อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

The Carbon Dioxide Emissions Assessment from Electricity Consumption in the Office of Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment

หทัยรัตน์ ปาลาศ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 26 ก.ค. 2560
เลขทะเบียน 1718703S
เลขเรียกหนังสือ ปร.
หท36ก
2558

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ธันวาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร” ของ หทัยรัตน์ ปาลาศ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชณภาส)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อนุมัติ

.....

(ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ธันวาคม 2558

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผศ. ดร. กณิตา ธนเจริญชณภาส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทาง ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับจำนวนและการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้อง

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่งานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อมูลขนาดพื้นที่ของห้อง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา

หทัยรัตน์ ปาลาศ

ชื่อเรื่อง	การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้วิจัย	หทัยรัตน์ ปาลาศ
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.กณิตา ธนเจริญชณภาส
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การใช้พลังงานไฟฟ้า

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงานคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยทำการศึกษา 2 ประเภทพื้นที่คือ ประเภทห้องสำนักงาน และห้องพักอาจารย์ ผลการศึกษาพบว่า ในห้องประเภทสำนักงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุดที่ระดับ 63.89 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (AG1103) ในขณะที่ประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุดคือห้อง AG1229 มีค่าเท่ากับ 19.72ตันคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนของห้องประเภทห้องสำนักงานพบว่า ในประเภทห้องสำนักงานห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนสูงที่สุดคือห้องAG1231 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) สูงที่สุดถึง 22.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนคน ประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1229 สูงที่สุดถึง 19.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าจำนวนและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของสำนักงานและห้องพักอาจารย์ และยังพบว่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าร่วมกันของบุคลากรในแต่ละห้องส่งผลต่อการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเมื่อคิดประเมินการปล่อยต่อคน ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าจำนวนและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของสำนักงานและห้องพักอาจารย์ และยังพบว่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าร่วมกันของบุคลากรในแต่ละห้องส่งผลต่อการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเมื่อคิดประเมินการปล่อยต่อคน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้ คาดว่าสามารถเป็นแนวทางในการสร้างนโยบายในอนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้าและการลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อไป

Title	THE CARBON DIOXIDE EMISSIONS ASSESSMENT FROM ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE OFFICE OF FACULTY OF AGRICULTURE NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT
Author	Hatairat Palas
Advisor	Assistant Professor Kanita Thanacharoenchanaphas, Ph.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Pajaree Thongsanit, Ph.D.
Academic Paper	Thesis B.Sc. in Natural Resources and Environment, Naresuan University, 2015
Keywords	Carbon dioxide, Carbon dioxide equivalent, Electricity consumption

ABSTRACT

The research was conducted in order to assess the carbon dioxide equivalent emissions from electricity consumption in Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University from August to November 2015. A total of study areas were categorized into 2 groups; office rooms and lecturer rooms. The results in office rooms showed that the highest carbon dioxide equivalent emission which reached 63.89 ton CO_2eq were found in the office of the secretary of faculty (AG1103). Whereas, the highest carbon dioxide equivalent emission in lecturer room (AG1229) was 19.72 ton CO_2eq. Additionally, carbon dioxide equivalent emissions from ton CO_2eq per person were also estimated in the same study areas. The highest CO_2eq per person at 22.38 ton CO_2eq per person were observed in the office of secretary of department of Natural Resources and Environment (AG1231). The results in lecturer rooms showed that the highest of 19.72 ton CO_2eq per person was found in the room No. AG1229. The results indicated that the number and wattage of the appliances directly affected the level of carbon dioxide equivalent emission in the office rooms and lecturer rooms in this faculty. It also found that the electrical appliances sharing in each room contribute to reducing carbon dioxide emissions per person. Results of this study are expected to guide policy makers in electrical energy conservation and reducing carbon dioxide emissions in this faculty.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ที่มาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์	3
	ขอบเขตของการศึกษา	3
	นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	6
	สภาวะโลกร้อน	6
	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	11
	คาร์บอนฟุตพริ้นท์	13
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	19
	พื้นที่ทำการศึกษา	19
	จัดทำแบบสอบถามการใช้ไฟฟ้า	20
	การเก็บข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า	20
	การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	20
4	**ผลการวิจัย**	22
	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	22
	การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	23
	การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่	26
	การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน	28
	ข้อมูลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษา	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	**บทสรุป**	33
	สรุปผลการวิจัย	33
	อภิปรายผลการวิจัย	34
	ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม		37
ภาคผนวก		39
ประวัติผู้วิจัย		43

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ตารางแสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด..... 16
2 แสดงค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน(GWP) ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ..... 17
3 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องประเภทสำนักงาน..... 22
4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าห้องประเภทห้องพักอาจารย์..... 23
5 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องสำนักงาน..... 30
6 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องพักอาจารย์..... 31
7 แสดงจำนวนคนและขนาดห้องแต่ละ ณ ห้องประเภทสำนักงาน..... 40
8 แสดงจำนวนคนและขนาดห้องแต่ละ ณ ห้องประเภทห้องพักอาจารย์..... 40

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก..... 8
2 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ..... 12
3 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต..... 18
4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องประเภทสำนักงาน..... 24
5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องประเภทห้องพักอาจารย์.... 25
6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ห้องประเภทสำนักงาน. 26
7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ห้องประเภทห้องพักอาจารย์..... 27
8 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนห้องประเภทสำนักงาน... 28
9 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนห้องประเภทห้องพักอาจารย์..... 29
10 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนกับองค์กรอื่นๆ..... 35

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (Climate Change) มีสาเหตุหลักจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น อันเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนี้ ส่งผลทำให้องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไป (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558) ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อน ทำให้โลกมีความอบอุ่น แต่เนื่องจากระดับก๊าซเรือนกระจกได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายทศวรรษ จึงทำให้มีความร้อนที่ถูกดูดซับมากขึ้นและไม่สามารถระบายออกไปนอกบรรยากาศโลกได้ ทำให้โลกร้อนขึ้น อุณหภูมิสูงขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เกิดเป็นสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งเป็นสภาวะที่โลกมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก กลายเป็นปัญหาใหญ่ในปัจจุบันที่ทั่วโลกให้ความสนใจ (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558)

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวจึงทำให้กลุ่มก๊าซเรือนกระจกบางชนิดได้ถูกกำหนดไว้ในสนธิสัญญาเกียวโต เพื่อนำไปสู่มาตรการในการลดก๊าซเหล่านี้ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญถูกกำหนดไว้ด้วยกัน 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (IPCC, 2007; IPCC, 2013) อันเป็นตัวการที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ อย่างไรก็ตามในกลุ่มก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญดังกล่าวนั้น พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณความเข้มข้นในบรรยากาศสูงกว่าก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ และมีแนวโน้มว่าจะมีอัตราการเพิ่มสูงมากขึ้นในอนาคต จนมีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่รังสีความร้อนของโลกมากที่สุดทั้งในสภาวะปัจจุบันและในอนาคต (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558; IPCC, 2013) องค์กรอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ได้มีการยืนยันข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศกับอุณหภูมิเฉลี่ยบนผิวโลก พบว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลให้ระดับอุณหภูมิสูงขึ้นตามไปด้วย หากยังไม่มีการลดหรือหยุดปล่อยก๊าซนี้ผ่านการเผาไหม้เชื้อเพลิง อันเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่อยู่บนโลกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศของโลก ประกอบกับโลกได้มีแหล่งกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sink) ที่สำคัญอย่างป่าไม้ลดน้อยลง จะทำให้

คาร์บอนเกิดการสะสมในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ด้วยประเด็นปัญหาดังกล่าว ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับนานาชาติเช่น อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) และหน่วยงานระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(IPCC) ได้ร่วมกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆ ในระดับประเทศและระดับโลกขึ้นมา เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น มาตรการด้านการจัดการการใช้ไฟฟ้า เป็นมาตรการที่ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด เพื่อลดก๊าซเรือนกระจก การใช้กลไกตลาดคาร์บอน และมีการใช้วิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกระบวนการอุตสาหกรรม และในภาคส่วนด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร(Carbon Footprint for Organization; CFO) เป็นอีกหนึ่งกลไกหนึ่งที่ถูกกำหนดมาเพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่นเดียวกัน ซึ่งคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรนั้นจะจำกัดขอบเขตของการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่นการเผาไหม้เชื้อเพลิง การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้ยานพาหนะเป็นต้น โดยจะคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2eq) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะมีผลในการแผ่รังสี (radiative forcing) เท่ากันกับก๊าซเรือนกระจกต่างๆ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ,2012) ซึ่งที่ผ่านมาได้มีองค์กรต่างๆได้นำระบบคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรไปใช้และประสบความสำเร็จ อาทิ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เทศบาลตำบลนาแก้ว อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร และได้มีการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าภายในองค์กร ซึ่งเมื่อได้มีการคำนวณออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแล้ว ก็มีการกำหนดมาตรการภายใต้โครงการชื่อ เทศบาลร่วมใจประหยัดพลังงาน เพื่อดำเนินกิจกรรมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพื่อประหยัดและลดค่าใช้จ่ายของส่วนของค่าไฟฟ้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้หลังจากดำเนินโครงการพบว่าเทศบาลตำบลนาแก้วมีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่ลดลง ซึ่งถือว่าเป็นองค์กรหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้การคำนวณระบบคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทศบาลตำบลนาแก้ว, 2556)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยใช้หลักการการคำนวณจากระบบคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพปริมาณการ

ใช้พลังงานไฟฟ้า และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ควบคู่ไปกับการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ขอบเขตของการศึกษา

1. สถานที่ศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่าง ณ ตึกคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยแบ่งประเภทห้องตัวอย่าง ได้แก่

1.1 ห้องพักอาจารย์ 3 ภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร และภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร

1.2 ห้องสำนักงานเลขานุการ 3 ภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร สำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ และสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต

2. วิธีการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ประยุกต์ใช้จากการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรตามวิธีของ องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก (2554)

วิธีการเก็บข้อมูล : สุ่มเก็บข้อมูล ณ สำนักงานภายในคณะเกษตรศาสตร์ และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

*ขอบเขตของกิจกรรมเพื่อการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร กำหนดเฉพาะการใช้ไฟฟ้าเท่านั้น

3. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

ระยะเวลา 1 เดือน คือเดือนสิงหาคม ปี2558

4. วิธีการคำนวณ

คำนวณโดยใช้สูตร

การปล่อยก๊าซ CO_2 (ตันCO_2) = Emission Factor (kgCO_2/kWh) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)

*ค่า Emission Factor ของการใช้ไฟฟ้า = 0.5610 (องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก, 2554)

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)

คือ สารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงเรียกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซนี้มีอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 0.033% โดยปริมาตร (ความเข้มข้น 387 ส่วนในล้านส่วน ppm) ก๊าซชนิดนี้เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิต การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณสูงขึ้น (ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), 2015)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization)

คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2012)

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO2e)

คือ ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนไม่เท่ากัน จึงได้กำหนดค่าการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของแต่ละสารให้เทียบกับศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (GWP) โดย IPCC เท่ากับ 1 โดยค่านี้เรียกว่า “คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า” เช่น มีเทน 1 หน่วยจะมีศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนเป็น 21 หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์

เทียบเท่า (อภิธานศัพท์และคำย่อ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริการจัดการก๊าซเรือนกระจก ปี2555)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อใช้ในเป็นแนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขององค์กร

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาวะโลกร้อน (global warming)

คือสภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาในอดีตหรือปีฐานที่สังเกต โดยอาจเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่มีการเพิ่มขึ้นโดยมีรูปแบบสม่ำเสมอ โดยเป็นผลลัพธ์อย่างหนึ่งของแรงแผ่รังสี (radiative forcing) จากกลุ่มก๊าซเรือนกระจก จนส่งผลกระทบต่อปรากฏการณ์ที่สำคัญของโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การลดลงของพื้นที่น้ำแข็ง และมีระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558)

2.1.1 ปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะโลกร้อน

ปรากฏการณ์โลกร้อนที่เกิดขึ้นมีมูลเหตุมาจากสาเหตุหลายทั้งกิจกรรมที่เกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ อาทิเช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ จากกิจกรรมหลากหลายรูปแบบโรงงานอุตสาหกรรม การเผาในที่โล่ง การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ เป็นต้น ซึ่งก๊าซเรือนกระจกทำให้แสงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกได้มากขึ้น ซึ่งนั่นเป็นที่รู้จักกันโดยเรียกว่า สภาวะเรือนกระจก พลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีทั้งรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว บรรยากาศของโลกทำหน้าที่ปกป้องรังสีคลื่นสั้นไม่ให้ลงมาทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกได้ โมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบนสุดจะดูดกลืนรังสีแกมมาและรังสีเอ็กซ์ จนทำให้อะตอมของก๊าซในบรรยากาศชั้นบนมีอุณหภูมิสูง และแตกตัวเป็นประจุ (บางครั้งเราเรียกชั้นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยประจุนี้ว่า "ไอโอโนสเฟียร์" มีประโยชน์ในการสะท้อนคลื่นวิทยุสำหรับการสื่อสาร) รังสีอุลตราไวโอเล็ตสามารถส่องผ่านบรรยากาศชั้นบนลงมา แต่ถูกดูดกลืนโดยก๊าซโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ที่ระยะสูงประมาณ 19 - 48 กิโลเมตร แสงแดดหรือแสงที่ตามองเห็นสามารถส่องลงมาถึงพื้นโลก รังสีอินฟราเรดถูกดูดกลืนโดยก๊าซเรือนกระจก เช่น ไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นโทรโปสเฟียร์ ส่วนคลื่นไมโครเวฟและคลื่นวิทยุในบางความถี่สามารถส่องทะลุชั้นบรรยากาศได้ สำหรับ บรรยากาศของโลก ประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% นอกนั้นเป็นไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนเล็กน้อย แม้ว่าไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอนจะเป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศ แต่ก็มิได้มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของโลก ในทางตรงกันข้าม ก๊าซโมเลกุลใหญ่ เช่น ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน แม้จะมีอยู่ในบรรยากาศเพียงเล็กน้อย กลับมีความสามารถในการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด และมีอิทธิพลทำให้อุณหภูมิของโลกอบอุ่น เราเรียกก๊าซพวกนี้ว่า "ก๊าซเรือนกระจก" (Greenhouse gas) เนื่องจาก

คุณสมบัติในการเก็บกักความร้อน หากปราศจากก๊าซเรือนกระจกแล้ว พื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิเพียง -18 องศาเซลเซียส ซึ่งนั่นก็หมายความว่าน้ำทั้งหมดบนโลกนี้จะกลายเป็นน้ำแข็ง

2.1.1.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases)

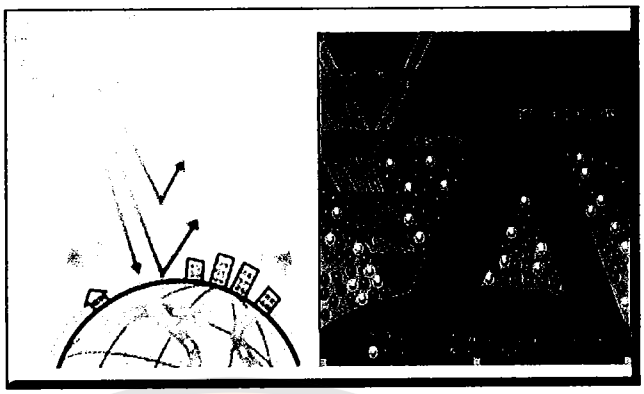
ก๊าซเรือนกระจกหมายถึง กลุ่มก๊าซที่เกิดจากขึ้นจากธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมมนุษย์ ที่สามารถดูดซับและปลดปล่อยรังสีอินฟราเรดได้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญมี 6 ชนิด ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน ได้ถูกบัญญัติไว้ในสนธิสัญญาเกียวโต เพื่อนำไปสู่มาตรการในการลดก๊าซเหล่านี้ กลุ่มก๊าซเหล่านี้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_S) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_S) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558)

พิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol)

พิธีสารเกียวโตเป็นพิธีสารภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อเป็นกรอบการอนุวัตของประเทศภาคี ภายใต้หลักการของอนุสัญญาฯ พิธีสารเกียวโต ตั้งชื่อขึ้นตามสถานที่ในการเจรจาที่เมืองเกียวโต เมืองหลวงเก่าของประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2540 และมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548 ประกอบไปด้วย 28 มาตรา (ห้องสมุด สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2012)

2.1.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (GreenHouse Effect)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก คือปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดย โมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ C2O มีเทน (CH4) และ CFCsไนตรัสออกไซด์ (N2O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้นมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้ อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้นการถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ ต่อๆกันไป ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นการเคลื่อนไหว ตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน



ภาพที่ 1 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก

2.1.1.3 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

2.1.1.3.1 ผลกระทบทั่วไป

การเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล

ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นคือผลกระทบโดยตรงจากภาวะโลกร้อน ทำให้น้ำทะเลที่มีปริมาณมากขึ้นเพราะธารน้ำแข็งละลาย คนทั่วไปมักเข้าใจผิดว่าที่น้ำทะเลสูงไปตามวัฏจักรของธรรมชาติ แต่จริงๆแล้วเกิดจากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ธารน้ำแข็งละลายอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกขยับสูงขึ้น 1 นิ้วภายใน 10 ปี ภาวะโลกร้อนได้ส่งผลกระทบต่อทุกคนทั่วโลก โดยเฉพาะคนที่อาศัยอยู่บนพื้นที่ต่ำ มีการวิจัยออกมาว่า ภายใน 100 ปี น้ำทะเลจะหนุนขึ้นมาบนพื้นดินเป็นพื้นที่กว้าง ยกตัวอย่างเช่น ชายฝั่งตะวันออกของประเทศอังกฤษ ที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล

การรุกล้ำของน้ำทะเลตามแนวชายฝั่ง

ประชาชนบางส่วนจะบริโภคน้ำจากหนองน้ำธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วโลก แต่หนองน้ำหรือแม่น้ำเหล่านี้ได้ถูกทำลายอย่างต่ำเนื่องโดยน้ำทะเลที่หนุนขึ้นมาสู่พื้นดิน โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล เช่น แม่น้ำอินเดียน ซึ่งเป็นแม่น้ำที่เป็นศูนย์กลางของไร่ส้มโอที่มีชื่อเสียงของรัฐฟลอริดา ที่ถูกน้ำทะเลกลืนหายไปแล้ว และมีแนวโน้มว่า 50% ของพื้นที่เพาะปลูกในประเทศสหรัฐฯ ซึ่งเป็นพื้นทีต่ำ จะถูกน้ำทะเลกลืนหายไปในอนาคต ส่งผลให้ประชาชนชาวสหรัฐฯ ไม่สามารถเพาะปลูกวัตถุดิบในการประกอบอาหารได้

น้ำทะเลกัดเซาะชายหาด

เป็นอีกหนึ่งผลกระทบที่เกิดจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นคือ น้ำทะเลจะกัดเซาะตลิ่งและชายหาดทั่วโลกเป็นบริเวณกว้าง ทำให้หาดทรายที่สวยงามถูกน้ำทะเลกัดเซาะ จนสร้างความเสียหายแก่แหล่งท่องเที่ยวของประเทศต่างๆทั่วโลก และส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศริมชายหาดอย่างรุนแรง จากจำนวนนักท่องเที่ยวที่ลดลงเรื่อยๆ

