การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก

นายณฐพล รำพึงกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

โครงร่างวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Assessment of Greenhouse Gas Emission from Chulalongkorn University and Greenhouse Gas Reduction Measure

Mr. Natapon Rumphungkit

A Thesis Proposal Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก
โดย	นายณฐพล รำพึงกิจ
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงร่างวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริมา ปัญญาเมธิกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนาธิป ผาริโน)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปฏิภาณ ปัญญาพลกุล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. เปรมฤดี กาญจนปิยะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณฐพล รำพึงกิจ : การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก (Assessment of Greenhouse Gas Emission from Chulalongkorn University and Greenhouse Gas Reduction Measure) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์, 105 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในขอบเขตที่ 1 และ 2 ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึง กันยายน พ.ศ. 2559 ซึ่งข้อมูลทั้งหมดถูกเก็บจากหน่วยงานและคณะทั้งหมดภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่จุฬาลงกรณ์เป็นผู้รับผิดชอบ จากผลการประเมินพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 54,955 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมาจากขอบเขตที่ 1 ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งมาจากการใช้ก๊าซหุงต้ม การเดินทางของบุคลากรของมหาวิทยาลัยโดยมีมหาวิทยาลัยเป็นผู้รับผิดชอบเรื่องเชื้อเพลิง สารทำความเย็น และปุ๋ย โดยแบ่งเป็นสัดส่วนร้อยละ 45, 24, 18, 11 ตามลำดับ ส่วนในขอบเขตที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับร้อยละ 97 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เมื่อคิดเป็นปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อบุคคลแล้วจะมีค่าเท่ากับ 1.21 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว พบว่ามหาวิทยาลัยได้มีมาตรการที่ดำเนินการอยู่แล้วเพื่อมุ่งสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว ได้แก่ การปรับภูมิทัศน์ การพัฒนาระบบโครงสร้างและพลังงาน เช่นจัดนโยบายเพื่อลดการใช้พลังงาน และการคมนาคม ได้แก่ การจัดเดินรถ ปอพ. ให้พอกับความต้องการของนิสิต/บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงจัดตั้ง CU-BIKE เพื่อให้นิสิตในมหาวิทยาลัยได้ใช้ แต่จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการศึกษานี้สามารถนำมาจัดทำนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้เป็นแนวทางให้หน่วยงานและคณะต่างๆภายในมหาวิทยาลัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ซึ่งประกอบด้วยมาตรการที่ไม่ต้องลงทุนและมาตรการที่ต้องมีการลงทุน ได้แก่ การจัดหลักสูตร/วิชาเรียนเกี่ยวกับด้าน Climate Change จัดกิจกรรมเรื่องการลดใช้พลังงาน สภาวะโลกร้อนเพื่อให้นิสิต/บุคลากรได้เข้าร่วมและมีส่วนร่วม การส่งเสริมนโยบาย 3R จัดทำแผนการลดใช้ไฟฟ้าต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลง/พัฒนาเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งนโยบายต่างๆเหล่านี้จะช่วยผลักดันทำให้จุฬาลงกรณ์กลายเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5770406721 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORDS :Carbon footprint for organization / Green house gases mitigation / Green University

NATAPON RUMPHUNGKIT: Assessment of Greenhouse Gas Emission from Chulalongkorn University and Greenhouse Gas Reduction Measure. ADVISOR: ASSOC. PROF. ORATHAI CHAVALPARIT, Ph.D., 105 pp.

In this research shows the Green house gases of Chulalongkorn University. This includes scope 1 and 2 emissions from October 2015 to September 2016. Data was collected from all departments and faculty. It is the University's responsibility to estimate and identify the carbon footprint of the institution. From this point of time it was found the approximate calculation which was roughly around 54,955 tons of C02 with scope 1 around 3% of the overall estimated Liquefied Petroleum Gas (LPG), transportation, refrigerant and fertilization which contributes 45% , 24% , 18% , 11% respectively while scope 2 emissions comprise 97% of the overall estimated footprints. As the largest emission sector, it is indeed to be the highlight and needs to implement the policies. Chulalongkorn University' s per-capita emissions with a total of about 45,245 students for 2015/2016 session amount to about 1.21 tons CO^2 equivalent emissions per student.

From the result of Green house gases emission of Chulalongkorn University. The university already plan green policies in short term and long term strategies such as changing the infrastructure and energy' s management's plan , improve green policies in last few years such CU-BIKE , CU Transportation system but from the calculation some of the plans must improve such maneuver climate change course from student, establish the activity about climate change and green university and also change the technologies to reduce the mitigation of greenhouse gases.

Field of Study:	Environmental Engineering	Student's Signature	.....
		Advisor's Signature	.....
Field of Study:	Environmental Engineering		
Academic Year:	2016		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สาเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตร์จารย์ ดร. อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รวมทั้งรศ.ดร.ศิริมา ปัญญาเมธิกุล รศ. ดร.ชนาธิ ผาริโน รศ.ดร.ปฏิภาณ ปัญญาพลกุล และ ดร.เปรมฤดี กาญจนปิยะ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะแนวทางการทำวิจัยและข้อคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดจนช่วยแก้ไขและปรับปรุงเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทาให้วิทยานิพนธ์สาเร็จลุล่วงไปด้วยดี และทาให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสำนักบริหารระบบกายภาพและสำนักบริหารการเงิน การบัญชี และการพัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะอาจารย์ บุคลากรของคณะและหน่วยงานต่างๆของมหาวิทยาลัยที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล รวมถึงพนักงานจากบริษัทรับเหมาต่างๆ**ฎ**ได้ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ข้อมูลทาให้งานวิจัยนี้ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนๆที่คอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกๆด้านๆ ไม่ว่าจะเป็นกำลังใจในการทำงานและความปรารถนาดีที่มอบให้เสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 สถานศึกษา (Institution) 3
2.1.1 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถานศึกษา (Greenhouse Gases Emission from Institution) 3
2.1.2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Chulalongkorn University) 3
2.1.3 การดำเนินงานของจุฬาลงกรณ์ในด้านการจัดการก๊าซเรือนกระจก 6
2.2. ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) 8
2.2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) 8
2.2.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) 9
ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) 10
ข. มีเทน (Methane) 11
ค. ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ง. กลุ่มฟลูโอริเนต (fluorinated gases, F-gases) 13
2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (IPCC,2013) 13
2.3.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ 13
2.3.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ 14
2.3.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ 14
2.3.4 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า 15
2.3.5 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัสดุสำนักงาน และวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ 15
2.3.6 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปา 15
2.3.7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะ 15
2.4 แนวทาง/มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกจากสถาบันการศึกษา 17
2.4.1 มหาวิทยาลัยนอตติ้งแฮม (Nottingham, 2010) 17
2.4.2 มหาวิทยาลัยคอนเนคทิคัต (Connecticut, 2014) 18
2.4.3 มหาวิทยาลัยมหิดล (เรืองกาญจนเศรษฐ์, 2556) 19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 47
4.1 สรุปข้อมูลการการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามขอบเขต 47
4.2 การคำนวณการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1 57
4.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ 60
การคำนวณความเข้มข้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG intensity) จากการใช้ไฟฟ้า (ขอบเขตที่ 2) ต่อพื้นที่อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 4.10 60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.4 การคำนวณการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก.....64
4.5 สรุปผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก.....64
4.5.1 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขอบเขตที่ 1.....64
4.5.2 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขอบเขตที่ 2.....66
4.5.3 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแยกตามขอบเขตที่ 1 และ 2 66
4.5.4 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามขอบเขตทั้งหมด.....67
4.5.5 ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 67
4.6 นโยบายและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก 69
4.6.1 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 71
4.6.2 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า (ขอบเขตที่ 2).....74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....81
5.1 สรุปผลวิจัย.....81
5.2 ข้อเสนอแนะ 82
รายการอ้างอิง.....83
ภาคผนวก 87
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน 10
ตารางที่ 2.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของมีเทน....12
ตารางที่ 2.3 อัตราการรีไซเคิลของเสียในภาคอุตสาหกรรม 16
ตารางที่ 2.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น 16
ตารางที่ 3.1 หน่วยงานภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย....34
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 39
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ 39
ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ 40
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร 40
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณสารทำความเย็น....40
ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลสารดับเพลิง....41
ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ปุ๋ย 41
ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้า....41
ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก....42
ตารางที่ 4.1 การใช้น้ำมันดีเซลของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)....47
ตารางที่ 4.2 การใช้แก๊สโซฮอล์ 91 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย....48
ตารางที่ 4.3 การใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)....50
ตารางที่ 4.4 การใช้การใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)....51
ตารางที่ 4.5 การเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม) 52
ตารางที่ 4.6 การใช้แก๊สหุงต้มของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม)....54
ตารางที่ 4.7 การใช้ปุ๋ยของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 ก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1 (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า).....57

ตารางที่ 4.9 ก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1 (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า).....58

ตารางที่ 4.10 ความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า(ขอบเขตที่ 2).....60

ตารางที่ 4.11 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า).....64

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อย GHGต่อจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย....68

ตารางที่ 4.13 การปลดปล่อยสารมลพิษตลอดช่วงอายุ.....72

ตารางที่ 4.14 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของสารทำความเย็นชนิดต่างๆ 73

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ ในกลุ่มขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง ..75

ตารางที่ 4.16 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากดำเนินนโยบายลดก๊าซเรือนกระจก.....78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แผนผังของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแสดงถึงแนวแกนสีเขียว 7
รูปที่ 2.2 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 20
รูปที่ 2.3 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Horizontal 2 26
รูปที่ 2.4 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Vertical 26
รูปที่ 2.5 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Pond/Lake 27
รูปที่ 2.6 ระบบ GHP ประเภท Open-Loop System 27
รูปที่ 2.7 ผังการกระบวนการทำงานของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ 29
รูปที่ 2.8 ผังการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย 29
รูปที่ 2.9 ผังการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 30
รูปที่ 3.1 แผนผังระเบียบวิธีวิจัย 32
รูปที่ 3.2 ขอบเขตการศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 37
รูปที่ 3.3 ตาราง Excel สำหรับกรอกข้อมูลดิบ 43
รูปที่ 3.4 ตาราง Excel inputdata.xlsx 44
รูปที่ 3.5 ตาราง Excel แสดงทวนผลค่าข้อมูลดิบใน Inventory_Chulalongkorn.xlsx 44
รูปที่ 3.6 ตารางคำนวณค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดต่างๆในขอบเขตที่ 1 45
รูปที่ 3.7 ตารางสรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามคณะและขอบเขต 45
รูปที่ 3.8 ตารางสรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายปีงบประมาณ 46
รูปที่ 4.1 กราฟการใช้น้ำมันดีเซลของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร) 48
รูปที่ 4.2 กราฟการใช้แก๊สโซฮอล์ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร) 49
รูปที่ 4.3 กราฟการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร) 51

รูปที่ 4.4 กราฟการใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร).....52

รูปที่ 4.5 กราฟการเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม).....54

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการใช้แก๊สหุงต้มหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม).....55

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการใช้แก๊สหุงต้มหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม).....60

รูปที่ 4.8 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 65

รูปที่ 4.9 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามขอบเขต.....67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยเป็นองค์กรหนึ่งที่มีการใช้พลังงานทั้งในรูปไฟฟ้าและเชื้อเพลิงรวมทั้งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง จากรายงานการวิจัยพบว่ามหาวิทยาลัยและวิทยาลัยทั้งหมดในประเทศอังกฤษมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึงร้อยละ 11 ของก๊าซเรือนกระจกของทั้งประเทศซึ่งจำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 43 ในปี 2020 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยประกอบด้วยอาคารประเภทต่าง ๆ รวมทั้งอาคารสำนักงาน อาคารเรียน ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัย สถาบันบริการ รวมถึงอาคารหอพัก มากมาย มีจำนวนนิสิตทั้งสิ้น 37,851 คน มีจำนวนบุคลากรทั้งข้าราชการและพนักงานมหาวิทยาลัยมีทั้งสิ้น 8,086 คน มหาวิทยาลัยจึงจำเป็นต้องเข้าใจระดับประสิทธิภาพและการใช้พลังงาน รวมถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เพื่อนำไปสู่การวางแนวทางการปรับตัวให้สามารถใช้ทรัพยากรและพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีแนวทางการจัดการทรัพยากรและของเสียเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในฐานะสถาบันการศึกษาที่มีบทบาทในด้านการศึกษาเพื่อสร้างบุคลากรให้เป็นผู้นำในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหรือสภาวะโลกร้อน จึงมีความจำเป็นต้องมีการดำเนินการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนนโยบายและกิจกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งกิจกรรมการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก เพื่อให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวและเป็นมหาวิทยาลัยคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำนโยบาย แผนหรือกลยุทธ์การบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำสำหรับสถาบันการศึกษาต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ตั้งในเขตกรุงเทพมหานคร

1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องมือ/ แม่แบบ (Template) ช่วยในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในต่าง ๆ ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.3 เพื่อนำเสนอแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้อย่างยั่งยืน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตการศึกษาและเก็บข้อมูล (Organization boundary) ที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ศึกษาไม่รวมพื้นที่เช่า พื้นที่ของหน่วยงานอื่นที่ขอใช้และพื้นที่ธุรกิจ

1.3.2 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆของมหาวิทยาลัย โดยใช้หลักเกณฑ์อ้างอิงตามข้อกำหนด ISO 14064 และสมการคำนวณตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

1.3.3 พิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง (Direct emission) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect emission)

1.3.4 เก็บข้อมูล 1 ปีตั้งแต่ ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2559

1.3.5 ก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนนั้นใช้ค่าตาม IPCC

1.3.6 นำเสนอแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากการประเมินคาร์บอนฟุ๊ตพริ้นองค์กรจากขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.2 มีแนวทาง/มาตรการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆของมหาวิทยาลัยเพื่อมุ่งสู่มหาลัยคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานศึกษา (Institution)

สถานศึกษาหมายความว่า สถานพัฒนาเด็กปฐมวัย โรงเรียน ศูนย์การเรียน วิทยาลัย สถาบันมหาวิทยาลัย หน่วยงานการศึกษาหรือหน่วยงานอื่นของรัฐหรือของเอกชน ที่มีอำนาจหน้าที่หรือมีวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษา (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542)

2.1.1 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถานศึกษา (Greenhouse Gases Emission from Institution)

สถานศึกษาเป็นองค์กรหนึ่งที่มีการใช้พลังงานทั้งในรูปไฟฟ้าและเชื้อเพลิงรวมทั้งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง โดยสามารถการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมหลักๆภายในสถานศึกษาได้เป็นดังนี้

1.การเดินทางภายในสถานศึกษา – การเดินทางภายในสถานศึกษาโดยรถของสถานศึกษาหรือรถส่วนตัวสามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้

2.โรงอาหาร – เป็นแหล่งที่มีการใช้ก๊าซหุงต้มเพื่อใช้ในการประกอบอาหารและการใช้ไฟฟ้าเพื่อการอุ่นอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

3.อาคารเรียนและสำนักงาน – เป็นแหล่งที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากจากการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิก อีกทั้งห้องเรียนยังเป็นอีกสถานที่หนึ่งที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ ซึ่งทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก รวมถึงการระเหยจากข้อต่อของเครื่องปรับอากาศในกรณีที่เครื่องปรับอากาศไม่อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ และห้องปฏิบัติการที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงสารดับเพลิงที่ก่อให้เกิดกีษวเรือนกระจกอีกด้วย

4.การใช้ปุ๋ย – การใช้ปุ๋ยเป็นอีกสาเหตุที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากไนโรเจนที่อยู่ในปุ๋ย ซึ่งถ้าใช้เป็นปริมาณมากก็ส่งผลกระทบได้มากเช่นเดียวกัน

2.1.2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Chulalongkorn University)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นมหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาแห่งแรกของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ถือกำเนิดจาก "โรงเรียนสำหรับฝึกหัดวิชาข้าราชการฝ่ายพลเรือน" ที่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งขึ้นภายในพระบรมมหาราชวัง เมื่อวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2442 พร้อมทั้งพระราชทานพระบรมราชานุญาตให้

อัญเชิญ "พระเกี้ยว" มาเป็นเครื่องหมายประจำโรงเรียน การดำเนินงานของโรงเรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ จนกระทั่ง เมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2459 (นับแบบเก่า) พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้ทรงประดิษฐานขึ้นเป็นมหาวิทยาลัย และพระราชทานนามว่า "จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย" เพื่อเป็นพระบรมราชานุสาวรีย์เฉลิมพระเกียรติแห่งพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว สมเด็จพระบรมชนกนาถของพระองค์ นับตั้งแต่ พ.ศ. 2460 ถึงปัจจุบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีผู้บัญชาการและอธิการบดีมาแล้ว 17 คน อธิการบดีคนปัจจุบัน คือ ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเปิดทำการเรียนการสอนครอบคลุมทั้งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์สุขภาพ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 19 คณะ 1 สำนักวิชา 3 วิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน 2 สถาบัน และยังมีสถาบันสมทบอีก 2 สถาบัน ในปีการศึกษา 2556 เปิดทำการสอนด้วยจำนวนหลักสูตรทั้งหมด 506 สาขาวิชา โดยจำแนกเป็นระดับปริญญาตรี 113 สาขาวิชา, หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต 9 สาขาวิชา หลักสูตรระดับปริญญาโท 230 สาขาวิชา หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง 39 สาขาวิชา และหลักสูตรระดับปริญญาเอก 115 สาขาวิชา ในจำนวนนี้เป็นหลักสูตรนานาชาติและหลักสูตรภาษาอังกฤษ 87 หลักสูตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีพื้นที่ทั้งหมด 1,153 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ตามลักษณะการใช้พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่เขตการศึกษา 595 ไร่ พื้นที่ส่วนราชการเช่าใช้ 184 ไร่ และพื้นที่เขตพาณิชย์ 374 ไร่[116] โดยแต่เดิมพื้นที่ทั้งหมดมี 1,309 ไร่ แต่ในปัจจุบันวัดได้ 1,153 ไร่ เพราะตัดที่ดินส่วนที่ใช้เป็นถนนและซอยต่าง ๆ ในเขตที่ดินของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยออกไปโดยส่วนพื้นที่การศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีพื้นที่ 595 ไร่ แบ่งออกเป็น 6 ส่วนซึ่งอยู่บริเวณ แขวงวังใหม่และแขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ได้แก่

ส่วนที่ 1 ฝั่งตะวันออกของถนนพญาไท ตั้งอยู่ในแขวงปทุมวัน ประกอบด้วย สระน้ำ สนามรักบี้ พระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว และพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารมหาจุฬาลงกรณ์ อาคารมหาวชิราวุธ ศาลาพระเกี้ยว ศูนย์หนังสือจุฬาฯ (สาขาศาลาพระเกี้ยว) ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สาขาศาลาพระเกี้ยว) หอประวัติ (ตึกจักรพงษ์) อาคารจุลจักรพงษ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี วิทยาลัยประชากรศาสตร์ สถาบันภาษา สถาบันวิจัยสังคม สถาบันเอเชียศึกษา และสถาบันการขนส่ง พื้นที่ส่วนนี้ยังเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ามหานคร สถานีสามย่านอีกด้วย

ส่วนที่ 2 ฝั่งตะวันตกของถนนพญาไท พื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝั่งตะวันตกของถนนพญาไท(ฝั่งสำนักงานมหาวิทยาลัย) ตั้งอยู่ในแขวงวังใหม่ ประกอบด้วย สำนักงานมหาวิทยาลัย (กลุ่มอาคารจามจุรี 1-5, 8-9) บัณฑิตวิทยาลัย สนามกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารเฉลิมราชสุดา กีฬาสถาน (อาคารศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ฟิตเนสเซ็นเตอร์ คณะนิเทศศาสตร์ คณะครุศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ ศูนย์วิทยทรัพยากร สถานีวิทยุจุฬาฯ โรงพิมพ์จุฬาฯ ธรรมสถาน สมาคมนิสิตเก่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพระบรมราชูปถัมภ์ หอพักนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารวิทยพัฒนา อาคารแว่นแก้ว อาคารเฉลิมราชกุมารี 60 พรรษา(อาคารจามจุรี 10) หอพักศศนิเวศ อาคารศศปาฐศาลา ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์

ส่วนที่ 3 ตั้งอยู่ในฝั่งตะวันนออกของถนนพญาไท ทิศใต้ของถนนพระรามที่ 1 ด้านหลังสยามสแควร์ อยู่ในแขวงปทุมวัน ประกอบด้วย คณะทันตแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสัตว์เล็ก คณะสัตวแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ โอสถศาลาหรือสถานปฏิบัติการเภสัชกรรมชุมชนของคณะเภสัชศาสตร์ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข อาคารวิทยกิตติ์ ซึ่งเป็นที่ตั้งของศูนย์หนังสือจุฬาฯและสำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร พื้นที่ส่วนนี้เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส สถานีสยามด้านถนนพระรามที่ 1

ส่วนที่ 4 ทิศตะวันออกของถนนอังรีดูนังต์ ตั้งอยู่ในแขวงปทุมวัน บริเวณตั้งแต่สี่แยกศาลาแดง จนถึงสี่แยกอังรีดูนังต์ ซึ่งเป็นพื้นที่ของสภากาชาดไทย โดยมีคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสภากาชาดไทย และวิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย ซึ่งเป็นหนึ่งในสถาบันสมทบของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ พื้นที่ส่วนนี้เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส สถานีศาลาแดงและรถไฟฟ้ามหานคร(MRT) สถานีสีลม

ส่วนที่ 5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้รับพื้นที่ส่วนนี้คืนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (พลศึกษา) และกรมพลศึกษา ตั้งอยู่ในแขวงวังใหม่ คือ พื้นที่บริเวณระหว่างห้างมาบุญครอง และสนามกีฬาแห่งชาติ ในส่วนนี้เป็นกลุ่มอาคารจุฬาพัฒน์ ซึ่งเป็นที่ตั้งของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะสหเวชศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะจิตวิทยา ศูนย์วิทยาศาตร์ฮาลาล และอาคารบรมราชชนนีศรีศตพรรษ ซึ่งเป็นที่ตั้งของศูนย์บริการวิทยาศาสตร์สุขภาพ พื้นที่ส่วนนี้เชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส สถานีสนามกีฬาแห่งชาติ

ส่วนที่ 6 คือ พื้นที่ภายในโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน (ได้รับคืนจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน) ในส่วนนี้เป็นกลุ่มอาคารจุฬาวิชช์ อันเป็นส่วนขยายของคณะศิลปกรรมศาสตร์ คณะจิตวิทยา และโครงการขยายโอกาส

อุดมศึกษาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พื้นที่ส่วนนี้ตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของถนนพญาไทจึงอยู่ในแขวงปทุมวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน วิทยาลัย สำนักวิชา สถาบันวิจัย สถาบันบริการ ศูนย์ สำนัก สถาบันสมทบ รวมถึงคณะ และภาควิชามากมาย โดยมีจำนวนคณะ หน่วยงาน และสำนักต่างๆ รวมทั้งหมด 42 แห่ง นอกจากนี้ นิสิตระดับปริญญาตรีของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีจำนวนทั้งสิ้น 25,569 คน นิสิตระดับปริญญาโทจำนวนทั้งสิ้น 8,948 คน นิสิตระดับปริญญาเอกจำนวนทั้งสิ้น 2,604 คน และจำนวนนิสิตทั้งหมดรวมทั้งนิสิตระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต และประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง มีทั้งสิ้น 37,851 คน สำหรับจำนวนบุคลากรทั้งข้าราชการและพนักงานมหาวิทยาลัยมีทั้งสิ้น 8,086 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2558)

2.**1.3** *การดำเนินงานของจุฬาลงกรณ์ในด้านการจัดการก๊าซเรือนกระจก*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีการดำเนินด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงานในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1) โครงการผังแม่บทภูมิสถาปัตยกรรม เป็นโครงการที่ปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินโดยเน้นให้มีแนวแกนสีเขียวในเขตศึกษาและเชื่อต่อกับบริเวณโซนอาคารเรียนเพื่อเป็นการทดแทนการปล่อยคาร์บอนของทางมหาลัยและเป็นการปรับภูมิทัศน์ของทางมหาวิทยาลัย

โครงการปรับภูมิทัศน์ เป็นนโยบายพัฒนาพื้นที่สีเขียวของทางมหาวิทยาลัยแบบยั่งยืน โดยจัดทำอุทยานจามจุรีโดยดำเนินการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ซึมน้ำในหมาวิทยาลัย ซึ่งได้แก่ สวน และลานจำนวน 24 แห่งทั่วทั้งมหาวิทยาลัย โดยมุ่งหวังเพื่อสร้างระบบนิเวศที่ดีให้กับเมือง โดยรวมและเป็นแหล่งพื้นที่สีเขียวกลางเมือง

รูปที่ 2.1 แผนผังของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแสดงถึงแนวแกนสีเขียว

โครงการสร้างอาคารใหม่ทดแทนบนพื้นที่อาคารเก่าที่เสื่อมสภาพ เป็นแผนการที่ทางมหาลัยได้ทำการสร้างอาคารใหม่แทนอาคารเก่าที่มีอายุเก่าแก่เพื่อปรับปรุงระบบใหม่ โดยมุ่งที่การลดการปล่อยคาร์บอนจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ระบบบำบัด และเป็นการปรับปรุงที่ยั่งยืน

2) การพัฒนาระบบโครงสร้างและพลังงาน มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์อาคารใหม่โดยปรับปรุงนำระบบที่ประหยัดพลังงานและลดการปล่อยคาร์บอนมาสู่ภายในมหาวิทยาลัย รวมทั้งสร้างมาตรการใหม่ให้แก่นิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยในการประหยัดพลังงาน เช่นตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ การให้ใช้บันไดแทนลิฟท์ในการขึ้นลงอาคารชั้น 1-2 เป็นต้น และการปรับปรุงอาคารจามจุรี 5 มาเป็นระบบการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อลดการปล่อยคาร์บอน
3) ด้านการจัดการของเสีย จัดทำระบบจัดการของเสียใหม่ภายในมหาวิทยาลัยโดยจำแนกของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเป็น 14 ประเภท และใช้โปรแกรม WasteTrack ผ่านการออนไลน์เพื่อทราบตำแหน่งของของเสีย อีกทั้งยังตั้งจุดรับจัดการขยะรีไซเคิลและขยะอันตรายควบคู่กัน
4) การนำใบไม้ในมหาวิทยาลัยมาจัดทำเป็นปุ๋ยหมักและนำขนะย่อยสลายได้ภายในมหาลัยวิทยาลัยมาใช้ร่วมเพื่อเป็นการลดของเสียภายในมหาวิทยาลัยและกลับนำมาใช้ประโยชน์

5) จัดทำระบบระบายน้ำเสียใหม่ภายในมหาวิทยาลัยเพื่อนำไปบำบัดต่อไป เพื่อลดจำนวนน้ำเสียภายในมหาวิทยาลัยที่จะปล่อยออกสู่ข้างนอก และเพื่อระบบบำบัดน้ำเสียตามแหล่งน้ำบนพื้นดินตามจุดต่างๆในมหาวิทยาลัย
6) การคมนาคม จัดทำ CU-BIKE ซึ่งเป็นจักรยานที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเพื่อลดการใช้รถยนต์และมอเตอร์ไซด์ในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน อีกทั้งยังจัดทำโรงการรถขนส่งภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งส่งเสริมการใช้การขนส่งสาธารณะเพื่อลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวภายในมหาวิทยาลัย ช่วยลดทั้งปริมาณการจราจรและการปล่อยมลพิษ โดยรถโดยสารที่จุฬาฯ เลือกใช้ในโครงการนี้เป็นรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับเส้นทางสั้นๆภายในมหาวิทยาลัย และรถไฮบริดสำหรับเส้นทางที่ไกลออกไปที่ต้องวนออกไปภายนอก เพื่อรับคนจากสถานีรถไฟฟ้าและตามคณะหรือหน่วยงานรอบนอกที่อาจจะต้องประสบกับการจราจรที่หนาแน่นในถนนรอบนอกจุฬาฯ โดยรถทั้งสองประเภทล้วนแต่มีอัตราการปล่อยมลพิษต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.2. ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) คือแก๊สในบรรยากาศที่ดูดซับและปลดปล่อยรังสีภายในช่วงความถี่อินฟราเรดร้อนทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนบางส่วนออกสู่ห้วงอวกาศภายนอกและปลดปล่อยความร้อนกลับสู่พื้นผิวโลก ขบวนการนี้จึงเป็นสาเหตุพื้นฐานของปรากฏการณ์เรือนกระจก แก๊สเรือนกระจกมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการรักษาระดับอุณหภูมิของโลก หากปราศจากแก๊สเรือนกระจก โลกจะหนาวเย็นจนสิ่งมีชีวิตอยู่อาศัยไม่ได้ แต่การมีแก๊สเรือนกระจกมากเกินไปก็เป็นเหตุให้อุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต คำว่า “แก๊สเรือนกระจก” บนโลกหมายถึงแก๊สต่างๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซน และ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon) แก๊สเรือนกระจกเกิดเองตามธรรมชาติและจากกระบวนการอุตสาหกรรมซึ่งปัจจุบันทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์มีในบรรยากาศ 380 ppm (IPCC, 2008)

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อมและที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะ อากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ

ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับ สภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่

เราเริ่มได้ยินการกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบ่อยขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากสภาพภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลงไป อย่างรวดเร็ว โดยนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมในช่วง 200 ปีที่ผ่านมา เป็นสาเหตุสำคัญที่ให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) หรือภาวะโลกร้อน (global warming)

ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนักเนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมหายไปอย่างถาวร ดังนั้นปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะ ต้องร่วมมือกันป้องกัน และเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

2.2.2 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

การประเมิน*คาร์บอน*ฟุตพริ้นท์สำหรับองค์กรประเมินจากกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อมภายในองค์กร เช่นการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การขนส่ง การเกิดของเสียและการกำจัดของเสีย โดยกิจกรรมเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นหน่วย คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e)

ตามพิธีสารเกียวโตมีการกำหนดก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด ได้แก่ carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), hydrofluorideperfluoro carbons (HFCs), perfluoro carbons (PFCs) และ sulfur hexafluoride (SF_6) สำหรับใช้ในการประเมิน*คาร์บอน*ฟุตพริ้นท์ carbon footprint โดยอาศัยประเมินวัฏจักรชีวิต life cycle assessment (LCA) ในการคำนวณตามมาตรฐาน ISO 14040,14044 ว่าด้วยเรื่องการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (IPCC, 2008)

สูตรคำนวณ

CO_2 equivalent of each process = Amount of activity x CO_2 emission factor

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกๆกิจกรรมภายในองค์กรจะถูกคำนวณและเปลี่ยนเป็นค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(CO2e) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดนั้นจะมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential) (IPCC,2006)

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ในช่วงเวลา100 ปี (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
มีเทน	9 – 15	23
ไนตรัสออกไซด์	120	296
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	800-50,000	140-11,700
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน	800-50,000	6,500-9,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	3,200	22,000
CFC-12	100	10,600
เตตระฟลูออโรมีเทน	50,000	5,700

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แก๊สเรือนกระจกที่ส่งผลต่อสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย 6 ชนิดดังนี้

ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การเผาผลาญเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยร้อยละของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยใน พ.ศ. 2543 – 2547 มาจากแหล่งต่างๆ 7 ประเภทคือ

1) เชื้อเพลิงเหลว (เช่น น้ำมันเบนซิน) : 36%
2) เชื้อเพลิงแข็ง (เช่น ถ่านหิน) : 35%
3) เชื้อเพลิงก๊าซ (เช่น ก๊าซธรรมชาติ) : 20%

4) เชื้อเพลิงนานาชาติ ที่ใช้กับเครื่องบินและเรือเดินทะเลที่ไม่ได้นับรวมไว้ในตัวเลขของชาติใดๆ: 4%
5) การผลิตซิเมนต์: 3%
6) การเผาทิ้ง (Flaring) ทางอุตสาหกรรมและที่หลุมขุดเจาะน้ำมัน: <1%
7) สารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ใช่เชื้อเพลิง: <1%
8) นอกจากการใช้เชื้อเพลิงแล้วการทำลายป่าก็เป็นปัจจัยที่ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศมากขึ้น การทำลายป่า (โดยเฉพาะในเขตร้อน) มีส่วนปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 1 ใน 3 ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ทั้งหมด (IPCC, 2006)
9) คาร์บอนไดออกไซด์มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศที่ผันแปรที่ไม่สามารถบ่งบอกได้อย่างแน่นอนและชัดเจน(IPCC, 2006) คาร์บอนไดออกไซด์ได้รับการกำหนดให้มีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน(Global warming potential หรือ GWP) เท่ากับ 1 เพื่อเป็นฐานเปรียบเทียบ

ข. มีเทน (Methane)

มีเทน (Methane) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนพวกแอลเคน สูตรเคมี คือ CH_4 เป็นก๊าซไม่มีสี ติดไฟได้ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของก๊าซธรรมชาติ ก๊าซมีเทนอาจได้มาจากการหมักมูลสัตว์และนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงราคาถูก ก๊าซมีเทนอาจพบได้ในชั้นถ่านหิน(Coal Bed Methane) โดยจากกระบวนการเกิดถ่านหินทำให้ก๊าซสะสมตัวและกักเก็บอยู่ในช่องว่างในเนื้อถ่านหิน

กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยมีเทน

กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยมีเทน ได้แก่ การย่อยสลายในกระเพาะและลำไส้ของปศุสัตว์และการจัดการเกี่ยวกับมูลปศุสัตว์ (Steinfeld et al. 2006) การทำนาข้าว การใช้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ชุ่มน้ำ การสูญเสียก๊าซและน้ำมันจากท่อส่ง รวมถึงการปล่อยก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะ รวมถึงบ่อเกรอะหรือบ่อบำบัดสิ่งโสโครกแบบปิดทึบที่ระบายก๊าซทางท่อระบาย กิจกรรมเหล่านี้ ทำให้ปริมาณของมีเทนในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น มีเทน มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศเท่ากับ 12 ± 3 ปี และมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน(Global warming potential หรือ GWP) น้อยลงเมื่อเวลานานขึ้นเพราะก๊าซมีเทนเสื่อมสภาพลงจากการทำปฏิกิริยากับน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

ตารางที่ 2.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของมีเทน (IPCC, 2006)

ระยะเวลา	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของมีเทน
20 ปี	62
100 ปี (ค่าอ้างอิง)	23
500 ปี	7

ค. ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide)

ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide) หรือ แก๊สหัวเราะ คือสารประกอบทางเคมีที่มีสูตรทางเคมีว่า N_2O ที่อุณหภูมิห้อง ไนตรัสออกไซด์จะไม่มีสี และเป็นก๊าซไม่ติดไฟ ไนตรัสออกไซด์มีกลิ่นหอมและมีรสหวานเล็กน้อย

กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์

ในธรรมชาติ ไนตรัสออกไซด์เกิดจากแบคทีเรียในดินและมหาสมุทร มันจึงเป็นส่วนของบรรยากาศของโลกมานับหลายบรมยุคมาแล้ว ในส่วนกิจกรรมของมนุษย์ การทำเกษตรกรรมเป็นแหล่งเกิด ไนตรัสออกไซด์โดยการพรวนดินและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ของเสียจากสัตว์ก็มีส่วนช่วยเพิ่มแบคทีเรียที่ให้เกิดไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นอีกด้วย ภาคปศุสัตว์ (ส่วนใหญ่คือโคกระบือ ไก่และสุกร) ปล่อยไนตรัสออกไซด์ที่ถือเป็นกิจกรรมมนุษย์มากถึงร้อยละ 65 (Steinfeld et al. 2006) แหล่งที่มาจากอุตสาหกรรมมีเพียงประมาณร้อยละ 20 และรวมถึงการผลิตไนลอนและกรดไนตริก และการเผาผลาญเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สันดาปภายใน ไนตรัสออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เพราะไนตรัสออกไซด์ปริมาณ 1 หน่วยน้ำหนักกลับ มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณเท่ากันถึง 296 เท่าในระยะเวลา 100 ปีและมีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศยาวนานถึง 120 ปี (IPCC,2013) แม้ไนตรัสออกไซด์จะมีการแผ่รังสีความร้อนน้อยกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในชั้นบรรยากาศมีปริมาณไนตรัสออกไซด์สะสมอยู่ไม่มาก ไนตรัสออกไซด์จึงเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีส่วนในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนน้อยกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในชั้นบรรยากาศที่มีปริมาณมากกว่า โดยไนตรัสออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดภาวะ โลกร้อนมากเป็นอันดับที่ 4 ต่อจากคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทนและไอน้ำ

ง. กลุ่มฟลูโอริเนต (fluorinated gases, F-gases)

กลุ่มฟลูโอริเนต (fluorinated gases, F-gases) ได้แก่ ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride, SF_6), ไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน (HFC) และเพอฟลูโอโรคาร์บอน (PFCs) สารเหล่านี้ถูกใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิดแต่โดยหน้าที่หลักจะถูกใช้แทนสารที่ทำลายชั้นโอโซน(Ozone) เช่น CFCs, HCFCs และ ฮาลอน (Halon) ซึ่งถูกห้ามใช้ในพิธีสารมอนทรีออล (European Commission, 2014 IPCC, 2013)

สารประกอบกลุ่มฟลูโอริเนต (fluorinated gases, F-gases) มี 3 ชนิดดังนี้

1) ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) นิยมใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะในการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์ และสวิตช์เกียร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแรงสูง ก๊าซชนิดนี้มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศ 3,200 ปี และมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ 22,000 ในเวลา 100 ปี
2) ไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน (HFC) เป็นสารที่ใช้กันมากที่สุดในกลุ่ม F-gases โดยพบในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ และถูกใช้ในอุปกรณ์ดับเพลิงในลักษณะฉีดออกมาเป็นโฟม ก๊าซชนิดนี้มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศ800-50,000 ปี และมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ 140-11,700 ในเวลา 100 ปี
3) เพอฟลูโอโรคาร์บอน (PFCs) ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องสำอางและยา สารชนิดนี้เคยถูกใช้ในอุปกรณ์ดับเพลิงซึ่งยังสามารถพบได้ในอุปกรณ์ดับเพลิงรุ่นเก่าก๊าซชนิดนี้มีเวลาชั่วชีวิตในบรรยากาศ 800-50,000 ปี และมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ 6,500 – 9,200 ในเวลา 100 ปี

2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (IPCC,2013)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานต่างๆ ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถดำเนินการโดยแยกตามลักษณะแหล่งปล่อย ดังนี้

2.3.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่

- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร สามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.3.2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่

- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทาง และขนส่งด้วยรถประเภทต่าง ๆ

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเดินทางและขนส่ง สามารถทำได้โดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง ดังนี้

1) ในกรณีที่ทราบข้อมูลปริมาณน้ำมันชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทาง หรือขนส่ง ให้นำปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้
2) กรณีที่ไม่ทราบข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง ให้เลือกวิธีการคำนวณโดยเลือกจากวิธีต่างๆ ดังนี้
    - กรณีมีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิง: ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้
    - กรณีที่มีข้อมูลระยะทางในการเดินทางและประเภทของยานพาหนะ ให้นำข้อมูลระยะทางที่เก็บมาได้คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของยานพาหนะ

2.3.3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ

- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็น

การประเมินก๊าซเรือนกระจกคำนวณได้จากรายงานใช้หรือเติมสารทำความเย็นจากการซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศหรือระบบทำความเย็นคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดของสารทำความเย็น

- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารดับเพลิงคำนวณได้จากปริมาณสารดับเพลิงที่มีการใช้จริงคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสารเคมีแต่ละประเภทที่บรรจุอยู่ภายในถังดับเพลิง

- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย ให้เลือกวิธีการคำนวณโดยเลือกจากวิธีต่างๆ ดังนี้

1) ในกรณีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ทำได้โดยนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริงคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและสูตรของปุ๋ยที่ใช้
2) ในกรณีที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำได้โดยนำปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีการใช้จริงคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทและปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์

Chulalongkorn University

2.3.4 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ทำได้โดยนำข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่าปริมาณไฟฟ้าที่ระบุในใบเสร็จค่าไฟฟ้าคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งที่ผลิตไฟฟ้า

2.3.5 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้วัสดุสำนักงาน และวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กระดาษคำนวณได้จากปริมาณกระดาษที่ใช้คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระดาษ

2.3.6 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปา

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้น้ำประปาคำนวณได้จากปริมาณน้ำประปาที่ใช้คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำประปา

2.3.7 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะ

- การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสียแบบหลุมฝังกลบ (Landfills)

ก. ในกรณีที่มีระบบการกำจัดของเสีย การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย/ การเทกอง สามารถคำนวณโดยใช้สมการ (แสงอรุณ, 2556)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย/ การเทกอง ($kgCO_2eq$/ตันขยะมูลฝอย) = การปล่อยก๊าซมีเทนต่อตันขยะมูลฝอย ($kgCH_4$/ตันขยะมูลฝอย) x $GWPCH_4$ + ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการฝังกลบ

สมการที่ 1 การคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย/ การเทกอง

ข. ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปฐมภูมิ ให้พิจารณาวัสดุที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ดังตารางที่ 2.1 โดยประเมินตามอัตราการรีไซเคิลของแต่ละวัสดุควบคู่กับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของวัสดุในตารางที่ 3.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกในช่วงการกำจัดซากผลิตภัณฑ์เท่ากับ

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

E_{EoL} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการจัดการซากผลิตภัณฑ์

$R_{R,I}$ = อัตราการรีไซเคิลวัสดุประเภท i (ค่าในตารางที่ 3.3)

$E_{d,I}$ = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งซากผลิตภัณฑ์

สมการที่ 2 การคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกในช่วงการกำจัดซากผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.3 อัตราการรีไซเคิลของเสียในภาคอุตสาหกรรม

ประเภท	อัตราการรีไซเคิล
แก้ว	61
กระดาษ	29
พลาสติก	29
เหล็ก	90
อะลูมิเนียม	71
ยาง	20

ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

ของเสียที่เป็นวัสดุอื่นๆ หรือส่วนเหลือจากการนำไปรีไซเคิลตามตารางที่ 2.3 คำนวณโดยกำหนดให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสียแบบฝังกลบโดยใช้ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น (tCO_2eq ต่อตันขยะมูลฝอย) ของ IPCC – Volume 5: Waste, 2006 ดังตารางที่ 2.4

โดยในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดของเสีย คิดจากการนำปริมาณของเสียแยกตามองค์ประกอบแล้วคูณด้วยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของวัสดุในตารางที่ 2.4 สำหรับของเสียที่เป็นวัสดุอื่นนอกเหนือจากในตารางและมีองค์ประกอบคาร์บอนให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO_2eq ต่อตันขยะมูลฝอย และหากของเสียเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้คิดเป็นศูนย์

ตารางที่ 2.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น

องค์ประกอบของของเสีย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น (tCO_2eq ต่อตันขยะมูลฝอย)
กระดาษ/ กระดาษกล่อง	2.93

องค์ประกอบของของเสีย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบตื้น (tCO_2eq ต่อตันขยะมูลฝอย)
ผ้า	2.00
เศษอาหาร	2.53
เศษไม้	3.33
กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากสวน	3.27
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	4.00
ยางและหนัง	3.13

ที่มา: IPCC – Volume 5: Waste, 2006

2.4 แนวทาง/มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกจากสถาบันการศึกษา

2.4.1 มหาวิทยาลัยนอตติ้งแฮม (Nottingham, 2010)

มหาวิทยาลัยคอนเนตทิคัต ประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับการจัดอันดับโดย UI Green metric World University Ranking ให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับที่ 1 ของโลก ในปี ค.ศ. 2015 โดยมหาวิทยาลัยฯ ได้มีการดำเนินด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงานในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

การปรับปรุงเส้นใยและฉนวนความร้อนภายในตัวอาคาร ทางมหาวิทยาลัยฯได้มีการปรับปรุงตัวฉนวนกันความร้อนเพื่อสามารถทำให้ป้องกันความร้อนได้ดีขึ้นเพื่อลดความร้อนภายในตัวอาคารและลดการปล่อยคาร์บอน โดยมีการวางแผนปรับปรุงโครงสร้างอาคารในระยะยาว โดยการปรับเปลี่ยนวัสดุเคลือบหลังคาและเพิ่มตัวฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา

การปรับปรุงห้องปฏิบัติการ ทางมหาวิทยาลัยฯ ได้มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการมีการใช้งานบ่อยครั้งและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมากโดยนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาแทนที่ เช่น ตู้ดูดควันที่มีการใช้งาน 24 ชม. ต่อวัน ซึ่งสามารถทำให้ลดจำนวนการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้เป็นจำนวนมาก

การวางแผนรณรงค์ ทางมหาวิทยาลัยฯได้ทำการรณรงค์ให้บุคลากรและนักศึกษาช่วยกันประหยัดพลังงานโดยให้ทางสภานักศึกษามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการอบรมแก่ทางนักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยเป็นจำนวน 1 วัน และมีการจัดอบรมทุกปี

โครงการปรับเปลี่ยนหม้อน้ำและเครื่องทำความร้อน ทางมหาวิทยาลัยฯได้การลงทุนในการซื้อหม้อน้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดการปล่อยคาร์บอนจากการเผาไหม้และสามารถใช้เชื้อเพลิง

จากไบโอแก๊สได้อย่างประสิทธิภาพ รวมถึงปรับระบบเครื่องทำความร้อนโดยนำระบบใหม่เข้ามาใช้งานซึ่งามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 1,900 ตันต่อปี

ปรับเปลี่ยนระบบแผงไฟ ทางมหาวิทยาลัยฯได้ปรับเปลี่ยนระบบแผนไฟทั้งหมดในมหาวิทยาลัยมาเป็นการใช้หลอดไฟแบบ LED ควบคู่กับระบบตรวจสอบความสว่าง โดยถ้าความสว่างเพียงพอหลอดไฟ LED จะหยุดทำงานเพื่อการประหยัดไฟ

โครงการพลังงานทดแทน ทางมหาวิทยาลัยฯได้มีการวางแผนในการสร้างระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนโดยเป็นโครงการระยะยาวในการใช้พลังงานลมและพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งมีการวางแผนในการสร้างกังหันลมขนาดใหญ่โดยคาดว่าจะสร้างเริ่มโครงการได้ในปี 2011 ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึง 7.5 เม็กกะวัตต์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ปลอดจากคาร์บอน และจะสามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากถึง 7 พันตันต่อปี

โครงการ Green-IT ทางมหาวิทยาลัยฯได้มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ถึงครึ่งล้านเครื่อง ปริ้นเตอร์ 250,000 เครื่องและเครื่องเซอเวอร์อีกจำนวน 240,000 เครื่องซึ่งผลิตคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 5แสนตันต่อปี ทางมหาวิทยาลัยฯจึงมีแผนที่ทำสัญญากับทางผู้ผลิตที่จะเวียนคืนเครื่องปริ้น เครื่องถ่ายเอกสาร และอุปกรณ์อิเล็ดทรอนนิกเหล่านี้เพื่อแลกเปลี่ยนกับอุปกรณ์ใหม่ที่สามารถลดการใช้ไฟฟ้าและช่วยสามารถลดการปล่อยคาร์บอนได้

2.4.2 มหาวิทยาลัยคอนเนคทิคัต (Connecticut, 2014)

มหาวิทยาลัยคอนเนตทิคัต ประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับการจัดอันดับโดย UI Green metric World University Ranking ให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับที่ 2 ของโลก ในปี ค.ศ. 2015 โดยมหาวิทยาลัยฯ ได้มีการดำเนินด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงานในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

การจัดการของเสีย ทางมหาวิทยาลัยฯมีการส่งเสริมการคัดแยกขยะเพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่และเพื่อเป็นการกำจัดขยะแต่ละประเภทให้เหมาะสม ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ เช่น การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์การคัดแยกขยะ ได้แก่ แผ่นพับ โปสเตอร์ เป็นต้น เพื่อเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักศึกษาและบุคลากร นอกจากนี้ ในการจัดการขยะอิเล็กโทรนิกส์ เช่น ตลับหมึกพิมพ์ โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์เป็นต้น ซึ่งมีโลหะหนักที่มีความเป็นพิษเป็นส่วนประกอบ ทางมหาวิทยาลัยฯได้มีการดำเนินการติดตั้งถังขยะตามบริเวณต่างๆ เพื่อรวบรวมขยะอิเล็กโทรนิกส์ ซึ่งจะนำไปรีไซเคิลและกำจัดโดยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

การจัดการสภาพภูมิอากาศ ทางมหาวิทยาลัยฯ ได้จัดทำแผนปฏิบัติการสภาพภูมิอากาศขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 เพื่อเป็นกรอบการดำเนินงานด้านการลดปัญหาภาวะโลกร้อนซึ่งในแผนปฏิบัติการประกอบด้วย 6 ส่วนสำคัญได้แก่ ส่วนที่ 1 แผนการดำเนินงาน ส่วนที่ 2 การจัดทำบัญชีก๊าซเรือน

กระจก ส่วนที่ 3 ยุทธศาสตร์การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ส่วนที่ 4 งบประมาณและเงินสนับสนุน ส่วนที่ 5 การศึกษาและวิจัย ส่วนที่ 6 การปรับตัว ซึ่งจากการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการในด้านต่างๆ ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยฯ ลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007-2015 ทั้งนี้ในปี ค.ศ. 2015 พบว่า กิจกรรมภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดได้แก่ การผลิตไอน้ำ รองลงมา คือ การผลิตกระแสไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 32.8 และ 29.0 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ

ด้านพลังงาน มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างภายในอาคารให้เป็นชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน การใช้แก๊สธรรมชาติแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การใช้พลังงานทดแทนต่างๆทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งผลจากการดำเนินงาน พบว่ามหาวิทยาลัยฯ มีการใช้พลังงานและมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง

ด้านการขนส่ง มหาวิทยาลัยฯ ได้ออกแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและระบบการขนส่งตลอดจนการเลือกใช้ชนิดเชื้อเพลิงเพื่อการจัดการด้านการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ โครงการจักรยานสาธารณะเพื่อให้นักศึกษาและบุคลากรใช้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้ได้มีการกำหนดเส้นทางจักรยาน และจัดทำแผ่นพับเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจตลอดจนกฎระเบียบต่างๆเพื่อให้ผู้ใช้จักรยานและผู้ใช้เส้นทางมีความปลอดภัย

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์จึงเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ด้านการอนุรักษ์น้ำ เน้นการจัดการทรัพยากรน้ำที่หลากหลายรูปแบบ เช่น การประชาสัมพันธ์ผ่านทางสื่อต่างๆ การติดป้ายรณรงค์โดยเฉพาะจุดใช้น้ำที่สำคัญ การจัดตั้งองค์กรนักศึกษาเพื่อการอนุรักษ์น้ำ การจัดกิจกรรมรณรงค์ในวันสำคัญอย่างต่อเนื่องการติดตามตรวจสอบการรั่วไหลของระบบท่อน้ำประปา การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ภายในมหาวิทยาลัยฯ เป็นต้นจากผลการดำเนินงานต่างๆ ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม พลังงาน และการใช้ทรัพยากร จึงส่งผลให้มหาวิทยาลัยคอนเนคทิคัตประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการจัดอันดับให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับสองของโลกในปี พ.ศ.2558

2.4.3 มหาวิทยาลัยมหิดล (เรืองกาญจนเศรษฐ์, 2556)

มหาวิทยาลัยมหิดลได้มีการดำเนินด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและพลังงานในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

การจำแนกประเภทการใช้ ประโยชน์ที่ดิน ทางมหาวิทยาลัยฯ มีการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 9 โซน ดังนี้ โซนที่ 1 เพื่อการศึกษา โซนที่ 2 เพื่อการบริหารและบริการกลาง โซนที่ 3 เพื่อการวิจัยและบริการวิชาการ โซนที่ 4 เพื่อการอยู่อาศัย โซนที่ 5 เพื่อการกีฬาและนันทนาการ โซนที่ 6 เพื่อการสาธารณูปโภค โซนที่ 7 เพื่อส่วนราชการอื่นขอใช้ โซนที่ 8 เพื่อการพาณิชยกรรม และโซนที่ 9 เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แสดงดังรูปที่ 4 (สุวรรณา เรืองกาญจนเศรษฐ์, 2556 : ออนไลน์) ทั้งนี้ได้มีการกำหนดให้มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เปิดโล่งอย่างน้อยร้อยละ 70 ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การพัฒนาระบบการจราจรมหาวิทยาลัยฯ มีการพัฒนาถนน ที่จอดรถ ระบบทางจักรยานและทางเดินเท้า โดยเน้นที่ความปลอดภัยเป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และชุมชนมีความพึงพอใจ โดยดำเนินโครงการและกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

ก. โครงการปรับปรุงถนนโดยการลดพื้นที่จราจรในพื้นที่เพื่อการศึกษาลงครึ่งหนึ่งเพื่อเปลี่ยนเป็นเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยาน

ข. โครงการจักรยานสาธารณะ (สีขาว) โดยมีการติดป้ายทะเบียนและใช้ระบบการแลกบัตรเพื่อยืม-คืนต่อวัน โดยจะมีการปรับเงินเมื่อคืนเกินเวลาที่กำหนด ซึ่งเป็นการฝึกเรื่องความรับผิดชอบและการตรงต่อเวลา ทั้งนี้ทางมหาวิทยาลัยฯ มีการขยายเส้นทางจักรยานและที่จอดจักรยานให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่

ค. การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน โดยการจัดรถราง เพื่อวิ่งบริการรับ-ส่งระหว่างหน่วยงานต่างๆ จำนวน 15 คัน โดยไม่เก็บค่าใช้จ่ายผลจากการพัฒนาระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัยฯ

ส่งผลให้ช่วยลดจำนวนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ อีกทั้งส่งเสริมให้นักศึกษาและบุคลากรได้ออกกำลังกายและมีปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติเพิ่มขึ้น

ง. การพัฒนาระบบภูมิทัศน์มหาวิทยาลัยฯ มีการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวและรักษาระบบนิเวศ รวมทั้งมีการพัฒนาที่ว่างเพื่อการใช้ประโยชน์ให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติดั้งเดิมอย่างสมดุล โดยดำเนินโครงการต่างๆ เช่น การพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์อุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ การเปลี่ยนกำแพงปูนเป็นกำแพงดิน การเปลี่ยนพื้นที่ว่างให้เป็นแปลงผักปลอดสารพิษ การเปลี่ยนพื้นที่ชุ่มน้ำให้เป็นห้องเรียนธรรมชาติ เป็นต้น

การพัฒนาปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค มหาวิทยาลัยมหิดลมีการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค ได้แก่ ระบบไฟฟ้ากำลังระบบสื่อสาร ระบบโทรศัพท์ ระบบสุขาภิบาลระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบการจัดการขยะ โดยคำนึงถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การลดการใช้พลังงานและทรัพยากร ตัวอย่างเช่น

ก. โครงการระบบบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้ 3,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน เพื่อรองรับน้ำเสียจากอาคารต่างๆ ในปัจจุบัน รวมถึงอาคารที่กำลังจะก่อสร้างในอนาคต

ข. ส่งเสริมการคัดแยกขยะโดยมีถังคัดแยกขยะออกเป็น 4 ประเภท คือ กล่องเครื่องดื่ม ขยะทั่วไป แก้ว กระป๋องและขวดพลาสติก แสดงดังรูปที่ 10 และติดตั้งบริเวณจุดต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย เช่น ป้ายรถราง ด้านหน้าอาคารศูนย์การเรียนรู้มหิดล เป็นต้น

ค. โครงการธนาคารขยะรีไซเคิล โดยให้หน่วยงาน บุคลากร นักศึกษาตลอดจนผู้ประกอบการร้านค้าสามารถนำขยะรีไซเคิลมาฝากขายได้ที่อาคารอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันมีจำนวนสมาชิก 2,341 ราย ผลจากการดำเนินโครงการตั้งแต่แรกเริ่มถึงปัจจุบัน พบว่า มีปริมาณขยะที่ธนาคารรับซื้อรวม 953,337 กิโลกรัม (ข้อมูล ณ.เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556) (มหาวิทยาลัยมหิดลกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม 2556 : ออนไลน์)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(พึ่งรัศมี, 2557) ศึกษาและจัดทำคาร์บอนฟุตพรินท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เพื่อนำไปวิเคราะห์ว่ามีการใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อมเท่าใด โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2553 ของทั้งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยผลการศึกษาพบว่ามีการปริมาณคาร์บอนฟุตปริ้นท์ทั้งหมด 34,355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยมาจากขอบเขตที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 91 โดยถ้าพิจารณาคาร์บอนฟุตพรินท์ต่อนักศึกษาหนึ่งคนจะเท่ากับ 1.62 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

(Robinson, Kemp, & Williams, 2015) เป็นการศึกษามหาวิทยาลัย 20 แห่งทั่วในประเทศอังกฤษ โดยดูจากเป้าหมายในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์และผลที่ได้ตามความเป็นจริงซึ่งวัดจากขอบเขตหลักทั้ง 3 ขอบเขต โดยพิจารณาที่ขอบเขตที่ 1 และ 2 เป็นหลัก ซึ่งผลการศึกษาพบทุกมหาลัยมีค่าการปล่อยคาร์บอนมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีแต่มี 2 มหาวิทยาลัยที่ตั้งเป้าหมายสูงเกินควรทำให้ไม่สามารถสำเร็จได้ ทำให้มีค่าการปล่อยที่มากกว่าที่อื่นๆ โดยจากผลการศึกษาทางทีมวิจัยแนะนำว่าให้มีการคำนึงถึงการใช้พลังงานมากกว่าที่ควรจะเป็นและควรมีการสร้างวัฒนธรรมสีเขียวเพื่อลดการใช้พลังงาน ซึ่งจะมีผลให้ลดการปล่อยคาร์บอนได้มากขึ้น อีกทั้งยังเห็นว่าแผนการจัดการคาร์บอนในปัจจุบันนั้นยังไม่ดีเพียงพอในส่วนของขอบเขตที่ 3 ที่ควรจะต้องมีการปรับปรุงอย่างมากทั้งในด้านนโยบายและมาตรฐานการจัดการ ซึ่งส่งผลต่อคาร์บอนฟุตพรินท์อย่างมาก

(Ozawa-Meida, Brockway, Letten, Davies, & Fleming, 2013) เป็นการศึกษาเกี่ยวคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัย De Montfort โดยใช้ขอบเขต 3 ขอบเขตภายใต้มาตรฐาน WRI/WBCSD Greenhouse Gas Protocol โดยใช้หลัก Consumption-base คือดูจากการใช้จริงเป็นหลัก ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีการปล่อยคาร์บอนในขอบเขตที่ 3 มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 79 จากการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38 จากสัดส่วนทั้งหมดและร้อยละ 48 ในขอบเขตที่ 3 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากที่สุด ซึ่งสิ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการคือการวางนโยบายการก่อสร้างทั้งการใช้วัสดุ การใช้พลังงาน ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ต่อไป

(Klein-Banai & Theis, 2013) เป็นการวิเคราะห์การปล่อยแก๊สเรือนกระจกในเชิงปริมาณของ American College และ University Presidents Climate Commitment (ACUPCC) ซึ่งมุ่งที่จะพัฒนาและวางแผนเพื่อลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก โดยนำข้อมูลจากสถานศึกษาทั้ง 135 แห่งมาประเมินและวิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณ โดยจากการศึกษาพบว่าแก๊สเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากขอบเขตที่ 1 และ 2 ซึ่งมาจากส่วนห้องปฏิบัติการและส่วนที่พักอาศัย ซึ่งพบว่าห้องปฏิบัติการมีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกมากกว่า 10 เท่าในจำนวน 1 ตารางเมตรเมื่อเทียบกับห้องเรียนและส่วนสำนักงาน ส่วนที่พักอาศัยมากกว่าเป็น 2 เท่า ซึ่งจากผลที่ได้นั้นจะเปลี่ยนไปเมื่อเป็นสถานศึกษาขนาดเล็กที่มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 หมื่นตันคาร์บอนไดออกไซด์หรือเทียบเท่าและเปลี่ยนแปลงอีกเมื่อเทียบเท่ากับสถานศึกษาที่มีระดับสูงกว่าในด้านการศึกษาเพราะว่ามหาวิทยาลัยเหล่านี้จะมีนโยบายในการจัดการแก๊สเรือนกระจกที่ดีกว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าซึ่งเปลี่ยนผลทำให้แก๊สเรือนกระจกลดลง อีกทั้งสถานศึกษาที่มีที่พักอาศัยและมหาวิทยาลัยนั้นจะมีผลกระทบสูงกว่าสถานศึกษาแบบอื่นๆเพราะว่ามีการใช้งานในด้านต่างๆตลอด 24 ชั่วโมง และ 7 วันต่อสัปดาห์

(Geng, Liu, Xue, & Fujita, 2013) เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของมหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศจีนโดยการนำมหาวิทยาลัย Shenyang มาเป็นมหาวิทยาลัยนำร่องของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว เพราะว่ามหาวิทยาลัย Shenyang มีข้อมูลที่พร้อมที่จะประเมินรวมถึงมีโรงสร้างที่เป็นเอกลักษณะซึ่งเหมาะแก่การนำมาวิเคราะห์ โดยทางมหาวิทยาลัยได้มีความพยายามต่างๆเพื่อที่จะเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งได้แก่การนำแหล่งพลังงานจากปั๊มความร้อนเข้ามาใช้ การรีไซเคิลน้ำเสียในมหาวิทยาลัย การจัดการของเสียอย่างบูรณาการ การให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการค้นคว้าด้านมหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งการกระทำเหล่านี้ส่งผลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย การลดใช้พลังงาน การลดเบี้ยประกันมหาวิทยาลัยเนื่องจากเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก การปล่อยน้ำเสีย,ของเสียและสารพิษออกสู่ภายนอก รวมถึงสร้างวัฒนธรรมสีเขียวและการตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมให้กับบุคลากรและนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยอีกด้วย ซึ่งเป้าหมายของมหาวิทยาลัย Shenyang คือการเป็นตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่เขียวให้แก่มหาวิทยาลัยอื่นๆในประเทศจีนและให้มหาวิทยาลัยอื่นๆตระหนักและเริ่มนโยบายสีเขียวในแต่ละมหาวิทยาลัยเอง

(Zou, Zhao, Mason, & Li, 2015) เป็นการศึกษาของมหาวิทยาลัย Tsinghua ที่จะต้องการพัฒนารูปแบบมหาวิทยาลัยสีเขียวแบบยั่งยืนโดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัย Indiana (IUB) ของประเทศอเมริกาโดยทำการเปรียบเทียบนโยบาย เป้าหมาย การจัดการขององค์กร และแผนการของทั้งสองมหาวิทยาลัยเพื่อทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบมหาวิทยาลัยสีเขียวแกทั้งสองฝ่าย โดยผลการศึกษาพบว่าด้าน IUB ยังมีโครงสร้างที่ยังไม่ชัดเจนและมีองค์การมีการจัดการแบบยั่งยืนโดยทั่วถึงในทุกส่วนของมหาวิทยาลัย ส่วนมหาวิทยาลัย Tsinghua จะมีการจัดการแบบเป็นลำดับขั้นมากกว่า ซึ่งการเปรียบเทียบกันระหว่างมหาวิทยาลัยจะสามารถช่วยทำให้แต่ละฝ่ายเข้าใจโครงสร้างมากขึ้นและสามารถนำไปปรับปรุงใช้อย่างยั่งยืนในด้านวัฒนธรรม นโยบายอีกด้วย

(Sayam Aroonsrimorakot, 2013) เป็นการศึกษาคาร์บอนฟุตพรินท์ ณ.หอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมหิดลในปี 2010 โดยใช้การเก็บข้อมูลจากการใช้ไฟฟ้า ใช้น้ำ การปล่อยน้ำเสีย และการทิ้งขยะ และนำข้อมูลดังกล่าวไปคูณกับค่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของแต่ละชนิด ซึ่งจากผลการเก็บข้อมูลพบว่าค่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของหอพักนักศึกษาเท่ากับ 1,270.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเมื่อเทียบแล้วจะได้ว่านักศึกษาแต่ละคนปล่อย 0.3317 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยส่วนใหญ่นั้นแก๊สเรือนกระจกจะมาจากการใช้ไฟฟ้าเป็นอันดับแรกและต่อมาคือการปล่อยของเสีย ซึ่งทางมหาวิทยาลัยจึงได้ตั้งนโยบายให้ช่วยกันรณรงค์ในการประหยัดไฟฟ้าและการช่วยกันคัดแยกขยะรีไซเคิลเพื่อเป็นการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

(Ologun, 2014) ศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ๊นท์ของมหาวิทยาลัย Federal University of Agriculture Abeokuta (FUNAAB) ในช่วงเดือนสิงหาคม 2011 ถึง กรกฎาคม 2012

โดยมุ่งหวังที่จะประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่สามารถนำไปเป็นมาตรฐานและเกิดความยั่งยืนที่สามารถเทียบเท่ากับมหาวิทยาลัยอื่นๆได้ รวมถึงสามารถนำไปใช้ต่อยอดในอนาคตได้อีกด้วย โดยผลการศึกษาพบว่าในช่วง 2011/2012 มีการคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 5,935 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งร้อยละ 63, 35 และ 2 มาจากการขนส่ง การใช้พลังงาน และเครื่องจักรกลที่ใช้ในฟาร์มของมหาวิทยาลัยตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ร้อยละ 55 ของคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาจากการเดินทางบุคลากรและนักศึกษา ซึ่งเท่ากับมี 0.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อนักศึกษาหนึ่งคน

(Santitham, 2006) เป็นการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์กรณีตัวอย่าง ศึกษาสภาพปัญหาของมหาวิทยาลัยศึกษาทัศนคติ ข้อเสนอแนะ และผลกระทบต่อผู้ใช้งานจำนวน 430 ราย ด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ รวมถึงได้สรุปแนวทางการปรับปรุงผังบริเวณและการจัดการรูปแบบมหาวิทยาลัยสีเขียวสะอาดที่เหมาะสมต่อมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตภายใต้แนวความคิดส่งเสริมสภาพบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เขียวสะอาด มีความร่มรื่น การดำเนินการด้านการลดมลภาวะเพื่อเสริมสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีและเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน การวางผังบริเวณและการจัดการสภาพแวดล้อมที่สะอาดเป็นระเบียบส่งเสริมการอนุรักษ์และใช้พลังงาน-ทรัพยากรทดแทนในรูปแบบต่างๆ สอดคล้องต่อการใช้งานและบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ บนพื้นฐานของความยั่งยืน เสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ใช้งานและส่งเสริมจิตสำนึกต่อการมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม การศึกษาวิจัย พบว่า สภาพปัญหาของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ได้แก่ 1) มหาวิทยาลัยขาดมาตรการควบคุมระบบการสัญจรภายในพื้นที่เขตศูนย์กลางการศึกษา และเส้นทางสัญจรของรถยนต์ จักรยาน และทางเดินเท้าขาดความต่อเนื่องสัมพันธ์อย่างเป็นระบบ มีการซ้อนทับกันในบางพื้นที่ และไม่มีการแบ่งช่องทางสัญจรอย่างเป็นระบบชัดเจน 2) การวางผังบริเวณของมหาวิทยาลัยมีลักษณะแบ่งแยกพื้นที่แต่ละส่วนออกจากกันค่อนข้างชัดเจนส่งผลให้ไม่มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กันของกิจกรรมทางการศึกษาระหว่างคณะต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงไม่มีการกำหนดพื้นที่สำหรับจัดกิจกรรมของนักศึกษาและสถาบันเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงพื้นที่ส่วนต่าง ๆ 3) มหาวิทยาลัยมีจำนวนต้นไม้ที่ให้ร่มเงาไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งานและมีพื้นที่รกร้างไม่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์จำนวนมาก และ 4) ผลการดำเนินงานตามนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงานและส่งเสริมสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยยังไม่เป็นรูปธรรมชัดเจน และการประชาสัมพันธ์โครงการต่าง ๆ ด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยยังไม่เพียงพอ อีกทั้งมีรูปแบบโครงการที่ไม่น่าสนใจต่อผู้ใช้งานเท่าที่ควร ซึ่งจากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เป็นดังนี้คือแยกช่องทางสัญจรภายในมหาวิทยาลัยระหว่างทางรถยนต์ ทางจักรยาน และทางเท้า ให้ชัดเจนเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ,กำหนดให้ภายในเขตศูนย์กลางการศึกษาสัญจรด้วย รถรางจักรยานยนต์ จักรยาน และการเดิน เท่านั้น โดยให้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถเมล์ประจำทางสัญจร

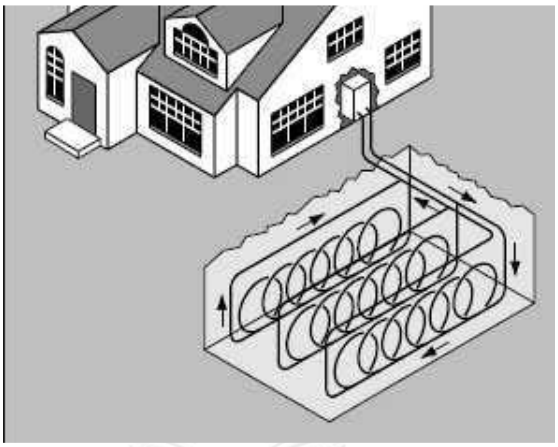
รอบนอกเขตดังกล่าว และกำหนดให้รถยนต์ส่วนบุคคลจอดในพื้นที่จอดรถยนต์ส่วนกลางที่ทางมหาวิทยาลัยจัดเตรียมไว้รอบ ๆ เขตการศึกษาเท่านั้น, เพิ่มทางจักรยานและทางเดินมีหลังคาให้ทั่วถึงมากขึ้น, จัดให้มีสถานที่จัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงพื้นที่ในเขตพักอาศัย และ/หรือในพื้นที่ระหว่างเขตพักอาศัยห้องสมุดและอาคารเรียน, จัดให้มีพื้นที่สีเขียวและต้นไม้ที่ให้ร่มเงาจำนวนมากในพื้นที่ที่ผู้ใช้งานใช้เป็นประจำ เช่น หอพัก อาคารเรียน, ปรับปรุงพื้นที่รกร้างให้เกิดประโยชน์และสวยงาม, ปรับปรุงประสิทธิภาพของการดำเนินงานตามนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงานและส่งเสริมสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย, เพิ่มการประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินงานตามนโยบายของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ให้ผู้ใช้งานรับทราบผลการดำเนินงานที่ชัดเจน รวมถึงปรับรูปแบบโครงการด้านสิ่งแวดล้อมให้มีความน่าสนใจมากขึ้น

(Thawatchai Buakaw, 2012) เป็นการศึกษาแนวทางปฏิบัติสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวผ่านนโยบายพัฒนาพื้นที่ โดยทำการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างอยากได้มหาวิทยาลัยสีเขียวแบบใด โดยในแบบสอบถามจะมีตัวชี้วัดหลัก 6 ด้านเพื่อสอบถามว่ากลุ่มตัวอย่างต้องการแนวทางปฏิบัติแบบใดมากที่สุด ซึ่งคือ การมีส่วนร่วมของประชากรภายในและชุมชนโดยรอบ คุณภาพชีวิตที่ดี ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน การรักษาสภาพแวดล้อมและชุมชนโดยรอบ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการใช้พลังงานทดแทน และสุดท้ายคือสภาพเศรษฐกิจของมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบ ซึ่งจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 411 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างนั้นให้ความสำคัญด้านความปลอยภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นอันดับแรก และด้านชีวิตที่ดีเป็นอันดับ 2 ซึ่งผลการศึกษานี้จะทำให้สมารถนำไปปรับปรุงแผนพัฒนาการศึกษาใน 15 ปี และสามารถทำให้กำหนดแนวทางปฏิบัติสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

(EATGRU,2557) เป็นการศึกษานำเอา Geo-heat Pump (GHP) หรือ Ground Source Heat Pump (GSHP) มาใช้กับในกรุงเทพมหานคร คือ การนำความร้อนใต้ดินระดับตื้นมาประยุกต์ซึ่งได้มีการใช้อย่างกว้างขวาง เช่น สวีเดน, สวิตเซอร์แลนด์, อเมริกา และแคนนาดา เป็นต้น การติดตั้งระบบ GHP นั้นเป็นระบบพื้นฐานอย่างง่ายในการนำความร้อนจากใต้ดินระดับตื้นขึ้นมาใช้ในห้องหรือช่องว่างที่ต้องการให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือต่ำลง แล้วแต่กรณี โดยใต้ผิวดินนั้นทำหน้าที่เป็นแอ่งความร้อนขนาดใหญ่และเสถียรได้เป็นอย่างดี ทั้งยังสามารถช่วยลดการใช้พลังงานและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือดังนี้ Closed-Loop Systems และ Open-Loop System ดังนี้

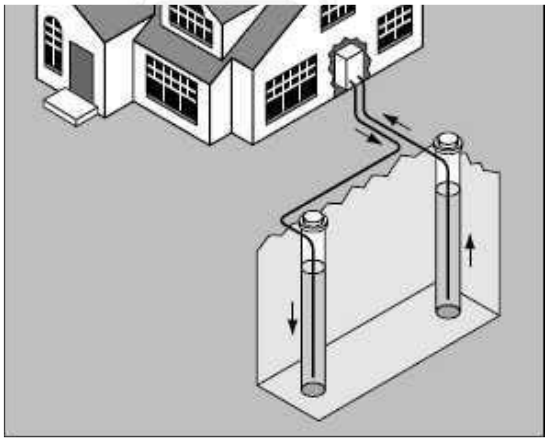
1. Closed-Loop Systems เป็นระบบ GHP แบบปิดที่หมุนเวียนความร้อนจากใต้ดินมาใช้ภายในห้อง ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการวางแนวท่อได้ 3 แนวคือ Horizontal, Vertical และ Pond/Lake ดังนี้

1) Horizontal เป็นการวางแนวระบบ GHP ตามแนวนอน ซึ่งเหมาะสมที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้ในที่อยู่อาศัย โดยใช้ความลึกเพียง 4 ฟุต ดังรูปที่ 5.6



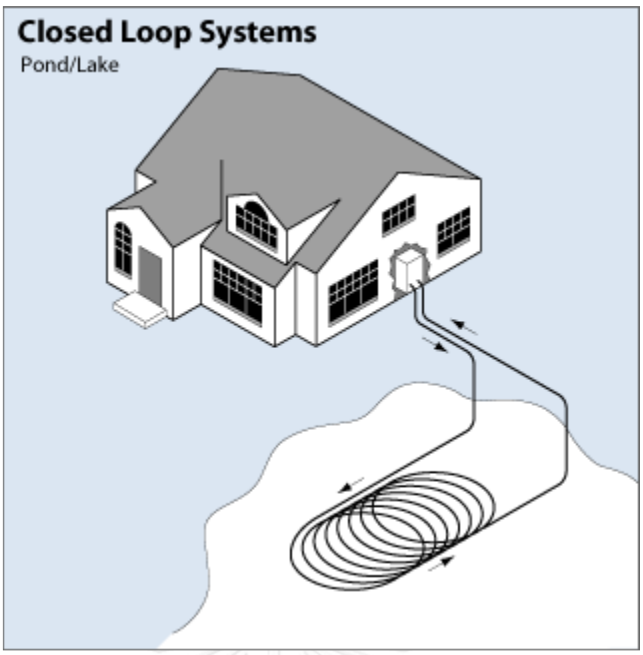
รูปที่ 2.3 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Horizontal 2

2) Vertical เป็นการวางแนวระบบ GHP ตามแนวดิ่ง ซึ่งเหมาะสาหรับนามาประยุกต์ใช้ตามอาคารหรือสานักงาน (larger scale) ซึ่งมีพื้นที่จากัด แต่มีค่าใช้จ่ายสูง ดังรูปที่ 5.7



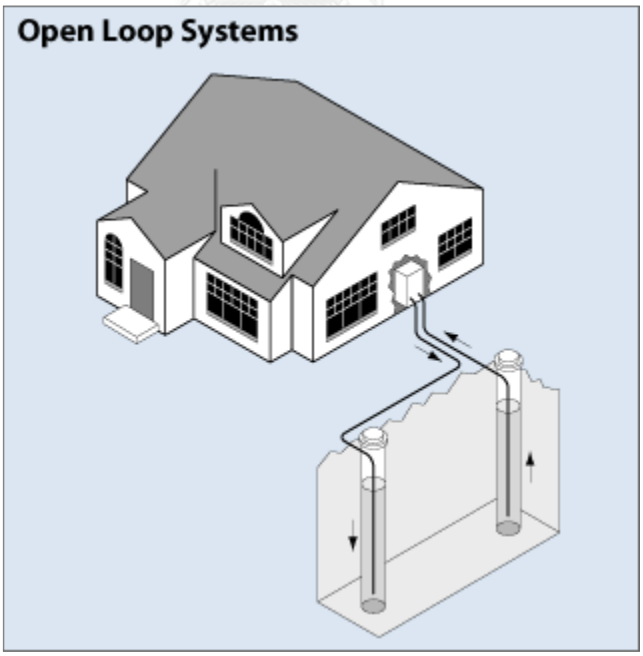
รูปที่ 2.4 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Vertical

3) Pond/Lake เป็นการวางระบบ GHP ในพื้นที่ที่มีบ่อน้า หรือแอ่งน้า โดยการหมุนเวียนน้าผ่านบ่อน้า หรือแอ่งน้าน้า ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 2.5 ระบบ GHP ประเภท Closed-Loop Systems แบบ Pond/Lake

2. Open-Loop System เป็นระบบ GHP แบบเปิด โดยการหมุนเวียนน้ำใต้ดินที่สะอาด มาใช้แลกเปลี่ยนอุณหภูมิภายในห้อง ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 2.6 ระบบ GHP ประเภท Open-Loop System

(Uchida และคณะ 2009) ศึกษาอุณหภูมิใต้ดินเฉพาะที่ราบเจ้าพระยาในประเทศไทย พบว่าที่ราบเจ้าพระยาตอนบน มีอุณหภูมิใต้ดินลดลง 1°ซ. ทุกๆ 100 เมตร ในขณะที่ที่ราบเจ้าพระยาตอนล่าง นั้นกลับมีอุณหภูมิใต้ดินสูงและสูงกว่าพื้นที่โดยรอบอีกด้วย ดังนั้น ที่ราบเจ้าพระยาตอนบน

จึงเหมาะสาหรับการติดตั้งระบบ Geothermal Heat Pump (GHP) เพื่อนาความเย็นใต้ดินมาใช้ประโยชน์

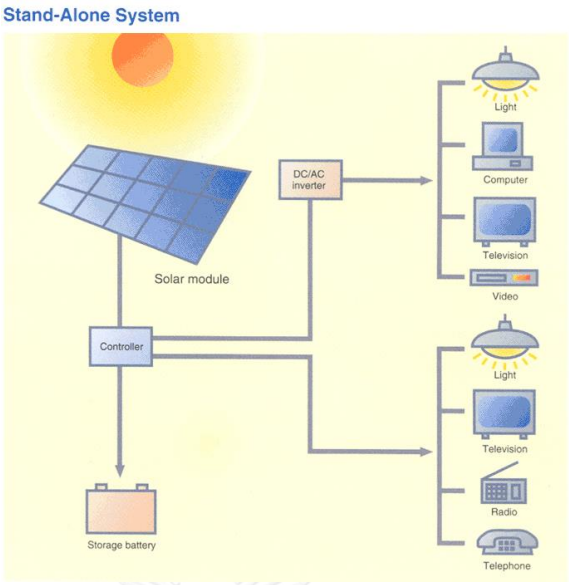
(Yasukawa และคณะ 2009) ศึกษาอุณหภูมิใต้ดินในทวีปเอเชียเขตร้อน พบว่าที่ระดับความลึก 50 เมตร เป็นอย่างน้อยเหมาะสาหรับการติดตั้งเครื่อง Geothermal Heat Pump นอกจากนี้ยังได้ทาการศึกษาในแถบที่ราบลุ่มแม่น้าเจ้าพระยาของประเทศไทย ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร, อยุธยา, นครสวรรค์, พิษณุโลก, สุโขทัย และกาญจนบุรี พบว่า ที่จังหวัดพิษณุโลก, นครสวรรค์, กาญจนบุรี มีอุณหภูมิใต้ดินต่ากว่าอุณหภูมิอากาศไม่ตลอดทั้งปี ส่วนจังหวัดสุโขทัยนั้น กลับมีอุณหภูมิใต้ดินสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งปี ซึ่งไม่เหมาะเป็นอย่างยิ่งในการนำมาใช้ในการทำความเย็น แต่ที่จังหวัดกรุงเทพมหานครและอยุธยานั้น มีอุณหภูมิใต้ดินต่ากว่าอุณหภูมิอากาศเกือบตลอดทั้งปี

(Yasukawa และคณะ 2009) วิจัยการทางานของเครื่อง GHP โดยติดตั้งที่จังหวัดกำแพงเพชรในประเทศไทยเป็นระยะเวลา 17 เดือน ตั้งแต่เดือน ต.ค. 2549 ถึง พ.ย. 2551 ที่ระดับความลึก 56 เมตร เพื่อนาความเย็นจากใต้ดินมาใช้ประโยชน์ พบว่า อุณหภูมิในท่อใต้ดินเพิ่มขึ้น 85% หลังจากที่เครื่อง GHP ทางาน และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้าที่ไหลเข้าและไหลออกจากห้องวิจัย มีค่าไม่เกิน 5K

(Takashima และคณะ 2006) วิจัยการใช้เครื่อง Geothermal heat pump (GHP) ในประเทศไทยครั้งแรกในภาคกลางที่ จ.กาแพงเพชร เมื่อปี 2006 โดย และย้ายมาที่ จ.กรุงเทพฯ ในปี 2010 จากการศึกษาของ Takashima I. et al., 2011 พบว่าอุณหภูมิใต้ดินโดยเฉลี่ยของประเทศไทยมีค่า 5-10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าต่ากว่าอุณหภูมิในบรรยากาศ ซึ่งสามารถนำมาทดแทนการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศได้ถึง 20-40 เปอร์เซ็น จากการทดลองใช้ฝังท่อในแนวระนาบที่ระดับความลึก 1 เมตร ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมสาหรับประเทศในเขตร้อนเนื่องจากสามารถทาให้เกิดความเย็นได้ต่ำสุดและมีค่าใช้จ่ายต่ำอีกด้วย

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

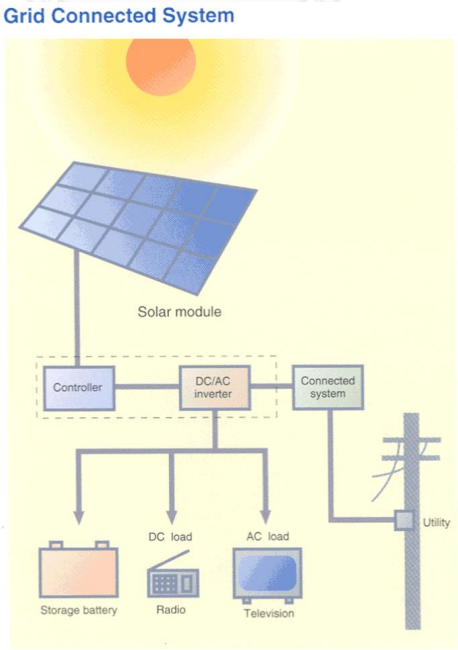
การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ



รูปที่ 2.7 ผังการกระบวนการทำงานของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

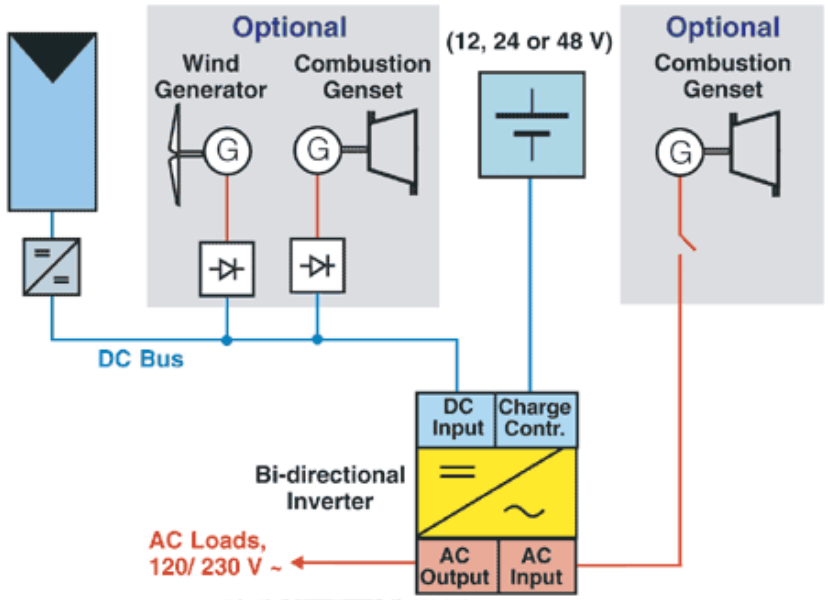
การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 ผังการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ



รูปที่ 2.9 ผังการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน และมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

1. ความเข้มของแสง

กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้ม ของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 1,000 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้ม

ของแสง จะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อ ตร.ซม. หรือ 750 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง

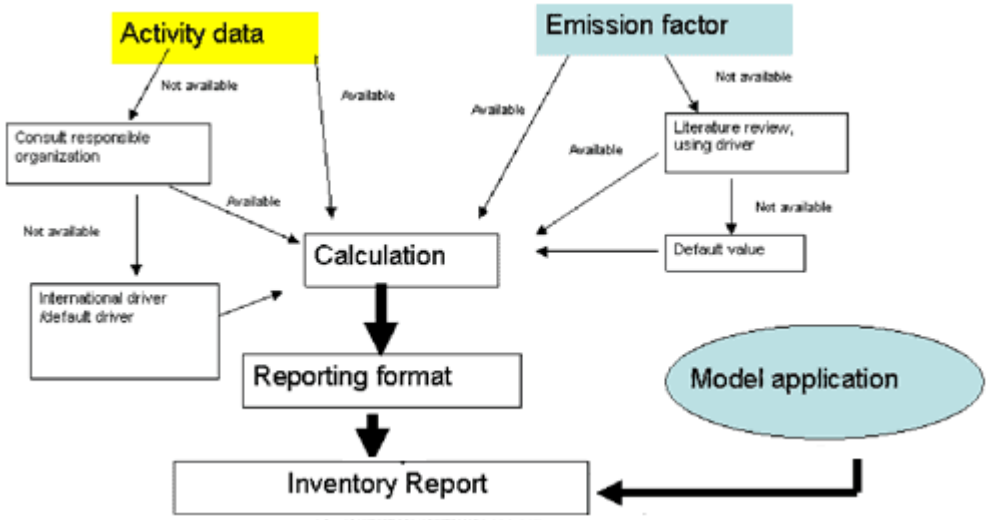
2. อุณหภูมิ

กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (โวลท์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศา C เช่น กำหนดไว้ว่าแผงแสงอาทิตย์มีแรงดันไฟฟ้าที่วงจรเปิด (Open Circuit Voltage หรือ V oc) ที่ 21 V ณ อุณหภูมิ 25 องศา C ก็จะหมายความว่า แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงแสงอาทิตย์ เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ณ อุณหภูมิ 25 องศา C จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศา C เช่น อุณหภูมิ 30 องศา C จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงแสงอาทิตย์ลดลง 2.5% (0.5% x 5 องศา C) นั่นคือ แรงดันของแผงแสงอาทิตย์ที่ V oc จะลดลง 0.525 V (21 V x 2.5%) เหลือเพียง 20.475 V (21V – 0.525V) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วย

จากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่ผู้ใช้จะเลือกใช้แผงแสงอาทิตย์ จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่า ใช้มาตรฐานอะไร หรือมาตรฐานที่ใช้วัดแตกต่างกันหรือไม่ เช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 W ต่อ ตร.เมตร ณ อุณหภูมิ 20 องศา C ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 W ต่อ ตร.เมตร และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศา C แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่า จากสาเหตุดังกล่าว ผู้ที่จะใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีแผนการดำเนินงานรายละเอียด แผนภาพดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังระเบียบวิธีวิจัย

1) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานต่างๆ ภายในจุฬาลงกรณ์ในช่วงตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2559 ได้แก่ การใช้ทรัพยากร เช่น พลังงานเชื้อเพลิง ไฟฟ้า น้ำใช้ การใช้ปุ๋ย การจัดการของเสีย และการขนส่งต่าง ๆ และรวมทั้งวิธีการจัดการข้อมูลต่าง ๆ
2) กำหนดขอบเขตการศึกษาและเก็บข้อมูล (Organization boundary) แบ่งเป็นแบบการควบคุมการดำเนินการ (Control Approach) และแบบปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share) ซึ่งขอบเขตที่กำหนดต้องชัดเจนไม่ขัดแย้งกับการดำเนินกิจกรรมขององค์กรที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตการดำเนินงานขององค์กรตามการควบคุมการดำเนินงาน (operational control) กล่าวคือ การประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรสามารถควบคุมการดำเนินงานขององค์กร ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจหรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน
3) การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน การกำหนดขอบเขตการดำเนินงานเพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามหลักของการประเมินคาร์บอนฟุ๊ตพริ๊นท์ขององค์กร อ้างตาม

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (www.tgo.or.th) โดยเก็บข้อมูลก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโร-คาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) โดยระบุประเภทของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงและเกี่ยวของกับองค์กร ซึ่งสามารถแบ่งขอบเขตของกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรออกเป็น 3 ขอบเขต ดังนี้

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่

(1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary sources)

- การผลิตไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ เพื่อใช้เองภายในองค์กร และ/หรือเพื่อการส่งออกหรือแจกจ่ายให้แก่ผู้ใช้งานนอกขอบเขตองค์กร การสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าความร้อน หรือไอน้ำ
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และ/หรือเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร โดยองค์กรเป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินงานดังกล่าว

(2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile sources)

- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของและองค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมามา และองค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

(3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ (fugitive emissions)

- การใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้
- การใช้สารทำความเย็น
- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ย

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน เช่น ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อนหรือไอน้ำที่ถูกนำเข้ามา

จากภายนอกเพื่อใช้ในองค์กร และองค์กรมิได้มิได้เป็นเจ้าของหรือรับผิดชอบในการผลิตพลังงาน

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ การใช้วัสดุสิ้นเปลือง/ วัสดุสำนักงาน การใช้น้ำประปา การเดินทางของบุคลากรและนิสิต และการจัดการของเสีย

4) กำหนดขอบเขตการศึกษาและเก็บข้อมูล (Organization boundary) การกำหนดขอบเขตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจะครอบคลุมตามการควบคุมการดำเนินงาน (Operational control) ซึ่งเป็นการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสามารถควบคุมการดำเนินงานได้ โดยไม่นับรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจหรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของแต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน ประกอบด้วย 20 คณะ 3 วิทยาลัย 31 ศูนย์ 14 สถาบัน และ 18 สำนักงาน รวมทั้งสิ้น 86 หน่วยงาน โดยในขอบเขตที่ 1 เก็บข้อมูลเป็นรายคณะ และ ขอบเขตที่ 2 เก็บข้อมูลเป็นรายตึก ดังนี้

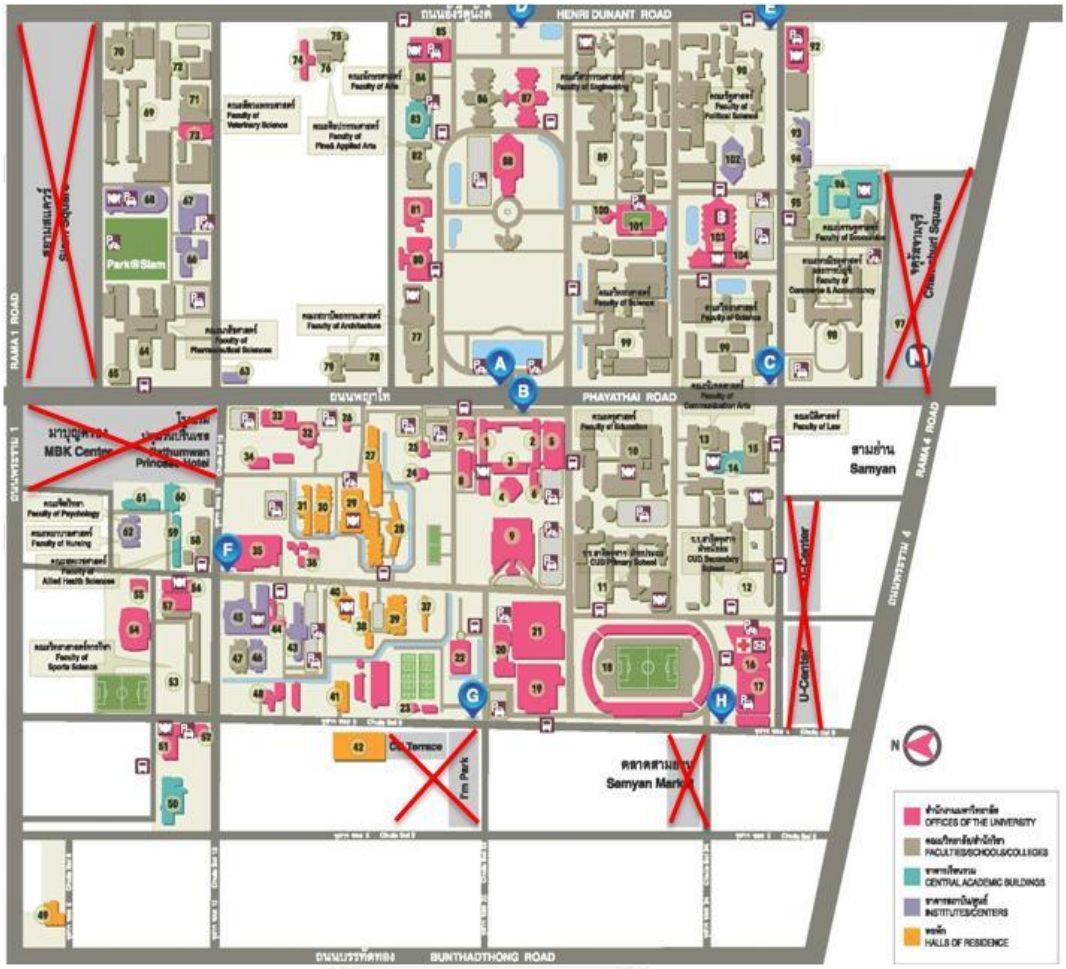
ตารางที่ 3.1 หน่วยงานภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะ					
1.	คณะครุศาสตร์	8.	คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	15.	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
2.	คณะจิตวิทยา	9.	คณะรัฐศาสตร์	16.	คณะสหเวชศาสตร์
3.	คณะทันตแพทยศาสตร์	10.	คณะวิทยาศาสตร์	17.	คณะสัตวแพทยศาสตร์
4.	คณะนิติศาสตร์	11.	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	18.	คณะอักษรศาสตร์
5.	คณะนิเทศศาสตร์	12.	คณะวิศวกรรมศาสตร์	19.	คณะเภสัชศาสตร์
6.	คณะพยาบาลศาสตร์	13.	คณะศิลปกรรมศาสตร์	20.	คณะเศรษฐศาสตร์
7.	บัณฑิตวิทยาลัย	14.	สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร		
ศูนย์					
1.	ศูนย์กฎหมายและนิติการ (ศกน.)	12.	ศูนย์จุฬา-ชนบท (ศจช.)	22.	ศูนย์พุทธศาสน์ศึกษา
2.	ศูนย์การศึกษาทั่วไป (ศศท.)	13.	ศูนย์นวัตกรรมการเรียนรู้ (ศนว.)	23.	ศูนย์บริหารความเสี่ยง (ศคส.)
3.	ศูนย์อินเดียศึกษา	14.	ศูนย์บริหารกลาง	24.	ศูนย์สื่อสารองค์กร

			(ศหก.)		(ศสอ.)
4.	ศูนย์พัฒนกิจและนิสิตเก่าสัมพันธ์	15.	ศูนย์อาเซียนศึกษา	25.	ศูนย์รัสเซียศึกษา
5.	ศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาค	16.	ศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	26.	ศูนย์ศึกษาสันติภาพและความขัดแย้ง
6.	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	17.	ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	27.	ศูนย์รักษาความปลอดภัยและจัดการจราจรแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7.	ศูนย์ยุโรปศึกษาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	18.	ศูนย์ทดสอบทางวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	28.	ศูนย์วิเคราะห์รายได้และปฏิบัติการลงทุน
8.	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย	19.	ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	29.	ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศวฮ.)
10.	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ	21.	ศูนย์สัตว์ทดลอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศสท.)	31.	ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11.	ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้				

สถาบัน					
1.	สถาบันการขนส่ง	6.	สถาบันวิจัยสังคม	11.	สถาบันภาษา
2.	สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	7.	สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	12.	สถาบันเอเชียศึกษา
3.	สถาบันวิจัยพลังงาน	8.	สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	13.	สถาบันไทยศึกษา
4.	สถาบันภาษาไทยสิริน	9.	สถาบันขงจื่อแห่ง	14.	สถาบันบัณฑิต

	ธรแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สทส)		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		บริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ
5.	สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	10.	สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		
สำนักงาน					
1.	สำนักบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศ	7.	สำนักงานสภามหาวิทยาลัย (สนภ.)	13.	สำนักบริหารระบบกายภาพ (สบภ.)
2.	สำนักกิจการวุฒยาจารย์	8.	สำนักตรวจสอบ	14.	สำนักบริหารวิจัย
3.	สำนักงานการทะเบียน	9.	สำนักบริหารกิจการนิสิต (สบน.)	15.	สำนักบริหารวิชาการ (สบว.)
4.	สำนักงานมหาวิทยาลัย (สนม.)	10.	สำนักงานจัดการทรัพย์สิน	16.	สำนักงานวิทยทรัพยากร
5.	สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ (สบม.)	11.	สำนักบริหารศิลปวัฒนธรรม (สบศ.)	17.	สำนักบริหารวิรัชกิจและเครือข่ายนานาชาติ (สบร.)
6.	สำนักบริหารการเงินการบัญชี และการพัสดุ (สบง.)	12.	สำนักบริหารยุทธศาสตร์และการงบประมาณ (สบย.)	18.	สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วิทยาลัย					
1.	วิทยาลัยประชากรศาสตร์	2.	วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	3.	วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข



รูปที่ 3.2 ขอบเขตการศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้หลักเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดของ ISO 14064-1:2006 และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2558) มีรายละเอียดดังนี้

- ระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- การคัดเลือกวิธีการคำนวณ
- การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity Data)
- การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factors: EF)
- การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5.1) การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในขอบเขตที่ 1 2 และ 3 ภายในขอบเขตขององค์กร

5.2) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ

คัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน สามารถคำนวณซ้ำได้ และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยวิธีการคำนวณสามารถทำได้ดังนี้

- จากการตรวจวัด

  ทำการตรวจวัดและการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง หรือเว้นช่วงเป็นระยะโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์การตรวจวัดที่ได้มาตรฐานตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง

- จากการคำนวณ

  การหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือการทำสมดุลมวลหรือการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก แสดงผลในรูปของตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) ดัง**สมการ 1.1**

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สมการ สมการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

- จากการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ

  องค์กรสามารถหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ ตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บและข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้และสมการสมดุลมวลสาร หรือการนำข้อมูลลักษณะและขนาดของเครื่องปรับอากาศเพื่อประเมินปริมาณสารทำความเย็นที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศขณะทำการซ่อมบำรุงประจำปี หรือข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นและค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) ของน้ำเสียขาออกคูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

5.3) การคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity Data)

หากมีการใช้ข้อมูลกิจกรรมประกอบการคำนวณต้องมีการคัดเลือกและเก็บข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity Data)

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**หน่วย**		**ลักษณะข้อมูล**
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร			
1. การเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ จากยานพาหนะขององค์กร	Kg	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
2. การเผาไหม้แก๊สโซฮอล์ 95 จากยานพาหนะขององค์กร	L	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
3. การเผาไหม้แก๊สโซฮอล์ 91 จากยานพาหนะขององค์กร	L	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
4. การผาไหม้แก๊สโซฮอล์ E20 จากยานพาหนะขององค์กร	L	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
5. การเผาไหม้น้ำมันดีเซล จากยานพาหนะขององค์กร	L	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
6. การเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร (LPG)	Kg	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
7. การใช้สารทำความเย็น	Kg	ปริมาณการเติม	ใบเสร็จ
8. การใช้สารดับเพลิง	Kg	ปริมาณการเติม	ใบเสร็จ
9. การใช้ปุ๋ย	Kg	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน			
1. การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกองค์กรเพื่อใช้ภายในองค์กร	kWh	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ			
1. การใช้วัสดุสำนักงาน และวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ	Kg	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
2. การใช้น้ำประปา	L	ปริมาณการใช้	ใบเสร็จ
3. การใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเดินทางไปกลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากรและนิสิต	L	ระยะทาง/ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	การประมาณค่า/ใบเสร็จ
4. การกำจัดขยะ	Kg	ปริมาณที่ทิ้ง	การประมาณค่า

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ

ประเภทของเชื้อเพลิง	หน่วย	เดือน												รวม
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ดีเซล	ลิตร													0
แก๊สโซฮอล์ 91	ลิตร													0
แก๊สโซฮอล์ 95	ลิตร													0
E20	ลิตร													0
E85	ลิตร													0
LPG	กิโลกรัม													0
NGV	กิโลกรัม													0

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่

ประเภทเชื้อเพลิง	อุปกรณ์	หน่วย	เดือน												รวม
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
การเผาไหม้น้ำมันดีเซล	เครื่องปั่นไฟสำรอง	ลิตร													
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	ลิตร													
การเผาไหม้น้ำมันเบนซิน	เครื่องปั่นไฟสำรอง	ลิตร													
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	ลิตร													
การเผาไหม้เชื้อเพลิง LPG	เครื่องปั่นไฟสำรอง	กิโลกรัม													
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	กิโลกรัม													

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร

ประเภทของเชื้อเพลิง	ขนาด (กิโลกรัม)	หน่วย	เดือน												รวม
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
LPG	4	กิโลกรัม													0
	7	กิโลกรัม													0
	11.5	กิโลกรัม													0
	13.5	กิโลกรัม													0
	15	กิโลกรัม													0
	48	กิโลกรัม													0
	รวมปริมาณทั้งหมด														0

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณสารทำความเย็น

ประเภทสารทำความเย็น	หน่วย	เดือน												รวม
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
R11	กิโลกรัม													0
R22	กิโลกรัม													0
R410a	กิโลกรัม													0
R417a	กิโลกรัม													0

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลสารดับเพลิง

ขนาด (ปอนด์)	เดือน												รวม
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
5													0
10													0
15													0
50													0
รวมปริมาณทั้งหมด													0

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ปุ๋ย

ประเภทปุ๋ย/ สูตร	หน่วย	เดือน												รวม
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ปุ๋ยเคมี/ 15/15/15	กิโลกรัม													0
ปุ๋ยเคมี/ 16/16/16	กิโลกรัม													0
ปุ๋ยหมัก	กิโลกรัม													0
อื่นๆ	กิโลกรัม													0

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

ไฟฟ้าที่ซื้อมาจากหน่วยงานภายนอก	หน่วย	เดือน												รวม
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
	kWh													0

5.4) การคัดเลือกค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factors: EF)

การคัดเลือกใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ภาคผนวก ก) จะใช้ค่าที่ได้รับเป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือจากองค์กรเอง หรืออ้างอิงตามองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557) ในกรณีที่ไม่มีก็จะใช้ข้อมูลการเผยแพร่และจากฐานข้อมูลขององค์กรระดับประเทศและองค์กรระหว่างประเทศ ตัวอย่างค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์ (kgCO2eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร			
1. การเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ จากยานพาหนะขององค์กร	Kg	3.1899	LPG 1 litre=0.54 kg (DEDE)
2. การเผาไหม้แก๊สโซฮอล์ 95 ในเครื่องยนต์	L	2.1896	IPCC 2007
3. การเผาไหม้แก๊สโซฮอล์ 91 ในเครื่องยนต์	L	2.1896	IPCC 2007
4. การเผาไหม้น้ำมันดีเซล จากยานพาหนะขององค์กร	L	2.7446	IPCC 2007, PTT
5. การเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงอาหาร (LPG)	Kg	3.1133	LPG 1 liter = 0.54 kg (DEDE)
6. การใช้สารทำความเย็น			
6.1 R-22 (HCFC-22)	Kg	1810	World Meteorological Org, 2006
6.2 R410A	Kg	1,725	IPCC 2006
7. การใช้สารดับเพลิง CO_2	Kg	1	IPCC 2006
8. การใช้ปุ๋ย			
8.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16	Kg	1.6089	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557)
8.2 ปุ๋ยหมัก	Kg	0.2458	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557)
ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน			
1. การใช้ไฟฟ้า	kWh	0.5813	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2009
ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ			
1. การใช้วัสดุสำนักงาน และวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ	Kg	1.4755	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

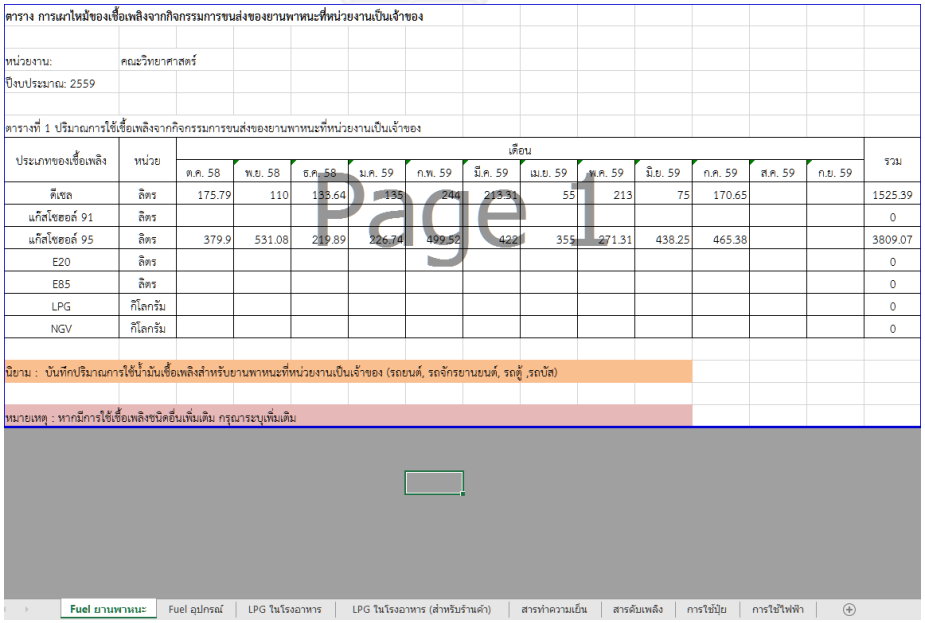
กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หน่วย	ค่าแฟกเตอร์ (kgCO2eq/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
2. การใช้น้ำประปา	L	2.4	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557)

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2557)

6) การจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

7) จัดทำโมเดล เครื่องมือ/แบบแผน ช่วยในการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดของกิจกรรมในต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เป็นโปรแกรม Excel โดยตัวโมเดลจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งได้แก่

7.1) ตัว Excel ต้นสำหรับกรอกข้อมูลดิบ เป็นตัว Excel ที่ไว้กรอกข้อมูลในขอบเขตต่างๆ โดยแบ่งรายละเอียดตามชนิดสารที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก และแบ่งหน่วยเพื่อให้ง่ายต่อการกรอกโดยชัดเจน ซึ่งต้องตั้งชื่อ Excel ตามตัวไฟล์ตัวอย่างใน Folder ข้อมูลดิบ ตาม รูปที่ 3.3


ตาราง การผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่หน่วยงานเป็นเจ้าของ

หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์

ปีงบประมาณ: 2559

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมการขนส่งของยานพาหนะที่หน่วยงานเป็นเจ้าของ

ประเภทของเชื้อเพลิง	หน่วย	เดือน												รวม
		ต.ค. 58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	
ดีเซล	ลิตร	175.79	110	133.64	135	244	213.31	55	213	75	170.65			1525.39
แก๊สโซฮอล์ 91	ลิตร													0
แก๊สโซฮอล์ 95	ลิตร	379.9	531.08	219.89	226.74	409.52	422	355	271.31	438.25	465.38			3809.07
E20	ลิตร													0
E85	ลิตร													0
LPG	กิโลกรัม													0
NGV	กิโลกรัม													0

นิยาม : บันทึกปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะที่หน่วยงานเป็นเจ้าของ (รถยนต์, รถจักรยานยนต์, รถตู้ ,รถบัส)

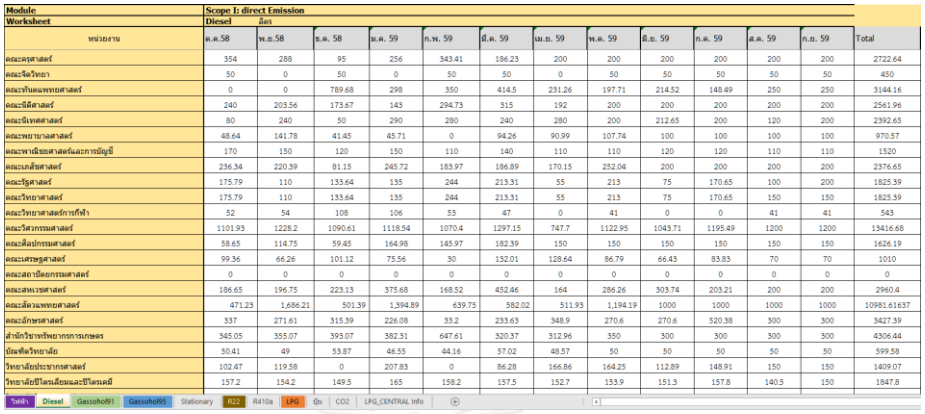
หมายเหตุ : หากมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเพิ่มเติม กรุณาระบุเพิ่มเติม

Fuel ยานพาหนะ | Fuel อุปกรณ์ | LPG ในโรงอาหาร | LPG ในโรงอาหาร (สำหรับร้านค้า) | สารทำความเย็น | สารดับเพลิง | การใช้ปุ๋ย | การใช้ไฟฟ้า

Page 1

รูปที่ 3.3 ตาราง Excel สำหรับกรอกข้อมูลดิบ

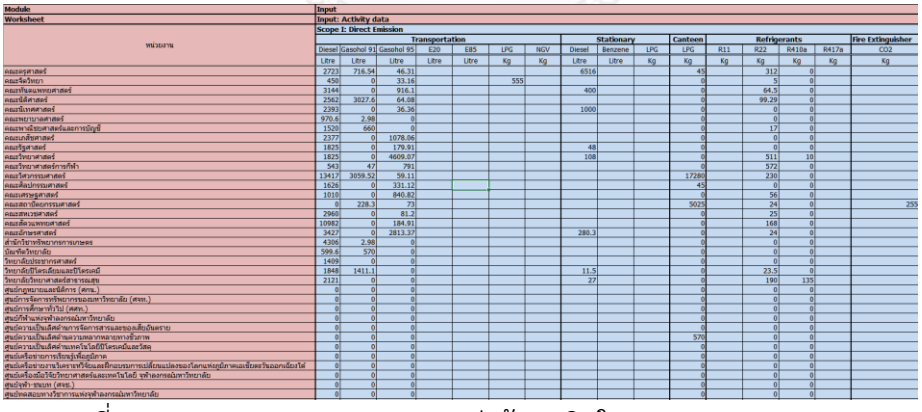
7.2) จากนั้นตัวเลขข้อมูลดิบจากตัวไฟล์ inputdata.xlsx จะทำการเชื่อมโยงโดยอัตโนมัติในช่องเดือนต่างๆและรวมผลรวมในขอบเขตต่างๆ โดยช่องชื่อว่า Total จะเป็นช่องสรุปผลรวมรายปีงบประมาณ



Module	Scope 1: direct Emission												
Worksheet	Diesel	ลิตร											
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	354	288	95	256	343.41	186.23	200	200	200	200	200	200	2722.64
คณะจิตวิทยา	50	0	50	0	50	50	0	50	50	50	50	50	450
คณะทันตแพทยศาสตร์	0	0	789.68	298	350	414.5	231.26	197.71	214.52	148.49	250	250	3144.16
คณะนิติศาสตร์	240	203.56	173.67	143	294.73	315	192	200	200	200	200	200	2561.96
คณะบัญชี	80	240	50	290	280	240	280	200	212.65	200	120	200	2392.65
คณะพยาบาลศาสตร์	48.64	141.78	41.45	45.71	0	94.26	90.99	107.74	100	100	100	100	970.57
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	170	150	120	150	110	140	110	110	120	120	110	110	1520
คณะเภสัชศาสตร์	236.34	220.39	81.15	245.72	183.97	186.89	170.15	252.04	200	200	200	200	2376.65
คณะรัฐศาสตร์	175.79	110	133.64	135	244	213.31	55	213	75	170.65	100	200	1825.39
คณะวิทยาศาสตร์	175.79	110	133.64	135	244	213.31	55	213	75	170.65	150	150	1825.39
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	52	54	108	106	53	47	0	41	0	0	41	41	543
คณะวิศวกรรมศาสตร์	1101.93	1228.2	1090.61	1118.54	1070.4	1297.15	747.7	1122.95	1043.71	1195.49	1200	1200	13416.68
คณะศิลปกรรมศาสตร์	58.65	114.75	59.45	164.98	145.97	182.39	150	150	150	150	150	150	1626.19
คณะเศรษฐศาสตร์	99.36	66.26	101.12	75.56	30	132.01	128.64	86.79	66.43	83.83	70	70	1010
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
คณะสหเวชศาสตร์	186.65	196.75	223.13	375.68	168.52	452.46	164	286.26	303.74	203.21	200	200	2960.4
คณะสัตวแพทยศาสตร์	471.23	1,686.21	501.39	1,394.89	639.75	582.02	511.93	1,194.19	1000	1000	1000	1000	10981.61637
คณะอักษรศาสตร์	337	271.61	315.39	226.08	33.2	233.63	348.9	270.6	270.6	520.38	300	300	3427.39
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	345.05	355.07	393.07	382.31	647.61	320.37	312.96	350	300	300	300	300	4306.44
บัณฑิตวิทยาลัย	50.41	49	53.87	46.55	44.16	57.02	48.57	50	50	50	50	50	599.58
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	102.47	119.58	0	207.83	0	86.28	166.86	164.25	112.89	148.91	150	150	1409.07
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	157.2	154.2	149.5	165	158.2	157.5	152.7	153.9	151.3	157.8	140.5	150	1847.8

รูปที่ 3.4 ตาราง Excel inputdata.xlsx

7.3) ตัวเลข Total ในแต่ละค่าจากไฟล์ inputdata.xlsx จะทำการเชื่อมอัตโนมัติมายังไฟล์ Inventory_Chulalongkorn.xlsx เพื่อแสดงผลข้อมูลดิบรายปีทวนอีกครั้ง ตามรูปที่ 3.5 จากนั้นในช่อง S_eCO2_Sum จะเป็นผลคำนวณค่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในแต่ละคณะซึ่งแสดงเป็นขอบเขตย่อยลงไป ตามรูปที่ 3.6



Module	Input																
Worksheet	Input: Activity data																
	Scope I: Direct Emission																
หน่วยงาน	Transportation							Stationary			Canteen	Refrigerants				Fire Extinguisher	
	Diesel	Gasohol 91	Gasohol 95	E20	E85	LPG	NGV	Diesel	Benzene	LPG	LPG	R11	R22	R410a	R417a	CO2	
	Litre	Litre	Litre	Litre	Litre	Kg	Kg	Litre	Litre	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
คณะครุศาสตร์	2723	716.54	46.31					6516			45		312	0			
คณะจิตวิทยา	450	0	33.16			555					0		5	0			
คณะทันตแพทยศาสตร์	3144	0	916.1					400			0		64.5	0			
คณะนิติศาสตร์	2562	3027.6	64.08								0		99.29	0			
คณะบัญชี	2393	0	36.36					1000			0		0	0			
คณะพยาบาลศาสตร์	970.6	2.98	0								0		0	0			
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	1520	660	0								0		17	0			
คณะเภสัชศาสตร์	2377	0	1078.06								0		0	0			
คณะรัฐศาสตร์	1825	0	179.91					48			0		0	0			
คณะวิทยาศาสตร์	1825	0	4609.07					108			0		511	10			
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	543	47	791								0		572	0			
คณะวิศวกรรมศาสตร์	13417	3059.52	59.11								17280		230	0			
คณะศิลปกรรมศาสตร์	1626	0	331.12								45		0	0			
คณะเศรษฐศาสตร์	1019	0	840.82								0		56	0			
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	0	228.3	73								5025		24	0			255
คณะสหเวชศาสตร์	2960	0	81.2								0		25	0			
คณะสัตวแพทยศาสตร์	10982	0	184.91								0		168	0			
คณะอักษรศาสตร์	3427	0	2813.37					280.3			0		24	0			
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	4306	2.98	0								0		0	0			
บัณฑิตวิทยาลัย	599.6	570	0								0		0	0			
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	1409	0	0								0		0	0			
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	1848	1411.1	0					11.5			0		23.5	0			
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	2121	0	0					27			0		190	135			
ศูนย์กฎหมายและนิติการ (ศกน.)	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์การจัดการทรัพยากรและสารวิทยาลัย (ศรจ.)	0	0	0								0		25	0			
ศูนย์การศึกษาทั่วไป (ศศท.)	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์ที่ทำและจำหน่ายอาหารในวิทยาลัย	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	0	0	0								570		0	0			
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์เครื่องมือการวิเคราะห์ขั้นสูงกลาง	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์พำนักของ (ศรจ.)	0	0	0								0		0	0			
ศูนย์ทดสอบทางวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0	0	0								0		0	0			

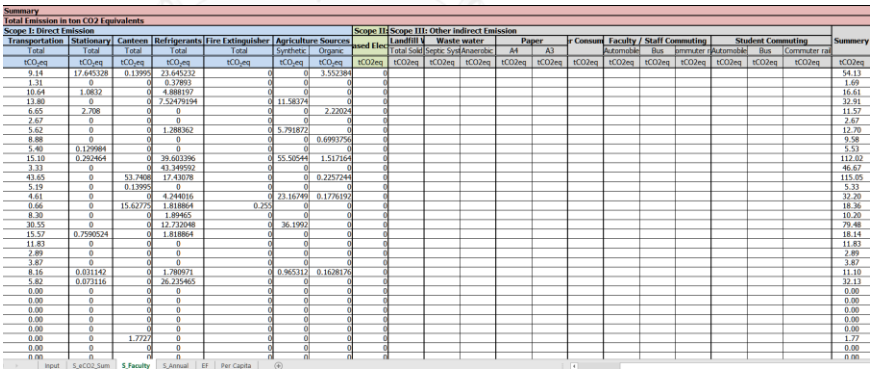
รูปที่ 3.5 ตาราง Excel แสดงทวนผลค่าข้อมูลดิบใน Inventory_Chulalongkorn.xlsx

Module	Summary		
Worksheet	Total Emission in ton CO2 Equ		
หน่วยงาน	Scope I: Direct Emission		Tra
	Diesel	Gasohol 91	Gasohol 95
	tCO_2eq	tCO_2eq	tCO_2eq
คณะครุศาสตร์	7.47E+00	1.57E+00	1.01E-01
คณะจิตวิทยา	1.24E+00	0.00E+00	7.26E-02
คณะทันตแพทยศาสตร์	8.63E+00	0.00E+00	2.01E+00
คณะนิติศาสตร์	7.03E+00	6.63E+00	1.40E-01
คณะนิเทศศาสตร์	6.57E+00	0.00E+00	7.96E-02
คณะพยาบาลศาสตร์	2.66E+00	6.53E-03	0.00E+00
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	4.17E+00	1.45E+00	0.00E+00
คณะเภสัชศาสตร์	6.52E+00	0.00E+00	2.36E+00
คณะรัฐศาสตร์	5.01E+00	0.00E+00	3.94E-01
คณะวิทยาศาสตร์	5.01E+00	0.00E+00	1.01E+01
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	1.49E+00	1.03E-01	1.73E+00
คณะวิศวกรรมศาสตร์	3.68E+01	6.70E+00	1.29E-01
คณะศิลปกรรมศาสตร์	4.46E+00	0.00E+00	7.25E-01
คณะเศรษฐศาสตร์	2.77E+00	0.00E+00	1.84E+00
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	0.00E+00	5.00E-01	1.60E-01
คณะสหเวชศาสตร์	8.13E+00	0.00E+00	1.78E-01
คณะสัตวแพทยศาสตร์	3.01E+01	0.00E+00	4.05E-01
คณะอักษรศาสตร์	9.41E+00	0.00E+00	6.16E+00
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	1.18E+01	6.53E-03	0.00E+00
บัณฑิตวิทยาลัย	1.65E+00	1.25E+00	0.00E+00
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	3.87E+00	0.00E+00	0.00E+00
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	5.07E+00	3.09E+00	0.00E+00
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	5.82E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์กฎหมายและนิติการ (ศกน.)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์การจัดการทรัพยากรของมหาวิทยาลัย (ศจท.)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์การศึกษาทั่วไป (ศศท.)	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ศูนย์เครื่องมือการเรียนรู้เพื่อภูมิภาค	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Input | S_eCO2_Sum | S_Faculty | S_Annual | EF | Per Capita

รูปที่ 3.6 ตารางคำนวณค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดต่างๆในขอบเขตที่ 1

7.4) จากนั้นในช่องแถบ Faculty คือการสรุปผลรวมตามขอบเขตที่ 1 และ 2 และรวมผลค่าเพื่อให้สามารถดูได้ว่าแต่ละคณะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากน้อยเพียงไหนตามรูปที่ 3.7 และสรุปผลรวมเป็นรายปีในแถบ S_Annual เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 ตารางสรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามคณะและขอบเขต

Module	Summary				
Worksheet	Overview of Annual emission				
		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
		kg	kg	kg	ton
Scope 1	Transportation	469,847.6764	120.2404	20.4473	373.5378
	stationary	27,097.3279	1.0944	0.2199	27.1905
	Refrigerants	0.0000	0.0000	0.0000	271.6653
	Fire Extinguisher	0.0000	0.0000	0.0000	0.2850
	Agriculture Sources	0.0000	0.0000	0.0000	173.0834
	Canteen	700,024.0768	11.0947	1.1095	699.8900
Scope 2	Purchased Electricity	0.0000	0.0000	0.0000	53,409.1993
Scope 3	Solid waste				
	Waste water				
	Paper				
	Water consumption				
	Commuting				
Total	Scope 1	1,196,969.0811	132.4295	21.7766	1,545.6519
	Scope 2	0.0000	0.0000	0.0000	53,409.1993
	Scope 1+2	1,196,969.0811	132.4295	21.7766	54,954.8512
	Scope 3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	All scopes	1,196,969.0811	132.4295	21.7766	54,954.8512

รูปที่ 3.8 ตารางสรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายปีงบประมาณ

8) เสนอแนะแนวทางและมาตรการต่าง ๆ ในการลดก๊าซเรือนกระจกจากมหาวิทยาลัย โดยคำนวณจากความคุ้มค่าของต้นทุนและการลดก๊าซเรือนกระจกแบบยั่งยืน ซึ่งได้แก่ มาตรการการอนุรักษ์พลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังงาน การลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนการจัดการของเสีย และการลดก๊าซเรือนกระจกจากการปรับเปลี่ยนสารทำความเย็นที่มีค่าศักยภาพในการเกิดในการทำให้เกิดโลกร้อนต่ำ (low global warming potential) และอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สรุปข้อมูลการการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามขอบเขต

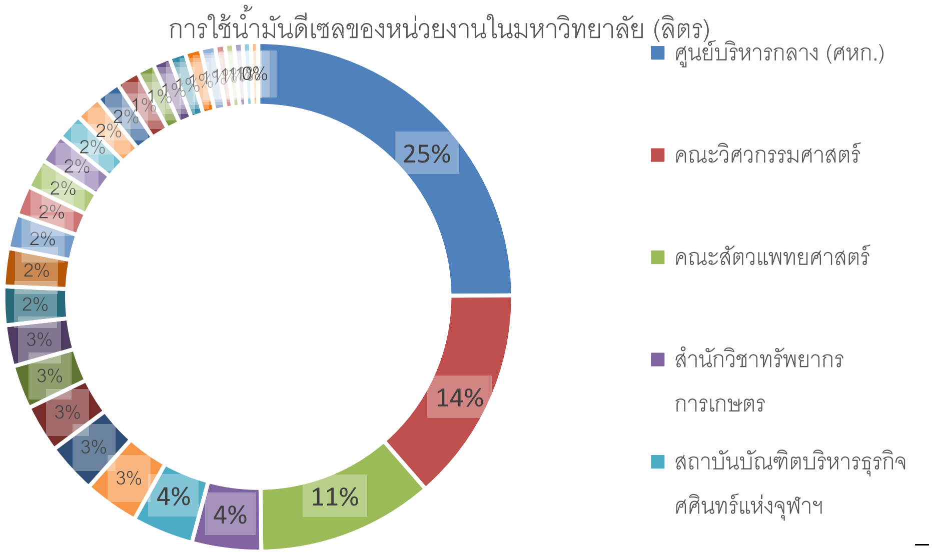
จากการเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากรทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยแบ่งตามขอบเขตที่ 1 และ 2 จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามคณะเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.1 การใช้น้ำมันดีเซลของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)

หน่วยงาน	ผลรวม
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	24407.34
คณะวิศวกรรมศาสตร์	13416.68
คณะสัตวแพทยศาสตร์	10981.62
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	4306.44
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	3807.51
คณะอักษรศาสตร์	3427.39
คณะทันตแพทยศาสตร์	3144.16
คณะสหเวชศาสตร์	2960.4
คณะนิติศาสตร์	2561.96
คณะครุศาสตร์	2722.64
คณะนิเทศศาสตร์	2392.65
คณะเภสัชศาสตร์	2376.65
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	2121.27
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	1847.8
คณะรัฐศาสตร์	1825.39
คณะวิทยาศาสตร์	1825.39
คณะศิลปกรรมศาสตร์	1626.19
สถาบันภาษา	1602.45
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	1520
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	1409.07
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	1089.57
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	1060.41
คณะเศรษฐศาสตร์	1010
คณะพยาบาลศาสตร์	970.57
สถาบันการขนส่ง	909.46
บัณฑิตวิทยาลัย	599.58

หน่วยงาน	ผลรวม
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	557.73
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	543
สถาบันวิจัยสังคม	510
คณะจิตวิทยา	450
รวม	97983.32

จากตารางที่ 4.1 หน่วยงานที่มีการใช้น้ำมันดีเซลมากที่สุดคือศูนย์บริหารกลางโดยมีการใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมด 24,407.3 ลิตร โดยคิดเป็นร้อยละ 25 และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 13.7 หรือ 13,416.7 ลิตร และอันดับ 3 ได้แก่คณะสัตวแพทยศาสตร์ที่มีการใช้น้ำมันดีเซล 10,981.6 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.2 ซึ่งจากตารางที่ 5.1 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการใช้น้ำมันดีเซลได้ดังนี้



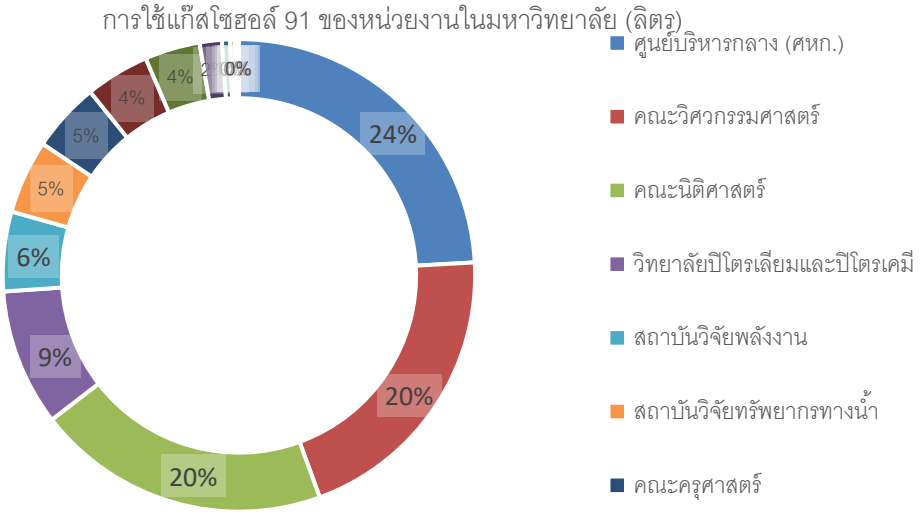
รูปที่ 4.1 กราฟการใช้น้ำมันดีเซลของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร)

ตารางที่ 4.2 การใช้แก๊สโซฮอล์ 91 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย

หน่วยงาน	ผลรวม (หน่วยลิตร)
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	3632.96
คณะวิศวกรรมศาสตร์	3059.52
คณะนิติศาสตร์	3027.6
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	1411.1
สถาบันวิจัยพลังงาน	820.03
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	759.52
หน่วยงาน	ผลรวม

คณะครุศาสตร์	716.54
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	660
บัณฑิตวิทยาลัย	570
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	228.3
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	82.98
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	47
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	38.06
คณะพยาบาลศาสตร์	2.98
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	2.98
รวม	15059.57

จากตารางที่ 4.2 หน่วยงานที่มีการใช้แก๊สโซฮอล์ 91 มากที่สุดคือศูนย์บริหารกลางโดยมีการใช้แก๊สโซฮอล์ 91 ทั้งหมด 3,632.96 ลิตร โดยคิดเป็นร้อยละ 24.1 และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิศวกรรมศาสตร์โดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 20.3 หรือ 3,059.52 ลิตร และอันดับ 3 ได้แก่คณะนิติศาสตร์ที่มีการใช้ 3,027.6 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20.1 ซึ่งจากตาราง 3.2 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการใช้แก๊สโซฮอล์ 91 ได้ดังนี้

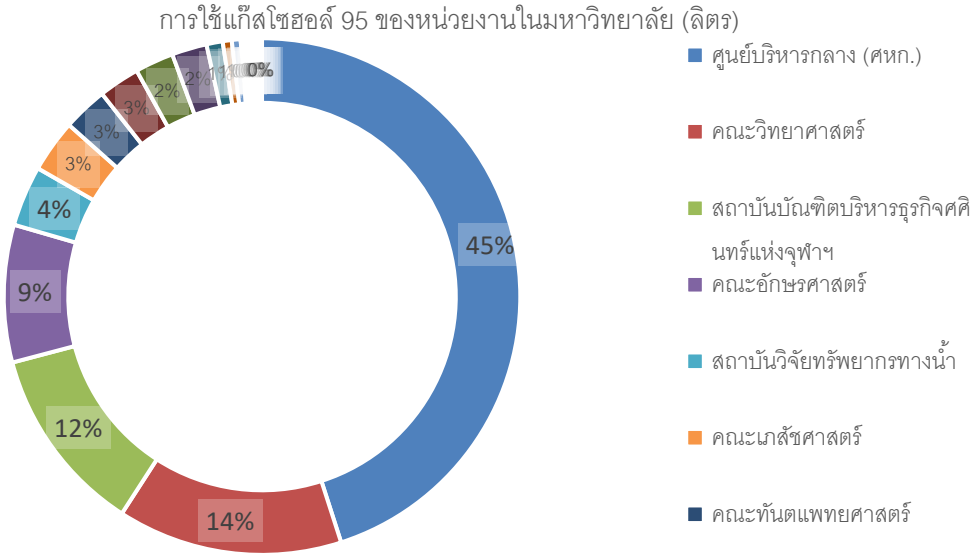


รูปที่ 4.2 กราฟการใช้แก๊สโซฮอล์ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร)

ตารางที่ 4.3 การใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)

หน่วยงาน	ผลรวม
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	14737.03
คณะวิทยาศาสตร์	4609.07
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	3847.41
คณะอักษรศาสตร์	2813.37
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	1237.344
คณะเภสัชศาสตร์	1078.06
คณะทันตแพทยศาสตร์	916.1
คณะเศรษฐศาสตร์	840.82
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	791
สถาบันเอเชียศึกษา	718.44
คณะศิลปกรรมศาสตร์	331.12
คณะสัตวแพทยศาสตร์	184.91
คณะรัฐศาสตร์	179.91
คณะสหเวชศาสตร์	81.2
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	73
คณะนิติศาสตร์	64.08
คณะวิศวกรรมศาสตร์	59.11
คณะครุศาสตร์	46.31
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	39.75
คณะนิเทศศาสตร์	36.36
คณะจิตวิทยา	33.16
รวม	32717.554

จากตารางที่ 4.3 หน่วยงานที่มีการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 มากที่สุดคือศูนย์บริหารกลางโดยมีการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ทั้งหมด 14,737.03 ลิตร โดยคิดเป็นร้อยละ 45 และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิทยาศาสตร์โดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 14.1 หรือ 4,609.07 ลิตร และอันดับ 3 ได้แก่สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯที่มีการใช้ 3,847.41 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11.8 ซึ่งจากตาราง 5.3 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ได้ดังนี้

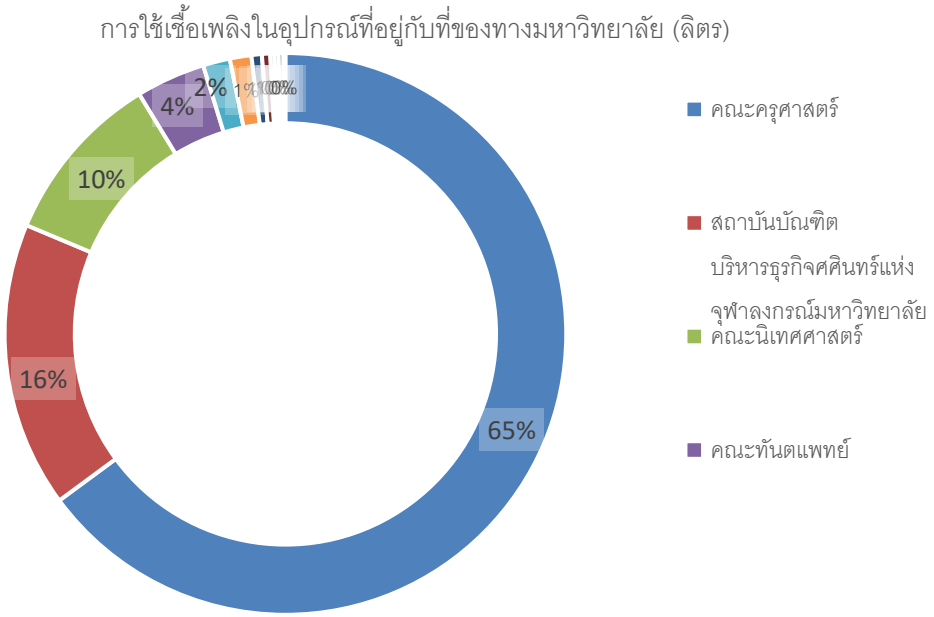


รูปที่ 4.3 กราฟการใช้แก๊สโซฮอล์ 95 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร)

ตารางที่ 4.4 การใช้การใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยลิตร)

หน่วยงาน	อุปกรณ์	ผลรวม
คณะครุศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	4992
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	1524
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศิลนทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	เครื่องปั่นไฟสำรอง	1650
คณะนิเทศศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	1000
คณะทันตแพทย์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	400
คณะอักษรศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	156
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	124.3
คณะวิทยาศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	60
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	48
คณะรัฐศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	24
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	24
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	เครื่องปั่นไฟสำรอง	27
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	เครื่องมือเป่าแก้ว	11.5
รวม		10040.8

จากตารางที่ 4.4 หน่วยงานที่มีการใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของทางมหาวิทยาลัยมากที่สุดคือคณะครุศาสตร์โดยมีการใช้ทั้งหมด 6,516 ลิตร โดยคิดเป็นร้อยละ 64.9 และอันดับ 2 ได้แก่ สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 16.4 หรือ 1,650 ลิตร และอันดับ 3 ได้แก่คณะนิเทศศาสตร์ที่มีการใช้น้ำมันดีเซลที่มีการใช้ 1,000 ลิตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งจากตารางที่ 5.3 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการใช้การใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ได้ดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.4 กราฟการใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นลิตร)

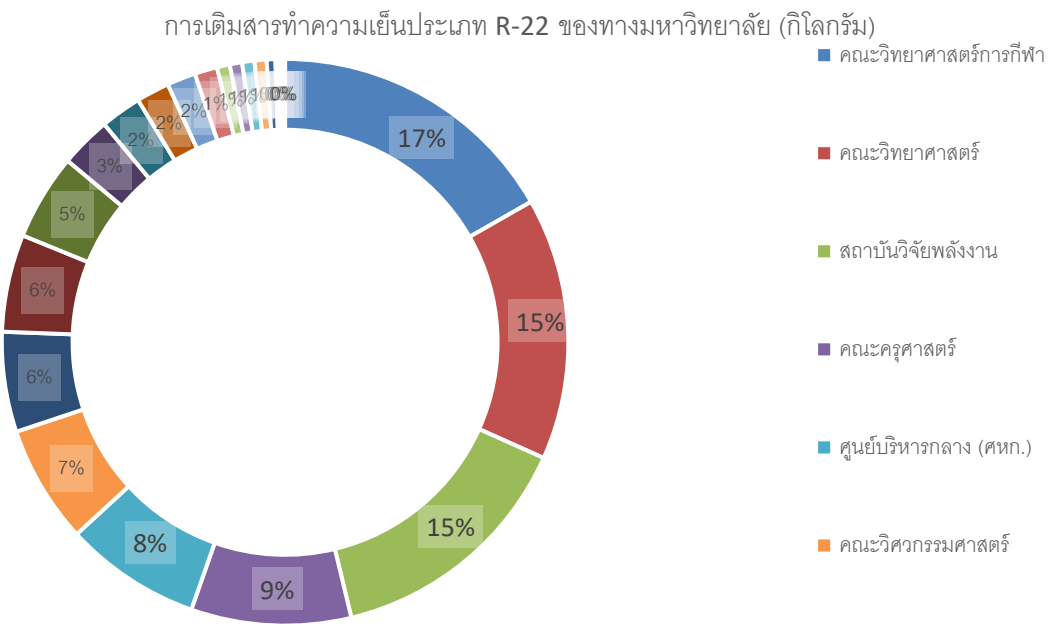
ตารางที่ 4.5 การเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม)

หน่วยงาน	ผลรวม
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	572
คณะวิทยาศาสตร์	511
สถาบันวิจัยพลังงาน	497
คณะครุศาสตร์	312

ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	266
คณะวิศวกรรมศาสตร์	230
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	195
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	190
คณะสัตวแพทยศาสตร์	168
คณะนิติศาสตร์	99.29
สถาบันเอเชียศึกษา	80
คณะทันตแพทยศาสตร์	64.5
คณะเศรษฐศาสตร์	56
คณะสหเวชศาสตร์	25
คณะสหเวชศาสตร์	25
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	24
คณะอักษรศาสตร์	24
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	23.5
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	17
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	5.1
คณะจิตวิทยา	5
สถาบันวิจัยสังคม	5
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	3.5
รวม	3416.89

จากตารางที่ 4.5 หน่วยงานที่มีการเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ของทางมหาวิทยาลัยมากที่สุดคือคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยมีการใช้ทั้งหมด 572 กิโลกรัม โดยคิดเป็นร้อยละ 16.7 และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิทยาศาสตร์โดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 15 หรือ 511 กิโลกรัม และอันดับ 3 ได้แก่คณะนิเทศศาสตร์ที่มีการใช้ 497 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 14.5 ซึ่งจากตาราง 5.5 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ได้ดังนี้

ทางมหาวิทยาลัยมีการเติมสารทำความเย็นประเภท R-410a เพียง 2 หน่วยงานได้แก่คณะวิทยาศาสตร์สาธารณสุจโดยมีการเติมทั้งหมด 135 กิโลกรัม และคณะวิทยาศาสตร์มีการเติม 10 กิโลกรัม

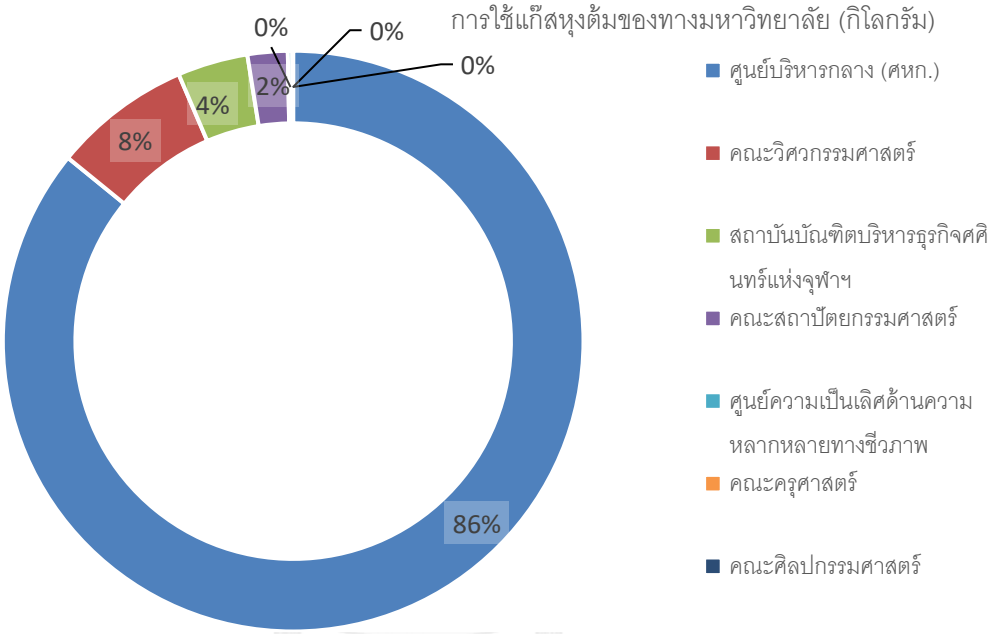


รูปที่ 4.5 กราฟการเติมสารทำความเย็นประเภท R-22 ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม)

ตารางที่ 4.6 การใช้แก๊สหุงต้มของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม)

หน่วยงาน	ผลรวม
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	193248
คณะวิศวกรรมศาสตร์	17280
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	8832
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	5025
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	570
คณะครุศาสตร์	45
คณะศิลปกรรมศาสตร์	45
รวม	225045

จากตารางที่ 4.6 หน่วยงานที่มีการใช้แก๊สหุงต้มของทางมหาวิทยาลัยมากที่สุดคือศูนย์บริหารกลางซึ่งเป็นโรงอาหารที่มหาวิทยาลัยเป็นผู้ดูแล โดยมีการใช้ทั้งหมด 193,248 กิโลกรัม โดยคิดเป็นร้อยละ 85.9 และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิศวกรรมศาสตร์โดยมีอัตราส่วนการใช้ร้อยละ 7.7 หรือ 17,280 กิโลกรัม และอันดับ 3 ได้แก่สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯที่มีการใช้ 8832 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.92 ซึ่งจากตาราง 5.6 สามารถทำเป็นกราฟเพื่อแสดงผลการใช้แก๊สหุงต้ม ได้ดังนี้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการใช้แก๊สหุงต้มหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 การใช้ปุ๋ยของทางมหาวิทยาลัย (หน่วยกิโลกรัม

หน่วยงาน	ชนิดปุ๋ย	ผลรวม
คณะครุศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	960
คณะนิติศาสตร์	16/16/16	36
	12/24/12	12
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	16/16/16	12
	ปุ๋ยสูตรเร่งดอก+สูตรบำรุงใบ	12
คณะเภสัชศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	189
คณะวิทยาศาสตร์	15/15/15	120
	16/16/16	110
	ปุ๋ยหมัก	410
คณะวิศวกรรมศาสตร์	16/16/16	61
คณะเศรษฐศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	48
	อื่นๆ	96
คณะสัตวแพทยศาสตร์	16/16/16	150
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	15/15/15	4
	ปุ๋ยหมัก	44
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	16/16/16	12
คณะนิเทศศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	600
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	ปุ๋ยหมัก	7680

จากตารางที่ 4.7 หน่วยงานที่มีการใช้ปุ๋ยของทางมหาวิทยาลัยมากที่สุดคือศูนย์บริหารกลาง โดยมีการใช้ปุ๋ยหมักทั้งหมด 7,680 กิโลกรัม และอันดับ 2 ได้แก่คณะวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้ 640 กิโลกรัม และอันดับ 3 ได้แก่คณะนิเทศศาสตร์ที่มีการใช้ 600 กิโลกรัม

การสารดับเพลิงมีเพียง 2 หน่วยงานเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนสารดับเพลิงในปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้แก่คณะสถาปัตยกรรมเปลี่ยนถังขนาด 15 กิโลกรัมจำนวน 17 ถัง และสาบันวิจัยทางน้ำเปลี่ยนถังขนาด 15 กิโลกรัม จำนวน 2 ถัง

4.2 การคำนวณการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1

ตารางที่ 4.8 ก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1 (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

หน่วยงาน	ผลรวม
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	756.79
คณะวิศวกรรมศาสตร์	115.05
คณะวิทยาศาสตร์	112.02
คณะสัตวแพทยศาสตร์	79.48
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	68.49
คณะครุศาสตร์	54.13
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	46.67
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	37.67
คณะนิติศาสตร์	32.91
คณะเศรษฐศาสตร์	32.20
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	32.13
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	18.36
คณะอักษรศาสตร์	18.14
คณะทันตแพทยศาสตร์	16.61
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	12.70
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	11.83
คณะนิเทศศาสตร์	11.57
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	11.10
คณะสหเวชศาสตร์	10.20
คณะเภสัชศาสตร์	9.58
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	7.39
สถาบันไทยศึกษา	6.06
คณะรัฐศาสตร์	5.53
คณะศิลปกรรมศาสตร์	5.33
สถาบันวิจัยพลังงาน	5.13
สถาบันภาษา	4.40

หน่วยงาน	ผลรวม
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	3.87
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	3.46
บัณฑิตวิทยาลัย	2.89
คณะพยาบาลศาสตร์	2.67
สถาบันการขนส่ง	2.50
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	1.98
สถาบันวิจัยสังคม	1.79
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	1.77
คณะจิตวิทยา	1.69
สถาบันเอเชียศึกษา	1.57

จากตาราง 4.8 มีการใช้คณะในการแบ่งขอบเขตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยจะแสดงให้เห็นว่า หน่วยงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือศูนย์บริหารกลางโดยมีปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 756.79 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และอันดับ 2 ได้แก่คณะคณะวิศวกรรมศาสตร์โดยมีการใช้ 115.05 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และอันดับ 3 ได้แก่คณะวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้ 112.02 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่เมื่อเทียบกับจำนวนนิสิตและบุคลากรที่อาศัยอยู่แล้วพบว่าสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ 0.942 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน และอันดับที่ 2 คือสถาบันไทยศึกษา มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.866 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

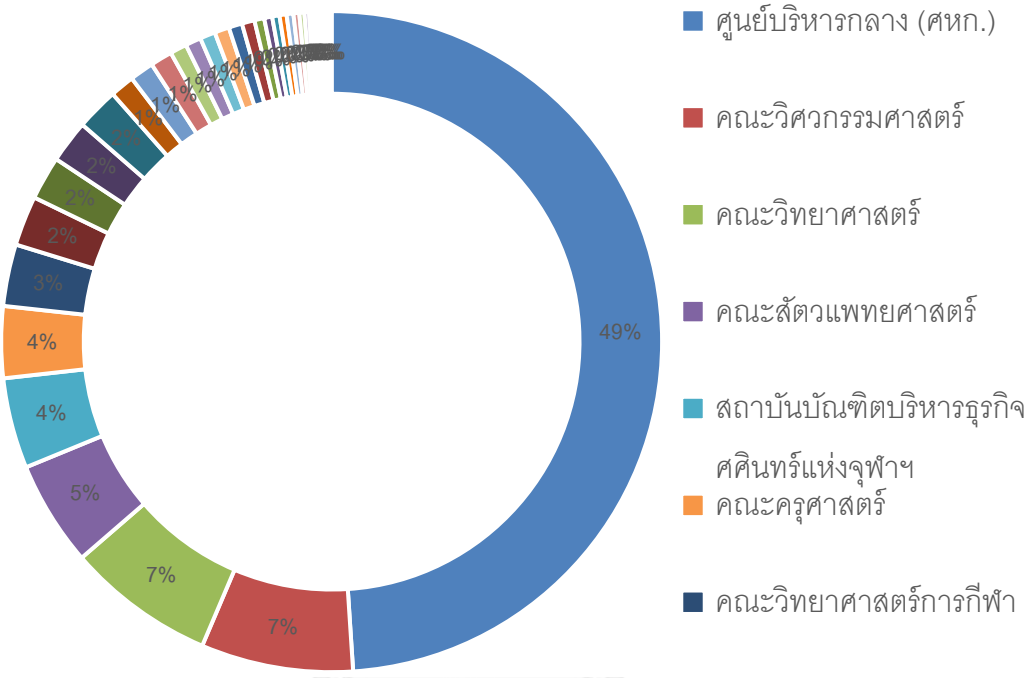
ตารางที่ 4.9 ก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดในขอบเขตที่ 1 (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

หน่วยงาน	คน	ต่อคน
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	40	0.942
สถาบันไทยศึกษา	7	0.866
หน่วยงาน	คน	ต่อคน
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	1,408	0.537
สถาบันวิจัยพลังงาน	16	0.321
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	41	0.180

หน่วยงาน	คน	ต่อคน
สถาบันการขนส่ง	15	0.166
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	215	0.149
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์ แห่งจุฬาฯ	491	0.139
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	29	0.119
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	15	0.118
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	628	0.074
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	60	0.064
สถาบันวิจัยสังคม	28	0.064
คณะสัตวแพทยศาสตร์	1,256	0.063
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	216	0.055
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	37	0.053
สถาบันเอเชียศึกษา	41	0.038
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	311	0.036
สถาบันภาษา	142	0.031
คณะวิทยาศาสตร์	4,867	0.023
คณะจิตวิทยา	74	0.023
คณะเศรษฐศาสตร์	1,517	0.021
คณะวิศวกรรมศาสตร์	5,637	0.020
คณะนิติศาสตร์	1,924	0.017
คณะครุศาสตร์	3,386	0.016
คณะสหเวชศาสตร์	933	0.011
คณะทันตแพทยศาสตร์	1,682	0.010
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	1,954	0.009
คณะอักษรศาสตร์	2,406	0.008
คณะเภสัชศาสตร์	1,292	0.007
คณะพยาบาลศาสตร์	361	0.007
คณะนิเทศศาสตร์	1,916	0.006
คณะศิลปกรรมศาสตร์	988	0.005

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงาน	คน	ต่อคน
คณะรัฐศาสตร์	1,694	0.003
บัณฑิตวิทยาลัย	942	0.003
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	4,877	0.003
จำนวนบุคลากรและนิสิตอ้างอิงจาก http://www.chula.ac.th/about/fact		



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการใช้แก๊สหุงต้มหน่วยงานในมหาวิทยาลัย (หน่วยเป็นกิโลกรัม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่

การคำนวณความเข้มข้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG intensity) จากการใช้ไฟฟ้า (ขอบเขตที่ 2) ต่อพื้นที่อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า(ขอบเขตที่ 2)

หน่วยงาน	จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	พื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	เฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อตารางเมตร (kWh/m^2)	ก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ (t $eCO2/m^2$)
หน้าธรรมสถาน	5,553,818	927.51	5,987.88	3.65
หน้าคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	3,354,545	9,923.52	338.04	0.21
อาคารภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	989,455	2,903.60	340.77	0.21

หน่วยงาน	จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	พื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	เฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อตารางเมตร (kWh/m^2)	ก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ ($t\ eCO2/m^2$)
อาคารวิจัยพัฒนาและบริการด้านสัตวแพทยศาสตร์	3,673,091	13,213.00	277.99	0.17
อาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	717,420	2,687.59	266.94	0.16
อาคารจุฬาพัฒน์ 6 คณะสหเวชศาสตร์	74,724	350.97	212.91	0.13
อาคารภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร	447,273	2,201.28	203.19	0.12
อาคารคลุ้ม วัชโรบล	1,292,727	7,274.89	177.70	0.11
อาคารฉุกเฉินสัตว์ป่วยหนัก คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	150,410	869.19	173.05	0.11
อาคารจุฬาพัฒน์ 7 คณะวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา	359,555	2,099.94	171.22	0.10
อาคารศูนย์สัตว์ทดลอง	1,064,727	6,568.90	162.09	0.10
อาคารจามจุรี 5	1,644,000	11,685.45	140.69	0.09
อาคารแถบ นีละนิธิ	1,346,182	10,029.91	134.22	0.08
อาคารประชาธิปก - รำไพพรรณี	636,000	4,618.85	137.70	0.08
อาคารเปรมบุรฉัตร	737,455	5,801.84	127.11	0.08
หน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์	7,817,661	56,112.81	139.32	0.08
หน้าคณะวิทยาศาสตร์	13,136,727	102,600.93	128.04	0.08
อาคารปฏิบัติการ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	552,000	4,272.13	129.21	0.08
อาคารวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	1,420,364	12,368.47	114.84	0.07
หน้าสนามกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,990,182	25,685.69	116.41	0.07
อาคารวิศวกรรมศาสตร์ 3	1,642,909	14,469.88	113.54	0.07
อาคารมหาธีรราชานุสรณ์	2,416,364	22,125.98	109.21	0.07
อาคารอนุสรณ์ 50 ปี คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	772,364	6,484.50	119.11	0.07
อาคารจุฬาพัฒน์ 3 คณะสหเวชศาสตร์	96,021	981.88	97.79	0.06
อาคารจุฬาพัฒน์ 1คณะสหเวชศาสตร์	361,791	3,828.18	94.51	0.06
คณะทันตแพทย์ศาสตร์	5,263,200	53,789.02	97.85	0.06
อาคารบริการ	215,129	2,023.32	106.32	0.06
อาคารมหาจักรีสิรินธร	1,348,364	13,116.34	102.80	0.06
อาคารจุฬาพัฒน์ 2	165,744	2,123.23	78.06	0.05
อาคารจุฬาพัฒน์ 4	185,684	2,429.75	76.42	0.05
อาคารสถาบัน 2 และ 3	1,737,818	21155.9	82.14	0.05
อาคารโรงอาหารหอพักนิสิต	99,776	1,276.81	78.14	0.05

หน่วยงาน	จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	พื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	เฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อตารางเมตร (kWh/m^2)	ก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ ($t\ eCO2/m^2$)
อาคารภาควิชาธรณีวิทยาและภาควิชาพฤษศาสตร์	906,545	10,996.18	82.44	0.05
อาคารวิศวกรรมศาสตร์ 5	818,182	9,570.37	85.49	0.05
อาคารเทพทวาราวดี	1,129,091	15,237.52	74.10	0.05
อาคารเรียนรวม คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	2,248,800	25,776.45	87.24	0.05
อาคารศูนย์ปฏิบัติการวิจัย คณะเภสัชศาสตร์	807,997	10,182.18	79.35	0.05
กลุ่มอาคารหอพัก ซอยจุฬาลงกรณ์ 13	3,008,727	47,511.13	63.33	0.04
อาคารบรมราชชนนีศรีศตพรรษ	829,091	12,385.83	66.94	0.04
อาคารจามจุรี 9	3,063,273	46,603.04	65.73	0.04
อาคารวิศวกรรมนิวเคลียร์	360,000	6,061.84	59.39	0.04
อาคารเอนกประสงค์ โรงเรียนสาธิตฯฝ่ายมัธยม	492,000	8,445.22	58.26	0.04
อาคารจามจุรี 8	266,400	3,944.64	67.53	0.04
อาคารศศาปาฐศาลาและอาคารศศพล สถาบันบริหารธุรกิจศศินทร์	1,860,000	26,315.98	70.68	0.04
อาคาร 3,4 มศว.ปทุมวัน (เดิม)	132,000	2,730.54	48.34	0.03
อาคารวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและจักรพงษ์	183,273	3,809.03	48.12	0.03
อาคารสถาปัตยกรรมศาสตร์ 1 และ นารถ โพธิประสาท	930,545	17,372.33	53.56	0.03
อาคารครุศาสตร์ 3 คณะครุศาสตร์	536,727	10,862.60	49.41	0.03
อาคารพินิตประชานารถ	489,818	10,470.12	46.78	0.03
อาคารล็อกเกอร์ สำนักวิชาวิทนาศาสตร์การกีฬา	8,821	197.75	44.61	0.03
หน้าคณะเภสัชศาสตร์	1,308,000	23,210.26	56.35	0.03
อาคารเรียนและปฏิบัติการ คณะเภสัชศาสตร์	351,997	6,568.90	53.59	0.03
อาคารจุฬาวิชช์ 1	124,364	3,936.29	31.59	0.02
ชั้น 5 อาคารจุฬาวิชช์ 1	25,466	656.05	38.82	0.02
ชั้น 4 อาคาร 50 ปี คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	120,047	4,272.13	28.10	0.02
ไฟสนามหญ้าหอประชุม	89,534	4,638.88	19.30	0.01
อาคารจุฬาพัฒน์ 5	30,377	1,389.91	21.86	0.01
ชั้น 5 ตึกอำนวยการ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	57,927	2,616.92	22.14	0.01
อาคารสัตวแพทย์เก่า คณะสัตวแพทย์ศาสตร์	12,047	801.24	15.04	0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงาน	จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	พื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	เฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าต่อตารางเมตร (kWh/m^2)	ก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ ($t\ eCO2/m^2$)
อาคารแว่นแก้ว (คลังเก็บเอกสาร)	7,349	1,216.70	6.04	0.00

จากตาราง 4.10 การใช้ไฟฟ้าของอาคารและสถานที่รอบอาคารคำนวณโดยนำค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการใช้ไฟฟ้าหารด้วยจำนวนพื้นที่อาคารในแต่ละอาคารหรือกลุ่มอาคาร ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สถานที่ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือพื้นที่บริเวณธรรมสถานคือ 3.65 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ เนื่องจากเป็นพื้นที่อยู่ใกล้ประตูเข้าขออกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจึงมีการใช้ไฟส่องสว่างปริมาณมากประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวมีกิจกรรมในเวลาเย็น และอันดับ 2 ได้แก่อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และอาคารภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลโดยมีการปล่อย 0.21 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ และอันดับ 3 ได้แก่อาคารอาคารวิจัยพัฒนาและบริการด้านสัตวแพทยศาสตร์ที่มีการปล่อย 0.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 การคำนวณการใช้ทรัพยากรทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรทั้งหมดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสามารถนำมาคำนวณเพื่อหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยแบ่งตามขอบเขต ซึ่งทำให้สามารถทราบได้ว่าในขอบเขตที่ 1 ส่วนที่มีการปล่อยมากที่สุดคือการเผาไหม้ของก๊าซหุ้งต้ม และในขอบเขตที่ 2 คือการใช้ไฟฟ้าภายในของมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (แสดงค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

แบ่งตามประเภท	ปีการศึกษา 2558
ขอบเขตที่ 1	
การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะของมหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยเป็นผู้รับผิดชอบโดยนิสิตและบุคลากร	373.5
การใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของทางมหาวิทยาลัย	27.2
การเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม (LPG)	699.9
ปริมาณการเติมสารทำความเย็น	271.7
ปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้	0.29
ปริมาณการใช้ปุ๋ย	173.1
รวม	1,545.7
ขอบเขตที่ 2	
การใช้ไฟฟ้า	53,409.2
รวมทั้งหมด	54,954.9

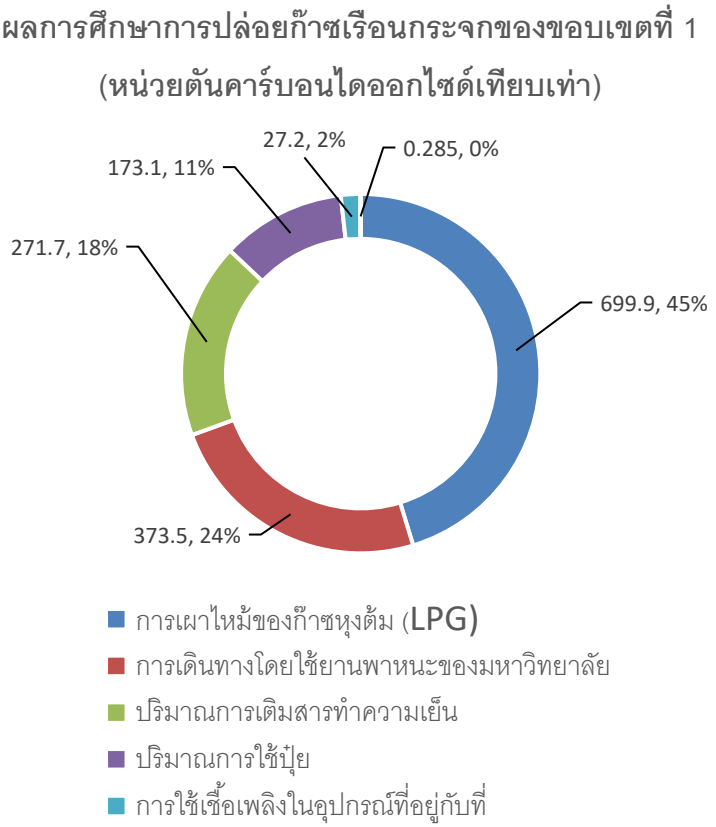
4.5 สรุปผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก

4.5.1 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขอบเขตที่ 1

ในขอบเขตที่ 1 ซึ่งเป็นทำเกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีดังนี้

- การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะของมหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยเป็นผู้รับผิดชอบ (ลิตร)
- การใช้เชื้อเพลิงในอุปกรณ์ที่อยู่กับที่ของทางมหาวิทยาลัย (ลิตร)

- การเผาไหม้ของก๊าซหุงต้ม (LPG) จากโรงอาหาร (กิโลกรัม)
- ปริมาณการเติมสารทำความเย็น (กิโลกรัม)ปริมาณสารดับเพลิงที่ใช้ (กิโลกรัม)
- ปริมาณการใช้ปุ๋ย (กิโลกรัม)



รูปที่ 4.8 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกงขอบเขตที่ 1 พบว่าการใช้ก๊าซหุ้งต้มภายในมหาวิทยาลัยเป็นสัดส่วนที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด ซึ่งมาจากโรงอาหารส่วนกลางของมหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 46 หรือ 699.9 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การเดินทางโดยใช้ยานพาหนะของมหาวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยเป็นผู้รับผิดชอบเป็นกิจกรรมที่ส่วนสัดส่วนทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับ2 ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้มีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ แก๊สโซฮอล์ 91 แก๊สโซฮอล์ 95 และน้ำมันดีเซล ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 373.54 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปีการศึกษา 2558 โดยสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากน้ำมัน ดีเซลคิดเป็นร้อยละ 72 และการรั่วไหลของสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศเป็นกิจกรรมที่มีส่วนสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับที่ 3 ซึ่งสารทำความเย็นที่ใช้มี 2 ประเภทได้แก ชนิด R-22 และ R-410a ซึ่งสามารถ คำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ทั้งหมด 271.7 ตัน

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากสารทำความเย็นชนิด R-22 มีสัดส่วนสูงกว่า R-410a คิดเป็นร้อยละ 99.9 ส่วนกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าวเรือนกระจกสูงเป้นอันดับ 3 ได้แก่การใช้ปุ๋ยซึ่งคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ 173.1 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยส่วนใหญ่เกิดจาการปล่อย N_2O จากการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์

4.5.2 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขอบเขตที่ 2

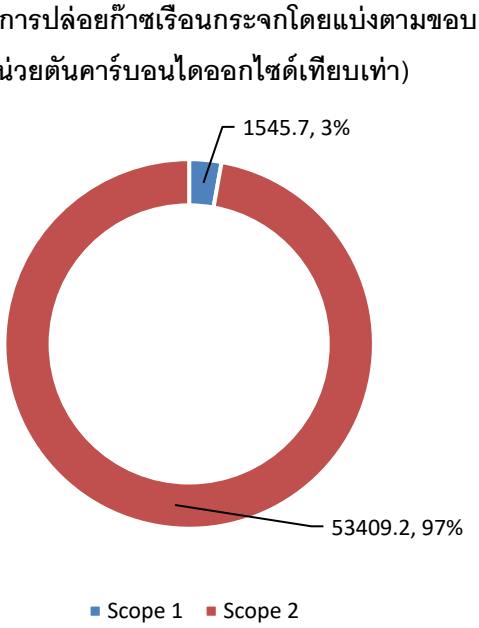
พลังงานไฟฟ้าทีใช้ในมหาวิทยาลัยเป็นกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงเนื่องจากมีกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในอาคารสูงมากโดยเฉพาะระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง รวมทั้งการใช้อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน อุปกรณ์วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์สำนักงาน และอุปกรณ์อิเลคโทรนิกต่างๆ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์ การคำนวณโยรวบรวมใบเสร็จของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งในขอบเขตนี้มีการทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงถึงร้อยละ 97 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั้งมหาวิทยาลัย หรือเท่ากับ 53,409.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปีการศึกษา 2558

4.5.3 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแยกตามขอบเขตที่ 1 และ 2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยในขอบเขตที่ 1 โดยนำจำนวนบุคลากรและนิสิตในมหาวิทยาลัยมาหารค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ทำให้ได้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนในขอบเขตที่ 1 ส่วนในขอบเขตที่ 2 ซึ่งแบ่งตามอาคาร นำพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดมาหารเพื่อให้ได้เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อพื้นที่ในขอบเขตที่ 2 ซึ่งสรุปได้ว่าโดยรวมแล้วในขอบเขตที่ 1 หน่วยงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากส่วนใหญ่จะเป็นหน่วยงานที่มีพื้นที่มากและมีการใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศเยอะ แต่จำนวนบุคลากรน้อยทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนเป็นจำนวนมากเช่น สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมและสถาบันไทยศึกษา ซึ่งปล่อยเป็น 0.94 และ 0.87 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนตามลำดับ ส่วนในขอบเขตที่ 2 จะแบ่งตามอาคารโดยนำพื้นที่ใช้สอยมาใช้คำนวณ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ ที่ใช้ไฟฟ้าเยอะจะเป็นพื้นที่ไฟส่วนรวมและคณะที่มีการประกิบกิจกรรมทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน รวมถึงคณะที่เรียนเกี่ยวกับด้านไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ ไฟฟ้าบริเวณรอบๆธรรมสถานที่ส่องสว่างตลอดคืน คณะสถาปัตยกรรมที่มีการประกอบกิจกรรมทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน รวมถึงภาควิชาไฟฟ้า ที่มีห้องปฏิบัติการด้านไฟฟ้า ที่ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าสูงผิดกว่าปกติที่ควรจะเป็นเมื่อเทียบกับคณะอื่นๆ

4.5.4 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามขอบเขตทั้งหมด

การวิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 และ 2 โดยใช้ตารางคำนวณบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่ได้มีการออกแบบโดยมีการวัดค่าเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MT CO2(e)) โดยหน่วยนี้จะเป็นหน่วยที่ใช้ในกระวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของขอบเขตที่ได้ทำการศึกษา



รูปที่ 4.9 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามขอบเขต

จากข้อมูลปีการศึกษา 2558 ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยวัดจากขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดพบว่าได้มีการปล่อยโดยรวมเท่ากับ 54,955 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการปล่อยส่วนใหญ่เกิดจากขอบเขตที่ 2 มากที่สุดเท่ากับ 53,409.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ 97 เปอเซนต์ของทั้งหมด

4.5.5 ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อคิดต่อจำนวนนิสิตและบุคลากร ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 45,245 คน ในปีการศึกษาพ.ศ. 2558 จะมี ค่าเท่ากับ 1.21

ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ 1 คน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยอื่นๆทั้งในประเทศและต่างประเทศแสดงได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อย GHGต่อจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัย

องค์กร	จำนวนนักศึกษาและบุคลากร (คน)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพรินท์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)				ปริมาณ GHG ต่อจำนวนคน (ตันคาร์บอน ไดออกไซด์เทียบเท่า)
		ขอบเขตที่ 1	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3	รวม	ทั้งหมด
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	45,245	1,545.65	53,409.2	-	54,954.85	1.21
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	21,240 (เฉพาะนักศึกษา)	1,692.73	31,271.00	1,391.00	34,354.83	1.62
City Univ. London	12,861	-	10,686.00	1,597.00	12,283.00	0.96
University of Glasgow	23,590	-	27,000.00	-	27,000.00	1.14
University of Cape Town	21,175	14,855.00	69,083.00	987.00	84,925.00	4.01
University of Texas at Arlington	25,297	-	88,830.00	-	98,700.00	3.9
University of Delaware	19,359	33,336.00	116,614.00	2,592.00	152,542.00	7.88
University of Maryland	36,014	118,466.00	224,733.00	7,946.00	351,145.00	9.75
Rice University	5,061	-	31,986.00	-	69,032.00	13.64
Harvard University	29,900	-	192,230.00	-	192,230.00	6.43
University of Connecticut	20,229	24,248.00	171,993.00	1,512.00	197,753.00	9.78
Purdue University	39,102	-	378,400.00	-	668,800.00	17.1
Hollins University	1,039	1,000.00	16,874.00	212.00	18,086.00	17.41
University of Pennsylvania	26,537	25,548.00	317,000.00	5,750.48	348,298.00	13.13
Yale University	11,851	34,904.00	244,814.00	11,236.00	290,954.00	24.55
Vanderbilt University	11,577	53,308.00	247,877.00	1,232.00	302,417.00	26.12
Massachusetts IT	5,909	16,407.00	195,861.00	2,807.00	215,075.00	36.4

ซึ่งจากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่ามหาวิทยาลัยอื่นๆในต่างประเทศในขอบเขตที่ 2 เนื่องจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อนจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงและอบอุ่นตลอดปี เทียบกับมหาวิทยาลัยอื่นๆในต่างประเทศซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำมากทำให้มหาวิทยาลัยเหล่านี้ต้องมีการใช้พลังงานในการสร้างความอบอุ่นในพื้นที่อาคารเพิ่มมากขึ้นในฤดูหนาวทำให้

ปริมาณคาร์บอนฟุตพรินท์ต่อจำนวนคนนั้นสูงมากกว่า นอกจากนี้มหาลัยบางแห่งมีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมอื่นๆในขอบเขตที่ 3 เช่นการเดินทางของบุคลากรและนักศึกษาจึงทำให้มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงมากขึ้นด้วย

4.6 นโยบายและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก

การที่มหาวิทยาลัยจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนได้จำเป็นต้องมีการวางแผนในการลดใช้พลังงานทั้งระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านต่างๆ เช่น การใช้พลังงานงานจากการขนส่ง การกำจัดของเสีย และการใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น ดังนั้นปัจจัยที่จะต้องคำนึงในการวางมาตรการทั้งระยะสั้นและระยะยาว ได้แก่

- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้
- ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ
- ค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรหรือค่าดำเนินงาน

ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้มีการจัดทำแผนนโยบายของมหาวิทยาลัยรวมทั้งการวิจัยศึกษาหรือพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาใช้ในมหาวิทยาลัย โดยบางนโยบายนั้นทางหมาวิทยาลัยมีการจัดทำอยู่แล้วแต่ยังไม่ครบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัยจึงมีการเขียนแนวทางเพื่อให้มีการดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ดังนี้

1) การจัดทำหลักสูตร/วิชาเรียนเกี่ยวกับด้าน Climate Change ซึ่งเป็นการวิชาเรียนที่มุ่งเน้นการสอนเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (สภาวะโลกร้อน) กิจกรรมที่เป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การคำนวณการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการปลับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งเทคโนโลยีการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาที่จะก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเพื่อให้นิสิต/บุคลากรได้ตระหนักถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2) ส่งเสริมนโยบาย 3R ภายในมหาวิทยาลัยและพื้นที่รอบมหาวิทยาลัย โดยส่งเสิมความตระหนักในด้านการลดการใช้ทรัพยากรโดยใช้หลักการ 3R คือการลดการใช้ (Reduce) การใช้น้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) โดยลดการใช้พลังงานในสำนักงาน อาคารเรียน หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดขยะ ใช้ซ้ำก่อนเพื่อลดปริมาณขยะ

และการรีไซเคิลวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วย แก้ว พลาสติก โลหะ หรือกระดาษ เท่าที่จะเป็นไปได้ รวมทั้งการหมุนเวียนนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ในมหาวิทยาลัย เช่น การผลิตปุ๋ยหมักจากใบจามจุรี การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร การลดใช้ภาชนะประเภทใช้แล้วทิ้งภายในมหาวิทยาลัย เช่น โฟม พลาสติก กระดาษ เป็นต้น

3) สนับสนุนกิจกรรม/รณรงค์การลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยจัดแผนนโยบายให้กับมหาวิทยาลัย เช่น กิจกรรมรณรงค์ให้นิสิต/บุคลากรใช้จักรยานส่วนกลางของมหาวิทยาลัย 1 วัน หรือการรณรงค์การใช้ระบบขนส่วนรวมของมหาวิทยาลัย ซึ่งได้แก่ รถ ปอพ. ซึ่งจากรายงานของ ((MTEC), 2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานในการขับเคลื่อนของรถยนต์ประเภทเชื้อเพลิงเบนซินประเภท euro 5 ตลอดอายุการใช้งานในระยะเท่ากันจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก 29.8 ตันเทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซต์ในขนาดที่รถที่ยานยนต์ไฟฟ้า (รถ ปอพ.) ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก 13 ตันเทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซต์ ซึ่งมีส่วนต่างของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ถึง 16.8 ตันเทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซต์ ดังนั้นการจัดนโยบายเพื่อให้บุคลากรลดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลภายในมหาวิทยาลัยจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ทำได้ทันทีและส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างชัดเจน ดังข้อมูลที่กล่าวมา

4) ลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในออฟฟิส เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ โดยให้งดการใช้ในช่วงก่อน 8 โมงเช้า ช่วงเวลา 11.30 น. – 13.00 น. และหลัง 16.30 น. เป็นต้นไปซึ่งจากแผนสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) รายงานว่าควรมีการลดใช้พลังงานโดยรวมอย่างน้อยร้อยละ 10 ซึ่งการปิดไฟหนึ่งชั่วโมงจะทำให้ประหยัดไฟได้ถึง 0.84 kWh ต่อชั่วโมงต่อหนึ่งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งคือ 306.6 kWh ต่อปีซึ่งหมายถึงถ้าในหนึ่งสำนักงานมีเครื่องปรับอากาศ 10 เครื่องและปิดเครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมงทุกวันจะทำให้ลดการเกิดคาร์บอนฟุต พริ้นท์ได้ถึง 1.87 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5) จัดทำแผนรณรงค์การลดใช้ไฟฟ้าต่อเนื่อง โดยให้บุคลากร นิสิต และ อาจารย์ในหน่วยงานต่างๆมีส่วนร่วม โดยให้รางวัลหากสามารถลดได้ถึงจุดที่กำหนดโดยนโยบายนี้เป็นการส่งเสริมให้บุคลากร นิสิต และอาจารย์ได้มีส่วนร่วมในการลดใช้พลังงานอย่างสมัครใจ เพื่อให้ก่อเกิดจิตสำนึกและตระหนักถึงการอนุรักษ์พลังงานและลดสภาวะโลกร้อนในอนาคต โดยมีงบประมาณด้านมหาลัยสีเขียวมาสนับสนุนให้กับคณะ/องค์กรที่ทำ

ได้ตามเป้าหมาย เพื่อนำงบประมาณที่ได้นี้ไปปรับปรุงสถานที่ทำงาน/คณะของตนเองให้เป็นไปตามนโยบายสีเขียวมากขึ้น

4.6.1 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1

1) การลดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร

- ปรับเปลี่ยนนโยบายของโรงอาหารให้ลดการใช้ก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหารภายในโรงอาหารเพื่อลดการใช้ LPG โดยมีแรงจูงใจเป็นการต่อสัญญาและการลดค่าต่อสัญญาหากสามารถงดหรือลดการประกอบอาหารภายในมหาวิทยาลัยได้ สำหรับร้านอาหารสำเร็จรูป (ข้าวแกง) ที่สามารถประกอบอาหารสำเร็จแล้วนำมาตักแบ่งขายได้เลยโดยไม่จำเป็นต้องใช้ก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหารภายในมหาวิทยาลัย ส่วนร้านอาหารตามสั่งถ้าสามารถประกอบอาหารบางส่วนให้สำเร็จก่อนแล้วมาประกอบอาหารเพิ่มเล็กน้อย ในกรณีที่ร้านค้าที่ต้องใช้แก๊สหุงต้มตลอดเวลา เช่นร้านขายก๋วยเตี๋ยว หรือสนับสนุนให้ร้านค้าอุ่นอาหารโดยใช้เตาไฟฟ้าแทนได้
- ให้ผู้รับเหมาเข้ามาประกอบกิจการที่โรงอาหารแทนมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการลดภาระและลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากเนื่องจากการเปลี่ยนผู้รับเหมาถือเป็นการให้ผู้ที่อยู่นอกองค์กรดูแล ทำให้ไม่ต้องนำปริมาณก๊าซหุงต้มที่ใช้ไปคำนวณรวมในขอบเขตที่หนึ่งของมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นการลดการเกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาลัยได้เช่นกัน
- ติดตั้งระบบผลิตไบโอแก๊สจากเศษอาหารโดยปัจจุบันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ศึกษาทดลองติดตั้งระบบผลิตไบโอแก๊สต้นแบบ ซึ่งสามารถผลิตไบโอแก๊สได้ 80 กิโลกรัมต่อวัน โดยถ้าเรานำไบโอแก๊สนี้ไปใช้แทนก๊าซหุงต้มภายในโรงอาหารได้ โดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีถังไบโอแก๊สทั้งหมด 3 แห่ง ซึ่งผลิตและทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 240 กิโลกรัม ซึ่งสามารถลดคาร์บอนฟุตพรินต์ที่จะเกิดขึ้นได้ 0.75 ตันคาร์บันไดออกไซด์เทียบเท่าต่อวัน หรือ 273.75 ตันคาร์บันไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และในอนาคตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีโครงการที่จะสร้างระบบผลิตไบโอแก๊สขนาดเล็กไว้ทุกโรงอาหารซึ่งมีทั้งหมด 10 โรงอาหาร รวมจากของเดิม เป็น 13 แห่ง ทำให้มีกำลังผลิตไบโอแก๊ส 1,040 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 379,600 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งลดการเกิดคาร์บอนฟุตพรินต์ได้ถึง 1,180.6 ตันคาร์บันไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

2) แนวทางการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ

การปรับเปลี่ยนทางจักรยานภายในมหาวิทยาลัยเพื่อให้มีความปลอดภัยและสะดวกยิ่งขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันทางจักรยานของมหาวิทยาลัยไม่เป็นสัดส่วน และไม่ต่อเนื่องกันตลอดทั้งเส้นทาง รวมถึงการข้ามฝั่งระหว่างมหาวิทยาลัยที่ลำบากทำให้ไม่เป็นที่นิยมในหมู่นิสิต จึงควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ง่ายและปลอดภัยต่อนิสิตมากขึ้นปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของรถยนต์โดยใช้เครื่องยนต์ Hybrid ประเภท NGV จากรายงานวิจัยการศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย ((MTEC), 2558) สำหรับยานพาหนะที่มหาวิทยาลัยเป็นผู้จ่ายค่าเชื้อเพลิงควรมีการเปลี่ยนเครื่องยนต์ให้สามารถใช้เป็นก๊าซ NGV เนื่องจากเครื่องยนต์ NGV ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก 21.6 ตันเทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซต์ ซึ่งน้อยกว่าเครื่องยนต์เบนซินถึง 8.2 เทียบเท่าของคาร์บอนไดออกไซต์

ซึ่งถ้านำมาใช้ในมหาวิทยาลัยน่าจะเป็นไปได้เพราะว่า แต่ละคณะ หรือ สำนักงาน ก็มีรถที่เป็นรถของคณะที่ยังใช้น้ำมันเบนซินและรถเหล่านี้ต้องนำไปวิ่งนอกมหาวิทยาลัยซึ่งมีระยะทางไกล ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันและก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก การลงทุนเพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์จึงเป็นนโยบายที่มีความคุ้มทุนในระยะยาว ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การปลดปล่อยสารมลพิษตลอดช่วงอายุ

Fuel technology	Fuel consumption (Lge/100km)	GHG (tCO_2-eq)			NO_x (t)		SO_x (kg)		PM(t)	
		WTT	TTW	WTW	WTT	TTW	WTT	TTW	WTT	TTW
2010 New gasoline vehicle (Euro 5)	6.2	4.5	25.3	29.8	1E-03	9.0	1.8	9.3	8E-05	0.8
2010 Advanced diesel vehicle (Euro 5)	5.8	3.2	24.1	27.3	8E-04	27.0	1.5	43.5	6E-05	0.8
2010 Hybrid vehicle (Euro 5)	4.5	3.2	18.4	21.6	9E-04	9.0	1.3	6.8	6E-05	0.8
2010 EV – coal electricity	2.2	25.1	0	25.1	3E-02	0	18.7	0	2E-03	0
2010 EV – NG electricity	2.2	13.0	0	13.0	6E-03	0	4.7	0	4E-04	0
2020 FCEV – coal electricity	5.4	60.8	0	60.8	6E-02	0	45.2	0	6E-03	0

3) แนวทางการลดจากการรั่วของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากข้อต่อท่ออุปกรณ์ (น้ำยาแอร์)

- การเปลี่ยนสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ ซึ่งปัจจุบันสารทำความเย็นประเภท R22 , R410a ที่มีการใช้อยู่มากภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นสารทำความเย็นที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก ซึ่งงานศึกษาของ (Linjia Zhao, 2015) ได้แบ่งระดับการเกิดก๊าซเรือนกระจกโดย R22 และ R410a ก่อเกิดก๊าซเรือนกระจกมาก ส่วน R32 ก่อเกิดก๊าซเรือนกระจกปานกลาง และ R161 และ R290 ก่อเกิดก๊าซเรือนกระจกต่ำ โดยการศึกษาพบว่าถ้ามีการเปลี่ยนการใช้สารทำความเย็นจากประเภทที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงเป็นประเภทที่ก่อให้เกิดจำนวนน้อยจะสามารถลดคาร์บอนฟุตพรินท์ได้ถึง 55.9 เปอร์เซ็นต์ โดยถ้านำมาปรับใช้กับมหาวิทยาลัย เช่นนำตัว R290 หรือ R161 จะลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของสารทำความเย็นชนิดต่างๆ

Process	Unit	R22	R410A	R32	R161	R290
Total	kg CO_2-Equiv.	1261.01	1180.73	715.21	570.53	541.58
	%[a]	44.13	52.44	23.24	0.12	≈0
Production	kg CO_2-Equiv.	6.09	6.72	0.73	0.15	0.07
	%	91.28	92.18	48.05	0.76	≈0
Filling in RACs	kg CO_2-Equiv.	10.77	13.85	1.79	1.20	1.26
	%	87.42	90.54	33.23	0.17	≈0
Service	kg CO_2-Equiv.	719.66	584.87	550.89	568.47	540.25
	%	2.37	4.31	0.63	≈0	≈0
Disposal	kg CO_2-Equiv.	524.48	575.28	161.80	0.70	0.002
	%	≈100	≈100	≈100	99.91	73.60

หมายเหตุ: a คือ สัดส่วนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบทางตรง

4) แนวทางการลดจากการใช้ปุ๋ย

สนับสนุนและเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ปุ๋ยหมักของมหาวิทยาลัยให้หน่วยงานต่างๆภานในมหาวิทยาลัยเพื่อนำไปใช้แทนการซื้อปุ๋ยเคมีมาใช้ภายในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการลดต้นทุนและลดการเกิดมลพิษจากปุ๋ยเคมี ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักธรรมชาตินั้นในจำนวนเท่ากันกับปุ๋ยเคมีจะพบว่ามีการทำให้เกิดคาร์บอนฟรุทพริ้นท์น้อยกว่าถึง 6 เท่า ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีในการลดการเกิดคาร์บอนฟรุทพริ้นต์ขององค์กรได้เป็นอย่างดี

4.6.2 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า (ขอบเขตที่ 2)

1) จัดกิจกรรมเรื่องการลดใช้พลังงาน ภาวะโลกร้อนเพื่อให้นิสิต/บุคลากรได้เข้าร่วมและมีส่วนร่วม โดยเสนอเป็นชั่วโมงกิจกรรมให้แก่นิสิตที่เข้าร่วมหรือช่วยในการจัดโครงการเพื่อเป็นการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับด้าน climate change และการลดใช้พลังงาน
2) ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศของห้องให้อยู่ที่ 25 องศา เพื่อเป็นการลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากแผนสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ได้รายงานว่า การปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียล จะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 10 เปอเซนต์ต่อปีและลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ถึงร้อยละ 10 ต่อปีเช่นกัน และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียลเป็นอุณหภูมิที่อุณหภูมิที่เท่ากับอุณหภูมิของห้องที่จะสามารถเพียงพอให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป
3) ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าว่าในส่วนใดมีการใช้ไฟฟ้ามากเป็นพิเศษและบำรุงซ่อมแซมให้กลับมามีสภาพปกติการซ่อมแซมและบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าจะช่วยทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถกลับมาทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และลดการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสามารถทำได้ในทันที
4) ลดการใช้น้ำเพื่อเป็นการลดภาระของเครื่องสูบน้ำการลดการใช้น้ำเพื่อลดภาระของเครื่องสูบน้ำที่ต้องสูบน้ำเพื่อขึ้นไปเก็บในถังสำรองด้านบน ซึ่งถ้าลดการเปิดน้ำก็จะลดการใช้ไฟฟ้าในส่วนนี้ได้ด้วย
5) การออกแบบอาคารสีเขียวโดยการออกแบบอาคารให้เหมาะสม เช่น วางผังและทิศทางที่ตั้งของอาคารให้ถูกต้องสัมพันธ์กับทิศทางการรับแสงแดด คำนวณอุปกรณ์บังแดดให้กับอาคารด้วยขนาดที่เหมาะสม การใช้แสงธรรมชาติช่วยในการส่องสว่างเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
6) การใช้เทคโนโลยีการก่อสร้างที่เหมาะสม คือการพิจารณากรรมวิธีการก่อสร้าง ต้องพิจารณาวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อลดเวลาในการก่อสร้าง
7) จัดโครงสร้างพื้นฐานของอาคารโดยออกแบบให้ป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการอุดช่องว่างของผนัง การอุดรอยขอบและบานหน้าต่างต้องไม่มีช่องว่างที่จะทำให้ความเย็นออกไป การติดตั้งม่าน แผ่นหรือฟิล์มกรองแสงเพื่อลดความร้อนในตัวอาคาร หรือติดตั้ง

ฉนวนกันความร้อนเพื่อกันความร้อนเข้าอาคาร รวมถึงการใช้กระจกแบบ 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร

8) การปรับเปลี่ยนระบบสาธารูปโภค เช่น การติดตั้งระบบน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์จากการเก็บและจ่ายน้ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไปสูบและจ่ายน้ำภายในอาคาร หรือการใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เพื่อลดการสูญเสียอย่างเปล่าประโยชน์ด้วยการตรวจเช็คเป็นประจำ

9) การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เป็นแบบที่มีประสิทธิภาพดีกว่า และมีฉลากเบอร์ 5 ตราสัญลักษณ์เบอร์ 5 ที่สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.) ได้เป็นผู้ตรวจสอบและดูแลซึ่งจะมีค่าประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นจาก EER 10.6 เป็น EER 11 ซึ่งสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ ร้อยละ 5 ซึ่งการลดการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 5 สามารถแปรผันทำจำนวนตันต่อคาร์บอนเทียบเท่าได้อีกด้วย

ตารางที่ 4.15 การเปรียบเทียบข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ ในกลุ่มขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง

ยี่ห้อ	ข้อมูลตามแค็ตตาล็อก			ข้อมูลตามฉลากเบอร์ 5 ที่ติดข้างเครื่อง (2008)			ผลการทดสอบที่วัดได้จริงจาก EEI			ความแตกต่าง EEI (%)		ผ่านเกณฑ์เบอร์ 5
	Cooling Capacity (Btu/hr)	Power Input (Watt)	EER (Btu/hr/W)	Cooling Capacity (Btu/hr)	Power Input (Watt)	EER (Btu/hr/W)	Cooling Capacity (Btu/hr)	Power Input (Watt)	EER (Btu/hr/W)	เทียบกับค่าตามฉลาก	เทียบกับมาตรฐานเบอร์ 5	
P	18,984	1,649.8	**11.51**	18,984.37	n/a ไม่มีการระบุข้อมูลไว้บนฉลาก	**11.51**	18,028.67	1,669.10	10.80	-6.2	-1.8	ไม่ผ่าน
D	17,750	1,580	**11.23**	17,358.89		**11.01**	16,772.03	1,577.10	10.63	-3.5	-3.4	ไม่ผ่าน
S	18,255	1,607	**11.36**	18,225.54		**11.45**	16,318.23	1,468.10	11.12	-2.9	1.1	ผ่าน
L	18,912	1,655	**11.40**	18,937.62		**11.41**	17,732.51	1,659.40	10.69	-6.3	-2.8	ไม่ผ่าน
M	17,539	1,580	**11.35**	17,539.73		**11.35**	17,271.54	1,539.50	11.22	-1.1	2.0	ผ่าน

(ที่มา : รายงานโครงการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย (พ.ศ. 2552)

10) การลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสำนักงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เครื่องแฟกซ์ เครื่องถ่านเอกสาร โดยให้ใช้เป็นของส่วนรวม ซึ่งทุกคนสามารถใช้ร่วมกันได้ ซึ่งนอกจากจะประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อ/ซ่อมบำรุงแล้วยังสามารถลดการใช้พลังงานและลดกาปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย

11) การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีตราสัญลักษณ์เบอร์ 5 ที่สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (สฟอ.) ได้เป็นผู้ตรวจสอบและดูแลซึ่งจะมีค่าประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นจาก EER 10.6 เป็น EER 11 ซึ่งสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ ร้อยละ 5 ซึ่งการลดการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 5 สามารถแปรผันจำนวนตันต่อคาร์บอน

เทียบเท่าได้อีกด้วย หรือทำการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอดแบบ LED เพื่อประหยัดพลังงาน จากรายงานของกระทรวงพลังงานได้กล่าวไว้ว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดจะเทียบเท่าหลอดไฟ LED 1 แผง ซึ่งสามารถทำให้ประหยัดพลังงานได้มากถึง 3 เท่าและลดคาร์บอนฟุตพรินท์ที่จะเกิดขึ้นได้ถึง 3 เท่าด้วยเช่นเดียวกัน หรือเปลี่ยนฉนวนกันความร้อนเป็นตัวที่มีความหนามากและค่าการนำความร้อนต่ำซึ่งจะทำให้ค่ากันความร้อนสูง โดยอ้างอิงจากคู่มือกรมอนุรักษ์พลังงาน โดยเมื่อคิดคำนวณค่าไฟฟ้าที่ 3.8 บาทต่อยูนิต ทดสอบกับห้องขนาด 4 x 4 เมตร ติดฉนวนกับไม่ติดฉนวนในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ 12000 BTU เปิดแอร์ 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียล ในเดือนเมษายน และมีความชื้นสัมพันธ์ 50 เปอร์เซนต์ พบว่าช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้มากถึง 47 เปอร์เซ็นต์

12) ปรับปรุงระบบ HVAC (IPCC, 2008) ปรับปรุงระบบ HVAC โดยติดตั้งมอนิเตอร์เพื่อตรวจสอบความร้อนภายในระบบ รวมถึงการใช้ระบบระบายอากาศ ระบบระบายความร้อน ลดความเร็วพัดลมเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดพลังงาน รวมถึงควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในตึกโดยสามารถลดการใช้พลังงานของระบบ HVAC ได้ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์

13) ติดตั้ง PIR Light Sensor การติดตั้ง PIR light sensor ซึ่งคือตัวตรวจสอบ motion sensor และ body heat sensor เมื่อมีคนก้าวเข้ามาในบริเวณติดตั้งโมไฟ ไฟจะเปิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติและเมื่อก้าวออกไปจากพื้นที่ไฟก็จะดับลง ในระยะเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่ง PIR light sensor เหมาะสำหรับบริเวณที่มักลืมปิดไฟหรือบริเวณที่ต้องการเปิดไฟเฉพาะตอนเวลากลางคืนที่มีการเดินผ่าน โดยไม่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อเป็นการลดการใช้พลังงาน โดย PIR light sensor จะมี photo cell CDS (Cadmium Sulfide) ตรวจสอบอัตโนมัติหากมีแสงสว่างเพียงพอหลอดไฟจะไม่ติดเพื่อการประหยัดพลังงาน สามารถปรับตั้งค่าแสง (LUX Control Level) ได้ตามต้องการ ว่าจะให้โคมไฟทำงานในปริมาณแสงเท่าใด โดยเลือกปรับได้ตั้งแต่สว่างที่สุดจนถึงมืดที่สุด ซึ่งถ้าคำนวณโดยประมาณจากพื้นที่ปกติที่มีการเปิดไฟตลอดเวลากลางคืน คือ 9 ชั่วโมงแต่มีการใช้งานจริงแค่ 4 ชั่วโม

งต่อวัน PIR light Sensor จะสามาถทำให้ประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 30 – 40 ของการใช้พลังงานปกติ

14) ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แบบ Photovoltaic panels (PV) ปัจจุบันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีการติดตั้งแผงวงจรแบบ PV แบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน โดยอาคารจามจุรี 5 เป็นแผงที่มีกำลังผลิต 130 วัตต์ต่อแผง โดยติดตั้งทั้งหมด 160 แผง ซึ่งผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 20.8 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และต้องเข้าสู่เครื่องแปลงกระแสเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยสามารถผลิตได้เฉพาะเวลากลางวันเท่านั้น และไม่สามารถเก็บสำรองเพื่อเอาไปใช้ได้ ถ้าทำการเพิ่มแผงวงจรเข้าไปใช้แทนไฟฟ้าเพื่อที่จะเป็น Green Building ต้องสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคารได้มากกว่า 20 เปอร์เซนต์ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งอาคารจามจุรี 5 มีการใช้ไฟฟ้าประมาณ 150,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ต่อเดือน ซึ่งการผลิตอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์คือต้องผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 30,000 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ต่อเดือน โดยแผงโซล่าเซลล์ 1 แผงผลิตได้ 130 วัตต์ ถ้าต้องการให้ผลิตได้ตามกำลังที่ต้องการต้องมีการใช้แผงโซลล่าเซลล์ทั้งหมดประมาณ 231,000 แผงในการที่จะผลิตได้เท่าที่ต้องการในการใช้เทคโนโลยีปัจจุบันที่อาคารจามจุรี 5 ใช้อยู่ หรือถ้าใช้เทคโลยี ที่ดีกว่าปัจจุบัน แผงโซล่าเซลล์ที่ผลิตได้ 500 วัตต์ จะต้องใช้ทั้งหมด 60,000 แผงเพื่อเป็นพลังงานให้กับตึกได้ 20 เปอเซนต์โดยการที่ลดการใช้ไฟฟ้า 20 เปอเซนต์จะลดคาร์บอนฟุตพรินต์ที่จะเกิดขึ้นได้ 200.34 ตันคาร์บันไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งเป็นการลดการเกิดคาร์บอนฟุตพรินต์ถึง 0.005 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นแค่เปลี่ยนการใช้แค่ตึกเดียวเท่านั้น

15) ติดตั้ง Ground Source Heat pump (GSHP) (EATGRU,2557) ปัจจุบันที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีการติดตั้งเครื่อง Geothermal heat pump ที่เรือนภะรตราชาโดยใช้กับเครื่องปรับอากาศเดิม (AC) ยี่ห้อ YORK รุ่น Ycu-13 ขนาด 12301 บีทียู เชื่อมต่อกับเครื่องเครื่องปั๊มน้ำแบบจุ่ม (Submersible Pump) ต่อเข้ากับ Geothermal Heat Pump (GHP) และต่อลงท่อโพลีเอทิลีน (HDPE) หรือที่เรียกทั่วไปว่า ท่อ PE ที่เชื่อมเป็นรูปตัวยู ความยาวรวม 100 เมตร ที่ใส่น้ำเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งติดตั้งแบบ Vertical loop โดยพบว่าการติดตั้งเครื่อง Geothermal Heat Pump (GHP) เข้ากับระบบประสบความสำเร็จเพราะสามารถลดการใช้พลังงานได้สูงถึงร้อยละ 30 และสามารถปรับอากาศในห้องให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 28.7 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้ามีการศึกษาระบบ

Geothermal Heat Pump (GHP) เพิ่มเติมและทำการติดตั้งในมหาวิทยาลัยในตึกหลักๆ จะเป็นการลดการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้อย่างดีเยี่ยม โดยรวมแล้วเป็นถ้านำมาใช้ปรับอากาศกับระบบ Geothermal heat pump เต็มตัวจะสามารถใช้แทนเครื่องปรับอากาศได้ ซึ่งเป็นการยกเลิกการใช้สารทำความเย็น ซึ่งดีต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยลดก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นจากส่วนนั้นเป็นอย่างมาก

โดยเมื่อนำแผนนโยบายทั้งหมดที่เสนอแนะมาข้างต้นมาจัดลำดับความเหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมโดยพิจารณาจาก ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ และเทคโนโลยีมาทำเป็นตารางเรียงลำดับจากการดำเนินการ ได้แก่บางแนวทางมีเทคโนโลยีรองรับแต่ต้องมีการลงทุน บางแนวทางดำเนินการได้เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานแล้วและมีค่าใช้จ่ายการลงทุนและดำเนินการไม่สูงมาก ดำเนินการได้เลยเนื่องจากเป็นการจัดการที่ดีไม่มีงบการลงทุน เมื่อพิจารณาด้านปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดลงได้จากการดำเนินแนวทางดังกล่าว สามารถแสดงได้ด้วยเช่นกัน ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากดำเนินนโยบายลดก๊าซเรือนกระจก

นโยบายและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก			
การสร้างจิตสำนึกในการลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	ค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรหรือค่าดำเนินงาน
นโยบายที่มหาวิทยาลัยได้จัดทำแล้ว ควรมีการขยายผลทั่วทั้งมหาวิทยาลัย			
การจัดหลักสูตร/วิชาเรียนเกี่ยวกับด้าน Climate Change	ต่ำ-ปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี
ลดการใช้ภาชนะประเภทใช้แล้วทิ้งภายในมหาวิทยาลัย	ต่ำ-ปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี
ส่งเสริมนโยบาย 3R คือการลดการใช้ (Reduce) การใช้น้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle)	ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
สนับสนุนกิจกรรม/รณรงค์การลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยจัดแผนนโยบายให้กับมหาวิทยาลัย	ต่ำ-ปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี
ลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในออฟฟิส	ต่ำ-ปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี

นโยบายการลดก๊าศก๊าวเรือนกระจกที่มีศักยภาพ			
การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ขอบเขตที่ 1)			
แนวทางการลดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร			
การสร้างจิตสำนึกในการลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	ค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรหรือค่าดำเนินงาน
ปรับเปลี่ยนนโยบายของโรงอาหารไม่ให้มีการประกอบอาหารภายในโรงอาหารเพื่อลดการใช้ LPG	ต่ำ	ไม่มี	ไม่มี
ให้ผู้รับเหมาเข้ามาประกอบกิจการที่โรงอาหารแทนมหาวิทยาลัย	ปานกลาง		
ติดตั้งระบบผลิตไบโอแก๊สจากเศษอาหาร	ปานกลาง-สูง	ต่ำ	ปานกลาง
แนวทางการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ			
การปรับเปลี่ยนทางจักรยานภายในมหาวิทยาลัย	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
ปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของรถยนต์โดยใช้เครื่องยนต์ Hybrid ประเภท NGV	ปานกลาง	ต่ำ	สูง
การเปลี่ยนสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	ปานกลาง	ต่ำ	สูง
แนวทางการลดจากการใช้ปุ๋ย			
สนับสนุนการใช้ปุ๋ยหมักของมหาวิทยาลัย	ต่ำ	ไม่มี	ต่ำ
การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า (ขอบเขตที่ 2)			
การสร้างจิตสำนึกในการลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	ค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรหรือค่าดำเนินงาน
จัดกิจกรรมเรื่องการลดใช้พลังงาน ภาวะโลกร้อน เพื่อให้นิสิต/บุคลากรได้เข้าร่วมและมีส่วนร่วม	ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
ปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศของห้องให้อยู่ที่ 25 องศา	ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า	ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ	ไม่มี
ลดการใช้น้ำเพื่อเป็นการลดภาระของเครื่องสูบน้ำการลดการใช้น้ำ	ต่ำ	ไม่มี	ไม่มี
การออกแบบอาคารสีเขียวโดยการออกแบบอาคารให้เหมาะสม	สูง	ปานกลาง	สูง
การวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม(วัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุรีไซเคิล)สำหรับการก่อสร้างที่เหมาะสม	สูง	ไม่มี	ปานกลาง

การสร้างจิตสำนึกในการลดการใช้พลังงาน/การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	ค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรหรือค่าดำเนินงาน
จัดโครงสร้างพื้นฐานของอาคารโดยออกแบบให้ป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	สูง	ไม่มี	ปานกลาง
การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่เป็นแบบที่มีประสิทธิภาพดีกว่า	สูง	ต่ำ	สูง
การลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสำนักงาน	ต่ำ-ปานกลาง	ไม่มี	ไม่มี
การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีตราสัญลักษณ์เบอร์ 5	สูง	ไม่มี	สูง
ปรับปรุงระบบ HVAC	สูง	ไม่มี	สูง
ติดตั้ง PIR Light Sensor	ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง
ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แบบ Photovoltaic panels (PV)	สูง	ปานกลาง	สูง
ติดตั้ง Ground Source Heat pump (GSHP)	สูง	ปานกลาง	สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้เพื่อใช้นำเสนอแนวทางการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมหาวิทยาลัยได้

5.1 สรุปผลวิจัย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในช่วงปีการศึกษา 2558 โดยคำนวณจากขอบเขตที่ 1 คือการปล่อยทางตรงและ 2 คือการปล่อยทางอ้อม จากการประเมินปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 54,954.9 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยสูงมาจากขอบเขตที่ 2 คือการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย เท่ากับ 53,409.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 97 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากมหาวิทยาลัย

จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อมุ่งสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน ทางมหาวิทยาลัยได้มีมาตรการที่จัดทำอยู่แล้วเพื่อเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวซึ่งได้แก่ การปรับภูมิทัศน์ โดยการจัดทำอุทยานจามจุรี โดยดำเนินการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ซึมน้ำในหมาวิทยาลัย ซึ่งได้แก่สวน และลานจำนวน 24 แห่งทั่วทั้งมหาวิทยาลัย การสร้างโครงการสร้างอาคารใหม่ทดแทนบนพื้นที่อาคารเก่าที่เสื่อมสภาพเพื่อปรับปรุงระบบใหม่ โดยมุ่งที่การลดการปล่อยคาร์บอนจากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ระบบบำบัด การพัฒนาระบบโครงสร้างและพลังงานโดยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์อาคารใหม่โดยปรับปรุงนำระบบที่ประหยัดพลังงานและลดการปล่อยคาร์บอนมาสู่ภายในมหาวิทยาลัย รวมทั้งสร้างมาตรการใหม่ให้แก่นิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยในการประหยัดพลังงาน เช่นจัดนโยบายเพื่อลดการใช้พลังงาน และการคมนาคม คือการจัดเดินรถ ปอพ. ให้พอกับความต้องการของนิสิต/บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงจัดตั้ง CU-BIKE เพื่อให้นิสิตในมหาวิทยาลัยได้ใช้ แต่จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรในปีที่ผ่านมาทำให้ทราบว่า ยังต้องมีนโยบายอีกหลายอย่างที่ต้องจัดตั้งเพื่อให้ครอบคลุมทั้งมหาวิทยาลัย เนื่องจากในบางหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยยังไม่มีนโยบาย ดังนั้นผลจากงานวิจัยนี้จึงสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแนงทาง มาตรการเพื่อปรับปรุงแก้ไขการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมหาวิทยาลัย ได้แก่ การจัดหลักสูตร/วิชาเรียนเกี่ยวกับด้าน Climate Change จัดกิจกรรมเรื่องการลดใช้พลังงาน ภาวะโลกร้อน เพื่อให้นิสิต/บุคลากรได้เข้าร่วมและมีส่วนร่วม การส่งเสริมนโยบาย 3R ปรับเปลี่ยนนโยบายของโรง

อาหารไม่ให้มีการประกอบอาหารภายในโรงอาหารเพื่อลดการใช้ LPG โดยมีแรงจูงใจ ให้ผู้รับเหมาเข้ามาประกอบกิจการที่โรงอาหารแทนมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการลดภาระและลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้น จัดทำแผนการลดใช้ไฟฟ้าต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลง/พัฒนาเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เพิ่มในบริเวณมหาวิทยาลัย การนำเทคโนโลยี Geothermal Heat pump เข้ามาร่วมใช้กับเครื่องปรับอากาศ ซึ่งนโยบายต่างๆ เหล่านี้จะช่วยผลักดันทำให้จุฬาลงกรณ์กลายเป็นมหาวิทยัลยสีเขียวอย่างยั่งยืน

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยครอบเขตขอบเขตที่ 1 และขอบเขตที่ 2 และแบบฟอร์มการประเมินนี้ควรนำไปปรับปรุงเพื่อการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและเป็นโครงข่ายมากขึ้น รวมทั้งการดำเนินงานเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในขอบเขตที่ 3 เพื่อที่จะได้ข้อมูลมาจัดทำแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 3 ในอนาคตเพื่อที่จะเป็นประโยชน์ให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืนในอนาคต และควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มในส่วนสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศและน้ำยาดับเพลิงของถังดับเพลิงที่ไม่ได้มีการวัดก๊าซเรือนกระจกที่รั่วไหลจากการที่เกจตก รวมถึงน้ำยาแอร์ต้องมีการเก็บเพิ่มเพราะส่วนใหญ่ให้ผู้รับเหมาจัดการทำให้เก็บข้อมูลไม่ครบถ้วนซึ่งต้องมีการประสานงานในส่วนนี้ และการใช้ไฟฟ้าต้องมีการจัดระบบการเก็บข้อมูลใหม่ให้ตรงกับขอบเขตที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

สันติธรรม (2548). แนวทางการวางผังและจัดการสู่มหาวิทยาลัยเขียวสะอาด : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต = Planning and management toward green and clean university : Thammasat University, Rangsit Campus. *[*ปทุมธานี] : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 2548.*

กรมควบคุมมลพิษ. (2554). รายงานสถานการณ์มลพิษในประเทศไทย ปี 2554. *[*ออนไลน์], แหล่งที่มา: *http://www.pcd.go.th/info_serv/Eco_Asean/files/Report_Thai2554.pdf*.

เพชรานนท์. (2555). การกำหนดนโยบายและแนวทางปฏิบัติสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ฉบับที่ *14*, หน้า 40-55.

เรืองกาญจนเศรษฐ์. (2556). Mahidol Green University มุ่งสู่ Eco University. *[*ออนไลน์] แหล่งที่มา : *http://www.mahidol.ac.th/green/ (9* ธันวาคม *2556).*

แสงอรุณ. (2556). คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต: ภายใต้โครงการการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย. [ออนไลน์], แหล่งที่มา: *http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/5078/attach/Thai-GHG_calculation-manual.pdf*

Nirmala Menikpura และ จรรยา แสงอรุณ. 2556. คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต: ภายใต้โครงการการตรวจวัด รายงานผล และการทวนสอบ (MRV) สำหรับการพัฒนาแบบคาร์บอนต่ำในเอเชีย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/5078/attach/Thai-GHG_calculation-manual.pdf.

พึ่งรัศมี. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพรินท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22(1).

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2557. ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) รวบรวมมาจากข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการประเมนิคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_90c7cf3f24.pdf.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2558. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2, เมษายน 2558). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

ภาษาอังกฤษ

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Online]. Available from: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/.

Santitham, K. (2006). Planning and Management toward Green and Clean University: Thammasat University, Rangsit Campus. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies,* 4(2).

IPCC. (2008). IPCC AR4 SYR Appendix Glossary [Online]. *Available from:* http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf.

Nottingham University (2010). Carbon Management Plan 2010-2020.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Intergovermental Panel on Climate Change. (2008). IPCC AR4 SYR Appendix Glossary [Online] . *Available from: http: / / www. ipcc. ch/ pdf/ assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf*

Thawatchai Buakaw. (2012). Policy and Strategy Formation Towards 'Green University' : a Case of Thaksin University, Phatthalung Campus. *Arch Journal*.

Geng, Y., Liu, K., Xue, B., & Fujita, T. (2013). Creating a “green university” in China: a case of Shenyang University. *Journal of Cleaner Production,* 61, 13-19. doi:10.1016/j.jclepro.2012.07.013

Sayam Aroonsrimorakot,Chumlong Arunlertaree, Rungjarus Hutajareorn and Tarinee Buadit. (2013). Carbon Footprint of Dormitories at Mahidol University,Salaya Campus, Thailand. *The Third International Congress on Interdisciplinary Research and Development*.

Klein-Banai, C., & Theis, T. L. (2013). Quantitative analysis of factors affecting greenhouse gas emissions at institutions of higher education. *Journal of Cleaner Production,* 48, 29-38. doi:10.1016/j.jclepro.2011.06.004

Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J., & Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production,* 56, 185-198. doi:10.1016/j.jclepro.2011.09.028

Ologun, O. O., Wara, S. T. (2014). Carbon Footprint Evaluation and Reduction as a Climate Change Mitigation Tool - Case Study of Federal University of Agriculture Abeokuta, Ogun State, Nigeria. *INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH,* 4(1).

Chulalongkorn University

Connecticut. (2014). SUSTAINABILITY PROGRESS REPORT.

Linjia Zhao, W. Z., Zengwei Yuan. (2015). Reduction of potential greenhouse gas emissions of room air-conditioner refrigerants: a life cycle carbon footprint analysis. *Journal of Cleaner Production,* 100, 262-268.

Robinson, O., Kemp, S., & Williams, I. (2015). Carbon management at universities: a reality check. *Journal of Cleaner Production,* 106, 109-118. doi:10.1016/j.jclepro.2014.06.095

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก-1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

ลำดับที่	ชื่อ	หน่วย	ค่าแฟคเตอร์ ($kgCO_2eq$/หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิง
1. พลังงาน (เผาไหม้อยู่กับที่)				
1.	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	กิโลกรัม	3.1133	LPG 1 litre = 0.54 kg (DEDE)
2. พลังงาน (ที่มีการเคลื่อนที่)				
2.	ดีเซล	ลิตร	2.7446	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, PTT
3.	แก๊สโซลีน – ไม่มีการควบคุม	ลิตร	2.2376	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
4.	แก๊สโซลีน – ติดตั้งเครื่องฟอกเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา (catalytic converter)	ลิตร	2.2763	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
5.	แก๊สโซลีน – เก่ากว่าปี พ.ศ. 2538	ลิตร	2.2380	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
6.	CNG	กิโลกรัม	2.2472	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
7.	LPG	ลิตร	1.5362	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE
8.	LPG	กิโลกรัม	2.8449	LPG 1 liter = 0.54 kg (DEDE)
3. การใช้ไฟฟ้า				
9.	ไฟฟ้าจากสายส่ง (ประเทศไทย)	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	0.5813	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2552 (2009)
4. น้ำยาแอร์				
10.	สารทำความเย็น R-22	กิโลกรัม	1810	World Meteorological Org, 2006
11.	สารทำความเย็น R-410a	กิโลกรัม	1725	IPCC, 2006
5. สารดับเพลิง				
12.	สารดับเพลิงแบบ CO2	กิโลกรัม	1	IPCC, 2006
6. ปุ๋ย				
13.	ปุ๋ยสูตร 16-16-16	กิโลกรัม	1.6089	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557)
14.	ปุ๋ยหมัก	กิโลกรัม	0.2458	
15.	ปุ๋ยยูเรีย	กิโลกรัม	298	

7. น้ำประปา				
16.	การใช้น้ำประปา	ลิตร	2.4	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2557)
8. ขยะ				
17.	ขยะที่ไม่ได้ทำการแยกประเภท	ตัน	2.32	Thai national database
18.	รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งปกติ 50 % Loading	ตัน-กิโลเมตร	0.0835	Thai national database
19.	รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งปกติ 75% Loading	ตัน-กิโลเมตร	0.0603	Thai national database
20.	รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน วิ่งปกติ 100% Loading	ตัน-กิโลเมตร	0.0472	Thai national database
21.	การกำจัดขยะไม่แยกประเภทด้วยการฝังกลบ	ตัน	2,320	IPCC
22.	การกำจัดขยะด้วยการหมักทำปุ๋ย	ตัน	1,894	IPCC
9. การเดินทาง				
23.	การเดินทางโดยรถตู้	ผู้โดยสาร-กิโลเมตร (pkm)	107	Thai national database
24.	การเดินทางโดยเครื่องบินโดยสารภายในประเทศ	pkm	0.17329	Defra, 2010
25.	การเดินทางโดยเครื่องบินโดยสารบินระยะทางสั้นระหว่างประเทศ เฉลี่ย	pkm	0.09796	Defra, 2010
26.	การเดินทางโดยเครื่องบินโดยสารบินระยะทางยาวระหว่างประเทศ เฉลี่ย	pkm	0.11431	Defra, 2010
10. การใช้ทรัพยากรต่างๆ				
27.	การใช้กระดาษขาวในงานสำนักงาน	กิโลกรัม	1.4755	Converted data from JEMAI Pro using Thai Electricity Grid

ภาคผนวก ข ตารางข้อมูลปัจจัยทั้งหมดที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ตารางแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2558

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารจุฬาวิชช์ 1	9,000	10,000	8,000	8,000	9,000	15,000	12,000	11,000	10,000	10,000	12,000	10,364	124,364
อาคารจุฬาพัฒน์ 2	14,185	15,062	12,183	11,740	11,517	16,134	17,780	14,118	12,128	11,662	15,423	13,812	165,744
อาคารจุฬาพัฒน์ 4	17,190	17,184	10,535	11,921	12,942	17,927	16,670	15,417	16,329	14,237	19,858	15,474	185,684
ชั้น 5 อาคารจุฬาวิชช์ 1	2,551	2,584	2,331	2,251	1,966	2,510	2,214	2,244	1,615	1,587	1,491	2,122	25,466
หน้าธรรมสถาน	461,000	474,000	431,000	422,000	407,000	659,000	496,000	477,000	490,000	472,000	302,000	462,818	5,553,818
กลุ่มอาคารหอพัก ซอยจุฬาลงกรณ์ 13	268,000	270,000	223,000	220,000	236,000	265,000	246,000	249,000	233,000	252,000	296,000	250,727	3,008,727
อาคารจุฬาพัฒน์ 3 คณะสหเวชศาสตร์	6,609	7,958	7,187	7,368	6,812	8,844	9,286	11,036	7,985	7,314	7,620	8,002	96,021
อาคารบรมราชชนนีศรีศตพรรษ	66,000	70,000	59,000	60,000	61,000	78,000	71,000	76,000	73,000	68,000	78,000	69,091	829,091
อาคารศูนย์วิจัยอันตรายจากอัคคีภัย	1,513	1,642	978	1,449	1,593	2,079	1,751	1,729	2,380	1,661	1,770	1,686	20,231
อาคารจามจุรี 9	244,000	278,000	267,000	210,000	260,000	272,000	284,000	309,000	231,000	209,000	244,000	255,273	3,063,273
หน้าคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	321,000	342,000	222,000	236,000	247,000	331,000	287,000	275,000	251,000	261,000	302,000	279,545	3,354,545
อาคารสถาบัน 2 และ 3	137,000	146,000	136,000	132,000	125,000	161,000	149,000	161,000	153,000	141,000	152,000	144,818	1,737,818
อาคารสโมสรและสนามเทนนิส	5,888	6,514	5,697	5,352	5,694	6,488	5,129	5,885	5,406	6,530	2,045	5,512	66,140
อาคารโรงอาหารหอพักนิสิต	8,300	9,059	7,752	7,742	7,970	8,863	7,816	8,651	7,884	8,102	9,322	8,315	99,776

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
ไฟสนามหญ้าหอประชุม	4,360	8,346	7,099	8,181	7,648	8,595	6,527	6,096	7,687	8,756	8,778	7,461	89,534
ไฟถนนตามแนวถนนพญาไท	1,647	1,749	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	1,698	20,376
โรงซ่อมรถซอยจุฬาลงกรณ์ 12	-	-	-	-	-	-	1,009	1,793	1,639	1,588	1,684	1,543	9,256
อาคารแว่นแก้ว (คลังเก็บเอกสาร)	682	955	1,116	1,213	299	365	322	430	470	490	395	612	7,349
อาคาร 3,4 มศว.ปทุมวัน (เดิม)	13,000	14,000	6,000	8,000	12,000	16,000	16,000	13,000	5,000	8,000	10,000	11,000	132,000
อาคารวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	114,000	122,000	114,000	96,000	105,000	132,000	123,000	132,000	129,000	117,000	118,000	118,364	1,420,364
อาคารจุฬาพัฒน์ 7 คณะวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา	29,073	33,601	24,012	25,412	27,979	37,403	33,213	30,599	27,979	25,485	34,836	29,963	359,555
หน้าสนามกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	257,000	290,000	226,000	169,000	240,000	80,000	210,000	240,000	276,000	261,000	492,000	249,182	2,990,182
อาคารจุฬาพัฒน์ 5	2,880	3,125	1,616	2,304	2,152	2,470	2,447	2,267	2,477	2,761	3,347	2,531	30,377
อาคารแถบนีละนิธิ	112,000	114,000	91,000	96,000	99,000	133,000	132,000	118,000	108,000	108,000	123,000	112,182	1,346,182
หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารศึกษิตนิเวศน์	-	1,000	2,000	2,000	3,000	3,000	-	5,000	7,000	9,000	10,000		
อาคารจุฬาพัฒน์ 1 คณะสหเวชศาสตร์	29,975	31,639	28,290	25,163	25,668	34,186	31,278	33,835	31,099	28,767	31,742	30,149	361,791
อาคารจุฬาพัฒน์ 6 คณะสหเวชศาสตร์	6,468	5,942	5,620	5,628	5,131	6,462	6,649	6,812	6,227	6,227	7,331	6,227	74,724

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารวิศวกรรมศาสตร์ 3	137,000	152,000	110,000	120,000	139,000	174,000	155,000	142,000	111,000	115,000	151,000	136,909	1,642,909
อาคารวิศวกรรมนิวเคลียร์	31,000	33,000	28,000	27,000	29,000	35,000	31,000	32,000	28,000	26,000	30,000	30,000	360,000
อาคารมหาธีรราชานุสรณ์	207,000	225,000	198,000	178,000	191,000	197,000	222,000	235,000	198,000	166,000	198,000	201,364	2,416,364
อาคารภาควิชาธรณีวิทยาและภาควิชาพฤษศาสตร์	80,000	83,000	61,000	67,000	67,000	82,000	88,000	86,000	74,000	69,000	74,000	75,545	906,545
อาคารภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร	40,000	41,000	32,000	32,000	35,000	43,000	39,000	40,000	36,000	32,000	40,000	37,273	447,273
อาคารวิศวกรรมศาสตร์ 5	77,000	72,000	69,000	64,000	56,000	77,000	81,000	67,000	63,000	64,000	60,000	68,182	818,182
อาคารวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและจักรพงษ์	14,000	16,000	11,000	15,000	14,000	24,000	22,000	14,000	13,000	11,000	14,000	15,273	183,273
อาคารสถาปัตยกรรมศาสตร์ 1 และ นารถโพธิประสาท	86,000	92,000	57,000	66,000	77,000	98,000	91,000	69,000	65,000	65,000	87,000	77,545	930,545
อาคารจามจุรี 5	125,000	124,000	135,000	128,000	122,000	149,000	139,000	140,000	153,000	141,000	151,000	137,000	1,644,000
อาคารประชาธิปก - รำไพพรรณี	52,000	51,000	46,000	44,000	46,000	59,000	55,000	60,000	57,000	55,000	58,000	53,000	636,000
อาคารเปรมบุรฉัตร	62,000	68,000	51,000	49,000	58,000	73,000	67,000	60,000	62,000	60,000	66,000	61,455	737,455
อาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	61,000	59,000	61,318	61,318	57,363	61,318	61,318	62,000	61,000	58,000	54,000	59,785	717,420
อาคารอนุสรณ์ 50 ปี คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี	62,000	62,000	48,000	54,000	57,000	70,000	72,000	71,000	72,000	67,000	73,000	64,364	772,364

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารเอนกประสงค์โรงเรียนสาธิตฯฝ่ายมัธยม	40,000	42,000	42,000	29,000	37,000	47,000	30,000	36,000	51,000	46,000	51,000	41,000	492,000
อาคารภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	86,000	83,000	64,000	66,000	74,000	96,000	102,000	93,000	78,000	80,000	85,000	82,455	989,455
อาคารคลุ้มวัชโรบล	107,000	108,000	95,000	97,000	96,000	119,000	121,000	118,000	105,000	106,000	113,000	107,727	1,292,727
อาคารครุศาสตร์ 3 คณะครุศาสตร์	56,000	54,000	26,000	40,000	46,000	58,000	48,000	30,000	24,000	35,000	75,000	44,727	536,727
อาคารเทพทวาราวดี	101,000	102,000	79,000	87,000	92,000	111,000	106,000	93,000	85,000	77,000	102,000	94,091	1,129,091
อาคารพินิตประชานารถ	52,000	53,000	29,000	40,000	46,000	59,000	54,000	29,000	17,000	21,000	49,000	40,818	489,818
อาคารจุฬาพัฒน์ 13	46,000	48,000	32,000	35,000	42,000	54,000	47,000	37,000	26,000	26,000	49,000	40,182	482,182
อาคารล็อกเกอร์ สำนักวิชาวิทนาศาสตร์การกีฬา	501	1,042	482	454	535	586	735	735	735	1,546	735	735	8,821
คณะทันตแพทย์ศาสตร์	470,000	495,000	382,000	425,000	421,000	438,600	438,600	438,600	438,600	438,600	438,600	438,600	5,263,200
หน้าคณะวิศวกรรมศาสตร์	754,000	719,000	490,682	705,616	630,963	615,616	576,312	709,000	610,000	610,000	745,000	651,472	7,817,661
หน้าคณะวิทยาศาสตร์	1,053,000	1,138,000	946,000	989,000	1,009,000	1,293,000	1,216,000	1,118,000	1,080,000	1,031,000	1,169,000	1,094,727	13,136,727
อาคารวิจัยพัฒนาและบริการด้านสัตวแพทยศาสตร์	261,000	287,000	284,000	283,000	295,000	373,000	367,000	331,000	299,000	299,000	288,000	306,091	3,673,091
อาคารศูนย์สัตว์ทดลอง	70,000	85,000	103,000	102,000	94,000	91,000	84,000	92,000	88,000	86,000	81,000	88,727	1,064,727
อาคารบริการ	19,810	21,320	20,151	17,072	14,598	18,566	17,486	18,295	16,072	15,989	17,843	17,927	215,129
อาคารมหาจักรีสิรินธร	118,000	136,000	93,000	98,000	103,000	134,000	110,000	125,000	100,000	89,000	130,000	112,364	1,348,364

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารวิจัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	111,000	122,000	117,000	114,000	114,000	137,000	131,000	147,000	136,000	122,000	129,000	125,455	1,505,455
อาคาร จามจุรี 8	18,000	19,000	20,000	21,000	22,200	24,000	24,000	27,000	23,000	22,000	24,000	22,200	266,400
ชั้น 5 ตึก อำนวยการ คณะสัตว แพทย์ ศาสตร์	5,013	5,006	4,508	4,465	4,428	5,508	5,007	4,852	4,930	4,556	4,827	4,827	57,927
อาคาร ปฏิบัติการ คณะสัตว แพทย์ ศาสตร์	43,000	48,000	41,000	40,000	40,000	52,000	51,000	52,000	48,000	45,000	46,000	46,000	552,000
อาคารเรียน รวม คณะ สัตวแพทย์ ศาสตร์	194,000	201,000	180,000	177,000	176,000	214,000	192,000	195,000	177,000	168,000	187,400	187,400	2,248,800
อาคารสัตว แพทย์เก่า คณะสัตว แพทย์ ศาสตร์	5,646	2,921	153	44	18	89	247	47	245	629	1,004	1,004	12,047
อาคารฉุกเฉิน สัตว์ป่วยหนัก คณะสัตว แพทย์ศาสตร์	13,951	14,304	12,736	9,587	8,245	12,714	14,298	14,954	11,693	12,860	12,534	12,534	150,410
ชั้น 4 อาคาร 50 ปี คณะ สัตวแพทย์ ศาสตร์	9,511	10,524	10,363	9,573	9,728	11,422	10,314	9,680	9,372	9,552	10,004	10,004	120,047
อาคารศศาปา ฐศาลาและ อาคารศศพล สถาบัน บริหารธุรกิจ ศศินทร์	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	155,000	1,860,000
อาคารศูนย์ ปฏิบัติการวิจัย คณะเภสัช ศาสตร์	66,000	71,000	65,000	67,333	67,333	67,333	67,333	67,333	67,333	67,333	67,333	67,333	807,997
หน้าคณะ เภสัชศาสตร์	111,000	115,000	101,000	109,000	109,000	109,000	109,000	109,000	109,000	109,000	109,000	109,000	1,308,000
อาคารเรียน และ ปฏิบัติการ	32,000	33,000	23,000	29,333	29,333	29,333	29,333	29,333	29,333	29,333	29,333	29,333	351,997

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
คณะเภสัชศาสตร์													
หน่วยงาน	ต.ค.-58	พ.ย.-58	ธ.ค.-58	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	Total
อาคารจุฬานิวาส (ใหม่)	34,000	33,000	32,000	33,000	29,000	34,000	33,000	34,000	35,000	34,000	36,000	33,364	400,364
หอพักนิสิตหลังใหม่และพื้นที่อเนกประสงค์	111,000	121,000	81,000	94,000	98,000	140,000	158,000	143,000	88,000	83,000	124,000	112,818	1,353,818
อาคารบริการ (ใหม่)	-	-	-	1,974	3,887	5,358	6,476	6,427	6,315	4,813	6,203	6,047	47,500
อาคารจามจุรี 10	85,000	99,000	83,000	80,000	82,000	100,000	106,000	105,000	96,000	106,000	124,000	96,909	1,162,909
กลุ่มอาคารจันทนยิ่งยง	9,000	16,000	7,000	9,000	7,000	9,000	17,000	5,000	6,000	15,000	16,000	10,545	126,545
รวมรายเดือน	7,404,753	7,792,477	6,427,507	6,650,191	6,827,700	8,055,467	7,720,248	7,659,866	7,112,631	6,922,076	7,818,156	7,307,582	87,656,654

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-2 ตารางแสดงการใช้น้ำมันดีเซลภายในมหาวิทยาลัย

Module	Scope I: direct Emission												
Worksheet	Diesel (ลิตร)												
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	354	288	95	256	343.41	186.23	200	200	200	200	200	200	2722.64
คณะจิตวิทยา	50	0	50	0	50	50	0	50	50	50	50	50	450
คณะทันตแพทยศาสตร์	0	0	789.68	298	350	414.5	231.26	197.71	214.52	148.49	250	250	3144.16
คณะนิติศาสตร์	240	203.56	173.67	143	294.73	315	192	200	200	200	200	200	2561.96
คณะนิเทศศาสตร์	80	240	50	290	280	240	280	200	212.65	200	120	200	2392.65
คณะพยาบาลศาสตร์	48.64	141.78	41.45	45.71	0	94.26	90.99	107.74	100	100	100	100	970.57
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	170	150	120	150	110	140	110	110	120	120	110	110	1520
คณะเภสัชศาสตร์	236.34	220.39	81.15	245.72	183.97	186.89	170.15	252.04	200	200	200	200	2376.65
คณะรัฐศาสตร์	175.79	110	133.64	135	244	213.31	55	213	75	170.65	100	200	1825.39
คณะวิทยาศาสตร์	175.79	110	133.64	135	244	213.31	55	213	75	170.65	150	150	1825.39
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	52	54	108	106	53	47	0	41	0	0	41	41	543
คณะวิศวกรรมศาสตร์	1101.93	1228.2	1090.61	1118.54	1070.4	1297.15	747.7	1122.95	1043.71	1195.49	1200	1200	13416.68
คณะศิลปกรรมศาสตร์	58.65	114.75	59.45	164.98	145.97	182.39	150	150	150	150	150	150	1626.19
คณะเศรษฐศาสตร์	99.36	66.26	101.12	75.56	30	132.01	128.64	86.79	66.43	83.83	70	70	1010
คณะสหเวชศาสตร์	186.65	196.75	223.13	375.68	168.52	452.46	164	286.26	303.74	203.21	200	200	2960.4
คณะสัตวแพทยศาสตร์	471.23	1,686.21	501.39	1,394.89	639.75	582.02	511.93	1,194.19	1000	1000	1000	1000	10981.61637
คณะอักษรศาสตร์	337	271.61	315.39	226.08	33.2	233.63	348.9	270.6	270.6	520.38	300	300	3427.39
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	345.05	355.07	393.07	382.31	647.61	320.37	312.96	350	300	300	300	300	4306.44
บัณฑิตวิทยาลัย	50.41	49	53.87	46.55	44.16	57.02	48.57	50	50	50	50	50	599.58
วิทยาลัยประชากรศาสตร์	102.47	119.58	0	207.83	0	86.28	166.86	164.25	112.89	148.91	150	150	1409.07
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	157.2	154.2	149.5	165	158.2	157.5	152.7	153.9	151.3	157.8	140.5	150	1847.8
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	109.2	106.31	114.97	150.2	206.28	234.31	200	200	200	200	200	200	2121.27
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	525.54	1221.79	902.75	4227.52	145.9	2783.24	1299.41	2042.62	4339.82	1918.75	2000	3000	24407.34
สถาบันการขนส่ง	37.7	82.78	37.98	94.59	91.7	86.22	78.49	80	80	80	80	80	909.46
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศิลนทร์แห่งจุฬาฯ	300.26	406.07	302	179.07	434.69	385.42	300	300	300	300	300	300	3807.51

Module	Scope I: direct Emission												
Worksheet	Diesel (ลิตร)												
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
สถาบันภาษา	50.44	149.34	82.17	192.75	56.89	170.86	150	150	150	150	150	150	1602.45
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	103.25	60.93	208.39	-	24.47	128.8	101.16	98.51	53.3	110.76	100	100	1089.57
สถาบันวิจัยสังคม	30	60	30	0	30	30	30	60	90	30	90	30	510
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	60.31	39.96	59.75	109.56	80.95	109.88	100	100	100	100	100	100	1060.41
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	46.74	49.38	49.73	48.19	31.78	49.55	46.05	48.00	46.22	0	97.36	44.73	557.73
รวม													97983.31637

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-3 ตารางแสดงการใช้แก๊ซโซฮอล์ 91

Module	Scope I: direct Emission												
Worksheet	Gassohol 91 (ลิตร)												
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	30	90	112	81.36	0	83.18	0	80	80	0	80	80	716.54
คณะนิติศาสตร์	328.7	188.12	314.55	329.21	266.02	387.27	213.73	200	200	200	200	200	3027.6
คณะพยาบาลศาสตร์	0	0	0	0	0	2.98	0	0	0	0	0	0	2.98
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	70	70	70	70	40	70	40	30	60	60	40	40	660
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	3	3	3	3	5	3	3	6	3	5	5	5	47
คณะวิศวกรรมศาสตร์	193.71	390.33	476.86	284.55	182.15	238.84	249.66	212.85	281.54	149.03	200	200	3059.52
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	30.33	39.63	42.68	0	0	39.42	38.12	0	0	38.12	0	0	228.3
สำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร	0	0	0	0	0	2.98	0	0	0	0	0	0	2.98
บัณฑิตวิทยาลัย	60	60	60	30	60	60	30	30	60	60	30	30	570
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	78.1	72.5	63.5	82.3	56.5	75.9	85.5	702.3	55.7	59.4	39.4	40	1411.1
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	172.52	86.24	238.84	571.35	38.22	334.63	208.53	1040.05	372.17	170.41	200	200	3632.96
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	0	0	0	35.19	133.79	114.81	47.1	89.41	83.78	95.44	80	80	759.52
สถาบันวิจัยพลังงาน	71.34	106	35	71.08	71.08	71.64	68.28	77.8	73.09	34.72	70	70	820.03
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	2.66	2.73	5.38	3.08	3.22	2.99	3	3	3	3	3	3	38.06
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	0	0	0	0	0	0	40.00	0	0	0	42.98	0	82.98
รวม													15059.57

ตารางที่ ข-4 ตารางแสดงการใช้แก๊ซโซฮอล์ 95

Module	Scope I: direct Emission												
Worksheet	Gassohol 95 (ลิตร)												
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	0	0	0	0	0	46.31	0	0	0	0	0	0	46.31
คณะจิตวิทยา	6.66	3.22	3.41	0	6.12	5.64	2.53	0	2.78	0	2.8	0	33.16
คณะทันตแพทยศาสตร์	0	0	64.25	7.33	71.74	150.9	100.55	105.03	140.14	76.16	100	100	916.1
คณะนิติศาสตร์	6	6	6.08	6	3	9	3	5	5	5	5	5	64.08
คณะนิเทศศาสตร์	6.66	3.22	3.41	0	6.12	5.64	2.53	0	2.78	0	3	3	36.36
คณะพยาบาลศาสตร์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
คณะเภสัชศาสตร์	124.41	95.3	46.48	46.26	46.26	142.38	91.67	85.3	100	100	100	100	1078.06
คณะรัฐศาสตร์	15.99	14.42	16.68	15.86	17.14	15.84	13.98	14	14	14	14	14	179.91
คณะวิทยาศาสตร์	379.9	531.08	219.89	226.74	499.52	422	355	271.31	438.25	465.38	400	400	4609.07
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	41	83	55	85	0	103	43	45	143	53	40	100	791
คณะวิศวกรรมศาสตร์	4.98	2.04	5.09	7.33	5.33	4.34	5	5	5	5	5	5	59.11
คณะศิลปกรรมศาสตร์	0	35.29	34.88	35.22	32.73	0	35.27	35.83	31.9	30	30	30	331.12
คณะเศรษฐศาสตร์	63.47	80.56	63.59	82.64	63.85	39.07	67.49	82.52	83.96	83.67	70	60	840.82
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	7	6.37	6.99	6.99	3.54	3.54	7	6.82	8.04	6.71	5	5	73
คณะสหเวชศาสตร์	3.15	2.75	16	3.15	10	0	11	3.15	10	5	10	7	81.2
คณะสัตวแพทยศาสตร์	15.99	14.42	16.68	15.86	17.14	15.84	13.98	15	15	15	15	15	184.91
คณะอักษรศาสตร์	169.87	152.36	170.09	251.13	251.78	318.14	250	250	250	250	250	250	2813.37
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	979.11	1659.19	80	2250.31	465.54	1696.63	907.64	1648.84	1337.51	1312.26	1200	1200	14737.03
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	302.89	377.14	262.37	375.31	440.54	289.16	300	300	300	300	300	300	3847.41
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ	63.85	188.02	131.09	135.97	182.88	135.66	-	130.35	101.41	68.114	50	50	1237.344
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	0	0	39.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39.75
สถาบันเอเชียศึกษา	37.32	78.06	42.02	67.26	88.54	27.83	68.88	68.53	60	60	60	60	718.44
รวม													32717.554

ตารางที่ ข-5 ตารางแสดงการใช้เชื้อเพลิงกับอุปกรณ์อยู่กับที่

Module	Scope I: direct Emission													
Worksheet	Stationary (ลิตร)													
หน่วยงาน	อุปกรณ์	ต.ค. 58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	0	0	0	0	0	46.31	0	0	0	0	0	0	46.31
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	6.66	3.22	3.41	0	6.12	5.64	2.53	0	2.78	0	2.8	0	33.16
คณะรัฐศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	0	0	64.25	7.33	71.74	150.9	100.55	105.03	140.14	76.16	100	100	916.1
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	6	6	6.08	6	3	9	3	5	5	5	5	5	64.08
คณะวิทยาศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	6.66	3.22	3.41	0	6.12	5.64	2.53	0	2.78	0	3	3	36.36
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
คณะอักษรศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ปั๊มน้ำดับเพลิงฉุกเฉิน	124.41	95.3	46.48	46.26	46.26	142.38	91.67	85.3	100	100	100	100	1078.06
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	เครื่องมือเป่าแก้ว	15.99	14.42	16.68	15.86	17.14	15.84	13.98	14	14	14	14	14	179.91
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	เครื่องปั่นไฟสำรอง	379.99	531.08	219.89	226.74	499.52	422	355	271.31	438.25	465.38	400	400	4609.07
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	เครื่องปั่นไฟสำรอง	41	83	55	85	0	103	43	45	143	53	40	100	791
คณะทันตแพทย์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	4.98	2.04	5.09	7.33	5.33	4.34	5	5	5	5	5	5	59.11
คณะนิเทศศาสตร์	เครื่องปั่นไฟสำรอง	0	35.29	34.88	35.22	32.73	0	35.27	35.83	31.9	30	30	30	331.12

ตารางที่ ข-6 ตารางแสดงสารทำความเย็นประเภท R-22

Module	Scope I: direct Emission												
Worksheet	**สารทำความเย็นประเภท R-22 (กิโลกรัม)**												
หน่วยงาน	ต.ค.58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	312
คณะจิตวิทยา	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5	0	5
คณะทันตแพทยศาสตร์	3.5	4	4	3.8	3.6	7.8	10.3	5.1	6.3	3.3	6.9	5.9	64.5
คณะนิติศาสตร์	8.6	8.3	1.41	0	5.27	20.03	0	15.68		20	20	0	99.29
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	1	0.5	1	0.5	1	2	3	1	1	2	3	1	17
คณะวิทยาศาสตร์	28	24	44	20	31	80	13	67	78	38	48	40	511
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	38	33	48	58	33	63	38	48	65	48	50	50	572
คณะวิศวกรรมศาสตร์	10	15	10	20	20	30	20	15	30	20	20	20	230
คณะเศรษฐศาสตร์	2	5	2	4	2	5	6	12	3	2	11	2	56
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	0	5	0	5	0	0	5	0	3	0	6	0	24
คณะสหเวชศาสตร์	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	0	25
คณะสัตวแพทยศาสตร์	0	0	56	0	0	0	56	0	0	56	0	0	168
คณะอักษรศาสตร์	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	2	1.5	2	2	3	3.1	3.2	0.5	0.7	2.5	0.5	2.5	23.5
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	55	27	0	27	0	0	27	0	0	27	27	0	190
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	0	0	0	0	0	10	12	206	3	20	10	5	266
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	10	15	10	10	15	10	25	20	20	20	20	20	195
สถาบันวิจัยพลังงาน	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม	0	0	75	42	0	0	145	115	0	0	70	50	497
สถาบันวิจัยสังคม	0	0	1.5	0.85	0	0	0	0	1	1.75	0	0	5.1
สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ	0	0	0	0	2.5	0	1	0	0	0	0	0	3.5
สถาบันไทยศึกษา	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	80
รวม													3416.89

ตารางที่ ข-7 ตารางแสดงสารทำความเย็นประเภท R-410a

Module	**Scope I: direct Emission**												
Worksheet	**สารทำความเย็นประเภท R-410a (กิโลกรัม)**												
หน่วยงาน	ต.ค. 58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะวิทยาศาสตร์	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	27	27	0	0	0	0	27	27	0	0	0	27	135

ตารางที่ ข-8 ตารางแสดงก๊าซหุงต้ม

Module	**Scope I: direct Emission**												
Worksheet	**ก๊าซหุงต้ม (กิโลกรัม)**												
หน่วยงาน	ต.ค. 58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	0	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	45
คณะวิศวกรรมศาสตร์	1440	1920	1440	1440	1920	1440	1920	1920	960	960	960	960	17280
คณะศิลปกรรมศาสตร์	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	0	15	45
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	600	525	450	570	600	615	450	195	150	90	480	300	5025
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	285	0	0	0	0	0	285	0	0	0	0	0	570
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	16104	193248
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาฯ	768	768	768	576	768	576	768	768	768	768	768	768	8832
รวม													225045

ตารางที่ ข-9 ตารางแสดงการใช้ปุ๋ย

Module	Scope I: direct Emission													
Worksheet	Stationary (ลิตร)													
หน่วยงาน	อุปกรณ์	ต.ค. 58	พ.ย. 58	ธ.ค. 58	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59	พ.ค. 59	มิ.ย. 59	ก.ค. 59	ส.ค. 59	ก.ย. 59	Total
คณะครุศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	960
คณะนิติศาสตร์	16/16/16	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18	36
	12/24/12	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	12
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	16/16/16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	ปุ๋ยสูตรเร่งดอก+สูตรบำรุงใบ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
คณะเภสัชศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	0	63	0	0	0	63	0	0	63	0	0	0	189
คณะวิทยาศาสตร์	15/15/15	0	20	0	0	20	0	20	20	0	20	0	20	120
	16/16/16	0	0	20	0	30	0	0	0	30	0	0	30	110
	ปุ๋ยหมัก	20	30	50	0	50	0	50	0	60	50	50	50	410
คณะวิศวกรรมศาสตร์	16/16/16	5	5	5	4	5	5	5	5	6	6	5	5	61
คณะเศรษฐศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
	อื่นๆ	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
คณะสัตวแพทยศาสตร์	16/16/16	0	0	50	0	0	50	0	0	0	50	0	0	150
วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี	15/15/15	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	4
	ปุ๋ยหมัก	15	0	0	0	10	0	0	9	0	0	0	10	44
สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	16/16/16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
คณะนิเทศศาสตร์	ปุ๋ยหมัก	0	0	200	0	0	200	0	0	200	0	0	0	600
ศูนย์บริหารกลาง (ศหก.)	ปุ๋ยหมัก	228	228	228	228	228	228	228	228	228	912	228	228	3420

ตารางที่ ข-10 ตารางเปลี่ยนถังดับเพลิง

Module	Scope I: direct Emission		
Worksheet	ถังดับเพลิง (กิโลกรัม)		
หน่วยงาน	จำนวนถัง	ขนาด (กิโลกรัม)	Total
สถาบันวิจัยทางน้ำ	2	15	30
คณะสถาปัตยกรรม	17	15	255

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณฐพล รำพึงกิจ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีพ.ศ.2557 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีพ.ศ. 2557

ทางผู้วิจัยยังได้มีโอกาสเข้าร่วมงานประชุมระดับระดับชาติ การจัดประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติ ด้าน "การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน" ครั้งที่ 6 ระหว่างที่ 22 – 23 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรมเดอะรอยัล ริเวอร์ เชิงสะพานกรุงธน กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้เสนอบทความเรื่อง การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University