF_3	17,400
Perfluorocyclopropane	$\text{C-C}_3\text{F}_6$	9,200
Fluorinated ether		
HFE-125	CHF_2OCF_3	12,400
HFE-134	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$	5,560
HFE-143a	CH_3OCF_3	523
HFE-235da2	$\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$	491
HFE-245cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_3$	654
HFE-245fa2	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	812
HFE-347mcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (ต่อ)

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
HFE-347pfc2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	889
HFE-356pcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_3$	413
HFE-449sl (HFE-7100)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OCH}_3$	421
HFE-569sf2 (HFC-7200)	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OC}_2\text{H}_5$	57
HFE-43-10pccc124 (H-Galden 1040x)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$	2,820
HFE-236ca12 (HG-10)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$	5,350
HFE-338pcc13 (HG-01)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{OCHF}_2$	2,910
HFE-227ea	$\text{CF}_3\text{CHFOCF}_3$	6,450
HFE-236ea2	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2\text{CF}_3$	1,790
HFE-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OCF}_3$	979
HFE-245fa1	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{OCF}_3$	828
HFE 263fb2	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$	1
HFE-329mcc2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_3$	3,070
HFE-338mcf2	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{O CF}_2\text{CF}_3$	929
HFE-347mcf2	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{CF}_3$	854
HFE-356mec3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2\text{CF}_3$	387
HFE-356pcf2	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{CHF}_3$	719
HFE-356pcf3	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$	446
HFE-365mcf3	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$	<1
HFE-374pc2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	627
Perfluoropolyethers	$\text{CF}_3\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OCF}_3$	9,710
Hydrocarbons and other compounds - direct effects		
Chloroform	CHCl_3	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 รายการก๊าซเรือนกระจกและค่าศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (ต่อ)

ก๊าซเรือนกระจก	ชื่อสูตรทางเคมี	ศักยภาพการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	9
Methyl chloride	CH ₃ Cl	12
Halon-1201	CHBrF ₂	376

ที่มา : IPCC Fifth Assessment Report. Page73-79, 2014

2.4 การพัฒนาและออกแบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก

การพัฒนาและออกแบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries) การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries) และการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร

โครงสร้างโดยทั่วไปขององค์กรอาจประกอบด้วยหน่วยงานมากกว่าหนึ่งหน่วยงาน ซึ่งส่งผลให้มีแหล่งปล่อยหรือแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกมากกว่าหนึ่งแห่ง ดังนั้นการกำหนดขอบเขตขององค์กร เพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญ โดยจะต้องมีความชัดเจนและเหมาะสม การกำหนดขอบเขตขององค์กรประกอบด้วย

2.4.1.1 กำหนดเป้าหมาย

กำหนดเป้าหมายของการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการคำนวณไปใช้งาน เช่น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในช่วงระยะเวลาต่างๆ หรือเพื่อใช้สื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะ หรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

2.4.1.2 กำหนดขอบเขตขององค์กร

การกำหนดขอบเขตขององค์กรในการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกสามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

1) แบบควบคุม (Control Approach)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดขอบเขตการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกแบบควบคุม แบ่งเป็น การควบคุมการดำเนินงาน(Operational Control) และการควบคุมทางการเงิน (Financial Control) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ควบคุมการดำเนินงาน องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อย และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจหรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน

1.2) ควบคุมทางการเงิน องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมทางการเงิน ซึ่งยึดตามสัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินขององค์กรเป็นหลัก

2) แบบปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share)

องค์กรต้องรวบรวมข้อมูลรายการสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการดูดกลับ และกำหนดขอบเขตการรวบรวมผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยปันตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมกลุ่ม หรือลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้นๆ

องค์กรสามารถใช้วิธีการอื่นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลได้ หากมีหลักเกณฑ์หรือวิธีที่บอกกำหนดเฉพาะหรือตามที่กฎหมายกำกับไว้ หากหน่วยงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ภายใต้การดูแลขององค์กร ทุกองค์กรที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานดังกล่าวจะต้องใช้วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบเดียวกัน ทั้งนี้ต้องกำหนดวิธีการเก็บข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานต่างๆ และบันทึกข้อมูล รวมถึงต้องอธิบายเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการเก็บข้อมูลไปจากเดิม

2.4.2 การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน

การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.4.2.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง (Direct GHG emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากแหล่งที่องค์กรดำเนินกิจกรรม ยกตัวอย่างเช่น การที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มี การเคลื่อนที่ และการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ เป็นต้น

2.4.2.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า (Electricity indirect GHG emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ซื้อมาใช้ภายในองค์กรหรือบริษัทในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กระแสไฟฟ้านั้นจะเกิด ณ แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าในองค์กรหรือบริษัทจะไม่ใช่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ ตำแหน่งที่องค์กรหรือบริษัทตั้งอยู่ แต่เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ณ แหล่งที่ผลิตไฟฟ้า

2.4.2.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other indirect GHG emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 เป็นประเภทการรายงานที่เป็นตัวเลือกที่องค์กรจะรายงานหรือไม่ก็ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมขององค์กรหรือบริษัท แต่เกิดขึ้นจากแหล่งที่ไม่ได้เป็นเจ้าของหรือถูกควบคุมโดยองค์กรหรือบริษัท ตัวอย่างบางส่วนของกิจกรรมประเภทที่ 3 เช่น การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุม สัมมนา และติดต่อธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับองค์กร ด้วยระบบการขนส่งประเภทต่างๆ การเดินทางไป-กลับ จากที่พักถึงองค์กรเพื่อการทำงานของพนักงาน การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน หรือกากของเสีย ที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการโดยหน่วยงานหรือองค์กรอื่นภายนอกขอบเขตขององค์กรที่ได้กำหนดไว้ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกำจัดกากของเสีย และการบำบัดน้ำเสียโดยหน่วยงาน เป็นต้น (World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development [WRI and WBCSD], 2004)

ตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของกิจกรรม และตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในองค์กรประเภทสำนักงาน ดังตารางที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แยกตามประเภทของกิจกรรม

ประเภท	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ประเภทที่ 1	1	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทต่างๆรวมถึงการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล
	2	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่	การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจากแหล่งที่มีการเคลื่อนที่ได้ เช่น ยานพาหนะ เป็นต้น
	3	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกระบวนการ	กระบวนการผลิตและ/หรือปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายใน

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แยกตามประเภทของกิจกรรม (ต่อ)

ประเภท	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ประเภทที่ 1			กระบวนการผลิตที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก
	4	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่นๆ	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วซึม เช่น การรั่วซึมของก๊าซจากอุปกรณ์ ข้อต่อ ถังกักเก็บ และการขนส่ง เป็นต้น
	5	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากชีวมวล (ดินและป่าไม้)	ดิน ป่าไม้ ทุ่งหญ้า และแหล่งน้ำธรรมชาติ
ประเภทที่ 2	6	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าที่ส่งผ่าน และ/หรือซื้อมาจากองค์กร
	7	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือการหล่อเย็น	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิตไอน้ำ ความร้อน หรือกระบวนการหล่อเย็น ที่ส่งผ่าน และ/หรือซื้อมาจากองค์กร
ประเภทที่ 3	8	กิจกรรมการใช้พลังงานอื่นนอกเหนือจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน	<p>- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในชั้นตอน การสกัดวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และการขนส่ง เชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า ไอน้ำ ความร้อน หรือการหล่อเย็นทั้งจากที่ซื้อ หรือผลิตขึ้นเองโดยองค์กร</p> <p>- พลังงานไฟฟ้า ความร้อน ไอน้ำ หรือการหล่อเย็นที่องค์กรซื้อและขายต่อให้องค์กรอื่น</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แยกตามประเภทของกิจกรรม (ต่อ)

ประเภท	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ประเภทที่ 3	9	วัตถุดิบตั้งต้นที่ซื้อ	<ul style="list-style-type: none"> - ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากสารขาเข้าที่ใช้วัตถุดิบต่างๆ พลังงาน การบริการ ในขั้นตอนการสกัด และกระบวนการผลิตของวัตถุดิบที่องค์กรสั่งซื้อ - ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมทางธุรกิจระหว่างองค์กรและผู้ผลิตภายนอกองค์กร เช่น การว่าจ้างการผลิตและบริการ
	10	อุปกรณ์ประกอบธุรกิจ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการผลิต และหรือ/ การสร้างของอุปกรณ์เพื่อใช้ในการประกอบธุรกิจขององค์กร
	11	ของเสียจากกิจกรรมในองค์กร	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากขั้นตอนการทิ้ง และการบำบัด รวมถึงการขนย้ายของเสียที่เกิดจากการทำงานภายในองค์กรที่ดำเนินโดยหน่วยงานอื่น
	12	การขนส่งจากผู้ผลิตวัตถุดิบ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งและกระจายสินค้า หรือบริการ รวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้าซึ่งดูแลโดยผู้รับเหมาช่วงจากองค์กร
	13	การเดินทางที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจขององค์กร	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเดินทางของพนักงานเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แยกตามประเภทของกิจกรรม (ต่อ)

ประเภท	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ประเภทที่ 3	14	องค์กรสัมปทานในส่วนต้นทาง (Upstream Franchise)	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรสัมปทานส่วนต้นทาง
	15	สินทรัพย์ที่เข้ามาในส่วนต้นทาง (Upstream Leased Assets)	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการผลิต การสร้างและการดำเนินงานของสินทรัพย์ที่องค์กรจัดเข้ามา เช่น เครื่องจักรซึ่งอยู่นอกเหนือจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงที่รายงานโดยองค์กรผู้เช่าสินทรัพย์
	16	การลงทุน	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานเพื่อการลงทุนต่างๆ เช่น การลงทุนในสินทรัพย์ถาวร และการลงทุนร่วมที่ไม่ได้จัดอยู่ในการกำหนดขอบเขต
	17	การเดินทางของลูกค้าและผู้มาติดต่อ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการเดินทางเพื่อการติดต่อระหว่างลูกค้า หรือผู้มาติดต่อกับองค์กร
	18	การขนส่ง และการกระจายสินค้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมการขนส่งผลิตภัณฑ์ (รวมถึงกิจกรรมในคลังสินค้า และการขายปลีกที่ดำเนินการโดยหน่วยงานอื่น)
	19	การใช้งานของผลิตภัณฑ์	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในขั้น ตอน การใช้งาน ของผลิตภัณฑ์หรือบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แยกตามประเภทของกิจกรรม (ต่อ)

ประเภท	ลำดับที่	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัวอย่างกิจกรรม
ประเภทที่ 3	20	การกำจัดซากผลิตภัณฑ์	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดในขั้นตอนของการกำจัดซากผลิตภัณฑ์
	21	องค์กรสัมปทานหลังผ่านการผลิตขององค์กร (Downstream Franchise)	
	22	สินทรัพย์ที่เข้ามาหลังผ่านการผลิตขององค์กร (Downstream Leased Assets)	
	23	การเดินทางติดต่อของพนักงาน	- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเดินทางไป-กลับระหว่างองค์กรและที่พักของพนักงาน - ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีโทรคมนาคมระหว่างองค์กรและที่พักของพนักงาน
	24	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก 23 ลักษณะข้างต้น	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดนอกเหนือจากกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 23 ประเภทข้างต้น โดยองค์กรต้องทำการระบุรายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างชัดเจน

ที่มา : ISO/TR 14069:2013, Greenhouse gases – Quantification and reporting of Greenhouse gases emission for organizations – Guidance for the application of ISO 14064-1

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ในองค์กรประเภท
สำนักงาน

ประเภทของกิจกรรม	ตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	วิธีคำนวณ
ประเภทที่ 1	การเดินทางภายในและภายนอก สำนักงานด้วยยานพาหนะขององค์กร	1.) ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง 2.) ระยะทาง x น้ำหนักบรรทุก x ค่าการปล่อยตามประเภทของพาหนะที่ใช้ 3.) ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง 4.) ระยะทางที่เดินทาง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบิน(กรณีเดินทางด้วยเครื่องบินโดยสาร)
	การใช้สารเคมี	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารเคมี
	การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในองค์กร	ปริมาณสารทำความเย็น x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารทำความเย็น
	การใช้สารดับเพลิง	ปริมาณสารดับเพลิง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามชนิดของสารเคมีที่ใช้เป็นสารดับเพลิง
	การใช้ปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและสูตรของปุ๋ย
	การบำบัดน้ำเสียที่องค์กรเป็นผู้ดำเนินการ	1.) การคำนวณอ้างอิงตาม UNFCCC (2006) 2.) การคำนวณอ้างอิงตาม IPCC (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ในองค์กรประเภท
สำนักงาน (ต่อ)

ประเภทของกิจกรรม	ตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	วิธีคำนวณ
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ประเภทที่ 3	การเดินทางไปสัมมนาดูงาน ติดต่อกันของพนักงานภายใน องค์กร	1.) ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง 2.) ระยะทาง x น้ำหนักบรรทุก x ค่าการปล่อยตามประเภทของพาหนะที่ใช้ 3.) ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง 4.) ระยะทางที่เดินทาง x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบิน (กรณีเดินทางด้วยเครื่องบินโดยสาร)
	การใช้ไฟฟ้าจากผู้เช่าพื้นที่ ภายใน องค์กร	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	การใช้วัสดุสำนักงานและวัสดุ สิ้นเปลือง เช่น กระดาษ	ปริมาณกระดาษที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระดาษ
	การบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง	1.) การคำนวณอ้างอิงตาม UNFCCC (2006) 2.) การคำนวณอ้างอิงตาม IPCC (2006)
	การใช้น้ำประปา	ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำประปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ในองค์กรประเภท
สำนักงาน (ต่อ)

ประเภทของ กิจกรรม	ตัวอย่างกิจกรรมที่มีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	วิธีคำนวณ
ประเภทที่ 3	การใช้ลิฟต์ของพนักงานภายใน องค์กร	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อการใช้ลิฟต์ 1 ครั้ง x จำนวนครั้งที่ใช้งานลิฟต์ภายในหนึ่งวัน ของพนักงานหนึ่งคน x จำนวนพนักงานที่ใช้ ลิฟต์ทั้งหมดภายในชั้นที่ทำการประเมิน x จำนวนวันที่มีการใช้งานลิฟต์

ที่มา : องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559

2.5 การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ประกอบด้วย

2.5.1 การกำหนดขั้นตอนการคำนวณ

องค์กรต้องคำนวณหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในขอบเขต
ขององค์กร ดังนี้

- 1) การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- 2) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ
- 3) การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

(Activity Data)

- 4) การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)

(GHG Removal Factor)

- 5) การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

2.5.2 การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรม
ต่างๆ ในประเภทที่ 1

องค์กรต้องแยกบันทึกปริมาณไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้
งานภายในองค์กร ซึ่งจะนำมาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมประเภทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากองค์กรทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ภายใต้ออบเขตกิจกรรมประเภทที่ 3 ควรแยกบันทึกแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

2.5.3 การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน สามารถคำนวณซ้ำได้ และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการใดก็ได้ โดยต้องชี้แจงเหตุผลประกอบและต้องแสดงคำอธิบายหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณที่เคยใช้มาก่อน

ตัวอย่างวิธีการคำนวณสามารถทำได้ดังนี้

1) จากการตรวจวัด

ทำการตรวจวัดและคำนวณหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง หรือเว้นช่วงเป็นระยะโดยใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง

2) จากการคำนวณ

การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล การทำการตุลมวลหรือ การวิเคราะห์ห้สหสัมพันธ์ (Facility-Specific) หรือการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล(ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e)

การคำนวณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกใน ISO 14064-1 มีการแปลงเป็นข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2 แบบดังนี้

2.1) การเปลี่ยนข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่า Emission Factors
คำนวณได้ดังนี้

$$\text{GHG Emission or removals} = \text{Activity data} \times \text{Emission factor}$$

เมื่อ Activity data คือ ข้อมูลกิจกรรมทั้งข้อมูลปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ

Emission factor คือ ค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.2) การเปลี่ยนข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระบุไว้ในหน่วยตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ คำนวณได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{CO}_2 \text{ equivalent emission} = \sum [\text{Emission gas} \times \text{GWP gas}]$$

3) จากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ

องค์กรสามารถหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ด้วยตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บ และข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งได้จากการตรวจวัด มาทำการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้โดยอาศัยสมการมวลสารสมดุล เป็นต้น

2.5.4 การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณต้องมีการคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ขัดแย้งกับวิธีการคำนวณที่ได้เลือกไว้ ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดควรได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์และทวนสอบได้อีกอย่างน้อย 2 ปี

2.5.4.1 แนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แนวทางการเก็บข้อมูล	ระดับหน่วยงาน	ระดับองค์กร
CENTRALIZED	ข้อมูลกิจกรรม	รายงานข้อมูลกิจกรรม (การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ระดับองค์กร: ข้อมูลกิจกรรม × ปัจจัยการปล่อย = การปล่อยก๊าซเรือนกระจก)
DECENTRALIZED	ข้อมูลกิจกรรม × ปัจจัยการปล่อย = การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	รายงานข้อมูลกิจกรรม

ที่มา : WRI and WBCSD,2004

Centralized รายงานข้อมูลกิจกรรมหรือน้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละหน่วยงาน เช่น ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วไปที่ระดับองค์กรเพื่อทำการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Decentralized รายงานข้อมูลกิจกรรมหรือน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้แล้ว ทำการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากนั้นจึงรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปยังระดับองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการเก็บข้อมูลแบบ centralized เหมาะอย่างยิ่งสำหรับองค์กรที่มีการขอใช้อุปกรณ์ สำนักงานหรือสิ่งอำนวยความสะดวกตามรายงานกิจกรรมนั้นๆ ถ้าพนักงานของหน่วยงานหรือแผนก

สามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงไปตรงมาบนพื้นฐานของกิจกรรม ส่วนแนวทางการเก็บข้อมูลแบบ Decentralized การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในหน่วยงานหรือแผนกจะช่วยให้ตระหนักและเข้าใจถึงปัญหามากขึ้น แต่ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในหน่วยงานหรือแผนกอาจเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณจึงต้องเพิ่มการตรวจสอบการคำนวณมากขึ้น วิธีการนี้อาจเป็นตัวเลือกอีกหนึ่งทางถ้า

- 1) การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต้องใช้ความรู้ในรายละเอียดของชนิดอุปกรณ์ที่ใช้ งาน
- 2) วิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจกมีความแตกต่างกันในจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ งาน
- 3) การปล่อยในกระบวนการผลิต (ตรงกันข้ามกับการปล่อยการเผาไหม้จากเชื้อเพลิง) ที่มีความสำคัญในการใช้ร่วมกันของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด
- 4) มีบุคลากรและงบประมาณที่จะฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ในการคำนวณและดำเนินงานในแต่ละ หน่วยงานหรือแผนก
- 5) เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานง่าย ลดความซับซ้อนของการคำนวณและการรายงาน สำหรับเจ้าหน้าที่
- 6) ระเบียบข้อบังคับของท้องถิ่นที่จะต้องรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.5.4.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถเก็บได้ดังนี้

- 1) ข้อมูลแบบสอบถาม (Questionnaire)
- 2) ข้อมูลการตรวจวัด (Measurement)
- 3) ข้อมูลการคำนวณ (Calculation) เช่น สมการสมดุลมวล (Mass balance), สมการสมดุลพลังงาน (Energy balance)
- 4) ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature information)

2.5.4.3 การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณ องค์กรต้องคัดเลือกหรือพัฒนาค่าแฟกเตอร์การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ซึ่ง

- 1) ทราบแหล่งที่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เหมาะสมใช้กับแหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกแต่ละแหล่ง
- 3) เป็นค่าปัจจุบันในขณะที่ใช้คำนวณ
- 4) คำนึงถึงความไม่แน่นอนในการคำนวณ และนำมาใช้คำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
- 5) ไม่ขัดแย้งกับความตั้งใจในการใช้งานบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลค่าפקเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบปฐมภูมิได้ สามารถเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสม

สำหรับกิจกรรม และกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กร หรือค่าפקเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการเผยแพร่แล้วตามแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ โดยหากเรียงตามลำดับความสำคัญ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพของข้อมูลได้ดังนี้

- 1) ฐานข้อมูลที่ทำการศึกษาและเผยแพร่โดยองค์กรภายในประเทศ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมนั้นๆ
- 2) ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai LCI Database) ซึ่งรวบรวมและจัดการโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ดูข้อมูลเพิ่มเติมที่ <http://www.thaicidatabase.net>)
- 3) ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำในประเทศ ซึ่งผ่านการกรองแล้ว (peer-reviewed publications)
- 4) ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป ได้แก่ โปรแกรมสำเร็จรูปด้านการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA Software) ฐานข้อมูลเฉพาะของกลุ่มอุตสาหกรรม หรือฐานข้อมูลเฉพาะของแต่ละประเทศ เป็นต้น
- 5) ข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)

2.6 แนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กร

สำหรับการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานต่างๆ ภายในองค์กร สามารถแสดงเป็นตัวอย่างแยกตามลักษณะของกิจกรรมได้ ดังนี้

1) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่องค์กรมีการผลิตไฟฟ้า และ/หรือความร้อนใช้เองในองค์กร หรือเพื่อส่งขาย ณ สถานที่ภายในองค์กร ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนนั้นๆ

ในกรณีที่องค์กรมีการซื้อไฟฟ้า ความร้อน และ/หรือ ไอน้ำมาจากภายนอก ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้คำนวณ

1.1) กรณีของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำที่ถูกส่งมาจากเพียงแหล่งเดียว ให้ใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับแหล่งนั้นๆ

1.2) กรณีของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำที่ถูกส่งมาจากระบบพลังงานแบบผสม เช่น ไฟฟ้าแบบ Grid mix ให้ใช้ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำจากค่ากลางของประเทศสำหรับข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าขององค์กร ให้ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงจากองค์กร โดยสามารถใช้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ระบุในใบเสร็จจำค่าไฟฟ้าขององค์กร ในกรณีที่องค์กรไปเข้าสถานที่ร่วมกับองค์กรอื่นๆ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดมีการใช้ร่วมกับองค์กรอื่น ซึ่งในใบเสร็จค่าไฟฟ้ามีการระบุร่วมกับองค์กรอื่น ให้ทำการประมาณปริมาณการใช้ไฟฟ้าขององค์กร โดยวิธีการปันส่วนที่เหมาะสม อาทิ ปันส่วนจากค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดที่องค์กรมีการใช้งานจริงคูณด้วยระยะเวลาการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนั้นๆ

2) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทาง และขนส่งด้วยรถประเภทต่างๆ

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางรถสามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

2.1) ในกรณีที่ทราบข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทาง หรือขนส่ง ให้นำปริมาณที่ใช้ไปคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ (ค่าแฟกเตอร์การเผาไหม้เชื้อเพลิง)

2.2) กรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ให้เลือกใช้วิธีการคำนวณ โดยเลือกจากวิธีต่างๆ ดังนี้

2.2.1) กรณีมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิง : ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (โดยอ้างอิงค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม อาทิ Compendium of Greenhouse Gas Emission Methodology for the Oil and Gas Industry (API, 2004))

2.2.2) กรณีมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของยานพาหนะ : ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของ

ยานพาหนะ (โดยอ้างอิงจากแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม อาทิ รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร เป็นต้น)

3) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการใช้สารเคมี

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารเคมีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณีได้แก่

3.1) กรณีที่สารเคมีไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกภายในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างใช้งาน ให้นำปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ (ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีที่ใช้ได้ ให้พิจารณาค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคมีที่มีลักษณะใกล้เคียงมาใช้คำนวณแทน)

3.2) กรณีที่สารเคมีสามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกภายในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างใช้งาน ให้ทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการเกิดปฏิกิริยา โดยอาศัยหลักมวลสารสัมพันธ์ แล้วนำไปรวมกับค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากปริมาณสารเคมีคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดสารเคมีที่ใช้

4) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมีทำได้โดยนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริงคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภท และสูตรของปุ๋ยที่ใช้

5) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดกากของเสีย

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการกำจัดกากของเสีย ในกรณีที่องค์กรมีระบบการกำจัดของเสีย การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใช้ข้อมูลตามวิธีการกำจัดจริงหรือข้อมูลปฐมภูมิของระบบการกำจัดของเสียขององค์กร ทั้งนี้หากไม่มีข้อมูลปฐมภูมิขององค์กรให้คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดกากของเสียแบบฝังกลบ (Landfill) โดยใช้ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตั้ง (tCO₂e ต่อดัชนีมูลฝอย) ของ 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories- Volume 5: Waste ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น

องค์ประกอบของกากของเสีย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น (tCO ₂ e ต่อตันมูลฝอย)
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 Guideline for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5 : Waste (2006)

6) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย

ในกรณีที่องค์กรไม่มีการเก็บรวบรวมปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง สามารถใช้สมมติฐานในการประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

1) กรณีองค์กรประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ให้ประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำที่ใช้จริงทั้งหมดภายในโรงงาน

2) กรณีองค์กรประเภทสำนักงาน และสถานศึกษา ให้ประมาณค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับปริมาณน้ำที่มีการใช้จริงทั้งหมดภายในองค์กรการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย สามารถทำได้โดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งเรียงลำดับความสำคัญของวิธีการคำนวณ ดังนี้

2.1) กรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ให้ทำการคำนวณอ้างอิงตามสมการการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (อ้างอิงจาก 2006 UNFCCC, Methane recovery in waste water treatment-Version 16.0, Method number AMS-III H) ดังนี้

$$PE_y = PE_{y,ww,treated} + PE_{y,s,final} + PE_{y,fugitive} + PE_{y,dissolved}$$

เมื่อ PE_y คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียในระหว่างปี y (tCO₂e)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PEy,ww,treated คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ประเภทคาร์บอนภายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียระหว่างปี y

PEy,s,final คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายแบบไม่เต็มอากาศของกากตะกอนที่ถูกผลิตในขั้นสุดท้ายในปี y (ตัวแปรนี้สามารถตัดออกได้หากตะกอนที่เกิดขึ้นมีการกำจัดด้วยวิธีการเผา ฝังกลบ หรือนำไปใช้เป็นปุ๋ย)

PEy,fugitive คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของระบบ capture และ flare

PEy,dissolved คือ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย

2.2) กรณีที่ไม่มีการเก็บรวบรวมคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ให้ทำการคำนวณอ้างอิงตามสมการการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของ IPCC (2006): Waste Water Treatment and Discharge ดังนี้

1) ทำการคำนวณหาค่าปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดในน้ำเสีย (Total Organically Degradable Material in Wastewater: TOW) โดยใช้ค่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริงคูณด้วยค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand หากไม่ทราบสามารถเลือกใช้จากค่าประมาณของแต่ละประเภทอุตสาหกรรมและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

2) นำค่าปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดมาลดด้วยปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากการบำบัด แล้วนำไปคูณด้วยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแยกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย

3) ในกรณีที่มีการดักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัด ให้นำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ดักเก็บได้ในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มาลบออกจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้จากการบำบัดน้ำเสียในข้อ 2

7) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิงคำนวณได้จากปริมาณสารดับเพลิงที่มีการใช้จริงคูณด้วยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีแต่ละประเภทที่บรรจุอยู่ภายในถังดับเพลิง (ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้สารดับเพลิงเพื่อดับไฟไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารเคมีดับเพลิง และยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิกิริยาดังกล่าว)

8) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็นในระหว่างการซ่อมบำรุง

การประเมินก๊าซเรือนกระจกคำนวณได้จากการรายงานใช้หรือเติมสารทำความเย็นจากการซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศหรือระบบทำความเย็นหรือใช้ค่าปริมาณสารทำความเย็นที่รั่วไหลคูณกับค่าศักยภาพการเกิดสภาวะโลกร้อน

2.7 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณ

ถ้าข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมาจากการประมาณค่าจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลคำนวณที่ได้ ความไม่แน่นอนของข้อมูลพิจารณาจาก ความน่าเชื่อถือของวิธีการเก็บข้อมูลกิจกรรมที่นำมาคำนวณ และค่าการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) โดยกำหนดเป็นคะแนนดังตารางที่ 2.7 และเกณฑ์ประเมินความไม่แน่นอนดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.7 ความไม่แน่นอนของข้อมูลและค่าפקเตอร์การปล่อย

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
	ลักษณะการเก็บข้อมูล	X = 6 คะแนน เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบอัตโนมัติ	Y = 3 คะแนน เก็บข้อมูลจากพารามิเตอร์	Z = 1 คะแนน เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า
ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	A = 4 คะแนน EF จากการวัดที่มีคุณภาพ	B = 3 คะแนน EF จากผู้ผลิตหรือ EF ระดับประเทศ	C = 2 คะแนน EF ระดับภูมิภาค	D = 1 คะแนน EF ระดับสากล

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน), 2559

ตารางที่ 2.8 ระดับความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1 - 6	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพข้อมูลไม่ดี
2	7 - 12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพข้อมูลปานกลาง
3	13 - 18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพข้อมูลดี
4	19 - 24	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพข้อมูลดีเยี่ยม

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559

2.8 การจัดการคุณภาพของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

การจัดการคุณภาพของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ย่อมสะท้อนถึงความถูกต้องของปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินได้ขององค์กร

2.8.1 การจัดการข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องจัดทำและดำเนินการตามวิธีปฏิบัติการจัดการข้อมูลก๊าซเรือนกระจกเพื่อ

- 1) ให้แน่ใจว่าสอดคล้องกับแนวทางการประเมินฯ ฉบับนี้
- 2) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกลุ่มเป้าหมายหรือผลจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก
- 3) จัดให้มีการตรวจสอบติดตามอย่างเป็นประจำให้แน่ใจว่าข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกมีความแม่นยำและครบถ้วนสมบูรณ์
- 4) ชี้บ่งและแก้ไขข้อผิดพลาดและสิ่งที่ถูกละเลย
- 5) จัดทำเป็นเอกสาร และบันทึกข้อมูลรวมถึงการจัดการอย่างเป็นระบบ

การจัดการข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ควรพิจารณาประเด็นต่างๆ ดังนี้

- 1) การบ่งชี้และทบทวน อำนาจ หน้าที่ความรับผิดชอบ ของผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก
- 2) การบ่งชี้ การดำเนินการ และทบทวน การฝึกอบรมที่เหมาะสม สำหรับคณะทำงานในการพัฒนาบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก
- 3) การบ่งชี้และทบทวนขอบเขตขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) การบ่งชี้และทบทวนแหล่งกำเนิดและแหล่งดูกลับก๊าซเรือนกระจก
- 5) การคัดเลือกและทบทวนวิธีการวัดปริมาณ รวมถึง ข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยและดูกลับก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก
- 6) การทบทวนการใช้วิธีการวัดปริมาณเพื่อยืนยันความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างหน่วยธุรกิจหรือหน่วยสาขารูปแบบต่างๆ
- 7) การใช้ การบำรุงรักษาและการสอบเทียบเครื่องมือวัดค่าต่างๆ (เมื่อมีการใช้เครื่องมือตรวจวัดนั้น)
- 8) การพัฒนาและรักษาระบบการจัดเก็บข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง
- 9) การตรวจสอบความแม่นยำตามปกติ
- 10) การตรวจประเมินภายในและทบทวนทางเทคนิคตามช่วงเวลาที่กำหนด
- 11) การทบทวนโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการจัดการข้อมูลตามช่วงเวลาที่กำหนด

2.8.2 การเก็บรักษาเอกสารและจัดเก็บบันทึก

- 1) องค์กรต้องจัดทำและดำเนินตามวิธีปฏิบัติการเก็บรักษาเอกสารและจัดเก็บบันทึก
- 2) องค์กรต้องจัดเก็บและรักษาเอกสารที่ใช้สนับสนุนการออกแบบการพัฒนาและการคงไว้ซึ่งข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกที่สามารถนำไปใช้ในการทวนสอบ และต้องได้รับการจัดการให้สอดคล้องกับวิธีปฏิบัติการจัดการข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่กำหนด
- 3) การจัดทำเอกสารอาจจัดทำในรูปแบบกระดาษหรือไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ก็ได้ ที่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินในระยะถัดไปขององค์กร หรือเพื่อการเผยแพร่สู่สาธารณะต่อไป

สำหรับแนวทางการสร้างให้เกิดการบริหารจัดการบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกอย่างมีคุณภาพ สามารถทำได้ดังนี้

- 1) การจัดทีมงานเพื่อจัดทำ และพัฒนาบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรให้มีคุณภาพ โดยการคัดเลือกสมาชิกจากบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งจำเป็นต้องมีการระบุหน้าที่ความรับผิดชอบ และจัดให้มีการฝึกอบรมที่เหมาะสมแก่สมาชิกภายในทีม
- 2) พัฒนาแผนการจัดการบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกอย่างมีคุณภาพ ซึ่งแผนดังกล่าวควรมีการรวบรวมรายละเอียดที่สำคัญของขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมในทุกระดับขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การตรวจสอบคุณภาพการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เริ่มตั้งแต่การทบทวน หลักการประเมินการกำหนดขอบเขตขององค์กร และแหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก การตรวจสอบอุปกรณ์ และวิธีการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และวิธีคำนวณ เพื่อให้การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรมีความถูกต้องมากที่สุด

4) การระบุ และทบทวนความมีสาระสำคัญของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

5) การทวนสอบบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกที่จัดทำขึ้น โดยทีมผู้เชี่ยวชาญทั้งภายใน และภายนอกองค์กร

6) ทบทวนข้อผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำสู่การกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559)

2.9 การรายงานข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

รายงานการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่มีความน่าเชื่อถือจะต้องรวบรวมและสรุปข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องอย่างสมบูรณ์และถูกต้อง การรายงานผลควรประกอบด้วยเนื้อหาสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1) ข้อมูลองค์กร ประกอบด้วยข้อมูลโดยทั่วไปขององค์กร

2) การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

2.1) วัตถุประสงค์และหลักเกณฑ์ของการจัดทำรายงาน

2.2) ขอบเขตและการดำเนินงานขององค์กร

2.3) โครงสร้างขององค์กร

2.4) ปูฐาน และระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5) การทวนสอบรายงานผลการประเมิน

3) การรายงานข้อมูลของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก

3.1) แหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.2) สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของก๊าซ

3.3) เรือนกระจกและผลรวมของปริมาณก๊าซเรือนกระจก

3.4) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5) เอกสารอ้างอิงของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ

การแสดงผลปริมาณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จะต้องประกอบด้วย องค์กรประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1) ความตรงประเด็น (Relevance)

การใช้ข้อมูลและวิธีการเลือกแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการวัด และคำนวณที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รวบรวมได้นั้น ควรสะท้อนถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในองค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูล ที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจในการวางนโยบายขององค์กร

2) ความสมบูรณ์ (Completeness)

ปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำการเก็บรวบรวมหรือประเมินได้ ควรเป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กร หรือ เกี่ยวข้องกับองค์กร

3) ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency)

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวม หรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับ ก๊าซเรือนกระจกที่ได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้ว ต้องไม่ขัดแย้ง มีความเชื่อมโยง และเทียบเคียงกัน ได้

4) ความถูกต้อง (Accuracy)

การลดความเผลอผิด และความไม่แน่นอนในการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้

5) ความโปร่งใส (Transparency)

การเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมหรือคำนวณปริมาณการปล่อยและดูด กลับก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอ และเหมาะสม สามารถตรวจสอบได้ เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าว ในการตัดสินใจด้วยความเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรศรี สุทธนารักษ์, ลีริพร ต้นบุตร, ปริเมษ เจริญนพคุณ และนายอนุชิต รัตนพันธ์ (2558) ได้ทำการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมการดำเนินงานของ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 (ภูเก็ต) ตามระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล ในช่วงปีงบประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2558 ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558 พบว่า ในปีงบประมาณ 2558 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรรวม 80.04 tonCO₂eq ต่อปี โดยแบ่งกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็น 3 ขอบเขต (Scope) ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 (Scope I) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ขอบเขตที่ 2 (Scope II) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมจากการใช้พลังงาน และขอบเขตที่ 3 (Scope III) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อมอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่าขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ การใช้ยานพาหนะเดินทางไปราชการต่างจังหวัด การใช้ยานพาหนะเดินทางไป-กลับระหว่างที่พักและสำนักงานฯ การใช้กระดาษในสำนักงานฯ การใช้น้ำประปาภายในอาคารสำนักงาน การขนส่งขยะมูลฝอยและการฝังกลบขยะอินทรีย์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด จำนวน 31.57 tonCO₂eq ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 39.45 รองลงมาคือขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงาน มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวน 27.50 tonCO₂eq ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 34.36 และขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางตรงขององค์กร ได้แก่ การใช้รถยนต์ขององค์กรจำนวน 20.96 tonCO₂eq ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 26.19 ตามลำดับ

รศ.รศ. ศรชัชชาญวิทย์ (2558) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระเบียบการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานอุตสาหกรรมแป่งมันสำปะหลังจำนวน 3 โรงงาน ผลการศึกษาพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมแป่งมันสำปะหลังที่สำรวจมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่าง 130.949-572.346 kgCO₂eq ต่อ 1 ตันแป่ง (เฉลี่ย 281.258 kgCO₂eq ต่อ 1 ตันแป่ง) คิดเป็นทั้งอุตสาหกรรม 847.121 ล้าน tonCO₂eq ในปี 2557 โดยส่วนใหญ่มาจาก 1) การใช้กระแสไฟฟ้าในกระบวนการผลิต 2) การใช้ความร้อนในการอบแป่ง และ 3) น้ำเสียจากระบบบำบัดและระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยโรงงาน A มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 130.949 kgCO₂eq พบว่าในการผลิตแป่งมันสำปะหลัง 1 ตัน มีการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดเท่ากับ 181.87 kgCO₂eq รองลงมาได้แก่ การผลิตก๊าซชีวภาพ 20.875 kgCO₂eq และน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ 17.827 kgCO₂eq โรงงาน B มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 572.356 kgCO₂eq เนื่องจากโรงงาน B มีการใช้น้ำมันเตาในระบบหัวเผาเพื่อผลิตความร้อนใช้ในการอบแป่งในปริมาณมาก จึงทำให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 354.599 kgCO₂e รองลงมาได้แก่ ปริมาณการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 14550 kgCO₂eq และ 42.042 kgCO₂eq ตามลำดับ โรงงาน C ในการผลิตแป่งมันสำปะหลัง 1 ตัน ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 140.418 kgCO₂eq และโรงงาน C เป็นโรงงานที่ไม่มีการใช้เชื้อเพลิงอื่นในการผลิตพลังงาน จึงใช้กระแสไฟฟ้าและปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 64.061 kgCO₂eq รองลงมาได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต และน้ำเสียที่เกิดจากการล้างหัวมันสำปะหลังโดยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 17.827 และ 10.01 kgCO₂eq ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิตติยา ระวังพรมราช, ธนกานต์ มงคลเสริม และธิดารัตน์ อึ้งสกุลเจริญ (2559) ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆภายในองค์กรของหอพักนักศึกษา สจล.ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง จากกิจกรรมการบำบัดน้ำเสียขององค์กร การเดินทางโดยใช้รถยนต์ขององค์กร และการรั่วไหลของสารทำความเย็น R-22 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการขนส่งและกำจัดขยะโดยใช้ข้อมูลปีงบประมาณ 2559 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆภายในหอพักนักศึกษาเท่ากับ 820,277.41 kgCO₂eq ต่อปี ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดเกิดจากกิจกรรมประเภทที่ 1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 450,962.414 kgCO₂eq (54.98%) รองลงมาคือกิจกรรมประเภทที่ 2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 369,315 kgCO₂eq (45.02%) โดยกิจกรรมประเภทที่ 3 ในการวิจัยนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลปริมาณขยะทั้งหมดได้ ดังนั้นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้เป็นการเปรียบเทียบการจัดการขยะโดยการคัดแยก จะทำให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าต่ำกว่าการจัดเก็บแบบไม่คัดแยก

พิมพ์ลภัส พงศกรรังศิลป์ (2560) ได้ทำการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากอุตสาหกรรมท่องเที่ยวรวมทั้งลักษณะการบริโภค พฤติกรรมและการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในพื้นที่อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศจำนวน 600 ตัวอย่างและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากองค์กรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องของสถิติการบริโภค ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์พบว่า อุตสาหกรรมท่องเที่ยวเกาะสมุยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 6 องค์ประกอบหลักรวมทั้งสิ้น 1,163,368.99 tonCO₂eq ต่อปี โดยส่วนใหญ่มาจากการขนส่งระหว่างประเทศซึ่งก็คือจากการเดินทางโดยเครื่องบินของนักท่องเที่ยวจากภูมิลำเนามายังประเทศไทย 711,440.00 tonCO₂eq หรือร้อยละ 61.15 รองลงมาคือธุรกิจที่พักจากการใช้พลังงาน 167,659.74 tonCO₂eq หรือร้อยละ 14.41 การเดินทางภายในประเทศ 139,015.92 tonCO₂eq หรือร้อยละ 11.95 การกำจัดขยะ 122,873.32 tonCO₂eq หรือร้อยละ 10.92 การบำบัดน้ำเสีย 15,596.45 tonCO₂eq หรือร้อยละ 1.34 และกิจกรรมการท่องเที่ยวจากการใช้พลังงานการประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยว 2,673.14 tonCO₂eq หรือร้อยละ 0.23 ตามลำดับ

Xiwang Li , Hongwei Tan and Adams Rackes (2015) ได้ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆของมหาวิทยาลัยในประเทศจีน จากการศึกษาพบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3.84 tonCO₂eq ต่อปี จากกิจกรรมในชีวิตประจำวัน 65% เช่น การใช้น้ำประปา การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในหอพัก กิจกรรมจากการเดินทาง 20% เช่น การเดินทางไปกลับภูมิลำเนา การเดินทางไปที่ทัศนศึกษา และกิจกรรมทางวิชาการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าจาก

ห้องเรียนและสำนักงานภายในมหาวิทยาลัย โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันของนักศึกษา 5.08 tonCO₂ต่อคน

Ayse Merve Turanli (2015) ได้ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย มิเดิลตันฮีส เทนคอลล ในอังกฤษ จากการทำกิจกรรมต่างๆภายในมหาวิทยาลัย เช่น การเดินทาง การใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น โดยใช้ข้อมูลปี 2000 ถึงปี 2014 จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 40% การเดินทาง 31% การใช้ก๊าซธรรมชาติ เพื่อให้พลังงานความร้อน 25% และอื่นๆ 4% ตามลำดับ โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 56,036,497.75 kgCO₂eq



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการดำเนินงานกิจกรรม เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา จึงมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

- 1) การกำหนดขอบเขตขององค์กรและการดำเนินงาน
- 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 3) การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 4) การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์
- 5) สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา

3.2 ลักษณะโครงสร้างและการดำเนินงาน

ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนนักศึกษาและบุคลากรทั้งหมด 4,785 และ 4,587 คน ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรแบ่งตามหน่วยงาน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

หน่วยงาน	จำนวนคน	
	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
นักศึกษาชาย	1,410	1,346
นักศึกษาหญิง	3,074	2,941
อาจารย์	163	164
เจ้าหน้าที่	106	104
แม่บ้าน	27	27
คนสวน	3	3
คนขับรถ	2	2
รวม	4,785	4,587

ที่มา : สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล. และสำนักงานทรัพยากรบุคคล, 2559-2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดขอบเขตขององค์กรและการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตการรวบรวมแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกองค์กร เป็นแบบควบคุมการดำเนินงาน โดยจะประเมินจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายใต้อำนาจการควบคุมของคณะวิทยาศาสตร์ สำหรับการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตการดำเนินงานในแต่ละประเภทของกิจกรรม

ประเภทของกิจกรรม	รายการกิจกรรม
ประเภทที่ 1	การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ
	การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะขององค์กร
	น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อุณหภูมิอากาศ
	การใช้ปุ๋ยเคมี
ประเภทที่ 2	การใช้เครื่องตัดหญ้า
	การใช้พลังงานไฟฟ้า
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา
	การใช้กระดาษ A4 80 แกรม
	การเดินทางโดยใช้น้ำมันพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆ และการได้มาซึ่งข้อมูลของคณะวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการได้มาของข้อมูลแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

ประเภทของ กิจกรรม	รายการกิจกรรม	ระยะเวลาการเก็บ รวบรวมข้อมูล	
		ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
ประเภทที่ 1	การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	-*	✓
ประเภทที่ 1	การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร	-*	✓
	น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อุโมงค์น้ำสาธารณะ	-*	✓
	การใช้ปุ๋ยเคมี	✓	✓
	การใช้เครื่องตัดหญ้า	✓	✓
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	✓	✓
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา	✓	✓
	การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	✓	✓
	การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	-*	✓

หมายเหตุ : * ไม่มีบันทึกข้อมูลของการดำเนินงานกิจกรรม

ตารางที่ 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการได้มาซึ่งข้อมูลแต่ละประเภท

ประเภทของ กิจกรรม	รายการ	การได้มาของข้อมูล
ประเภทที่ 1	การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ **	ใบแจ้งซ่อมและการ ประมาณค่า
	การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร *,**	ใบสำคัญจ่ายเงิน
	น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อุโมงค์น้ำสาธารณะ *,**	การเก็บตัวอย่างและการ วิเคราะห์ค่าความ ต้องการออกซิเจนทาง ชีวเคมี (BOD)
	การใช้ปุ๋ยเคมี **	การสอบถามและการ ประมาณค่า
	การใช้เครื่องตัดหญ้า **	การสอบถามและการ ประมาณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการได้มาซึ่งข้อมูลแต่ละประเภท (ต่อ)

ประเภทของกิจกรรม	รายการ	การได้มาของข้อมูล
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า **	บันทึกการใช้ไฟฟ้า
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา **	บันทึกการใช้น้ำประปา
	การใช้กระดาษ A4 80 แกรม **	บันทึกการใช้กระดาษ
	การเดินทางโดยใช้อยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา **	ใบสำคัญจ่ายเงิน

หมายเหตุ : * หมายถึง ข้อมูลปฐมภูมิ

** หมายถึง ข้อมูลทุติยภูมิ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ในแต่ละประเภทของกิจกรรมที่เกิดจากการดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

3.4.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง

3.4.1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

การแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศจากใบแจ้งซ่อม และการสอบถามข้อมูลงานบริหารทั่วไป ฝ่ายอาคารและซ่อมบำรุง ใน ปี พ.ศ. 2560 พบว่าไม่มีบันทึกข้อมูลปริมาณการรั่วไหลของสารทำความเย็น แต่ในการซ่อมเครื่องปรับอากาศทุกครั้ง จะทำการเติมสารทำความเย็นเข้าไป โดยประมาณ 2 กิโลกรัม ต่อเครื่อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่านี้มาใช้ในการคำนวณเป็นปริมาณการรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

3.4.1.2 การเดินทางโดยใช้อยานพาหนะขององค์กร

ข้อมูลจากใบสำคัญจ่ายเงินปี พ.ศ. 2560 เป็นข้อมูลที่ได้จากงานบริหารทั่วไป ฝ่ายอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย ระยะทางการเดินทาง ประเภทของยานพาหนะ และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ คณะวิทยาศาสตร์มียานพาหนะ 2 ประเภท คือ รถตู้ปรับอากาศ และรถบัสปรับอากาศ โดยมีรถตู้ปรับอากาศจำนวน 2 คัน ขนาดเครื่องยนต์ 2,500 CC จำนวนที่นั่ง 12 ที่นั่ง และรถบัสปรับอากาศจำนวน 1 คัน ขนาดเครื่องยนต์ 5,958 CC จำนวนที่นั่ง 40 ที่นั่ง ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ คือ น้ำมันดีเซล

3.4.1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ

ในปี พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง เพื่อตรวจวัดค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แต่เนื่องจากไม่มีบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น จึงทำให้ต้องมีการประมาณค่าปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น เท่ากับปริมาณน้ำที่มีการใช้จริงทั้งหมดภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งในที่นี้ คือ ปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้น้ำประปา (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559) โดยข้อมูลการใช้น้ำประปา เป็นข้อมูลที่ได้จากงานการเงิน สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อน้ำทิ้ง 3 บ่อ ได้แก่ บ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณะ 1 และอาคารพระจอมเกล้า บ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณะ 2 และบ่ออาคารวิทยาศาสตร์ รายละเอียดตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ดังภาคผนวก ข

3.4.1.4 การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้เครื่องตัดหญ้า

การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้เครื่องตัดหญ้าในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 จากการสอบถามคนสวน ทำให้ทราบถึง ชนิดของปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใช้เครื่องตัดหญ้า ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ คือ น้ำมันเบนซิน แต่เนื่องจากไม่มีบันทึกข้อมูลปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องตัดหญ้า ดังนั้นจึงต้องทำการประมาณค่าของปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องตัดหญ้า

3.4.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

3.4.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า

ข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากงานการเงิน คือ บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ซึ่งข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จะเก็บจากมิเตอร์ทั้งหมด 1 ตัว โดยเป็นมิเตอร์รวม จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของทุกกิจกรรมภายในคณะวิทยาศาสตร์

3.4.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

3.4.3.1 การใช้น้ำประปา

การใช้น้ำประปาในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 เป็นข้อมูลจากงานการเงิน โดยบันทึกการใช้น้ำประปาในแต่ละเดือน ซึ่งจะเก็บจากมิเตอร์รวม

3.4.3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม

จากข้อมูลงานพัสดุ ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 จะทำการบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม โดยแปลงหน่วยกระดาษหนึ่งรีมจำนวน 500 แผ่น เป็นกิโลกรัม ซึ่งกระดาษ 80 แกรม จำนวนหนึ่งรีมมีน้ำหนักเท่ากับ 2.5 กิโลกรัม

3.4.3.3 การเดินทางโดยใชยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา

ข้อมูลการเดินทางโดยใชยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมาปี พ.ศ. 2560 ได้จากงานบริหารทั่วไป ฝ่ายอาคาร และใบสำคัญจ่ายเงิน สำหรับข้อมูลการเดินทาง ประกอบไปด้วย ระยะทางในการเดินทาง ประเภทของยานพาหนะ และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ จากข้อมูลพบว่า คณะวิทยาศาสตร์มียานพาหนะ

ที่เข้าหามา 5 ประเภท คือ รถตู้ปรับอากาศธรรมดา รถกระบะ รถบรรทุกธรรมดา รถตู้ปรับอากาศ และ รถบรรทุก 6 ล้อ ซึ่งชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ คือ น้ำมันดีเซล

3.5 การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) นั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ จำนวนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของข้อมูลกิจกรรม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากแหล่งข้อมูลที่ได้รับการเผยแพร่และเชื่อถือได้ ได้แก่ ฐานข้อมูลที่ทำการศึกษาและเผยแพร่โดยองค์กรภายในประเทศ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมนั้นๆ ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai LCI Database) ซึ่งรวบรวมและจัดการโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) องค์กรของสหประชาชาติ โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแหล่งอ้างอิงที่ได้เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังแสดงตารางที่ 3.5 และ 3.6

ตารางที่ 3.5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทกิจกรรมและแหล่งข้อมูลอ้างอิง

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย (Unit)	ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq/unit)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง			
1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ - สารทำความเย็นประเภท HCFC (R-22)	kg	1,810	World Meteorological Org, 2006
1.2 การเดินทางโดยใช้น้ำมันขององค์กร - การเดินทางโดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล	Liter	2.7446	IPCC, 2006
1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ	m ³	0.625	IPCC, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทกิจกรรมและแหล่งข้อมูลอ้างอิง (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย (Unit)	ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq/unit)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
1.4 การใช้ปุ๋ยเคมี - ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)	Kg	3.3036	Ecoinvent 2.0
1.5 การใช้เครื่องตัดหญ้า - การใช้เครื่องตัดหญ้าโดยใช้ เชื้อเพลิงน้ำมันเบนซิน	Liter	2.1896	IPCC, 2006
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน			
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh	0.5821	Thailand Grid Mix Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557, 2014
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ			
3.1 การใช้น้ำประปา	m ³	0.0264	Metropolitan Waterworks Authority (Thailand), 2014
3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	kg	2.93	IPCC, 2006
3.3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่ องค์กรเช่าเหมา - การเดินทางโดยใช้เชื้อเพลิง น้ำมันดีเซล	Liter	2.7446	IPCC, 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการเดินทางด้วยยานพาหนะองค์กรและที่เช่าเหมา

ประเภท ยานพาหนะ	เชื้อเพลิง	หน่วย	อัตรา สิ้นเปลือง เชื้อเพลิง	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
รถกระบะบรรทุกทุกเฉลี่ย	ดีเซล	km/L	6.369	American Petroleum Institute, 2004
รถตู้โดยสาร	ดีเซล	km/L	10.204	American Petroleum Institute, 2004
รถโดยสารประจำทาง	ดีเซล	km/L	2.850	American Petroleum Institute, 2004

3.6 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ คำนวณโดยใช้ข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรม คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลในรูปของกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO₂ equivalent) ดังนี้

3.6.1 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการเดินทางโดยใช้นยานพาหนะขององค์กรและที่องค์กรเช่าเหมา

คำนวณจากระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของชนิดเชื้อเพลิง ดังสมการที่ (3.1)

$$\text{GHG Emission} = \frac{A}{B} \times EF \quad (3.1)$$

- เมื่อ
- A = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง (km)
 - B = อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (km/L) ดังแสดงตารางที่ 3.5
 - EF = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของชนิดเชื้อเพลิง ดังแสดงตารางที่ 3.4

3.6.2 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ

คำนวณจากปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น หรือปริมาณน้ำประปาที่ใช้ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเภทการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในที่นี้คือ น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ ดังสมการที่ (3.2)

$$\text{GHG Emission} = EF \times (W_i \times \text{BOD}) \quad (3.2)$$

เมื่อ EF	=	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ ดังแสดงตารางที่ 3.5
Wi	=	ปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นหรือปริมาณน้ำประปาที่ใช้ (L)
BOD	=	ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ย (kg/L)

3.6.3 การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมอื่นๆ

การคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมอื่นๆ ได้แก่ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้เครื่องตัดหญ้า การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำประปา และการใช้กระดาษ A4 80 แกรม สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (3.3) โดยนำข้อมูลของกิจกรรมคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงตารางที่ 3.5

$$\text{GHGs Emission} = \text{Activity data} \times \text{emissions factor} \quad (3.3)$$

3.7 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty) ถือเป็นขั้นตอนสำคัญ ที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิงต่างๆ ซึ่งความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ สามารถตรวจสอบระดับคุณภาพของข้อมูลได้ โดยการกำหนดคะแนนไว้ตามตารางที่ 2.7 และจากผลคูณระดับคุณภาพของข้อมูลกับคะแนนระดับคุณภาพของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากนั้นนำผลคูณที่ได้ไปจัดระดับความไม่แน่นอนของข้อมูลตามระดับคะแนน และเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอนตามตารางที่ 2.8

แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้รวบรวมมาในงานวิจัยครั้งนี้ มีคุณภาพของลักษณะการเก็บข้อมูลไม่ตรงตามตารางของ อบก. ดังนั้นการประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ จึงเปลี่ยนมาเลือกใช้ดังที่แสดงตามตารางที่ 3.7 แทน

ตารางที่ 3.7 คะแนนระดับคุณภาพของลักษณะการเก็บข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

ข้อมูล	ลักษณะการเก็บข้อมูล		ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	
	คะแนน	หมายเหตุ	คะแนน	หมายเหตุ
การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	1	เก็บข้อมูลจากใบแจ้งซ่อมและการประมาณค่า	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล
การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร	3	การสอบถามและการประมาณค่า	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล
น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อุโมงค์สาธารณะ	3	เก็บข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	3	ค่า EF คำนวณมาจากข้อมูลระดับประเทศและระดับสากล
การใช้ปุ๋ยเคมี	1	เก็บข้อมูลจากการสอบถามและการประมาณค่า	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล
การใช้เครื่องตัดหญ้า	1	เก็บข้อมูลจากการสอบถามและการประมาณค่า	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล
การใช้พลังงานไฟฟ้า	6	เก็บข้อมูลจากบันทึกการใช้ไฟฟ้า	3	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับประเทศ
การใช้น้ำประปา	6	เก็บข้อมูลจากบันทึกการใช้น้ำประปา	3	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับประเทศ
การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	3	เก็บข้อมูลจากบันทึกการใช้กระดาษ A4 80 แกรม	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล
การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	3	เก็บข้อมูลจากใบสำคัญจ่ายเงิน	1	ค่า EF มาจากข้อมูลระดับสากล

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.5 พบว่าลักษณะการเก็บข้อมูลจากการดำเนินงานกิจกรรมของคณะ
วิทยาศาสตร์ มีคะแนนระดับคุณภาพของข้อมูลที่ได้ คือ 1, 3 และ 6 คะแนน ซึ่งระดับคุณภาพของ
ข้อมูลจากลักษณะการเก็บข้อมูล 1 คะแนน คือ การเก็บข้อมูลจากการประมาณค่า 3 คะแนน คือ
การเก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ และ 6 คะแนน คือ การเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้ง
ระบบอัตโนมัติ ระดับคุณภาพของข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ที่ได้ คือ 1 และ 3 คะแนน
ซึ่ง 1 คะแนน คือ การใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ระดับสากล เนื่องจากไม่มีค่าการปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย และ 3 คะแนน คือ การใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) จาก
ผู้ผลิตหรือระดับประเทศ โดยในงานวิจัยนี้ การใช้พลังงานไฟฟ้า และการใช้น้ำประปา จะต้องใช้ค่า
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งผลิตของประเทศไทย ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะ
วิทยาศาสตร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการดำเนินงานกิจกรรมหลัก คือ จัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งในการศึกษาค้นคว้านี้จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรม ที่มีการเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิทยาศาสตร์ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 ปี ตามปีปฏิทิน คือ ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

4.1 ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง

4.1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

คณะวิทยาศาสตร์มีการใช้เครื่องปรับอากาศ จำนวน 8 อาคาร ได้แก่ หอประชุมจุฬารณวลัยลักษณ์ อาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 และ 2 อาคารปฏิบัติการพอลิเมอร์ อาคารพระจอมเกล้า อาคารคณะวิทยาศาสตร์ 1,2 และ 3 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีการบันทึกข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศ ไม่ครบตามปีปฏิทิน โดยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งมีการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 56 เครื่อง มีปริมาณการรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ เท่ากับ 112 กิโลกรัม และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 202,720 kgCO₂eq โดยข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศ ดังแสดงตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการแจ้งซ่อมเครื่องปรับอากาศ ในปี พ.ศ. 2559

บันทึกประจำเดือน	ชนิดของสารทำความเย็น	การแจ้งซ่อม (เครื่อง)
มกราคม	HCFC (R-22)	13
กุมภาพันธ์	HCFC (R-22)	12
มีนาคม	HCFC (R-22)	31
รวม		56

4.1.2 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร

จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร เป็นระยะทางทั้งหมด 2,317.40 กิโลเมตร ซึ่งมีการเดินทางโดยใช้รถตู้ปรับอากาศ เป็นระยะทาง 1,809 กิโลเมตร มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินทางโดยใช้รถโดยสารปรับอากาศ เป็นระยะทาง 508.40 กิโลเมตร และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร เท่ากับ 976.17 kgCO₂eq ข้อมูลการเดินทาง ดังแสดงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร ในปี พ.ศ. 2560

บันทึกประจำเดือน	ข้อมูลการใช้ยานพาหนะ			อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (km/L)
	ประเภทยานพาหนะ	ชนิดเชื้อเพลิง	ระยะทาง (km)	
กุมภาพันธ์	รถบัส	ดีเซล	304	2.85
มีนาคม	รถตู้	ดีเซล	538	10.204
พฤษภาคม	รถตู้	ดีเซล	350	10.204
กรกฎาคม	รถตู้	ดีเซล	33	10.204
	รถบัส	ดีเซล	35	2.85
สิงหาคม	รถตู้	ดีเซล	888	10.204
	รถบัส	ดีเซล	5.40	2.85
กันยายน	รถบัส	ดีเซล	164.40	2.85
	รวม		2,317.40	52.22

4.1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่ท่อน้ำสาธารณะ

ในปี พ.ศ. 2560 ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อน้ำทิ้งคณะวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 31.30 mg/L และมีปริมาณการใช้น้ำทิ้งเท่ากับ 76,659 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,437.36 kgCO₂eq ค่าบีโอดีเฉลี่ยของน้ำทิ้งที่เก็บจากบ่อน้ำทิ้ง ดังแสดงตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าบีโอดี (mg/L) เฉลี่ยของน้ำทิ้งที่เก็บจากบ่อน้ำทิ้ง ทั้ง 3 บ่อ

ปริมาณบีโอดีเฉลี่ย (mg/L)			
วัน	บ่อที่ 1 อาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 และอาคารพระจอมเกล้า	บ่อที่ 2 อาคาร จุฬารณวลัยลักษณ์ 2	บ่อที่ 3 อาคารวิทยาศาสตร์
จันทร์	25.28	48.29	10.21
อังคาร	35.15	47.72	10.18
พุธ	33.44	47.78	10.93
พฤหัสบดี	37.12	47.71	10.83
ศุกร์	58.01	48.74	10.96
เสาร์	29.29	46.84	9.83
อาทิตย์	32.27	47.20	9.52
เฉลี่ย	35.79	47.75	10.35

จากตารางที่ 4.3 พบว่าบ่อที่มีค่าบีโอดีเฉลี่ยมากที่สุด คือ บ่อที่ 2 อาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 2 โดยมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 47.75 mg/L ซึ่งหากค่าบีโอดีมาก จะแสดงถึงน้ำมีคุณภาพต่ำหรือน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากตำแหน่งที่เก็บน้ำจากอาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 2 เก็บจากบ่อพักน้ำที่ระบายออกจากอาคารโดยตรง ขณะที่น้ำจากบ่อที่ 1 อาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1, อาคารพระจอมเกล้า และบ่อที่ 3 อาคารวิทยาศาสตร์ เก็บจากบ่อพักน้ำที่อาจมีน้ำทิ้งจากการล้างพื้นผสมด้วย จึงทำให้มีค่าบีโอดีต่ำกว่า (ดังแสดงในภาคผนวก ข) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.79, 10.35 mg/L ตามลำดับ

4.1.4 การใช้ปุ๋ยเคมีและการใช้เครื่องตัดหญ้า

การสอบถามปริมาณการใช้จากคนสวน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดประมาณ 170 กิโลกรัม, 360 ลิตร ต่อปี เมื่อนำมาคำนวณจะได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เครื่องตัดหญ้าเท่ากับ 561.61, 788.26 kgCO₂e ต่อปี ตามลำดับ

4.2 ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

4.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 3,403,000 3,310,666 kWh และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,980,886.30 , 1,927,138.68 kgCO₂eq ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

บันทึกประจำเดือน	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (kWh)	
	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
มกราคม	211,000	246,000
กุมภาพันธ์	268,000	269,000
มีนาคม	366,000	349,000
เมษายน	310,000	291,000
พฤษภาคม	326,000	315,000
มิถุนายน	254,000	265,000
กรกฎาคม	238,000	241,000
สิงหาคม	330,000	317,000
กันยายน	308,000	254,666
ตุลาคม	299,000	298,000
พฤศจิกายน	282,000	275,000
ธันวาคม	211,000	190,000
รวม	3,403,000	3,310,666

4.3 ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ

4.3.1 การใช้น้ำประปา

ปริมาณการใช้น้ำประปาทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 92,939 , 76,659 ลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2,453.59 , 2,023.80 kgCO₂eq ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำประปาทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

บันทึกประจำเดือน	ปริมาณการใช้น้ำประปาทั้งหมด (m ³)	
	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
มกราคม	4,307	6,397
กุมภาพันธ์	5,633	7,379
มีนาคม	11,800	7,134
เมษายน	11,800	9,034
พฤษภาคม	7,624	4,969
มิถุนายน	10,723	2,741
กรกฎาคม	10,657	4,582
สิงหาคม	7,777	7,744
กันยายน	6,828	5,896
ตุลาคม	5,225	6,910
พฤศจิกายน	5,570	7,540
ธันวาคม	4,995	6,333
รวม	92,939	76,659

4.3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม

คณะวิทยาศาสตร์มีการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในการจัดทำเอกสาร และหนังสือสำหรับประกอบการเรียน การสอนต่างๆ เป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ทั้งหมด 1,500 , 4,350 รีม คิดเป็น 3,750 , 10,875 กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 10,987.50 , 31,863.75 kgCO₂eq ข้อมูลปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ดังแสดงตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2559

บันทึกประจำเดือน	ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม	
	จำนวน (รีม)	จำนวน (กิโลกรัม)
มกราคม	500	1,250
กุมภาพันธ์	100	250
พฤษภาคม	100	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2559 (ต่อ)

บันทึกประจำเดือน	ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม	
	จำนวน (รีม)	จำนวน (กิโลกรัม)
สิงหาคม	100	250
ตุลาคม	500	1,250
พฤศจิกายน	200	550
รวม	1,500	3,750

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม ในปี พ.ศ. 2560

บันทึกประจำเดือน	ปริมาณการใช้กระดาษ A4 80 แกรม	
	จำนวน (รีม)	จำนวน (กิโลกรัม)
มีนาคม	300	750
เมษายน	1,850	4,625
พฤษภาคม	500	1,250
มิถุนายน	400	1,000
สิงหาคม	500	1,250
กันยายน	800	2,000
รวม	4,350	10,875

4.3.3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา

การเดินทางไปปฏิบัติงานภายนอกคณะวิทยาศาสตร์ของอาจารย์ และบุคลากร โดยใช้ยานพาหนะที่เช่าเหมา ในปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีระยะทางการเดินทางทั้งหมด 4,361 กิโลเมตร ซึ่งรถตู้ปรับอากาศธรรมดา จะถูกใช้ในการเดินทางมากที่สุด โดยคิดเป็นระยะทางเท่ากับ 2,528 กิโลเมตร รองลงมาคือ รถบัสปรับอากาศ เป็นระยะทางเท่ากับ 1,589 กิโลเมตร รถบัสธรรมดา เป็นระยะทางเท่ากับ 116 กิโลเมตร รถบรรทุก 6 ล้อ เป็นระยะทางเท่ากับ 72 กิโลเมตร และรถกระบะเป็นระยะทางเท่ากับ 56 กิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งจากการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 2,330.78 kgCO₂e_q ข้อมูลการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ดังแสดงตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ในปี พ.ศ. 2560

บันทึก ประจำเดือน	ข้อมูลการใช้ยานพาหนะ			
	ประเภทยานพาหนะ	ประเภท เชื้อเพลิง	ระยะทาง (km)	อัตราการ สิ้นเปลือง (km/L)
กุมภาพันธ์	รถบัสปรับอากาศ	ดีเซล	87	6.369
มีนาคม	รถบัสปรับอากาศ	ดีเซล	1,030	2.85
	รถบัสธรรมดา	ดีเซล	116	2.85
	รถบรรทุก 6 ล้อ	ดีเซล	72	6.369
พฤษภาคม	รถบัสปรับอากาศ	ดีเซล	472	2.85
มิถุนายน	รถกระบะ	ดีเซล	56	6.369
	รถตู้ปรับอากาศธรรมดา	ดีเซล	1,398	10.204
กรกฎาคม	รถตู้ปรับอากาศธรรมดา	ดีเซล	255	10.204
สิงหาคม	รถตู้ปรับอากาศธรรมดา	ดีเซล	875	10.204
	รวม		4,361	58.27

จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยแยกตามประเภทกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปี สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงาน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 จำแนกตามประเภทของกิจกรรม

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ e)	
	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	1,349.87	206,483.40
1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	-*	202,720.00
1.2 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร	-*	976.17
1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ	-*	1,437.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงาน ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 จำแนกตามประเภทของกิจกรรม (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ e)	
	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560
1.4 การใช้ปุ๋ยเคมี	561.61	561.61
1.5 การใช้เครื่องตัดหญ้า	788.26	728.26
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน	1,980,886.30	1,927,138.68
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	1,980,886.30	1,927,138.68
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	13,441.09	36,218.33
3.1 การใช้น้ำประปา	2,453.59	2,023.80
3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	10,987.50	31,863.75
3.3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	-*	2,330.78

หมายเหตุ : * หมายถึง ไม่มีข้อมูลบันทึกการดำเนินงานกิจกรรม

4.4 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอนของข้อมูล

การประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูล ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	คะแนนคุณภาพข้อมูล	คะแนน EF	ผลคูณ	ระดับคะแนน
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง				
1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ - สารทำความเย็นชนิด R-22	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	คะแนน คุณภาพข้อมูล	คะแนน EF	ผลคูณ	ระดับ คะแนน
1.2 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะของ องค์กร - การเดินทางโดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน ดีเซล	1	1	1	1
1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ	3	3	9	2
1.4 การใช้ปุ๋ยเคมี - ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)	1	1	1	1
1.5 การใช้เครื่องตัดหญ้า - การใช้เครื่องตัดหญ้าโดยใช้เชื้อเพลิง น้ำมันเบนซิน	1	1	1	1
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน				
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	6	3	18	3
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ				
3.1 การใช้น้ำประปา	6	3	18	3
3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	3	1	3	1
3.3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่ องค์กรเช่าเหมา - การเดินทางโดยใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน ดีเซล	3	1	3	1

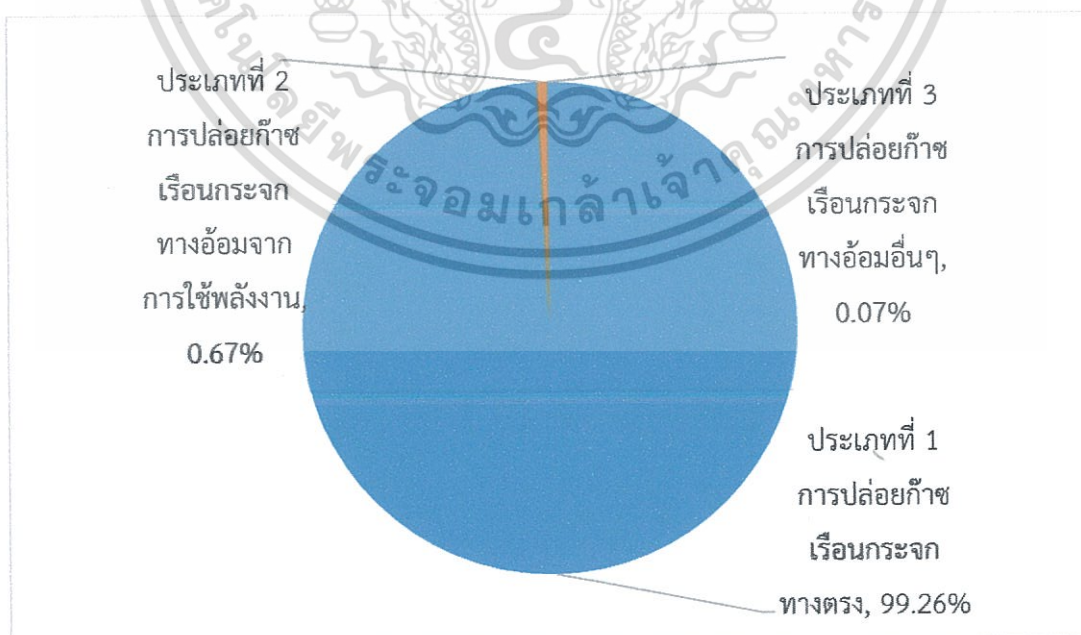
จากตารางที่ 4.10 พบว่าระดับคะแนนของกิจกรรมประเภทต่าง ๆ นั้น อยู่ที่ระดับ 1 , 2 และ 3 คะแนน โดยที่ระดับคะแนนเท่ากับ 1 คือ มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี ส่วนที่ระดับคะแนนเท่ากับ 2 คือ มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง และระดับคะแนนเท่ากับ 3 คือ มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพข้อมูลดี ซึ่งระดับคะแนนเท่ากับ 1 คือ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร การใช้ปุ๋ยเคมี การใช้เครื่องตัดหญ้า การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ระดับคะแนนเท่ากับ 2 คือ น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ และระดับคะแนนเท่ากับ 3 คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า และการใช้น้ำประปา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสาเหตุที่ทำให้ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ต่ำ เนื่องจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณบางส่วนมาจากฐานข้อมูลในระดับสากล จึงส่งผลให้มีความไม่แน่นอนของข้อมูลสูง และมีคะแนนในระดับต่ำ โดยที่ต้องเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระดับสากล เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับใช้ภายในประเทศ และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลอยู่ในระดับที่ต่ำ เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลยังไม่มีคุณภาพเพียงพอ ขาดความต่อเนื่องและไม่ครบถ้วน จึงทำให้ความไม่แน่นอนของข้อมูลมีมาก และค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลบางส่วนที่อยู่ในระดับสูง เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลมีคุณภาพ มีความต่อเนื่องและครบถ้วน จึงทำให้ความไม่แน่นอนของข้อมูลมีน้อย ดังนั้นการที่จะทำให้ข้อมูลมีคุณภาพและมีความแน่นอนสูง ควรจะปรับปรุงรูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลควรมีความต่อเนื่องและมีความถูกต้องแม่นยำ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น นอกจากนี้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ ควรจะเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศหรือจากผู้ผลิต และมาจากการวัดที่มีคุณภาพ ซึ่งก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

4.5 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

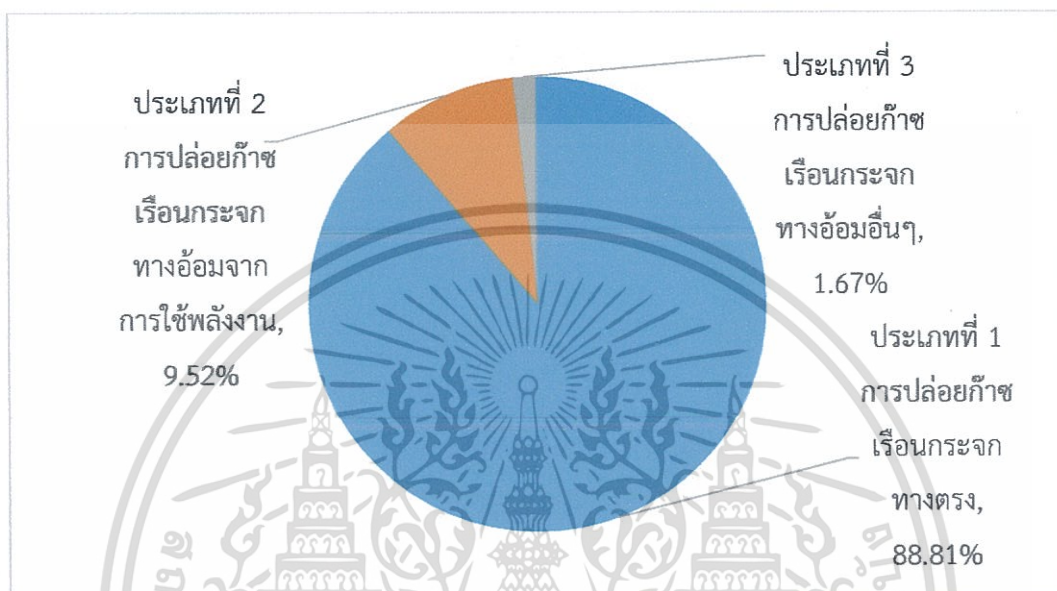
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์ จำแนกตามประเภทกิจกรรม และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

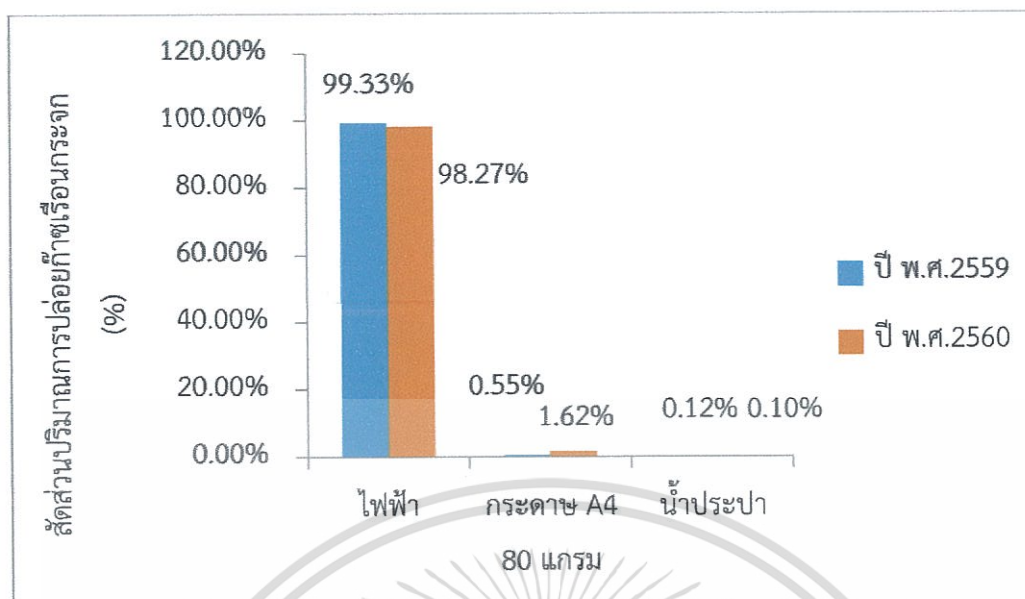
จากรูปที่ 4.1 พบว่าประเภทของกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน โดยคิดเป็นสัดส่วน 99.26% รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วน 0.67% และ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นสัดส่วน 0.07% ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในปี พ.ศ. 2560

จากรูปที่ 4.2 พบว่าประเภทของกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน โดยคิดเป็นสัดส่วน 88.21% รองลงมา คือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นสัดส่วน 9.52% และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วน 1.67% ตามลำดับ

จากผลการศึกษาได้นำข้อมูลของกิจกรรม ในแต่ละประเภท ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วน ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการใช้น้ำประปา มาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ดังแสดงรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560

จากรูปที่ 4.3 พบว่าปี พ.ศ. 2559 กิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า โดยคิดเป็นสัดส่วน 99.33% รองลงมาคือ การใช้กระดาษ A4 80 แกรม คิดเป็นสัดส่วน 0.55% และการใช้น้ำประปา คิดเป็นสัดส่วน 0.12% ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2560 กิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า โดยคิดเป็นสัดส่วน 98.27% รองลงมาคือ คือ การใช้กระดาษ A4 80 แกรม คิดเป็นสัดส่วน 1.62% และการใช้ น้ำประปา คิดเป็นสัดส่วน 0.10% ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าและการใช้น้ำประปาในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากกว่าปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากจำนวนนักศึกษาและบุคลากรในปี พ.ศ. 2559 มากกว่าปี พ.ศ. 2560 ขณะที่การใช้กระดาษ A4 80 แกรม มีปริมาณการใช้กระดาษในปี พ.ศ. 2560 มากกว่าปี พ.ศ. 2559 ทั้งๆที่จำนวนนักศึกษาลดลง มีเพียงจำนวนอาจารย์ในปี พ.ศ. 2560 มากกว่าปี พ.ศ. 2559 เพียง 1 คน ซึ่งอาจเกิดจาก มีการใช้กระดาษในการทำหนังสือ เอกสารประกอบการเรียนการสอน หรืองานวิจัยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลภายใน คณะ วิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยลดการใช้กระดาษลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 แนวทางในการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

จากการดำเนินงานกิจกรรมของคณะวิทยาศาสตร์ จึงได้จัดทำการเสนอแนะแนวทาง ในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อเสนอแนะในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง	
1.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบบำรุงเครื่องปรับอากาศอยู่เป็นประจำ 2. เปลี่ยนสารทำความเย็นจาก R-22 (CHCl_2) เป็น R-290 (Propane HC) ซึ่งมีค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับ 6 และช่วยประหยัดไฟฟ้าได้ 20-30% (กนกพร, 2555) 3. ไม่ควรเปิดเครื่องปรับอากาศอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก และสิ้นเปลืองการใช้สารทำความเย็นได้ 4. ควรปิดประตูหรือหน้าต่างให้สนิท ขณะเปิดเครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศร้อนขึ้นจากภายนอกเข้ามา ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น 5. เปิดเครื่องปรับอากาศเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน เพื่อลดปริมาณการใช้และการรั่วไหลของสารทำความเย็น
1.2 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทำการสำรวจเส้นทางก่อนเดินทางทุกครั้ง หากเส้นทางจราจรหนาแน่นควรหลีกเลี่ยงเส้นทาง 2. ทำการตรวจเช็คสภาพรถทุกครั้งก่อนเดินทาง ซึ่งจะเป็นการช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้ถึง 10% (กนกพร, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อเสนอแนะในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	<p>3. บรรทุกสัมภาระเท่าที่จำเป็น เพราะน้ำหนักกรณีผล ต่อการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าบรรทุกมากเกินไปความจำเป็นก็จะทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานเชื้อเพลิง</p> <p>4. เดินทางเท่าที่จำเป็นจริงๆ เพื่อประหยัดน้ำมัน บางครั้งเรื่องบางเรื่องอาจจะติดต่อกันทางโทรศัพท์ก็ได้ ประหยัดน้ำมัน ประหยัดเวลา (กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน)</p>
1.3 น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อ่างน้ำสาธารณะ	<p>1. มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยลงสู่อ่างน้ำสาธารณะ</p> <p>2. ใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อช่วยลดการเกิดน้ำเสีย</p> <p>3. ลดการใช้สารเคมีต่างๆให้น้อยที่สุด เพราะสารเคมีที่ใช้นั้น เมื่อถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่อ่างน้ำ จะกลายเป็นปัญหามลพิษทางน้ำต่อไป</p>
1.4 การใช้ปุ๋ยเคมี	<p>1. ใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม</p> <p>2. ใช้ชนิดของปุ๋ยให้ถูกต้องตามชนิดของต้นไม้ที่มีการปลูก</p> <p>3. ใส่ปุ๋ยให้ต้นไม้ขณะที่ต้นไม้ต้องการ</p> <p>4. ให้ปุ๋ยต้นไม้ตรงจุดที่ต้นไม้สามารถดูดไปใช้ ประโยชน์ได้ง่ายและเร็วที่สุด (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, เล่มที่ 18)</p>
1.5 การใช้เครื่องตัดหญ้า	<p>1. เลือกใช้ชนิดของเชื้อเพลิงที่มีความเหมาะสมกับประเภทของเครื่องตัดหญ้า</p> <p>2. เลือกใช้ประเภทของเครื่องตัดหญ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน</p> <p>3. ทำการตรวจสอบสภาพของเครื่องตัดหญ้าอย่างสม่ำเสมอ</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อเสนอแนะในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน	
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปิดสวิตช์ไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกใช้งาน 2. เลือกใช้หลอดไฟ LED เพราะสามารถช่วยประหยัดไฟได้มากกว่าหลอดไฟชนิดอื่นถึง 75% และยังมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า (กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน) 3. เลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน คุณภาพดี แสดงประสิทธิภาพให้แน่ใจทุกครั้งก่อนตัดสินใจซื้อ หากมีอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5 ต้องเลือกใช้ 4. ให้ปิดไฟ ปิดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. 5. ใช้มู่ลี่กันแดดป้องกันแสงแดดส่องกระทบตัวอาคาร และบุนนวมกันความร้อนตามหลังคาและฝ้าผนังเพื่อไม่ให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักเกินไป
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ	
3.1 การใช้น้ำประปา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้น้ำอย่างประหยัด หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เพื่อลดการสูญเสียอย่างเปล่าประโยชน์ 2. ไม่ใช้ชอล์กโครกเป็นที่ทิ้งเศษอาหาร กระดาษ สารเคมีทุกชนิดเพราะจะทำให้สูญเสียน้ำจากการชักโครก เพื่อไล่สิ่งของลงท่อ 3. ใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ เช่น ชักโครกประหยัดน้ำ ฝักบัวประหยัดน้ำ ก๊อกประหยัดน้ำ หัวฉีดประหยัดน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ต่อ)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อเสนอแนะในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
	4. ติดตั้งระบบน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์จากการเก็บและจ่ายน้ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไปสูบและจ่ายน้ำภายในอาคาร (กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน)
3.2 การใช้กระดาษ A4 80 แกรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. อย่าใช้กระดาษหน้าเดียวทิ้ง ให้ใช้กระดาษอย่างคุ้มค่า ใช้ทั้งสองหน้า ให้นึกเสมอว่ากระดาษแต่ละแผ่น ย่อมหมายถึงต้นไม้หนึ่งต้นที่ต้องเสียไป 2. ให้ใช้การส่งเอกสารต่อกัน แทนการสำเนาเอกสารหลายๆชุด เพื่อประหยัดกระดาษประหยัดพลังงาน 3. ใช้การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารต่างๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยโมเด็ม หรือแผ่นดิสก์ แทนการส่งข่าวสารข้อมูลโดยเอกสาร ช่วยลดขั้นตอนการทำงาน ลดการใช้พลังงานได้มาก (กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน)
3.3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา	<ol style="list-style-type: none"> 1. เปลี่ยนวิธีการประชุมทางไกลเป็นการประชุมผ่านอินเทอร์เน็ต (Web Conference) ยกเว้นกรณีที่ต้องไปเสนอหรือเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ 2. มีการกำหนดแผนการประชุมหรือการปฏิบัติงานภายนอกของบุคลากรในแต่ละปีเพื่อนำมาวางแผนในการเดินทาง 3. ควรตรวจเช็คสภาพเครื่องยนต์อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO_2eq) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรม ในช่วงระยะเวลา 2 ปี (ตามปีปฏิทิน) คือ ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ สามารถสรุปได้ ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 1,995,677.26 , 2,169,840.41 kgCO_2eq คิดเป็นสัดส่วน 47.91%, 52.09% ตามลำดับ โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ กิจกรรมประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน 1,980,886.30 , 1,927,138.68 kgCO_2eq คิดเป็นสัดส่วน 99.26%, 88.81% ตามลำดับ กิจกรรมประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากการรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ สาธารณะ การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้เครื่องตัดหญ้า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 1,349.87 , 206,483.40 kgCO_2eq และกิจกรรมประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ จากการใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 13,441.09 , 36,218.33 kgCO_2eq ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมประเภทที่ 1 และกิจกรรมประเภทที่ 3 ในปี พ.ศ. 2559 จะน้อยกว่าปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากกิจกรรมประเภทที่ 1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะขององค์กร และน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อากาศ สาธารณะ กิจกรรมประเภทที่ 3 การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมา ไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีข้อมูลบางส่วนไม่ครบถ้วน จึงส่งผลทำให้การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมประเภทที่ 1 และกิจกรรมประเภทที่ 3 ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าปี พ.ศ. 2560

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ผลที่ได้จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ สามารถใช้สำหรับเป็นแนวทางในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรได้ แต่ต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม โดยกิจกรรมประเภทที่ 1 เช่น การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง การใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ที่ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือมีข้อมูลบางส่วนไม่ครบถ้วน ดังนั้นคณะวิทยาศาสตร์ ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีความสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลควรเก็บข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อลดความไม่น่าเชื่อถือของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อความถูกต้องในการนำข้อมูลมาคำนวณ เช่น ต้องมีบันทึกข้อมูลปริมาณสารทำความเย็นที่ใช้ บันทึกข้อมูลระยะทาง และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทาง เป็นต้น

3) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ควรมีการพัฒนาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับใช้ในประเทศไทย โดยให้ผู้ผลิตมีส่วนช่วยในการพัฒนาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบางชนิด เป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของต่างประเทศ ซึ่งหากมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับใช้ในประเทศไทย จะส่งผลทำให้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

แบบบันทึกการเดินทางโดยใช้ยานพาหนะ

ข้อมูลยานพาหนะ	
โปรดเติมเครื่องหมาย <input checked="" type="checkbox"/> และกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์	
หมายเลขทะเบียนรถ	
ประเภทรถ	<input type="checkbox"/> รถตู้ปรับอากาศ <input type="checkbox"/> รถบัสปปรับอากาศ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
รถยี่ห้อ	รุ่น
จำนวน	คัน
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	<input type="checkbox"/> เบนซิน <input type="checkbox"/> ดีเซล
	<input type="checkbox"/> แก๊สโซฮอล์ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ถ้าทราบ)	ลิตร
ค่าใช้จ่ายน้ำมัน	บาท
ข้อมูลการเดินทาง	
ออกเดินทางจาก	<input type="checkbox"/> คณะวิทยาศาสตร์ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
ตั้งแต่วันที่	เดือน
	พ.ศ. เวลา
เลขไมล์รถก่อนเดินทาง	
เลขไมล์รถหลังสิ้นสุดการเดินทาง	
และกลับถึง	<input type="checkbox"/> คณะวิทยาศาสตร์ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
ตั้งแต่วันที่	เดือน
	พ.ศ. เวลา
หมายเหตุ	
.....	
.....	
.....	
พนักงานขับรถ	ผู้บันทึก
ลงชื่อ	ลงชื่อ
(.....)	(.....)
	ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการใช้ปุ๋ย

ข้อมูลปุ๋ย	
โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์	
ชนิดของปุ๋ยที่ใช้	<input type="checkbox"/> ปุ๋ยคอก <input type="checkbox"/> ปุ๋ยหมัก <input type="checkbox"/> ปุ๋ยหมักชีวภาพ <input type="checkbox"/> ปุ๋ยเคมี <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
สูตรของปุ๋ยที่ใช้
ข้อมูลการใช้ปุ๋ย	
วันที่ใช้ เดือน พ.ศ.
ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ กิโลกรัม (ถ้าทราบ)
จำนวนครั้งที่ใช้ ครั้ง
หมายเหตุ
	ผู้บันทึก
	ลงชื่อ
	(.....)
	ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการใช้เครื่องตัดหญ้า

ข้อมูลเครื่องตัดหญ้า	
โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์	
ประเภทเครื่องตัดหญ้าที่ใช้	
<input type="checkbox"/> แบบรถเข็น <input type="checkbox"/> สะพายบ่า <input type="checkbox"/> นั่งขับ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....	
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	
<input type="checkbox"/> เบนซิน <input type="checkbox"/> ดีเซล <input type="checkbox"/> แก๊สโซฮอล์ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....	
ข้อมูลการใช้เครื่องตัดหญ้า	
วันที่ใช้	เดือน
ปี พ.ศ.	
ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	ลิตร
หมายเหตุ	
.....	
.....	
.....	
ผู้บันทึก	
ลงชื่อ	
(.....)	
ตำแหน่ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกการใช้กระดาษ

ข้อมูลกระดาษ	
โปรดเติมเครื่องหมาย <input checked="" type="checkbox"/> และกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์	
ชนิดกระดาษที่ใช้	<input type="checkbox"/> กระดาษปอนด์ <input type="checkbox"/> กระดาษแข็ง <input type="checkbox"/> กระดาษฟอกขาว <input type="checkbox"/> กระดาษกล่อง <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
ชนิดแบบกระดาษที่ใช้	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
ขนาดกระดาษที่ใช้	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 7
ข้อมูลการใช้กระดาษ	
วันที่ใช้	เดือน
ปริมาณกระดาษที่ใช้ แกรม (หรือ รัม)	
หมายเหตุ	
.....	
ผู้บันทึก	
ลงชื่อ	
(.....)	
ตำแหน่ง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชญานี แสงชื่อ. 2557. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจัดการศึกษากรณีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชลอ จารุสุทธิรักษ์. 2557. “แนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคของเสีย.” [สไลด์]. กรุงเทพฯ : คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุตินา สุขอนันต์. 2555. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทีติยา ระวังพรมาราช, ธนกานต์ มงคลเสริม และธิดารัตน์ อึ้งสกุลเจริญ. 2559. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหอพักนักศึกษา กรณีศึกษา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธนัท พูลประทีน. 2555. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพรัช อุสุรัตน์. 2557. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สิริมา จิวสม. 2555. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางเชิงวิศวกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของกรมควบคุมมลพิษ.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หาญพล พึ่งรัมย์ และไพรัช อุสุรัตน์. 2557. “การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(1) : 1 -12.

หทัยรัตน์ ปาลาศ. 2558. “การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2559. “แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.” พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : บริษัท พีทู ดีไซน์ แอนด์ ฟรินท์ จำกัด

อัจฉรา อัครวิกุลชัย, พิมลพรรณ หาญศึก และเพียงใจ พิระเกียรติขจร. 2554. “แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา.” วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม. 7(1) : 17 – 29.

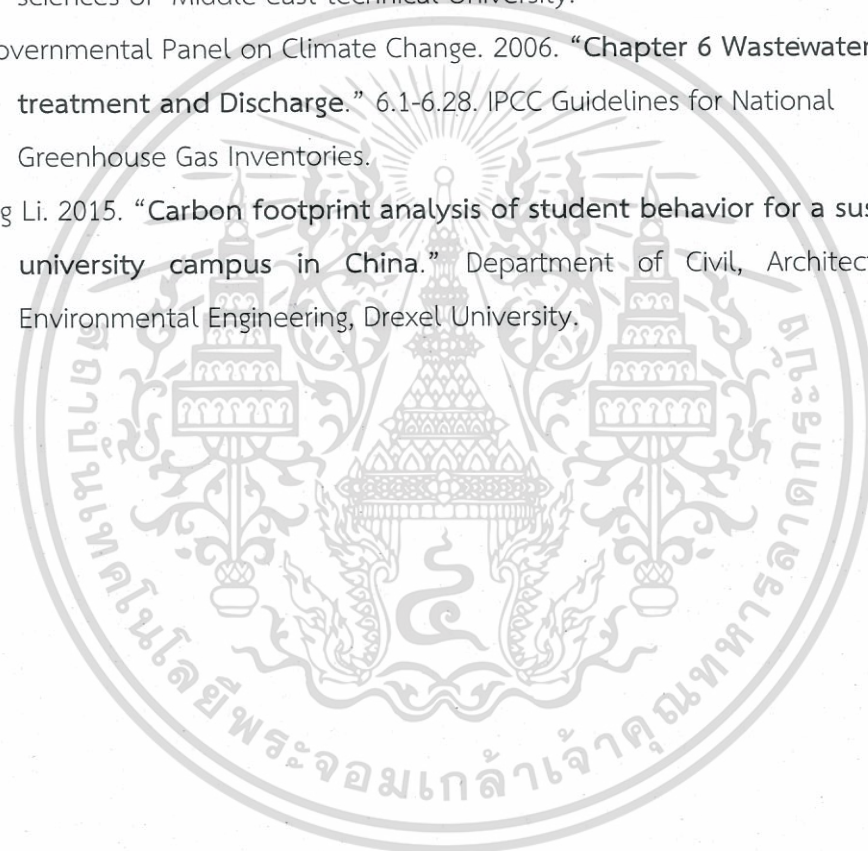
American Public Health Association - American Water Works Association 2012.

“Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd ed.” Method 2130 B.

Ayse Merve Turanli.2015. “Estimation of carbon footprint : a case study for Middle east technical University.” The graduate school of natural and applied sciences of Middle east technical University.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. “Chapter 6 Wastewater treatment and Discharge.” 6.1-6.28. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Xiwang Li. 2015. “Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China.” Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, Drexel University.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตารางผนวกที่ ก1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ และแหล่งข้อมูลอ้างอิง

รายการ	หน่วย (Unit)	ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq/unit)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
น้ำมันดีเซล	L	2.7080	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE
การปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำ และบึง โดยตรง (กรณีน้ำเสียไม่ได้รับการบำบัด)	kg CH ₄ /kg COD	0.1	IPPC, 2006
	Kg CO ₂ eq /kg COD	2.5	IPPC, 2006
ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)	kg	2.1541	TGO: ตารางคำนวณ Fertilizer
	kg	2.6	TGO; Japan CF
น้ำมันเบนซิน	L	2.2376	TGO; IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
พลังงานไฟฟ้า	kWh	0.6093	Thai National LCI Database/MTEC
	kWh	0.5813	TGO; Thailand Grid Mix Electricity
น้ำประปา	m ³	0.5081	Thai National LCI Database/MTEC
	m ³	0.7043	Thai National LCI Database/MTEC
	m ³	0.2722	Thai National LCI Database/MTEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ก1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ และแหล่งข้อมูลอ้างอิง (ต่อ)

รายการ	หน่วย (Unit)	ค่าการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq/unit)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
กระดาษ	kg	0.735	TGO
	kg	1.8974	TGO; Ecoinvent 2.2, IPCC 2007 GWP 100a



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเก็บตัวอย่างและทดสอบน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่อ่างน้ำสาธารณะ

การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

จากการสำรวจพื้นที่ โดยพิจารณาประกอบกับแผนผังพื้นที่บริเวณคณะวิทยาศาสตร์ และการสำรวจบ่อน้ำทิ้งในส่วนต่างๆ จากการสอบถามงานบริหารทั่วไป ฝ่ายอาคาร เพื่อเลือกเก็บน้ำที่เป็นตัวแทนลักษณะของน้ำทิ้งแต่ละอาคาร ซึ่งประกอบด้วย บ่อน้ำทิ้งทั้งหมด 3 บ่อ ดังนี้

- 1) บ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 2 โดยน้ำทิ้งจะไหลเข้าสู่บ่อน้ำทิ้งภายใต้อาคาร ซึ่งบ่อน้ำทิ้งจะมีความลึกประมาณ 2-3 เมตร จากนั้นน้ำทิ้งจะไหลออกสู่อ่างน้ำสาธารณะภายนอกสถาบัน
- 2) บ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 และอาคารพระจอมเกล้า โดยน้ำทิ้งจากอาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 จะไหลลงไปรวมกับน้ำทิ้งจากอาคารพระจอมเกล้า ซึ่งบ่อน้ำทิ้งจะมีความลึกประมาณ 2-3 เมตร จากนั้นน้ำทิ้งจะไหลออกสู่อ่างน้ำสาธารณะภายนอกสถาบัน
- 3) บ่ออาคารวิทยาศาสตร์ โดยน้ำทิ้งจากอาคารวิทยาศาสตร์จะไหลเข้าสู่บ่อน้ำทิ้งด้านข้างอาคาร จากนั้นน้ำทิ้งจะไหลออกสู่อ่างน้ำสาธารณะภายนอกสถาบัน

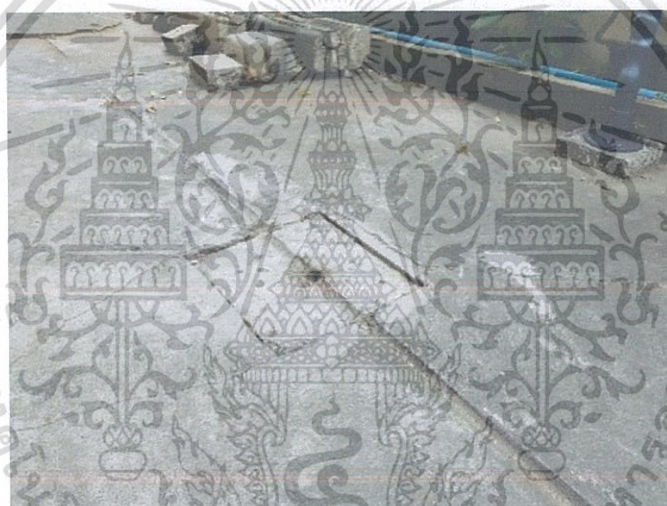


รูปที่ ข1 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1 และอาคารพระจอมเกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข2 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารจุฬารามวลัยลักษณะ 2



รูปที่ ข3 จุดเก็บน้ำบ่ออาคารวิทยาศาสตร์

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำทั้งทั้ง 3 บ่อ ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (grab sampling) ในการเก็บตัวอย่างน้ำจะใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างเป็นขวด PET ขนาดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร โดยจุ่มลงที่จุดกึ่งกลางความลึกของจุดเก็บแต่ละจุด และเก็บน้ำให้เต็มปริมาตรขวด หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ แล้วนำมาที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ ได้แก่ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บน้ำในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่มีลักษณะเป็นตัวแทนกิจกรรมการใช้น้ำในวันต่างๆ คือ วันที่มีการเรียนการสอน (จันทร์-ศุกร์) และวันที่ไม่มีการเรียนการสอน (เสาร์-อาทิตย์)

วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ขวดบีโอดีขนาดมาตรฐาน 300 มิลลิลิตรพร้อมจุกแก้วและฝาพลาสติกที่ปิดได้สนิท
- 2) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส
- 3) อุปกรณ์เติมอากาศ
- 4) กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 5) ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (incubator) ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียสและไม่มีแสงเข้าภายใน
- 6) เครื่องวัดดีโอแบบเบรอนิเลคโทรด
- 7) เครื่องแก้วอื่นๆ

สารเคมี

- 1) น้ำกลั่น 2 ครั้ง (ต้องมีทองแดงน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร)
- 2) แคลเซียมคลอไรด์ (anhydrous CaCl_2)
- 3) ไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกซาไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- 4) แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 5) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)
- 6) ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (K_2HPO_4)
- 7) โซเดียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตาไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- 8) แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
- 9) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 10) กรดซัลฟิวริก
- 11) โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3)
- 12) กลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
- 13) กรดกลูตามิก ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14) อัลลิลไทโอยูเรีย ($C_4H_8N_2S$, ATU)

วิธีการทดลอง

การเตรียมสารเคมี

- 1) น้ำกลั่น 2 ครั้ง (ต้องมีทองแดงน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) กรณีเตรียมน้ำที่ใช้สำหรับเจือจาง ต้องนำน้ำกลั่นมาแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส และพ่นอากาศก่อนทำการเจือจางอย่างน้อย 1 ชั่วโมงและเติมสารเคมีในข้อ 2-5 อย่างละ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำที่ใช้เจือจาง 1,000 มิลลิลิตร เมื่อใช้งาน
- 2) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เตรียมโดยละลาย anhydrous $CaCl_2$ จำนวน 27.5 กรัมในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร
- 3) สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ เตรียมโดยละลาย $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ จำนวน 0.25 กรัมในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร
- 4) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เตรียมโดยละลาย $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ จำนวน 22.5 กรัมในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร
- 5) สารละลายบัพเฟอร์ฟอสเฟตพีเอช 7.2 เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4 จำนวน 8.5 กรัม K_2HPO_4 จำนวน 21.75 กรัม $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ จำนวน 33.4 กรัมและ NH_4Cl จำนวน 1.7 กรัมในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร
- 6) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 N ชั่ง $NaOH$ มา 50 กรัมละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร
- 7) กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 N เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 28 มิลลิลิตรลงในน้ำกลั่นประมาณ 600 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตรเก็บในขวดแก้วสีชาที่อุณหภูมิห้อง
- 8) สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.025 N ละลาย Na_2SO_3 จำนวน 1.575 กรัมในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง)
- 9) สารละลายกลูโคสและกรดกลูตามิก นำกลูโคสและกรดกลูตามิกที่ชั่งไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงนำไปใส่ในโถทำแห้ง (Desiccator) เมื่อเย็นชั่งกลูโคสและกรดกลูตามิกอย่างละ 0.015 กรัมละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรสารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเว้นแต่จะเก็บไว้ในสภาวะที่ปลอดภัยในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) อัลลิไทโอยูเรีย (ATU) ใช้ในกรณีที่ต้องการยับยั้งการเกิดไนตริกพีเคชันกรณีที่ใช้ ATU ใช้ 2 มิลลิกรัมต่อลิตรถ้าใส่มากเกินไปจะรบกวนการหาค่าดีโอแบบเฮไลต์ประยุกต์ได้

น้ำที่ใช้ในการเจือจางชุดควบคุม (Blank set)

1) ปรับเทียบเครื่องวัดค่าดีโอตามคู่มือก่อนเติมน้ำสำหรับเจือจางลงไปในการบอกรวบรวมขนาด 1,000 มิลลิลิตรด้วยวิธีการลึกลงไปประมาณ 500 มิลลิลิตรปีเปิดสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต และสารละลายบัพเฟอร์ฟอสเฟตอย่างละ 1 มิลลิลิตรลงในกระบอกตวงโดยจุ่มปลายปีเปิดลงใต้ผิวน้ำแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำเจือจางโดยการลึกลงในกระบอกตวงให้ได้ 1,000 มิลลิลิตรใช้แท่งแก้วคนขึ้นลงเบาๆ ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2) บรรจุน้ำเจือจางใส่ขวดบีโอดี 3 ขวดให้เต็มขวดด้วยวิธีการลึกลงให้ไหลลงตามคอขวดจนเต็มและไม่ให้มีฟองอากาศเมื่อปิดจุกแล้วต้องมีน้ำหล่อค้างอยู่

3) ทำการวัดค่าดีโอและอุณหภูมิขวดที่ 1 ทันทีเป็นค่า DO_0 และ T_0

4) ขวดที่ 2 และ 3 ปิดจุกพลาสติกครอบจุกแก้วอีกครั้งเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำที่หล่อเนื้อจุกแก้วแล้วจึงนำไปบ่มที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันแล้ววัดค่าดีโอเป็น DO_5

สารละลายมาตรฐานกลูโคสและกรดกลูตามิก

1) เติมน้ำสำหรับเจือจางลงไปในการบอกรวบรวมขนาด 1,000 มิลลิลิตรด้วยวิธีการลึกลงไปประมาณ 500 มิลลิลิตรปีเปิดสารละลายกลูโคสและกรดกลูตามิก 20 มิลลิลิตร สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต และสารละลายบัพเฟอร์ฟอสเฟตอย่างละ 1 มิลลิลิตรลงในกระบอกตวงโดยจุ่มปลายปีเปิดลงใต้ผิวน้ำเติม ATU 1-2 หยดแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำเจือจางโดยการลึกลงในกระบอกตวงให้ได้ 1,000 มิลลิลิตรใช้แท่งแก้วคนขึ้นลงเบาๆ ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2) บรรจุน้ำที่ผสมแล้วใส่ขวดบีโอดี 3 ขวดให้เต็มขวดด้วยวิธีการลึกลงให้ไหลลงตามคอขวดจนเต็มและไม่ให้มีฟองอากาศเมื่อปิดจุกแล้วต้องมีน้ำหล่อค้างอยู่

3) ทำการวัดค่าดีโอและอุณหภูมิขวดที่ 1 ทันทีเป็นค่า DO_0 และ T_0

4) ขวดที่ 2 และ 3 ปิดจุกพลาสติกครอบจุกแก้วอีกครั้งเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำที่หล่อเนื้อจุกแก้วแล้วจึงนำไปบ่มที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันแล้ววัดค่าดีโอเป็น DO_5

ตัวอย่างน้ำ

1) นำตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์มายังห้องปฏิบัติการบันทึกข้อมูลแหล่งที่เก็บตัวอย่างน้ำ

โดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตรวจสอบตัวอย่างน้ำเพื่อตัดสินใจเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเจือจางซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกช่วงการเจือจางโดยการประมาณค่า BOD ของตัวอย่างน้ำจากค่า COD ที่ร้อยละ 70 และไปเลือกค่าการเจือจางตามตารางที่ 3.2

3) เตรียมตัวอย่างน้ำตามทฤษฎี

3.1 กรณีที่น้ำมีพีเอชไม่อยู่ในช่วง 6.5 – 7.5 ต้องใช้กรดซัลฟิวริก 1 N หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N ในการปรับพีเอชให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ

3.2 กรณีที่มีตัวออกซิไดซ์ในตัวอย่างน้ำเช่นคลอรีนไฮโปคลอไรต์หรือคลอรีนไดออกไซด์ให้แบ่งตัวอย่างน้ำมา 10 มิลลิลิตรเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงไป 0.1 มิลลิลิตร (2 - 3 หยด) และน้ำแบ่ง 2 - 3 หยดถ้าเกิดสีน้ำเงินแสดงว่ามีตัวออกซิไดส์เติม Na_2SO_3 0.025 N จนสีน้ำเงินจางหายไปนำสัดส่วนของ Na_2SO_3 ที่เติมมาปรับใช้ต่อตัวอย่างน้ำ 1,000 มิลลิลิตร

3.3 กรณีที่ไม่ต้องเจือจางถ่ายน้ำลงขวดบีโอดีตามวิธีชุดละ 3 ขวดโดยขวดที่ 1 ใช้หาค่า DO_0 ทันทีอีก 2 ขวดนำไปบ่มที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันแล้ววัดค่าดีโอเป็น DO_5

4) กรณีที่ต้องเจือจางต้องทำ 3 ชุดของความเข้มข้น

4.1 เติมน้ำสำหรับเจือจางลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตรด้วยวิธีการลักน้ำลงไปประมาณ 500 มิลลิลิตรเปิดน้ำตัวอย่างปริมาตรตามตารางสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต และสารละลายบิฟเฟอร์ฟอสเฟตอย่างละ 1 มิลลิลิตรลงในกระบอกตวงโดยจุ่มปลายปิเปตลงใต้ผิวน้ำแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำเจือจางโดยการลักน้ำลงในกระบอกตวงให้ได้ 1,000 มิลลิลิตรใช้แท่งแก้วคนขึ้นลงเบาๆ ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

4.2 บรรจุน้ำเจือจางใส่ขวดบีโอดี 3 ขวดให้เต็มขวดด้วยวิธีการลักน้ำให้ไหลลงตามคอขวดจนเต็มและไม่มีฟองอากาศเมื่อปิดจุกแล้วต้องมีน้ำหล่อค้างอยู่

4.3 ทำการวัดค่าดีโอและอุณหภูมิขวดที่ 1 ทันทีเป็นค่า DO_0 และ T_0

4.4 ขวดที่ 2 และ 3 ปิดจุกพลาสติกครอบจุกแก้วอีกครั้งเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำที่หล่อเนื้อจุกแก้วแล้วจึงนำไปบ่มที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันแล้ววัดค่าดีโอเป็น DO_5

5) คำนวณหาค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)

ตารางผนวกที่ ข1 การเลือกเจือจางตัวอย่างน้ำให้เหมาะสมในการหาค่าบีโอดี

% ของผสม		เมื่อใช้ปิเปต	เจือจางโดยตรง
% ของผสม	ช่วงค่าบีโอดี	ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (mL)	ช่วงค่าบีโอดี
0.01	20000-70000	0.01	30000-105000
0.02	10000-35000	0.02	12000-42000
0.05	4000-14000	0.10	6000-21000
0.1	2000-7000	0.2	3000-10500
0.2	1000-3500	0.5	1200-4200
0.5	400-1400	1.0	600-2100
1.0	200-700	2.0	300-1050
2.0	100-350	5.0	120-420
5.0	40-140	10.0	60-210
10.0	20-70	20.0	30-105
20.0	10-35	50.0	12-42
50.0	4-14	100	6-21
100	0-7	300	0-7

การคำนวณ

เมื่อไม่เจือจาง

$$BOD_5 = DO_0 - DO_5$$

- เมื่อ
- BOD_5 = ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร
 - DO_0 = ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้คำนวณจากการวัดหรือการไทเทรตเมื่อเตรียมตัวอย่างน้ำเสร็จทันที (โดยไม่เจือจาง)
 - DO_5 = ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำได้คำนวณจากการวัดหรือการไทเทรตเมื่อบ่มครบ 5 วัน

เมื่อเจือจางตัวอย่างน้ำ

ไม่เติมหัวเชื้อ

$$BOD = \frac{D1 - D2}{P}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ D1 = ค่าออกซิเจนที่ละลายในตัวอย่างน้ำเมื่อวัดหลังเจือจางน้ำทันที
 D2 = ค่าออกซิเจนที่ละลายในตัวอย่างน้ำเมื่อวัดหลังจากเจือจางน้ำ และบ่ม 5 วัน
 P = สัดส่วนที่ทำการเจือจางน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้