ภัยธรรมชาติที่รุนแรง

ผลกระทบสำคัญของภาวะโลกร้อนอีกกรณีหนึ่ง คือส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรง และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นพายุเฮอริเคน หรือ ทอร์นาโด ที่เพิ่มขึ้น 20-35% ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา หลังจากเกิดวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาล เช่น ผลกระทบจากพายุเฮอริเคน เฟย์ ที่ก่อให้เกิดมหาอุทกภัยในกว่า 12 รัฐทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เลวร้ายไปกว่านั้น ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีแนวโน้มว่าจะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคตอีกด้วย

ฝนตกมากขึ้น

เมื่ออุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ระเหยขึ้นสู่ท้องฟ้ามีมากขึ้น ทำให้ฝนตกบ่อยครั้งมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดมหาอุทกภัยในหลายพื้นที่ และทำให้กระแสน้ำสร้างความเสียหายให้แก่หลายพื้นที่ทั่วโลก หลายคนอาจมองว่า ฝนยิ่งตกบ่อย ยิ่งทำให้อุณหภูมิลดลง แต่ความจริงกลับเป็นตรงกันข้าม เนื่องจากไอน้ำที่ลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจะขัดขวางกระบวนการสร้างความเย็นของโลกด้วยการกระทำที่เหมือนกับก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงแบบที่ไม่สามารถคาดเดาได้

สภาพภูมิอากาศที่ไม่สม่ำเสมอ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากภาวะโลกร้อนถือเป็นเรื่องที่รุนแรงมาก และทำให้มนุษย์ไม่สามารถอยู่ได้ เนื่องจาก เชื้อโรคจะเจริญเติบโตเร็วขึ้นในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ด้วยอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น ทำให้ธารน้ำแข็งที่ขั้วโลกเหนือมีขนาดเล็กลงถึง 50% ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา เมื่อธารน้ำแข็งละลาย ก็จะเกิดภัยพิบัติต่างๆ เช่น น้ำท่วมฉับพลัน และน้ำในทะเลสาบล้นท่วมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ก่อนที่จะเกิดภัยแล้งอย่างรุนแรงตามมา ภาวะโลกร้อนจะส่งผลให้ภูมิอากาศของโลกแปรปรวน การละลายอย่างต่อเนื่องของน้ำแข็งบนเทือกเขาหิมาลัย ทำให้

น้ำในแม่น้ำคงคาซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำคัญของคนกว่า 500 ล้านคน ทำให้แหล่งน้ำสำคัญของคนจำนวนมากไม่สะอาด และส่งผลเสียต่อคนเหล่านั้นในที่สุด

น้ำแปรสภาพเป็นกรด

ในโลกของเรา มหาสมุทรคือแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศที่ใหญ่ที่สุดโดยที่น้ำจะทำการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วแปรสภาพเป็นกรด ก่อนที่จะแปรสภาพกลับมาเป็นน้ำธรรมดาอีกครั้งด้วยก๊าซออกซิเจนจากแนวปะการัง และหากแนวปะการัง ซึ่งเปรียบเสมือนบ้านของเหล่าสัตว์น้ำถูกทำลาย ก็จะส่งผลให้มีออกซิเจนที่คอยกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำน้อยลงจนทำให้น้ำทะเลกลายเป็นกรดในที่สุด

ภัยแล้ง

แม้จะมีหลายพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมอย่างหนัก แต่ก็มีอีกหลายพื้นที่ทั่วโลกที่ต้องพบกับสภาพอากาศที่แห้งแล้ง จากอุณหภูมิที่สูงขึ้น และก่อให้เกิดไฟป่าที่รุนแรง ที่แย่ไปกว่านั้น ควันที่เกิดจากไฟป่าคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำลายชั้นบรรยากาศอีกด้วย ก่อนหน้านี้ มีการระบุว่า ไฟป่าเกิดขึ้นตามวัฏจักรของธรรมชาติเพื่อเป็นการทำลายต้นไม้เดิมแล้วต้นไม้ใหม่ๆจะเกิดขึ้นมาแทนที่ เพื่อเป็นการลดผลกระทบของภาวะโลกร้อน อย่างไรก็ตาม มนุษย์ได้ระบุว่าภาวะโลกร้อนคือสัญญาณของภัยพิบัติร้ายแรงของธรรมชาติ ที่พวกเราต้องตระหนักว่ามันไม่ใช่สิ่งที่คาดเดาได้ ว่าจะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต (Energy Saving, 2554)

2.1.1.3.2 ผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศวิทยา

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย เมื่อน้ำแข็งจำนวนมากละลายลง ก็ทำให้ปริมาณน้ำทะเลในโลกของเรานั้นสูงขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงเลยก็คือทำให้น้ำท่วม นอกจากนั้น ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นมาบวกกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ระบบนิเวศของท้องทะเลเปลี่ยนไป ทำให้สัตว์น้ำจำนวนมากปรับตัวไม่ได้และจะต้องตายลงไป เช่นปรากฏการณ์ฟอกขาวของปะการัง เกิดจากการที่โพลิปของปะการังนั้นตายเพราะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมไม่ได้ เหลือไว้แต่ส่วนที่เป็นโครงสร้างสีขาวไร้ซึ่งชีวิต ไม่ต่างอะไรกับโครงกระดูกของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว ซึ่งปะการังนั้นเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำที่สำคัญมาก ถ้าไม่มีปะการังสัตว์น้ำต่างๆก็จะลดจำนวนลงไป และบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด อีกผลกระทบที่พวกเราเห็นได้อย่างชัดเจนเลยก็คือภัยพิบัติจากธรรมชาติที่เกิดบ่อยขึ้น และรุนแรงมากขึ้น เป็นเพราะสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป ฤดูหนาวสั้นลง ฤดูร้อนยาวนานขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของโลกสูงขึ้น น้ำจากทะเลและจากแหล่งน้ำต่างๆก็เกิดการระเหยมากขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่ตก

ลงมาก็จะมีปริมาณที่สูงขึ้นจนทำให้เกิดน้ำท่วมในหลายพื้นที่ ต่อไปอาหารและน้ำสะอาดก็จะขาดแคลน เพราะว่าพืชผลปลูกได้ยากขึ้นจากการที่อากาศเปลี่ยนไป ซ้ำยังมีภัยพิบัติมาคอยทำลายพื้นที่เพาะปลูกและพืชผลให้เสียหายอีกด้วย

2.1.1.3.3 ผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจ

จากที่กล่าวไปในหัวข้อที่ผ่านมา เมื่อสัตว์น้ำมีจำนวนน้อยลงก็ทำให้สูญเสียรายได้จากการจับสัตว์น้ำ แหล่งท่องเที่ยวใต้น้ำที่เคยสวยงามที่เคยมีก็หมดไป ทำให้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยว อีกทั้งการเกษตรก็ได้รับผลกระทบไปด้วย ปริมาณพืชผลที่เคยผลิตได้มากมายก็ลดน้อยไป ส่งผลให้อาหารการกินแพงขึ้น และสินค้าขาดตลาด ภัยพิบัติที่รุนแรงยังส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่โรงงานและแหล่งอุตสาหกรรมอีกด้วย จะเห็นได้จากน้ำท่วมครั้งใหญ่เมื่อปี 2554 ที่โรงงานและนิคมอุตสาหกรรมหลายแห่งได้รับความเสียหาย อีกทั้งยังต้องใช้งบเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกันภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต และยังส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้ลงทุนด้วย

2.1.1.3.3 ผลกระทบในด้านของสุขภาพ

อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นนั้นส่งผลให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมของการดำรงชีวิตของแบคทีเรียและศัตรูพืชหลายๆชนิด ซึ่งทำให้ในอนาคตจะมีผู้ที่ติดเชื้อและล้มป่วยมากขึ้น ยกตัวอย่าง เช่นโรคไข้เลือดออกที่ทุกคนรู้จักกันดี รวมไปถึงไข้มาลาเรีย อหิวาตกโรคก็จะระบาดเพิ่มขึ้นมาก ภัยพิบัติต่างๆทำให้การดำรงชีวิตนั้นยากลำบากมากขึ้น อย่างเช่น การเกิดอุทกภัยทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในน้ำที่เราใช้อุปโภคบริโภค อาหารมีราคาแพงขึ้น ทำให้ผู้คนได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ และทำให้ร่างกายไม่แข็งแรงอีกด้วย

2.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) CO_2

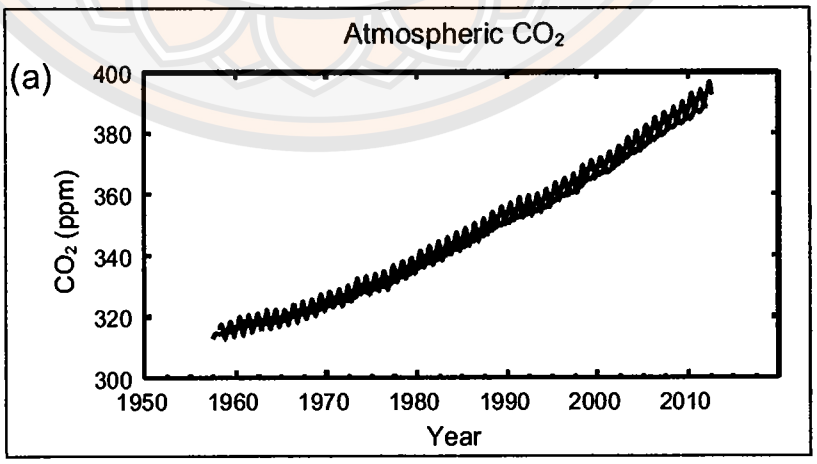
คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงเรียกว่า “ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” ก๊าซนี้มีอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 0.033% โดยปริมาตร (ความเข้มข้น 387 ส่วนในล้านส่วน ppm) ก๊าซชนิดนี้เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิต การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณสูงขึ้น (ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2015)

ในยุคเริ่มแรกของโลกและระบบสุริยะ มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถึง 98% เนื่องจากดวงอาทิตย์ยังมีขนาดเล็กและแสงอาทิตย์ยังไม่สว่างเท่าทุกวันนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วย

ทำให้โลกอบอุ่นเหมาะสำหรับเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ครั้นกาลเวลาผ่านไปดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำฝนได้ละลายคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ลงมายังพื้นผิว แพลงตอนบางชนิดและพืชตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ มาสร้างเป็นอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ภาวะเรือนกระจกลดลง โดยธรรมชาติก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจากการหลอมละลายของหินปูน ซึ่งโผล่ขึ้นมาจากปล่องภูเขาไฟ และการหายใจของสิ่งมีชีวิต

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเผาไหม้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง โรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่าเพื่อใช้พื้นที่สำหรับอยู่อาศัยและการทำปศุสัตว์ การเผาป่าเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศได้โดยเร็วที่สุด เนื่องจากต้นไม้มีคุณสมบัติในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงลอยขึ้นไปสะสมอยู่ในบรรยากาศได้มากยิ่งขึ้น และทำให้พลังงานความร้อนสะสมบนผิวโลกและในบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์/ตารางเมตร (ปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อม)

ได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศกับอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลก พบว่าการเพิ่มขึ้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศโลก ส่งผลให้อุณหภูมิบนพื้นโลก มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น CO_2 เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณการเพิ่มขึ้นสูงกว่าก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด และก็มีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นอีกในปริมาณมากในอนาคต (กณิตา ธนเจริญชณภาส, 2558)



ภาพที่ 2 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

(IPCC, 2013)

2.2.1 แหล่งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่านี้ นับว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุดในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้มีคุณสมบัติที่ดีสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น จากผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยหน่วยงาน IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ประมาณตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา รายงานว่ามีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อใช้เป็นพื้นที่เมือง หรือการเกษตรมีประมาณ 1.6 Gtc (1.6 5 109 ตันคาร์บอน) ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ และแหล่งอื่นที่เป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์กำลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผลการศึกษาของ IPCC ยังระบุชัดว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสม ในบรรยากาศของโลกมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ ด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของผิวโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นต่อไปอีก ล่าสุดนี้หน่วยงาน IPCC ได้รายงานปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นโดยฝีมือมนุษย์นี้ทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลก และชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์ต่อตารางเมตร ในปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.3 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (carbon footprint)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากวงจรของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน และการใช้งาน ซึ่งจะทำให้เราทราบว่ากว่าที่จะได้ผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นนั้น ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงไร โดยแสดงออกในรูปของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกสำคัญชนิดหนึ่งที่ทำให้โลกร้อนขึ้น หากมีมากเกินกว่าที่ระบบของธรรมชาติจะรักษาสมดุลไว้ได้
(สำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2013)

2.3.1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

โดยพิจารณาจาก 3 ส่วนหลัก แบ่งเป็น SCOPE ดังนี้

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

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

SCOPE III: การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร การเดินทางไปสัมมนานอกสถานที่ การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร1 (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหาร จัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับโรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ ซึ่งปัจจุบัน องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้จัดทำโครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ดังนี้

- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในภาคอุตสาหกรรม
- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาลตำบลนาแก้ว

2.3.2 วิธีคำนวณ

การคิดค่าพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า มีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากผลคูณระหว่างความต่างศักย์ กับกระแสไฟฟ้าดังนี้

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = ความต่างศักย์ (โวลต์) X กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

หรือ $P = V I$

เมื่อกำหนดให้ P แทน กำลังไฟฟ้า มีหน่วย เป็น วัตต์ (w)

V แทน ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า สามารถคำนวณหาได้จากสูตร

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u> พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

กำลังไฟฟ้า = 2,000 วัตต์ = $\frac{2000}{1000}$ = 2 กิโลวัตต์

เวลาที่ใช้ = 2 ชั่วโมง

แทนค่า พลังงานไฟฟ้า = 2 X 2 = 4 หน่วย

นั่นคือ ใช้พลังงานไฟฟ้าไป 4 หน่วย

การคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

CO2 eq emission = Emission Factor ($kgCO_2/kWh$) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า/พื้นที่

$$CO2\ eq\ emission/\text{พื้นที่} = Emission\ Factor\ (kgCO_2/kWh) \times \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (Kwh)}}{\text{พื้นที่ } (m^2)}$$

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า/คน

$$CO_2eq\ emission/\text{จำนวนคน} = Emission\ Factor\ (kgCO_2/kWh) \times \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (Kwh)}}{\text{พื้นที่ } (m^2)}$$

ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor)

ใช้ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor) จากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรกฎาคม 2554 เท่ากับ 0.561 $kgCO_2/kWh$

กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
พัดลมตั้งพื้น	45-75	หลอดไฟแบบไส้	25-100
พัดลมเพดาน	70-104	หลอดฟลูออเรสเซนต์	18-36
ตู้เย็น 2-12 คิว (ลบ.ฟุต)	50-200	ตู้ทำน้ำเย็น	220
เครื่องปรับอากาศ	680-3,300	กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า	670-990
เครื่องดูดฝุ่น	625-1,000	Air Compressors 1/2 แรงม้า	375
โทรทัศน์สี	60-110	Air Compressors 1 แรงม้า	750
วีดีโอ	30-50	แอร์ 36000 BTU	220-380
วิทยุ	50 -200	แอร์ 42000 BTU	380
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ	85-120	ปั๊มน้ำ 1/3 แรงม้า	250
คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก	20	ปั๊มน้ำ 1/2 แรงม้า	375
Printer	400-600	ปั๊มน้ำขนาดใหญ่	17,300
เครื่องโทรสาร	60-70	เครื่องเสียง	60-352
เครื่องถ่ายเอกสาร	150-200	ลำโพง	12-18
เครื่องสแกน 1.5A	330	hub1.5A	330
Monitor (CRT)	200-250	Rater Power	60
เครื่องฉายภาพ	750	overhead	350

(ข้อมูลจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

2.3.3 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 eq)

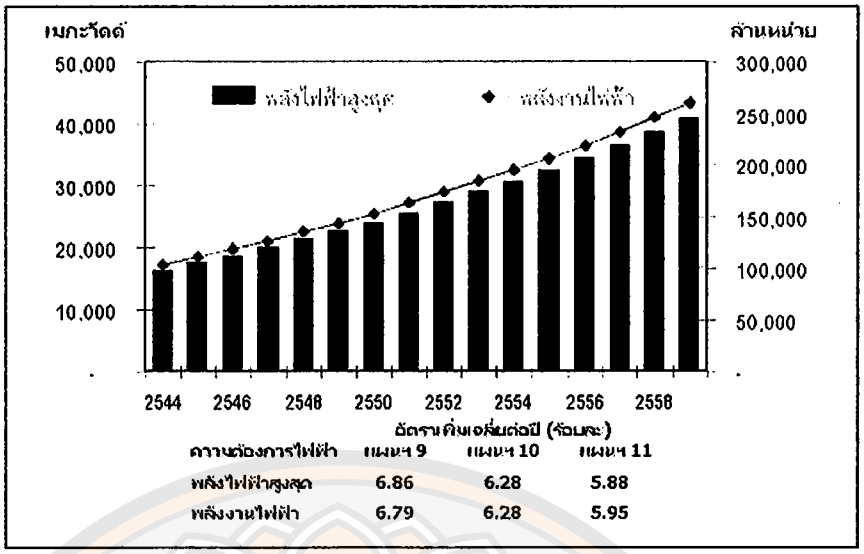
คือ ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนไม่เท่ากัน จึงได้กำหนดค่าการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของแต่ละสารให้เทียบกับศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (GWP) โดย IPCC เท่ากับ 1 โดยค่านี้เรียกว่า "คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า" เช่น มีเทน 1 หน่วยจะมีศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนเป็น 21 หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ตารางที่ 2 แสดงค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน(GWP) ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์)
1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1
2. มีเทน (CH_4)	21
3. ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310
4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_S)	140-11,700
5. เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC_S)	6,500-9,200
6. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูโอไรด์ (SF_6)	23,900

2.3.4 แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต

พลังงานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิตของประชาชนทั่วโลก เป็นปัจจัยที่ทำให้โลกมีการพัฒนาขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้ สำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตมีมากขึ้น(ภาพที่ 3) ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อปัญหาการเกิดภาวะโลกร้อน โดยจะทำให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอย่างรุนแรง และส่งผลต่อระบบนิเวศอื่นๆ ในโลก ปัจจุบันเราเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นเกิดขึ้นบ้างแล้ว และทุกประเทศต่างให้ความสนใจกับลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงาน โดยใช้แนวทางการแก้ไข 2 แนวทางคือ การเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) โดยการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทั้งสองส่วนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีราคาที่ต่ำลง สามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย



ภาพที่ 3 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต
(ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เทศบาลตำบลนาแก้ว

เทศบาลตำบลนาแก้วได้มีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร โดยมีการคำนวณจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของเครื่องจักร การใช้ไฟฟ้า และการขนส่งต่างๆ ซึ่งมีการนำผลการศึกษาที่ได้จากการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้า มาจัดทำโครงการ “เทศบาลร่วมใจประหยัดพลังงาน” เพื่อเป็นมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากมีการดำเนินโครงการไปแล้วตามระยะที่กำหนด พบว่าหลังจากใช้โครงการมีไฟฟ้าลดลงมากกว่าที่ระบุไว้ในเป้าหมาย ซึ่งถือว่าผลที่ได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

2.4.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ได้จัดทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ครั้งแรก โดยคำนวณจาก การใช้ยานพาหนะ การขนส่งต่างๆ และการใช้ไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินสรุปได้ว่า กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุด และนำข้อมูลการวิจัยเบื้องต้นนี้ ไปเป็นฐานข้อมูลในการประมินครั้งต่อไป เนื่องจากครั้งนี้เป็นการจัดทำขึ้นครั้งแรก ซึ่งไม่ได้เป็นนโยบายของทางมหาวิทยาลัย จึงทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร มีการวางแผนการดำเนินงานดังรายละเอียด

3.1พื้นที่ทำการศึกษา

ในการศึกษาได้ทำการกำหนดพื้นที่ศึกษา ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยแบ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 ประเภทการใช้งาน คือ

3.1.1 ห้องสำนักงาน

โดยห้องสำนักงานแบ่งออกตามประเภทของการใช้งานของห้องออกเป็น 3 ประเภทย่อยคือ

- ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์
- เลขานุการหน่วยกิจการนิสิต
- สำนักงานภาควิชา 3 ภาควิชาคือ สำนักงานภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร สำนักงานภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร และสำนักงานภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.1.2 ห้องพักอาจารย์

การศึกษา ณ ห้องพักอาจารย์แบ่งออกเป็นการใช้งานของภาควิชา ทั้งหมด 3 ภาควิชา คือ

- ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
- ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
- ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ของประเภทห้องสำนักงานและห้องพักอาจารย์รวมทั้งหมด 11ห้อง

3.2 จัดทำแบบสอบถามการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวิเคราะห์ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

ดำเนินการออกแบบเครื่องแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลในส่วนของ ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ ชนิด จำนวน ขนาดการใช้ไฟฟ้า และและเก็บข้อมูลในส่วนของกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ระยะเวลาการใช้ และจำนวนผู้ใช้

3.3 การเก็บข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า

- ลงพื้นที่โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง

- ถ่ายรูปฉลากเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีข้อมูลที่ต้องการนำมาคำนวณ เช่นค่ากำลังไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้า

3.4 การคำนวณเพื่อวิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Emission)

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม มาคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก, 2554)

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = ความต่างศักย์ (โวลต์) X กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

พลังงานไฟฟ้า(หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

$$\text{พลังงานไฟฟ้า/พื้นที่} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)}}{\text{พื้นที่ตามประเภทการใช้งาน (ตร.ม.)}}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า/คน} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (หน่วย)}}{\text{จำนวนคน (Capita)}}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Emission)

CO_2 eq emission= Emission Factor ($kgCO_2/kWh$) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)

CO_2eq emission/พื้นที่ = Emission Factor ($kgCO_2$/kWh) x $\frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)}}{\text{พื้นที่ } (m^2)}$

CO_2eq emission/จำนวนคน = Emission Factor ($kgCO_2$/kWh) x $\frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)}}{\text{จำนวนคน (Capita)}}$

* หมายเหตุ ค่า Emission Factor ของการใช้ไฟฟ้า = 0.5610 (องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก, 2554)

บทที่4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสำนักงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ผลดังนี้

4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

4.1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าห้องประเภทสำนักงาน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้องในประเภทห้องสำนักงานพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ห้องที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือห้อง AG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ) สูงที่สุดถึง 113.89 kWh เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ต่ำสุดต่ำสุดถึง 63.22 kWh คือห้อง AG1230 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) ส่วนห้องที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าปานกลางคือห้อง AG1105 (ห้องสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต) AG1211(ห้องสำนักงานเลขานุการภาควิทยาศาสตร์การเกษตร) และ AG1231(ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) ซึ่งมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าอยู่ในช่วงระหว่างประมาณ 70-90 kWh แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องประเภทสำนักงาน

หมายเลขห้อง	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
AG1103	113.89
AG1105	87.06
AG1211	94.65
AG1230	63.22
AG1231	79.79

4.1.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าห้องประเภทห้องพักอาจารย์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้องในประเภทห้องพักอาจารย์พบว่า มีความแตกต่างกันไม่ชัดเจนมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับห้องประเภทสำนักงาน ห้องที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือห้อง AG1229 มีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 35.24 kWh และห้องที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำสุดคือห้อง AG1224 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 25.04 kWh คือ ส่วนห้องที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าปานกลางคือห้องAG1203, AG1208, AG1220 และAG1227 แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องประเภทห้องพักอาจารย์

หมายเลขห้อง	พลังงานไฟฟ้า (kWh)
AG 1203	32.48
AG 1208	33.30
AG 1220	25.56
AG 1224	25.04
AG 1227	27.71
AG 1229	35.24

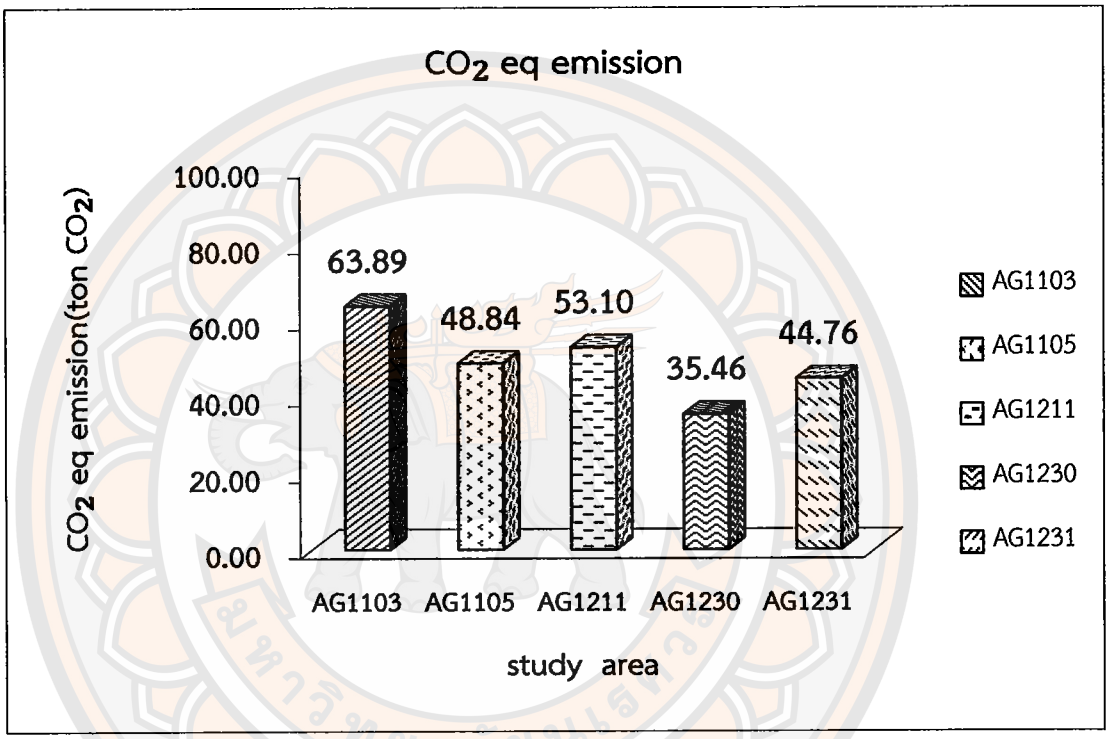
4.2 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จากค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้นำมาคำนวณเป็นการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4.2.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องประเภทสำนักงาน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแต่ละห้องของประเภทสำนักงาน พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ) สูงที่สุดถึง 63.89 ton CO_2 และห้องที่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำสุด คือห้อง AG1230 (ห้องสำนักงาน

เลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) ซึ่งมีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 35.46 ton CO_2 ส่วนห้องที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปานกลางคือห้อง AG1105 (ห้องสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต) AG1211(ห้องสำนักงานเลขานุการภาควิทยาศาสตร์การเกษตร) และ AG1231(ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อยู่ในช่วงระหว่าง 40-60 ton CO_2 แสดงผลดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องประเภทสำนักงาน

*หมายเหตุ AG1103 คือ ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ

AG1105 คือ ห้องสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต

AG1211 คือ ห้องสำนักงานเลขานุการภาควิทยาศาสตร์การเกษตร

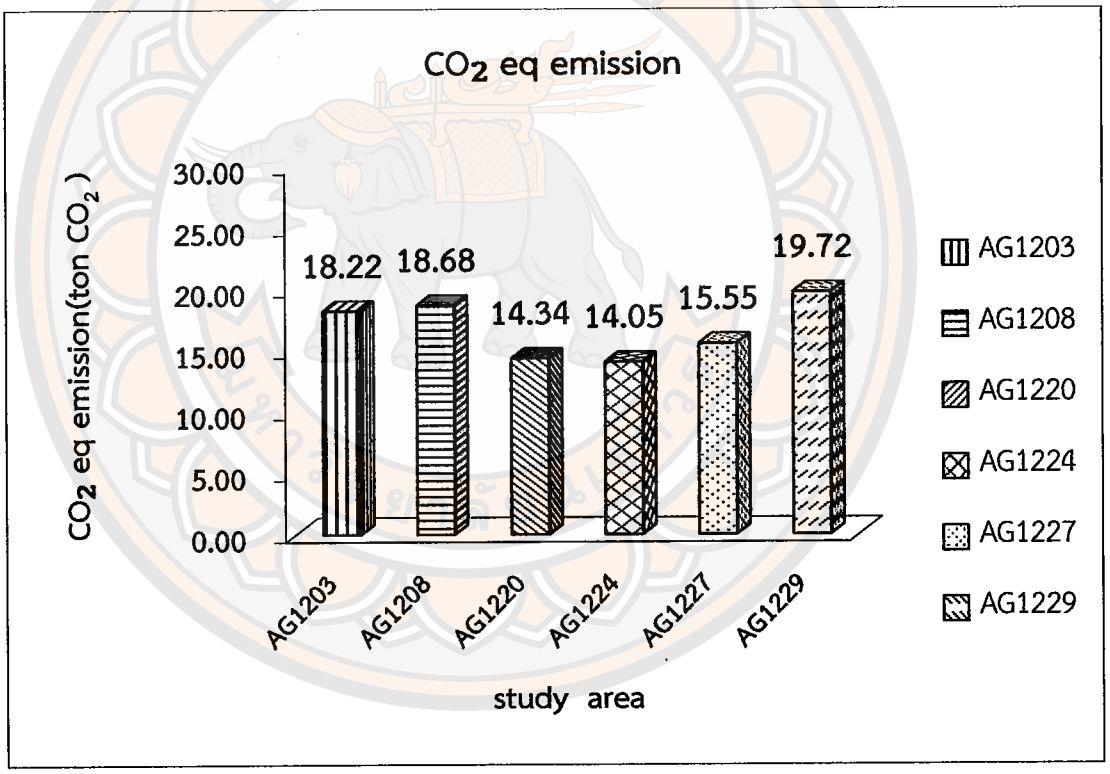
AG1230 คือ ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร

AG1231 คือ ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1718703 ปร. หนังก 2558
สำนักหอสมุด
26 ก.ย. 2560

4.2.2 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องพักอาจารย์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแต่ละห้องประเภทห้องพักอาจารย์ พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1229 สูงที่สุดถึง 19.72 ton CO_2 ส่วนห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1224 ต่ำสุดถึง 14.05 ton CO_2 คือ ส่วนห้องที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าปานกลางคือห้องAG 1203 AG 1208 AG 1220 และAG 1227 ซึ่งห้องประเภทห้องพักอาจารย์นี้มีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่ไม่ต่างกันมากนัก แสดงผลดังภาพที่ 5



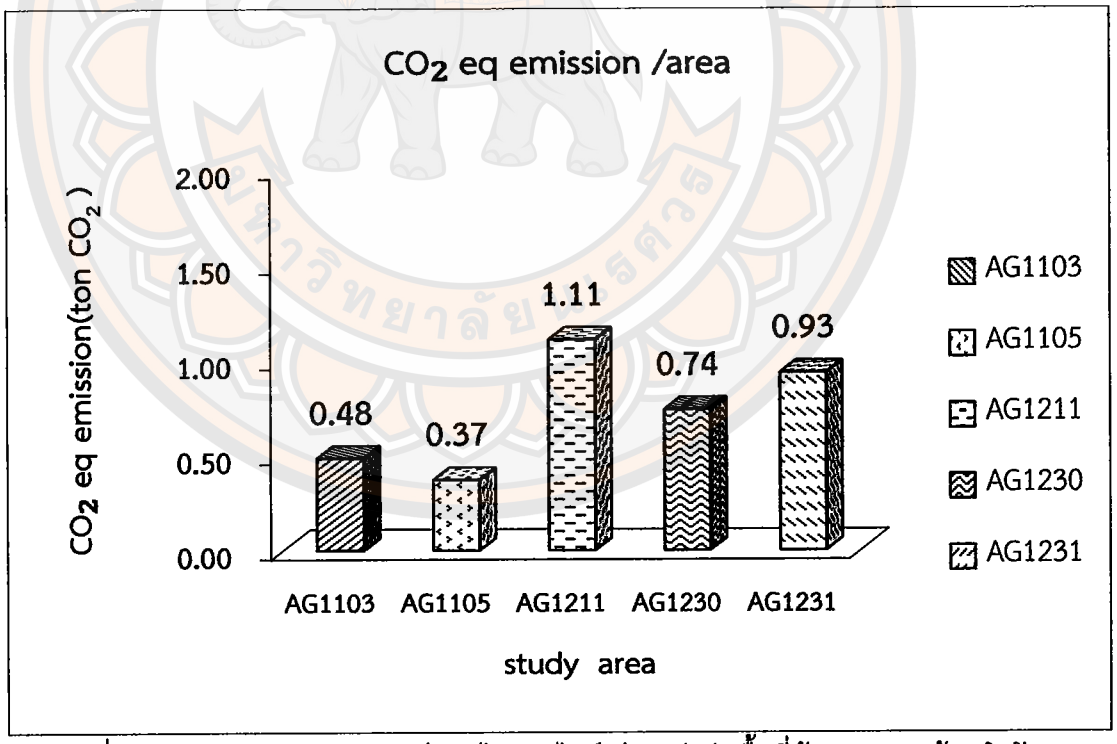
ภาพที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าห้องประเภทห้องพักอาจารย์

*หมายเหตุ ข้อมูลขนาดห้องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก

4.3 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่

4.3.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ห้องประเภทสำนักงาน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ของแต่ละห้องประเภทห้องสำนักงานพบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1211 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาควิทยาศาสตร์การเกษตร) ซึ่งมีปริมาณการปล่อยสูงถึง 1.11 ton CO_2 /m^2 และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1105 (ห้องสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่เท่ากับ 0.37 ton CO_2 /m^2 ส่วนห้องที่มีปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ปานกลางคือห้องAG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ), AG1230 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) และAG1231 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) แสดงผลดังภาพที่ 6

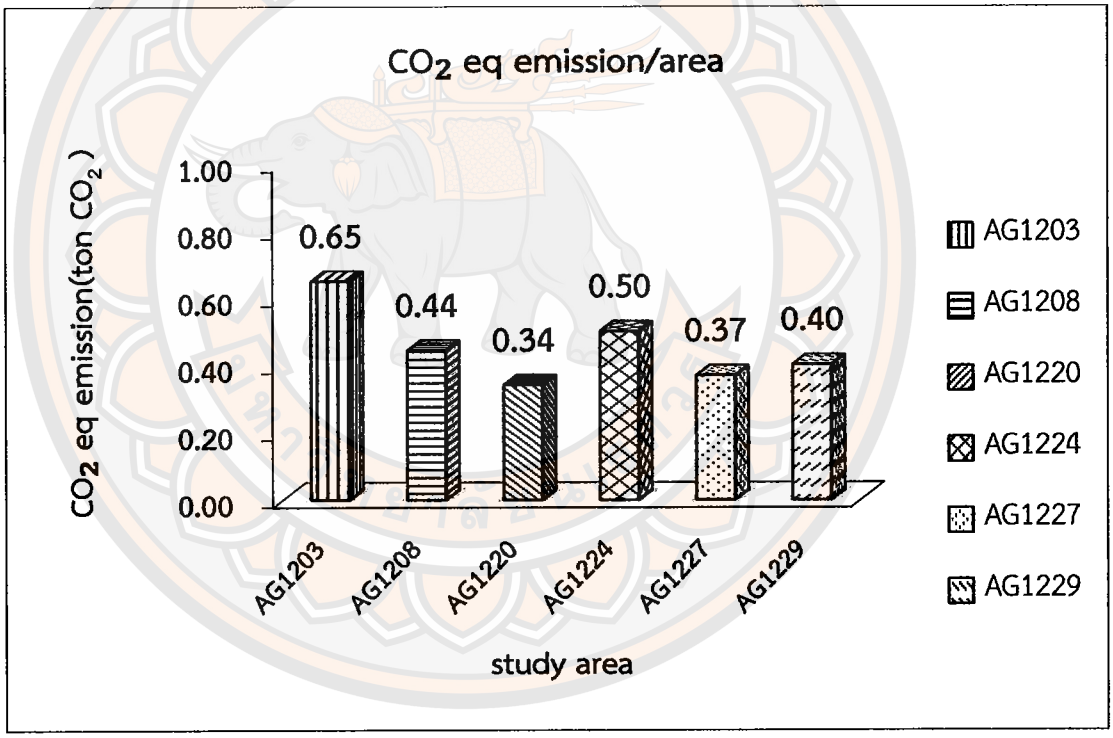


ภาพที่ 6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ห้องประเภทห้องสำนักงาน

*หมายเหตุ ข้อมูลขนาดห้องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก

4.3.2 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ห้องพักอาจารย์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ของแต่ละห้องประเภทห้องพักอาจารย์พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ ในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1203 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.65 ton CO_2 /m^2 และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ ในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG1220 มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ 0.34 ton CO_2 /m^2 ส่วนห้องที่มีปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ปานกลางคือห้องAG1208, AG1224, AG1227 และAG1229 แสดงผลดังภาพที่ 7



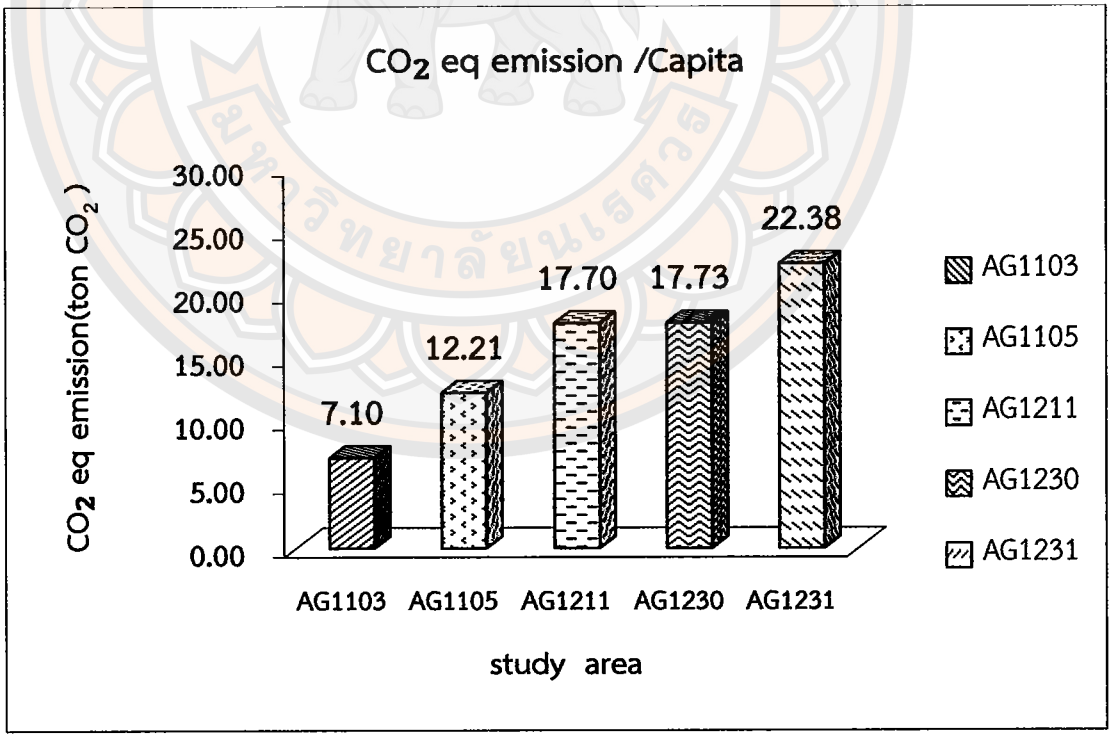
ภาพที่ 7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ห้องประเภทห้องพักอาจารย์

