



รายงานวิจัยสถาบัน

เรื่อง

การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Assessment of Carbon Footprint Reduction Potential

at Suranaree University of Technology

นางภัทรานิษฐ์ ปริญากุลเสถียร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสถาบันจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษายน 2563



## รายงานวิจัยสถาบัน

เรื่อง

การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Assessment of Carbon Footprint Reduction Potential  
at Suranaree University of Technology

ที่ปรึกษาโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตต์ ครุจิต

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นางภัทรานิษฐ์ ปริญากุลเสฏฐ์

หน่วยสิ่งแวดล้อม ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสถาบันจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษายน 2563

## คำนำ

การวิจัยสถาบันมีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนางานของหน่วยงาน เพื่อนำผลการวิจัยมาพัฒนา และปรับปรุงงานประจำให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนช่วยลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย หน่วยสิ่งแวดล้อม ส่วนอาคารสถานที่จึงได้ทำการวิจัยสถาบัน เรื่อง การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตหรือลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังนั้น การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงมีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยผลการวิจัยที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนบริหารจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับศูนย์ หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) และ Green University ต่อไป และงานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณอุดหนุนการวิจัยสถาบันจากมหาวิทยาลัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 และจักได้เผยแพร่ผลการวิจัยสถาบันให้กับผู้สนใจทั่วไปภายใต้ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะอนุกรรมการวิจัยสถาบันที่รับรองรายงานฉบับสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตต์ ครุจิต และหัวหน้าส่วนอาคารสถานที่ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้วยดี

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ 1) เพื่อศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย 2) เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกหรือลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอนาคต และ 3) เพื่อศึกษาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยให้เหลือเท่ากับศูนย์ หรือ มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) โดยได้ทำการศึกษาข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 - 2561 เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 10 ปี

ผลการศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก (รวมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 พบว่า มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวม 3,630 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็น ร้อยละ 17.73 เมื่อเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ มีสัดส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ ร้อยละ 13.73 รองลงมาคือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกประเภทการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการรีไซเคิลขยะ คิดเป็นร้อยละ 4 ตามลำดับ

ผลการศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 10 ปีข้างหน้า พบว่า มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก หรือ ลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สูงสุด ร้อยละ 40.43 จากปีฐานมาจากกิจกรรม 1) การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ ร้อยละ 15.92 2) ติดตั้งพลังงานทดแทน ร้อยละ 13.75 3) การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 9.07 และ 4) มาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 1.70 ตามลำดับ

ผลการศึกษาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยให้เหลือเท่ากับศูนย์ หรือ มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) พบว่า หากใช้แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่ามหาวิทยาลัยจะดำเนินการหรือมีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินการในระยะ 10 ปี จะสามารถลดการปล่อยได้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 40.43 ดังนั้น หากมหาวิทยาลัยต้องการตั้งเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับศูนย์ควรพิจารณาแนวทางอื่น ๆ ที่มีศักยภาพสูงเพิ่มเติม

## ABSTRACT

This research studied about the potential of reducing carbon footprint at Suranaree University of Technology (SUT). The objectives of this research were 1) to studied the high efficient activities that can reduce the carbon footprint at SUT 2) to evaluate the potential of reducing greenhouse gas or carbon footprint in the future 3) To study the methods to reduce greenhouse gas to net zero or until the carbon footprint equal carbon neutral. The researchers studied by observing the greenhouse gas emission activities, greenhouse gas reduction activities and the greenhouse gas absorption by the trees. The period of research was occurred during fiscal years 2559-2561 to evaluate the potential of reducing greenhouse gases in the next 10 years.

The results of studying in fiscal year 2561 indicated that the total potential of reducing the greenhouse gases was 3,630 tCO<sub>2</sub>e/year or 17.73% of total greenhouse gas emission. The potential of greenhouse gas absorption by trees was 13.73%. The replace of air-condition and garbage recycling can reduce the greenhouse emission to 4%. The next 10 years studying of reducing greenhouse emission to 40.43% could be achieved by several activities including 1) The absorption of trees was 15.92% 2) Setting the renewable energy was 13.75% 3) Replacing the air condition was 9.07% 4) Setting Energy awareness and using friendly environmental products was 1.70% correspondingly.

According to the research of SUT, reducing greenhouse gases to net zero or until the carbon footprint equal carbon neutral can be occurred with high probability in the next 10 years. It can be reduced not more than 40.43 percent. If the objective of this research is to reduce greenhouse gases to net zero, we should consider the other ways to increase the potential of reducing carbon footprint.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิต ตรีจิต และหัวหน้าส่วนอาคารสถานที่ ที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อคิดเห็นในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้วยดี

ผู้วิจัย



## สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฐ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ประเด็นยุทธศาสตร์/กลยุทธ์/แนวทาง.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.4 คำถามวิจัยที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>6</b>
2.1 ภาวะโลกร้อน.....	6
2.2 สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก.....	10
2.3 เป้าหมายและแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย.....	14
2.4 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.....	16
2.5 โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS).....	26
2.6 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER).....	29
2.7 กรณีศึกษาการขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร.....	34
2.8 กรณีศึกษาการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก.....	35
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
	3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	45
	3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
	3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	47
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4	ผลการศึกษา.....	67
	4.1 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	67
	4.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ทางตรง.....	67
	4.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ทางอ้อม.....	69
	4.1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ทางอ้อมอื่น ๆ.....	69
	4.1.4 ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	71
	4.1.5 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน.....	78
	4.2 ผลการศึกษากิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก.....	80
	4.3 ผลการศึกษากิจกรรมดูดกลับก๊าซเรือนกระจก.....	84
	4.4 ผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ.....	94
	4.5 ผลประเมินกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก.....	94
	4.6 ผลประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต.....	96
	4.7 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจกให้เหลือศูนย์.....	106
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	107
	5.1 สรุปผลการวิจัย.....	107
	5.2 อภิปรายผล.....	111
	5.3 ข้อเสนอแนะ.....	112



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	114
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก ข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	118
ภาคผนวก ข ข้อมูลกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก.....	124
ภาคผนวก ค ข้อมูลดูดกลับก๊าซเรือนกระจก.....	128
ภาคผนวก ง ประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต.....	135
ประวัติผู้วิจัย.....	139



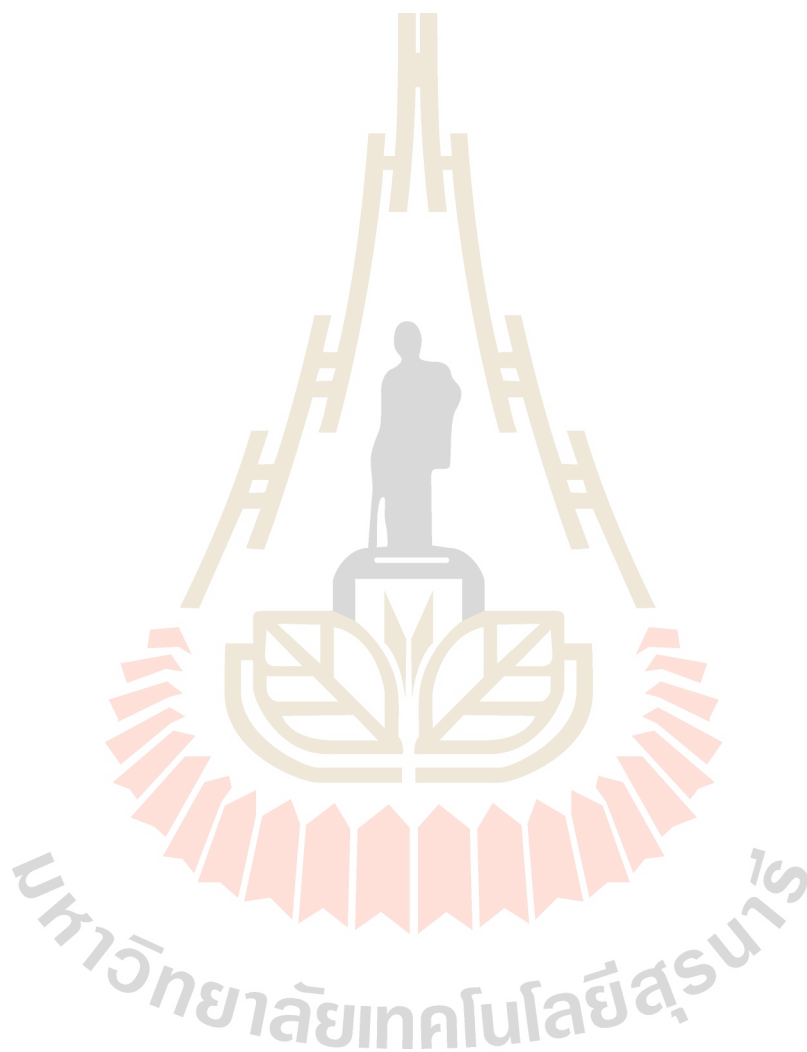
## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจก.....	8
2.2	ศักยภาพทำให้เกิดภาวะโลกร้อน.....	8
2.3	สรุปศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขา.....	15
2.4	ตัวอย่างกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับสถานศึกษา.....	20
2.5	การประเมินความไม่แน่นอน.....	23
2.6	ระดับคุณภาพของข้อมูล – การเก็บข้อมูล.....	23
2.7	ระดับคุณภาพของข้อมูล – ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	23
2.8	ระดับคะแนนของข้อมูล.....	24
2.9	การจัดลำดับคุณภาพตามระดับคะแนน.....	24
2.10	ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของ LESS.....	29
2.11	ข้อดีและประโยชน์ของโครงการ T-VER.....	31
2.12	ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER.....	31
2.13	ขนาดของโครงการ T-VER.....	33
2.14	ภาพรวมราคาตลาดคาร์บอนของประเทศไทย.....	33
2.15	กรณีศึกษาการขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรประเภทสถานศึกษา.....	34
2.16	สถิติโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก.....	35
2.17	สถิติลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER.....	36
2.18	กรณีศึกษาการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER.....	36
2.19	สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3.1	การคัดเลือกกิจกรรมสำหรับประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์.....	49
3.2	บัญชีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรม.....	53
3.3	ขอบเขตด้านโครงสร้างการบริหาร.....	55
3.4	ขอบเขตด้านพื้นที่.....	56
3.5	การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรม.....	57
3.6	การแบ่งพรรณไม้.....	58
3.7	การเก็บข้อมูลต้นไม้.....	59
3.8	สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มพรรณไม้.....	63
4.1	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 : ทางตรง.....	67

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็น.....	69
4.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 : ทางอ้อม.....	69
4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ.....	70
4.5 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2559 -2561.....	71
4.6 ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561.....	72
4.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน ประจำปีงบประมาณ 2559 -2561.....	76
4.8 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ.....	77
4.9 ระดับคุณภาพข้อมูลของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร.....	78
4.10 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร.....	79
4.11 กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561.....	81
4.12 ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561.....	82
4.13 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแปลง.....	85
4.14 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว.....	87
4.15 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร.....	89
4.16 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้.....	91
4.17 เปรียบเทียบพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก.....	92
4.18 เปรียบเทียบความหนาแน่นของพรรณไม้.....	93
4.19 ปริมาณกักเก็บคาร์บอน (ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก) ของต้นไม้ในอนาคต.....	93
4.20 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561.....	94
4.21 ปริมาณลด/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561.....	95
4.22 ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม.....	96
4.23 แนวทางประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 1.....	97
4.24 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 1.....	99
4.25 แนวทางประเมินลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 2.....	100
4.26 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 2.....	102
4.27 แนวทางประเมินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 3.....	103
4.28 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 3.....	105
4.29 สรุปแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต.....	106

5.1	ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561.....	108
5.2	ศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต.....	109
5.3	สัดส่วนศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต.....	110
5.4	ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้.....	112

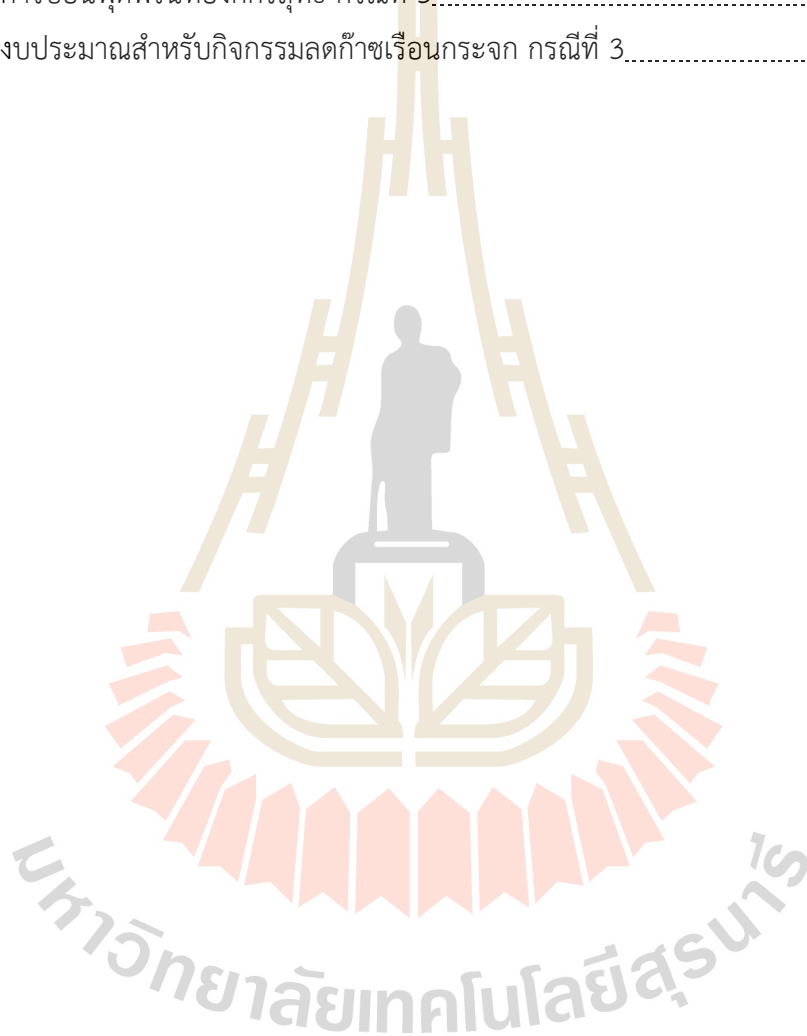


## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ผลกระทบของธรรมชาติ..... 7
2.2	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก..... 12
2.3	แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ.2543 - 2556..... 13
2.4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยรายอุตสาหกรรม..... 13
2.5	แนวทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย..... 15
2.6	การติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย..... 16
2.7	ขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร..... 26
2.8	ขั้นตอนการขอรับรองผลการประเมินลดก๊าซเรือนกระจก..... 28
2.9	ขั้นตอนการขอรับรองคาร์บอนเครดิต..... 30
2.10	สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER..... 36
3.1	ขั้นตอนการประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์..... 46
3.2	การวัดต้นไม้เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอน..... 59
3.3	ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร-สรุปผล..... 60
3.4	ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร-การกรอกข้อมูล..... 61
3.5	ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณปริมาณกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้..... 64
3.6	ตัวอย่างการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการตัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล..... 66
4.1	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 : ทางตรง..... 68
4.2	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ..... 70
4.3	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561..... 72
4.4	แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 -2561..... 76
4.5	ตัวอย่างกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย..... 80
4.6	แนวโน้มการลดก๊าซเรือนกระจก..... 83
4.7	พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแปลง..... 84
4.8	พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว..... 87
4.9	พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร..... 88
4.10	พื้นที่ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย..... 91
4.11	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิกรณีที่ 1..... 97

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.12	งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 1.....	98
4.13	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 2.....	101
4.14	งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 2.....	101
4.15	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 3.....	104
4.16	งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 3.....	104



## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

CFO	=	Carbon Footprint of Organization	=	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร
tCO <sub>2</sub> e	=	Ton Carbon dioxide equivalents	=	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
KgCO <sub>2</sub> e	=	Kilogram Carbon dioxide equivalents	=	กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า
EF	=	Emission Factor	=	ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
LESS	=	Low Emission Support Scheme	=	โครงการสนับสนุนกิจกรรมลด ก๊าซเรือนกระจก
T-VER	=	Thailand Voluntary Emission Reduction Program	=	โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาค สมัครใจตามมาตรฐานประเทศไทย



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ตามแผนพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2561-2564 ได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์หลัก การบริหารงานที่น่าสมัย เป็นธรรม และสร้างระบบนิเวศแห่งคุณภาพ ให้เป็น 1 ใน 5 ยุทธศาสตร์หลักของการพัฒนา ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ แนวทาง ตัวชี้วัด และ Project Based Management ในการบริหารงาน โดยประเด็นยุทธศาสตร์ที่ส่วนอาคารสถานที่รับผิดชอบ คือ ประเด็นยุทธศาสตร์ 5.1 การสร้างมหาวิทยาลัยที่น่าสมัยด้วยดิจิทัล (Smart Campus : Digital University) และประเด็นยุทธศาสตร์ 5.2 การสร้างมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ซึ่งประเด็นยุทธศาสตร์ 5.2 นี้ มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก หรือ UI GreenMetric World University Ranking เป็นเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของมหาวิทยาลัยในการบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 3) การจัดการของเสีย 4) การใช้น้ำ 5) การขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 6) ความสามารถในการให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม จึงเห็นได้ว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรได้ถูกกำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานข้อ 2 การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และจากข้อมูลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก) ของมหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปี 2558 ถึง ปี 2560 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักศึกษาและกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย โดยสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีค่ามากที่สุดมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 95 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง ร้อยละ 5 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยได้ตระหนักถึงการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี จึงได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการและกิจกรรมที่จะช่วยลดการใช้พลังงานและลดก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การคัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิลของธนาคารวัสดุรีไซเคิล การแปรรูปขยะเป็นพลังงานของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า การส่งเสริมให้มีการใช้จักรยานของโครงการจักรยานแสดทอง และการปลูกป่า เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยที่ได้ดำเนินการมาแล้วยังไม่ได้ทำการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกประเภทใดบ้าง เมื่อดำเนินการแล้วส่งผลให้ค่าการลดการ



ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรมได้ดีที่สุด เพื่อมหาวิทยาลัยจะได้วางแผนและส่งเสริมให้มีการดำเนินกิจกรรมเพื่อบรรลุเป้าหมายในการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต

ดังนั้น การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการ โดยผลการวิจัยที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับศูนย์ หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) และ Green University ต่อไป

## 1.2 ประเด็นยุทธศาสตร์/กลยุทธ์/แนวทาง

- 1.2.1 ประเด็นยุทธศาสตร์ : 5.2 การสร้างมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)
- 1.2.2 กลยุทธ์ : 5.2.1 : การสร้างระบบเพื่อการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (System for Green University)
- 1.2.3 แนวทาง : 5.2.1.2 Environment-protected operation

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย
- 1.3.2 เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกหรือลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในอนาคต
- 1.3.3 เพื่อศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยให้เหลือเท่ากับศูนย์ หรือ มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral)

## 1.4 คำถามวิจัยที่ใช้ในการวิจัย

- 1.4.1 กิจกรรมใดบ้างที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย
- 1.4.2 ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกมีค่าเป็นสัดส่วนเท่าไรเมื่อเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยมีศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอนาคตเท่าไร
- 1.4.3 แนวทางใดบ้างที่มีความเหมาะสมในการดำเนินงานเพื่อส่งผลให้การลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเหลือเท่ากับศูนย์ หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ : ผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เช่น การใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ การใช้สารทำความเย็น การใช้สารดับเพลิง การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ และการใช้น้ำประปา เป็นต้น

- ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก : การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เช่น พลังงานทดแทน การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน การจัดการขนส่ง การจัดการของเสีย และการเกษตร เป็นต้น

- ปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก : การดูดกลับหรือกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่าและการดูแลรักษาพื้นที่สีเขียว

### 1.5.2 ขอบเขตด้านสถานที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ไม่รวมโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และโรงเรียนสุรวิวัฒน์)

### 1.5.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลการลดก๊าซเรือนกระจก และข้อมูลการดูดกลับ (กักเก็บ) ก๊าซเรือนกระจก ของปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 - 2561 ซึ่งใช้เป็นปีฐาน และประเมินค่าในอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 - 2571

## 1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

### 1.6.1 คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint for Organization, CFO)

หมายถึง ผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงยานพาหนะ การใช้สารทำความเย็น การใช้สารดับเพลิง การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ และการใช้น้ำประปา โดยวัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ( $tCO_2e$ ) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะนำไปสู่การกำหนดแนวทางบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรต่อไป

### 1.6.2 ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas) หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดกลับ

คลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ หากมีปริมาณมากขึ้นจะส่งผลให้บรรยากาศโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) มีเทน ( $CH_4$ ) ไนตรัสออกไซด์ ( $N_2O$ ) ซีเอฟซี ( $CFC_s$ ) ไฮโดรฟลูโอโรคาร์บอน คาร์บอน ( $HFC_s$ ) เพอร์ฟลูโอโรคาร์บอน ( $PFC_s$ ) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ( $SF_6$ )

1.6.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission) หมายถึง ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรายกิจกรรมต่าง ๆ คำนวณจาก ปริมาณการใช้ (Activity data) คูณกับค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ซึ่งรูปแบบและรายละเอียดการคำนวณเป็นไปตามแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

1.6.4 ค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) หมายถึง ค่าที่ใช้แปลงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งกิจกรรมประเภทเดียวกันจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงและเทคโนโลยีที่ใช้ ในทางสากลนิยมอ้างอิงจากรายงานที่ตีพิมพ์โดย IPCC ซึ่งสามารถ download จาก [www.ipccnggip.iges.or.jp](http://www.ipccnggip.iges.or.jp)

1.6.5 ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร หมายถึง เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ให้การรับรองปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิต และการบริการขององค์กร

1.6.6 โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS) หมายถึง โครงการที่สร้างความตระหนักเพื่อให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และยกย่องผู้ทำความดีโดยการมอบใบประกาศเกียรติคุณ (Letter of Recognition: LOR) เพื่อให้ได้รับการยอมรับ โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์และประเมินทางเทคนิควิชาการ ทำให้เกิดเป็น Low Emission Support Scheme หรือ LESS ซึ่งโครงการนี้จัดขึ้นโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

1.6.7 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction, T-VER) หมายถึง โครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ทุกภาคส่วน มีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศโดยความสมัครใจ และสามารถนำปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นที่เรียกว่าคาร์บอนเครดิต ซึ่งภายใต้โครงการ T-VER นี้เรียกว่า "TVERs" ไปขายในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจในประเทศได้

1.6.8 ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก (Reduction Emission) หมายถึง ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามข้อกำหนดของโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

1.6.9 การดูดกลับ (กักเก็บ) ก๊าซเรือนกระจก หมายถึง กระบวนการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาเก็บไว้ในรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของพืชหรือต้นไม้ โดยวิธีการคำนวณเป็นไปตามข้อกำหนดของโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

1.6.10 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต หมายถึง ผลต่างคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของปีฐานกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของอนาคตเทียบกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของปีฐาน

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 1.7.1 ได้แนวทางที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจกหรือลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย
- 1.7.2 ได้ข้อมูลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สำหรับยื่นขอลดภาษี คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ตามโครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
- 1.7.3 ได้ข้อมูลปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก สำหรับยื่นขอรับรองและใบประกาศเกียรติคุณ ตามโครงการ LESS องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และโครงการ T-VER
- 1.7.4 ได้ฐานข้อมูลต้นไม้มือเพื่อใช้บริหารจัดการงานด้านภูมิทัศน์ของมหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ภาวะโลกร้อน
2. สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
3. เป้าหมายและแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย
4. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
5. โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS)
6. โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction, T-VER)
7. กรณีศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสถานศึกษา
8. กรณีศึกษาการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง  $0.74 \pm 0.18$  องศาเซลเซียส และจากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศพบว่าในปี พ.ศ. 2544 – 2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นถึง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส

สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนก็เพราะว่าก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้ถ่านหินและเชื้อเพลิง รวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์สร้างขึ้น ทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลกเป็นชั้นหนามากขึ้นเปรียบเสมือนเป็นเรือนกระจก และจะกักเก็บความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากขึ้น แต่สะท้อนกลับออกไปในปริมาณน้อยลง ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นจากเดิม เรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ผลกระทบของธรรมชาติ กับ มนุษย์ต่อปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก  
ที่มา : <http://www.environment.in.th/archives/1126>

### 2.1.1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) หมายถึง ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศโลกที่ห่อหุ้มโลกไว้เสมือนเรือนกระจก ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิของโลกให้คงที่ซึ่งอาจแบ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติ และก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม แต่หากมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากเกินไปจะทำให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 7 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ( $\text{SF}_6$ ) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ ( $\text{NF}_3$ ) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออล ดังตารางที่ 2.1



ตารางที่ 2.1 แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งที่มา
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม การตัดไม้ทำลายป่า
มีเทน (CH <sub>4</sub> )	ขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ ของเสีย อุจจาระ การบำบัดน้ำเสีย ฟาร์มสุกร การเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ
ไนตรัสออกไซด์ (N <sub>2</sub> O)	จากมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมไนลอน อุตสาหกรรมเคมี การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากซากพืชและสัตว์ ปุ๋ย และการเผาป่า
แก๊สที่มีส่วนประกอบ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC <sub>s</sub> )	อุตสาหกรรมต่าง ๆ และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น โฟม กระจังสปเรย์ เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น แอร์ ตัวทำลาย (แก๊สนี้จะรวมตัวทางเคมีได้ดีกับโอโซนทำให้อโอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงหรือเกิดรูรั่วในชั้นโอโซน)

### 2.1.2 ศักยภาพทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (global warming potential)

ศักยภาพทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (global warming potential) หรือ GWP หมายถึง ศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน โดยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ศักยภาพทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้น บรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	5 - 200	1
มีเทน (CH <sub>4</sub> )	12	25
ไนตรัสออกไซด์ (N <sub>2</sub> O)	114	298
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	1.4 - 270	124 - 14,800
เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	1,000 - 50,000	7,390 - 12,200
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF <sub>6</sub> )	3,200	22,800
ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF <sub>3</sub> )	740	17,200

ที่มา : <http://www.tgo.or.th/2015/>

### 2.1.3 ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อนกำลังก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คนและระบบนิเวศ ความจริงที่ปรากฏคือ ธารน้ำแข็งที่กำลังละลาย น้ำแข็งขั้วโลกสลาย ชั้นดินเยือกแข็ง (Permafrost) ที่อุ่นขึ้น ปะการังที่กำลังตาย ระดับน้ำทะเลที่กำลังเพิ่มสูงขึ้น ระบบนิเวศที่กำลังเปลี่ยนแปลง และ คลื่นความร้อนที่ทำให้ถึงแก่ความตายได้ และผลกระทบในตอนเริ่มต้นจากอุณหภูมิที่ร้อนขึ้นเล็กน้อยถึงปานกลาง ดังนี้

- ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากธารน้ำแข็งที่กำลังละลาย และอุณหภูมิทั่วโลกที่กำลังสูงขึ้นจากการขยายตัวของน้ำในมหาสมุทร
  - ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากชั้นดินเยือกแข็ง และป่าที่กำลังตาย
  - มีความเสี่ยงมากขึ้นที่จะเกิดสภาพอากาศรุนแรง เช่น คลื่นความร้อน ความแห้งแล้ง และ น้ำท่วม ในปัจจุบันความแห้งแล้งทั่วโลกได้เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าใน 30 ปีที่ผ่านมา 2 เท่า
  - ผลกระทบรุนแรงในระดับภูมิภาค ตัวอย่างเช่น ในยุโรป จะเกิดน้ำท่วมจากแม่น้ำเพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่วนมากของทวีป และตามพื้นที่ชายฝั่งจะเสี่ยงต่อน้ำท่วม การกัดเซาะ และ การสูญเสียพื้นที่ทะเล
  - ระบบทางธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ธารน้ำแข็ง ปะการัง ป่าชายเลน ระบบนิเวศของทวีปอาร์กติก ระบบนิเวศของเทือกเขาสูง ป่าสนแถบหนาว ป่าเขตร้อน เขตลุ่มน้ำในทุ่งหญ้า และ เขตทุ่งหญ้าในท้องถิ่นจะถูกคุกคามอย่างรุนแรง
  - สัตว์สายพันธุ์เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์มากขึ้น และเกิดความสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
  - ผลกระทบที่รุนแรงกว่าจะตกอยู่กับประเทศยากจน ได้แก่ ประเทศที่กำลังพัฒนาของทวีปแอฟริกา เอเชีย และ มหาสมุทรแปซิฟิก ที่มีความสามารถน้อยที่สุดในการป้องกันตนเองจากระดับทะเลที่สูงขึ้น การแพร่กระจายของเชื้อโรค และ ผลผลิตภาคเกษตรที่ต่ำลง
  - ภาวะโลกร้อนทุกระดับจะทำให้ประเทศที่กำลังพัฒนาทุกขั้วขั้วมากที่สุด
- ผลกระทบร้ายแรงในระยะยาวหากโลกร้อนยังดำเนินต่อไป
- พืชน้ำแข็งบนเกาะกรีนแลนด์และทวีปแอนตาร์กติกาที่กำลังละลาย หากไม่ควบคุมความร้อนที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจจุดชนวนให้เกิดการละลายของพืดน้ำแข็งทั้งหมดในเกาะกรีนแลนด์ในอีกไม่กี่ทศวรรษข้างหน้า ซึ่งจะทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 7 เมตรเป็นเวลาหลายทศวรรษ
  - กระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทรแอตแลนติกที่ไหลช้าลง เปลี่ยนทิศทาง หรือ หยุดไหล ซึ่งส่งผลกระทบต่อยุโรป และทำให้ระบบการไหลเวียนของมหาสมุทรผิดปกติ
  - หายนะจากการปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมหาศาลจากมหาสมุทร ซึ่งทำให้ก๊าซมีเทนในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้โลกร้อนขึ้น



## 2.2 สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก

### 2.2.1 อนุสัญญาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ได้แบ่งระยะเวลาการวางเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเทศ เป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 : ปี พ.ศ. 2551 – 2555 (ค.ศ. 2008 – 2012) ได้กำหนดให้กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศในยุโรปตะวันออก เพิ่มเป้าหมายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขพิธีสารเกียวโต โดยได้รับการลงนามรับรองที่เมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2540 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548

ช่วงที่ 2 : ปี พ.ศ. 2556 – 2563 (ค.ศ. 2013 – 2020) กำหนดให้ประเทศกำลังพัฒนา ร่วมเสนอเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก หรือ “เจตจำนงการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ หรือ มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ (Nationally Appropriate Mitigation Actions : NAMA)

ช่วงที่ 3 : หลังจากปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) เป็นข้อตกลงที่จะผลักดันกระบวนการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ภายใต้ข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) หรือ การประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 21 หรือ COP 21 เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2558 ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส โดยแต่ละประเทศจะจัดทำข้อเสนอหรือร่างเจตจำนงการมีส่วนร่วมลดก๊าซเรือนกระจกตามความเหมาะสมของประเทศตนเอง ดังนี้

- ยืนยันเป้าหมายควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวโลกไม่ให้เกิน 2 องศาเซลเซียส (เมื่อเทียบระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม) เพื่อป้องกันภัยพิบัติร้ายแรงที่จะเกิดขึ้นจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ทำข้อตกลงที่มีผลผูกพันทางกฎหมายโดยประเทศภาคีทุกประเทศเพื่อทำแผนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เรียกว่า Nationally Determined Contributions (NDCs) และเพื่อดำเนินมาตรการในประเทศที่มีจุดประสงค์เพื่อทำตามข้อตกลงดังกล่าวให้สำเร็จ
- ตกลงให้ทุกประเทศต้องส่งรายงานเกี่ยวกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคืบหน้าในการปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (NDCs) อย่างสม่ำเสมอ และให้ประเทศอื่น ๆ ดำเนินการตรวจสอบ
- ตกลงให้ทุกประเทศต้องส่งแผนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (NDCs) ฉบับใหม่ทุก ๆ 5 ปี โดยคาดหวังว่าจะต้องมีความคืบหน้าจากแผนฉบับก่อน ๆ

- ยืนยันพันธกรณีที่มิผลผูกพันทางกฎหมายของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วภายใต้ UNFCCC เพื่อสนับสนุนความพยายามของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และส่งเสริมการดำเนินการโดยสมัครใจของประเทศกำลังพัฒนาเป็นครั้งแรกด้วย
- ขยายเป้าระดมเงินสนับสนุนซึ่งปัจจุบันอยู่ที่ 100,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี ถึงปี 2563 ให้เป็นปี 2568 และจะกำหนดเป้าหมายใหม่ที่มากกว่าเดิมสำหรับช่วงหลังปี 2568
- ขยายกลไกเพื่อจัดการความสูญเสียและความเสียหายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับความรับผิดชอบหรือการชดเชยใด ๆ
- ขยายกลไกเพื่อแก้ไขปัญหาความสูญเสียและความเสียหายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับความรับผิดชอบสำหรับความเสียหายหรือการชดเชยใด ๆ
- กำหนดให้ประเทศภาคีต้องเข้าร่วมการซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อป้องกันการนับซ้ำ

## 2.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก

ในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก เท่ากับ 48,892.37 MtCO<sub>2</sub>e โดยประเทศจีนปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับที่ 1 จำนวน 11,911.71 MtCO<sub>2</sub> (23.73%) รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา ปล่อยจำนวน 6,371.10 MtCO<sub>2</sub> (12.92%) และ อินเดีย ปล่อยเป็นอันดับ 3 จำนวน 3,079.81 MtCO<sub>2</sub> (6.55%) ส่วนประเทศไทยอยู่ที่อันดับที่ 20 ปล่อยเป็นจำนวน 358.42 MtCO<sub>2</sub>e ดังภาพที่ 2.2

## การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก

ปี ค.ศ. 2014 ประเทศต่างๆทั่วโลกมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 48,892.37 MtCO<sub>2</sub>e

ลำดับ	ประเทศ	ปริมาณการปล่อย GHG (MtCO <sub>2</sub> e) คำนวณรวม LULUCF	ปริมาณการปล่อย GHG (MtCO <sub>2</sub> e) ไม่คำนวณรวม LULUCF	รวม (%)
1	จีน	11,600.63	11,911.71	23.73
2	สหรัฐอเมริกา	6,319.02	6,371.10	12.92
3	อินเดีย	3,202.31	3,079.81	6.55
4	อินโดนีเซีย	2,471.64	789.48	5.06
5	รัสเซีย	2,030.14	2,137.83	4.15
6	บราซิล	1,357.18	1,051.00	2.78
7	ญี่ปุ่น	1,322.05	1,314.59	2.70
8	แคนาดา	867.00	745.11	1.77
9	เยอรมนี	816.64	854.01	1.67
10	อิหร่าน	800.68	733.61	1.64
20	ไทย	374.38	358.42	0.77

ที่มา: CAIT - Country Greenhouse Gas Emissions Data, World Resource Institute

### ภาพที่ 2.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก

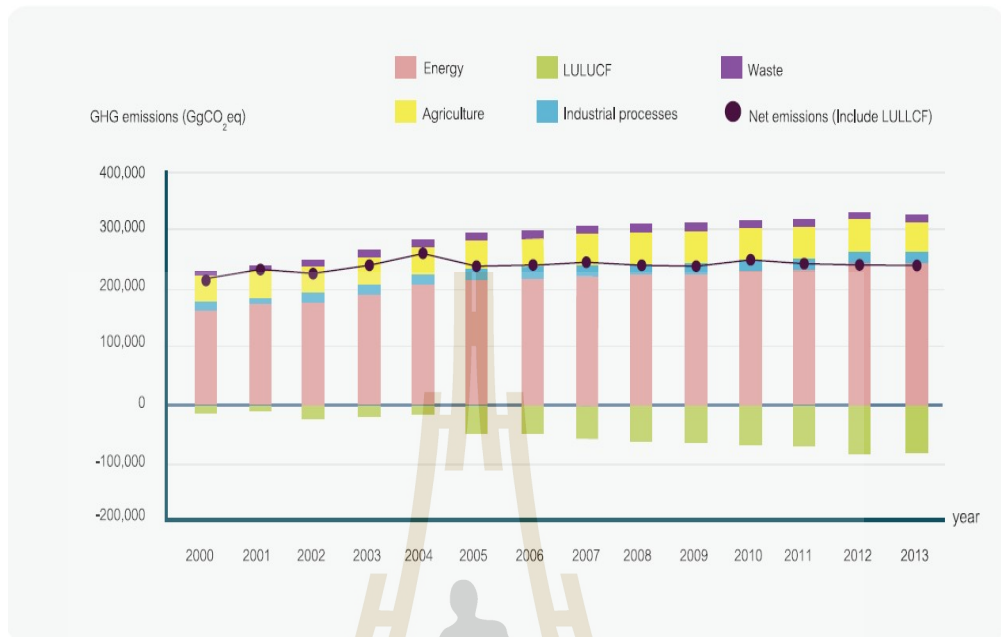
ที่มา: เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก ลดโลกร้อนอย่างยั่งยืน.  
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560

#### 2.2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

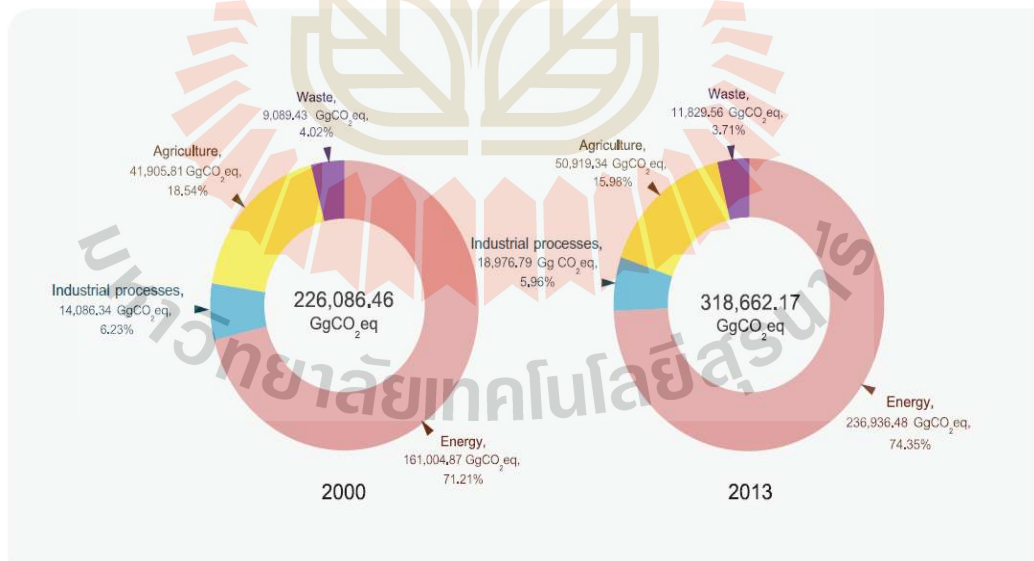
จากรายงานความก้าวหน้ารายสองปี ฉบับที่ 2 (Second Biennial Update Report) พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2556 (ค.ศ. 2000 – 2013) ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2556 (ค.ศ. 2013) เท่ากับ 318,662.17 GgCO<sub>2</sub>e และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74 ดังนี้

1. ภาคพลังงาน จำนวน 236,936.48 GgCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 74.35)
2. ภาคเกษตร จำนวน 50,919.34 GgCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 15.96)
3. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ จำนวน 18,976.79 GgCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 5.96)
4. ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน - 86,102 GgCO<sub>2</sub>e (ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก)
5. ภาคของเสีย จำนวน 11,829.56 GgCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 3.71)

รายละเอียดดังภาพที่ 2.3 และ 2.4



ภาพที่ 2.3 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2543 – 2556 (ค.ศ. 2000 – 2013)  
ที่มา: รายงานความก้าวหน้ารายสองปี ฉบับที่ 2 (Second Biennial Update Report). สำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560.



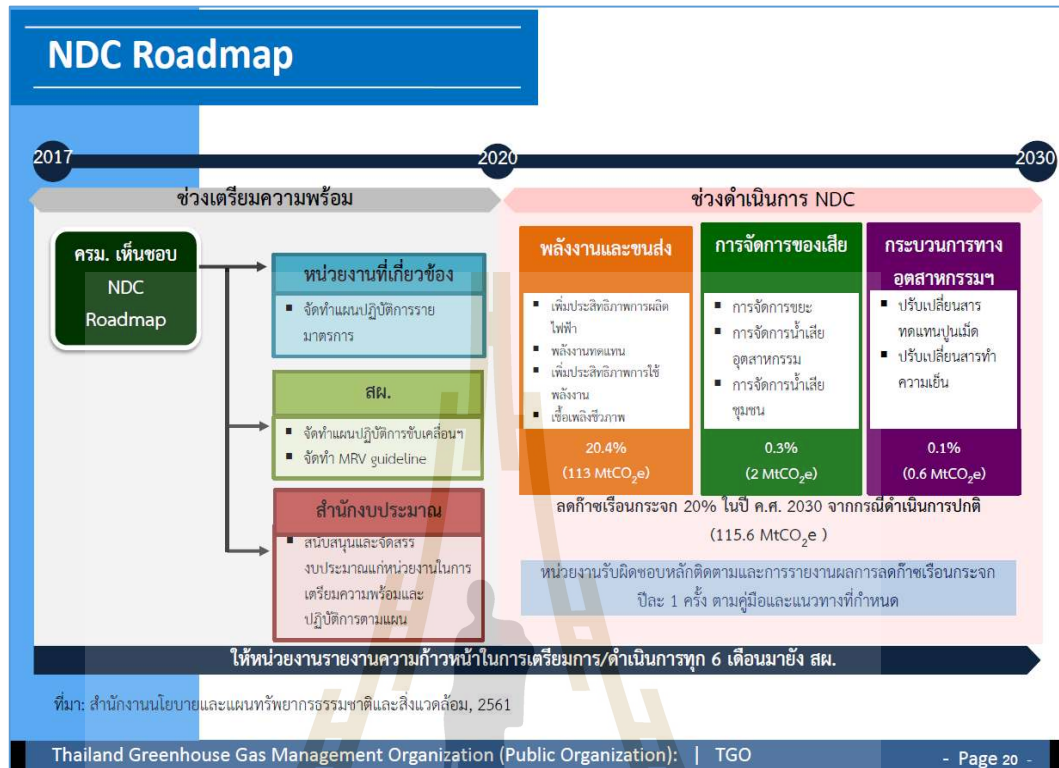
ภาพที่ 2.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยรายอุตสาหกรรม  
ที่มา: รายงานความก้าวหน้ารายสองปี ฉบับที่ 2 (Second Biennial Update Report). สำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560.

### 2.3 เป้าหมายและแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ประเทศไทยมีการตั้งเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจก ตามเจตจำนงการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ดังนี้

1. ช่วงก่อนปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) : ตั้งเป้าลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ หรือ มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับชาติ (Nationally Appropriate Mitigation Actions , NAMA) โดยจะลดก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 7 - 20 ในภาคพลังงานและภาคขนส่ง

2. ช่วงหลังปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) : เสนอแผนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เรียกว่า Nationally Determined Contributions (NDCs) โดยจะลดก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 - 25 จากกรณีธุรกิจปกติจากปีฐาน พ.ศ. 2548 (ค.ศ. 2005) ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) โดยเสนอลดทุกภาคส่วน และได้จัดทำแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564 – 2573 (Thailand's Nationally Determination Contribution Roadmap on Mitigation 2021 – 203, NDC Roadmap) เพื่อจะลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ณ ปี พ.ศ. 2073 ที่ร้อยละ 20 - 25 โดยมีกรอบแนวคิดให้สอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 115.60 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt-CO<sub>2</sub>e) ซึ่งจะเป็นไปตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ 111 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt-CO<sub>2</sub>e) หรือ ร้อยละ 20 จากกรณีปกติ รายละเอียดดังภาพที่ 2.5 และตารางที่ 2.3



ภาพที่ 2.5 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ที่มา: เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก ลดโลกร้อนอย่างยั่งยืน.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560

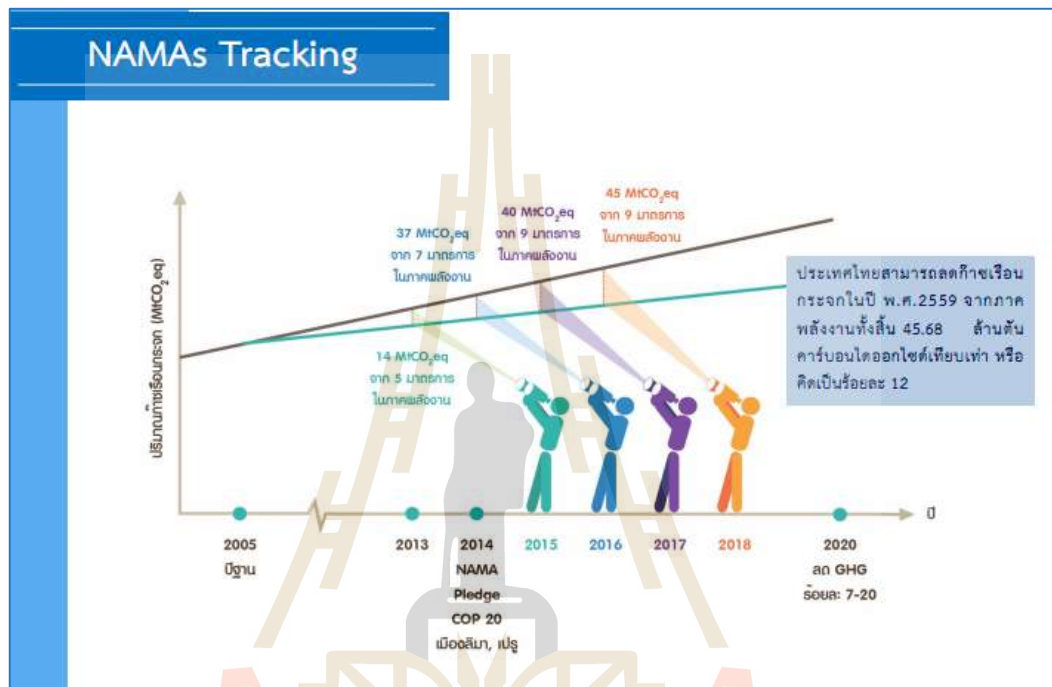
ตารางที่ 2.3 สรุปศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขา

สาขา	ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก (MtCO <sub>2e</sub> ) พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)
สาขาพลังงานและขนส่ง	113.00
สาขาการจัดการของเสีย	2.00
ภาคกระบวนการทางอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์	0.30
<b>ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกรวม</b>	<b>115.60</b>

ที่มา : แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2564 – 2573. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560



ผลการติดตามการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน พบว่าในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้แล้ว จำนวน 37.47 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO<sub>2</sub>e) คิดเป็นร้อยละ 10 และในปี พ.ศ. 2558 ลดได้ 40.14 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO<sub>2</sub>e) คิดเป็นร้อยละ 11 รายละเอียดดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การติดตามผลการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ที่มา: เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก ลดโลกร้อนอย่างยั่งยืน.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560

#### 2.4 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง โดยวัดค่าออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO<sub>2</sub>e)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่องทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization : CFO) เป็นวิธีการหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.4.1 หลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

การแสดงข้อมูลผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร จะต้องประกอบด้วยพื้นฐาน 5 ประการ ดังนี้

1) ความตรงประเด็น (Relevance) : มีการระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจวัดและการคำนวณที่เหมาะสม ปริมาณที่คำนวณได้สะท้อนถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถตัดสินใจในการวางแผนบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกได้

2) ความสมบูรณ์ (Completeness) : ข้อมูลที่ได้ต้องครอบคลุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร และเป็นปริมาณการปล่อยจากทุกกิจกรรมขององค์กร

3) ความไม่ขัดแย้ง (Consistency) : ข้อมูลที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วต้องไม่ขัดแย้งกัน มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกัน

4) ความถูกต้อง (Accuracy) : ลดความอคติ และความไม่แน่นอนให้ได้มากที่สุด

5) ความโปร่งใส (Transparency) : การเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลในการตัดสินใจและเชื่อมั่นอย่างสมเหตุสมผล

#### 2.4.2 ขั้นตอนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

1) การกำหนดขอบเขตองค์กร : เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร โดยการกำหนดขอบเขตให้พิจารณาจากโครงสร้างการบริหารจัดการ หรือขอบเขตพื้นที่รับผิดชอบ ให้แสดงรายละเอียดแผนผังองค์กร จำนวนคน โครงสร้างบริหารงาน ระบุกระบวนการสารขาเข้าและขาออก (กรณีโรงงานอุตสาหกรรม)

2) การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน : เป็นการระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตองค์กร และจำแนกกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทดังนี้

- ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (direct Greenhouse Gas Emission) ประกอบด้วย 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่ เช่น การผลิตไฟฟ้า การผลิตความร้อนและไอน้ำใช้ภายในองค์กร การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของเครื่องจักร อุปกรณ์ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะขององค์กรหรือเช่าเหมา 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการ ประกอบด้วย ปฏิบัติการเคมี



ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การวิเคราะห์น้ำเพื่อหาค่า COD (Chemical Oxygen Demand) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่น ๆ ประกอบด้วย การใช้สารทำความเย็น สารดับเพลิง ก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย และหลุมฝังกลบ การใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีในการชักล้าง และ 4) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล

- ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Greenhouse Gas Emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อน หรือน้ำที่นำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้ในองค์กร

- ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect Greenhouse Gas Emission) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สินค้าบริการ หรือ การจ้างเหมาช่วง ประกอบด้วย 1) การเดินทางของบุคลากรเพื่อการประชุม สัมมนาที่เกี่ยวกับงานขององค์กรด้วยพาหนะส่วนตัว รถไฟ เครื่องบิน จ้างเหมายานพาหนะ 2) การเดินทางจากที่พักถึงองค์กรเพื่อมาทำงานโดยรถส่วนตัวหรือพาหนะขององค์กร 3) การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน กากของเสียที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการ 4) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากก๊าซหุงต้มของร้านค้าร้านอาหารโดยบุคคลภายนอก 5) การใช้น้ำประปา 6) การใช้วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ กระดาษชำระ หมึกพิมพ์ ดินสอ ปากกา ยางลบ เป็นต้น

3) การเก็บข้อมูล : ถือเป็นขั้นตอนสำคัญและใช้เวลานานที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดที่ต้องให้ความสำคัญ คือ

- ระบุกลุ่ม : การระบุผู้รับผิดชอบในส่วนต่าง ๆ ของการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะเป็นการบ่งชี้ให้เห็นถึงระบบการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และความน่าเชื่อถือของข้อมูล

- ระบุพื้นฐาน : ระบุพื้นฐานที่ใช้อ้างอิง และขอบเขตการดำเนินงานในพื้นฐาน

- จัดวางระบบการควบคุมคุณภาพข้อมูล : มีการเก็บข้อมูลตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนการกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน

- เก็บรวบรวมข้อมูล : ทำการเก็บข้อมูลที่ระบุไว้ในขั้นตอนการกำหนดขอบเขต แยกตามแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ประเภท

- ติดตามผลความน่าเชื่อถือ : ควรระบุถึงเครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล จุดที่การตรวจวัด และความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

4) การคำนวณ : การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำได้ 3 วิธี คือ

- วิธีการตรวจวัด โดยการตรวจวัดโดยตรง ณ แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง

- วิธีการคำนวณ สามารถคำนวณได้จากผลคูณของข้อมูลกิจกรรมและค่าแฟกเตอร์การปล่อย ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในรูปน้ำหนัก (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยค่าแฟกเตอร์สามารถสืบค้นได้จากหนังสือ “แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร” องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก หรือ download จาก [www.ipccnggip.iges.or.jp](http://www.ipccnggip.iges.or.jp)

- วิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ สามารถคำนวณได้จากการตรวจวัดและวิธีการคำนวณมารวมกัน

5) การรายงานผล : การรายงานผลถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสื่อสารการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยจัดทำในรูปกระดาษหรือไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณชนต่อไป ทั้งนี้ การรายงานผล ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- บทนำ : ประกอบด้วยความเป็นมา วัตถุประสงค์ เกณฑ์การจัดทำ
- ข้อมูลทั่วไปขององค์กร : ประกอบด้วย ชื่อ ที่อยู่ขององค์กร จำนวนพนักงาน ลักษณะงาน ชื่อผู้รับผิดชอบข้อมูล
- ขอบเขตองค์กร : แผนผังองค์กรตามขอบเขตที่กำหนด
- ขอบเขตดำเนินงาน : ระบุกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท
- การติดตามผล : เป็นส่วนของการรายงานผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ได้ประเมินตามวิธีการต่าง ๆ
- ปูฐาน : ช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก
- การจัดการคุณภาพข้อมูล : เป็นการระบุรายละเอียดของโครงสร้างการเก็บข้อมูลในแต่ละชุด แผนผัง ขั้นตอน การประเมิน และการจัดการความไม่แน่นอน
- ภาคผนวก : ข้อมูลสนับสนุนอื่น ๆ เช่น เอกสารแต่งตั้งกรรมการประเมิน หลักฐานการสอบเทียบ เอกสารใบเสร็จรับเงิน เป็นต้น

6) การทวนสอบ : เพื่อตรวจสอบผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรได้รายงานไว้ให้มีความถูกต้องตามหลักประเมิน ได้แก่ ความตรงประเด็น ความสมบูรณ์ ความไม่ขัดแย้ง ความถูกต้อง ความโปร่งใสและเป็นไปตามกรอบประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยการทวนสอบประกอบด้วย

- ศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ ของการทวนสอบตามมาตรฐาน
- การเลือกผู้ทวนสอบที่มีความสามารถ มีประสบการณ์ ทางเทคนิค และไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับองค์กร
- กำหนดระดับของการรับรอง แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 1) ระดับการรับรองแบบเหมาะสม ซึ่งเป็นระดับการรับรองที่ผู้ทวนสอบให้การรับรอง ผลการประเมินที่มีการตรวจสอบข้อมูล

บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก วิธีการวัดหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก การคำนวณ การจัดทำรายงานผล โดยอ้างอิงมาตรฐาน และ 2) ระดับการรับรองแบบจำกัดโดยให้การรับรองบางส่วน

- กระบวนการสอบทวน ประกอบด้วย 1) การทวนสอบข้อกำหนด วัตถุประสงค์ ความมีสาระสำคัญ และหลักเกณฑ์การทวนสอบร่วม 2) การตรวจสอบตัวเลข และผลการคำนวณ ที่ปรากฏในรายงาน และ 3) การจัดทำรายงานผลการสอบทวนโดยผู้สอบทวน เพื่อนำไปสู่การประกาศใช้เครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ทั้งนี้ ตัวอย่างกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับสถานศึกษา ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับสถานศึกษา

ตัวอย่างกิจกรรม	การคำนวณ
<b>1. ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง</b>	
1.1 การเดินทางภายในและภายนอกสถาบันการศึกษาด้วยยานพาหนะขององค์กร หรือเช่าเหมา	1. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง 2. ระยะทาง $\times$ น้ำหนักบรรทุก $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามประเภทของยานพาหนะ 3. (ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง
1.2 การทำปฏิกิริยาสารเคมีและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการเรียนการสอน	1. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามปริมาณมวลสารสัมพันธ์ของปฏิกิริยาเคมี 2. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง
1.3 การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ หรือ อุปกรณ์ภายในองค์กร	ปริมาณสารทำความเย็น $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของสารทำความเย็น
1.4 การใช้สารดับเพลิงประเภทที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณสารดับเพลิง $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของสารเคมีที่ใช้เป็นสารดับเพลิง
1.5 ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น งานเชื่อม งานตัด เป็นต้น	ปริมาณก๊าซที่ใช้ $\times$ ค่าแฟคเตอร์การปล่อยตามชนิดของก๊าซ

## ตารางที่ 2.4 ต่อ

ตัวอย่างกิจกรรม	การคำนวณ
1.6 การใช้ปุ๋ยเพื่อการดูแลพื้นที่สีเขียว	ปริมาณปุ๋ยที่มีการใช้จริง × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามประเภทและสูตรของปุ๋ยที่ใช้
1.7 การใช้เชื้อเพลิงที่เกิดการเผาไหม้ในองค์กร	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง
1.8 การบำบัดน้ำเสียที่องค์กรเป็นผู้ดำเนินการ	1. คำนวณอ้างอิงตาม UNFCC 2006 2. คำนวณอ้างอิงตาม UNFCC 2006
<b>2. ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม</b>	
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อย
<b>3. ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ</b>	
3.1 การเดินทางไปกลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากร และนักศึกษา	1. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง 2. ระยะทาง × น้ำหนักบรรทุก × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามประเภทของยานพาหนะ 3. (ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง
3.2 การเดินทางระหว่างส่วนงานภายในองค์กรด้วยยานพาหนะส่วนตัว	1. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง 2. ระยะทาง × น้ำหนักบรรทุก × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามประเภทของยานพาหนะ 3. (ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง
3.3 การเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะ และยานพาหนะที่ไม่ใช้องค์กรเป็นเจ้าของ	1. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง 2. ระยะทาง × น้ำหนักบรรทุก × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามประเภทของยานพาหนะ 3. (ระยะทาง / อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง) × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของเชื้อเพลิง 4. ระยะทางที่เดินทาง × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางโดยเครื่องบิน

## ตารางที่ 2.4 ต่อ

ตัวอย่างกิจกรรม	การคำนวณ
3.4 การใช้สารเคมีเพื่อทำความสะอาด โดยบริษัทจ้างเหมาช่วง	ปริมาณสารเคมีที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามชนิดของสารเคมี
3.5 การใช้น้ำประปา	ปริมาณน้ำประปาที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยของน้ำประปา
3.6 การใช้วัสดุสำนักงาน และวัสดุสิ้นเปลือง เช่น กระดาษ	ปริมาณกระดาษที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยของกระดาษ
3.7 การใช้พลังงานไฟฟ้า และก๊าซหุงต้มของร้านค้า และร้านอาหารที่มาเช่าพื้นที่ภายในองค์กร	ปริมาณก๊าซหุงต้มที่ใช้ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยของการเผาไหม้ก๊าซหุงต้ม
3.8 การกำจัดขยะโดยผู้รับเหมาช่วง	ปริมาณขยะแยกตามองค์ประกอบ × ค่าแฟกเตอร์การปล่อยตามองค์ประกอบขยะ

ที่มา : กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล (2558)

#### 2.4.9 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)

ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกควรเลือกใช้ค่าแฟกเตอร์ที่หาได้จากข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งหากไม่สามารถหาได้ควรเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมและกระบวนการย่อยที่ไม่ได้อยู่ในการควบคุมโดยตรงขององค์กรหรือค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการเผยแพร่แล้วตามแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยสามารถสืบค้นได้จากหนังสือ แนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). หรือ <http://www.tgo.or.th> หรือ [www.ipccnggip.iges.or.jp](http://www.ipccnggip.iges.or.jp)

#### 2.4.10 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้ รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ

ตัวอย่าง : วิธีการประเมินความไม่แน่นอน บริษัท A ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยมีรายละเอียดของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การประเมินความไม่แน่นอน

ประเภทของกิจกรรม	รายการ	การได้มาของข้อมูล	ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	แหล่งอ้างอิง
1	การใช้น้ำมันเตา	การเก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่อง	XXX	Supplier
2	การใช้ไฟฟ้า	ข้อมูลจากใบเสร็จ	XXX	TH database
3	การใช้น้ำมันเบนซิน จากการเดินทางของพนักงาน	จากการประมาณค่า	XXX	IPCC (2007)

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้สามารถตรวจสอบระดับคุณภาพของข้อมูลได้ โดยการกำหนดคะแนน ดังตารางที่ 2.6 - 2.7

ตารางที่ 2.6 ระดับคุณภาพของข้อมูล - การเก็บข้อมูล

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล		
	X=6 คะแนน	Y=3 คะแนน	Z=1 คะแนน
ลักษณะการเก็บข้อมูล	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบอัตโนมัติ	เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ	เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า

ที่มา ; องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554

ตารางที่ 2.7 ระดับคุณภาพของข้อมูล - ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
	A=4 คะแนน	B=3 คะแนน	C=2 คะแนน	D=1 คะแนน
ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	EF จากการวัดที่มีคุณภาพ	EF จากผู้ผลิต	EF ระดับประเทศ	EF ระดับสากล

ที่มา ; องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554

จากนั้น กำหนดระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอน ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ระดับคะแนนของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1 - 6	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7 - 12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13 - 18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19 - 24	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

ที่มา ; องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554

นำคะแนนที่ได้ของการเก็บข้อมูล มาคูณกับคะแนนของค่าפקเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และจัดลำดับคุณภาพตามระดับคะแนน

ตารางที่ 2.9 การจัดลำดับคุณภาพตามระดับคะแนน

ประเภทของกิจกรรม	รายการ	คะแนนการเก็บข้อมูล (A)	คะแนนค่า EF (B)	ผลการประเมิน (A x B)	ระดับคุณภาพ
1	การใช้ น้ำมันเตา	6	3	18	3
2	การใช้ไฟฟ้า	3	2	6	1
3	การใช้น้ำมัน เบนซินจากการเดินทางของ พนักงาน	1	1	1	1

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554

จากตัวอย่าง จะเห็นได้ถึงระดับคุณภาพของข้อมูลในแต่ละชุดที่องค์กรสามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาทบทวนเพื่อการวางแผนการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกสำหรับการประเมินในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



#### 2.4.11 ประโยชน์ของการทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

1) ภาคธุรกิจ : สามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กร สามารถจำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญและหาแนวทางเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก และอาจนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิต หรือทำการชดเชยคาร์บอนกับองค์กรอื่น ๆ

2) ภาครัฐ : ใช้ในการขับเคลื่อนให้เกิดการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรเพื่อประโยชน์ส่วนรวมของประเทศ

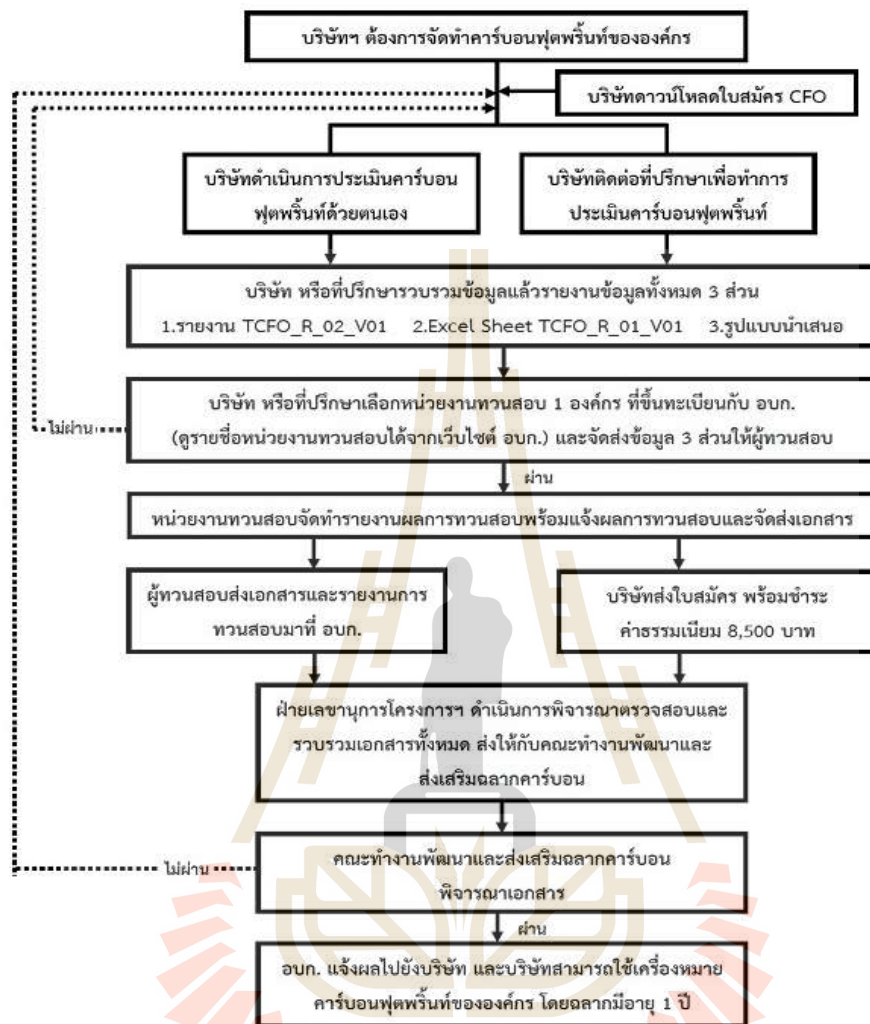
#### 2.4.12 ขั้นตอนและค่าใช้จ่ายในการขอเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การดำเนินการขอเครื่องหมายคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ต้องมีการจัดทำข้อมูลการประเมินตามระเบียบของ อบก. และผ่านกระบวนการสอบทวนจากผู้ที่ได้รับอนุญาตจาก อบก. ทั้งนี้ ในส่วนของค่าใช้จ่ายมี 3 ส่วน ดังนี้

- 1) ค่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาเพื่อทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ อัตรา 12,000 บาท/คน-วัน (3 คน-วัน) หรือ ขึ้นอยู่ขนาดขององค์กร
- 2) ค่าจ้างทวนสอบ อัตรา 12,000 บาท/คน-วัน (3 คน/วัน) หรือ ขึ้นอยู่ขนาดขององค์กร
- 3) ค่าธรรมเนียมการขึ้นทะเบียนและขอใช้เครื่องหมาย 8,500 บาท/องค์กร

รายละเอียดดังภาพที่ 3.7





ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

ที่มา : [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization\\_is/organization\\_is.pnc](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization_is/organization_is.pnc)

## 2.5 โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS)

โครงการ LESS เป็นโครงการส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และยกย่องผู้ทำความดีโดยการมอบใบประกาศเกียรติคุณ (Letter of Recognition: LOR) เพื่อให้ผู้ดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกได้รับการยอมรับ โดยผ่านกระบวนการวิเคราะห์และประเมินทางเทคนิควิชาการ และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกไปสู่ระดับที่สามารถซื้อขาย เครดิตได้ ทั้งนี้ การประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ LESS เป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อประกาศเกียรติคุณจึงยังไม่สามารถซื้อขายเครดิตได้

### 2.5.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ LESS

- 1) เพื่อประกาศเกียรติคุณและยกย่องผู้ทำความดี
- 2) เพื่อส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกในระดับชุมชน เช่น ชุมชนโรงเรียน มหาวิทยาลัย เป็นต้น
- 3) เพื่อเตรียมความพร้อมในการพัฒนาโครงการไปสู่ระดับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตได้

### 2.5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินโครงการ LESS

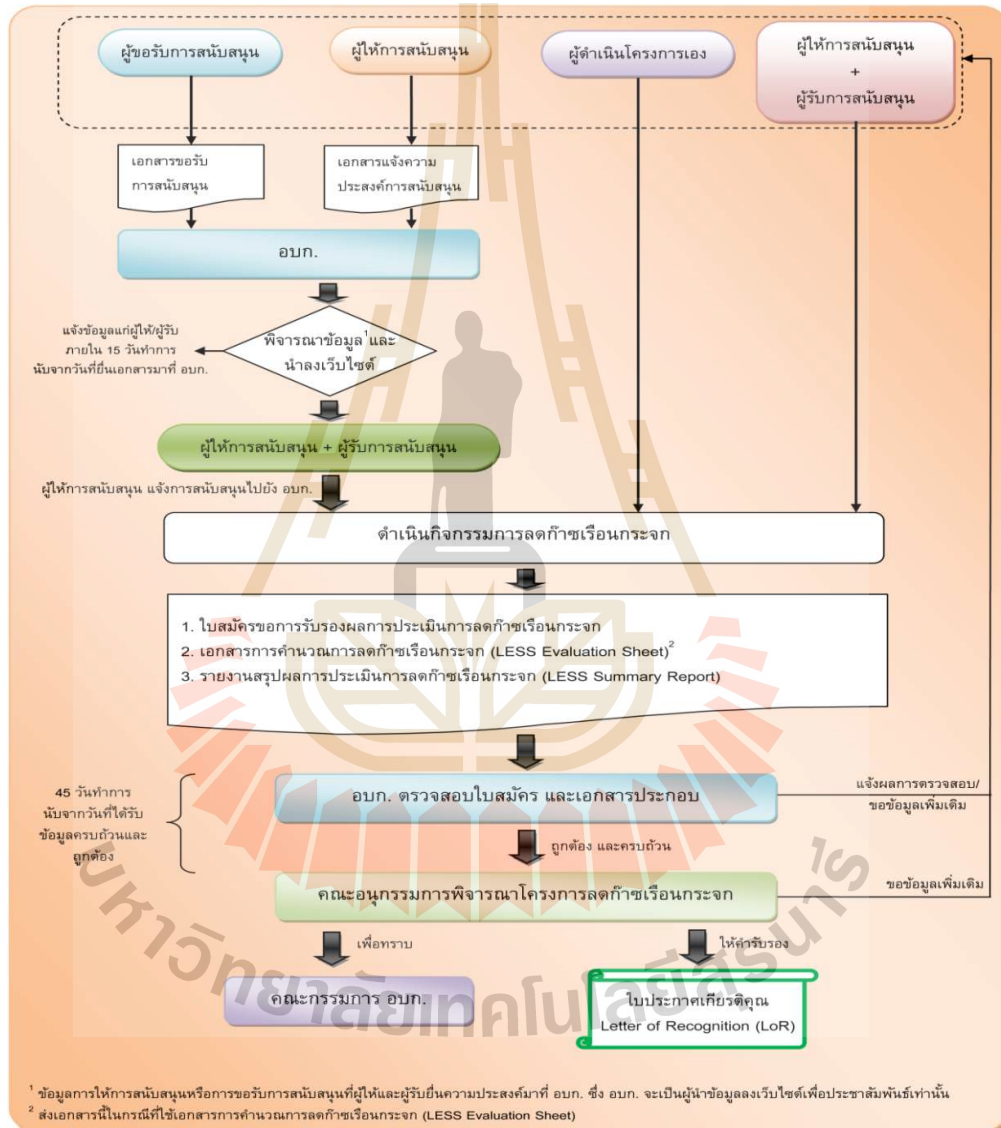
- 1) องค์กรมีกิจกรรมที่แสดงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (CSR) ผ่านการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก
- 2) ชุมชนมีโอกาสได้รับการสนับสนุนทั้งทางด้านเงินทุน เทคโนโลยี และการพัฒนาศักยภาพ ในการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก
- 3) ก่อให้เกิดการสร้างงานและรายได้จากการดำเนินกิจกรรมที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก
- 4) สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ
- 5) ช่วยฟื้นฟูและรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- 6) สร้างความตระหนักให้แก่ตนเอง องค์กร หน่วยงาน และชุมชน ในการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก และดำเนินกิจกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

### 2.5.3 แนวทางการดำเนินโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

ผู้พัฒนาโครงการ/เจ้าของโครงการจะเป็นผู้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากโครงการหรือกิจกรรม และจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก (LESS Summary Report) พร้อมใบสมัคร ส่งไปยังองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. เพื่อขอการรับรองผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ โดยไม่ต้องผ่านการทวนสอบจากผู้ประเมินภายนอกหรือบุคคลที่สาม ซึ่ง อบก. จะเป็นผู้รับรองผลการประเมินปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก และมอบใบประกาศเกียรติคุณ (Letter of Recognition : LoR) ให้ผู้ที่ดำเนินโครงการ/กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก โดยจะมอบให้ใน 2 รูปแบบของการดำเนินการ ดังนี้

1. กรณีดำเนินโครงการ/กิจกรรมด้วยตนเอง อบก. จะมอบใบประกาศเกียรติคุณให้กับผู้ที่ดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกด้วยตนเอง โดยผู้ดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองจะต้องยื่นใบสมัคร เอกสารการคำนวณ และรายงานสรุปผลการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก มายัง อบก. โดยใช้เวลาพิจารณา 45 วัน ในการตรวจสอบเอกสารก่อนให้คำรับรอง

2. กรณีมีการสนับสนุนการดำเนินโครงการ/กิจกรรม อบก. จะมอบใบประกาศเกียรติคุณให้กับผู้ให้การสนับสนุน และผู้ที่ได้รับการสนับสนุน ซึ่งร่วมกันในการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก โดยให้ผู้ให้การสนับสนุน และผู้รับการสนับสนุน ส่งเอกสารเช่นเดียวกับกรณีดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการขอรับรองผลการประเมินก๊าซเรือนกระจก  
 ที่มา: โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560

### 2.5.4 ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของ LESS

กิจกรรมที่สามารถดำเนินการขอรับรองผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกของ LESS มีจำนวน 7 ประเภทกิจกรรม ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของ LESS

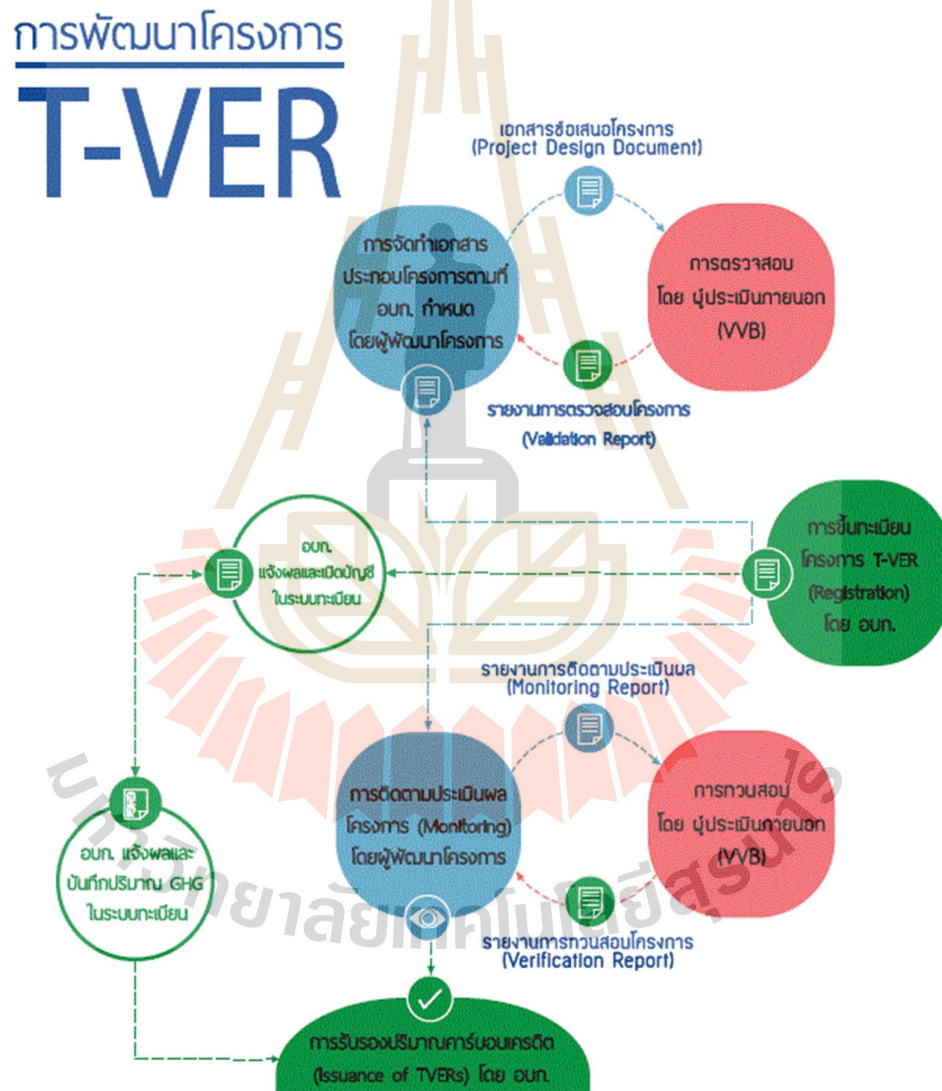
ลำดับ	ประเภทกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม
1	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	การติดตั้ง/เปลี่ยนหลอดไฟหรืออุปกรณ์ประหยัดพลังงาน อาคารประหยัดพลังงาน
2	การพัฒนาพลังงานทดแทน	การพัฒนาโครงการจากพลังงานชีวมวล การพัฒนาโครงการพลังงานแสงอาทิตย์ การพัฒนาโครงการพลังงานจากก๊าซชีวภาพ
3	การจัดการขยะและของเสีย	ธนาคารขยะ และการจัดการขยะถูกวิธี การจัดการของเสีย
4	การพัฒนาระบบการเดินทางที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน การพัฒนาทางจักรยาน
5	การเพิ่มพื้นที่การดูดซับก๊าซเรือนกระจก	การปลูกป่า การฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง
6	การเกษตรที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การทำการเกษตรที่ลดการใช้ปุ๋ยเคมี
7	ภาคอุตสาหกรรม	การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การลดการใช้ และมาตรการอื่น ๆ

ที่มา : โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560

### 2.6 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction, T-VER)

คือ โครงการลดก๊าซเรือนกระจกที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ทุกภาคส่วน มีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศ โดยความสมัครใจ และสามารถนำปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต ซึ่งภายใต้โครงการ T-VER นี้เรียกว่า "TVERs" ไปขายในตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจ

ในประเทศไทยได้ โดย อบก. ได้กำหนดหลักเกณฑ์และขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ ระเบียบวิธีการในการลดก๊าซเรือนกระจก (Methodology) การขึ้นทะเบียนและการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยจะต้องเป็นโครงการที่ก่อให้เกิดการลด/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในประเทศไทย ทั้งนี้ การดำเนินโครงการมีค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนของค่าจ้างผู้ทวนสอบ ในอัตรา 12,000 บาท/คน-วัน ซึ่งจะใช้จำนวนผู้ทวนสอบที่คนนั้นขึ้นกับขนาดของโครงการ โดยผู้ทวนสอบนั้นต้องเป็นผู้ที่ขึ้นทะเบียนกับ อบก. เท่านั้น โดยขั้นตอนการขอรับรองคาร์บอนเครดิต ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนการขอรับรองคาร์บอนเครดิต

ที่มา : <http://ghgreduction.tgo.or.th/about-tver/t-ver.html>



### 2.6.1 ข้อดีและประโยชน์ของโครงการ T-VER

การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย ช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กรในการรักษาสิ่งแวดล้อม และยังสามารถนำคาร์บอนเครดิตไปขายเป็นรายได้ ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ข้อดีและประโยชน์ของโครงการ T-VER

ข้อดี	ประโยชน์
1. เอกสารโครงการที่ต้องจัดเตรียมเป็นภาษาไทย	1. ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
2. ระเบียบวิธีการคำนวณลดก๊าซเรือนกระจก มีวิธีการคำนวณและการติดตามผลที่ง่าย	2. เพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก และมีรายได้เพิ่มจากการซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิต
3. ผู้ประเมินภายนอกมีหลายกลุ่ม	3. สร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กร

### 2.6.2 ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER

กิจกรรมที่สามารถดำเนินโครงการ T-VER มีจำนวน 4 ประเภท ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การพัฒนาพลังงานทดแทน การจัดการของเสีย ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ประเภทกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER

ลำดับ	ประเภทกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม
1	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ การปรับเปลี่ยน Chiller
2	การพัฒนาพลังงานทดแทน	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และชีวมวล การผลิตไบโอดีเซล
3	การจัดการของเสีย	การกักเก็บก๊าซมีเทนจากน้ำเสียอุตสาหกรรมหรือปศุสัตว์ การผลิตเชื้อเพลิง RDF
4	ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว	การปลูกป่าอย่างยั่งยืน การอนุรักษ์ป่า

### 2.6.3 เงื่อนไขของโครงการ T-VER

- 1) เป็นการดำเนินการโดยสมัครใจ และต้องเป็นกิจกรรมที่ยังไม่เริ่มดำเนินการ หรือ เป็นกิจกรรมที่มีวันเริ่มเดินระบบและก่อให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจกย้อนหลังไม่เกิน 3 ปี นับจาก วันที่ยื่นเอกสารครบถ้วน ต่อ อบก. ยกเว้นโครงการประเภทป่าไม้และพื้นที่สีเขียว
- 2) ต้องโปร่งใสและตรวจสอบได้โดยผู้พัฒนาโครงการต้องสามารถแสดงเอกสารหรือ หลักฐานที่จำเป็นต่อการตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบการดำเนินโครงการได้อย่างครบถ้วนและ ถูกต้อง
- 3) ต้องมีการแสดงหรือพิสูจน์ให้เห็นว่าเป็นกิจกรรมที่มีการดำเนินการเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality)

### 2.6.4 ขนาดของโครงการ T-VER

ผู้พัฒนาโครงการต้องตรวจสอบขนาดของโครงการ เนื่องจากโครงการขนาดใหญ่ต้อง ผ่านการพิสูจน์การดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (Additionality) การแบ่งขนาด ของโครงการจำแนกจากตามประเภทของโครงการ สำหรับโครงการประเภทผลิตพลังงานไฟฟ้าจาก พลังงานหมุนเวียนพิจารณาจากกำลังการผลิตติดตั้ง โครงการประเภทการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน พิจารณาจากปริมาณพลังงานที่คาดว่าจะสามารถลดการใช้ได้ ส่วนโครงการประเภทอื่น ๆ พิจารณา จากปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่คาดว่าจะลดได้ กรณีที่โครงการมีที่ตั้งมากกว่า 1 แห่ง ให้พิจารณา ขนาดของโครงการจากค่ารวมของทุกแห่ง ดังตารางที่ 2.13

### 2.6.5 ราคาตลาดคาร์บอนของประเทศไทย

การซื้อขายคาร์บอนจากโครงการ T-VER ในปี พ.ศ. 2561 มีผู้ซื้อคาร์บอนเครดิตโดย สมัครใจทั้งหมด 144,697 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2560 พบว่า มีปริมาณการซื้อขายเพิ่มขึ้นมากกว่า ร้อยละ 400 มีมูลค่าการซื้อขายเพิ่มขึ้นมากกว่า ร้อยละ 300 แต่ราคาเฉลี่ยต่อหน่วยมีค่าลดลง ร้อยละ 71.11 และ ราคาขายของปี พ.ศ. 2561 มีค่าเฉลี่ย 21.37 บาท /tCO<sub>2</sub>e ดังตารางที่ 2.14



ตารางที่ 2.13 ขนาดของโครงการ T-VER

กิจกรรม	ขนาดของโครงการ T-VER		
	ขนาดเล็กมาก	ขนาดเล็ก	ขนาดใหญ่
<b>สาขาการผลิตและใช้พลังงาน อุตสาหกรรม การจัดการของเสีย และการขนส่ง</b>			
การผลิตพลังงานไฟฟ้า จากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)	กำลังการผลิต ไม่เกิน 5 MW	กำลังการผลิต ไม่เกิน 15 MW	กำลังการผลิตติดตั้ง มากกว่า 15 MW
การเพิ่มประสิทธิภาพ พลังงาน (Energy Efficiency)	เป้าหมายในการลด การใช้พลังงานรวม ไม่เกิน 20 GWh/y	เป้าหมายในการลด การใช้พลังงานรวม ไม่เกิน 60 GWh/y	เป้าหมายในการลด การใช้พลังงานรวม มากกว่า 60 GWh/y
เป้าหมายในการลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ไม่เกิน 20,000 tCO <sub>2</sub> e/y	ไม่เกิน 60,000 tCO <sub>2</sub> e/y	มากกว่า 60,000 tCO <sub>2</sub> e/y
<b>สาขาป่าไม้และการเกษตร</b>			
เป้าหมายในการลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก	-	ไม่เกิน 16,000 tCO <sub>2</sub> e/y	มากกว่า 16,000 tCO <sub>2</sub> e/y

ตารางที่ 2.14 ภาพรวมราคาตลาดคาร์บอนของประเทศไทย

ปี พ.ศ.	ปริมาณการซื้อขาย (tCO <sub>2</sub> e)	มูลค่าการซื้อขาย (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท /tCO <sub>2</sub> e)
2558	2,748	440,000	160.00
2559	12,593	1,692,000	134.36
2560	33,468	1,006,000	30.05
2561	144,697	3,090,520	21.37
<b>เฉลี่ย</b>	<b>48,337</b>	<b>1,557,130</b>	<b>86.45</b>

## 2.7 กรณีศึกษาการขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

การขอขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรมีจำนวน 358 องค์กร และมีจำนวน 118 องค์กรที่อยู่ในอายุสัญญา ในส่วนของสถานศึกษา มีจำนวน 9 องค์กร ที่ขอขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร พบว่า มีค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (จากกการใช้ไฟฟ้า) มากที่สุด ร้อยละ 77 รองลงมาคือการปล่อยทางตรง และอื่น ๆ ร้อยละ 14 และ 9 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 กรณีศึกษาการขึ้นทะเบียนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรประเภทสถานศึกษา

ลำดับ	หน่วยงาน	สัดส่วนคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (%)		
		ทางตรง	ทางอ้อม	อื่น ๆ
1	สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	16	83	1
2	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร (อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ)	1	92	7
3	ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	2	90	8
4	สำนักงานอธิการบดี (ตึก 50 ปี) มหาวิทยาลัยเกษตร	17	81	2
5	โรงเรียนสา จังหวัดน่าน	40	54	6
6	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	8	46	46
7	คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล	18	82	-
8	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล	18	82	-
9	สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้	3	87	10
เฉลี่ย		13.67	77.44	8.89

ที่มา : [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization\\_approval/organization\\_approval.pnc](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization_approval/organization_approval.pnc)

## 2.8 กรณีศึกษาการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ช่วยส่งเสริมให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมโครงการเป็นจำนวนมาก ดังนี้

### 2.8.1 โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS)

ได้ดำเนินโครงการมาแล้วเป็นระยะเวลา 4 ปี มีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมจำนวนมากสะสม จำนวน 4,215 แห่ง ลดก๊าซเรือนกระจกได้ จำนวน 187,169,761 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO<sub>2</sub>e) ดังตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 สถิติโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

ปีปฏิทิน	กิจกรรมที่ได้รับการรับรอง (กิจกรรม)	หน่วยงานที่ได้รับการรับรอง*(แห่ง)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดและกักเก็บได้ (tCO <sub>2</sub> e)
2558	503	323	184,373,251
2559	203	94	75,056
2560	4,630	2,603	2,196,162
2561	386	1,195	525,292
<b>รวม</b>	<b>5,722</b>	<b>4,215</b>	<b>187,169,761</b>

\* หน่วยงานรวมทั้งหน่วยงานผู้ให้การสนับสนุน หน่วยงานที่รับการสนับสนุน และหน่วยงานที่มีการดำเนินกิจกรรมเอง  
ที่มา : <http://ghgreduction.tgo.or.th/tver-database-and-statistics/t-ver-stat-carbon.html>

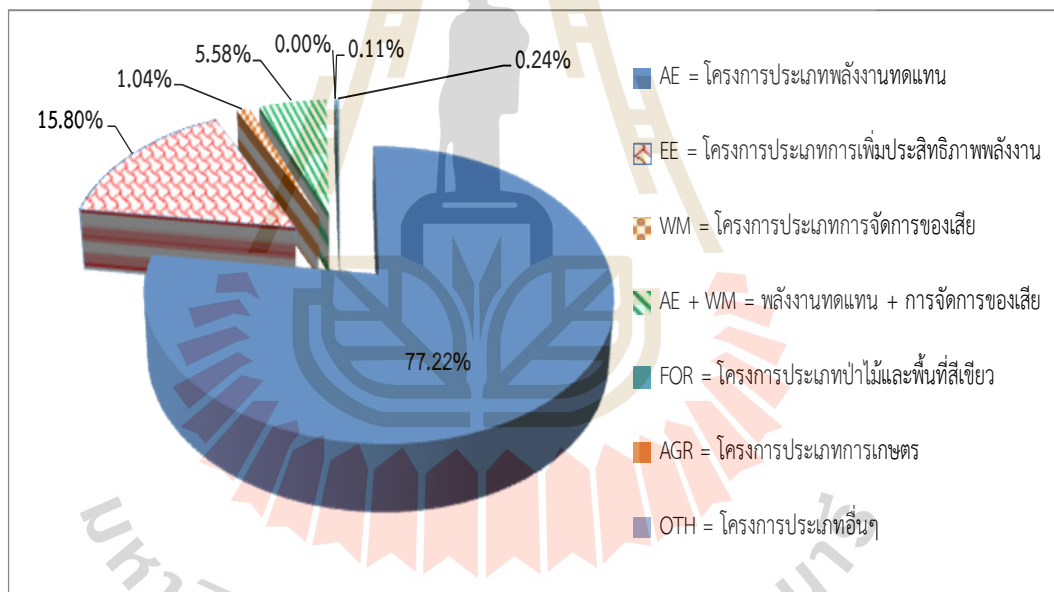
### 2.8.2 โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction, T-VER)

ได้ดำเนินโครงการมาแล้วเป็นระยะเวลา 6 ปี มีจำนวน 70 โครงการ และลดก๊าซเรือนกระจก ได้จำนวน 1,969,877 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO<sub>2</sub>e) และโครงการประเภทพลังงานทดแทน มีสัดส่วนสูงที่สุด ร้อยละ 44 ดังตารางที่ 2.17 – 2.18 และ ภาพที่ 2.10

ตารางที่ 2.17 สถิติการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER

ปีปฏิทิน	การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก	
	โครงการที่ได้รับการรับรอง (โครงการ)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง (tCO <sub>2</sub> e)
2557	-	-
2558	7	339,537
2559	19	287,122
2560	24	766,632
2561	20	576,586
รวม	70	1,969,877

ที่มา : <http://ghgreduction.tgo.or.th/tver-database-and-statistics/t-ver-stat-carbon.html>



ภาพที่ 2.10 สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER

ที่มา : <http://ghgreduction.tgo.or.th/tver-database-and-statistics/t-ver-stat-carbon.html>

ตารางที่ 2.18 กรณีศึกษาการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ T-VER

ลำดับ	ประเภทโครงการ	ชื่อโครงการ	หน่วย	จำนวน	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก		เจ้าของโครงการ
					tCO <sub>2</sub> e/ปี	tCO <sub>2</sub> e/หน่วย/ปี	
1	พลังงานทดแทน	โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ	กิโลวัตต์	100	27	0.27	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
		โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	เมกะวัตต์	50	44,903	898	บริษัท พีซีจี จำกัด (มหาชน)
		โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	เมกะวัตต์	12.50	11,131	890	บริษัท พีซีจี จำกัด (มหาชน)
		โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	เมกะวัตต์	46.40	39,194	845	บริษัท พีซีจี จำกัด (มหาชน)
		โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	เมกะวัตต์	25.00	22,237	889	บริษัท พีซีจี จำกัด (มหาชน)
		โครงการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนผิวน้ำ	เมกะวัตต์	2.14	1,774	830	ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด
		โครงการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมชนิดแกนนอน 3 ใบพัด	เมกะวัตต์	2.5	1,467	587	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
2	เพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน	เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (36วัตต์) เป็นหลอด LED (23วัตต์)	หลอด	217,500	5,404	0.0248	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
		เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (36วัตต์) เป็นหลอด LED (23วัตต์)	หลอด	25,930	,405	0.2084	ธนาคารกสิกรไทย
3	การจัดการของเสีย	โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร	ตัน (เศษอาหาร)	70	2	0.029	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
		โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	ตัน (ขยะอินทรีย์)	227	117	0.515	เทศบาลตำบลโคกกรวด
		โครงการผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน	ตัน (เชื้อเพลิง RDF)	688,128	13,483	0.020	บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)
		โครงการผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน	ตัน (ขยะรวม)	5,600	1,111	0.198	องค์การบริหารส่วนจังหวัด สระบุรี และบริษัท เอส ซี อีโค เซอร์วิส จำกัด

ตารางที่ 2.18 ต่อ

ลำดับ	ประเภทโครงการ	ชื่อโครงการ	หน่วย	จำนวน	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก		เจ้าของโครงการ
					tCO <sub>2</sub> e/ปี	tCO <sub>2</sub> e/หน่วย/ปี	
		โครงการผลิตเชื้อเพลิงขยะจากขยะ มูลฝอยชุมชน	ตัน (เชื้อเพลิง RDF)	1,680	1,111	0.661	องค์การบริหารส่วนจังหวัดสระบุรี และบริษัท เอส ซี อีโค เซอร์วิสเชส จำกัด
		โครงการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษกิ่งไม้ ใบไม้	ตัน (ปุ๋ยหมัก)	18,250	1,342	0.074	สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
4	ป่าไม้และพื้นที่สีเขียว	โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืน	ไร่	46.99	1,343	28.581	วัดหนองจระเข้
		โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืน	ไร่	185	176	0.950	สถาบันปลูกป่า ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
		โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืน	ไร่	5,200	4,940	0.950	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
		โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืน	ไร่	91	1,462	16	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
		โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืน	ไร่	1,397	743	0.532	กรมป่าไม้
5	การเกษตร	โครงการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธีในพื้นที่ การเกษตร	ไร่	23	1	0.044	มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560)

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุตินา สุขอนันต์ (2555) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร สารทำความเย็น บัวยเคมี 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 5,251 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ 0.49 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.37 (3,257 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 31.50 (1,654 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 6.13 (322 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

ธนัช พูลประทีน (2555) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 826.13 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็น 1.85 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.34 (548 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 29.54 (244 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 4.10 (34 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

สิริมา จิวสม (2555) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร และแนวทางเชิงวิศวกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมควบคุมมลพิษ โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 4,232 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ 3.87 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.36 (2,766 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 18.15 (768 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 16.49 (698 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

พรวิพา กิ่งภาร (2556) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 2,600 t CO<sub>2</sub> e/ปี หรือ 6.92 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 95.00 (2,470 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 5.00 (130 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และประเภทที่ 3 ไม่ได้ทำการประเมิน



สุพรรณษา ฟุ้งโล่ (2556) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ภาควิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร สารทำความเย็น 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางโดยการใช้เครื่องบิน การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 1,132 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ 4.22 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.91 (871 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 12.93 (146 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 10.16 (115 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ และมีปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 1.54 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ณัฐภาพ จรรย์พงษ์ (2557) พัฒนาเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ภาควิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางโดยการใช้เครื่องบิน การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 11,278 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ เท่ากับ 0.56 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.46 (9,861 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 10.69 (1,182 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และประเภทที่ 1 ร้อยละ 1.85 (209 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ และมีปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 94.53 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ชญานี แสงชื่อ (2557) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรจัดการศึกษา ภาควิชาศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การใช้กระดาษ น้ำประปา ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 165 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ เท่ากับ 1.25 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 3 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.00 (79 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ขอบเขตที่ 2 ร้อยละ 42.00 (70 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ขอบเขตที่ 1 ร้อยละ 6.00 (9 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

ไพรัช อุสุภรัตน์และหาญพล พึ่งรัศมี (2557) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร การใช้สารทำความเย็น การใช้ปุ๋ย การบำบัดน้ำเสีย 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ การใช้กระดาษ น้ำประปา ขยะติดเชื้อ การใช้ขวดพลาสติกจากโรงน้ำดื่ม ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 34,355 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ เท่ากับ 1.62

tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.02 (31,271 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ขอบเขตที่ 1 ร้อยละ 4.93 (1,693 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ขอบเขตที่ 2 ร้อยละ 4.05 (1,391 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

สุปราณี นาคติล (2558) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร กรณีศึกษา สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางโดยใช้เครื่องบิน การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 150 tCO<sub>2</sub>e/ปี หรือ เท่ากับ 0.29 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 3 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.11 (75 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ขอบเขตที่ 1 ร้อยละ 29.31 (44 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ขอบเขตที่ 2 ร้อยละ 20.59 (31 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

สุเมธ กิตติภูมิ (2560) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาเขตพญาไทย) โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางโดยใช้เครื่องบิน การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากมวลชีวภาพต้นไม้ ผลการศึกษาพบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 6,757 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 88.75 (5,997 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 9.80 (663 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และประเภทที่ 2 ร้อยละ 1.20 (97 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

ศันสนีย์ ศิริลักษณ์ (2560) ศึกษาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของศูนย์เรียนรู้ มหิดล มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากการมาปฏิบัติงานโดยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางโดยใช้เครื่องบิน การส่งขยะไปกำจัด การใช้กระดาษ และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากมวลชีวภาพต้นไม้ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 1,078 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.20 (1,005 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 5.10 (55 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 1.70 (18 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ และมีปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 30.66 tCO<sub>2</sub>e/ปี

Raeanne June Clabeaux (2017) ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย Clemson (วิทยาเขตหลัก) ประเทศอเมริกา โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง เช่น จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร การใช้เชื้อเพลิงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generation) และการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การเดินทางโดยรถส่วนตัว การใช้กระดาษ และการใช้น้ำประปา เป็นต้น ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 94,903 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.80 (38,718 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 40.19 (38,144 tCO<sub>2</sub>e /ปี) และ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 19 (18,041 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

Henry David Busch (2018) ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่มอาคารเรียนรวมจำนวน 39 อาคาร ของมหาวิทยาลัย Clemson (วิทยาเขตหลัก) ประเทศอเมริกา โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง เช่น จากกิจกรรมเดินทางโดยพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงขององค์กร การใช้เชื้อเพลิงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generation) และการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การใช้น้ำประปา และการใช้น้ำเย็น เป็นต้น ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 40,772 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67 (32,104 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 16 (6,609 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 11 (2,009 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ

วิชญานี พุทธิพิริยางกูร (2562) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีการศึกษา 2559 โดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง จำนวน 13 กิจกรรม 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จำนวน 14 กิจกรรม รวมถึงการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ ผลการศึกษา พบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ประเภท เท่ากับ 11,319 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66 (8,809 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมาคือ ประเภทที่ 1 ร้อยละ 27 (3,592 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และ ประเภทที่ 3 ร้อยละ 6 (918 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ และมีปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่สีเขียว 1,792 ไร่ เท่ากับ 5,281 tCO<sub>2</sub>e/ปี

ผลการศึกษาทางวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีการศึกษาเฉพาะค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่ากิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากกิจกรรมทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กรเป็นหลัก แต่ยังไม่มีการศึกษาให้ครอบคลุมถึงกิจกรรมการลดและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรเพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในอนาคต ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพิ่มเพื่อให้ครอบคลุมถึงกิจกรรมลดและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำข้อมูลมาคำนวณเป็นค่า

คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิ และประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตของมหาวิทยาลัย  
เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยต่อไป ดังตารางที่ 2.19



ตารางที่ 2.19 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อ-สกุล ผู้วิจัย	คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ องค์กร	การดูด กลับก๊าซ เรือน กระจก	กิจกรรม ลดก๊าซ เรือน กระจก	ศักยภาพ การลดและ ดูดกลับ ก๊าซเรือน กระจก	คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (t CO <sub>2</sub> e/ปี)				การปล่อยก๊าซ เรือนกระจก ต่อคน (t CO <sub>2</sub> e/คน/ปี)	การดูดกลับ ก๊าซเรือน กระจก (t CO <sub>2</sub> e/ปี)	สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือน กระจก (%)		
						ทางตรง	ทางอ้อม	อื่น ๆ	รวม			ทางตรง	ทางอ้อม	อื่น ๆ
1	ชุตินา สุขอนันต์ (2555)	✓				322	3,275	1,654	5,251	0.49		6.13	62.37	31.50
2	ธนัช พูลประทีน (2555)	✓				34	548	244	826	1.85		4.10	66.34	29.54
3	สิริมา จิวสม (2555)	✓				698	2,766	768	4,232	3.87		16.49	65.36	18.15
4	พรวิภา กิ่งภาร (2556)	✓				130	2,470	-	2,600	6.92		5.00	95.00	-
5	สุพรรณษา ฟุ่งโล่ (2556)	✓	✓			115	871	146	1,132	4.22	1.54	10.16	76.91	12.93
6	ณัฐภาพ จรรย์พงษ์ (2557)	✓	✓			209	9,861	1,182	11,252	0.56	94.53	1.85	87.46	10.69
7	ชญาณี แสงชื่อ (2557)	✓				9	70	79	165	1.25		6.00	42.00	52.00
8	ไพรัช อุศุภรัตน์ (2557)	✓				1,693	31,271	1,391	34,355	1.62		4.93	91.02	4.05
9	สุปรานี นาคดีลิก (2558)	✓				44	31	75	150	0.29		29.31	20.59	50.11
10	สุเมธ กิตติภูมิ (2560)	✓				663	5,997	97	6,757			9.80	88.75	1.20
11	ศันสนีย์ ศิริลักษณ์ (2560)	✓	✓			55	1,005	18	1,078		30.66	5.10	93.20	1.70
12	Raeanne June Clabeaux (2017)	✓				18,041	38,718	38,144	94,903	4.30		19.00	40.80	40.19
13	Henry David Busch (2018)	✓				6,609	32,104	2,009	40,722			16	67	11
14	วิชญาณี พุทธิพิริยางกูร (2562)	✓	✓			3,592	8,809	918	11,319	0.73	5,281	27	66	6

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการศึกษา 4 ขั้นตอน ดังนี้

##### 1) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม 3 ประเภท คือ 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง เช่น การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง การใช้สารดับเพลิง การใช้สารทำความเย็น การใช้ก๊าซหุงต้ม การกำจัดขยะ การใช้ปุ๋ยเคมี และการเลี้ยงสัตว์ของฟาร์มมหาวิทยาลัย เป็นต้น 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้า และ 3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางที่ไม่ใช่พาหนะของมหาวิทยาลัย การใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ การใช้กระดาษชำระ และการใช้ขวดพลาสติกจากโรงผลิตน้ำดื่ม เป็นต้น

##### 2) การประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก

ทำการประเมินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย เช่น การรีไซเคิลขยะ การใช้พลังงานทดแทน และการเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงาน เป็นต้น

##### 3) การประเมินการดูดกลับ (กักเก็บ) ก๊าซเรือนกระจก

ทำการประเมินปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากป่าไม้ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย

##### 4) การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

จากการประเมินปริมาณการปล่อย การลด และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย ทำให้ทราบแหล่งกำเนิดหลักที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกิจกรรมใดที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก สามารถวางแผนบริหารจัดการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

รายละเอียดดังภาพที่ 3.1



การปล่อยก๊าซเรือนกระจก/การลดและชดเชยกับก๊าซเรือนกระจก (ปีฐาน)		อนาคต	
<p><b>คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร</b></p> <p>ประเภทที่ 1 : ทางตรง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางโดยพาหนะองค์กร</li> <li>- สารดับเพลิง</li> <li>- สารทำความเย็น</li> <li>- การบำบัดน้ำเสีย</li> <li>- ปุ๋ยเคมี</li> <li>- สารซักล้าง</li> <li>- การกำจัดขยะ</li> <li>- การเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม</li> </ul> <p>ประเภทที่ 2 : ทางอ้อม</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไฟฟ้า</li> </ul> <p>ประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเดินทางจากที่พักเพื่อมาทำงาน</li> <li>- การเดินทางของนักศึกษาจากที่พักมาเรียน</li> <li>- การเดินทางของผู้มาติดต่อ</li> <li>- การใช้แก๊สหุงต้มของร้านค้า</li> <li>- การใช้น้ำประปา/น้ำรีไซเคิล</li> <li>- การใช้วัสดุ เช่น กระดาษ กระดาษชำระ ฯลฯ</li> </ul>	<p><b>กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การจัดการของเสีย <ul style="list-style-type: none"> <li>- ธนาคารวัสดุรีไซเคิล</li> </ul> </li> <li>2. พลังงานทดแทน <ul style="list-style-type: none"> <li>- พลังงานแสงอาทิตย์</li> <li>- พลังงานลม</li> <li>- ไบโอดีเซล</li> </ul> </li> <li>3. การเกษตรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับภูมิทัศน์</li> </ul> </li> <li>4. ภาคขนส่ง <ul style="list-style-type: none"> <li>- รถโดยสารไฟฟ้า</li> </ul> </li> <li>5. การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน <ul style="list-style-type: none"> <li>- เปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ</li> <li>- การเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้า</li> </ul> </li> </ol>	<p><b>การดูดกลับ (กักเก็บ) ก๊าซเรือนกระจก</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้นไม้</li> </ul>	<p><b>ประเมิน</b></p> <p>การปล่อย/การลด/การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก</p>
<p>คัดเลือกกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (ไม่ซ้ำซ้อนกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์)</p>			
<p><b>คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิในอนาคต</b> = คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรปีฐาน - การลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม - การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก</p> <p><b>ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต</b> = <math>\frac{\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิปีฐาน} - \text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิในอนาคต}}{\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของปีฐาน}} * 100</math></p>			

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์



## 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้มาจากนักศึกษา บุคลากร และผู้ประกอบการร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ไม่รวมโรงพยาบาลและโรงเรียน) และกลุ่มตัวอย่างข้อมูลได้จากข้อมูลกิจกรรม เช่น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะของมหาวิทยาลัย การใช้สารทำความเย็น การใช้สารดับเพลิง การใช้ไฟฟ้า การใช้กระดาษ และการใช้น้ำประปา เพื่อใช้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลการลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการจัดการของเสีย การใช้พลังงานทดแทน การเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ และข้อมูลการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการสำรวจพื้นที่ป่า โดยมีระยะเวลาเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2561 (3 ปี) สำหรับเป็นข้อมูลปีฐาน

## 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก และปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณรายกิจกรรมและขอข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย จำแนกได้ดังนี้

### 3.3.1 กิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก

#### 1) ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (direct Greenhouse Gas Emission)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่ ประกอบด้วย การผลิตไฟฟ้า การผลิตความร้อนและไอน้ำใช้ในองค์กร การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของเครื่องจักร อุปกรณ์ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มขององค์กร

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะขององค์กรหรือเช่าเหมา

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกระบวนการ ประกอบด้วย ปฏิกริยาเคมีที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การวิเคราะห์น้ำเพื่อหาค่า COD (Chemical Oxygen Demand)

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลและอื่น ๆ ประกอบด้วย การใช้สารทำความเย็น สารดับเพลิง ก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย และหลุมฝังกลบ การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการชักล้าง

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล

**2) ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Greenhouse Gas Emission)**

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อน หรือน้ำที่นำเข้ามาจากภายนอกเพื่อใช้ในองค์กร

**3) ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect Greenhouse Gas Emission)**

- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สินค้าบริการ หรือ การจ้างเหมาช่วง ประกอบด้วย 1) การเดินทางของบุคลากรเพื่อการประชุม สัมมนาที่เกี่ยวกับงานขององค์กร ด้วยพาหนะส่วนตัว รถไฟ เครื่องบิน จ้างเหมายานพาหนะ 2) การเดินทางจากที่พักถึงองค์กรเพื่อมาทำงานโดยรถส่วนตัวหรือพาหนะขององค์กร 3) การขนส่งผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ คนงาน กากของเสีย ที่เกิดจากการจ้างเหมาบริการ 4) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากก๊าซหุงต้มของร้านค้าร้านอาหาร โดยบุคคลภายนอก 5) การใช้น้ำประปา 6) การใช้วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ กระดาษชำระ เป็นต้น

ดังนั้น การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย จึงต้องมีการคัดเลือกกิจกรรมเพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ รายละเอียดดังตารางที่ 3.1 และ 3.2



ตารางที่ 3.1 การคัดเลือกกิจกรรมสำหรับประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ลำดับ	กิจกรรมปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) <sup>1</sup> และ มหาวิทยาลัยมหิดล <sup>2</sup>	กรณี ศึกษา 1	กรณี ศึกษา 2	กรณี ศึกษา 3	งาน วิจัยนี้	รายละเอียดกิจกรรม
1	<b>ประเภทที่ 1 : การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง</b>					
	1.1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่					
	1.1.1 การผลิตไฟฟ้า ผลิตความร้อนและไอน้ำ เพื่อใช้เองในองค์กร หรือส่งออก <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การใช้เชื้อเพลิงจากเครื่องจ่ายไฟฟ้า สำรอง (Generator)
	1.1.2 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และ เครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือเช่าเหมา <sup>1</sup>	✓	✗	✓	✓	การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า ของงานภูมิทัศน์
	1.1.3 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร <sup>1</sup>	✓	✗	✓	✓	การใช้ก๊าซหุงต้ม ของอาคาร สุรสัมมนาคาร
	1.1.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการอันเนื่องมาจาก ปฏิบัติการเคมีจากการเรียนการสอน <sup>1</sup>	✗	✗	✗	✗	ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้
	1.2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่					
	1.2.1 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการเดินทางภายในและ ภายนอกองค์กรด้วยพาหนะขององค์กร หรือ เช่าเหมา แต่องค์กร รับผิดชอบค่าเชื้อเพลิง <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การใช้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ ของมหาวิทยาลัยและเช่าเหมา แต่ มหาวิทยาลัยรับผิดชอบค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 3.1 ต่อ

ลำดับ	กิจกรรมปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) <sup>1</sup> และ มหาวิทยาลัยมหิดล <sup>2</sup>	กรณี ศึกษา 1	กรณี ศึกษา 2	กรณี ศึกษา 3	งาน วิจัยนี้	รายละเอียดกิจกรรม
	1.3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลอื่น ๆ					
	1.3.1 การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
	1.3.2 ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น งานตัด งานเชื่อม เป็นต้น <sup>2</sup>	✗	✗	✗	✓	การใช้ก๊าซในการซ่อมบำรุง
	1.3.3 การใช้สารดับเพลิง <sup>1</sup>	✗	✓	✓	✓	การใช้สารดับเพลิงประจำอาคาร
	1.3.4 ก๊าซมีเทนจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย <sup>1</sup>	✓	✗	✓	✓	ระบบบำบัดน้ำเสียกลางของมหาวิทยาลัย แบบบ่อฝัง (Oxidation Pond) ขนาด 2,500 ลบ.ม./วัน
	1.3.5 การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว <sup>1</sup>	✓	✗	✓	✓	การใช้ปุ๋ยเคมีของงานภูมิทัศน์
	1.3.6 ก๊าซมีเทนจากกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การเลี้ยงสัตว์ <sup>1</sup>	✗	✗	✓	✓	มูลสัตว์จากฟาร์มมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย สุกร ไก่ โค แพะ แกะ
	1.3.7 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล <sup>1</sup>	✗	✗	✗	✗	การเผาไหม้ของไม้จากการเรียนการสอน แต่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

ตารางที่ 3.1 ต่อ

ลำดับ	กิจกรรมปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) <sup>1</sup> และ มหาวิทยาลัยมหิดล <sup>2</sup>	กรณี ศึกษา 1	กรณี ศึกษา 2	กรณี ศึกษา 3	งาน วิจัยนี้	รายละเอียดกิจกรรม
	1.3.9 การใช้สารเคมีซักล้างเพื่อทำความสะอาด <sup>1</sup>	✓	✗	✓	✓	การใช้สารทำความสะอาดของแม่บ้าน
	1.3.10 การกำจัดขยะ <sup>2</sup>	✓	✗	✗	✓	การแปรรูปขยะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ของโรง จัดการขยะแบบครบวงจร
2	<b>ประเภทที่ 2 การปล่อย และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากองค์กร</b>					
	2.1 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การซื้อไฟฟ้าจากภายนอกเพื่อใช้ ภายในมหาวิทยาลัย
3	<b>ประเภทที่ 3 การปล่อย และดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากองค์กร</b>					
	3.1 การเดินทางระหว่างองค์กรด้วยพาหนะส่วนตัว <sup>1</sup>	✗	✗	✗	✓	การเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และ ผู้มาติดต่อ เพื่อ เข้ามาใน มหาวิทยาลัยด้วยรถส่วนตัว
	3.2 การเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะและ ยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร <sup>1</sup>	✗	✗	✓	✗	การเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่ง อื่น และไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้

ตารางที่ 3.1 ต่อ

ลำดับ	กิจกรรมปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) <sup>1</sup> และ มหาวิทยาลัยมหิดล <sup>2</sup>	กรณี ศึกษา 1	กรณี ศึกษา 2	กรณี ศึกษา 3	งาน วิจัยนี้	รายละเอียดกิจกรรม
	3.4 กิจกรรมการใช้น้ำประปาในองค์กร <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การใช้น้ำประปา และน้ำรีไซเคิล
	3.5 การใช้วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ A4 และกระดาษชำระ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	การใช้กระดาษและกระดาษชำระ
	3.6 การใช้ก๊าซหุงต้มจากการประกอบอาหารของร้านค้า <sup>1</sup>	✗	✗	✓	✗	ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้เนื่องจากมีการเปลี่ยนสัญญาร้านค้า และไม่มี การควบคุมการใช้จากมหาวิทยาลัย
	3.7 การใช้พลังงานไฟฟ้า ไอ้ น้ำ หรือความร้อนของหน่วยงานอื่นที่ เช่าพื้นที่ขององค์กร <sup>1</sup>	✗	✗	✓	✓	การใช้ไฟฟ้าของร้านค้า บริษัทรับเหมา โดยมหาวิทยาลัยเป็นผู้เรียกเก็บ
	3.8 การใช้ขวดพลาสติกของโรงผลิตน้ำดื่ม ฟาร์มมหาวิทยาลัย	✓	✗	✓	✓	โรงผลิตน้ำดื่ม ฟาร์มมหาวิทยาลัย

หมายเหตุ :

<sup>1</sup> หมายถึง กิจกรรมที่ระบุตามแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2559

<sup>2</sup> หมายถึง กิจกรรมที่ระบุเพิ่มเติมจาก <sup>1</sup> ตามแนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสำหรับสถานศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล. 2558

กรณีศึกษา 1 หมายถึง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดย ไพรัช อุศุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัมย์. 2557

กรณีศึกษา 2 หมายถึง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาเขตพญาไทย) โดย สุเมธ กิตติภูมิ. 2560

กรณีศึกษา 3 หมายถึง การศึกษาการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย วิชญาณี พุทธิพิริยวงกูร. 2562

ตารางที่ 3.2 บัญชีรายการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรมของมหาวิทยาลัย

กิจกรรม	วิธีการเก็บข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ประเภทที่ 1: การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง		
1. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่		
1.1 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ
1.2 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ
1.3 การใช้ก๊าซหุงต้มของอาคารสุรสังฆมนาคาร	ฐานข้อมูล	สุรสังฆมนาคาร
2. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่		
2.1 การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางภายในและภายนอกด้วยยานพาหนะของมหาวิทยาลัยหรือพาหนะเช่า	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ
3. การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลอื่น ๆ		
3.1 การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้าและปรับอากาศ
3.2 ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น งานตัด งานเชื่อม	ฐานข้อมูล	งานซ่อมบำรุงและรักษา
3.3 การใช้สารดับเพลิงประเภทที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ฐานข้อมูล	งานรักษาความปลอดภัย
3.4 การบำบัดน้ำเสีย	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม
3.5 การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์
3.6 มูลสัตว์ – สุกร	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย
3.7 มูลสัตว์ – ไก่	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย
3.8 มูลสัตว์ – โค	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย
3.9 มูลสัตว์ – แพะ	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย
3.10 การใช้สารทำความสะอาด	ฐานข้อมูล	งานซ่อมบำรุงและรักษา
3.11 การแปรรูปขยะเป็นปุ๋ยและเชื้อเพลิง	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม
ประเภทที่ 2 : การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมขององค์กร		
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ฐานข้อมูล	หน่วยอนุรักษ์พลังงาน



ตารางที่ 3.2 ต่อ

กิจกรรม	วิธีการเก็บข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ประเภทที่ 3 : การปล่อย และดูกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากองค์กร		
3.1 การเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อด้วยพาหนะส่วนตัว	ตรวจนับ	ตรวจนับจากกล้องวงจรปิด
3.2 การใช้น้ำประปา	ฐานข้อมูล	งานระบบประปา
3.3 การใช้น้ำรีไซเคิล	ฐานข้อมูล	งานระบบประปา
3.4 การใช้กระดาษ A4 และ A3	ฐานข้อมูล	ส่วนพัสดุ
3.5 การใช้กระดาษชำระ	ฐานข้อมูล	งานซ่อมบำรุงและรักษา
3.6 การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่ (บริษัท รับเหมา ผู้ประกอบการร้านค้าต่าง ๆ )	ฐานข้อมูล	หน่วยอนุรักษ์พลังงาน
3.7 การใช้ขวดพลาสติกโรงผลิตน้ำดื่ม	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย

### 3.3.2 การกำหนดขอบเขตในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

กำหนดขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยแบ่งตามภารกิจ ดังนี้

- 1) สำนักงานอธิการบดี มีภารกิจหลักประสานนโยบายของมหาวิทยาลัย รวมทั้งภารกิจในด้านการบริหารและธุรการ โดยประสานงานบริหารในสำนักวิชา ศูนย์ สถาบัน และหน่วยงานวิสาหกิจ สำนักงานอธิการบดี
- 2) สำนักวิชา มีภารกิจด้านการสอนและการวิจัย แต่ละสำนักวิชาจะประกอบด้วย สาขาวิชา และมีสถานวิจัย เป็นแหล่งปฏิบัติงานวิจัยของคณาจารย์ในสำนักวิชานั้นๆ
- 3) สถาบัน / ศูนย์ มีภารกิจหลักด้านการบริการสนับสนุนงานด้านวิชาการ การจัดการเรียนการสอนแก่หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย และการทะนุบำรุง ศิลปะและวัฒนธรรมของชุมชนและของประเทศ
- 4) หน่วยงานวิสาหกิจภายใต้แนวทางและเป้าหมายการพัฒนามหาวิทยาลัยที่มุ่งจะระดมสรรพกำลังและทรัพยากรจากแหล่งต่าง ๆ มาเสริมงบประมาณแผ่นดิน เพื่อส่งเสริมให้สามารถพัฒนาทรัพย์สินของมหาวิทยาลัย ให้เกิดประโยชน์ และสร้างรายได้ให้แก่มหาวิทยาลัยต่อไป

ทั้งนี้ ไม่รวมพื้นที่อาคารเขตโรงพยาบาล โรงเรียนสุรวิวัฒน์ อาคารชินโครตรอน และอาคารหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ รายละเอียดขอบเขตในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังตารางที่ 3.3 - 3.4

ตารางที่ 3.3 ขอบเขตด้านโครงสร้างการบริหารงาน

ลำดับ	โครงสร้าง	จำนวน (หน่วยงาน)	รายละเอียด
1	สภามหาวิทยาลัย	2	สำนักงานสภามหาวิทยาลัย/หน่วยตรวจสอบภายใน
2	สำนักงานอธิการบดี	15	ส่วนส่งเสริมวิชาการ/ส่วนสารบรรณและนิติการ ส่วนทรัพยากรบุคคล/ส่วนการเงินและบัญชี ส่วน บริหารสินทรัพย์/ส่วนอาคารสถานที่/ส่วนพัสดุส่วน แผนงาน/ส่วนกิจการนักศึกษา/ส่วนประชาสัมพันธ์/ ส่วนบริหารสินทรัพย์/สถานกีฬาและสุขภาพ/ สถานส่งเสริมและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการ จัดการ/สถานพัฒนาคณาจารย์/โครงการจัดตั้งศูนย์ ปฏิบัติการวิจัยรังสีรักษาจากโบรอนจับยึดนิวตรอน/ โครงการจัดตั้งสถานพัฒนาความเป็นผู้ประกอบการ สำหรับนักศึกษา
3	สำนักวิชา	8	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์/สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม/ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร/สำนักวิชา แพทยศาสตร์/สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์/สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์/สำนักวิชาทันตแพทยศาสตร์/ สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์
4	ศูนย์/สถาบัน	8	สถาบันวิจัยและพัฒนา/ศูนย์กิจการนานาชาติ/ ศูนย์คอมพิวเตอร์/ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี/ศูนย์บริการการศึกษา/ศูนย์บรรณสาร และสื่อการศึกษา/ศูนย์นวัตกรรมและสื่อการศึกษา ศูนย์สหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ
5	หน่วยวิสาหกิจ	3	เทคโนโลยี/ฟาร์มมหาวิทยาลัย/สุรสัมมนาการ

ตารางที่ 3.4 ขอบเขตด้านพื้นที่

ลำดับ	กลุ่มอาคาร	พื้นที่ (ตร.ม.)	รายละเอียด
1	อาคารสำนักงาน	181,991	บริหาร/ส่วนอาคารสถานที่/บริการอาคารสถานที่ และกิจกรรม/คลังเก็บเอกสาร/อาคารเก็บพัสดุ อาคารวิชาการ 1/อาคารวิชาการ 2/ โรงอาหารเด่น ทองกวาว/สถาบันวิจัยและพัฒนา/กิจการนักศึกษา เรียนรวม 1/เรียนรวม 2/ศูนย์สหกิจศึกษา/ โรงอาหารเรียนรวม/บรรณสาร 1/บรรณสาร 2/ สุขนิवास 1-8/บ้านพัก 93 หลัง/สัตว์ทดลอง/สถานี ไฟฟ้าย่อย/เกษตรวิวัฒน์/อาคารเรือนกระจก อาคารเพาะฟักปลา/อาคารปฏิบัติการด้านนม อาคารเก็บของทางการเกษตร/โรงอาหารครัวท่าน ท้าว/อาคารขนส่ง/อาคารเรียนรวม 1/ โรงอาหารพราวแสดทอง/ไบรอนจับยึดนิวตรอน/ หน่วยสิ่งแวดล้อม
2	อาคารศูนย์เครื่องมือฯ	140,265	เครื่องมือ 1-12
3	อาคารเทคโนโลยี	52,752	อาคารสุรพัฒน์ 1-6/กาญจนาภิเษก/สุรนิทัศน์ หอสุรณา/บ้านสุรนา/เมืองจำลอง/โรงประลอง ศูนย์วิจัยมันสำปะหลัง/สุรสัมมนาการ/งานภูมิทัศน์
4	อาคารหอพักนักศึกษา	77,693	หอพักสุรนิเวศ 1-16/ห้องประชุมรัชดาพัฒน์/ โรงกรองประปา/อเนกประสงค์ 1-2/โรงอาหาร กาสะลองคำ/โรงอาหารดอนตะวัน/อาคารเฉลิม พระเกียรติ 80 พรรษา
5	อาคารสถานกีฬา	58,844	บริการกีฬา/ปฏิบัติการรวม/อฒจันทร์/สุรปลา กรีฑาสถาน/กีฬาภิรมย์/สุรนาภิรมย์/สนามเทนนิส
รวม		511,545	

### 3.3.3 กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

คำนวณปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยแยกตามประเภทกิจกรรมได้ดังนี้

- 1) พลังงานทดแทน ประกอบด้วย การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม
- 2) การจัดการภาคขนส่ง ประกอบด้วย การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า การใช้จักรยาน
- 3) การจัดการของเสีย ประกอบด้วย กิจกรรมธนาคารวัสดุรีไซเคิล
- 4) การเกษตร ประกอบด้วย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี
- 5) การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ประกอบด้วย การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้า

ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรม

ประเภท	กิจกรรม	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	หน่วยงานรับผิดชอบข้อมูล
1. การจัดการภาคขนส่ง	1.1 การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ
	1.2 การใช้จักรยาน	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ
2. การจัดการของเสีย	2.1 กิจกรรมธนาคารวัสดุรีไซเคิล	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม
	2.2 การแปรรูปขยะ	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม
	2.3 การนำไปไม่มาทำปุ๋ยหมัก	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์
3. การเกษตร	3.1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์
4. การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน	4.1 การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า
	4.2 การเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็น LED	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า
5. การใช้พลังงานทดแทน	5.1 พลังงานแสงอาทิตย์	ฐานข้อมูล	หน่วยอนุรักษ์พลังงาน

### 3.3.4 การดูแลรักษาพืชเรือนกระจก

การดูแลรักษา (กักเก็บ) พืชเรือนกระจกจากต้นไม้ จากกิจกรรมด้านป่าไม้และพื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัย ดำเนินการตามแนวทางโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนี้

1) การแบ่งกลุ่มพรรณไม้ : พรรณไม้ที่สามารถประเมินการกักเก็บคาร์บอน ภายใต้โครงการ LESS มี 5 กลุ่ม คือ 1) พรรณไม้ทั่วไป 2) ตระกูลปาล์ม 3) ไม้ป่าชายเลน 4) ไม้ และ 5) เถาวัลย์ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การแบ่งพรรณไม้

ลำดับ	พรรณไม้	ลักษณะ
1	พรรณไม้ทั่วไป	พรรณไม้ยืนต้นที่มีเนื้อไม้ เช่น หูกวาง ไม้ผล สัก สะเดา กระถิน ตะกั่วพวยง ประดู่ ชัยพฤกษ์ ราชพฤกษ์ จิก อินทนิล กุ่ม ยางนา รังปญาสัตบรรณ สน โอศอก มะกอก เป็นต้น (ไม่นับรวมไม้พุ่ม ไม้อวบน้ำ ยางพารา และยูคาลิปตัส)
2	ตระกูลปาล์ม	ประกอบด้วย ปาล์ม มะพร้าว ตาล ลาน เต่าร้าง หมาก อินทผลัม
3	ไม้ป่าชายเลน	พรรณไม้ที่มีตามป่าชายเลน เช่น โกงกาง ตะบูน โปรง ลาพู แสม เป็นต้น
4	ไม้	ประกอบด้วย ไม้บงป่า ไม้บงดา ไม้ไร่ ไม้ผาก ไม้ข้าวหลาม เป็นต้น
5	เถาวัลย์	ไม้ประเภทกลุ่มเถาวัลย์

ที่มา: เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560

2) การสำรวจต้นไม้ : สำรวจต้นไม้ตามลักษณะการปลูก 3 แบบ คือ ปลูกแบบเป็นแปลง ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (Strip) และปลูกกระจายทั่วพื้นที่ ดังตารางที่ 3.7

3) การวัดความสูงและความโตของต้นไม้ : ต้นไม้ที่วัดต้องมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และขนาดความโตเส้นรอบวงมากกว่า 15 เซนติเมตร โดยการวัดความสูงของต้นไม้สามารถใช้ไม้วัดความสูง และครีโนมิเตอร์ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การวัดต้นไม้เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอน

ที่มา : เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560

### ตารางที่ 3.7 การเก็บข้อมูลต้นไม้

ลำดับ	ลักษณะการปลูก	เงื่อนไขและการเก็บข้อมูล
1	ปลูกแบบเป็นแปลง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นที่ปลูกต้องไม่น้อยกว่า 1 ไร่</li> <li>2. พื้นที่น้อยกว่า 100 ไร่ ต้องวางแผนแปลงตัวแทน ไม่น้อยกว่า 1 ไร่ หรือ ใช้ค่าคงที่ในการประเมิน</li> <li>3. พื้นที่ตั้งแต่ 100 ไร่ ขึ้นไป วางแผนแปลงตัวแทน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ไม่น้อยกว่า 1 ไร่</li> <li>4. พื้นที่ตั้งแต่ 1,000 ไร่ ขึ้นไป วางแผนร้อยละ 0.1 แต่ไม่น้อยกว่า 5 ไร่ และเป็นตัวแทนของพื้นที่</li> </ol>
2	ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (Strip)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนวเพียงรูปแบบเดียว ต้องมีจำนวนต้นไม้ไม่น้อยกว่า 100 ต้น</li> <li>2. ถ้ามีต้นไม้ไม่น้อยกว่า 300 ต้น ให้เก็บข้อมูลต้นไม้ทุกต้น</li> <li>3. ถ้ามีต้นไม้ ตั้งแต่ 300 ต้น ขึ้นไป ให้เก็บข้อมูลต้นไม้ 300 ต้น (นับจำนวนต้นที่มีทั้งหมดด้วย)</li> </ol>
3	ปลูกกระจายทั่วพื้นที่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นที่ปลูกไม่น้อยกว่า 1 ไร่ ให้เก็บข้อมูลต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่</li> </ol>

ที่มา : เอกสารประกอบการอบรม โครงการลดก๊าซเรือนกระจก. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560



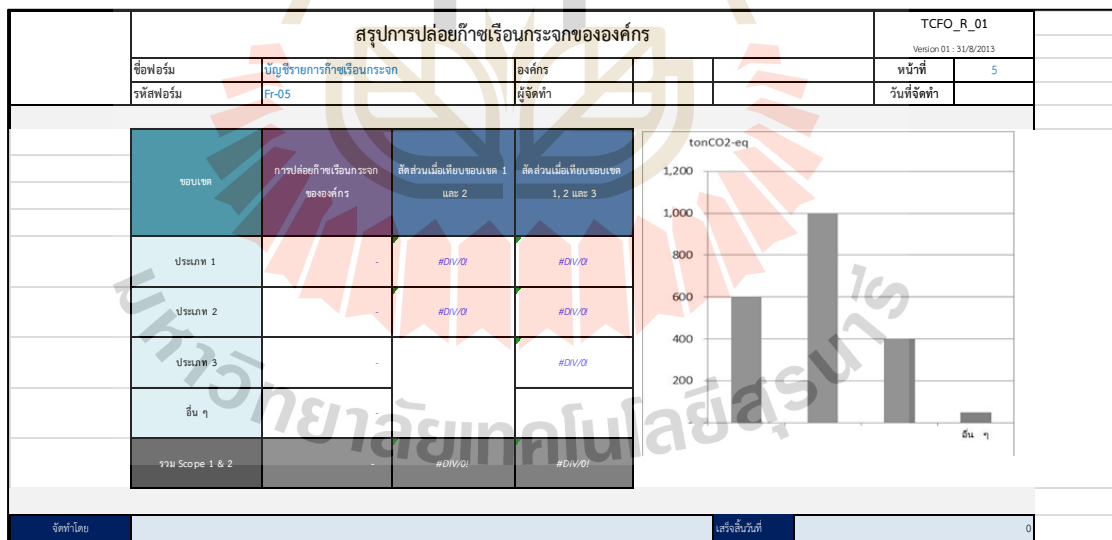
### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.4.1 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

คำนวณจากผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรมคำนวณจาก ผลคูณของข้อมูลกิจกรรมและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งค่าคำนวณที่ได้จะอยู่ในรูปของน้ำหนัก มีหน่วยเป็น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (KgCO<sub>2</sub>e) หรือ ตันกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO<sub>2</sub>e)

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก}$$

ทั้งนี้ การคำนวณสำหรับงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังตัวอย่างภาพที่ 3.2 -3.3



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร-สรุปผล  
ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560)



บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก														TCFD R_01 Version 01 - 31/8/2013																									
ชื่อผู้รับ		บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก												หน้าที่																									
รหัสผู้รับ		Fr-04												วันที่																									
หมวดหมู่	รายการ	ค่า LCI		GHG ที่อิงจากฐานผลิตภัณฑ์										GHG ที่อิงจากผลิตภัณฑ์		Total (kgCO <sub>2</sub> e/หน่วย)	ที่มา		แหล่งอ้างอิง	แหล่ง (Ton GHG)							แหล่ง (TonCO <sub>2</sub> e)							Total GHG (tonCO <sub>2</sub> e)	ค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้อง				
				ค่า EF (kg GHG/หน่วย)										GWP <sub>100</sub>	ค่า EF (kg GHG/หน่วย)		GWP <sub>100</sub>	1st		2nd	แหล่ง (Ton GHG)							แหล่ง (TonCO <sub>2</sub> e)											
		หน่วย	มีนาก	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	HFCs	PFCs	HFCs	PFCs	CO <sub>2</sub>								CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	HFCs	PFCs	Other								
หมวดหมู่ 1																																							
หมวดหมู่ 2																																							
หมวดหมู่ 3																																							

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร-การกรอกข้อมูล  
ที่มา : องค์กรบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). (2560)



### 3.4.2 การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

เป็นการประเมินสัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้เมื่อเทียบกับคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร ทั้งนี้ กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่นำมาคำนวณต้องไม่มีการลดก๊าซเรือนกระจกซ้ำซ้อน

$$\text{ศักยภาพการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอนาคต} = \frac{(\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของปีฐาน} - \text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของอนาคต})}{\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิของปีฐาน}} \times 100$$

### 3.4.3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิอนาคต

เป็นการประเมินค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิขององค์กร โดยคำนวณจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของทุก ๆ กิจกรรม (ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร) หักลบกับค่าการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และค่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ โดยมีสูตรการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิอนาคต} = \text{คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร} - \text{การลดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม} - \text{การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก}$$

ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2558). หลักสูตรการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ.

### 3.4.4 การคำนวณปริมาณดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณการดูดกลับ (กักเก็บ) ก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้อ้างอิงจากการพัฒนา โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสาขาป่าไม้และการเกษตร โดยแหล่งกักเก็บคาร์บอนป่าไม้ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

- 1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass)
- 2) มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass)
- 3) ไม้ตาย (Dead wood)
- 4) เศษซากพืช (Litter)
- 5) อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil organic carbon)


ในการประเมินหาค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ต้องใช้ข้อมูลขนาดความโตของต้นไม้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (DBH) และความสูงทั้งหมดของต้นไม้ แทนค่าลงในสมการแอลโลเมตรี ดังตารางที่ 3.8


ตารางที่ 3.8 สมการแอลโลเมตรีประเมินมวลชีวภาพจำแนกตามกลุ่มพรรณไม้ที่ อบก. ให้การยอมรับ

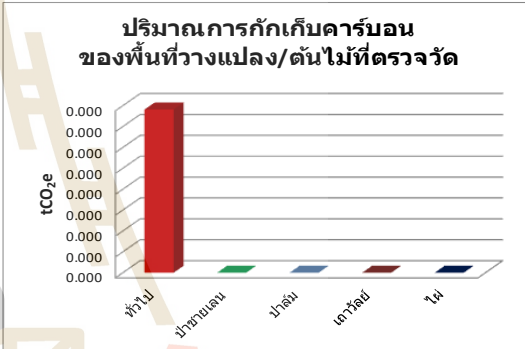
กลุ่มพรรณไม้	สมการ	อ้างอิง
พรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396 (D^2 H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349 (D^2 H)^{1.030}$ $W_L = (28/(W_S+W_B+0.025))^{-1}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)
ป่าชายเลน	$W_S = 0.05466 (D^2 H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579 (D^2 H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678 (D^2 H)^{0.5806}$ $W_T = W_S + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)
ป่าลุ่ม	$W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5} (\ln H)$	Peason et al. (2005)
ไผ่	ไผ่บงป่า $W_T = 0.1466 (D)^{0.7187}$ ไผ่บงดำ $W_T = 0.49522 (D)^{0.8726}$ ไผ่ข้าวหลาม $W_T = 0.17446 (D)^{1.0437}$ ไผ่ไร่และไผ่ผาก $W_T = 0.2425(D)^{1.0751}$	อิทธิพงศ์ (2557) Kutintara (1995) Kutintara (1995) Kutintara (1995)
เถาว์วัลย์	$W_T = 0.8622 (D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสาขาป่าไม้และการเกษตร.

ทั้งนี้ การคำนวณสำหรับงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณปริมาณการดูดกลับ (กักเก็บ) คาร์บอนตามโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังตัวอย่างภาพที่ 3.4

 รายละเอียดวิธีการคำนวณ ชื่อวิธีการคำนวณ: การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ชื่อองค์กร: กรอกข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ: กรอกข้อมูล													LESS-FOR-01 version: 02	
											หน้าที่	3		
											วันที่จัดทำ	วัน/เดือน/ปี		
											รหัสฟอร์ม	Cal-03		
ลำดับ	ชนิดไม้	ประเภทพรรณไม้	ความสูงของต้นไม้	ความโต (เส้นรอบวง	เส้นผ่านศูนย์กลางที่	มวลชีวภาพเหนือ	มวลชีวภาพเหนือ	มวลชีวภาพเหนือ	มวลชีวภาพเหนือ	มวลชีวภาพเหนือ	มวลชีวภาพเหนือ	ปริมาณคาร์บอน	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้	
			H	GBH	DBH	W <sub>5</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	ปริมาณคาร์บอน		
			(m)	(cm)	(cm)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	ratio	(kgC)	(kgCO <sub>2</sub> e)	(tCO <sub>2</sub> e)
1	สัก	ทั่วไป				-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	ยาง	ทั่วไป				-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	ไผ่ตง	ป่าชุมชน				-	-	-	-	-	-	-	-	-

 สรุปปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ชื่อวิธีการคำนวณ: การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ชื่อองค์กร: กรอกข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ: กรอกข้อมูล													LESS-FOR-01 version: 02	
											หน้าที่	5		
											วันที่จัดทำ	วัน/เดือน/ปี		
											รหัสฟอร์ม	Cal-05		

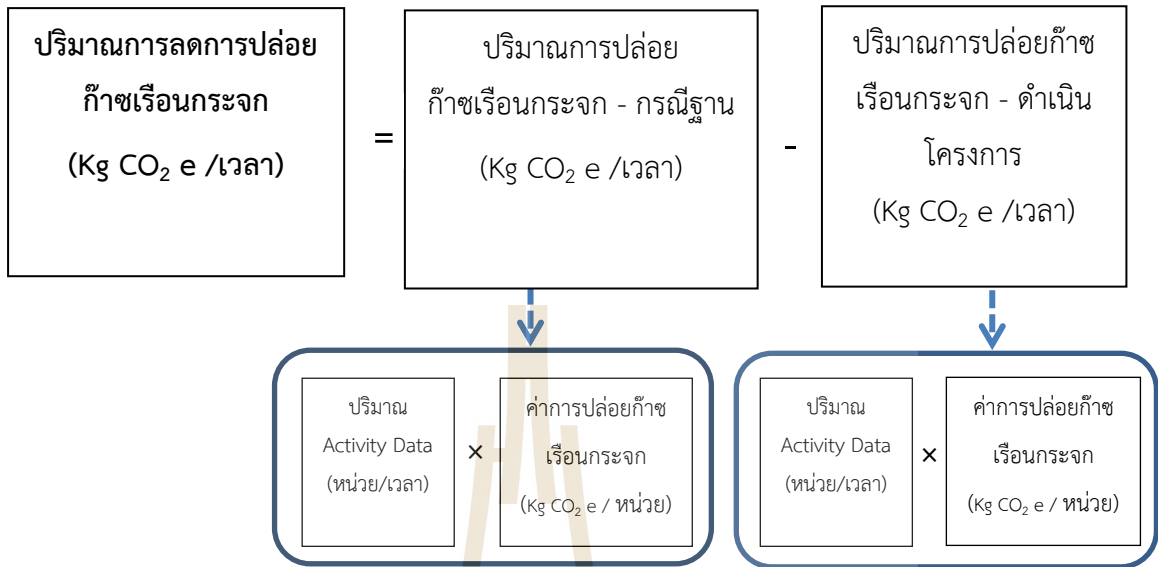
ตารางสรุปจำนวนพรรณไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่วางแปลง หรือของต้นไม้ที่วัดทั้งหมด			ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (tCO <sub>2</sub> e) <b>#DIV/0!</b>		
พรรณไม้	จำนวนต้นไม้ (ต้น)	ปริมาณการกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)	ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของพื้นที่วางแปลง/ต้นไม้ที่ตรวจวัด 		
ทั่วไป	2	0.000			
ป่าชายเลน	1	0.000			
ป่าสน	0	0.000			
เถาวัลย์	0	0.000			
ไผ่	0	0.000			
<b>รวม</b>	<b>3</b>	<b>0.000</b>			
กรอกข้อมูล --> ขนาดพื้นที่วางแปลง*	0.00	ไร่			
กรอกข้อมูล --> ขนาดพื้นที่ทั้งหมด*	0.00	ไร่			
ระยะเวลาการปลูก/เติบโต	ว/ด/ป - ว/ด/ป				

\*กรตไปปลูกเป็นแถวเป็นแนว หรือปลูกไม่เป็นระเบียบรอบอาคารสถานที่ ใดก็ได้  
 Drop down เลือกเป็น จำนวนต้นไม้ที่เป็นตัวแทน และจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้  
 ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560)

### 3.4.5 การคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก

การดำเนินงานกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย ได้แก่ กิจกรรมธนาคารวัสดุรีไซเคิลและร้านศูนย์บาท การจัดการขยะของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร การใช้รถโดยสารไฟฟ้าแทนรถที่ใช้เชื้อเพลิง การเปลี่ยนทดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ การติดตั้งโซล่าเซลล์ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้เข้าข่ายการดำเนินงานที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อยื่นขอการรับรองและใบประกาศเกียรติคุณตามโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนั้น การคำนวณและรูปแบบการจัดทำข้อมูลให้เป็นไปตามกระบวนการวิเคราะห์และประเมินทางเทคนิควิชาการตามที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กำหนด โดยมีเกณฑ์การคำนวณดังนี้



ทั้งนี้ การคำนวณสำหรับงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกตามโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังตัวอย่างภาพที่ 3.6

LESS		รายละเอียดวิธีการคำนวณ						LESS-WM-01 version: 02	
ชื่อวิธีการคำนวณ	การคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล						หน้าที่	3	
ชื่อองค์กร							วันที่จัดทำ		
ชื่อผู้จัดทำ							รหัสฟอร์ม	Cal-03	
<b>กรณีทราบปริมาณขยะรีไซเคิลแต่ละประเภท</b> ใช้สำหรับคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากกิจกรรมการแยกขยะกรณีผู้ดำเนินกิจกรรม ทราบน้ำหนักขยะรีไซเคิลแต่ละประเภท									
ลำดับ	หน่วยงาน	ปริมาณ กระดาษ (kg)	ปริมาณ พลาสติก (kg)	ปริมาณ อลูมิเนียม (kg)	ปริมาณ เหล็ก (kg)	ปริมาณ แก้ว (kg)	รวม (kg)	ปริมาณก๊าซ เรือนกระจกที่ลด ได้ (kgCO <sub>2</sub> e)	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
							0	0.00	
รวม		0	0	0	0	0	0	0.00	

LESS		สรุปปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก						LESS-WM-01 version: 02	
ชื่อวิธีการคำนวณ	การคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล						หน้าที่	4	
ชื่อองค์กร							วันที่จัดทำ		
ชื่อผู้จัดทำ							รหัสฟอร์ม	Cal-04	
<b>ตารางสรุปปริมาณขยะและปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่ลดได้จากการคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล</b>		<b>ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (kgCO<sub>2</sub>e)</b> <b>0.00</b>							
ประเภทขยะ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (kgCO <sub>2</sub> e)		ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ (kgCO <sub>2</sub> e)						
กระดาษ	0.00		<p>A 3D bar chart with the y-axis labeled 'kgCO<sub>2</sub>e' ranging from 0 to 1. The x-axis lists five categories: กระดาษ, พลาสติก, อลูมิเนียม, เหล็ก, and แก้ว. Each category has a bar with a value of 0.00.</p>						
พลาสติก	0.00								
อลูมิเนียม	0.00								
เหล็ก	0.00								
แก้ว	0.00								
รวม	0.00								

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการคัดแยกขยะเพื่อการรีไซเคิล

ที่มา : องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560)

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ข้อมูลลดก๊าซเรือนกระจก และข้อมูลดุดกลับก๊าซเรือน กระจกเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นในอนาคต ตลอดจน การศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยให้เหลือเท่ากับศูนย์ หรือ คาร์บอนฟุตพริ้นเท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) ดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

##### 4.1.1 ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 : ทางตรง

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 หรือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทางตรง จำนวน 11 กิจกรรมของมหาวิทยาลัย เช่น การใช้สารทำความเย็น เชื้อเพลิง ปุ๋ยเคมี ก๊าซหุงต้ม สารดับเพลิง การกำจัดขยะ มูลสัตว์ และอื่น ๆ เป็นต้น พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน กระจก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2559 ถึง 2561 มีค่าเฉลี่ย 2,171 tCO<sub>2</sub>eต่อปี โดยกิจกรรมที่มีการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมาจากการใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ คิดเป็นร้อยละ 50 (1,087 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) รองลงมาคือ การใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะของมหาวิทยาลัย คิดเป็น ร้อยละ 15 (332 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) และมูลสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 13 (290 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

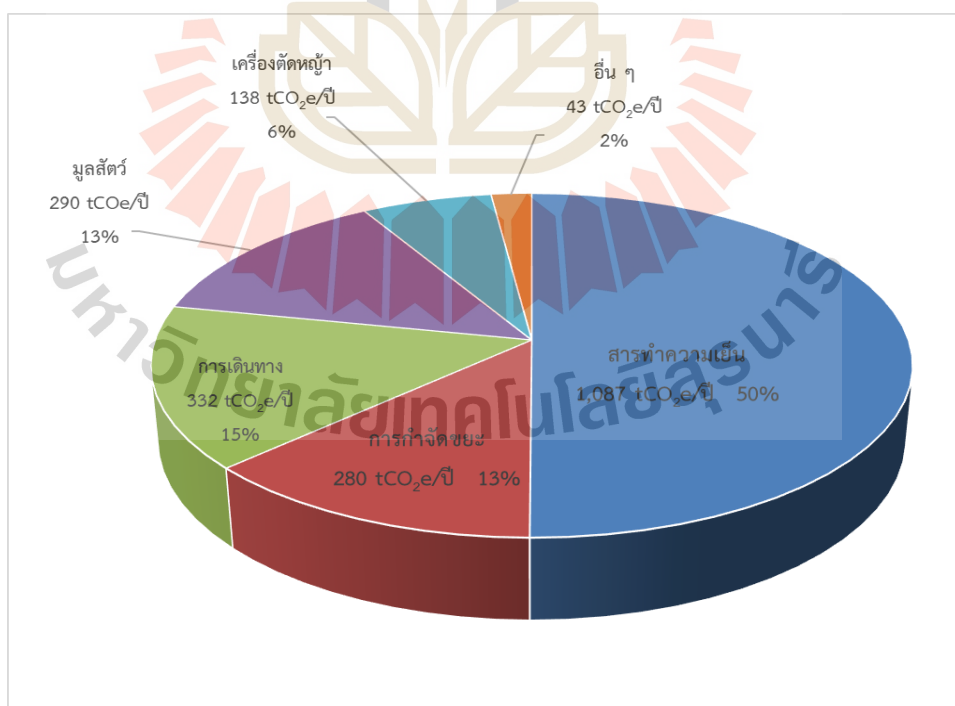
ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 : ทางตรง

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)			เฉลี่ย	สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561		
1	การใช้สารทำความเย็น	1,062	1,617	582	1,087	50.07
2	การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง	344	331	321	332	15.28
3	มูลสัตว์	277	289	305	290	13.37
4	การกำจัดขยะ	290	292	259	280	12.92



ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ	เฉลี่ย	
		2559	2560	2561		
5	การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า	135	145	135	138	6.38
6	การใช้ก๊าซหุงต้ม	27	38	49	38	1.76
7	การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	2	2	2	2	0.10
8	การใช้ปุ๋ยเคมี	3	1	2	2	0.08
9	การบำบัดน้ำเสีย	1	1	1	1	0.04
10	ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง	0.05	0.08	0.05	0.06	0.00
11	การใช้สารดับเพลิง	-	0.01	0.01	0.00	0.00
	<b>รวม</b>	<b>2,142</b>	<b>2,717</b>	<b>1,655</b>	<b>2,171</b>	<b>100.00</b>



ภาพที่ 4.1 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 : ทางตรง

พิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ พบว่า การใช้สารทำความเย็นประเภท R-22 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 94 ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นสารทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นเก่าที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ซึ่งทางมหาวิทยาลัยยังเปลี่ยนทดแทนไม่หมด แต่มีการวางแผนเปลี่ยนทดแทนอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงอย่างต่อเนื่องตามมา

**ตารางที่ 4.2** ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็น

ลำดับ	ประเภทสารทำความเย็น	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)			เฉลี่ย	สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561		
1	R-22	1,014	1,520	534	1,023	94.06
2	HFC-134a	48	97	48	65	5.94
	รวม	1,062	1,617	582	1,087	100.00

#### 4.1.2 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 : ทางอ้อม

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย ไม่รวมกิจกรรมของโรงพยาบาล โรงเรียน อาคารชินโครตรอน และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ถึง 2561 มีค่าเฉลี่ย 13,471 tCO<sub>2</sub>e/ปี หากพิจารณาแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าลดลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนทดแทนในส่วนของเครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟฟ้าแบบ LED อย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 : ทางอ้อม

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)			เฉลี่ย	สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561		
1	การใช้พลังงานไฟฟ้า	14,112	14,156	12,146	13,471	100.00

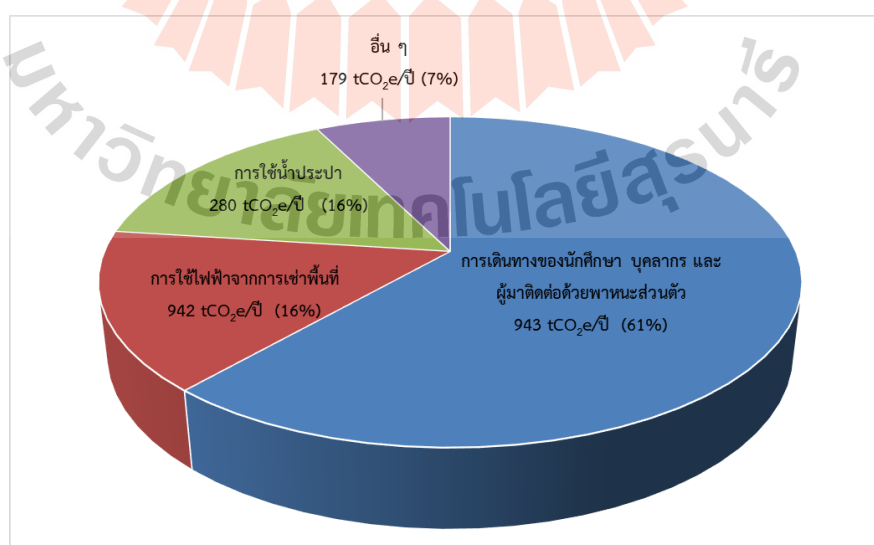
#### 4.1.3 ผลการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 หรือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม อื่น ๆ ซึ่งองค์กรสามารถประเมินหรือไม่ประเมินได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ แต่งานวิจัยนี้ได้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากจำนวน 6 กิจกรรมของมหาวิทยาลัย เช่น การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่ การใช้น้ำประปา การใช้น้ำรีไซเคิล การใช้กระดาษ การใช้ขวดพลาสติกของโรงผลิตน้ำดื่ม

และการใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อด้วยพาหนะส่วนตัว เป็นต้น พบว่ามีค่าเฉลี่ย 6,062 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมาจากการเดินทางของนักศึกษา บุคลากรและผู้มาติดต่อ คิดเป็นร้อยละ 61 (3,728 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) รองลงมาคือ การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 16 (943 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) และการใช้น้ำประปา คิดเป็นร้อยละ 16 (942 tCO<sub>2</sub>eต่อปี) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	เฉลี่ย	
1	การเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อด้วยพาหนะส่วนตัว	3,026	4,001	4,156	3,728	61.49
2	การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่	875	798	1,157	943	15.56
3	การใช้น้ำประปา	982	922	923	942	15.54
4	การใช้น้ำรีไซเคิล	271	303	267	280	4.62
5	การใช้กระดาษสีขาว	97	86	83	89	1.46
6	การใช้ขวดพลาสติกของโรงผลิตน้ำดื่ม	106	45	89	80	1.32
	<b>รวม</b>	<b>5,357</b>	<b>6,154</b>	<b>6,676</b>	<b>6,062</b>	<b>100.00</b>



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 : ทางอ้อมอื่น ๆ

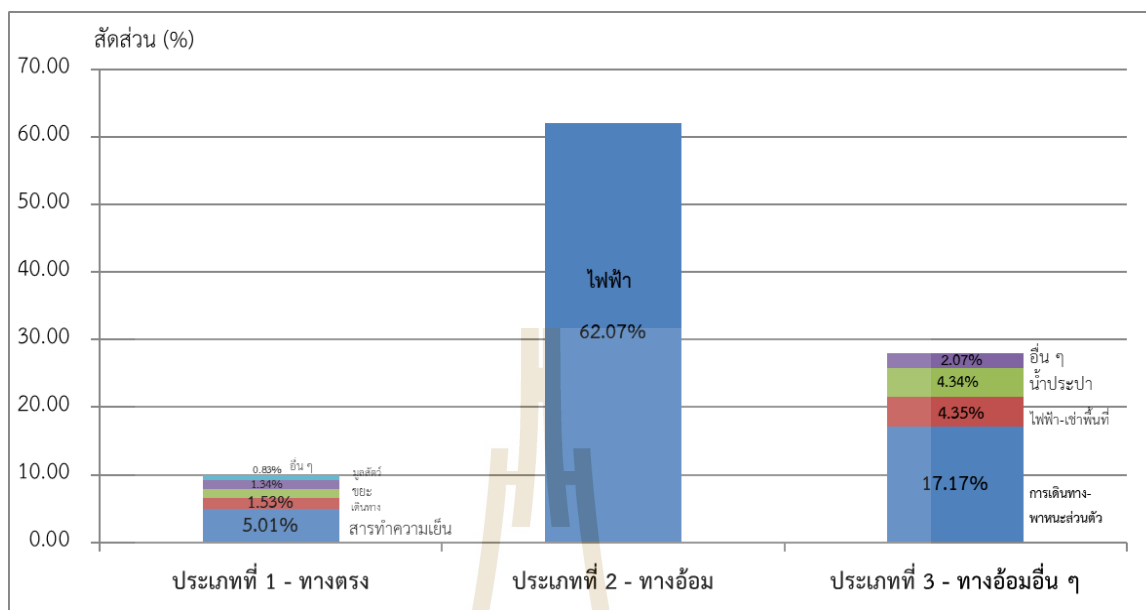
#### 4.1.4 ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 มีค่าเฉลี่ย 21,705 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้ามีค่าสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 62 (13,471 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมา คือ การปล่อย ก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 28 (6,062 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทางตรง คิดเป็นร้อยละ 10 (2,452 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2559 -2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	เฉลี่ย	
1	ประเภทที่ 1 - ทางตรง	2,142	2,717	1,655	2,171	10.00
2	ประเภทที่ 2 - ทางอ้อม	14,112	14,156	12,146	13,471	62.07
3	ประเภทที่ 3 - ทางอ้อมอื่น ๆ	5,357	6,154	6,676	6,062	27.93
	รวม	21,611	23,027	20,477	21,705	100.00

พิจารณาภาพรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายกิจกรรม พบว่า การใช้ไฟฟ้ามีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 62 รองลงมาคือ การเดินทางด้วยพาหนะส่วนตัว ร้อยละ 17 และการใช้สารทำความเย็น ร้อยละ 5 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3 ซึ่งในอนาคตหากมหาวิทยาลัยมีการ เปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศเป็นแบบประหยัดพลังงานจะสามารถช่วยลดทั้งปริมาณการใช้ไฟฟ้า และปริมาณการใช้สารทำความเย็น อันจะช่วยส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงตาม ด้วยเช่นกัน ดังภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.6



ภาพที่ 4.3 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561

ตารางที่ 4.6 ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561

ประเภท	ประเภท	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)			เฉลี่ย	สัดส่วน (%)
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561		
ประเภทที่ 1	1. การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่						
	1.1 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ดีเซล (Diesel)	2	2	2	2	0.01
		เบนซิน (Gasoline)	70	76	68	71	0.33
	1.2 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า	ดีเซล (Diesel)	65	69	67	67	0.31

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ประเภท	ประเภท	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)
			ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ	เฉลี่ย	
			2559	2560	2561		
	1.3 การใช้ก๊าซ หุงต้มของ สุรสัมนาการ	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	27	38	49	38	0.18
<b>2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่</b>							
	2.1 การใช้เชื้อเพลิง จากการเดินทาง ภายในและภายนอก ด้วยยานพาหนะของ มหาวิทยาลัยหรือ พาหนะเช่า	ดีเซล (Diesel)	141	143	145	143	0.66
<b>3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่น ๆ</b>							
	3.1 การใช้สารทำ ความเย็นของ เครื่องปรับอากาศ	HFC-134a	48	97	48	65	0.30
		R-22	1,014	1,520	534	1,023	4.71
	3.2 ก๊าซที่ใช้ในการ ซ่อมบำรุง เช่น งาน ตัด งานเชื่อม	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0	0	0	0	0.00
	3.3 การใช้สาร ดับเพลิงประเภทที่ ก่อให้เกิดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	ชนิด CO <sub>2</sub>	-	0	0	0	0.00
	3.4 การบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณ น้ำเสีย	1	1	1	1	0.00
	3.5 การใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว	ปุ๋ยสูตร 16-16-16	1	0	0	1	0.00
		ปุ๋ยสูตร 46-0-0	2	0	1	1	0.01

ประเภทที่ 1

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

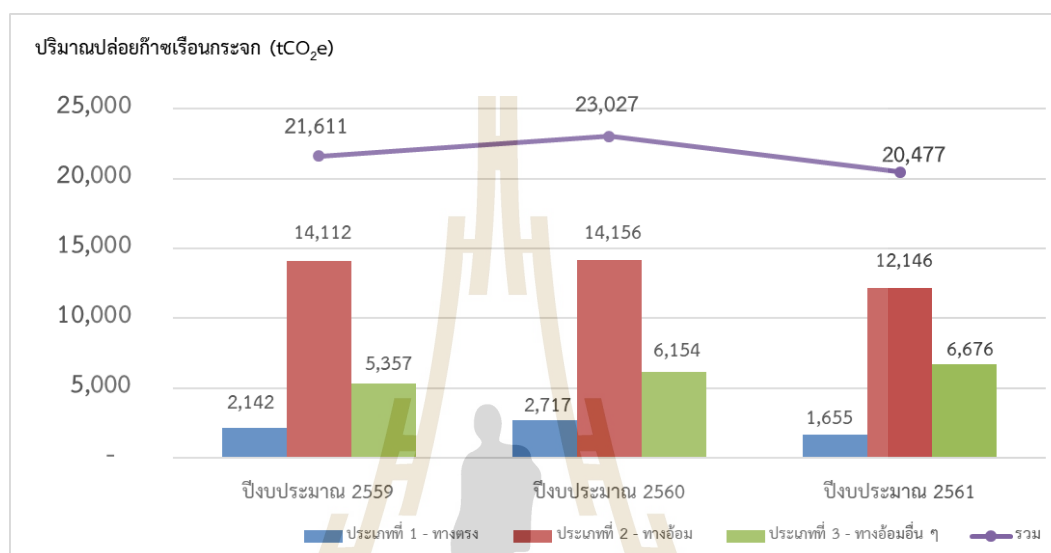
ประเภท	ประเภท	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)	
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	เฉลี่ย		
ประเภทที่ 1	3.6	มูลสัตว์ - สุกร	38	38	38	38	0.18	
	3.7	มูลสัตว์ - ไก่	8	7	10	8	0.04	
	3.8	มูลสัตว์ - โค	231	244	257	244	1.12	
	3.9	การกำจัดขยะ	รีไซเคิล-	14	2	-	5	0.02
		โดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะ	กระดาษ					
			รีไซเคิล-	41	29	22	31	0.14
			พลาสติก					
			รีไซเคิล-	2	1	4	2	0.01
			อลูมิเนียม					
			รีไซเคิล-	10	8	8	8	0.04
			เหล็ก					
			รีไซเคิล-	7	8	6	7	0.03
			แก้ว					
			ผลิตปุ๋ยหมัก	23	26	24	24	0.11
			ผลิตเชื้อเพลิง	132	153	141	142	0.65
ประเภทที่ 2	2.1	การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก						
			การใช้	19	20	17	19	0.09
			ไฟฟ้า					
			การใช้	42	45	37	41	0.19
			เชื้อเพลิง-ดีเซล					
			14,112	14,156	12,146	13,471	62.07	



ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ประเภท	ประเภท	กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)				สัดส่วน (%)
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	เฉลี่ย	
ประเภทที่ 3	3.1 การเดินทาง ของนักศึกษา บุคลากร และผู้ มาติดต่อด้วย พาหนะส่วนตัว	ดีเซล (Diesel)	1,667	1,644	1,700	1,670	7.70
		เบนซิน (Gasoline)	1,359	2,356	2,457	2,057	9.48
	3.2 การใช้ น้ำประปา		982	922	923	942	4.34
	3.3 การใช้น้ำ รีไซเคิล		271	303	267	280	1.29
	3.4 การใช้ กระดาษ สีขาว		97	86	83	89	0.41
	3.5 การใช้ไฟฟ้า จากการเช่าพื้นที่ (บริษัทรับเหมา ผู้ประกอบการ ร้านค้าต่าง ๆ)		875	798	1,157	943	4.35
3.6 การใช้ขวด พลาสติกของโรง ผลิตน้ำดื่ม (ขวด PET)		106	45	89	80	0.37	
	<b>รวม</b>		<b>21,611</b>	<b>23,027</b>	<b>20,477</b>	<b>21,705</b>	<b>100.00</b>

พิจารณาแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปีงบประมาณ 2561 มีค่าลดลงร้อยละ 15 (2,879 tCO<sub>2</sub>e) เมื่อเปรียบเทียบกับปีงบประมาณ 2560 ซึ่งเป็นผลมาจากการลดของค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ไฟฟ้า เป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 10 รายละเอียดดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 -2561

พิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 1.17 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี และหากเปรียบเทียบกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ ของประเทศไทย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (ค่าเฉลี่ย 1.12 tCO<sub>2</sub>e/คน/ปี) และหากเปรียบเทียบกับมหาวิทยาลัยต่างประเทศ พบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคนของต่างประเทศมีค่ามากกว่าของประเทศไทย 4 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากมหาวิทยาลัยในต่างประเทศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบทำความร้อนตามฤดูกาล ส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าแตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน ประจำปีงบประมาณ 2559 -2561

ลำดับ	ปีงบประมาณ	จำนวน (คน)			ปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
		นักศึกษา	บุคลากร	รวม	tCO <sub>2</sub> e/ปี	tCO <sub>2</sub> e/คน/ปี
1	2559	15,995	1,261	17,256	21,611	1.26
2	2560	18,071	1,315	19,386	23,027	1.21
3	2561	17,854	1,352	19,206	20,477	1.08
	เฉลี่ย	17,307	1,309	18,616	21,705	1.17

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ

ลำดับ	หน่วยงาน	ปีฐานข้อมูล	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)				สัดส่วน (%)			อัตรา (tCO <sub>2</sub> e/คน/ปี)
			ทางตรง	ทางอ้อม	ทางอ้อมอื่น ๆ	รวม	ทางตรง	ทางอ้อม	อื่น ๆ	
<b>มหาวิทยาลัยของประเทศไทย</b>										
1	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ปีงบประมาณ 2559 - 2561	2,271	13,471	6,062	21,705	10.00	62.07	27.93	1.17
2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ปีการศึกษา 2559	3,592	8,809	918	11,319	31.73	77.82	8.11	0.73
3	มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์เรียนรู้มหิดล	ปี พ.ศ. 2558	55	1,005	18	1,078	5.10	93.23	1.67	1.70
4	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	ปี พ.ศ. 2553	1,693	31,271	1,391	34,355	4.93	91.02	4.05	1.62
5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	ปี พ.ศ. 2554 - 2556	209	9,861	1,182	11,252	1.86	87.64	10.50	0.56
	<b>เฉลี่ย</b>		1,600	12,883	1,171	15,254	11.41	84.69	7.43	1.12
<b>มหาวิทยาลัยของต่างประเทศ</b>										
6	มหาวิทยาลัย Clemson ประเทศสหรัฐอเมริกา	ปี พ.ศ. 2557	18,041	38,718	38,144	94,903	19.01	40.80	40.19	4.30

#### 4.1.5 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

การประเมินความไม่แน่นอนของการศึกษาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561 สรุปได้ดังนี้

1) ค่าระดับคุณภาพของข้อมูล อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 20 ข้อมูล (ร้อยละ 95) เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากมิเตอร์ เครื่องชั่ง และใบเสร็จ ซึ่งมีค่าคะแนนการเก็บข้อมูล (A) เท่ากับ 3 และคะแนนค่า EF (B) ใช้ค่าของประเทศไทย เท่ากับ 2 ทำให้ผลคูณที่ได้เท่ากับ 6 จัดอยู่ในระดับคุณภาพข้อมูล ระดับ 1

2) ค่าระดับคุณภาพของข้อมูล ระดับ 2 มีจำนวน 2 ข้อมูล (ร้อยละ 5) คือ ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยเนื่องจากระบบผลิตน้ำประปาเป็นระบบผลิตแบบอัตโนมัติ และข้อมูลการเก็บเลขมิเตอร์ไฟฟ้าเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีค่าคะแนนการเก็บข้อมูล (A) เท่ากับ 6 และคะแนนค่า EF (B) ใช้ค่าของประเทศไทย เท่ากับ 2 ทำให้ผลคูณที่ได้เท่ากับ 12 จัดอยู่ในระดับคุณภาพข้อมูล ระดับ 2 ดังตารางที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ระดับคุณภาพข้อมูลของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

ระดับ	เกณฑ์ระดับ คะแนนข้อมูล	จำนวน (ข้อมูล)	คำอธิบาย
1	1 - 6	21	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7 - 12	1	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13 - 18	-	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19 - 24	-	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

กิจกรรม	คะแนน การเก็บ ข้อมูล (A)	คะแนน ค่า EF (B)	ผลการ ประเมิน (AxB)	ระดับ คุณภาพ
<b>ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง</b>				
1. การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	3	2	6	1
2. การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า	3	2	6	1
3. การใช้ก๊าซหุงต้มของสุรสัมมนาการ	3	2	6	1
4. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่				
5. การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางภายในและภายนอกด้วยยานพาหนะของมหาวิทยาลัยหรือพาหนะเช่า	3	2	6	1
6. การใช้สารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	3	2	6	1
7. ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น งานตัด งานเชื่อม	3	2	6	1
8. การใช้สารดับเพลิงประเภทที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	3	2	6	1
9. การบำบัดน้ำเสีย	3	2	6	1
10. การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว / ปุ๋ยสูตร 16-16-16	3	2	6	1
11. การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว / ปุ๋ยสูตร 46-0-0	3	2	6	1
12. มูลสัตว์ - สุกร	3	2	6	1
13. มูลสัตว์ - ไก่	3	2	6	1
14. มูลสัตว์ - โค	3	2	6	1
15. การกำจัดขยะโดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะ	3	2	6	1
<b>ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม</b>				
1. การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	6	2	12	2
<b>ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ</b>				
1. การเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อด้วยพาหนะส่วนตัว	1	2	2	1
2. การใช้น้ำประปา	6	2	12	2
3. การใช้น้ำรีไซเคิล	3	2	6	1
4. การใช้กระดาษสีขาว	3	2	6	1
5. การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่	3	2	6	1
6. การใช้ขวดพลาสติกของโรงผลิตน้ำดื่ม (ขวด PET)	3	2	6	1

## 4.2 ผลการศึกษากิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

### 4.2.1 กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

จากการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย ในช่วงปีงบประมาณ 2559 – 2561 พบว่า มีการดำเนินงาน จำนวน 9 กิจกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมที่ดำเนินตามงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และกิจกรรมประเภทดำเนินการต่อเนื่อง เช่น การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าแบบ LED การรีไซเคิลขยะ และการให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า เป็นต้น ดังภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.11



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4.11 กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย)		
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561
<b>กิจกรรมที่ดำเนินตามงบประมาณที่ได้รับจัดสรร</b>					
1	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแบบ inverter	BTU	-	426,000	-
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	BTU	-	-	2,926,000
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	BTU	-	-	2,880,000
4	การเปลี่ยนโคมไฟถนนเป็นแบบ LED	หลอด	48	749	-
5	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 16 วัตต์)	หลอด	-	-	20,909
6	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 8 วัตต์)	หลอด	-	-	4,088
<b>กิจกรรมประเภทดำเนินการต่อเนื่อง</b>					
7	การรีไซเคิลขยะของธนาคารวัสดุรีไซเคิล	กก.	106,490	117,453	135,778
8	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	kWh	28,184	28,184	43,730
9	การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	kWh	4,794	4,795	5,120

ผลการปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 มีค่าเฉลี่ย 480.92 tCO<sub>2</sub>e/ปี ซึ่งในแต่ละปีงบประมาณมีการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

- 1) กิจกรรมที่ดำเนินตามงบประมาณที่ได้รับจัดสรร : เป็นกิจกรรมประเภทการเปลี่ยนทดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กิจกรรมเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง และกิจกรรมเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า เป็นต้น สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ย 227.42 tCO<sub>2</sub>e/ปี



- 2) กิจกรรมที่ดำเนินต่อเนื่อง : เป็นกิจกรรมประเภทการจัดการขยะ และการให้บริการ โดยสารไฟฟ้า เช่น กิจกรรมธนาคารวัสดุรีไซเคิล กิจกรรมการให้บริการ โดยสารไฟฟ้า เป็นต้น สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ย 196.07 tCO<sub>2</sub>e/ปี ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.6

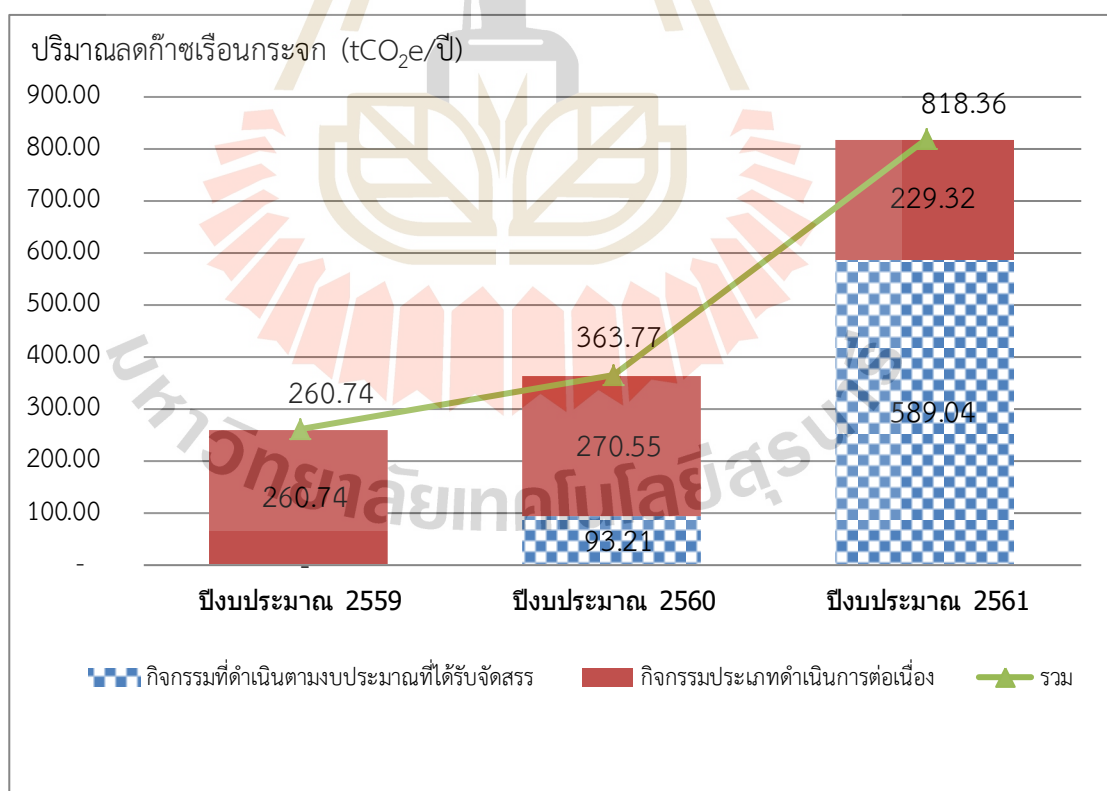
ตารางที่ 4.12 ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)			
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	เฉลี่ย
กิจกรรมที่ดำเนินตามงบประมาณที่ได้รับจัดสรร					
1	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ แบบ Inverter	-	93.16	-	31.05
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ จากแบบ Split type เป็นแบบ ปรับสารทำความเย็น อัตโนมัติ	-	-	243.73	81.24
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ จากแบบ Chiller เป็นแบบ ปรับสารทำความเย็น อัตโนมัติ	-	-	343.30	114.43
4	การเปลี่ยนโคมไฟถนนเป็น แบบ LED	-	0.05	0.76	0.27
5	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 16 วัตต์)	-	-	1.14	0.38
6	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 8 วัตต์)	-	-	0.11	0.04
รวม		-	93.21	589.04	227.42
กิจกรรมประเภทดำเนินการต่อเนื่อง					
7	การรีไซเคิลขยะของธนาคาร วัสดุรีไซเคิล	84.93	103.40	104.59	97.64

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)			เฉลี่ย
		ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561	
8	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	16.41	16.41	25.46	19.42
9	การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	159.41	150.74	99.27	136.47
	รวม	260.74	270.55	229.32	253.54
	<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>260.74</b>	<b>363.77</b>	<b>818.25</b>	<b>480.92</b>

พิจารณาแนวโน้มการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก พบว่า ในปีงบประมาณ 2561 สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2559 เพิ่มขึ้นร้อยละ 214 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่หมดอายุการใช้งานเป็นหลัก ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แนวโน้มการลดก๊าซเรือนกระจก

#### 4.3 ผลการดูกลับก๊าซเรือนกระจก

ดำเนินการสำรวจข้อมูลต้นไม้เพื่อประเมินปริมาณดูกลับก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางโครงการ LESS ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนี้

1. กลุ่มพรรณไม้ : พรรณไม้ที่สามารถประเมินการกักเก็บคาร์บอน ภายใต้ โครงการ LESS มี 5 กลุ่ม คือ พรรณไม้ทั่วไป ตระกูลปาล์ม ไม้ป่าชายเลน ไม้ และ เถาวัลย์ แต่ของมหาวิทยาลัยมี 1 กลุ่ม คือ พรรณไม้ทั่วไป หรือ ไม้ยืนต้นที่มีเนื้อไม้ เช่น แสมสาร สาธร ทางนกยูงฝรั่ง หูกวาง ตะโก จามจุรี กาลพฤกษ์ นนทรี ตีนเป็ด เป็นต้น

2. การสำรวจต้นไม้ : สำรวจต้นไม้ตามลักษณะการปลูก 3 แบบ คือ ปลูกแบบเป็นแปลง ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (Strip) และปลูกกระจายทั่วพื้นที่ หรือ ปลูกกระจายรอบ ๆ อาคาร

3. การวัดความสูงและความโตของต้นไม้ : ต้นไม้ที่วัดต้องมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และขนาดความโตเส้นรอบวงมากกว่า 15 เซนติเมตร โดยการวัดความสูงของต้นไม้โดยใช้ครีโนมิเตอร์

4. การวางแผน : ดำเนินการวางแผนตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่สำรวจทั้งหมดแต่ละประเภทของการปลูกต้นไม้ ดังนี้

1) ปลูกต้นไม้แบบเป็นแปลง : เป็นพื้นที่ป่าปลูก จำนวน 785 ไร่ และป่าธรรมชาติหรือป่าอนุรักษ์ จำนวน 978 ไร่ รวมพื้นที่ป่าปลูกเป็นแปลง จำนวน 1,765 ไร่ โดยกำหนดพื้นที่วางแผนจำนวน 4 ไร่ เพื่อนับจำนวนต้นไม้และนำมาคำนวณจำนวนต้นไม้ต่อต้นเพื่อเป็นข้อมูลในการหาจำนวนต้นไม้ทั้งหมด พบว่ามีต้นไม้ทั้งหมด 195,575 ต้น หรือ 112 ต้นต่อไร่ ซึ่งต้นไม้ที่พบมากที่สุดคือ ต้นสาธร (ร้อยละ 13) ต้นตะโก (ร้อยละ 11) และต้นทางนกยูงฝรั่ง (ร้อยละ 10) ดังภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.13



ภาพที่ 4.7 พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแปลง

ตารางที่ 4.13 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแปลง

ลำดับ	พรรณไม้	จำนวน		
		ต้น	ต้น/ไร่	ร้อยละ
1	สาธร	25,123	14	12.78
2	ตะโก	20,715	12	10.54
3	หางนกยูงฝรั่ง	20,275	12	10.31
4	ขี้เหล็ก	17,630	10	8.97
5	แสมสาร	17,189	10	8.74
6	มะขามเทศ	16,749	10	8.52
7	ตีนเป็ด	12,341	7	6.28
8	ประดู่ป่า	7,493	4	3.81
9	สะเดา	6,611	4	3.36
10	พิกุล	4,848	3	2.47
11	กระถินยักษ์	4,848	3	2.47
12	สะตอป่า	4,408	3	2.24
13	มะขาม	3,967	2	2.02
14	ขี้เหล็กฝรั่ง	3,967	2	2.02
15	ลำดวน	3,085	2	1.57
16	ตะแบกหนู	3,085	2	1.57
17	คล้ายพิกุล	2,645	2	1.35
18	กระพีเขาควาย	2,645	2	1.35
19	มะฮอกกานี	2,204	1	1.12
20	หนามพิมาน	1,763	1	0.90
21	ปีบทอง	1,763	1	0.90
22	นนทรี	1,763	1	0.90
23	หูกวาง	1,322	1	0.67
24	เลี่ยน	1,322	1	0.67
25	แจง	1,322	1	0.67
26	ไม้ป่า	882	1	0.45
27	ปีบขาว	882	1	0.45

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ลำดับ	พรรณไม้	จำนวน		
		ต้น	ต้น/ไร่	ร้อยละ
28	ป่าใบกลม	882	1	0.45
29	เถาวัลย์	882	1	0.45
30	จามจุรี	882	1	0.45
31	กาฬพฤกษ์	882	1	0.45
32	แหน	441	0	0.22
33	เหลืองปรีดิยาธร	441	0	0.22
34	ป่าใบเล็กฝอย	441	0	0.22
35	ประดู่กิ่งอ่อน	441	0	0.22
36	ฉนวน	441	0	0.22
	รวม	196,575	112	100.00

2) ปลุกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว : พื้นที่บริเวณริมถนนที่ปลูกเป็นแถวเป็นแนว กระจายทั่วมหาวิทยาลัย ระยะทางรวม 42.86 กิโลเมตร คิดเป็นพื้นที่ 107 ไร่ ได้กำหนดพื้นที่วางแปลง 10 ไร่ เพื่อนับจำนวนต้นไม้และนำมาคำนวณจำนวนต้นไม้ต่อต้นเพื่อเป็นข้อมูลในการหาจำนวนต้นไม้ทั้งหมด พบว่ามีต้นไม้ทั้งหมด 4,655 ต้น หรือ 44 ต้นต่อไร่ และต้นไม้ที่พบมากที่สุด คือ ต้นตะแบก (ร้อยละ 67) ต้นจามจุรี (ร้อยละ 20) และต้นคูณ (ร้อยละ 4) ดังภาพที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.14



ภาพที่ 4.8 พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว

ตารางที่ 4.14 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว

ลำดับ	พรรณไม้	จำนวน		
		ต้น	ต้น/ไร่	ร้อยละ
1	ตะแบก	3,114	29	66.90
2	จามจุรี	952	9	20.46
3	คูณ	193	2	4.14
4	ขี้เหล็ก	161	2	3.45
5	กัลปพฤกษ์	96	1	2.07
6	อินทนิล	54	1	1.15
7	สะเดา	32	0	0.69
8	หนามพิมาน	11	0	0.23
9	มะม่วงหัวแมงวัน	11	0	0.23
10	พฤษภ	11	0	0.23
11	ปีบขาว	11	0	0.23
12	ตะโก	11	0	0.23
	<b>รวม</b>	<b>4,655</b>	<b>44</b>	<b>100.00</b>



3) พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร : เป็นต้นไม้ที่ปลูกรอบ ๆ อาคาร กระจายทั่วไปภายในได้กำหนดพื้นที่วางแผน 93 ไร่ เพื่อบันทึกจำนวนต้นไม้และนำมาคำนวณจำนวนต้นไม้ต่อต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการหาจำนวนต้นไม้ทั้งหมด พบว่ามีต้นไม้ทั้งหมด 10,312 ต้น หรือ 11 ต้นต่อไร่ โดยต้นไม้ที่พบมากที่สุดคือ ต้นอินทนิล (ร้อยละ 15) ต้นสาธร (ร้อยละ 14) และต้นตีนเป็ด (ร้อยละ 10) ดังภาพที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.15



ภาพที่ 4.9 พื้นที่ปลูกต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร



ตารางที่ 4.15 ผลการสำรวจพรรณไม้ของพื้นที่ปลูกต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร

ลำดับ	พรรณไม้	จำนวน		
		ต้น	ต้น/ไร่	ร้อยละ
1	อินทนิล	1,503	1.61	14.58
2	สาธร	1,463	1.57	14.19
3	ตีนเป็ด	1,082	1.16	10.50
4	นนทรี	621	0.67	6.03
5	สะเดา	581	0.62	5.64
6	คูณ	441	0.47	4.28
7	พิภุล	431	0.46	4.18
8	ขลุ้ง	411	0.44	3.98
9	ทางนกยูงฝรั่ง	401	0.43	3.89
10	มะขาม	401	0.43	3.89
11	หูกวาง	311	0.33	3.01
12	ชงโคป่า	281	0.30	2.72
13	แคนนา	261	0.28	2.53
14	ตะโก	230	0.25	2.24
15	ประดู่ป่า	160	0.17	1.55
16	เสลา	150	0.16	1.46
17	จาม	150	0.16	1.46
18	มะขามเทศ	140	0.15	1.36
19	ปีบขาว	130	0.14	1.26
20	มะออกกานี้	100	0.11	0.97
21	ตะแบก	100	0.11	0.97
22	เสี้ยวดอกขาว	90	0.10	0.87
23	สะแก	90	0.10	0.87

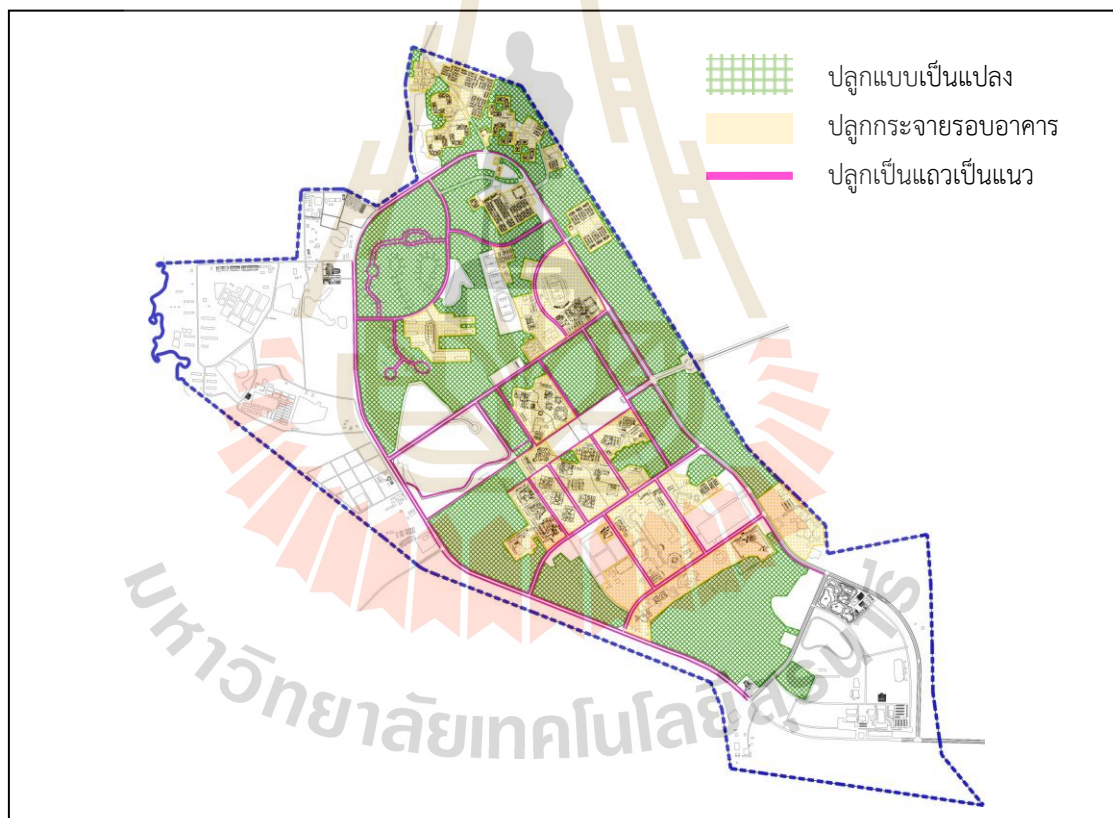
ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ลำดับ	พรรณไม้	จำนวน		
		ต้น	ต้น/ไร่	ร้อยละ
24	ปีบทอง	90	0.10	0.87
25	พฤษภ	80	0.09	0.78
26	กระถินยักษ์	80	0.09	0.78
27	หนามพิมาน	70	0.08	0.68
28	เหลืองปรีดิยาธร	60	0.06	0.58
29	ตาล	60	0.06	0.58
30	มะม่วงหัวแมงวัน	50	0.05	0.49
31	มะยม	40	0.04	0.39
32	พุดซา	30	0.03	0.29
33	ตะขบ	30	0.03	0.29
34	หูกระจง	20	0.02	0.19
35	หนามพรหม	20	0.02	0.19
36	แสมสาร	20	0.02	0.19
37	ขี้เหล็ก	20	0.02	0.19
38	สนประดิพัทธ์/สนฉัตร/โพธิ์/พิมาน/ ฝรั่งขึ้นก/ไทร/ตะแบกเลือด/ ชัยพฤษภ/คริสติน่า/กระถินพิมาน/ แคทราย	110	0.12	1.07
<b>รวม</b>		<b>10,312</b>	<b>11</b>	<b>100.00</b>

จากผลการสำรวจสามารถประเมินค่าปริมาณกักเก็บคาร์บอนสะสม (ดูกลับก๊าซเรือนกระจกสะสม) จากต้นไม้ของมหาวิทยาลัยได้เท่ากับ 54,796 tCO<sub>2</sub>e โดยพื้นที่ปลูกป่าแบบเป็นแปลงมีปริมาณปริมาณกักเก็บคาร์บอนสูงสุด จำนวน 51,409 tCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 93.82) รองลงมาคือ บริเวณป่าปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (ริมถนน)จำนวน 2,236 tCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 4.08) และ บริเวณป่าปลูกแบบกระจายรอบ ๆ อาคาร จำนวน 1,151 tCO<sub>2</sub>e (ร้อยละ 2.10) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.16 และ ภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.16 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้

ลำดับ	รายการ	พื้นที่			ปริมาณกักเก็บคาร์บอน		
		ไร่	ต้น	ต้น/ไร่	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e/ไร่	tCO <sub>2</sub> e/ต้น
1	ปลูกแบบเป็นแปลง	1,763	196,575	112	51,409	29.16	0.26
2	ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว	107	4,655	44	2,236	20.90	0.48
3	ปลูกกระจายรอบ ๆ อาคาร	932	10,312	11	1,151	1.23	0.11
	รวม	2,802	211,541	75	54,796	19.56	0.26



ภาพที่ 4.10 พื้นที่ปลูกต้นไม้ที่จัดไว้สำหรับโครงการของมหาวิทยาลัย

ผลการเปรียบเทียบพรรณไม้กลุ่มที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกกับพรรณไม้ของมหาวิทยาลัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่า มหาวิทยาลัยมีกลุ่มพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 26.17 ส่วนอีกร้อยละ 73.83 เป็นกลุ่มพรรณไม้อื่น ๆ ที่ไม่อยู่ในกลุ่มพรรณไม้ที่มีศักยภาพ ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก

ลำดับ	อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก)		พรรณไม้ที่มีศักยภาพดูดกลับก๊าซเรือนกระจก <sup>1</sup>	พรรณไม้ของมหาวิทยาลัย	
	tCO <sub>2</sub> /ไร่/ปี	tCO <sub>2</sub> /ตัน/ปี		ต้น	ร้อยละ
1	4.22	0.042	ยางพารา	-	-
2	4.40	0.044	กระถินเทพา	-	-
3	4.77	0.048	ยูคาลิปตัส	-	-
4	4.80	0.048	กระถินยักษ์	4,928	2.33
5	2.49	0.025	ปาล์มน้ำมัน	-	-
6	2.75	0.028	โกกวาง	-	-
7	0.95	0.010	พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า (ประดู่ป่า พะยุง มะค่าโมง ตะเคียนทอง และยางนา)	7,653	3.62
8	1.21	0.012	พรรณไม้ปลูกในเมือง (ราชพฤกษ์ มะฮอกกานี สัตบรรณ ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำปีบ)	13,367	6.32
9	1.27	0.013	สัก	-	-
10	1.49	0.015	พรรณไม้เอนกประสงค์ (สะเดา ชี้เหล็กบ้าน มะขาม)	29,403	13.90
11	พรรณไม้อื่น ๆ ที่ไม่อยู่ในกลุ่มพรรณไม้ที่มีศักยภาพ			156,190	73.83
รวม				<b>211,541</b>	<b>100.00</b>

หมายเหตุ : <sup>1</sup> พรรณไม้ที่ส่งเสริมให้ปลูกตามโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด : ภาคป่าไม้ (ที่มา : คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ภาคป่าไม้, องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : มิถุนายน 2554)

ผลการพิจารณาความหนาแน่นของพรรณไม้ที่ปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัย พบว่า พื้นที่ปลูกแบบเป็นแปลงมีความหนาแน่นที่เหมาะสม แต่พื้นที่ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว (ริมถนน) และพื้นที่ปลูกแบบกระจายรอบอาคารสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่เดิมเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของต้นไม้ ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบความหนาแน่นของพรรณไม้

ลำดับ	รายการ	ความหนาแน่น ที่เหมาะสม <sup>1</sup> (ต้น/ไร่)	ความหนาแน่น พรรณไม้ของ มหาวิทยาลัย (ต้น/ไร่)	หมายเหตุ
1	ปลูกแบบเป็นแปลง	100	112	พรรณไม้ส่วนใหญ่ของ มหาวิทยาลัยเป็น พรรณไม้เอนกประสงค์
2	ปลูกแบบเป็นแถวเป็นแนว	100	44	
3	ปลูกกระจายรอบ ๆ อาคาร	100	11	

หมายเหตุ : <sup>1</sup> พรรณไม้ที่ส่งเสริมให้ปลูกตามโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด : ภาคป่าไม้ (ที่มา : คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ภาคป่าไม้, องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : มิถุนายน 2554)

จากผลประเมินปริมาณการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคต พบว่า มีอัตราการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2,812 tCO<sub>2</sub>e/ปี ดังตารางที่ 4.19 โดยอัตราการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์อ้างอิงจาก คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ขององค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยใช้อัตราการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้เอนกประสงค์ เท่ากับ 1.47 tCO<sub>2</sub>e/ไร่/ปี หรือ 0.0147 tCO<sub>2</sub>e/ต้น/ปี (คำนวณ 100 ต้น/ไร่) ซึ่งค่านี้จะนำไปหักลบกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิของปีฐาน สำหรับการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกหรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 4.19 ปริมาณดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ในอนาคต

ลำดับ	รายการ	อัตราประเมิน	พื้นที่ ไร่	จำนวน ต้น	ปริมาณดูดกลับ คาร์บอนไดออกไซด์ tCO <sub>2</sub> e/ปี
1	ปลูกแบบเป็นแปลง	1.47 tCO <sub>2</sub> e/ไร่/ปี	1,763	196,575	2,591.61
2	ปลูกแบบเป็นแถว เป็นแนว	0.0147 tCO <sub>2</sub> e/ต้น/ปี	107	4,655	68.42
3	ปลูกกระจาย รอบ ๆ อาคาร	0.0147 tCO <sub>2</sub> e/ต้น/ปี	932	10,312	151.59
รวม			2,802	211,541	2,811.62

#### 4.4 ผลประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ

จากผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดก๊าซเรือนกระจก และการกักเก็บคาร์บอน (ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก) จากต้นไม้ ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561 พบว่า มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ เฉลี่ย 18,893 kgCO<sub>2</sub>e/ปี ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561

ปีงบประมาณ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)		
	ปล่อย	ดูดกลับ	คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิ
2559	21,611	2,812	18,799
2560	23,027	2,812	20,215
2561	20,477	2,812	17,665
<b>เฉลี่ย</b>	<b>21,705</b>	<b>2,812</b>	<b>18,893</b>

#### 4.5 ผลประเมินกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก

การประเมินกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก ใช้ข้อมูลปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 โดยพิจารณาจากกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ พบว่าการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้สูงสุด ร้อยละ 13.73 เมื่อเทียบปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ประเภท การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ การรีไซเคิลขยะ และอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 4.00 ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ปริมาณลด/ดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลด/ดูดกลับ	เทียบสัดส่วนการปล่อยก๊าซ
		ก๊าซเรือนกระจก	เรือนกระจก
		tCO <sub>2</sub> e/ปี	(%)
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก	2,812	13.73
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	343.30	1.68
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	243.73	1.19
4	การรีไซเคิลขยะ	104.59	0.51
5	การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	99.27	0.48
6	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	25.46	0.12
7	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 16 วัตต์)	1.14	0.01
8	การเปลี่ยนโคมไฟถนนเป็นแบบ LED	0.76	0.004
9	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 8 วัตต์)	0.11	0.001
10	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter	-	-
<b>รวม</b>		<b>3,630.36</b>	<b>17.73</b>

หมายเหตุ : ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561 = 20,477 tCO<sub>2</sub>e

ทั้งนี้ หากพิจารณาการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม พบว่า กิจกรรมศักยภาพที่มีในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรมสูงสุด คือ การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า (19.39 tCO<sub>2</sub>e /kWh) รองลงมา คือ การการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ (13.29 tCO<sub>2</sub>e/ต้น) และ การรีไซเคิลขยะของธนาคารวัสดุรีไซเคิล (0.77 tCO<sub>2</sub>e/กก.) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.22



ตารางที่ 4.22 ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก	
			(kgCO <sub>2</sub> e/หน่วย)	(tCO <sub>2</sub> e/หน่วย)
1	การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า	kWh	19.39	0.0194
2	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	ตัน	13.29	0.0133
3	การรีไซเคิลขยะของธนาคารวัสดุรีไซเคิล	กก.	0.77	0.0008
4	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	kWh	0.58	0.0006
5	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter	BTU	0.22	0.0002
6	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF	BTU	0.12	0.0001
7	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF	BTU	0.08	0.0001
8	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 16 วัตต์)	หลอด	0.05	0.0001
9	การเปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED (ขนาด 8 วัตต์)	หลอด	0.03	0.0000
10	การเปลี่ยนโคมไฟถนนเป็นแบบ LED	หลอด	0.0010	0.0000

#### 4.6 ประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ได้จำลองการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก 3 กรณี ดังนี้

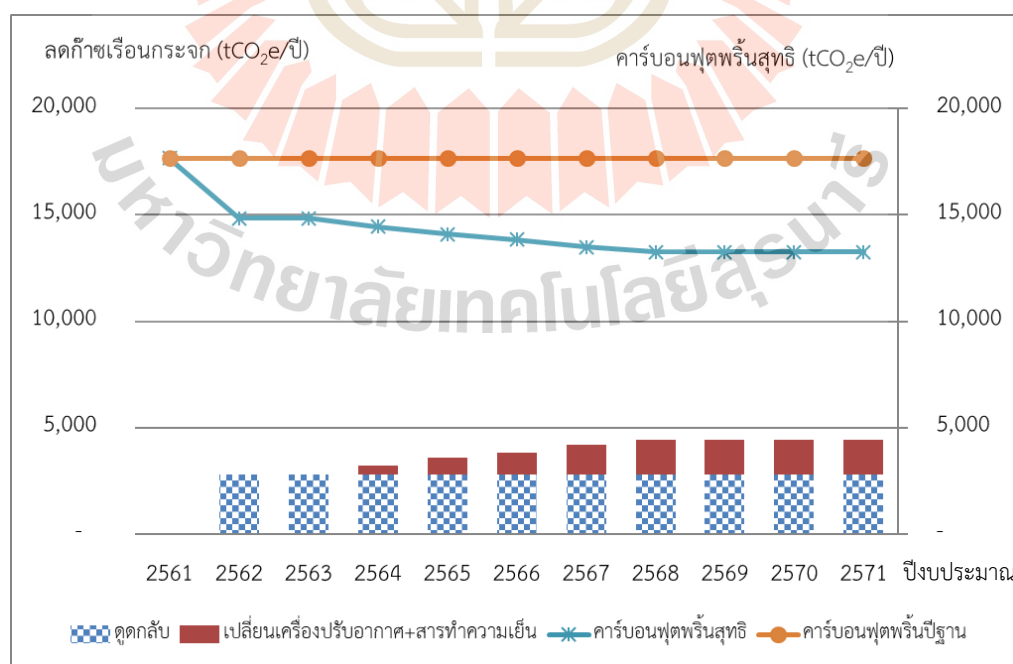
##### 1) กรณีที่ 1 ดำเนินกิจกรรมในสถานะปกติ

จำลองปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกในสถานะปกติ จากการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ และการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นกิจกรรมใหม่ มีจำนวน 2 กิจกรรม (คัดเลือกกิจกรรมจากปีงบประมาณ 2561) ประกอบด้วย 1) การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ และ 2) การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ ส่วนกิจกรรมอื่น ๆ ไม่สามารถดำเนินการได้ เช่น การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า เนื่องจากมหาวิทยาลัยได้เปลี่ยนรถโดยสารภายในจากรถไฟฟ้าเป็นรถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และการเปลี่ยนทดแทนหลอดไฟฟ้า และการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter เนื่องจากมีการเปลี่ยนทดแทนหมดแล้ว โดยมีแนวทางประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก ดังตารางที่ 4.23

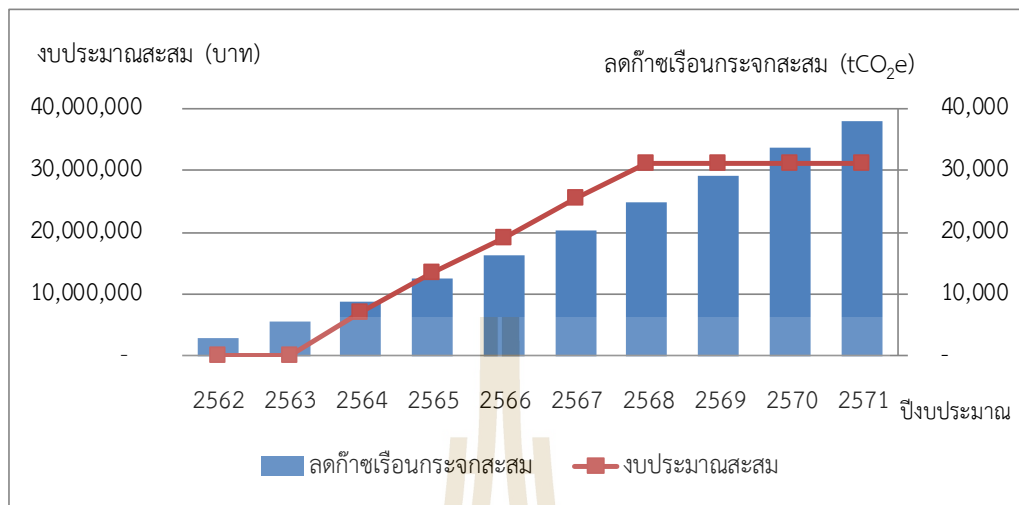
ตารางที่ 4.23 แนวทางประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 1

ลำดับ	กิจกรรม	แนวทางประเมิน
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	อัตราการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (กักเก็บคาร์บอน) จากต้นไม้ เท่ากับ 2,812 tCO <sub>2</sub> e/ปี
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัดโนมัติ	ประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่อายุใช้งานเกิน 10 ปี โดยอ้างอิงจากแผนการเปลี่ยนทดแทน
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัดโนมัติ	เครื่องปรับอากาศของส่วนอาคารสถานที่ ดังภาคผนวกที่ ง.1

จากผลการประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกแต่ละกิจกรรม และข้อมูลอัตราดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (กักเก็บคาร์บอน) จากต้นไม้ ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2562 – 2571 พบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิมีค่าลดลงจากปีฐาน (ปีงบประมาณ 2561) จาก 17,665 tCO<sub>2</sub>e เหลือ 13,252 tCO<sub>2</sub>e คิดเป็นศักยภาพ ร้อยละ 24.98 โดยกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดมาจากการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ ร้อยละ 74 รองลงมา คือ การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 25 ตามลำดับ ทั้งนี้ หากพิจารณาเปรียบเทียบงบประมาณกับปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นอัตรา 818 บาท/tCO<sub>2</sub>e ดังภาพที่ 4.11 - 4.12 และตารางที่ 4.24



ภาพที่ 4.11 คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิกรณีที่ 1



ภาพที่ 4.12 งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 1



ตารางที่ 4.24 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 1

ปีงบประมาณ	ปริมาณกักเก็บ/ลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)			คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิ tCO <sub>2</sub> e/ปี	ศักยภาพ %	งบประมาณ บาท
	ดูดกลับ	เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศและ สารทำความเย็น	รวม			
2561	-	-	-	17,665	-	-
2562	2,812	-	2,812	14,853	15.92	-
2563	2,812	-	2,812	14,853	15.92	-
2564	2,812	411	3,223	14,442	18.25	7,000,000
2565	2,812	750	3,562	14,103	20.16	6,400,000
2566	2,812	1,017	3,829	13,836	21.68	5,800,000
2567	2,812	1,356	4,168	13,497	23.59	6,400,000
2568	2,812	1,601	4,413	13,252	24.98	5,550,000
2569	2,812	1,601	4,413	13,252	24.98	-
2570	2,812	1,601	4,413	13,252	24.98	-
2571	2,812	1,601	4,413	13,252	24.98	-
รวม	28,120	9,940	38,060	-	-	31,150,000
ร้อยละ	73.88	26.12	100.00	-	-	-

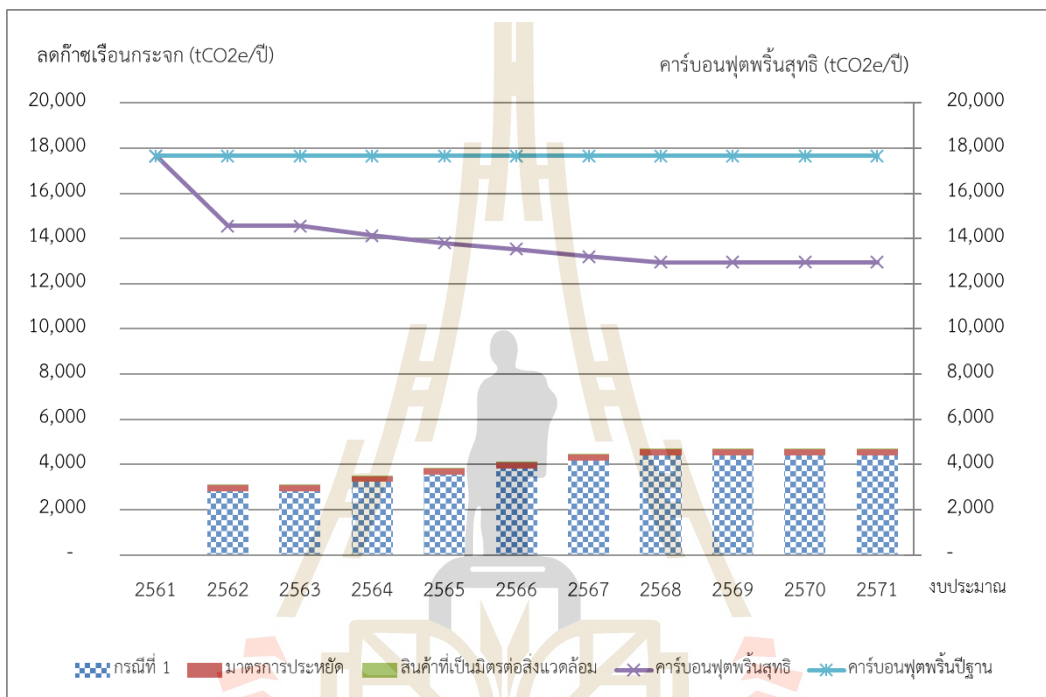
2) ภารกิจที่ 2 : ดำเนินกิจกรรมภารกิจที่ 1 ร่วมกับ มาตรการประหยัดและการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จำลองปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากภารกิจที่ 1 ร่วมกับการดำเนินการมาตรการประหยัด โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้มีการใช้งานทรัพยากรอย่างประหยัด และลดกิจกรรมที่เกิดให้เกิดก๊าซเรือนกระจกโดยการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีแนวทางในการประเมิน ดังตารางที่ 4.25

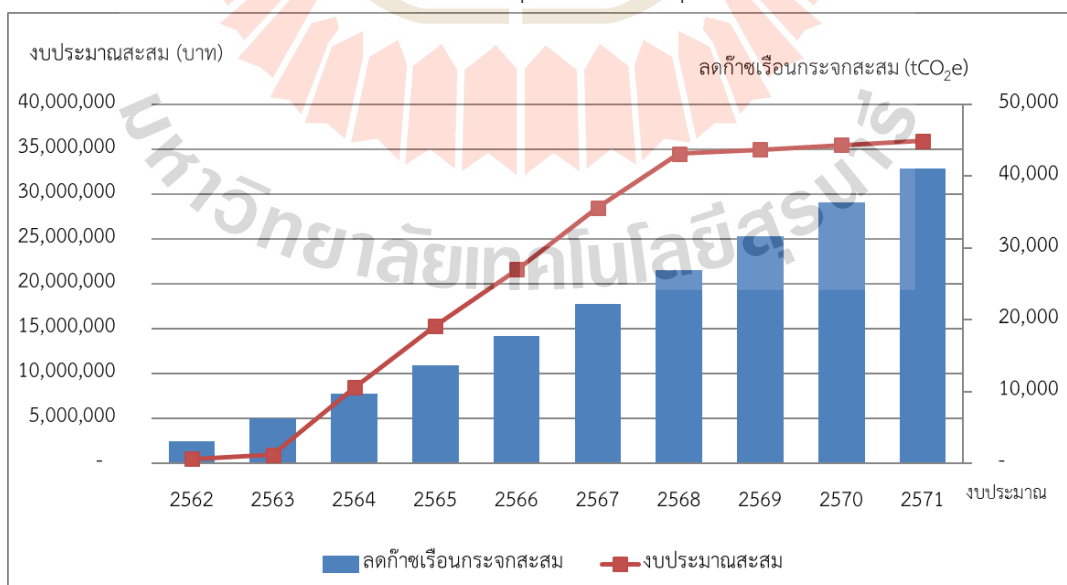
ตารางที่ 4.25 แนวทางประเมินลดก๊าซเรือนกระจก ภารกิจที่ 2

ลำดับ	กิจกรรม	แนวทางประเมิน
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	อัตราการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (กักเก็บคาร์บอน) จากต้นไม้ เท่ากับ 2,812 tCO <sub>2</sub> /ปี
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	ประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากการประหยัดไฟฟ้าจากการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่อายุใช้งานเกิน 10 ปี โดย
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ	อ้างอิงจากแผนการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศของส่วนอาคารสถานที่ ดังภาคผนวกที่ ง.1
4	มาตรการประหยัด - ลดการใช้ไฟฟ้า/น้ำประปา/กระดาษ/เชื้อเพลิง - ลดปริมาณขยะโดยการรีไซเคิล	ลดการใช้ ร้อยละ 2 ต่อปี
5	ส่งเสริมการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - สารดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ลดการใช้ปุ๋ยเคมี	เปลี่ยนการใช้สารดับเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นสารดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 100 ภายใน 10 ปี ลดการใช้ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทน ปีละ 5 %

จากผลการประเมินลดก๊าซเรือนกระจกกรณีที่ 2 พบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิมีค่าลดลงจากปีฐาน (ปีงบประมาณ 2561) จาก 17,665 tCO<sub>2</sub>e เหลือ 12,951 tCO<sub>2</sub>e คิดเป็นศักยภาพร้อยละ 26.68 โดยกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดมาจากการ กรณีที่ 1 ร้อยละ 93 การประหยัดไฟฟ้า ร้อยละ 6 และการน้ำประปา ร้อยละ 0.50 ตามลำดับ ทั้งนี้ หากเปรียบเทียบงบประมาณกับปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกของกรณีที่ 2 คิดเป็นอัตรา 876 บาท/tCO<sub>2</sub>e ดังภาพที่ 4.13 - 4.14 และตารางที่ 4.26



ภาพที่ 4.13 คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 2



ภาพที่ 4.14 งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 2

ตารางที่ 4.26 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 2

ปีงบประมาณ	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)									คาร์บอน	ศักยภาพ	งบประมาณ (บาท)			
	กรณีที่ 1	ไฟฟ้า	น้ำประปา	กระดาษ	รีไซเคิล	เชื้อเพลิง	สาร ดับเพลิง	ปุ๋ย อินทรีย์	รวม	ฟุตพริ้นท์ สุทธิ		(tCO <sub>2</sub> e/ปี)	กรณีที่ 1	ประหยัด+สินค้า เป็นมิตรฯ	รวม
2561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,665	-	-	-	-
2562	2,812	243	18	2	1	6	0.10	31	3,112	14,553	17.62	-	480,062	480,062	
2563	2,812	243	18	2	1	6	0.10	31	3,112	14,553	17.62	-	480,062	480,062	
2564	3,223	243	18	2	1	6	0.10	31	3,523	14,142	19.94	7,000,000	480,062	7,480,062	
2565	3,562	243	18	2	1	6	0.10	31	3,862	13,803	21.86	6,400,000	480,062	6,880,062	
2566	3,829	243	18	2	1	6	0.10	31	4,129	13,536	23.38	5,800,000	480,062	6,280,062	
2567	4,168	243	18	2	1	6	0.10	31	4,468	13,197	25.29	6,400,000	480,062	6,880,062	
2568	4,413	243	18	2	1	6	0.10	31	4,714	12,951	26.68	5,550,000	480,062	6,030,062	
2569	4,413	243	18	2	1	6	0.10	31	4,714	12,951	26.68	-	480,066	480,066	
2570	4,413	243	18	2	1	6	0.10	31	4,714	12,951	26.68	-	480,070	480,070	
2571	4,413	243	18	2	1	6	0.10	31	4,714	12,951	26.68	-	480,074	480,074	
<b>รวม</b>	<b>38,060</b>	<b>2,429</b>	<b>185</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>55</b>	<b>1.00</b>	<b>308</b>	<b>41,062</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>315,150,000</b>	<b>4,800,640</b>	<b>35,950,640</b>	
<b>ร้อยละ</b>	<b>92.69</b>	<b>5.92</b>	<b>0.45</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.13</b>	<b>0.00</b>	<b>0.75</b>	<b>100.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	



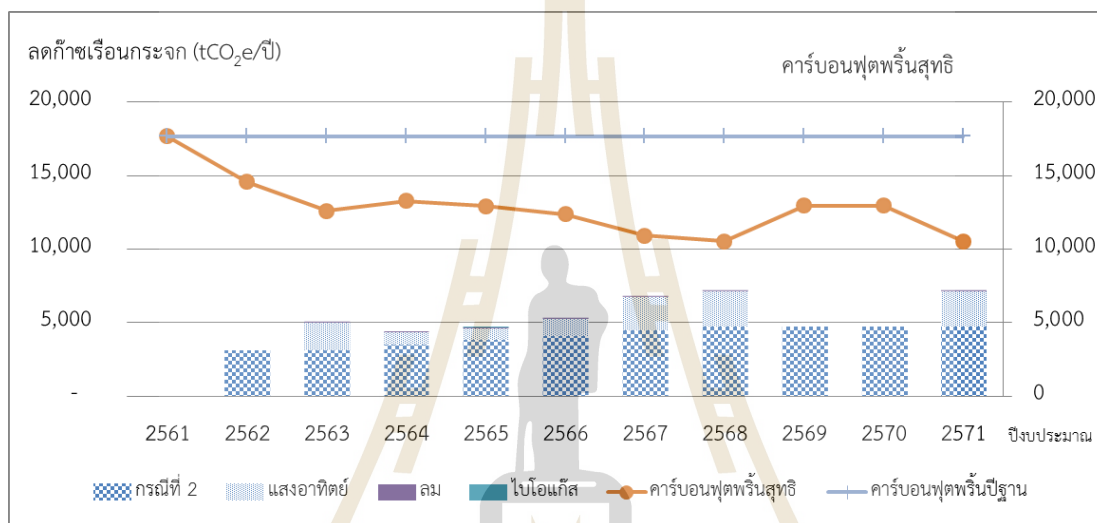
### 3) กรณีที่ 3 : ดำเนินกิจกรรมกรณีที่ 2 ร่วมกับการติดตั้งพลังงานทดแทน

จำลองปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากกรณีที่ 2 ร่วมกับกิจกรรมประเภทพลังงานทดแทน ซึ่งจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการซื้อภายนอก แต่ต้องใช้งบประมาณมาก และใช้แหล่งงบประมาณจากภายนอกเป็นหลักในการดำเนินงาน ทั้งนี้ หากดำเนินกิจกรรมประเภทพลังงานทดแทนได้ จะช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากปัจจัยหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ร้อยละ 62 โดยมีแนวทางการประเมินดังตารางที่ 4.27

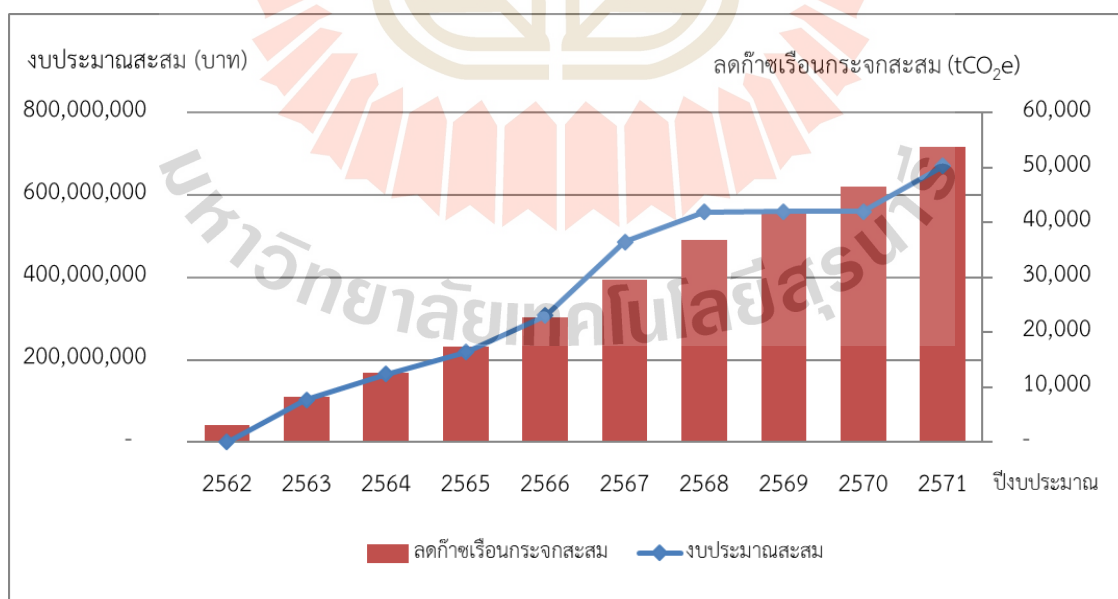
**ตารางที่ 4.27** แนวทางประเมินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 3

ลำดับ	กิจกรรม	แนวทางประเมิน
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	อัตราการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (กักเก็บคาร์บอน) จากต้นไม้ เท่ากับ 2,812 tCO <sub>2</sub> /ปี
2	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัดโนมัติ	ประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกจากการประหยัดไฟฟ้าจากการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่อายุใช้งานเกิน 10 ปี โดย
3	การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัดโนมัติ	อ้างอิงจากแผนการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศของส่วนอาคารสถานที่ ดังภาคผนวกที่ ง.1
4	มาตรการประหยัด - ลดการใช้ไฟฟ้า/น้ำประปา/กระดาษ/เชื้อเพลิง - ลดปริมาณขยะโดยเพิ่มการรีไซเคิล	ลดการใช้ ร้อยละ 2 ต่อปี
5	ส่งเสริมการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - สาระดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ลดการใช้ปุ๋ยเคมี	เปลี่ยนการใช้สารดับเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นสารดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 100 ภายใน 10 ปี ลดการใช้ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปีละ 5 %
6	พลังงานแสงอาทิตย์	ประเมินปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามแผนพัฒนาระบบสาธารณูปโภคอย่างยั่งยืน ระยะ 10 ปี
7	พลังงานลม	(ปีงบประมาณ 2563 – 2572)
8	Biogas จากฟาร์มสุกร	ระบบไบโอแก๊สจากฟาร์มสุกร และฟาร์มวัว

จากผลการประเมินลดก๊าซเรือนกระจกกรณี 3 พบว่า ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสุทธิ มีค่าลดลงจากปีฐาน (ปีงบประมาณ 2561) จาก 18,896 tCO<sub>2</sub>e เหลือ 10,522 tCO<sub>2</sub>e คิดเป็นศักยภาพ ร้อยละ 40.43 โดยกิจกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดมาจาก กรณีที่ 2 ร้อยละ 77 รองลงมาคือ พลังงาน แสงอาทิตย์บนหลังคา (solar Roof Top) ร้อยละ 8 และ ฟาร์มพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Farm) ร้อยละ 6 ตามลำดับ ทั้งนี้ หากพิจารณาเปรียบเทียบกับงบประมาณกับปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกของ กรณีที่ 3 คิดเป็นอัตรา 12,640 บาท/tCO<sub>2</sub>e ดังภาพที่ 4.15 - 4.16 และตารางที่ 4.28



ภาพที่ 4.15 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสุทธิ กรณีที่ 3



ภาพที่ 4.16 งบประมาณสำหรับกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก กรณีที่ 3

ตารางที่ 4.28 ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรสุทธิ กรณีที่ 3

ปีงบประมาณ	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)									คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิ (tCO <sub>2</sub> e/ปี)	ศักยภาพ (%)	งบประมาณ (บาท)		
	กรณีที่ 2	Solar Roof Top	Solar Floating	Solar Farm	Solar Parking	Solar ทางเดินเท้า	Wine Turbine	biogas	รวม			กรณีที่ 2	พลังงานทดแทน	รวม
2561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,665	-	-	-	-
2562	3,112	-	-	-	-	-	-	-	3,112	14,553	17.62	480,062	-	480,062
2563	3,112	785	226	604	151	151	30	-	5,059	12,606	28.64	480,062	101,700,063	102,180,125
2564	3,523	392	151	151	75	75	15	-	4,383	13,282	24.81	7,480,062	55,600,064	63,080,126
2565	3,862	392	151	75	75	75	15	106	4,753	12,912	26.91	6,880,062	46,600,065	53,480,127
2566	4,129	392	151	151	226	226	15	-	5,291	12,374	29.95	6,280,062	82,600,000	88,880,062
2567	4,468	754	302	754	226	226	15	-	6,747	10,918	38.19	6,880,062	171,100,000	177,980,062
2568	4,714	754	302	754	302	302	15	-	7,143	10,522	40.43	6,030,062	67,100,000	73,130,062
2569	4,714	-	-	-	-	-	-	-	4,714	12,951	26.68	480,066	-	480,066
2570	4,714	-	-	-	-	-	-	-	4,714	12,951	26.68	480,070	-	480,070
2571	4,714	754	302	754	302	302	15	-	7,143	10,522	40.43	480,074	110,000,000	110,480,074
<b>รวม</b>	<b>41,062</b>	<b>4,225</b>	<b>1,584</b>	<b>3,244</b>	<b>1,358</b>	<b>1,358</b>	<b>121</b>	<b>106</b>	<b>53,058</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>35,950,640</b>	<b>634,700,192</b>	<b>670,650,832</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>77.39</b>	<b>7.96</b>	<b>2.99</b>	<b>6.11</b>	<b>2.56</b>	<b>2.56</b>	<b>0.23</b>	<b>0.20</b>	<b>100.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### 4.7 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจกให้เหลือเท่ากับศูนย์

จากผลการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 10 ปี โดยจำลองการดำเนินกิจกรรม 3 กรณี พบว่า กรณี 3 มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 40.43 แต่ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินงานสูงที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้ เนื่องจากกรณีที่ 3 เป็นการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน 3 ส่วนคือ 1) ในสภาวะปกติ 2) มาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 3) การติดตั้งพลังงานทดแทน ซึ่งงบประมาณที่สูงมาจากการติดตั้งพลังงานทดแทนนั่นเอง จากการจำลองแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 กรณี จึงสรุปได้ว่าในอนาคต 10 ปีข้างหน้า มหาวิทยาลัยยังไม่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกให้เหลือเท่ากับศูนย์ได้ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้สูงสุด ร้อยละ 40.43 ดังนั้น มหาวิทยาลัยจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่มีศักยภาพสูงเพิ่มเติม ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 สรุปแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

กรณี	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกสะสม (tCO <sub>2</sub> e)	ศักยภาพ (%)	งบประมาณ	
			บาท	บาท/tCO <sub>2</sub>
กรณีที่ 1	38,060	24.98	31,150,000	818
กรณีที่ 2	41,062	26.68	35,950,640	876
กรณีที่ 3	53,058	40.43	670,650,832	12,640

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษากิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัย 2) ประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก หรือ ลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยในอนาคต และ 3) ศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยให้เหลือเท่ากับศูนย์ หรือ มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับศูนย์ (Carbon Neutral) โดยได้ทำการศึกษาข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ ปีงบประมาณ 2559 - 2561 เพื่อประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 10 ปี สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 กิจกรรมที่มีศักยภาพสูงในการลดก๊าซเรือนกระจก

เป็นการศึกษากิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ ประจำปีงบประมาณ 2561 เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกรวม 3,630 tCO<sub>2</sub>e/ปี คิดเป็น ร้อยละ 17.73 เมื่อเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ มีสัดส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ ร้อยละ 13.73 รองลงมาคือ การดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก เช่น การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ และการรีไซเคิลขยะ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2561

ลำดับ	กิจกรรม	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)	สัดส่วน (%)	เทียบสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (%)
1	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ จำนวน 211,541 ต้น	2,812	77.47	13.73
2	กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก - เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ/การรีไซเคิล/รถโดยสารไฟฟ้า/พลังงานทดแทน/เปลี่ยนหลอดไฟฟ้า	818	22.53	4.00
	รวม	3,630	100.00	17.73

หมายเหตุ : ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปีงบประมาณ 2561 เท่ากับ 20,477 tCO<sub>2</sub>e/ปี

### 5.1.2 ศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

จากผลการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก (รวมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก) ในอนาคต 10 ปี โดยจำลองการดำเนินกิจกรรม 3 กรณี ดังนี้

1. กรณีที่ 1 จำลองสถานการณ์ในสภาวะปกติ ประกอบด้วย การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ และการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่อายุใช้งานเกิน 10 ปี (ตามแผนการขอรับจัดสรรงบประมาณประจำปี) พบว่า มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 24.98 คิดเป็นต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 818 บาท/tCO<sub>2</sub>e
2. กรณีที่ 2 จำลองสถานการณ์ในสภาวะปกติ (กรณีที่ 1) ร่วมกับ มาตรการประหยัดและการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 26.68 สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 ร้อยละ 2 และคิดเป็นต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 876 บาท/tCO<sub>2</sub>e ต้นทุนเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 ร้อยละ 7
3. กรณีที่ 3 จำลองสถานการณ์ในสภาวะปกติ (กรณีที่ 1) ร่วมกับ กรณีที่ 2 และร่วมกับการติดตั้งพลังงานทดแทน พบว่า มีศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 40.43 สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้เพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 2 ร้อยละ 13 และคิดเป็นต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 12,640 บาท/tCO<sub>2</sub>e และต้นทุนเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 2 เท่ากับ 11,764 บาท/tCO<sub>2</sub>e หรือ เพิ่มขึ้น 14 เท่า

จากการจำลองทั้ง 3 กรณี พบว่า กรณีที่ 3 มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 40.43 แต่ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินงานสูงที่สุดเช่นกัน ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

กรณี	แนวทาง	ลดก๊าซเรือน กระจกสะสม (tCO <sub>2</sub> e)	ศักยภาพ (%)	งบประมาณ	
				บาท	บาท/tCO <sub>2</sub>
กรณีที่ 1	1. การดูดกลับก๊าซเรือน กระจกจากต้นไม้	38,060	24.98	31,150,000	818
	2. เปลี่ยนทดแทน เครื่องปรับอากาศและสาร ทำความเย็น				
กรณีที่ 2	1. การดูดกลับก๊าซเรือน กระจกจากต้นไม้	41,062	26.68	35,950,640	876
	2. เปลี่ยนทดแทน เครื่องปรับอากาศและสาร ทำความเย็น				
	3. มาตรการประหยัดและใช้ สินค้าที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม				
กรณีที่ 3	1. การดูดกลับก๊าซเรือน กระจกจากต้นไม้	53,058	40.43	670,650,832	12,640
	2. เปลี่ยนทดแทน เครื่องปรับอากาศและสาร ทำความเย็น				
	3. มาตรการประหยัดและใช้ สินค้าที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม				
	4. พลังงานทดแทน				

โดยศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 40.43 จากปีฐาน มาจากกิจกรรมดังนี้  
 1) การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ ร้อยละ 15.92 2) ติดตั้งพลังงานทดแทน ร้อยละ 13.75  
 3) การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 9.07 และ 4) มาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็น  
 มิตรต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 1.70 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5.3



ทั้งนี้ หากพิจารณาสัดส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกจาก 4 กิจกรรม พบว่า การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้มีสัดส่วนสูงที่สุด ร้อยละ 39.37 รองลงมาคือ พลังงานทดแทน ร้อยละ 34.02 และเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 22.41 ตามลำดับ แต่หากพิจารณาด้านงบประมาณ พบว่า การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ไม่ใช้งบประมาณในการดำเนินการ และยังการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ซึ่งมหาวิทยาลัยควรให้ความสำคัญในการดูแลรักษาต้นไม้ที่มีอยู่และปลูกเพิ่มเติม ส่วนการติดตั้งพลังงานทดแทน มีสัดส่วนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงรองจากต้นไม้ แต่ต้องใช้งบประมาณที่สูงมากในการดำเนินการเช่นกัน

ตารางที่ 5.3 สัดส่วนศักยภาพลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

ลำดับ	รายการ	ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e/ปี)	สัดส่วน (%)	สัดส่วนลดก๊าซเรือนกระจก เทียบคาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิปีฐาน (%)
1	ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้	2,812	39.37	15.92
2	พลังงานทดแทน	2,429	34.02	13.75
3	เปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ	1,601	22.41	9.07
4	มาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	300	4.20	1.70
	<b>รวม</b>	<b>7,142.81</b>	<b>100.00</b>	<b>40.43</b>

หมายเหตุ ; 1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์สุทธิปีฐาน (ปีงบประมาณ 2561) = 17,665 tCO<sub>2</sub>e

2. ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก หมายถึง ข้อมูล ณ ปีงบประมาณ 2561

### 5.1.3 แนวทางลดก๊าซเรือนกระจกให้เหลือเท่ากับศูนย์

จากผลการประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 10 ปี โดยจำลองการดำเนินกิจกรรม 3 กรณี พบว่า กรณี 3 มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ร้อยละ 40.43 แต่ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินงานสูงที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้ เนื่องจากกรณีที่ 3 เป็นการดำเนินกิจกรรมเต็มรูปแบบคือ 1) การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ 2) การเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ 3) มาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 4) ติดตั้งพลังงานทดแทน ซึ่งงบประมาณที่สูงมาจากการติดตั้งพลังงานทดแทนนั่นเอง

จากการจำลองแนวทางลดก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 กรณี สรุปได้ว่าหากใช้แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่ามหาวิทยาลัยจะดำเนินการหรือมีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินการในระยะ 10 ปี จะสามารถลดการปล่อยได้สูงสุดไม่เกินร้อยละ 40.43 ดังนั้น หากมหาวิทยาลัยต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าค่าดังกล่าวหรือตั้งเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับศูนย์ มหาวิทยาลัยจำเป็นต้องพิจารณาแนวทางอื่น ๆ ที่มีศักยภาพสูงเพิ่มเติม

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 – 2561 มีค่าเฉลี่ย 21,705 tCO<sub>2</sub>e/ปี โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้ามีค่าสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 62.07(13,471 tCO<sub>2</sub>e/ปี) รองลงมา คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 27.93 (6,062 tCO<sub>2</sub>e/ปี) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นร้อยละ 10.00 (2,452 tCO<sub>2</sub>e/ปี) ซึ่งสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของชุตติมา สุขอนันท์ (2555) ได้ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้ไฟฟ้ามีค่าสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 62.37 รองลงมาคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 31.50 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นร้อยละ 6.13 ตามลำดับ

การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต พบว่า การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้มีศักยภาพสูงสุด รองลงมา คือ การติดตั้งพลังงานทดแทน และการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศ เมื่อเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชญาณี พุทธิพิริยางกูร (2562) พบว่า การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด รองลงมา คือ การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ตามลำดับ

การประเมินศักยภาพในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากต้นไม้ เท่ากับ 2,812 tCO<sub>2</sub>e/ปี) อ้างอิงจาก คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยใช้อัตราการเก็บคาร์บอน (ดูดกลับ) ของพรรณไม้เนกประสงค์ เท่ากับ 1.47 tCO<sub>2</sub>e/ไร่/ปี หรือ 0.0147 tCO<sub>2</sub>e/ต้น/ปี (คำนวณ 100 ต้น/ไร่) ซึ่งการจะตรวจสอบอัตราดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริงในแต่ละปีต้องจัดเก็บข้อมูลต้นไม้ปีฐาน (งานวิจัยนี้ได้จัดเก็บข้อมูลขนาดและความสูงของต้นไม้ไว้แล้ว) และสิ้นปีจะต้องจัดเก็บข้อมูลขนาดและความสูงของต้นไม้ที่โตขึ้น เพื่อคำนวณเป็นอัตราดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ในปีนั้น

การประเมินศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของงานวิจัยนี้ประเมินจากกิจกรรมที่คาดว่ามหาวิทยาลัยจะดำเนินการหรือมีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินการในระยะ 10 ปี ทั้งนี้

หากมหาวิทยาลัยต้องการเพิ่มศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกนอกเหนือจากงานวิจัยนี้ ควรมีการพิจารณาแนวทางอื่น ๆ ที่มีศักยภาพสูงเพิ่มเติม โดยเฉพาะด้านการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น การเปลี่ยนอาคารเก่าให้เป็นอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building) และการก่อสร้างอาคารใหม่ตามมาตรฐานอาคารเขียว (Green building) เป็นต้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนางานเพื่อตอบสนองนโยบาย Green University และช่วยส่งผลให้การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลกมีอันดับที่ดีขึ้นในอนาคตได้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะเชิงนโยบายและเพื่อพัฒนางาน ดังนี้

#### ตารางที่ 5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางาน
<p>1) การจัดทำผังแม่บทด้านภูมิทัศน์ โดยการปลูกทดแทนและบำรุงรักษาต้นไม้ ตลอดจนคำนึงถึงความเหมาะสมของพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกเพียงร้อยละ 26.17 ส่วนอีกร้อยละ 73.83 เป็นกลุ่มพรรณไม้อื่นที่ไม่อยู่ในกลุ่มพรรณไม้ที่มีศักยภาพ ดังนี้</p> <p>1.1 ส่งเสริมให้ปลูกพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระถินเทพา ยูคาลิปตัส กระถินยักษ์ และสัก</li> <li>- พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า ประดู่ป่า พะยุง มะค่าโมง ตะเคียนทอง และยางนา</li> <li>- พรรณไม้ปลูกในเมือง : ราชพฤกษ์ มะฮอกกานี สัตบรรณ ประดู่บ้าน อินทนิลน้ำ และปีป</li> <li>- พรรณไม้อ่อนกประสงค์ : สะเดา ชี้เหล็กบ้าน และมะขาม</li> </ul> <p>1.2 เพิ่มความหนาแน่นของพรรณไม้เดิมเพื่อเพิ่มความหนาแน่นที่เหมาะสมกับชนิดของพรรณไม้ คือ พื้นที่ริมถนน และพื้นที่รอบ ๆ อาคาร</p>	<p>1) เสนอให้มีการเปลี่ยนทดแทนเครื่องปรับอากาศที่หมดอายุการใช้งานหรือเครื่องปรับอากาศที่มีอายุใช้งานเกิน 10 ปี โดยเปลี่ยนทดแทนให้ครบภายใน 5 ปี</p> <p>2) การกำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปีให้ชัดเจน ซึ่งหากสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ตามแผน จะส่งผลให้เกิดการประหยัดงบประมาณในภาพรวมได้</p> <p>3) การเข้าร่วมโครงการลดก๊าซเรือนกระจกกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เพื่อสร้างความตระหนักของประชากรมทส. และส่งเสริมให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศ เช่น โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก (Low Emission Support Scheme, LESS) และโครงการฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร เป็นต้น</p>

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางาน
<p>2) ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน โดยการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนระยะ 10 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 – 2573)</p>	<p>4) การใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น เปลี่ยนการใช้สารดับเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นสารดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 100 ภายใน 10 ปี และลดการใช้ปุ๋ยเคมี โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทน ร้อยละ 5 ต่อปี</p>
<p>3) การพัฒนาระบบการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาทางเดินหลังคาคลุมการจัดระบบเข้า-ออกกลุ่มอาคารต่าง ๆ และการนำเทคโนโลยีมาช่วยบริหารจัดการตามแนวทางการพัฒนา Smart Transit เป็นต้น</p>	<p>5) เสนอแนวทางการลดการใช้ไฟฟ้า น้ำประปา กระจก และเชื้อเพลิง ร้อยละ 2 ต่อปี และลดปริมาณขยะโดยเพิ่มการรีไซเคิลขยะ ร้อยละ 2 ต่อปี</p>

5.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรจัดทำฐานข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเป็นรายปีแบบออนไลน์ เพื่อประเมินผลและติดตามแนวโน้มศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ควรศึกษาแนวทางการปรับปรุงพัฒนาสภาพแวดล้อมเชิงกายภาพขององค์กร เช่น กลยุทธ์การมีส่วนร่วมทุกภาคส่วนด้านน้ำ การรับรู้ การประเมินความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในมิติต่าง ๆ

## รายการอ้างอิง

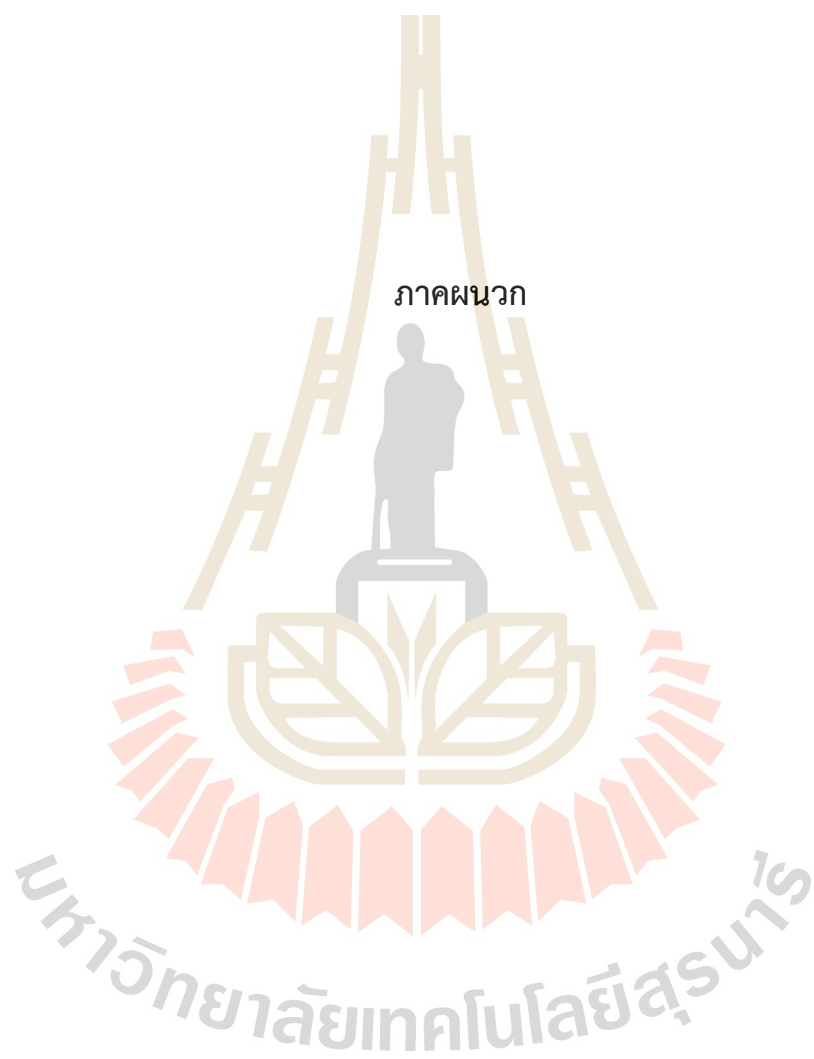
- ชญาณี แสงชื่อ. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กรจัดการศึกษา กรณีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชุติมา สุขอนันต์. (2555). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐภาพ จรรย์พงษ์. (2557). การพัฒนาเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้น กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณัช พูลประทีน. (2555). คาร์บอนฟุตพริ้นของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2561). แผนพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2561-2564. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พรวิภา กิ่งถาวร. (2556). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มหาวิทยาลัยมหิดล กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม. (2558). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กรสำหรับสถาบันการศึกษา. นครปฐม: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โอเค มีเดียเนทเวิร์ค.
- วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2557.
- ศรียา เทพา. (2554). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กร ของสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพะเยา ปี 2554. สารนิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา.
- คันสนีย์ ศิริลักษณ์. (2560). การประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของศูนย์การเรียนรู้ มหิดล. The 1<sup>st</sup> Annual Conference of Sustainable University Network of Thailand. Mahidol University 28-29 November 2016.



- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2558). **หลักสูตรการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กร**. เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สิริมา จิวสม. (2555). **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กรและแนวทางเชิงวิศวกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมควบคุมมลพิษ**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุปราณี นาคติลก. (2558). **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นองค์กร กรณีศึกษา สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุเมธ กิตติภูมิ. (2560). **การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นองค์กรของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (วิทยาเขตพญาไทย)**. The 1<sup>st</sup> Annual Conference of Sustainable University Network of Thailand. Mahidol University 28-29 November 2016.
- สุพรรณษา ฟุ้งโล. (2556). **คาร์บอนฟุตพริ้นองค์กร กรณีศึกษาอาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2562). **แผนพัฒนาระบบสาธารณูปโภคอย่างยั่งยืน**. ส่วนอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). **แนวทางประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. กรุงเทพฯ: บริษัท พีทู ดีไซน์ แอนด์ พริ้นท์ จำกัด.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). **หลักสูตรการพัฒนาโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับสถานศึกษา**. เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). **โครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก** ออนไลน์. ค้นจาก: <http://less.tgo.or.th>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). **T-VER –METH-FOR-01 ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการปลูกป่าอย่างยั่งยืน**. ออนไลน์. ค้นจาก: <http://ghgreduction.tgo.or.th>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). **คาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กร**. ออนไลน์. ค้นจาก: <http://thaicarbonlabel.tgo.or.th>

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2560). **โครงการลดก๊าซเรือนกระจก ลดโลกร้อนอย่างยั่งยืน**. เอกสารประกอบการอบรม องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2560.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2561). **Emission Factor**. ออนไลน์. ค้นจาก: [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization\\_emission/organization\\_emission.pnc](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/organization_emission/organization_emission.pnc)
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2558). **คู่มือการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรรายสาขาอุตสาหกรรม**. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). **คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสาขาป่าไม้และการเกษตร**. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). **คู่มือศักยภาพของพันธุ์ไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้**. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- Raenne June Clabeaux. (2017). **Building a Carbon Footprint of Clemson University Main Campus. Thesis**. Degree Master of Science Environmental Engineering and Science. Clemson University.
- Henry David Bush. (2018). **Capturing, Mapping, And Analyzing Clemson University's Academic Building Utility Consumption**. Thesis. Degree Master of Science Environmental Engineering and Science. Clemson University.







ภาคผนวก ก

ข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาคผนวก ก.1 ฐานข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ 2559 - 2561

ประเภท	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย/ปี)			วิธีการเก็บข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ค่าแฟกเตอร์ (KgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)	แหล่งที่มา	วันที่ update	
			ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ	ปีงบประมาณ						
			2559	2560	2561						
ประเภทที่ 1	<b>1. การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่</b>										
	1.1 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ดีเซล (Diesel)	ลิตร	800	800	800	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า	2.7080	IPCC Vol2table2,DEDE	Update-30April13
	1.2 การใช้เชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้า	เบนซิน (Gasoline)	ลิตร	26,013	28,131	24,949	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ	2.7080	IPCC Vol2table2,DEDE	Update-30April14
		ดีเซล (Diesel)	ลิตร	23,895	25,503	24,879	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์	2.7080	IPCC Vol2table2,DEDE	Update-30April15
	1.3 การใช้ก๊าซหุงต้มของสุรสีมนาคาร	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	ลิตร	16,205	22,854	28,963	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า	1.6812	IPCC Vol2table2,DEDE	Update-30April15
	<b>2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่</b>										
	2.1 การใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทาง ภายในและภายนอกด้วยยานพาหนะของ มหาวิทยาลัยหรือพาหนะเช่า	ดีเซล (Diesel)	ลิตร	51,215	51,997	52,659	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ	2.7446	IPCC Vol2.table3.2.1,3.2.2,PTT	Update-30April13
		เบนซิน (Gasoline)	ลิตร	67,169	60,101	58,191	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ	2.2376	IPCC Vol2.table3.2.1,3.2.2,DEDE	Update-30April14
		ก๊าซธรรมชาติ (CNG)	กก.	23,811	23,753	20,374	ฐานข้อมูล	งานยานพาหนะ	2.2472	IPCC Vol2.table3.2.1,3.2.2,DEDE	Update-30April15
	<b>3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่น ๆ</b>										
	3.1 การใช้สารทำความเย็นของ เครื่องปรับอากาศ	HFC-134a	กก.	34	68	34	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า	1,430	IPCC, 2007	Update-26June14
		R-22	กก.	560	840	295	ฐานข้อมูล	งานระบบไฟฟ้า	1,810	World Meteorological Org, 2006	Update-19March13
	3.2 ก๊าซที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น งานตัด งานเชื่อม	ก๊าซหุงต้ม (LPG)	กก.	30	45	30	ฐานข้อมูล	งานซ่อมบำรุง	1.6812	IPCC Vol.2 table2,DEDE	Update-30April13
	3.3 การใช้สารดับเพลิงประเภทที่ก่อให้เกิด การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ชนิด CO <sub>2</sub>	กก.	-	9	5	ฐานข้อมูล	งานรักษาความปลอดภัย	1	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>	
	3.4 การบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณน้ำเสีย	ลบ.ม.	443,475	478,150	496,400	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม	0.001875	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>	
3.5 การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว	ปุ๋ยสูตร 16-16-16	กก.	568	254	306	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์	1.6089	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>		

## ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ประเภท	กิจกรรม		หน่วย	ปริมาณ (หน่วย/ปี)			วิธีการเก็บข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ค่าแฟคเตอร์ (KgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)	แหล่งที่มา	
				ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561					
ประเภทที่ 1	3.5	การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อดูแลพื้นที่สีเขียว	ปุ๋ยสูตร 46-0-0	กก.	570	110	311	ฐานข้อมูล	งานภูมิทัศน์	3.6738	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>
	3.6	มูลสัตว์ - สุกร	มูลสุกร	กก.	180,000	180,000	180,000	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย	0.2121	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>
	3.7	มูลสัตว์ - ไก่	มูลไก่	กก.	26,000	21,000	31,300	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย	0.3157	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>
	3.8	มูลสัตว์ - โค	มูลโค	กก.	913,887	964,659	1,015,430	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย	0.2528	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>
	3.9	การกำจัดขยะโดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อเพลิงขยะ	รีไซเคิล-กระดาษ	กก.	5,037	660	-	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม	คำนวณปริมาณการปล่อยตามแนวทาง LESS โดยคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1) การรีไซเคิล 2)การผลิตปุ๋ยหมักและเชื้อเพลิงขยะ 3) การใช้พลังงาน	
		รีไซเคิล-พลาสติก	กก.	39,549	28,208	21,314	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม			
		รีไซเคิล-อลูมิเนียม	กก.	206	87	475	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม			
		รีไซเคิล-เหล็ก	กก.	5,413	4,420	4,240	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม			
		รีไซเคิล-แก้ว	กก.	25,461	27,168	21,505	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม			
		ผลิตปุ๋ยหมัก	กก.	206,427	239,800	220,039	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม			
	ผลิตเชื้อเพลิงขยะ	กก.	389,325	502,442	461,177	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม				
	การใช้ไฟฟ้า	kW-hr	32,704	34,752	28,880	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม				
	การใช้เชื้อเพลิง-ดีเซล	ลิตร	2,992	3,840	3,933	ฐานข้อมูล	หน่วยสิ่งแวดล้อม				

## ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ประเภท	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย/ปี)			วิธีการเก็บข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ค่าแฟคเตอร์ (KgCO <sub>2</sub> eq/หน่วย)	แหล่งที่มา	วันที่ update	
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561						
ประเภทที่ 2	2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	หน่วยการใช้ไฟฟ้า	kW-hr	24,243,646	24,319,309	20,865,346	ฐานข้อมูล	หน่วยการจัดการ และอนุรักษ์พลังงาน	0.5821	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014)	Update-1 January17
ประเภทที่ 3	3.1 การเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อด้วยพาหนะส่วนตัว	ดีเซล (Diesel)	ลิตร	607,416	599,164	619,279	ตรวจนับ	งานรักษาความปลอดภัย	2.7446	IPCC Vol2.table3.2.1,3.2.2,PTT	Update-30April13
		เบนซิน (Gasoline)	ลิตร	607,416	1,053,088	1,097,871	ตรวจนับ	งานรักษาความปลอดภัย	2.2376	IPCC Vol2.table3.2.1,3.2.2,DEDE	Update-30April14
	3.2 การใช้น้ำประปา		ลบ.ม.	1393817	1,309,145	1,311,002	ฐานข้อมูล	งานระบบประปา	0.7043	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>	
	3.3 การใช้น้ำรีไซเคิล		ลบ.ม.	384,635	429,929	379,042	ฐานข้อมูล	งานระบบประปา	0.7043	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>	
	3.4 การใช้กระดาษสีขาว		กก.	51,050	45,350	43,900	ฐานข้อมูล	ส่วนพัสดุ	1.8974	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData">http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/cfocalculator/index.php/search/searchData</a>	
	3.5 การใช้ไฟฟ้าจากการเช่าพื้นที่ (บริษัท รับเหมา ผู้ประกอบการร้านค้าต่าง ๆ)		kWhr	1,503,255	1,370,868	1,988,096	ฐานข้อมูล	หน่วยการจัดการ และอนุรักษ์พลังงาน	0.5821	Thailand Grid Mix Electricity LCI Database 2557 (2014)	Update-1 January17
3.6 การใช้ขวดพลาสติกของโรงผลิตน้ำดื่ม (ขวด PET)		กก.	28,159	11,832	23,509	ฐานข้อมูล	ฟาร์มมหาวิทยาลัย	3.77	<a href="http://thaicarbonlabel.tgo">http://thaicarbonlabel.tgo</a>		

หมายเหตุ : ฐานข้อมูลไม่รวมข้อมูลกิจกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจก จาก โรงพยาบาล โรงเรียน ชินโครตรอน และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ

ภาคผนวก ก.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากการเดินทางของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อ

ลำดับ	ปีงบประมาณ	ปริมาณรถ (คัน/ปี)		ปริมาณรถ - แยกประเภท (คัน/ปี)			ปริมาณเชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)			รวม (ลิตร/ปี)	
		ปริมาณรถแท็กซี่/กระบะ	ปริมาณรถจักรยานยนต์	รถแท็กซี่	รถกระบะ	รถจักรยานยนต์	เบนซิน (รถแท็กซี่)	รถกระบะ (ดีเซล)	เบนซิน (รถจักรยานยนต์)	เบนซิน	ดีเซล
1	ปีงบประมาณ 2559	1,289,545	1,367,290	902,682	386,864	1,367,290	611,449	607,416	363,255	974,703	607,416
2	ปีงบประมาณ 2560	1,272,025	1,693,600	890,418	381,608	1,693,600	603,141	599,164	449,947	1,053,088	599,164
3	ปีงบประมาณ 2561	1,314,730	1,785,945	920,311	394,419	1,785,945	623,390	619,279	474,481	1,097,871	619,279

หมายเหตุ :

1. ปริมาณรถ : จากฐานข้อมูลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก (UI GreenMetric World University) ปี พ.ศ. 2559 - 2560
2. สัดส่วนรถแท็กซี่ต่อรถกระบะ เท่ากับ 70 : 30
3. อัตราสิ้นเปลืองการใช้เชื้อเพลิง อ้างอิงจาก แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นขององค์กร (องค์กรมหาชน), 2559 หน้า 98
  - รถยนต์เฉลี่ยทุกขนาด : เบนซิน = 14.763 กม./ลิตร
  - รถกระบะบรรทุกเฉลี่ย : ดีเซล = 6.369 กม./ลิตร
  - รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะเฉลี่ยทุกขนาด : เบนซิน = 37.640 กม./ลิตร
4. ระยะทางเดินทางโดยเฉลี่ย (ขาไป) 5 กม. : ไป-กลับ = 10 กม./คัน
5. ปริมาณเชื้อเพลิง = (ปริมาณรถ × ระยะทางเฉลี่ย) / อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน

ภาคผนวก ก.3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีงบประมาณ	หน่วยการใช้ (Kwh)							
	ตามใบเสร็จของการไฟฟ้า	โรงพยาบาล	โรงเรียน	ซินโครตรอน	หอดูดาว	ผู้ประกอบการ	โรงจัดการขยะ	คำนวณคาร์บอนฯ
2559	30,028,440	4,113,179	-	แยกบิลจาก มทส.	86,600	1,503,255	81,760	24,243,646
2560	29,836,520	3,981,863	-	แยกบิลจาก มทส.	77,600	1,370,868	86,880	24,319,309
2561	30,118,303	6,909,466	213,435	แยกบิลจาก มทส.	84,200	1,988,096	57,760	20,865,346





ภาคผนวก ข  
ข้อมูลกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก

**ภาคผนวก ข.1** ฐานข้อมูลกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก ประจำปีงบประมาณ 2559 – 2561

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย)		
			ปีงบฯ 2559	ปีงบฯ 2560	ปีงบฯ 2561
<b>1</b>	<b>การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงแบบ inverter</b>				
	1.1 ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้ง	บีทียู		12,000	
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว		22	
	- ค่า EER ของเครื่องปรับอากาศเดิม	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		9.6	
	- ค่า SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งใหม่	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		15.20	
	- จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมงต่อวัน		8	
	1.2 ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้ง	บีทียู		18,000	
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว		22	
	- ค่า EER ของเครื่องปรับอากาศเดิม	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		9.6	
	- ค่า SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งใหม่	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		15.2	
	- จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมงต่อวัน		8	
	1.3 ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้ง	บีทียู		24,000	
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว		48	
	- ค่า EER ของเครื่องปรับอากาศเดิม	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		9.6	
	- ค่า SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งใหม่	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		13	
	- จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมงต่อวัน		8	
	1.4 ขนาดของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้ง	บีทียู		36,000	
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว		68	
	- ค่า EER ของเครื่องปรับอากาศเดิม	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		9.6	
	- ค่า SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ติดตั้งใหม่	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง		13	
	- จำนวนชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมงต่อวัน		8	
<b>2</b>	<b>การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจาก Split type เป็น แบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF</b>				
	2.1 ขนาดของเครื่องเดิม Split type	บีทียู			48,000
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว			77
	- ค่า EER	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง			9.6
	ปริมาณการใช้พลังงาน - ก่อนเปลี่ยน	kWh/ปี			851,537
	2.2 ขนาดของเครื่องใหม่	บีทียู			38,000
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว			77
	- ค่า SEER	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง			22
	ปริมาณการใช้พลังงาน - หลังเปลี่ยน	kWh/ปี			444,829

## ภาคผนวก ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย)		
			ปีงบฯ 2559	ปีงบฯ 2560	ปีงบฯ 2561
<b>3</b>	<b>การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากแบบ Chiller เป็น แบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ VRF</b>				
	3.1 ขนาดของเครื่องเดิม Chiller	บีทียู			3,000,000
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว			2
	- ค่า EER	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง			9.6
	ปริมาณการใช้พลังงาน - ก่อนเปลี่ยน	kWh/ปี			975,786
	3.2 ขนาดของเครื่องใหม่	บีทียู			34,699
	- จำนวนที่เปลี่ยน	ตัว			83
	- ค่า SEER	บีทียู/วัตต์-ชั่วโมง			22
	ปริมาณการใช้พลังงาน - หลังเปลี่ยน	kWh/ปี			396,718
<b>4</b>	<b>การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ</b>				
	4.1 ประเภทหลอด โคมไฟถนน				
	- จำนวนหลอดเดิม	ชุด	48	749	
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟเดิม	วัตต์	250	250	
	ปริมาณการใช้พลังงาน - ก่อนเปลี่ยน	kWh/ปี	38,016	593,208	
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดใหม่ที่เปลี่ยน หลอด LED	วัตต์	100	100	
	- จำนวนหลอดใหม่ที่เปลี่ยน	ชุด	48	749	
	- ชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมง	12	12	
	ปริมาณการใช้พลังงาน - หลังเปลี่ยน	kWh/ปี	17,280	269,640	
	4.2 เปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED				
	- จำนวนหลอดเดิม	ชุด			20,909
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟเดิม	วัตต์			28
	ปริมาณการใช้พลังงาน - ก่อนเปลี่ยน	kWh/ปี			1,236,475
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดใหม่ที่เปลี่ยน หลอด LED	วัตต์			16
	- จำนวนหลอดใหม่ที่เปลี่ยน	ชุด			20,909
	- ชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมง			8
	ปริมาณการใช้พลังงาน - หลังเปลี่ยน	kWh/ปี			706,557



## ภาคผนวก ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	หน่วย	ปริมาณ (หน่วย)		
			ปีงบประมาณ 2559	ปีงบประมาณ 2560	ปีงบประมาณ 2561
	4.3 เปลี่ยนหลอดจาก T5 เป็น LED				
	- จำนวนหลอดเดิม	ชุด			4,088
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟเดิม	วัตต์			14
	ปริมาณการใช้พลังงาน	kWh/ปี			120,874
	- กำลังไฟฟ้าของหลอดใหม่ที่เปลี่ยน หลอด LED	วัตต์			8
	- จำนวนหลอดใหม่ที่เปลี่ยน	ชุด			4,088
	- ชั่วโมงการใช้งาน	ชั่วโมง			8
	ปริมาณการใช้พลังงาน	kWh/ปี			69,071
<b>5</b>	<b>การรีไซเคิลขยะของธนาคารวัสดุรีไซเคิล มทส.</b>				
	- กระดาษ	กก.	37,859	44,649	54,659
	- พลาสติก	กก.	31,410	38,054	41,685
	- อลูมิเนียม	กก.	524	6,237	149
	- เหล็ก	กก.	24,962	15,214	29,450
	- แก้ว	กก.	11,735	13,299	9,834
<b>6</b>	<b>การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์</b>				
	6.1 บริเวณทางเดินเชื่อมบริเวณหอพักนักศึกษา	kWh	2,194	2,194	1,190
	6.2 อาคารสำนักงานส่วนอาคารสถานที่	kWh	5,496	5,496	24,715
	6.3 อ่างสุระ 2	kWh	219	219	619
	6.4 อาคารสิรินธรวิศวะพัฒนา	kWh	16,800	16,800	13,731
	6.5 โรงจัดการขยะแบบครบวงจร	kWh	3,475	3,475	3,475
<b>7</b>	<b>การขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม</b>				
	7.1 การให้บริการรถโดยสารไฟฟ้า				
	- ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	kWh	4,794	4,795	5,120
	- ระยะทาง	กม.	253,245	249,066	276,508
	7.2 การให้บริการรถโดยสารแบบใช้เชื้อเพลิง ปีงบประมาณ 54-56				
	- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปีงบประมาณ 2554 = 67,910.26 ลิตร/ระยะทาง 339,551 กม.				
	- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปีงบประมาณ 2555 = 66,311.53 ลิตร/ระยะทาง 331,558 กม.				
	- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปีงบประมาณ 2556 = 62,769.38 ลิตร/ระยะทาง 313,846 กม.				


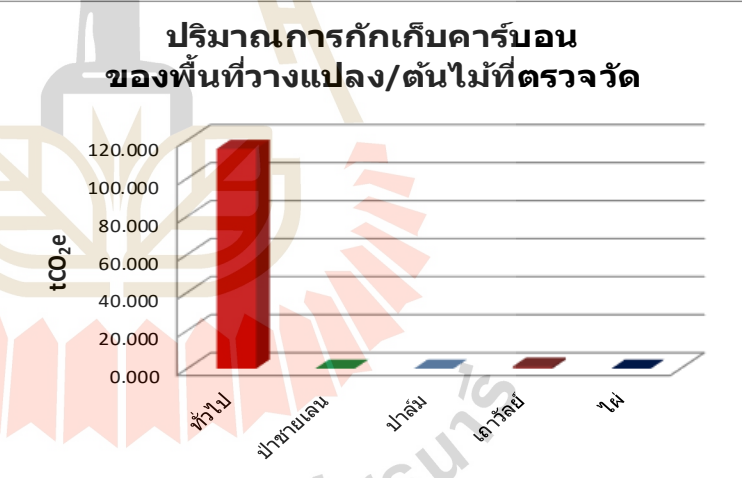


ภาคผนวก ค  
ข้อมูลกิจกรรมกักเก็บคาร์บอน

## ภาคผนวก ค.1 ปริมาณกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แบบเป็นแปลง



	<b>รายละเอียดกิจกรรม/โครงการ</b>		LESS-FOR-01 version: 02	
	ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้	หน้าที่	2
	ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วันที่จัดทำ	4/19/2562
	ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์	รหัสฟอร์ม	Ca-02
<b>ที่ตั้งของพื้นที่</b>	111 ถ.มหาวิทยาลัย ด.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา			
<b>พิกัดพื้นที่</b>	14°8'63.59"น. 102°02'10.17"ตอ.			
<b>รูปแบบพื้นที่</b>	ปลูกเป็นแปลง	<----- (คลิกเพื่อเลือก)		
<b>ขนาดพื้นที่ทั้งหมด</b>	1763	ไร่	(พื้นที่ทั้งหมดที่ปลูกต้นไม้)	
<b>ระยะเวลาการปลูก/เติบโต</b>	27/กรกฎาคม/2541 - 5/สิงหาคม/2562			
				

## ภาคผนวก ค.1 (ต่อ)

		สรุปปริมาณการกักเก็บคาร์บอน		LESS-FOR-01 version: 02	
ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้		หน้าที่	5	
ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี		วันที่จัดทำ	4/19/2562	
ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์		รหัสฟอร์ม	Ca-05	
<b>ตารางสรุปจำนวนพรรณไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่วางแปลง หรือของต้นไม้ที่วัดทั้งหมด</b>			<b>ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (tCO<sub>2</sub>e)</b>		
			<b>51,409.40</b>		
พรรณไม้	จำนวนต้นไม้ (ต้น)	ปริมาณ การกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)	<b>ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของพื้นที่วางแปลง/ต้นไม้ที่ตรวจวัด</b> 		
ทิวใบ	444	115.513			
ป่าชายเลน	0	0.000			
ป่าสน	0	0.000			
เถาวัลย์	2	1.128			
ไม้	0	0.000			
<b>รวม</b>	<b>446</b>	<b>116.641</b>			
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่วางแปลง*	4.00	ไร่			
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่ทั้งหมด*	1763.00	ไร่			
ระยะเวลาการปลูก/เติบโต	7/กรกฎาคม/2541 - 5/สิงหาคม/256				
*กรณีปลูกเป็นแถวเป็นแนว หรือปลูกไม่เป็นระเบียบรอบอาคารสถานที่ ให้คลิก Drop down เลือกเป็น จำนวนต้นไม้ที่เป็นตัวแทน และจำนวนต้นไม้ทั้งหมด					





## ภาคผนวก ค.2 ปริมาณกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แบบเป็นแถวเป็นแนว

	<b>รายละเอียดกิจกรรม/โครงการ</b>		LESS-FOR-01 version: 02	
	ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้	หน้าที่	2
	ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วันที่จัดทำ	4/19/2562
	ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์	รหัสฟอร์ม	Ca-02
<b>ที่ตั้งของพื้นที่</b>	111 ถ.มหาวิทยาลัย ด.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา			
<b>พิกัดพื้นที่</b>	14°87'63.59"น. 102°02'10.17"ตอ.			
<b>รูปแบบพื้นที่</b>	ปลูกเป็นแนว (Strip)	<----- (คลิกเพื่อเลือก)		
<b>ขนาดพื้นที่ทั้งหมด</b>	107	ไร่	(พื้นที่ทั้งหมดที่ปลูกต้นไม้)	
<b>ระยะเวลาการปลูก/เติบโต</b>	27/ก.ค./2543 - 15/ก.ค./2562			
				


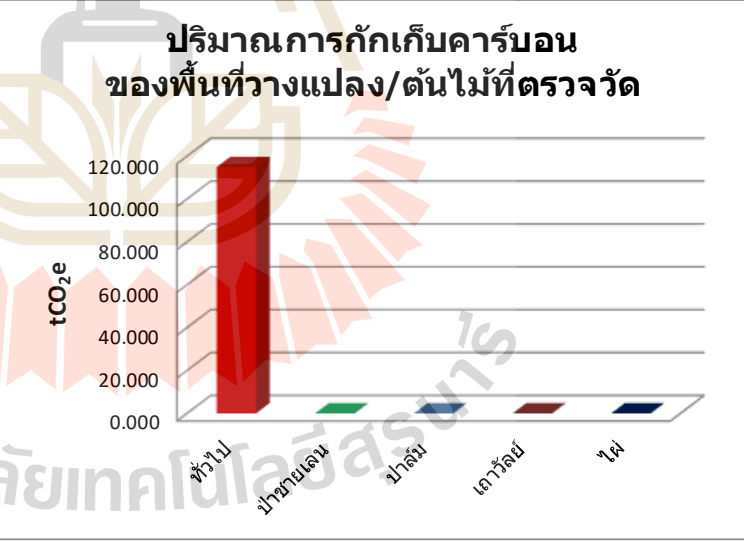
## ภาคผนวก ค.2 (ต่อ)

สรุปรายปริมาณการกักเก็บคาร์บอน		LESS-FOR-01 version: 02													
ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้	หน้าที่	5												
ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วันที่จัดทำ	7/15/2562												
ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์	รหัสฟอร์ม	Cal-05												
<b>ตารางสรุปจำนวนพรรณไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ว่างแปลง หรือของต้นไม้ที่วัดทั้งหมด</b>		<b>ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (tCO<sub>2</sub>e)</b>  <b>2236.181</b>													
พรรณไม้	จำนวนต้นไม้ (ต้น)	ปริมาณ การกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)	<b>ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของพื้นที่ว่างแปลง/ต้นไม้ที่ตรวจวัด</b> <table border="1"> <caption>ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ว่างแปลง/ต้นไม้ที่ตรวจวัด</caption> <thead> <tr> <th>ประเภท</th> <th>ปริมาณการกักเก็บ (tCO<sub>2</sub>e)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ทั่วไป</td> <td>213.378</td> </tr> <tr> <td>ป่าชายเลน</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>ป่าสน</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>เถาวัลย์</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>ไร่</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table>	ประเภท	ปริมาณการกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)	ทั่วไป	213.378	ป่าชายเลน	0.000	ป่าสน	0.000	เถาวัลย์	0.000	ไร่	0.000
ประเภท	ปริมาณการกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)														
ทั่วไป	213.378														
ป่าชายเลน	0.000														
ป่าสน	0.000														
เถาวัลย์	0.000														
ไร่	0.000														
ทั่วไป	435	213.378													
ป่าชายเลน	0	0.000													
ป่าสน	0	0.000													
เถาวัลย์	0	0.000													
ไร่	0	0.000													
<b>รวม</b>	<b>435</b>	<b>213.378</b>													
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่ว่างแปลง*	10.21	ไร่	<p>*กรณีปลูกเป็นแถวเป็นแนว หรือปลูกไม่เป็นระเบียบรอบอาคารสถานที่ ให้คลิก Drop down เลือกเป็น จำนวนต้นไม้ที่เป็นตัวแทน และจำนวนต้นไม้ทั้งหมด</p>												
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่ทั้งหมด*	107.00	ไร่													
ระยะเวลาการปลูก/เติบโต	27/ก.ค./2543 - 15/ก.ค./2562														

ภาคผนวก ค.3 ปริมาณกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แบบกระจายรอบ ๆ อาคาร

	<b>รายละเอียดกิจกรรม/โครงการ</b>		LESS-FOR-01 version: 02	
	ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้	หน้าที่	2
	ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	วันที่จัดทำ	4/19/2562
	ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์	รหัสฟอร์ม	Ca-02
ที่ตั้งของพื้นที่	111 ถ.มหาวิทยาลัย ด.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา			
พิกัดพื้นที่	14°87'63.59"น. 102°02'10.17"ตอ.			
รูปแบบพื้นที่	ปลูกเป็นสวนรอบอาคาร/พื้นที่จัดสวน	<----- (คลิกเพื่อเลือก)		
ขนาดพื้นที่ทั้งหมด	932	ไร่	(พื้นที่ทั้งหมดที่ปลูกต้นไม้)	
ระยะเวลาการปลูก/เติบโต	ว/ด/ป - ว/ด/ป			
				

## ภาคผนวก ค.3 (ต่อ)

 LESS Low Emission Support Scheme			สรุปปริมาณการกักเก็บคาร์บอน		LESS-FOR-01 version: 02	
ชื่อวิธีการคำนวณ	การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้			หน้าที่	5	
ชื่อองค์กร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี			วันที่จัดทำ	4/19/2562	
ชื่อผู้จัดทำ	สุภาพร ศรีภราพิทักษ์			รหัสฟอร์ม	Cal-05	
ตารางสรุปจำนวนพรรณไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ว่างแปลง หรือของต้นไม้ที่วัดทั้งหมด				ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (tCO <sub>2</sub> e)		
				1151.252		
พรรณไม้	จำนวนต้นไม้ (ต้น)	ปริมาณ การกักเก็บ (tCO <sub>2</sub> e)				
ทั่วไป	1029	114,878				
ป่าชายเลน	0	0.000				
ป่าสน	0	0.000				
เถาวัลย์	0	0.000				
ไผ่	0	0.000				
<b>รวม</b>	<b>1029</b>	<b>114.878</b>				
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่ว่างแปลง*			93.00	ไร่		
กรอกข้อมูล ---> ขนาดพื้นที่ทั้งหมด*			932.00	ไร่		
ระยะเวลาการปลูก/เติบโต			ว/ด/ป - ว/ด/ป			
*กรณีปลูกเป็นแถวเป็นแนว หรือปลูกไม่เป็นระเบียบรอบอาคารสถานที่ ให้คลิก Drop down เลือกเป็น จำนวนต้นไม้ที่เป็นตัวแทน และจำนวนต้นไม้ทั้งหมด						
				ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของพื้นที่ว่างแปลง/ต้นไม้ที่ตรวจวัด		
						



ภาคผนวก ง.1 แผนการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

ปีงบประมาณ	เครื่องปรับอากาศแบบ Chiller			เครื่องปรับอากาศแบบ Split type		
	เครื่อง	BTU	งบประมาณ (บาท)	เครื่อง	BTU	งบประมาณ (บาท)
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	2	2,880,000	5,000,000	40	1,120,000	2,000,000
2565	2	2,160,000	4,400,000	40	1,120,000	2,000,000
2566	2	1,440,000	3,800,000	40	1,120,000	2,000,000
2567	2	2,160,000	4,400,000	40	1,120,000	2,000,000
2568	2	1,440,000	3,800,000	33	924,000	1,750,000
2569	-	-	-	-	-	-
2570	-	-	-	-	-	-
2571	-	-	-	-	-	-
2572	-	-	-	-	-	-
รวม	10	10,080,000	21,400,000	193	5,404,000	9,750,000

1. เครื่องปรับอากาศแบบ Chiller : เปลี่ยนเป็นแบบปรับสารทำความเย็นอัตโนมัติ

2. เครื่องปรับอากาศแบบ Split type : เปลี่ยนเป็นแบบ Inverter

ภาคผนวก ง.2 กิจกรรมมาตรการประหยัดและใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ปีงบประมาณ	ลดการใช้ไฟฟ้า		ลดการใช้น้ำประปา		ลดการใช้กระดาษ		เพิ่มการใช้เซลล์		เชื้อเพลิง		สารดับเพลิงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		ใช้อุปกรณ์ประหยัดแทน		ปริมาณลดก๊าซเรือนกระจก (tCO <sub>2</sub> e)							
	kWh	งบประมาณ (บาท)	ลบ.ม.	งบประมาณ (บาท)	กก.	งบประมาณ (บาท)	กก.	งบประมาณ (บาท)	ลิตร	งบประมาณ (บาท)	กก.	งบประมาณ (บาท)	กก.	งบประมาณ (บาท)	ลดการใช้ไฟฟ้า	ลดการใช้น้ำประปา	ลดการใช้กระดาษ	เพิ่มการใช้เซลล์	ลดการใช้เชื้อเพลิง	สารดับเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ใช้อุปกรณ์ประหยัดแทน	รวม
2562	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2563	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2564	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2565	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2566	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2567	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2568	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,000	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2569	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,001	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2570	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,002	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2571	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,003	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
2572	417,307	140,000	26,220	10,000	878	-	951	30,004	2,217	-	0.50	300,000	31	62	243	18	2	1	5.5	0.10	31	300
รวม	4,590,376	1,540,000	288,420	110,000	9,658	-	10,457	330,010	24,387	-	6	3,300,000	339	678	2,672	203	18	9	61	1	339	3,303





## ภาคผนวก ง.3 แผนการผลิตพลังงานทดแทน

ปีงบประมาณ	พลังงานทดแทน (Kwh/ปี)							
	Solar Roof Top	Solar Floating	Solar Farm	Solar Parking	Solar ทางเดินเท้า	Wine Turbine	biogas	รวม
2563	1,347,840	388,800	1,036,800	259,200	259,200	51,840	-	3,343,680
2564	673,920	259,200	259,200	129,600	129,600	25,920	-	1,477,440
2565	673,920	259,200	129,600	129,600	129,600	25,920	182,500	1,530,340
2566	673,920	259,200	259,200	388,800	388,800	25,920	-	1,995,840
2567	1,296,000	518,400	1,296,000	388,800	388,800	25,920	-	3,913,920
2568	1,296,000	518,400	1,296,000	518,400	518,400	25,920	-	4,173,120
2569	-	-	-	-	-	-	-	-
2570	-	-	-	-	-	-	-	-
2571	1,296,000	518,400	1,296,000	518,400	518,400	25,920	-	4,173,120
รวม	7,257,600	2,721,600	5,572,800	2,332,800	2,332,800	207,360	182,500	20,607,460

## ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ : นางภัทรานิษฐ์ ปริญญากุลเสฏฐ์

ระดับการศึกษา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตำแหน่ง : หัวหน้าหน่วยสิ่งแวดล้อม/รักษาการแทนหัวหน้าหน่วยพัฒนามหาวิทยาลัยอัจฉริยะ/  
วิศวกรชำนาญการ

สถานที่ติดต่อ : หน่วยสิ่งแวดล้อม ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
โทรศัพท์ 0-4422-5233 e-mail : [chanid@sut.ac.th](mailto:chanid@sut.ac.th)

### ประสบการณ์ในการทำงาน :

- 1) ควบคุมดูแลระบบท่อรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 จนถึง ปัจจุบัน
- 2) ควบคุมดูแลการบริหารจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2550 จนถึง ปัจจุบัน
- 3) ดำเนินกิจกรรมส่งเสริมการรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ธนาคารวิสดูรีไซเคิล  
ร้านศูนย์บาท รณรงค์ใช้ถุงผ้า ลดการใช้ถุงพลาสติก รณรงค์งดใช้กล่องโฟม เป็นต้น
- 4) จัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการเข้าร่วมการจัดอันดับและการประกวดต่าง ๆ เช่น การ  
จัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก โครงการสำนักงานสีเขียว (Green Office) และการจัด  
อันดับ THE Impack Ranking World University เป็นต้น
- 5) การบริหารจัดการโครงการและงานพัฒนาประจำปี ระดับหน่วยงาน
- 6) กำกับดูแลการบริหารจัดการงานด้าน Smart Campus ของส่วนอาคารสถานที่

### บทความ :

- 1) “การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
(Unit Cost Analysis of Integrated Solid Waste Sorting Plant at Suranaree  
University of Technology)” นำเสนอบทความในการประชุมประจำปี ครั้งที่ 1 เครือข่าย  
มหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย ณ มหาวิทยาลัยมหิดล วันที่ 28-29 พฤศจิกายน 2559  
และได้รับการตีพิมพ์ในวารสารพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย Journal of Professional  
Routine to Research (JPR2R) ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนสิงหาคม 2560
- 2) Varacharapoom Benjaoran and Patranid Parinyakulset. **Green initiative in  
Suranaree University of Technology in Thailand.** MATEC Web of Conference  
174,010228 (2018). ECCE2018.

- 3) ความคุ้มค่าของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นำเสนอ บทความในงานสัมมนาวิชาการ : วิจัยสถาบันเพื่อการพัฒนาองค์กร วันพุธที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ณ ห้องสุรนารี สุรสัมมนาकार มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา

**งานวิจัย :**

- 1) “ความคุ้มค่าของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Cost Effectiveness of Integrated Solid Waste Sorting Plant, Suranaree University of Technology) นำเสนอบทความในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 16 เมื่อวันที่ 17-18 พฤษภาคม 2560 ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ รongเมือง กรุงเทพฯ จัดโดย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม แห่งประเทศไทย

**หนังสือ :**

- 1) เครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย. (2561). **Action for the goals : Best Practice on Sustainability Projects 2018. โรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หน้า 204 – 215. กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.**

**รางวัล :**

- 1) พนักงานดีเด่น สายปฏิบัติการวิชาชีพและบริหารทั่วไป ระดับปฏิบัติการ ประจำปี 2558 กลุ่มผู้มีผลงานที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนางานและหรือช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของหน่วยงานและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 2) รางวัลผลงานวิจัยสถาบันขนาดเล็กดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2560 ผลงานเรื่อง ความคุ้มค่าของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตามประกาศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เรื่อง ผลการพิจารณาการมอบรางวัลผลงานวิจัยสถาบันขนาดเล็กดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2560 ลงวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2561
- 3) รางวัลนำเสนอผลงานวิจัย ระดับดีเด่น งานวิจัย เรื่อง ความคุ้มค่าของโรงจัดการขยะแบบครบวงจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จากงานสัมมนาวิชาการ : วิจัยสถาบันเพื่อการพัฒนาองค์กร วันพุธที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ณ ห้องสุรนารี สุรสัมมนาकार มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา