



# รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้  
Assessment of Carbon Footprint for Organization of Office  
of The President Maejo University

โดย

แสนวสันต์ ยอดคำ  
กิตติกร สาธุจิตต์  
อรรถัย เป็ญนวล  
เสกสรรค์ ขวัญศรีวงศ์  
จิรพรรณ จันทราศัพท์  
พนมเทียน ทนคำดี

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2568



## รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้  
Assessment of Carbon Footprint for Organization of Office of The President  
Maejo University

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัยจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประจำปี 2567

จำนวน 50,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

ผู้ร่วมโครงการ

แสนวสันต์ ยอดคำ

กิตติกร สาสุจิตต์

อรทัย เป็งนวล

เสกสรรค์ ขวัญศรีวงศ์

จิรพรรณ จันทราศัพท์

พนมเทียน ทนคำดี

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 กันยายน 2568

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้  
Assessment of Carbon Footprint for Organization of Office  
of The President Maejo University

แสนวลันต์ ยอดคำ<sup>1</sup> กิตติกร สาธุจิตต์<sup>2</sup> อรทัย เป็ญนวล<sup>3</sup> เสกสรรค์ ขวัญศรีวงศ์<sup>3</sup>

จิรพรรณ จันทราศัพท์<sup>3</sup> และพนมเทียน ทนคำดี<sup>3</sup>

Chiranan Senanan,<sup>1</sup> Yongyut Khamsee<sup>2</sup>, Pawin Manochai<sup>3</sup>, Pichai Somboonwong<sup>1</sup>  
and Nikhom Wongnanta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup>วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>3</sup>กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยจัดเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการวิเคราะห์ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวน 12 เดือน (ตุลาคม 2566 - กันยายน 2567) และใช้วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรตามแนวทางและวิธีการขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ผลการวิจัยพบว่าสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions) รวมเท่ากับ 150.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในขอบเขตที่ 2 เท่ากับ 120.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็น 80.38% รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 ที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร ได้แก่ กระดาษ น้ำประปา น้ำมันเชื้อเพลิง และการจัดการขยะ เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 13.86 และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดในขอบเขตที่ 1 เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 5.75% ที่เกิดจากการเผาไหม้โดยตรงของเชื้อเพลิง และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบกับจำนวนบุคลากรในสำนักงาน (Carbon Intensity) เท่ากับ 0.98 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

Abstract

This research project assessed the carbon footprint of Maejo University by collecting greenhouse gas emission data and analyzing the results. The data were collected 12 months (October 2023 - September 2024). This research use the organizational carbon footprint assessment method according to the guidelines and methods of the Thailand Greenhouse Gas Management Organization (TGO) to evaluate GHG emissions. The results were found that Maejo University has greenhouse gas emissions totaling 150.17 tCO<sub>2</sub>-eq. The highest greenhouse gas emissions in Scope 2 was 120.71 tCO<sub>2</sub>-eq, which effected from electricity use, approximately 80.38%. The scope 3 greenhouse gas emissions from resource use, including paper, tap water, fuel, and waste management, was 20.82 tCO<sub>2</sub>-eq, approximately 13.86%. The lowest greenhouse gas emissions in Scope 1 was 20.82 tCO<sub>2</sub>-eq, accounting for 5.75%, which effected from direct fuel combustion. Greenhouse gas emission compared to the number of personnel in the office (Carbon Intensity) was 0.98 tCO<sub>2</sub>-eq per person.

Keywords: Carbon Footprint, Greenhouse gases, Organization, Maejo University

## คำนิยม

โครงการวิจัยเรื่อง การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Assessment of Carbon Footprint for Organization of Office of The President Maejo University) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานมหาวิทยาลัย (สนม.) และกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์เรื่องสถานที่ และข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ผู้วิจัย

## สารบัญ

|                                                                                | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ                                                                       | ก    |
| Abstract                                                                       | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                                                                | ข    |
| สารบัญ                                                                         | ค    |
| สารบัญตาราง                                                                    | ง    |
| สารบัญภาพ                                                                      | จ    |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                   | 1    |
| ความสำคัญของปัญหา                                                              | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                                        | 1    |
| ขอบเขตของการวิจัย                                                              | 2    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                                                      | 2    |
| นิยามศัพท์                                                                     | 3    |
| บทที่ 2 การตรวจเอกสาร                                                          | 4    |
| แนวคิดและทฤษฎี                                                                 | 4    |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                                          | 11   |
| บทที่ 3 วิธีการวิจัย                                                           | 15   |
| เครื่องมือในการวิจัย                                                           | 15   |
| วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล                                                        | 16   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                                                             | 16   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                             | 17   |
| บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ                                           | 33   |
| สรุปผลการวิจัย                                                                 | 33   |
| อภิปรายผล                                                                      | 33   |
| ข้อเสนอแนะ                                                                     | 33   |
| ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป                                             | 34   |
| เอกสารอ้างอิง                                                                  | 35   |
| ภาคผนวก                                                                        |      |
| ภาคผนวก ก. ข้อมูลบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก                             | 36   |
| ภาคผนวก ข. จำนวนบุคลากร                                                        | 41   |
| ภาคผนวก ค. การจัดการคุณภาพของข้อมูล                                            | 42   |
| ภาคผนวก ง. การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty)                               | 44   |
| ภาคผนวก จ. ภาพกิจกรรมทวนสอบข้อมูลการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักงานอธิการบดี | 46   |

## สารบัญตาราง

|                                                                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)                          | 10   |
| ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential)                     | 10   |
| ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร                                                                    | 17   |
| ตารางที่ 4.2 ขอบเขตขององค์กร                                                                          | 18   |
| ตารางที่ 4.3 การระบุกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร                                                           | 20   |
| ตารางที่ 4.4 ขอบเขตการดำเนินงาน                                                                       | 21   |
| ตารางที่ 4.5 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ขององค์กร                          | 22   |
| ตารางที่ 4.6 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ขององค์กร                          | 23   |
| ตารางที่ 4.7 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ขององค์กร                          | 23   |
| ตารางที่ 4.8 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 1                                | 25   |
| ตารางที่ 4.9 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 2                                | 25   |
| ตารางที่ 4.10 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 3                               | 26   |
| ตารางที่ 4.11 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 1                        | 28   |
| ตารางที่ 4.12 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 2                        | 28   |
| ตารางที่ 4.13 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 3                        | 29   |
| ตารางที่ 4.14 สรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567                   | 30   |
| ตารางที่ 4.15 Carbon Intensity                                                                        | 31   |
| ตารางที่ 4.16 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปีฐานแยกตามแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกและขอบเขตการดำเนินงาน | 32   |

## สารบัญภาพ

|            |                                                                                                                | หน้า |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 2.1 | การแบ่งประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อมขององค์กร                                                   | 4    |
| ภาพที่ 2.2 | การจัดประเภทแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร                                                                  | 7    |
| ภาพที่ 2.3 | ตัวอย่างกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด                                           | 8    |
| ภาพที่ 2.4 | ตัวอย่างการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตุลมวลสารหรือ<br>ดุลสมการเคมีของกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง | 9    |
| ภาพที่ 4.1 | โครงสร้างขององค์กร                                                                                             | 18   |
| ภาพที่ 4.2 | แผนผังของอาคารสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้                                                                        | 19   |
| ภาพที่ 4.3 | แผนภูมิแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรแยกตามประเภท (Scope)                                                 | 29   |
| ภาพที่ 4.4 | แผนภูมิแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรแยกตามแหล่งการปล่อย                                                  | 30   |
| ภาพที่ 5.1 | ทิศทางและเป้าหมายการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2568 – 2570                                                    | 34   |

## บทที่ 1

### บทนำ

ภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นภัยคุกคามในระดับสากลที่ส่งผลให้เศรษฐกิจและสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนทุกพื้นที่ภาคพื้นดินยิ่งย่ำแย่ขึ้น ซึ่งมีสาเหตุจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการบริโภคของมนุษย์ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง เพื่อบรรเทาปัญหาดังกล่าว ประชาคมโลกจึงได้ทำความตกลงในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UN Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เพื่อลดก๊าซเรือนกระจก โดยตั้งเป้าหมายที่จะควบคุมอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศโลกไว้ไม่ให้สูงขึ้นเกินกว่า 2 องศาเซลเซียส หรือ มีปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศไม่เกิน 450 ส่วนในล้านส่วน เมื่อเทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18 เป้าหมายดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการลด หรือ จำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศ ในปี ค.ศ. 2021 จึงนับเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่มาตรการในการตรวจวัด รายงานผล และทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับองค์กร หรือ ที่รู้จักกันในนามการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ซึ่งเป็นการส่งเสริม ให้องค์กรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมโดยตรวจวัด รายงาน ทวนสอบและกำหนดแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่แหล่งกำเนิดสำคัญของตนได้

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO) เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับหน่วยงาน โรงงานอุตสาหกรรม และในระดับประเทศ

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กร สามารถจำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ และหาแนวทางเพื่อลดขนาดของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น นอกจากนี้อาจนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิต หรือทำการชดเชยคาร์บอนกับองค์กรของตนเองหรือองค์กรอื่นๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการขับเคลื่อนให้เกิดการบริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของประเทศ

### ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้ทุกหน่วยงานดำเนินการประเมินสำนักงานสีเขียว (Green Office) ซึ่งได้มีการทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหมวดที่ 2 การบริหารจัดการองค์กร ในส่วนของการจัดการก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานในเบื้องต้น ไม่ได้ครอบคลุมตามหลักเกณฑ์และวิธีการของการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่กำหนดโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ทำให้ข้อมูลที่ได้ยังไม่ได้สะท้อนถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจริงของหน่วยงาน

ดังนั้นการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานอย่างแท้จริง และสามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการขอการตรวจรับรองขึ้นทะเบียนเป็นหน่วยงานที่มีการแสดงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ออกผลการรับรองโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (อบก.) นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ

หน่วยงานในอนาคต และต้นแบบให้กับหน่วยงานอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อช่วยการขับเคลื่อนการเป็นมหาวิทยาลัยที่มีความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutrality) ตามวัตถุประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ Strategic Objective (SO) ด้านสุขภาวะดี ยั่งยืน รักโลก ไร้โรค (Sustainable Well – being) และแผนยุทธศาสตร์ชาติที่วางเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายใน ค.ศ. 2050 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายใน ค.ศ. 2065

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

- 1) จัดเก็บข้อมูลบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Inventories) ของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 2) ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 3) จัดเตรียมข้อมูลและจัดทำแผนการทวนสอบตามข้อกำหนดในเรื่องการเตรียมการและการจัดการทวนสอบตามแนวทางการทวนสอบคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) กำหนด

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1) ขอบเขตการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในการศึกษา คือ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 2) การจัดเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการวิเคราะห์ผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะใช้ข้อมูล 12 เดือน (ตุลาคม 2566 - กันยายน 2567)
- 3) ใช้วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรตามแนวทางและวิธีการขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.)

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ข้อมูลแหล่งและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัย เพื่อนำไปจัดทำแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีถัดไป
- 2) เป็นหน่วยงานตัวอย่าง ที่มีการจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการรายงานผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรตามแนวทางองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) เพื่อให้หน่วยงานอื่น ๆ นำไปดำเนินการต่อไปในอนาคต
- 3) สามารถขยายขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรไปในระดับมหาวิทยาลัยทั้ง 3 วิทยาเขต เพื่อนำไปวางแผนการลดและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยที่มีความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutrality)

## นิยามศัพท์

### ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG)

สารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศ ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นเฉพาะที่อยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ

### แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Source)

แหล่งหรือกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ

### ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission factor)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกิจกรรมกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือมีอำนาจควบคุม

### การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (indirect GHG emissions)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลมาจากการดำเนินงานและกิจกรรมขององค์กร แต่ไม่ได้เกิดจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือมีอำนาจควบคุม

### ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (global warming potential: GWP)

ค่าศักยภาพของก๊าซเรือนกระจกในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อน และอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ โดยคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

### ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon dioxide Equivalent: CO<sub>2</sub>e)

ค่าแสดงความสามารถในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเมื่อเทียบในรูปของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

### ข้อมูลกิจกรรมก๊าซเรือนกระจก (GHG activity data)

การวัดเชิงปริมาณของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

### บัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก (GHG Inventory)

รายการของแหล่งปล่อย แหล่งเก็บสะสม และปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก หรือ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

### องค์กร (Organization)

กิจการที่มีเจ้าของคนเดียว บริษัท กลุ่มบริษัท สำนักงาน วิสาหกิจ หน่วยงาน ห้างหุ้นส่วน สมาคม องค์กรการกุศล หรือ สถาบัน หรือ ส่วนงาน หรือ หลายส่วนงาน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ หรือ เอกชน

### ขอบเขตขององค์กร (Organizational boundary)

กิจกรรม หรือ ระบบอำนวยความสะดวก ที่องค์กรควบคุมการดำเนินงาน หรือควบคุมทางการเงิน หรือมีการปันส่วน ตามกรรมสิทธิ์

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### แนวคิดและทฤษฎี

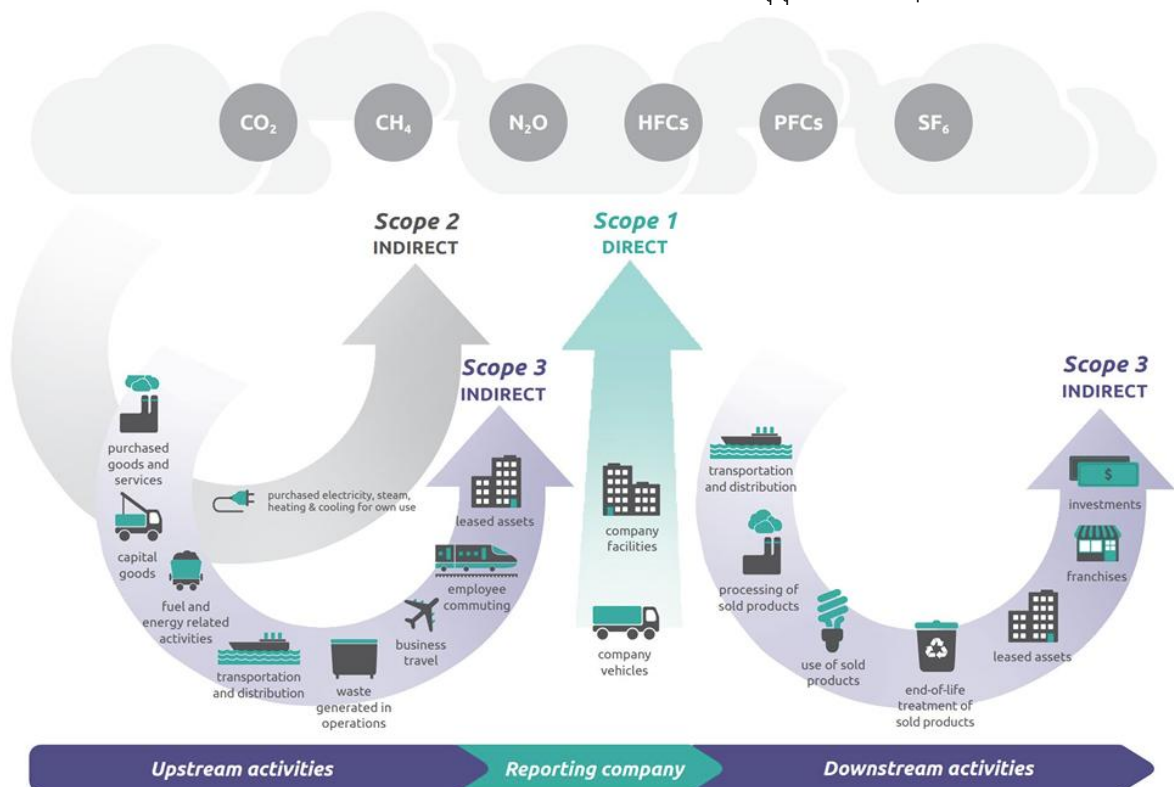
##### ความหมายและประเภทของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัตถุดิบในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพิจารณาจาก 3 ส่วนหลัก ที่แบ่งเป็นประเภท ดังนี้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2565)

**ประเภทที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางตรง (Direct Emissions)** จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเครื่องจักร การใช้พาหนะขององค์กร (ที่องค์กรเป็นเจ้าของเอง) การใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย การรั่วซึม/รั่วไหล จากกระบวนการหรือกิจกรรม เป็นต้น

**ประเภทที่ 2 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions)** ได้แก่ การซื้อพลังงานมาใช้ในองค์กร ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานไอน้ำ เป็นต้น

**ประเภทที่ 3 การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทางอ้อมด้านอื่นๆ** การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร การเดินทางไปสัมมนานอกสถานที่ การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 การแบ่งประเภทการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงและทางอ้อมขององค์กร (<https://nb.com>)

### ขอบเขตการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การพัฒนาและออกแบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่

- (1) การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries)
- (2) การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)
- (3) การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ขอบเขตขององค์กร (Organizational boundaries)** องค์กรต้องกำหนดขอบเขตขององค์กร ซึ่งประกอบด้วยหน่วยผลิตหนึ่งระบบหรือมากกว่า โดยมีแหล่งปล่อยหรือดูดกลับ ก๊าซเรือนกระจกหนึ่งแหล่งหรือมากกว่า การกำหนดขอบเขตขององค์กรสามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่งดังนี้

1) แบบควบคุม (Control Approach) องค์กรจัดทำบัญชีการปล่อย และ/หรือ ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากระบบที่มีการควบคุมการดำเนินงาน (Operational Control) หรือ ควบคุมทางการเงิน (Financial Control)

2) แบบการแบ่งตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share) องค์กรจัดทำบัญชีการปล่อย และ/หรือ ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากระบบตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมทุน หรือลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้น ๆ

### ขอบเขตของการรายงาน (Reporting boundaries)

1) การกำหนดขอบเขตการรายงาน

องค์กรต้องกำหนดขอบเขตการรายงานและจัดทำเป็นเอกสาร รวมถึงชี้แจงแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง (ประเภทที่ 1) ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (ประเภทที่ 2) และทางอ้อมอื่นๆ (ประเภทที่ 3) ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานขององค์กร

2) การจัดประเภทแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ประกอบด้วย

- (1) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่
- (2) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่
- (3) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกระบวนการผลิต
- (4) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล และอื่นๆ
- (5) การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากของชีวมวล (ดินและป่าไม้)

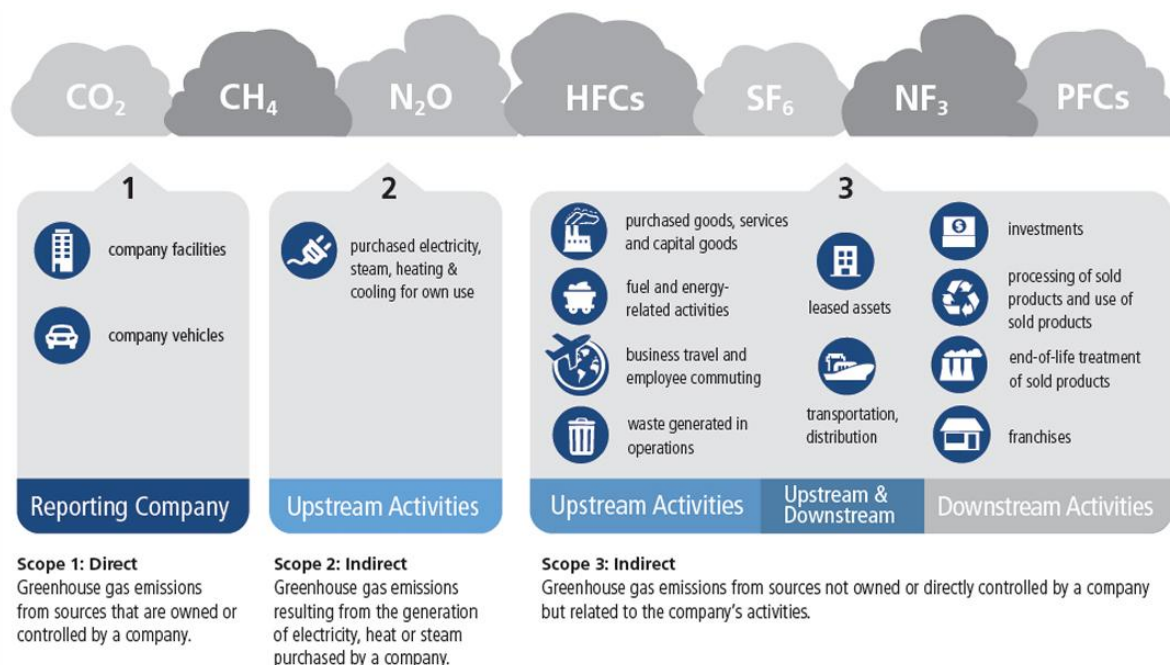
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ประกอบด้วย

- (1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากไฟฟ้าที่ถูกลำเลียงเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร
- (2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากพลังงานนำเข้านอื่น ๆ เช่น ไอน้ำ ความร้อน ความเย็น อากาศอัด

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ นอกเหนือขอบเขตการดำเนินงานขององค์กร แต่เป็นกิจกรรมที่เป็นผลมาจาก การดำเนินงานของหน่วยงานภายในองค์กร องค์กรสามารถดำเนินการตามมาตรฐานISO 14064-1:2018 หรือ ตามมาตรฐาน Greenhouse Gas Protocol โดยแบ่งกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ออกเป็น 15 หมวดหมู่ ได้แก่

- (1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการซื้อวัตถุดิบ และบริการ (Purchased goods and services)
- (2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากสินค้าประเภททุน (Capital goods)
- (3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงและพลังงาน (Fuel- and energy related activities)
- (4) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการขนส่ง และกระจายสินค้าต้นน้ำ (Upstream transportation and distribution)
- (5) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการกำจัดของเสียที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กร (Waste generated in operations)
- (6) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการเดินทางเพื่อธุรกิจ (Business travel)
- (7) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการเดินทางของพนักงาน (Employee commuting)
- (8) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้สินทรัพย์ที่เช่า (Upstream leased assets)
- (9) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการขนส่ง และกระจายสินค้า (Downstream transportation and distribution)
- (10) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการแปรรูปสินค้าที่องค์กรจำหน่าย (Processing of sold products)
- (11) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่องค์กรจำหน่าย (Use of sold products)
- (12) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่องค์กรจำหน่าย (End-of-life treatment of sold products)
- (13) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการปล่อยเช่าสินทรัพย์ขององค์กร (Downstream leased assets)
- (14) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากแฟรนไชส์ (Franchises)
- (15) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการลงทุน (Investments)



ภาพที่ 2.2 การจัดประเภทแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร (<https://nb.com>)

### การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง (ประเภทที่ 1)

องค์กรต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง โดยแยกชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ และ กลุ่มก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ (เช่น HFCs และ PFCs) ในหน่วยตัน (กิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า องค์กรควรคำนวณปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

### การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (ประเภทที่ 2)

องค์กรต้องคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน

### การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (ประเภทที่ 3)

องค์กรต้องมีกระบวนการชี้บ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (ประเภทที่ 3) ที่จะนำมารวมในบัญชี รายการก๊าซเรือนกระจก โดยกระบวนการดังกล่าวต้องทำเป็นลายลักษณ์อักษร และระบุเกณฑ์ประเมินนัยสำคัญที่ใช้ในการพิจารณา โดยคำนึงถึงการนำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกนั้นไปใช้งาน หากองค์กรเลือกที่จะไม่รายงาน ต้องมีเหตุผลรองรับ องค์กรสามารถคัดกรองและกำหนดความสำคัญแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- กิจกรรมการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมซึ่งถูกสันนิษฐานว่ามีปริมาณการปล่อย หรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมากอย่างมีนัยสำคัญ
- กิจกรรมการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรมีความสามารถในการตรวจติดตามและลดปริมาณ การปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมนั้น
- กิจกรรมการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมซึ่งมีส่วนทำให้องค์กรได้รับความเสี่ยง
- กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ถูกถือว่ามีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมที่กำลังพิจารณา ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือหรือแนวทางที่เฉพาะเจาะจงสำหรับอุตสาหกรรมนั้น

- กิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดจากการจัดจ้างบุคคลหรือหน่วยงานภายนอก เข้ามาดำเนินกิจกรรมที่ถือว่าเป็นกิจกรรมหลักในการดำเนินธุรกิจขององค์กร
- กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการกระตุ้นให้พนักงานมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการลดการใช้พลังงาน หรือการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายใต้หลักคิดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

### ขั้นตอนในการคำนวณ

การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

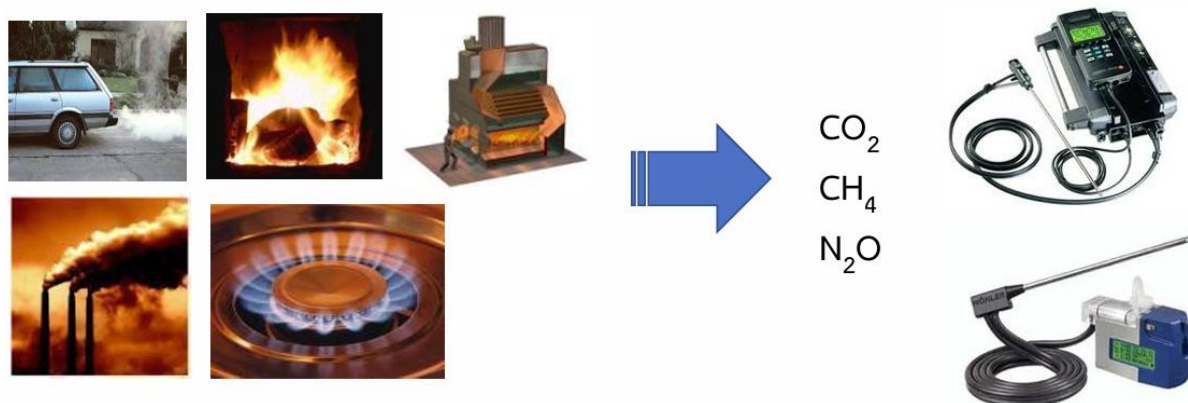
- 1) การระบุแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- 2) การคัดเลือกวิธีการคำนวณ
- 3) การคัดเลือกหรือพัฒนาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- 4) การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
- 5) การจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกปีฐาน

### การกำหนดแนวทางในการคำนวณและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องคัดเลือกและใช้ระเบียบวิธีในการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดความไม่แน่นอนและมีความถูกต้อง สอดคล้อง และได้ผลลัพธ์เดิมเมื่อคำนวณซ้ำ แนวทางการคำนวณควรพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเทคนิคและด้านค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปมี 3 แนวทางด้วยกัน ได้แก่

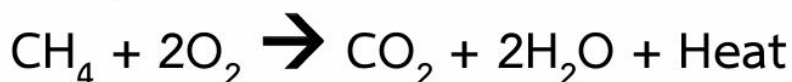
- 1) การตรวจวัด (Direct Measurement)

เป็นการตรวจติดตาม (Monitoring) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอาศัยการตรวจวัดความเข้มข้นและอัตราการไหลของก๊าซจากกิจกรรมต่าง ๆ



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

## 2) การคำนวณดุลมวลสารหรือดุลสมการทางเคมี (Stoichiometric Calculation)



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดุลมวลสารหรือดุลสมการเคมีของกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง

### การประมาณค่า (Estimate Emissions) โดยการใช้ค่า Emission Factor

ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission Factor) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกิจกรรมกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (coefficient relating GHG activity data with the GHG emission) โดยการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยวิธีการประมาณค่า สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$\text{GHG Emissions} = \text{AD} \times \text{EF} \times \text{GWP}_{100} \quad (1)$$

เมื่อ GHG Emissions คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ (tonCO<sub>2</sub>eq)

AD คือ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ได้แก่ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้วัตถุดิบ ปริมาณการรั่วซึมของสารเคมี ปริมาณของเสีย เป็นต้น (กิโลกรัม/ลิตร/กิโลวัตต์ชั่วโมง เป็นต้น)

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

GWP<sub>100</sub> คือ ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential)

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)

| ชื่อ                        |                                                                       | Units | EMISSION FACTORS          |                           |                           |                             | แหล่งอ้างอิงข้อมูล                               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|
|                             |                                                                       |       | CO <sub>2</sub>           | CH <sub>4</sub>           | N <sub>2</sub> O          | Total                       |                                                  |
|                             |                                                                       |       | [kgCO <sub>2</sub> /unit] | [kgCH <sub>4</sub> /unit] | [kgN <sub>2</sub> O/unit] | [kgCO <sub>2</sub> eq/unit] |                                                  |
| Stationary Combustion       |                                                                       |       |                           |                           |                           |                             |                                                  |
| 1                           | Natural gas                                                           | scf   | 5.72E-02                  | 1.02E-06                  | 1.02E-07                  | 0.0573                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 2                           | Natural gas                                                           | MJ    | 5.61E-02                  | 1.00E-06                  | 1.00E-07                  | 0.0562                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 3                           | Lignite                                                               | kg    | 1.06E+00                  | 1.05E-05                  | 1.57E-05                  | 1.0619                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 4                           | Fuel oil A                                                            | litre | 3.21E+00                  | 1.24E-04                  | 2.49E-05                  | 3.2200                      | IPCC Vol.2 table 2.2, PTT                        |
| 5                           | Fuel oil C                                                            | litre | 3.24E+00                  | 1.25E-04                  | 2.51E-05                  | 3.2457                      | IPCC Vol.2 table 2.2, PTT                        |
| 6                           | Gas/Diesel oil                                                        | litre | 2.70E+00                  | 1.09E-04                  | 2.19E-05                  | 2.7078                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 7                           | Anthracite                                                            | kg    | 3.09E+00                  | 3.14E-05                  | 4.71E-05                  | 3.1000                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 8                           | Sub-bituminous coal                                                   | kg    | 2.53E+00                  | 2.64E-05                  | 3.96E-05                  | 2.5454                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 9                           | Jet Kerosene                                                          | litre | 2.47E+00                  | 1.04E-04                  | 2.07E-05                  | 2.4775                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 10                          | LPG                                                                   | litre | 1.68E+00                  | 2.66E-05                  | 2.66E-06                  | 1.6812                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 11                          | LPG                                                                   | kg    | 3.11E+00                  | 4.93E-05                  | 4.93E-06                  | 3.1134                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE LPG 1 litre = 0.54 kg |
| 12                          | Motor gasoline                                                        | litre | 2.18E+00                  | 9.44E-05                  | 1.89E-05                  | 2.1894                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 13                          | FUEL WOOD                                                             | kg    |                           | 4.80E-04                  | 6.40E-05                  | 0.0304                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 14                          | Bagasse                                                               | kg    |                           | 2.26E-04                  | 3.01E-05                  | 0.0143                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 15                          | Palm kernel shell                                                     | kg    |                           | 5.56E-04                  | 7.41E-05                  | 0.0352                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 16                          | Cob                                                                   | kg    |                           | 5.03E-04                  | 6.71E-05                  | 0.0319                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 17                          | Biogas                                                                | m3    |                           | 2.09E-05                  | 2.09E-06                  | 0.0011                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 18                          | FUEL WOOD (CO2only)                                                   | kg    | 1.79E+00                  |                           |                           | 1.7909                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 19                          | Bagasse (CO2only)                                                     | kg    | 7.53E-01                  |                           |                           | 0.7530                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 20                          | Palm kernel shell (CO2only)                                           | kg    | 1.85E+00                  |                           |                           | 1.8530                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 21                          | Cob (CO2only)                                                         | kg    | 1.68E+00                  |                           |                           | 1.6780                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| 22                          | Biogas (CO2only)                                                      | m3    | 1.14E+00                  |                           |                           | 1.1428                      | IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE                       |
| Mobile Combustion (On road) |                                                                       |       |                           |                           |                           |                             |                                                  |
| 23                          | Motor Gasoline - uncontrolled                                         | litre | 2.18E+00                  | 1.04E-03                  | 1.01E-04                  | 2.2394                      | IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE              |
| 24                          | Motor Gasoline - oxydation catalyst                                   | litre | 2.18E+00                  | 7.87E-04                  | 2.52E-04                  | 2.2719                      | IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE              |
| 25                          | Motor Gasoline - low mileage light duty vehicle vintage 1995 or later | litre | 2.18E+00                  | 1.20E-04                  | 1.79E-04                  | 2.2327                      | IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE              |
| 26                          | Gas/ Diesel Oil                                                       | litre | 2.70E+00                  | 1.42E-04                  | 1.42E-04                  | 2.7406                      | IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE              |

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential)

| Industrial Designation or Common Name | Chemical Formular                 | GWP 100-yr (AR5) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Carbon dioxide                        | CO <sub>2</sub>                   | 1                |
| Methanec                              | CH <sub>4</sub>                   | 28               |
| Fossil methane                        | CH <sub>4</sub>                   | 30               |
| Nitrous oxide                         | N <sub>2</sub> O                  | 265              |
| <b>Hydrofluorocarbons</b>             |                                   |                  |
| HFC-23                                | CHF <sub>3</sub>                  | 12,400           |
| HFC-32                                | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>    | 677              |
| HFC-41                                | CH <sub>3</sub> F                 | 116              |
| HFC-125                               | CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>  | 3,170            |
| HFC-134                               | CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> | 1,120            |

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พุทธ, 2561 ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO<sub>2</sub>eq) จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของ บริษัท เอเชีย แปซิฟิค ปีโตรเคมีคอล จำกัด (คลังสินค้า T86) โดยทำการศึกษาดังแต่เดือนกรกฎาคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ด้วยวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าสูงที่สุดที่ระดับ 105.8 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจาก ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลในกระบวนการจัดส่งสินค้า ในขณะที่ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำที่สุดที่ระดับ 0.018 ตันคาร์บอนไดออกไซด์มาจากปริมาณการใช้ถังดับเพลิงในการซ่อมดับเพลิงของบริษัท ฯ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทของทางบริษัทฯ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 1 มีปริมาณการปลดปล่อยมากที่สุด รองลงมาคือจากแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 2 และแหล่งปล่อยก๊าซ ฯ ประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำที่สุด โดยมี ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามีค่าเท่ากับ 135.0, 72.49 และ 2.823 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยสามารถนำมาเป็นแนวทางในการหาวิธีการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของบริษัท ฯ ต่อไป

วิษณุภาณี, 2561 ได้ศึกษาการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีการศึกษา 2559 โดยใช้แนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยกำหนดขอบเขตองค์กรในการประเมินจำนวน 8 หน่วยงาน กำหนดขอบเขตในการดำเนินงานในการประเมินกิจกรรมภายใต้การควบคุมการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย โดยแบ่งกิจกรรมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน และประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จำนวน 14 กิจกรรม ซึ่งรวมการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยต้นไม้ภายในมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่ามหาวิทยาลัยมีการปล่อยกาซเรือนกระจกรวม 13,319 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 8,809 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 66 ของการปล่อยกาซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาเป็นประเภทที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 3,592 และ 918 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ และมีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่สีเขียว 1,793 ไร่ เท่ากับ 3,909 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และมีข้อเสนอแนะในการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สุรุฐมิ และ ดุษฎีพร, 2562 ได้ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในด้านปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นหลัก เนื่องจากเป็นเหตุการณ์สำคัญที่ทำให้โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีสาเหตุจากการเพิ่มปริมาณของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกิจกรรมของมนุษย์ การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นวิธีการประเภทหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวงจรชีวิตของทั้งผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือหน่วยองค์กรหนึ่ง อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เป็นสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่ได้ทำการศึกษาหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านพลังงานการใช้ไฟฟ้า ด้านการใช้เชื้อเพลิงและขนส่ง ด้านการจัดของเสีย และด้านอื่นๆ ได้แก่ การใช้เชื้อเพลิง และการพลังงานใช้ไฟฟ้า ผลการวิจัย พบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ มีปริมาณการปล่อยเป็นปริมาณรวมทั้งสิ้น 3,469.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือคิดเป็นปริมาณ 0.569 ตันต่อนักศึกษาหนึ่งคนต่อปี โดยมีสัดส่วนการปล่อยมากที่สุด คือปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศภายในอาคารเรียนคิดเป็นร้อยละ 52.62 รองลงมาคือสัดส่วนการปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและขนส่ง จากยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์ที่มีปริมาณการปล่อยคิดเป็นร้อยละ 29.70 การลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ และการลดปริมาณการขับขี่ยานพาหนะชนิดรถจักรยานยนต์ จะเป็นแนวทางทำให้ลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ดีที่สุด

ปรีชา, 2563 ได้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลำดับกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 ครอบคลุมการใช้เชื้อเพลิงและสารเคมีจากการซักล้างทำความสะอาดของวิทยาลัยน่าน ประเภทที่ 2 ครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่ 3 ครอบคลุมการใช้กระดาษและปากกาเคมีที่มีส่วนผสมของสารแอมโมเนียจากกระบวนการผลิต เป็นต้น ระยะเวลาดำเนินการเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2558 ผลการวิจัยพบว่า 3 ลำดับแรกของกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงคือ การใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 78,758.88 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 56.87% การใช้น้ำมันดีเซลในยานพาหนะขององค์กร เท่ากับ 53,961.66 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 38.97% และการใช้กระดาษชนิดต่าง ๆ 3,857.26 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 2.79% ผลการประเมินที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเสนอแนะและตัดสินใจ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมขององค์กร นำไปสู่การวางแผนปรับปรุงการจัดเก็บข้อมูล การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ตามแนวทางมาตรฐาน ISO 14064-1, ISO/PDTR 14069 และ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ภัทรภรณ์ และวิสาชา, 2564 การศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเสนอแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจ แหล่งที่มา และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ใน

ปีงบประมาณ 2562 (ต.ค.61-ก.ย. 62) และสัมภาษณ์บุคลากรของโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้องจำนวน 7 คน โดยมีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ) ที่เกิดจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ในปีงบประมาณ 2562 เท่ากับ 2,027.82 ตัน  $\text{CO}_2\text{eq}$  ต่อปี แบ่งออกเป็นประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร เท่ากับ 592.97 ตัน  $\text{CO}_2\text{eq}$  ต่อปี ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานขององค์กร เท่ากับ 982 ตัน  $\text{CO}_2\text{eq}$  ต่อปี ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ เท่ากับ 271.67 ตัน  $\text{CO}_2\text{eq}$  ต่อปี และประเภทที่ รายงานแยกเพิ่มเติม เท่ากับ 181.18 ตัน  $\text{CO}_2\text{eq}$  ต่อปี ซึ่งประเภทที่ 2 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.43 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดตรงลงมาเป็นประเภทที่ 1 ร้อยละ 29.24 ประเภทที่ 3 ร้อยละ 13.40 และประเภทที่รายงานแยกเพิ่มเติม ร้อยละ 8.93 ตามลำดับ แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ ได้แก่ 1) ขับเคลื่อนการดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง 2) บริหารจัดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบครบวงจร 3) พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร 4) สื่อสารข้อมูลให้บุคลากรและประชาชนที่มารับบริการทราบ และ 5) ส่งเสริมให้บุคลากรคิดค้นเทคโนโลยีการจัดการและอนุรักษ์พลังงาน

นวพร และสุพรรณนิภา, 2565 ได้ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในกรณีของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ 3 ประเภท คือ เบียร์ โซดา และน้ำดื่ม โดยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในโรงงานตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2563 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม เท่ากับ 221,380 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 15,877, 20,629 และ 184,874 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ตามลำดับ กิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ (ประเภทที่ 3) ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วสีชา คิดเป็น 66 เปอร์เซ็นต์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการลดการใช้ขวดเบียร์แก้วใหม่และหันมาใช้ขวดเบียร์แก้วเก่า

ฟาเดีย และธนพิพัฒน์, 2567 ได้ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ โดยใช้กิจกรรมในปีงบประมาณ 2565 ตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยกำหนดขอบเขตในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัยเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกิจกรรมหลักขององค์กร ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้าขององค์กร และขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากกิจกรรมหลักขององค์กร พบว่า ในปี 2565 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์มีการปล่อยก๊าซเรือน

กระจกประมาณ 10,437 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีการปล่อยสูงสุดจากกิจกรรมในขอบเขตที่ 2 (การใช้ไฟฟ้า) ร้อยละ 64.07 ตามด้วยขอบเขตที่ 3 และขอบเขตที่ 1 ตามลำดับ ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ พบว่า การใช้ไฟฟ้าในองค์กรเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ดังนั้นจึงควรมุ่งเน้นการลดการใช้พลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานไฟฟ้า รวมถึงการสนับสนุนให้หน่วยงาน อาจารย์ นักศึกษา และบุคลากรในมหาวิทยาลัยได้ตระหนักถึงหน้าที่และการมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งข้อมูลดังกล่าวยังช่วยสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ในการประเมินด้านความยั่งยืนของสถาบันการศึกษาตามเกณฑ์ UI GreenMetric World University Rankings และการจัดอันดับ Time higher Impact Rankings ต่อไป

ศิวพร, 2567 ได้ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรอุตสาหกรรมเหล็ก โดยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมและเปรียบเทียบข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ปี พ.ศ. 2560 ซึ่งกำหนดให้เป็นปีฐานเนื่องจากการเก็บข้อมูลที่ครบถ้วนและสมบูรณ์ และ ปี พ.ศ. 2565 เป็นปีปัจจุบันเนื่องจากการดำเนินมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและเพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2560 และปี พ.ศ. 2565 มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 94,337 และ 73,823 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปีตามลำดับ โดยในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 1 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ประเภทที่ 2 เท่ากับ 48,398 และ 45,940 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2565 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และ 2 เท่ากับ 33,917 และ 39,906 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ซึ่งในปี พ.ศ. 2565 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมลดลงร้อยละ 21.75 จากกิจกรรมการจัดการพลังงาน โครงการอนุรักษ์พลังงาน การเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา การใช้หลอดไฟ LED และการฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงาน นอกจากนี้แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม ได้แก่ การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ภายในโรงงาน ซึ่งหากสามารถปฏิบัติตามได้จะช่วยให้สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอย่างยั่งยืนได้

## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

#### เครื่องมือในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของสำนักงานมหาวิทยาลัย โดยดำเนินการตามข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ปี 2565 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน ISO 14064-1 (2018), GHG Protocol (2001, 2004) โดยการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยและดูดกลับจากกิจกรรมขององค์กร หรือค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจะต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

- 1) ความตรงประเด็น (Relevance) คัดเลือกแหล่งปล่อย เก็บสะสม กักเก็บ ข้อมูล และระเบียบวิธีที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย
- 2) ความสมบูรณ์ (Completeness) รวมการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง
- 3) ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency) สามารถนำข้อมูลก๊าซเรือนกระจกมาเปรียบเทียบแล้วไม่ขัดแย้ง สอดคล้อง เชื่อมโยง และเทียบเคียงกันได้
- 4) ความถูกต้อง (Accuracy) ลดอคติ และความไม่แน่นอนให้มากที่สุดเท่าที่จะปฏิบัติได้
- 5) ความโปร่งใส (Transparency)เปิดเผยข้อมูลก๊าซเรือนกระจกอย่างเพียงพอและเหมาะสม เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม

#### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับแนวทางการสร้างให้เกิดการบริหารจัดการบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกอย่างมีคุณภาพสามารถทำได้ดังนี้

- 1) การจัดทีมงานเพื่อจัดทำ และพัฒนาบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรให้มีคุณภาพ โดยการคัดเลือกสมาชิกจากบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งจำเป็นต้องมีการระบุหน้าที่ความรับผิดชอบ และจัดให้มีการฝึกอบรมที่เหมาะสมแก่สมาชิกภายในทีม
- 2) จัดทำแผนการจัดการบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกอย่างมีคุณภาพ ซึ่งแผนดังกล่าวควรมีการรวบรวมรายละเอียดที่สำคัญของขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่ครอบคลุมในทุกระดับขององค์กรของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ประเภท
- 3) จัดเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งและกิจกรรมขององค์กร พร้อมทั้งหลักฐานอ้างอิงเพื่อใช้ในการตรวจรับรองผลการประเมิน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) การตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ พร้อมทั้งหลักฐานอ้างอิง
- 2) คำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยดำเนินการตามข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) เริ่มตั้งแต่การทบทวนหลักการประเมิน การกำหนดขอบเขตขององค์กรและแหล่งปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก การตรวจสอบอุปกรณ์ และวิธีการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และวิธีการคำนวณ เพื่อให้การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กรมีความถูกต้องมากที่สุด
- 3) การจัดทำรายงาน โดยการระบุ และทบทวนความมีสาระสำคัญของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร
- 4) การทวนสอบบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกที่จัดทำขึ้น โดยทีมผู้เชี่ยวชาญทั้งภายใน และภายนอกองค์กร
- 5) การทบทวนข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำสู่การกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้จัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO) สำนักงานมหาวิทยาลัย โดยอ้างอิงรูปแบบการรายงานผลตามข้อกำหนดของโดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (อบก.) เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการรายงานผล โดยมีการรายงานผลส่วนต่าง ๆ ดังนี้

#### 4.1 ข้อมูลทั่วไปและรายละเอียดขององค์กร

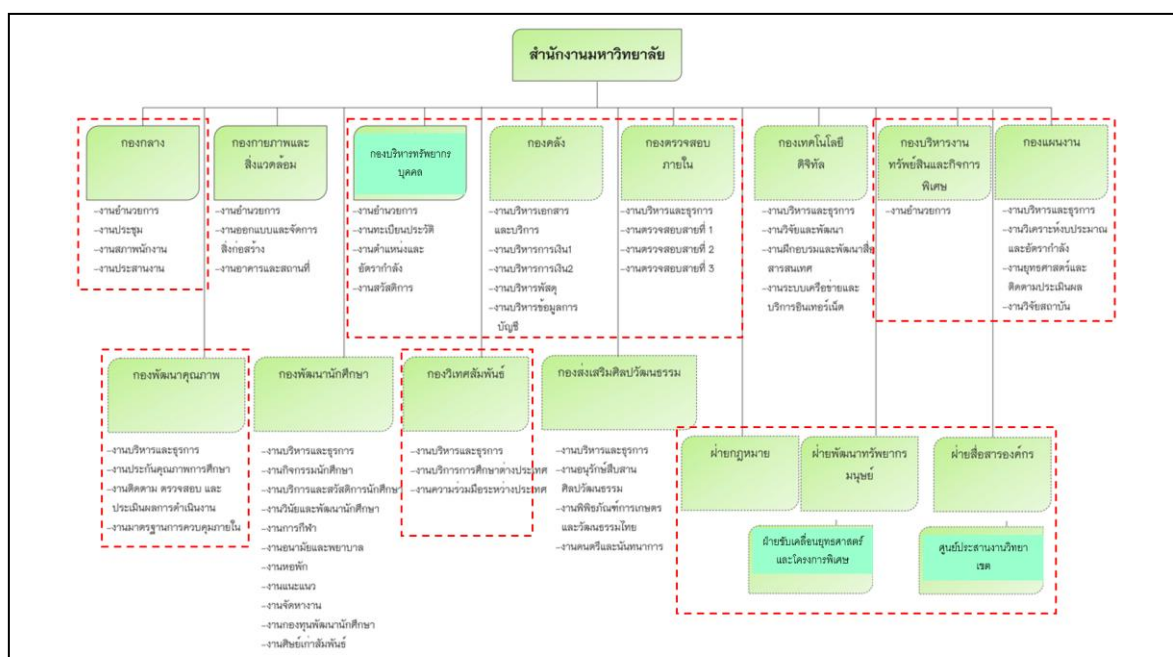
ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตและพื้นที่ขององค์กรที่จะทำการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ สำนักงานมหาวิทยาลัย (สนม.) ซึ่งประกอบด้วย 3 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 1 (อาคารสำนักงานอธิการบดีเดิม) อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 2 (อาคารสำนักงานอธิการบดีใหม่) และ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 3 (อาคารอำนวยการ) โดยมีแนวทางที่ใช้กำหนดขอบเขตองค์กรแบบควบคุมดำเนินงาน (OPERATIONAL CONTROL) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.2 โดยมีส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลจำนวน 11 ส่วนงาน และได้ทำการระบุกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.4

#### ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร

|     |                                                 |                                                                                                            |
|-----|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1 | ชื่อองค์กร                                      | สำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้                                                                                  |
| 2.2 | ที่อยู่/สถานที่ตั้งองค์กร                       | 63 ม.4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290                                                               |
| 2.3 | ประเภทของอุตสาหกรรม                             | สถานศึกษา                                                                                                  |
| 2.4 | ชื่อ-สกุลของผู้ประสานงาน                        | ผศ.ดร.แสนวสันต์ ยอดคำ                                                                                      |
| 2.5 | ชื่อ-สกุลของผู้รับผิดชอบข้อมูล                  | ผศ.ดร.แสนวสันต์ ยอดคำ                                                                                      |
| 2.6 | ระยะเวลาติดตามผล                                | 1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567                                                                            |
| 2.7 | แนวทางที่ใช้ในการติดตามผล                       | ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร พิมพ์ครั้งที่ 7 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 5 มกราคม 2564) |
| 2.8 | ระดับของการรับรอง<br>(Level of Assurance)       | แบบจำกัด (Limited Assurance)                                                                               |
| 2.9 | ระดับความมีสาระสำคัญ<br>(Materiality Threshold) | 5% Materiality                                                                                             |

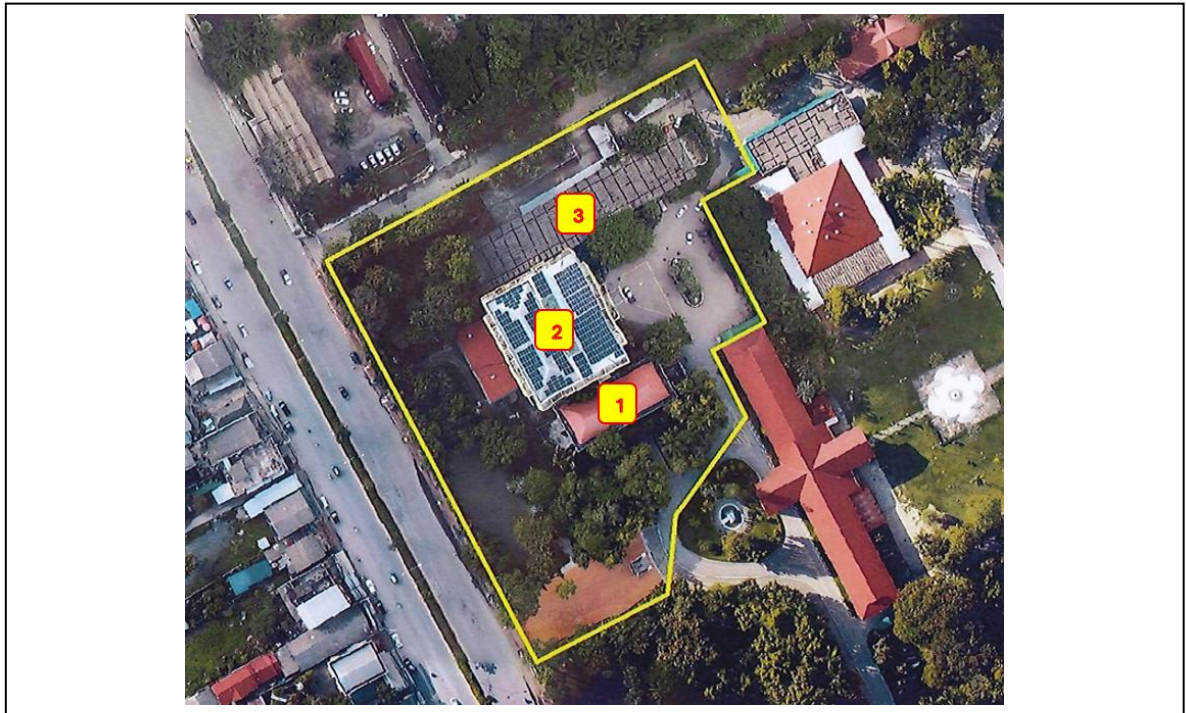
#### ตารางที่ 4.2 ขอบเขตขององค์กร

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) แนวทางที่ใช้กำหนดขอบเขตองค์กร                          | ควบคุมดำเนินงาน (OPERATIONAL CONTROL)                                                                                                                                                                                                |
| 2) หน่วยสาธิตอุปโภค (Facility)/พื้นที่ที่ครอบคลุมในรายงาน | <ul style="list-style-type: none"> <li>- อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 1 (อาคารสำนักงานอธิการบดีเดิม)</li> <li>- อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 2 (อาคารสำนักงานอธิการบดีใหม่)</li> <li>- อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 3 (อาคารอำนวยการ)</li> </ul> |
| 3) เอกสารยืนยันขอบเขต                                     | - เอกสารการกำหนดบริบทองค์กร และขอบเขตการจัดการสิ่งแวดล้อม สำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2566                                                                                                                 |



หมายเหตุ : ขอบเขตขององค์กรที่ขอรับการทวนสอบ

ภาพที่ 4.1 โครงสร้างขององค์กร



- หมายเหตุ :
- 1 คือ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 1 (อาคารสำนักงานอธิการบดีเดิม)
  - 2 คือ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 2 (อาคารสำนักงานอธิการบดีใหม่)
  - 3 คือ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 3 (อาคารองค์การบริการ)

ภาพที่ 4.2 แผนผังของอาคารสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้

#### แผนผังกระบวนการผลิต

- ไม่มีการดำเนินการ

ตารางที่ 4.3 การระบุกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร

| Facility                                                                                                                                                                                                                                                | กิจกรรมขององค์กรในแต่ละ Facility                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              |                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                         | Scope 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Scope 2                                                                                      | Scope 3                                                                                                                                                                                  |
| อาคารสำนักงาน<br>มหาวิทยาลัย<br>ประกอบด้วย<br>1. อาคารสำนักงาน<br>มหาวิทยาลัย 1 (อาคาร<br>สำนักงานอธิการบดีเดิม)<br>2. อาคารสำนักงาน<br>มหาวิทยาลัย 2 (อาคาร<br>สำนักงานอธิการบดี<br>ใหม่)<br>3. อาคารสำนักงาน<br>มหาวิทยาลัย 3 (อาคาร<br>องค์กรกิจการ) | <b>การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การเผาไหม้น้ำมันดีเซลรถยนต์ส่วนบุคคล</li> <li>● การเผาไหม้น้ำมันเบนซินรถยนต์ส่วนบุคคล</li> <li>● การเผาไหม้ของ LPG ที่ใช้ในการซ่อมดับเพลิง</li> </ul> <b>การรั่วไหลและอื่นๆ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การใช้สารดับเพลิง</li> <li>● การใช้สารทำความเย็น R22 เครื่องปรับอากาศ</li> <li>● การใช้สารทำความเย็น R32 เครื่องปรับอากาศ</li> <li>● การใช้สารทำความเย็น R410a เครื่องปรับอากาศ</li> <li>● การใช้สารทำความเย็น HFC 134a เครื่องน้ำเย็น</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ปริมาณการใช้วัสดุสำนักงาน (กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม และ 80 แกรม)</li> <li>● การใช้น้ำประปา (ผลิตเอง)</li> <li>● การจัดการขยะ (ฝังกลบ)</li> </ul> |

### ขอบเขตขององค์กรที่เพิ่มเข้ามาหรือขอบเขตที่ไม่รวม

จากข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดขององค์กร ทำการเลือกวิเคราะห์ขอบเขตแบบควบคุมการดำเนินงาน (OPERATIONAL CONTROL) คือ พิจารณาขอบเขตภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากส่วนงานอื่น หรือพื้นที่เช่าโดยองค์กรภายนอกที่มีส่วนเป็นเจ้าของแต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน ได้แก่ ร้านกาแฟย้ายย้ายสำนักงานสหกรณ์ออมทรัพย์ครูเชียงใหม่ (หน่วยบริการมหาวิทยาลัยแม่โจ้) และจุดให้บริการเครื่องถ่ายเอกสารของบริษัทเอกชน ซึ่งมีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้า และเรียกเก็บค่าไฟฟ้าตามการใช้งานจริงของผู้ประกอบการ

หน่วยสาธารณูปโภค (FACILITY) หรือพื้นที่ครอบคลุมในรายงาน คือ สำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งประกอบด้วย 3 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 1 (อาคารสำนักงานอธิการบดีเดิม) อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 2 (อาคารสำนักงานอธิการบดีใหม่) และอาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 3 (อาคารอิงศรียสิการ) โดยมีส่วนงานที่เกี่ยวข้อง จำนวน 11 ส่วนงาน ได้แก่ กองกลาง กองบริหารทรัพยากรบุคคล กองคลัง กองตรวจสอบภายใน กองบริหารทรัพย์สินและกิจการพิเศษ กองแผนงาน กองพัฒนาคุณภาพ กองวิเทศสัมพันธ์ ฝ่ายกฎหมาย ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ และฝ่ายสื่อสารองค์กร นอกจากนี้ยังรวมห้องสำนักงานประสานงานวิทยาเขตแม่โจ้แพร่-เฉลิมพระเกียรติ และแม่โจ้ชุมพร โดยกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่พิจารณา ก๊าซเรือนกระจกที่พิจารณาอื่นๆ เพิ่มเติม และค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และได้ดำเนินการระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 – 3 ขององค์กร ดังแสดงในตารางที่ 4.5 – 4.7

### ตารางที่ 4.4 ขอบเขตการดำเนินงาน

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) ก๊าซเรือนกระจกที่พิจารณา                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)</li> <li>- มีเทน (CH<sub>4</sub>)</li> <li>- ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O)</li> <li>- ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)</li> <li>- เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)</li> <li>- ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>)</li> <li>- ไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF<sub>3</sub>)</li> </ul> |
| 2) ก๊าซเรือนกระจกที่พิจารณาอื่นๆ เพิ่มเติม | - HCFC-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3) GWP                                     | - IPCC Fifth Assessment Report (AR5)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

ตารางที่ 4.5 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 ขององค์กร

| Facility                 | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source) เช่น ระบุอุปกรณ์หลัก/เครื่องจักร/กระบวนการ/กิจกรรม | ที่ตั้ง/ตำแหน่ง          | กำลังการผลิต (Capacity)/ลักษณะเฉพาะ (Specification)                                                                                                                          | ใช้ภายใน | จำหน่ายภายนอก | ความสำคัญ (มีนัยสำคัญมาก หรือน้อย) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|------------------------------------|
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การเผาไหม้น้ำมันดีเซลรถยนต์ส่วนบุคคล                                                          | อาคารวุฒากาศ             | รถยนต์ราชการจำนวน 5 คัน ได้แก่<br>1. รถตู้<br>- นก 8080 ชม.<br>- นค 8302 ชม.<br>- นค 9302 ชม.<br>2. รถยนต์ 7 ที่นั่ง<br>- กร 2491 ชม.<br>3. รถกระบะ 4 ประตู<br>- งฉ 1435 ชม. | ✓        |               | มาก                                |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การเผาไหม้น้ำมันเบนซินรถยนต์ส่วนบุคคล                                                         | อาคารวุฒากาศ             | รถยนต์ราชการจำนวน 1 คัน ได้แก่<br>1. รถยนต์ 7 ที่นั่ง<br>- ฉต 1435 ชม.                                                                                                       | ✓        |               | มาก                                |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การใช้สารทำความเย็นชนิด R22 เครื่องปรับอากาศ                                                  | อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                                                                                                                                              | ✓        |               | น้อย                               |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การใช้สารทำความเย็นชนิด R32 เครื่องปรับอากาศ                                                  | อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                                                                                                                                              | ✓        |               | น้อย                               |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การใช้สารทำความเย็นชนิด R410a เครื่องปรับอากาศ                                                | อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                                                                                                                                              | ✓        |               | น้อย                               |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การใช้สารทำความเย็นชนิด HFC 134a เครื่องทำน้ำเย็น                                             | อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                                                                                                                                              | ✓        |               | น้อย                               |

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวมวลและก๊าซชีวภาพ เพื่อทดแทนการใช้พลังงานและความร้อน

- ไม่มีการดำเนินการ

ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงอื่น ๆ ที่ทำการรายงานแยก

- ไม่มีการดำเนินการ

ตารางที่ 4.6 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 2 ขององค์กร

| Facility                 | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source) เช่น ระบุอุปกรณ์หลัก/เครื่องจักร/กระบวนการ/กิจกรรม | ที่ตั้ง/<br>ตำแหน่ง      | กำลังการผลิต (Capacity)/<br>ลักษณะเฉพาะ (Specification)      | ใช้<br>ภายใน | จำหน่าย<br>ภายนอก | ความสำคัญ<br>(มีนัยสำคัญ<br>มาก หรือ<br>น้อย) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)                                                      | อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | หม้อแปลงขนาด 630 kVA จำนวน 1 ลูก และขนาด 250 kVA จำนวน 1 ลูก | ✓            |                   | มาก                                           |

พลังงาน/ความร้อน/ไอน้ำที่จำหน่ายให้หน่วยงานภายนอก (Supply to External) (นอกขอบเขตการดำเนินงาน) (out of boundary)

- ไม่มีการดำเนินการ

ตารางที่ 4.7 ระบุกิจกรรมที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ขององค์กร

| Facility                 | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source) เช่น ระบุอุปกรณ์หลัก/เครื่องจักร/กระบวนการ/กิจกรรม | ที่ตั้ง/<br>ตำแหน่ง | กำลังการผลิต (Capacity)/<br>ลักษณะเฉพาะ (Specification) | ใช้<br>ภายใน | จำหน่าย<br>ภายนอก | ความสำคัญ<br>(มีนัยสำคัญ<br>มาก หรือ<br>น้อย) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | • กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม                                                                     | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                         | ✓            |                   | มาก                                           |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | • กระดาษ A4 สีขาว 80 แกรม                                                                     | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                         | ✓            |                   | มาก                                           |
| อาคาร                    | • การใช้น้ำประปา                                                                              | สำนักงาน            |                                                         | ✓            |                   | มาก                                           |

| Facility                 | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Source) เช่น ระบุ อุปกรณ์หลัก/เครื่องจักร /กระบวนการ/กิจกรรม | ที่ตั้ง/ตำแหน่ง     | กำลังการผลิต (Capacity)/ ลักษณะเฉพาะ (Specification)                                                                                                                          | ใช้ภายใน | จำหน่ายภายนอก | ความสำคัญ (มีนัยสำคัญมาก หรือน้อย) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|------------------------------------|
| สำนักงานมหาวิทยาลัย      |                                                                                                 | มหาวิทยาลัย         |                                                                                                                                                                               |          |               |                                    |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | <ul style="list-style-type: none"> <li>การจัดการขยะ (ฝังกลบ)</li> </ul>                         | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                                                                                                                                                                               | ✓        |               | มาก                                |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | <ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำมันดีเซล (การใช้)</li> </ul>                          | อาคารรูดภาค         | รถยนต์ราชการ จำนวน 5 คัน ได้แก่<br>1. รถตู้<br>- นก 8080 ซม.<br>- นค 8302 ซม.<br>- นค 9302 ซม.<br>2. รถยนต์ 7 ที่นั่ง<br>- กร 2491 ซม.<br>3. รถกระบะ 4 ประตู<br>- งฉ 1435 ซม. | ✓        |               | มาก                                |
| อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย | <ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำมันเบนซิน (การใช้)</li> </ul>                         | อาคารรูดภาค         | รถยนต์ราชการ จำนวน 1 คัน ได้แก่<br>1. รถยนต์ 7 ที่นั่ง<br>- ฅต 1435 ซม.                                                                                                       | ✓        |               | มาก                                |

#### การกักเก็บคาร์บอน

- ยังไม่พิจารณาการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้ในโครงการนี้

#### โครงการลดก๊าซเรือนกระจก/การรับรองสิทธิพลังงานหมุนเวียน

- ไม่มีการดำเนินการ

การติดตามผลแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 1 – 3 รวมถึงข้อมูลกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.8 – 4.10

**ตารางที่ 4.8** แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 1

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก                 | ข้อมูลกิจกรรม                 |                         |                            |                                    |                              |                                             | ค่า EF         |
|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
|                                          | ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด | จุดที่ตรวจวัด           | ที่มาของข้อมูลกิจกรรม      |                                    |                              | หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง                       | ที่มาของค่า EF |
|                                          |                               |                         | เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด | เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน | เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า |                                             |                |
| 1. การเผาไหม้น้ำมันดีเซลรถยนต์ส่วนบุคคล  | ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้       | กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม | อบก. 2565      |
| 2. การเผาไหม้น้ำมันเบนซินรถยนต์ส่วนบุคคล | ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้      | กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม | อบก. 2565      |

**ตารางที่ 4.9** แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 2

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก             | ข้อมูลกิจกรรม                 |                        |                            |                                    |                              |                                             | ค่า EF         |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
|                                      | ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด | จุดที่ตรวจวัด          | ที่มาของข้อมูลกิจกรรม      |                                    |                              | หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง                       | ที่มาของค่า EF |
|                                      |                               |                        | เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด | เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน | เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า |                                             |                |
| 1. การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค | ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในหน่วย      | มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร | ✓                          |                                    |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม | อบก. 2565      |

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก | ข้อมูลกิจกรรม                 |                     |                            |                                    |                              |                       | ค่า EF         |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------|
|                          | ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด | จุดที่ตรวจวัด       | ที่มาของข้อมูลกิจกรรม      |                                    |                              | หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง | ที่มาของค่า EF |
|                          |                               |                     | เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด | เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน | เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า |                       |                |
| (กฟภ.)                   | kWh                           | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                            |                                    |                              |                       |                |

ตารางที่ 4.10 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 3

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก   | ข้อมูลกิจกรรม                 |                     |                            |                                    |                              |                                                  | ค่า EF         |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
|                            | ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด | จุดที่ตรวจวัด       | ที่มาของข้อมูลกิจกรรม      |                                    |                              | หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง                            | ที่มาของค่า EF |
|                            |                               |                     | เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด | เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน | เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า |                                                  |                |
| 1. กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม | ปริมาณการใช้กระดาษ            | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ล้อม | อบก. 2565      |
| 2. กระดาษ A4 สีขาว 80 แกรม | ปริมาณการใช้กระดาษ            | สำนักงานมหาวิทยาลัย |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ล้อม | อบก. 2565      |
| 3. การใช้ไฟฟ้า             | ปริมาณการใช้ไฟฟ้า             | สำนักงานมหาวิทยาลัย | ✓                          |                                    |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ล้อม | อบก. 2565      |
| 4. การจัดการขยะ (ฝังกลบ)   | ปริมาณขยะของหน่วยงาน          | สำนักงานมหาวิทยาลัย | ✓                          |                                    |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม ล้อม | อบก. 2565      |

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก   | ข้อมูลกิจกรรม                 |                         |                            |                                    |                              |                                             | ค่า EF         |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
|                            | ลักษณะข้อมูลกิจกรรมที่ตรวจวัด | จุดที่ตรวจวัด           | ที่มาของข้อมูลกิจกรรม      |                                    |                              | หลักฐาน/เอกสารอ้างอิง                       | ที่มาของค่า EF |
|                            |                               |                         | เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัด | เป็นค่าที่ได้จากหลักฐานการชำระเงิน | เป็นค่าที่ได้จากการประมาณค่า |                                             |                |
| 5. น้ำมันดีเซล (การได้มา)  | ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้       | กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม | อบก. 2565      |
| 6. น้ำมันเบนซิน (การได้มา) | ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้      | กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม |                            | ✓                                  |                              | ตารางบันทึกข้อมูลของกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม | อบก. 2565      |

#### แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทรายงานแยกเพิ่มเติม

- ไม่มีการดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการแบ่งผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 ขอบเขตตามมาตรฐานของ อบก. ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.11 – 4.13 โดยจากงานวิจัยพบว่าสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 150.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในขอบเขตที่ 2 เท่ากับ 120.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็น 80.38% รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 ที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร ได้แก่ กระดาษ น้ำประปา น้ำมันเชื้อเพลิง และการจัดการขยะ เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็น 13.86 และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดในขอบเขตที่ 1 เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็น 5.75% ที่เกิดจากการเผาไหม้โดยตรงของเชื้อเพลิง ทั้งนี้เมื่อเทียบกับจำนวนบุคลากรในสำนักงานพบว่ามีค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน เท่ากับ 0.98 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ตารางที่ 4.11 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 1

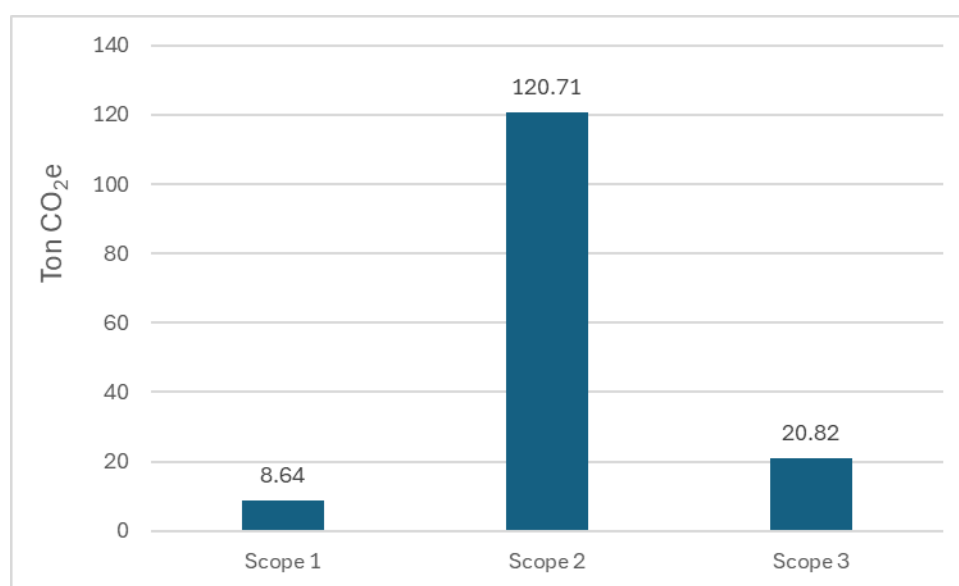
| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก |                                                       | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก<br>(Ton CO <sub>2</sub> e) |                           |                 |                  |                 |                 |      |      | รวมปริมาณ<br>ก๊าซเรือน<br>กระจก<br>(Ton CO <sub>2</sub> e) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------|------|------------------------------------------------------------|
|                          |                                                       | CO <sub>2</sub>                                         | Fossil<br>CH <sub>4</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | SF <sub>6</sub> | NF <sub>3</sub> | HFCs | PFCs |                                                            |
| 1                        | การเผาไหม้<br>น้ำมันดีเซล<br>รถยนต์<br>ส่วนบุคคล      | 6.89                                                    | -                         | 0.01            | 0.10             | -               | -               | -    | -    | 7.00                                                       |
| 2                        | การเผาไหม้<br>น้ำมัน<br>เบนซิน<br>รถยนต์<br>ส่วนบุคคล | 1.60                                                    | -                         | 0.02            | 0.02             | -               | -               | -    | -    | 1.64                                                       |
| รวมทั้งสิ้น              |                                                       | 8.49                                                    |                           | 0.03            | 0.12             |                 |                 |      |      | 8.64                                                       |

ตารางที่ 4.12 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 2

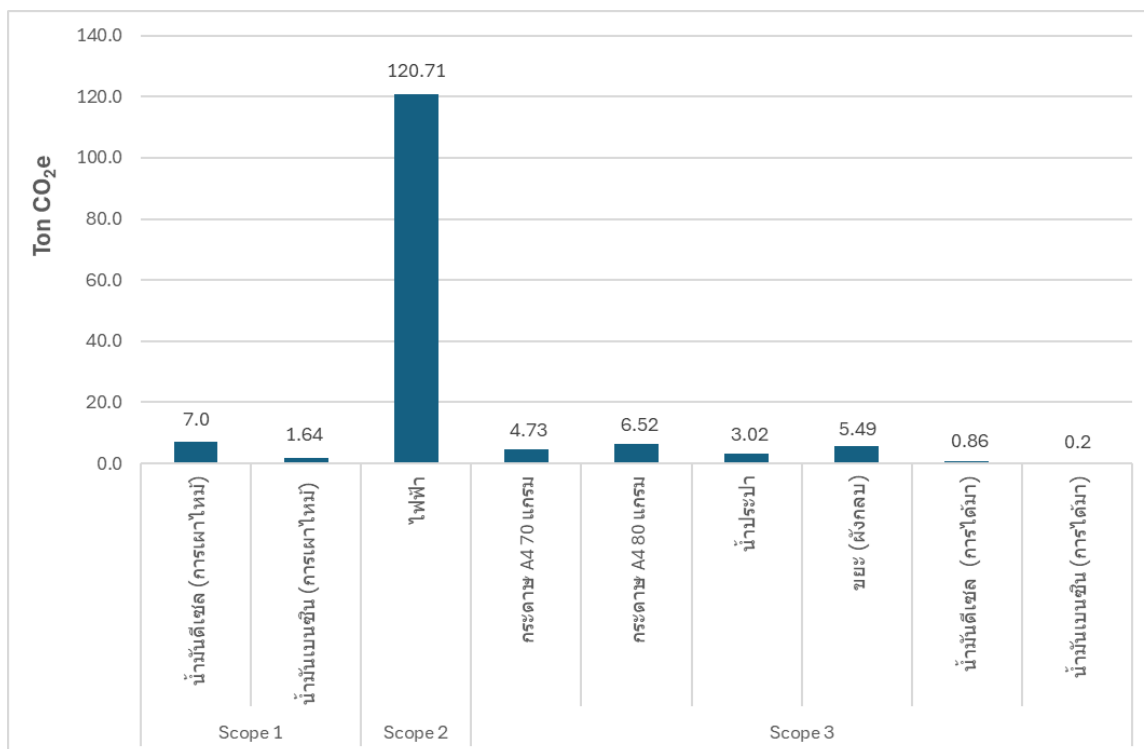
| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก                    | ปริมาณการปล่อย GHG<br>(Ton CO <sub>2</sub> e) |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) | 120.71                                        |
| รวมทั้งสิ้น                                 | 120.71                                        |

ตารางที่ 4.13 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่ 3

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก   | ปริมาณการปล่อย GHG<br>(Ton CO <sub>2</sub> e) |
|----------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม | 4.73                                          |
| 2. กระดาษ A4 สีขาว 80 แกรม | 6.52                                          |
| 3. การใช้น้ำประปา          | 3.02                                          |
| 4. การจัดการขยะ (ฝังกลบ)   | 5.49                                          |
| 5. น้ำมันดีเซล (การได้มา)  | 0.86                                          |
| 6. น้ำมันเบนซิน (การได้มา) | 0.20                                          |
| รวมทั้งหมด                 | 20.82                                         |



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรแยกตามประเภท (Scope)



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรแยกตามแหล่งการปล่อย

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากขอบเขตการดำเนินงานประเภทที่รายงานแยกเพิ่มเติม

- ไม่มีการดำเนินการ

ตารางที่ 4.14 สรุปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| ขอบเขต<br>การ<br>ดำเนินการ<br>(Scope) | แหล่งการปล่อย<br>ก๊าซเรือนกระจก | การใช้     |                | ค่า<br>Emission<br>factor                    | ปริมาณการ<br>ปล่อยก๊าซเรือน<br>กระจก<br>(kgCO <sub>2</sub> e) |
|---------------------------------------|---------------------------------|------------|----------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                       |                                 | ปริมาณ     | หน่วย          |                                              |                                                               |
| 1                                     | น้ำมันดีเซล                     | 2,553.19   | L              | 2.7406<br>kgCO <sub>2</sub> e/L              | 6,997.27                                                      |
|                                       | น้ำมันเบนซิน                    | 770.92     | L              | 2.2395<br>kgCO <sub>2</sub> e/L              | 1,726.48                                                      |
| 2                                     | การใช้ไฟฟ้า                     | 241,467.41 | kWh            | 0.4999<br>kgCO <sub>2</sub> e/kWh            | 120,709.56                                                    |
| 3                                     | กระดาษ A4 70 แกรม               | 2,249.40   | kg             | 2.1020<br>kgCO <sub>2</sub> e/kg             | 4,728.24                                                      |
|                                       | กระดาษ A4 80 แกรม               | 3,100.00   | kg             | 2.1020<br>kgCO <sub>2</sub> e/kg             | 6,516.20                                                      |
|                                       | น้ำประปา                        | 5,587.10   | m <sup>3</sup> | 0.5410<br>kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> | 3,022.62                                                      |

|  |                         |          |    |                                  |                   |
|--|-------------------------|----------|----|----------------------------------|-------------------|
|  | การจัดการขยะ            | 6,915.80 | kg | 0.7933<br>kgCO <sub>2</sub> e/kg | 5,486.30          |
|  | น้ำมันดีเซล (การได้มา)  | 2,144.68 | kg | 0.4024<br>kgCO <sub>2</sub> e/kg | 863.02            |
|  | น้ำมันเบนซิน (การได้มา) | 582.04   | kg | 0.3522<br>kgCO <sub>2</sub> e/kg | 204.99            |
|  | <b>รวม</b>              |          |    |                                  | <b>150,254.68</b> |

หมายเหตุ :

- ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดีเซล เท่ากับ 0.84 (กรัมธุรกิจพลังงาน)
- ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเบนซิน เท่ากับ 0.755
- น้ำหนักของกระดาษ A4 70 แกรม เท่ากับ 2.3 กิโลกรัม/รีม
- น้ำหนักของกระดาษ A4 80 แกรม เท่ากับ 2.5 กิโลกรัม/รีม

#### ตารางที่ 4.15 Carbon Intensity

| แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก           | ปริมาณ | หน่วย                    |
|------------------------------------|--------|--------------------------|
| ประเภทที่ 1                        | 8.64   | Ton CO <sub>2</sub> e    |
| ประเภทที่ 2                        | 120.71 | Ton CO <sub>2</sub> e    |
| ประเภทที่ 3                        | 20.82  | Ton CO <sub>2</sub> e    |
| ผลรวม (ประเภทที่ 1+2)              | 129.35 | Ton CO <sub>2</sub> e    |
| ผลรวม (ประเภทที่ 1+2+3)            | 150.17 | Ton CO <sub>2</sub> e    |
| ผลผลิต                             | 154    | คน                       |
| Carbon Intensity (ประเภทที่ 1+2)   | 0.84   | Ton CO <sub>2</sub> e/คน |
| Carbon Intensity (ประเภทที่ 1+2+3) | 0.98   | Ton CO <sub>2</sub> e/คน |

#### ฐานที่ใช้ในการอ้างอิง

วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2567 เนื่องจากจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก และประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเป็นปีแรก และในการกำหนดปีฐานพิจารณาช่วงเวลาตามปีงบประมาณ

### ขอบเขตการดำเนินงานในปีฐาน

ขอบเขตขององค์กรได้ถูกกำหนดขึ้นโดยอาศัยการพิจารณาการควบคุมการดำเนินงาน (Operation Control Approach) ซึ่งครอบคลุมเฉพาะปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยการประเมินการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจะครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ตามขอบเขตของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประกอบด้วย อาคารสำนักงานจำนวน 3 อาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 1 (อาคารสำนักงานอธิการบดีเดิม) อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 2 (อาคารสำนักงานอธิการบดีใหม่) และอาคารสำนักงานมหาวิทยาลัย 3 (อาคารอำนวยการ)

**ตารางที่ 4.16** ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปีฐานแยกตามแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกและขอบเขตการดำเนินงาน

| ขอบเขตการดำเนินงาน | รายการแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก              | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปีฐาน (Ton CO <sub>2</sub> e) | หมายเหตุ |
|--------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| ขอบเขตที่ 1        | 1. การเผาไหม้น้ำมันดีเซล รถยนต์ส่วนบุคคล    | 7.00                                                         |          |
|                    | 2. การเผาไหม้น้ำมันเบนซิน รถยนต์ส่วนบุคคล   | 1.64                                                         |          |
| ขอบเขตที่ 2        | 1. การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) | 120.71                                                       |          |
| ขอบเขตที่ 3        | 1. กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม                  | 4.73                                                         |          |
|                    | 2. กระดาษ A4 สีขาว 80 แกรม                  | 6.52                                                         |          |
|                    | 3. การใช้น้ำประปา                           | 3.02                                                         |          |
|                    | 4. การจัดขยะ (ฝังกลบ)                       | 5.49                                                         |          |
|                    | 3. น้ำมันดีเซล (การได้มา)                   | 0.86                                                         |          |
|                    | 4. น้ำมันเบนซิน (การได้มา)                  | 0.20                                                         |          |
| รายงานแยกอื่น ๆ    | -                                           | -                                                            | -        |

ระบุความแตกต่างระหว่างการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกของปีฐานและปีปัจจุบัน พร้อมให้เหตุผล

- ไม่มีการดำเนินการ เนื่องจากดำเนินการวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรเป็นปีแรก

บันทึกการสอบเทียบวัดมาตรฐานของอุปกรณ์/เครื่องมือวัด (Calibration Record)

- ไม่มีการดำเนินการ

## บทที่ 5

### สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

- 1) สำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions) รวมเท่ากับ 150.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี
- 2) สำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในขอบเขตที่ 2 เท่ากับ 120.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็น 80.38% รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 ที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร ได้แก่ กระดาษ น้ำประปา น้ำมันเชื้อเพลิง และการจัดการขยะ เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็น 13.86% และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดในขอบเขตที่ 1 เท่ากับ 20.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็น 5.75% ที่เกิดจากการเผาไหม้โดยตรงของเชื้อเพลิง
- 3) สำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบกับจำนวนบุคลากรในสำนักงาน (Carbon Intensity) เท่ากับ 0.98 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน

#### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 ที่มีผลมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานมีค่าสูงที่สุดสอดคล้องกับงานวิจัยการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 ประมาณ 65% แต่ในงานวิจัยนี้มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 เท่ากับ 80% ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มอาคารเดียว ซึ่งงานวิจัยอื่นได้ทำการเก็บกลุ่มอาคารและส่วนงานจำนวนมากกว่า ทำให้มีค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำกว่า อีกทั้งงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลอาคารสำนักงาน ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับกลุ่มอาคารอื่น

ในส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 1 ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรง เป็นสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในลำดับที่ 2 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสัดส่วนที่น้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ศึกษามาก่อนในเบื้องต้น

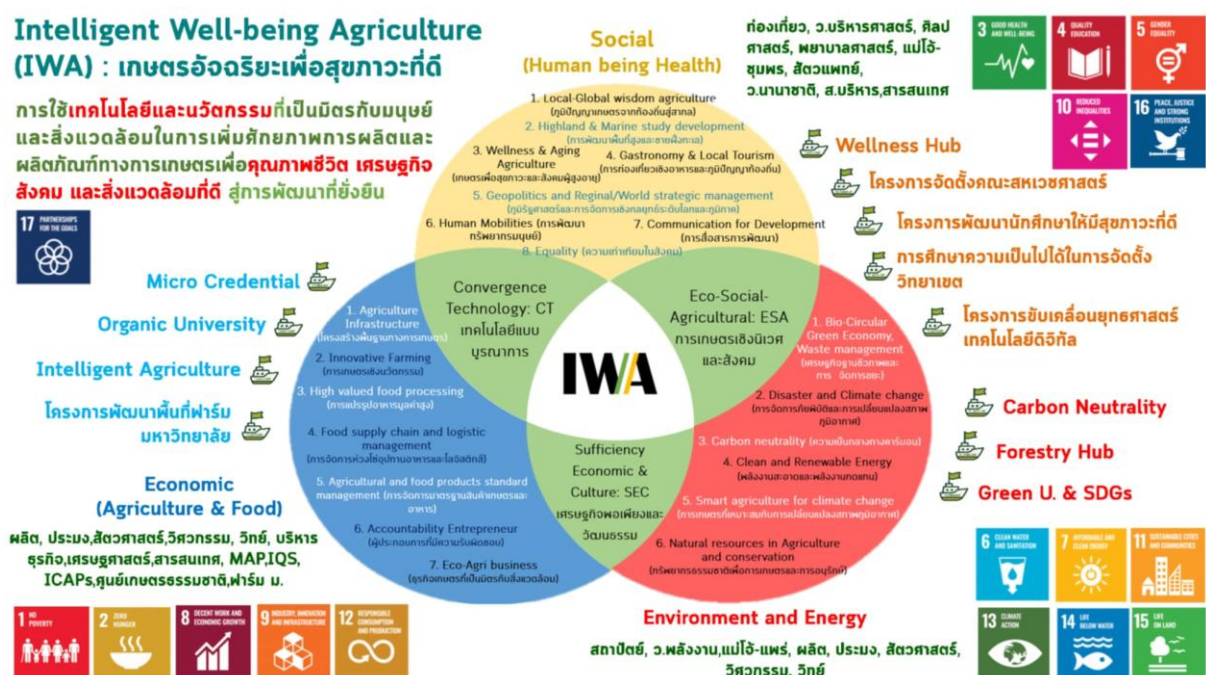
#### ข้อเสนอแนะ

- 1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 2 จากการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กรมีสัดส่วนที่สูงที่สุดประมาณ 80% ดังนั้นหากต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมขององค์กร จำเป็นต้องลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลงให้ได้มากที่สุด และหาแหล่งพลังงานสะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ มาทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสายส่ง
- 2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ องค์กรสามารถลดได้โดยการลดการใช้ปริมาณกระดาษ ซึ่งอาจจะใช้เอกสารระบบอิเล็กทรอนิกส์ทดแทน และการลดปริมาณขยะในองค์กร ซึ่งสามารถทำได้โดยการคัดแยกขยะให้มีปริมาณขยะถูกส่งไปยังหลุมฝังกลบน้อยที่สุด

## ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ในอนาคตเพื่อให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จำเป็นต้องเก็บข้อมูลให้ครบถ้วนและมีหลักฐานแหล่งที่มาของข้อมูลให้ชัดเจน เช่น การใช้สารทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นและข้อมูลการซ่อมแซมเครื่องปรับอากาศ และข้อมูลการใช้สารดับเพลิง เป็นต้น
- 2) การเก็บข้อมูลบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ควรพิจารณาจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลในหมวดหมู่อื่นเพิ่มเติม เช่น การเดินทางเพื่อธุรกรรมของพนักงาน เพื่อให้ได้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น
- 3) มหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการวางแผนการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านกายภาพและสิ่งแวดล้อมให้เป็นชุดข้อมูลเดียว เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประเมินผลในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดทำรายงานผลมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University Ranking) และการจัดอันดับมหาวิทยาลัยยั่งยืน (SDG Impact Ranking) รวมถึงจัดเก็บข้อมูลเพื่อนำไปบริหารจัดการด้านกายภาพต่อไป
- 4) ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ป่าไม้ของมหาวิทยาลัย เพื่อนำข้อมูลไปจัดทำแผนการดำเนินงานด้าน Carbon Neutrality และ Net Zero Emissions ของมหาวิทยาลัย ซึ่งที่กล่าวมาจะสอดคล้องกับ Flagships เรือธงในการพัฒนายุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยเชิงรุกสู่การเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำด้านเกษตรสุภาพในระดับนานาชาติ (Proactive Strategy toward Inter IWA) ด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Environment and Energy) ได้แก่

- Carbon Neutrality
- Forestry Hub
- Green U & SDGs



ภาพที่ 5.1 ทิศทางและเป้าหมายการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2568 - 2570

## เอกสารอ้างอิง

- นวพร เหลืองยวง และดร.สุพรรณนิภา วัฒนะ. 2565. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม. รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 26. ขอนแก่น, 25 มีนาคม: 201 – 212.
- ปรีชา สะพานทอง. 2563. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงาน วิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์: อุดรดิตถ์.
- พุทธ กิติวิริยกุล. 2561. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของบริษัท เอเชีย แปซิฟิก ปีโตรเคมีคอล จำกัด (ที่คลังสินค้า T86). วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา: ชลบุรี.
- ฟาเดีย เชิญถนอมวงศ์ และธนพิพัฒน์ สัมพันธ์มาศ. 2567. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยลักษณะ. รายงานการประชุมวิชาการ The National Conference on Routine to Research (R2R) for High Performance Organization 2024. นครศรีธรรมราช, 27 – 28 มีนาคม: 1 – 10.
- ภัทราภรณ์ ศรีอภัย และวิสาชา ภูจินดา. 2564. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงพยาบาลราชพิพัฒน์ สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร. ว.ศูนย์อนามัยที่ 9. 15 (36): 84 – 98.
- วิชญาณี พุทธิพิริยางกูร. 2561. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา.
- ศิวพร จำปา. 2567. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร กรณีศึกษา โรงงานผลิตเหล็ก. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยศิลปากร: นครปฐม.
- สุรวุฒิ สุธา และดุขฎิพร หิรัญ. 2562. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. ว.วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 26 (1): 227 – 233.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2565. ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงาน คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. พิมพ์ครั้งที่ 8.

**ภาคผนวก ก.**  
**ข้อมูลบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก**

**ตารางที่ ก.1** การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| เดือน/ปี        | ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร) |               | หมายเหตุ |
|-----------------|-------------------------------|---------------|----------|
|                 | ดีเซล                         | เบนซิน        |          |
| ตุลาคม 2566     | 270.80                        | 50.75         |          |
| พฤศจิกายน 2566  | 263.00                        | 70.27         |          |
| ธันวาคม 2566    | 237.41                        | 108.71        |          |
| มกราคม 2567     | 420.36                        | 37.23         |          |
| กุมภาพันธ์ 2567 | 165.22                        | 49.61         |          |
| มีนาคม 2567     | 151.81                        | 68.85         |          |
| เมษายน 2567     | 120.79                        | 76.52         |          |
| พฤษภาคม 2567    | 273.74                        | 73.78         |          |
| มิถุนายน 2567   | 216.02                        | 85.31         |          |
| กรกฎาคม 2567    | 204.20                        | 27.78         |          |
| สิงหาคม 2567    | 150.58                        | 69.48         |          |
| กันยายน 2567    | 79.26                         | 52.63         |          |
| <b>รวม</b>      | <b>2,553.19</b>               | <b>770.92</b> |          |

หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)

ตารางที่ ก.2 การใช้ไฟฟ้าของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| เดือน/ปี        | ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) |                            | หมายเหตุ |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|----------|
|                 | ไฟฟ้าภูมิภาค<br>(กฟภ.)  | ไฟฟ้าพลังงาน<br>แสงอาทิตย์ |          |
| ตุลาคม 2566     | 21,791.65               | 8,800.00                   |          |
| พฤศจิกายน 2566  | 18,178.89               | 8,880.00                   |          |
| ธันวาคม 2566    | 12,904.11               | 8,520.00                   |          |
| มกราคม 2567     | 11,683.85               | 8,880.00                   |          |
| กุมภาพันธ์ 2567 | 11,470.99               | 10,620.00                  |          |
| มีนาคม 2567     | 19,059.63               | 11,260.00                  |          |
| เมษายน 2567     | 29,068.89               | 11,370.00                  |          |
| พฤษภาคม 2567    | 29,185.30               | 12,440.00                  |          |
| มิถุนายน 2567   | 25,235.38               | 11,430.00                  |          |
| กรกฎาคม 2567    | 20,993.30               | 10,780.00                  |          |
| สิงหาคม 2567    | 21,829.88               | 3,580.00                   |          |
| กันยายน 2567    | 20,065.57               | 1,990.00                   |          |
| <b>รวม</b>      | <b>241,467.41</b>       | <b>108,550.00</b>          |          |

หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)
- ไฟฟ้าภูมิภาค (กฟภ.) คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) ของส่วนงาน

ตารางที่ ก.3 การใช้น้ำประปาของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| เดือน/ปี        | ปริมาณการใช้น้ำประปา (ลบ.ม.) | หมายเหตุ |
|-----------------|------------------------------|----------|
| ตุลาคม 2566     | 130.00                       |          |
| พฤศจิกายน 2566  | 439.00                       |          |
| ธันวาคม 2566    | 296.00                       |          |
| มกราคม 2567     | 590.10                       |          |
| กุมภาพันธ์ 2567 | 607.00                       |          |
| มีนาคม 2567     | 529.00                       |          |
| เมษายน 2567     | 550.00                       |          |
| พฤษภาคม 2567    | 499.00                       |          |
| มิถุนายน 2567   | 411.00                       |          |
| กรกฎาคม 2567    | 480.00                       |          |
| สิงหาคม 2567    | 489.00                       |          |
| กันยายน 2567    | 567.00                       |          |
| <b>รวม</b>      | <b>5,587.10</b>              |          |

หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)

ตารางที่ ก.4 การใช้กระดาษ A4 ของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| เดือน/ปี        | ปริมาณการใช้กระดาษ A4 (รีม) |              | หมายเหตุ |
|-----------------|-----------------------------|--------------|----------|
|                 | A4 70 แกรม                  | A4 80 แกรม   |          |
| ตุลาคม 2566     | 65                          | 79           |          |
| พฤศจิกายน 2566  | 105                         | 137          |          |
| ธันวาคม 2566    | 100                         | 90           |          |
| มกราคม 2567     | 150                         | 135          |          |
| กุมภาพันธ์ 2567 | 60                          | 95           |          |
| มีนาคม 2567     | 89                          | 105          |          |
| เมษายน 2567     | 55                          | 108          |          |
| พฤษภาคม 2567    | 30                          | 75           |          |
| มิถุนายน 2567   | 70                          | 160          |          |
| กรกฎาคม 2567    | 68                          | 75           |          |
| สิงหาคม 2567    | 106                         | 35           |          |
| กันยายน 2567    | 80                          | 146          |          |
| <b>รวม</b>      | <b>978</b>                  | <b>1,240</b> |          |

หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)

ตารางที่ ก.5 ปริมาณขยะของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| เดือน/ปี        | ปริมาณขยะ (กิโลกรัม) |                 |                 |             |
|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                 | ขยะทั่วไป            | ขยะรีไซเคิล     | ขยะอินทรีย์     | ขยะอันตราย  |
| ตุลาคม 2566     | 599.90               | 56.80           | 133.70          | 0.00        |
| พฤศจิกายน 2566  | 679.90               | 68.30           | 140.40          | 0.00        |
| ธันวาคม 2566    | 604.30               | 28.00           | 182.00          | 0.80        |
| มกราคม 2567     | 613.70               | 84.10           | 130.90          | 0           |
| กุมภาพันธ์ 2567 | 557.70               | 130.70          | 142.40          | 0           |
| มีนาคม 2567     | 543.90               | 1,984.50        | 143.50          | 0           |
| เมษายน 2567     | 433.90               | 42.70           | 144.60          | 0           |
| พฤษภาคม 2567    | 517.30               | 58.50           | 143.10          | 0           |
| มิถุนายน 2567   | 586.20               | 4,959.30        | 168.70          | 0           |
| กรกฎาคม 2567    | 672.30               | 45.30           | 213.20          | 0           |
| สิงหาคม 2567    | 536.10               | 68.40           | 179.60          | 0           |
| กันยายน 2567    | 570.60               | 0               | 182.81          | 0           |
| <b>รวม</b>      | <b>6,915.80</b>      | <b>7,526.60</b> | <b>1,904.91</b> | <b>0.80</b> |

หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)
- ขยะทั่วไปจะถูกจัดเก็บโดยบริษัทเอกชนเพื่อนำไปจัดการโดยการฝังกลบ (ผลิตก๊าซชีวภาพ)
- ขยะรีไซเคิลจะถูกนำไปจำหน่ายให้กับร้านรับซื้อของเก่า
- ขยะอินทรีย์จะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์
- ขยะอันตรายจะรวบรวมแล้วส่งให้ทางเทศบาลเมืองแม่โจ้เพื่อนำไปกำจัด

**ภาคผนวก ข.**  
**จำนวนบุคลากร**

**ตารางที่ ข.1** แสดงจำนวนบุคลากรของสำนักงานมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2567

| หน่วยงาน                                | จำนวน (คน) | หมายเหตุ |
|-----------------------------------------|------------|----------|
| ผู้บริหาร                               | 9          |          |
| กองกลาง                                 | 27         |          |
| กองบริหารทรัพยากรบุคคล (กบค.)           | 17         |          |
| กองคลัง                                 | 35         |          |
| กองตรวจสอบภายใน                         | 8          |          |
| กองบริหารงานทรัพย์สินและกิจการพิเศษ     | 6          |          |
| กองแผนงาน                               | 18         |          |
| กองพัฒนาคุณภาพ                          | 5          |          |
| กองวิเทศสัมพันธ์                        | 4          |          |
| ฝ่ายกฎหมาย                              | 7          |          |
| ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรมนุษย์                 | 5          |          |
| ฝ่ายสื่อสารองค์กร                       | 6          |          |
| ฝ่ายขับเคลื่อนยุทธศาสตร์และโครงการพิเศษ | 5          |          |
| ศูนย์งานประสานวิทยาเขต                  | 2          |          |
| <b>รวม</b>                              | <b>154</b> |          |

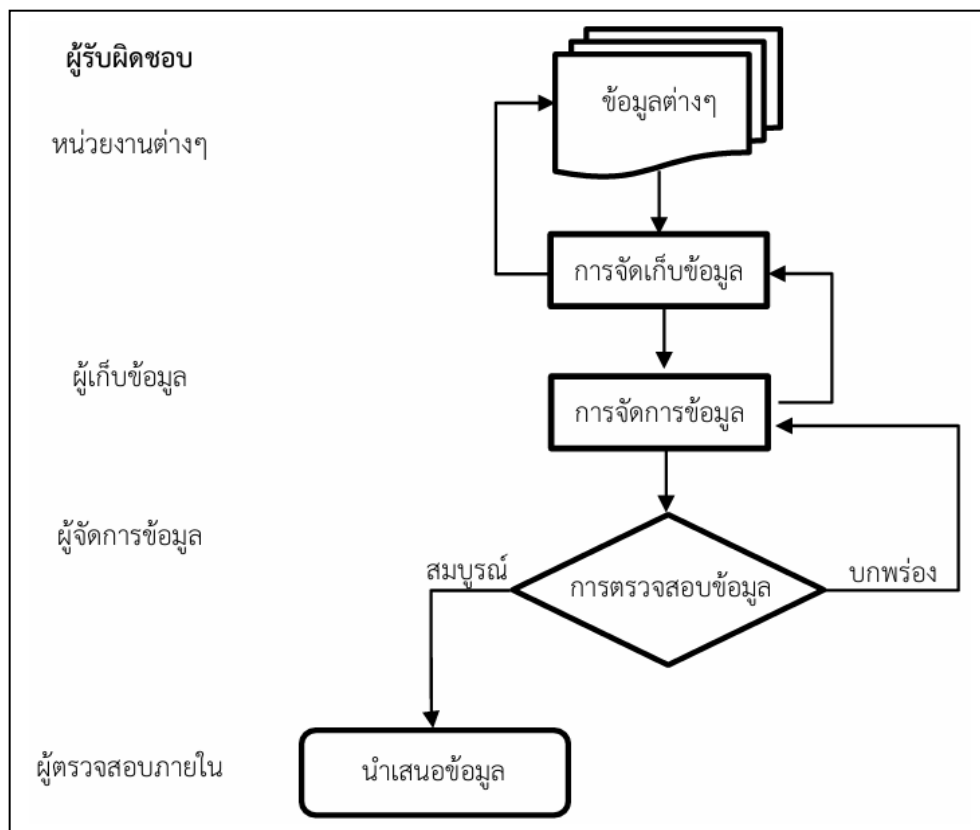
หมายเหตุ :

- ข้อมูลประจำปีงบประมาณ 2567 (1 ตุลาคม 2566 – 30 กันยายน 2567)

**ภาคผนวก ค.**  
**การจัดการคุณภาพของข้อมูล**

**ตารางที่ ค.1** โครงสร้างของระบบการจัดการคุณภาพของข้อมูล

| บทบาท                                | ชื่อ-สกุล               | ตำแหน่ง                                                   | หน้าที่         |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| เจ้าของ / ผู้จัดการโรงงาน            | รศ.ดร.วีระพล ทองมา      | อธิการบดี                                                 | ที่ปรึกษา       |
|                                      | รศ.จักรพงษ์ พิมพ์พิมล   | รองอธิการบดี                                              | ที่ปรึกษา       |
| ผู้จัดการข้อมูล / ผู้รับผิดชอบข้อมูล | ผศ.ดร.แสนวสันต์ ยอดคำ   | ผู้ช่วยอธิการบดี                                          | จัดการข้อมูล    |
|                                      | นางอรทัย เป็นวนล        | รักษาการแทน<br>ผู้อำนวยการกอง<br>กายภาพและ<br>สิ่งแวดล้อม | รับผิดชอบข้อมูล |
| ผู้เก็บข้อมูล                        | นายเสกสรรค์ ขวัญศรีวงศ์ | หัวหน้างานจัดการ<br>พลังงาน                               | จัดการข้อมูล    |
|                                      | นางจิรพรรณ จันทราศัพท์  | หัวหน้างานจัดการ<br>สิ่งแวดล้อมและภัย<br>พิบัติใหม่       | จัดการข้อมูล    |
| ผู้เขียนรายงาน                       | ผศ.ดร.แสนวสันต์ ยอดคำ   | ผู้ช่วยอธิการบดี                                          | จัดทำรายงาน     |
| ผู้ตรวจสอบภายใน                      | ผศ.ดร.กิตติกร สาสุจิตต์ | รองคณบดี วิทยาลัย<br>พลังงานทดแทน                         | ตรวจสอบข้อมูล   |
|                                      | นายพนมเทียน ทนคำดี      | นักวิทยาศาสตร์                                            | ตรวจสอบข้อมูล   |



ภาพที่ ค.1 แผนผังการจัดการคุณภาพของข้อมูล

## ภาคผนวก ง.

### การประเมินความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับข้อมูล และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ สามารถตรวจสอบระดับคุณภาพของข้อมูลได้ โดยการกำหนดคะแนนไว้ตามตาราง

**ตารางที่ ง.1** แสดงระดับคะแนนอ้างอิงของคุณภาพข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

| รายการ           | ระดับคุณภาพของข้อมูล     |                                   |                 |                           |
|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|
| ข้อมูลกิจกรรม    | X = 6 Points             | Y = 3 Points                      |                 | Z = 1 Points              |
|                  | เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง | เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ    |                 | เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า |
| Emission Factors | C = 4 Points             | D = 3 Points                      | E = 2 Points    | F = 1 Points              |
|                  | EF จากการวัดที่มีคุณภาพ  | EF จากผู้ผลิต หรือ EF ระดับประเทศ | EF ระดับภูมิภาค | EF ระดับสากล              |

หมายเหตุ : อ้างอิงแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (2556)

**ตารางที่ ง.2** การกำหนดระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอน

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

หมายเหตุ : อ้างอิงแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (2556)

ตารางที่ ง.3 แสดงผลการประเมินความไม่แน่นอน

| ประเภทของกิจกรรม | รายการ                                  | คะแนนการเก็บข้อมูล (A) | ค่า EF (B) ผลการประเมิน | (AxB) ระดับคุณภาพ | ระดับคุณภาพ |
|------------------|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
| 1                | การเผาไหม้น้ำมันดีเซลรถยนต์ส่วนกลาง     | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | การเผาไหม้น้ำมันเบนซินรถยนต์ส่วนกลาง    | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
| 2                | การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(กฟภ.) | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
| 3                | กระดาษ A4 สีขาว 70 แกรม                 | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | กระดาษ A4 สีขาว 80 แกรม                 | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | การใช้น้ำประปา                          | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | การจัดการขยะ (ฝังกลบ)                   | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | น้ำมันดีเซล (การได้มา)                  | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |
|                  | น้ำมันเบนซิน (การได้มา)                 | 3                      | 3                       | 9                 | 2           |

## ภาคผนวก จ.

## ภาพกิจกรรมทวนสอบข้อมูลการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้