*หมายเหตุ ข้อมูลขนาดห้องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก

4.4 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

4.4.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนห้องประเภทสำนักงาน

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนของแต่ละห้องประเภทห้องสำนักงานพบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1231 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม) สูงที่สุดถึง 22.38 ton CO_2 /Capita ส่วนห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ) ต่ำสุดถึง 7.10 ton CO_2 /Capita ส่วนห้องที่มีปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนปานกลางคือห้องAG1105 (ห้องสำนักงานเลขานุการหน่วยกิจการนิสิต), AG1211 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาควิทยาศาสตร์การเกษตร) และAG1230 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนอยู่ในช่วง 10-20 ton CO_2 /Capita แสดงผลดังภาพที่ 8

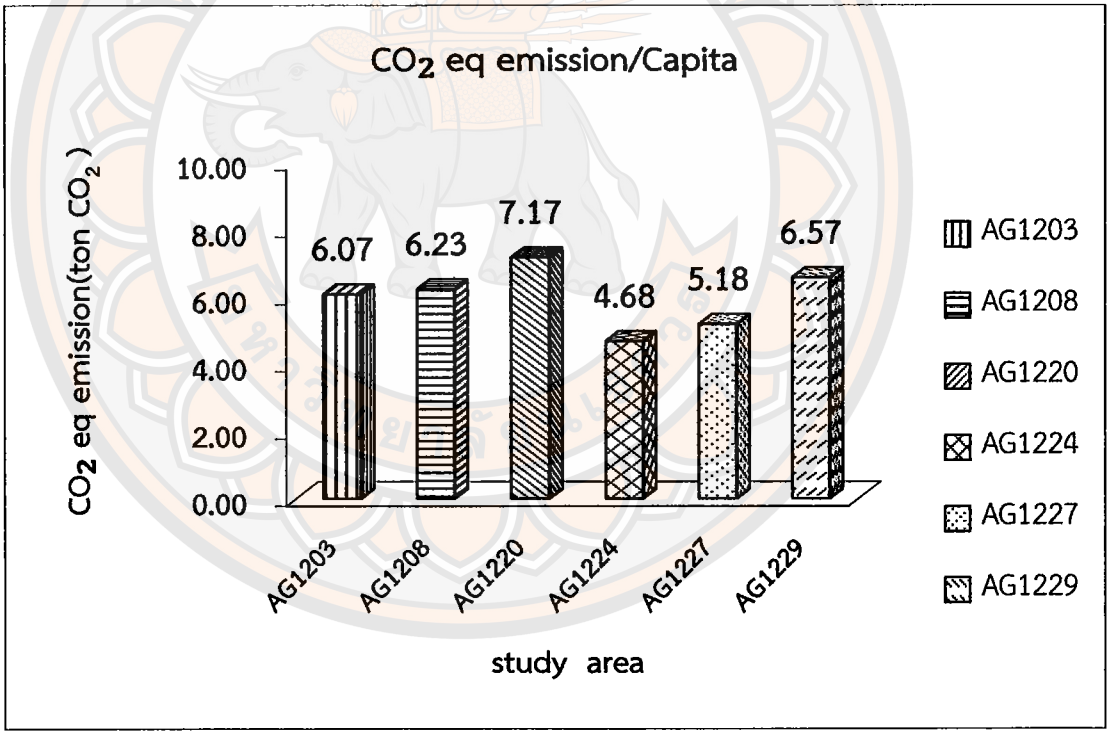


ภาพที่ 8 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนห้องประเภทสำนักงาน

*หมายเหตุ ข้อมูลจำนวนคนแต่ละห้องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก

4.4.2 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนห้องพักอาจารย์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนของแต่ละห้องประเภทห้องพักอาจารย์ พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1220 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 7.17 ton CO_2 /Capita และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG1224 มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 4.68 ton CO_2 /Capita ส่วนห้องที่มีปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนปานกลางคือห้องAG1203, AG1208, AG1227 และ AG1229 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน อยู่ในช่วง 6-7 ton CO_2 /Capita แสดงผลดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนห้องประเภทห้องพักอาจารย์

*หมายเหตุ ข้อมูลจำนวนคนแต่ละห้องสามารถดูได้ที่ภาคผนวก

4.5 ข้อมูลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษา

4.5.1 ข้อมูลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าห้องสำนักงาน

ข้อมูลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถบอกได้ถึงสถานภาพการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้อง เช่น ห้อง AG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ)เป็นห้องที่มีจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้ามาก จึงทำให้เป็นห้องที่มีการใช้ไฟฟ้า และมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุด ส่วนห้องที่มีจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าน้อย จึงเป็นห้องที่การใช้ไฟฟ้า และมีค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำที่สุด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องสำนักงาน

ข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า	ห้องสำนักงานเลขานุการฯ				
	AG1103	AG1105	AG1231	AG1230	AG1211
พัดลมตั้งพื้น			2		
พัดลมตั้งโต๊ะ	2				1
ตู้เย็น		1	1		1
เครื่องปรับอากาศ	2	2	2	2	2
โทรทัศน์สี				1	
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (CPU)	9	5	2	1	4
Monitor (LCD)	9	5		1	4
Monitor (LED)			2		
Notebook			1		
Printer					2
เครื่องโทรสาร			1	1	
เครื่องถ่ายเอกสาร			1	1	
เครื่องสแกน		1	1		1
เครื่องฉายภาพ					
หลอดฟลูออเรสเซนต์	50	26	12	12	12

ตารางที่ 5 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องสำนักงาน (ต่อ)

ข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า	ห้องสำนักงานเลขานุการฯ				
	AG1103	AG1105	AG1231	AG1230	AG1211
กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า		1	1		1
ไมโครเวฟ			1		
โทรศัพท์มือถือ (การชาร์จแบตมือถือ)	9		1		
ตู้ทำน้ำเย็น		1			1
โทรสาร+ปริ้นเตอร์					2

4.5.2 ข้อมูลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าห้องพักอาจารย์

ในห้องประเภทห้องพักอาจารย์ สังเกตจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าจากตารางแล้ว พบว่า ห้องที่มีการใช้ไฟฟ้าและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุด กลับไม่ใช่ห้องที่มีจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจาก สถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องด้วย ซึ่งในห้อง AG1229 ก็มีคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ(CPU) ที่มีค่ากำลังไฟฟ้ากว่า คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ(CPU) ของห้องอื่นๆ จึงทำให้เป็นห้องที่มีการใช้ไฟฟ้าและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุด แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องพักอาจารย์

ข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า	ห้องพักอาจารย์					
	AG1229	AG1227	AG1208	AG1224	AG1220	AG1203
พัดลมตั้งพื้น			2	1		
พัดลมตั้งโต๊ะ	1			1		
ตู้เย็น						1
เครื่องปรับอากาศ	1	1	1	1	1	1
โทรทัศน์สี						

ตารางที่ 6 ตารางแสดงข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทห้องพักอาจารย์ (ต่อ)

ข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้า	ห้องพักอาจารย์					
	AG1229	AG1227	AG1208	AG1224	AG1220	AG1203
คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (CPU)	2		2			3
Monitor (LCD)	2					3
Monitor (LED)			2			
Notebook		2	2	1	1	
Printer			1			
เครื่องโทรสาร						
เครื่องถ่ายเอกสาร						
เครื่องสแกน						
เครื่องฉายภาพ						
หลอดฟลูออเรสเซนต์	18	18	16	12	18	12
กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า						
ไมโครเวฟ						
โทรศัพท์มือถือ (การชาร์จแบตมือถือ)		1	2			
ตู้ทำน้ำเย็น						
โทรสาร+ปริ้นเตอร์						
CPU+Monitor LED		1		1		
ไฟตู้ปลา			1			
ปั๊มกรองน้ำตู้ปลา			1			
ตัวปล่อย wireless	1					

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

ผลการศึกษาพบว่า ห้องประเภทสำนักงาน ห้องที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดคือห้อง AG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ) มีปริมาณเท่ากับ 113.89 kWh ห้องที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุด คือห้อง AG1230 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 63.22 kWh ส่วนห้องประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือห้อง AG1229 มีค่าเท่ากับ 35.24 kWh และห้องที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณต่ำที่สุดคือห้อง AG 1224 มีค่าเท่ากับ 25.04 kWh ซึ่งเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยระหว่างห้อง 2 ประเภท พบว่า ห้องประเภทสำนักงานมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าสูงกว่าห้องประเภทห้องพักอาจารย์

5.1.2 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ผลการศึกษาการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ณ ห้องประเภทสำนักงาน พบว่าห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1103 (ห้องสำนักงานเลขานุการคณะเกษตรศาสตร์ฯ) มีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 63.89 ton CO_2 และห้องที่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำสุด คือห้อง AG1230 (ห้องสำนักงานเลขานุการภาคอุตสาหกรรมเกษตร) ซึ่งมีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 35.46 ton CO_2 ในส่วนของห้องประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1229 มีค่าเท่ากับ 19.72 ton CO_2 และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1224 ซึ่งมีค่าการปล่อยเท่ากับ 14.05 ton CO_2

5.1.3 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่

ผลการศึกษาการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ ณ ห้องประเภทสำนักงาน พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ในปริมาณสูงที่สุดคือห้อง AG1211 มีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 1.11 ton CO_2/m^2 และห้องที่มีการปลดปล่อย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1105 ซึ่งมีปริมาณต่ำสุดถึง 0.37 ton CO_2/m^2 ส่วนประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่สูงสุดคือห้อง AG1203 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.65 ton CO_2/m^2 และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1220 มีปริมาณเท่ากับ 0.34 ton CO_2/m^2

5.1.4 การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

ผลการศึกษาการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ณ ห้องประเภทสำนักงาน พบว่าห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน ในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1231 มีค่าเท่ากับ 22.38 ton CO_2/Capita และห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1103 มีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 7.10 ton CO_2/Capita ในส่วนของห้องประเภทห้องพักอาจารย์ พบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่สูงที่สุดคือห้อง AG1220 มีปริมาณการปล่อยท่ากับ 7.17 ton CO_2/Capita ส่วนห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนในปริมาณที่ต่ำสุดคือห้อง AG 1224 มีค่าเท่ากับ 4.68 ton CO_2/Capita

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษา อภิปรายผลได้ว่า ห้องประเภทสำนักงาน ห้อง AG1103 เป็นห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน กลับไม่ใช่ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนสูงที่สุด เนื่องจากห้อง AG1103 เป็นห้องที่มีจำนวนบุคลากรมากกว่าห้องอื่นๆ ส่วนในห้องประเภทห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณสูงสุดคือห้องAG1229 เมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหัว เช่นเดียวกับห้องประเภทสำนักงาน คือ ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงสุด กลับไม่ใช่ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหัวสูงที่สุด จะเห็นได้ว่าจำนวนคนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวในแต่ละห้อง

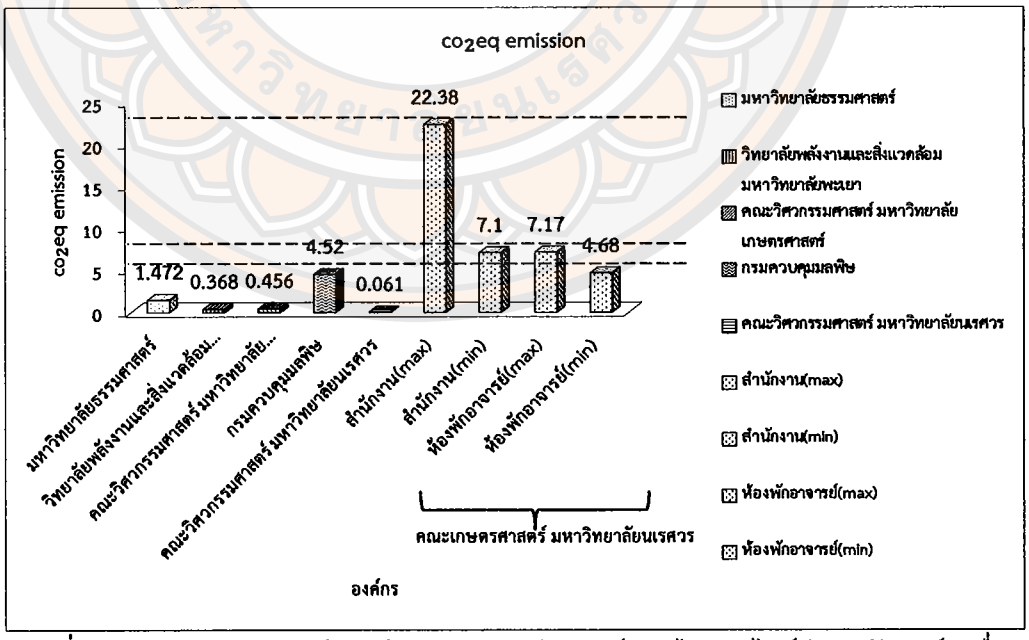
วิจารณ์ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ในประเภทห้องสำนักงานพบว่า ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่สูงที่สุดคือห้อง

AG1211 ส่วนในประเภทห้องพักอาจารย์ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่สูงสุด คือ ห้อง AG1203 จะเห็นได้ว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ไม่แปรผันตามขนาดของห้อง ซึ่งแสดงว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ถูกปล่อยออกมานั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละห้องเป็นหลัก

วิจารณ์ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนของห้องประเภทสำนักงาน ห้อง AG1231 เป็นห้องที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวสูงที่สุด เนื่องจากเป็นห้องที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้ามาก แต่มีจำนวนคนน้อย เช่นเดียวกันกับห้องพักอาจารย์ ห้องที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวในปริมาณที่สูงสุดสูงสุดจึงเป็นห้องที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวนมากและมีจำนวนคนที่น้อย

วิจารณ์ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับองค์กรอื่นๆ

จากภาพกราฟการเปรียบเทียบพบว่า ค่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงกว่า องค์กรหรือสถาบันอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด แม่ว่าเราจะนำค่าต่ำที่สุดของเรามาเปรียบเทียบด้วยก็ตาม ค่าต่ำสุดของเราก็ยังสูงกว่าองค์กรอื่นๆ



ภาพที่ 10 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนกับองค์กรอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร สามารถนำข้อมูลจากการศึกษานี้ไปใช้เป็นแนวทางหรือการวางแผนการบริหารการจัดการการใช้ไฟฟ้า และสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวางแผนแนวทางการจัดการในครั้งต่อไปในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดย การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานและมีฉลากประหยัดพลังงาน มีการดูแลรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่สม่ำเสมอ ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนรวมมากกว่ามีการเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นเวลา หรือตามเวลาราชการ ปิดหรือถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่มีการใช้งาน ฯลฯ

บรรณานุกรม

กณิตา ธนเจริญชณภาส. (2558). **การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก: ผลกระทบและการตอบสนองของสรีรวิทยาระบบนิเวศ.** โรงพิมพ์ร้านพิษณุโลกดอทคอม, พิษณุโลก

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2557). **ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect).** สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2558 จาก http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=20

คณะอนุกรรมการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า(มกราคม 2545). **การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า.** สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. สืบค้นวันที่ 3 พฤศจิกาจน 2558 จาก http://www.eppo.go.th/load/load-forecast/index.html

โครงการส่งเสริมและเผยแพร่เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน Display Center และบ้านประหยัดพลังงาน. **เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน . สืบค้นวันที่ 20 ตุลาคม 2558 จาก http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/home/home_appliances.html

เทศบาลตำบลนาแก้ว. (2556). **รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์เทศบาลตำบลนาแก้ว.** สืบค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558 จาก http://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/Sheet%207-1_Nakaew.PDF

ประเสริฐสุข และคณะ. (2555). **อภิธานศัพท์และคำย่อ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริการจัดการก๊าซเรือนกระจก.** หน้า 25

พงษ์วิภา และคณะ. (2554). **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.** หน้า 64

ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัศมี. (2557). **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต**. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2558 จาก http://www.tstj.research.tu.ac.th/Issue22No1_PDF/paper1.pdf

แสวง เกิดประทุม. (2558). **คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)**. สืบค้นเมื่อ 8 กันยายน 2558 จาก http://www.tistr.or.th/ed/?p=566

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2555). **พิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol)**. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2558 จาก http://www.onep.go.th/library/index.php?option=com_content&view=article&id=80:-kyoto-protocal-&catid=26:2012-04-02-06-57-22&Itemid=34

สำนักบรรณสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2556). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์**. สืบค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2558 จาก http://library.stou.ac.th/blog/?p=2907

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2012). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. สืบค้นเมื่อ 7 กันยายน 2558จาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/carbonorg/

Energy Saving. (2554). **ผลกระทบหลักของภาวะโลกร้อน**. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2558 จาก http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=131&cno=2757

IPCC (2013), Fig. SPM4 (a) in IPCC (2013), Summary for policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

ภาคผนวก

ข้อมูลจำนวนคนและขนาดห้องของห้องประเภทสำนักงานและห้องพักอาจารย์

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนคนและขนาดห้องแต่ละ ณ ห้องประเภทสำนักงาน

หมายเลขห้อง	ขนาดห้อง (m^2)	จำนวนคน
AG1103	132	9
AG1105	132	4
AG1211	48	3
AG1230	48	2
AG1231	48	2

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนคนและขนาดห้องแต่ละ ณ ห้องประเภทห้องพักอาจารย์

หมายเลขห้อง	ขนาดห้อง (m^2)	จำนวนคน
AG1203	28	3
AG1208	42	3
AG1220	42	2
AG1224	28	3
AG1227	42	3
AG1229	49	3

แบบสอบถามการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในคณะเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามนี้เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำงานวิจัยเรื่อง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รายวิชาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

คำชี้แจง การกรอกข้อมูลให้ทำเครื่องหมาย ☑หน้าข้อมูลที่ถูกต้องและกรอกรายละเอียดในช่องว่าง

ชื่อผู้ให้ข้อมูล..... ตำแหน่ง.....

หมายเลขห้อง..... วัน/เดือน/ปี ที่ให้ข้อมูล.....

ลักษณะการใช้งาน

☐ ห้องพักอาจารย์ ☐ สำนักงาน

☐ อื่นๆ(ระบุ.....)

ประเภทและจำนวนผู้ใช้งาน

☐ อาจารย์ จำนวน.....คน ☐ บุคลากร จำนวน.....คน

☐ อื่นๆ(ระบุ.....) จำนวน.....คน

ชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและระยะเวลาที่เปิดใช้งาน

☐ พัดลมตั้งพื้น	จำนวน.....ตัว	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ พัดลมตั้งโต๊ะ	จำนวน.....ตัว	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ พัดลมเพดาน	จำนวน.....ตัว	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ ตู้เย็น	จำนวน.....ตู้	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องปรับอากาศ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องดูดฝุ่น	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ โทรทัศน์สี	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องเล่นวีดีโอ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ วิทยุ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (CPU)	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ Monitor (LCD)	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ Monitor (LED)	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ Notebook	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ Printer	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องโทรสาร	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องถ่ายเอกสาร	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องสแกน	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องฉายภาพ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ หลอดไฟแบบไส้	จำนวน.....หลอด	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์	จำนวน.....หลอด	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ ตู้ทำน้ำเย็น	จำนวน.....ตู้	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ ไมโครเวฟ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ ลำโพง	จำนวน.....ตัว	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ โคมไฟตั้งโต๊ะ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ พัดลมดูดอากาศ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ เครื่องปั๊มน้ำ	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ โทรศัพท์มือถือ (การชาร์จแบตมือถือ)	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน
☐ อื่นๆ(ระบุ.....)	จำนวน.....เครื่อง	ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน