

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง Carbon Footprint of the School of Architecture, Art, and Design, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

รับบทความ	17/04/2568
แก้ไขบทความ	30/05/2568
ยอมรับบทความ	07/07/2568

พิชชาทร กองอรรถ* ณรงค์ฤทธิ์ จินต์จันทรวงศ์
ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Pitchatorn Kong-ut, Narongrit Jinjantarawong
Department of Architecture and Planning, School of Architecture, Art, and Design
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
65026020@kmitl.ac.th, narongrit.ji@kmitl.ac.th

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของปีงบประมาณ 2566 เพื่อพัฒนาแนวทางในการเก็บข้อมูลสำหรับส่วนงานภายใน และเพื่อเป็นฐานข้อมูลด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสถาบันต่อไป โดยมีระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ จากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและข้อมูลกิจกรรม ที่ทำให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะจากการลงพื้นที่ภาคสนาม โดยการสำรวจ สัมภาษณ์ และสังเกตการณ์ พร้อมบันทึกข้อมูล โดยมีขอบเขตการเก็บข้อมูลคือ ปีงบประมาณ 2566 (1 ตุลาคม 2565–30 กันยายน 2566) 2) การคำนวณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์วิเคราะห์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 3) การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของปีงบประมาณ 2566 กับข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและสรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีงบประมาณ 2566 เท่ากับ 1,257.13 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 105.06, 895.64 และ 256.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.36, 71.25 และ 20.40 ตามลำดับ และมีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์สูงสุดในเดือนพฤษภาคม และกันยายน 2566 ซึ่งมีค่า 127.39 และ 117.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงปลายภาคเรียน เป็นช่วงที่นักศึกษาต้องส่งงานตามที่ได้รับมอบหมายในแต่ละรายวิชา จึงใช้เวลาทำงานที่คณะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลานอกเวลาเรียนส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าช่วงเวลาอื่นและปล่อยน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 2565 และ มกราคม 2566 ซึ่งเป็นช่วงปิดภาคการศึกษา คิดเป็น 61.88 และ 75.01 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากการศึกษา ผู้วิจัยได้แนวทางในการทำตารางเพื่อเก็บข้อมูลในแต่ละส่วนงาน เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรได้สะดวกมากขึ้น

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซเรือนกระจก คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Abstract

The objectives of this study were to assess the carbon footprint of the School of Architecture, Art, and Design at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang in the fiscal year 2023. Additionally, it aimed to establish a framework for internal data collection to support a comprehensive long-term carbon footprint database. The research was conducted in 3 phases: 1) collecting concepts, theories, and activity data contributing to greenhouse gas emissions through field surveys, interviews, and observations; 2) calculating greenhouse gas emissions followed the Carbon Footprint for Organizations (CFO) guidelines established by Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization: TGO); 3). analyzing and comparing the results.

The results show that the total greenhouse gas emissions amounted to 1,257.13 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e). Emissions were distributed as follows: Scope 1 accounted for 8.36%, Scope 2 for 71.25%, and Scope 3 for 20.40% of the total. The highest emissions occurred in May and September 2023, with emissions of 127.39 and 117.42 tCO_2e , respectively. These peaks corresponded with periods of increased student activity related to project submissions. Conversely, the lowest emissions were observed during academic breaks in December 2022 and January 2023, with values of 61.88 and 75.01 tCO_2e , respectively. From the study, the researcher developed a framework for data collection tables for each department to facilitate the evaluation of the carbon footprint for the organization.

Keywords: *carbon footprint, carbon dioxide equivalent, greenhouse gas, School of Architecture, Art, and Design, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*

บทนำ

ภาวะโลกร้อน (global warming) ในปัจจุบันอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) ซึ่งเพิ่มขึ้นในทุกปีจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการบริโภคของมนุษย์ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก เช่น น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดน้ำท่วม สภาพอากาศแปรปรวน ผลผลิตทางการเกษตรลดลง สัตว์บางชนิดอาจสูญพันธุ์ เนื่องจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว ประชาคมโลกจึงได้ทำความตกลงในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UN Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เพื่อลดก๊าซเรือนกระจก โดยตั้งเป้าหมายที่จะควบคุมอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศของโลกไม่ให้สูงขึ้นเกิน 2 องศาเซลเซียส และในการประชุมสมัชชาประเทศว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (COP 26) ณ เมืองกลาสโกว์ สหราชอาณาจักร วันที่ 1–12 พฤศจิกายน 2021 ประเทศไทยก็ได้ประกาศเจตนารมณ์ที่จะเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ได้ภายในปี ค.ศ. 2050 และปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (net zero emissions) ภายในปี ค.ศ. 2065

สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการศึกษาวิจัยเรื่องการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เช่น ธนัท พูลประทีน (2555) ศึกษาเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554), The Greenhouse Gas Protocol (World Business Council for Sustainable Development [WBCSD], 2004), ISO 14064 Part 1 (International Organization for Standardization, 2006) และ ISO/WD TR 14069 (International Organization for Standardization, 2010) เก็บข้อมูลในปีการศึกษา 2553 และภาคต้น ปีการศึกษา 2554 ผลการศึกษาพบว่า มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม 826.13 tCO₂e โดยประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66 (548.10 tCO₂e) รองลงมาเป็นประเภทที่ 3 ร้อยละ 30 (243.56 tCO₂e) และประเภทที่ 1 ร้อยละ 4 (34.47 tCO₂e) ตามลำดับ เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากรของภาควิชา คิดเป็น 1.85 tCO₂e/คน/ปี

ณัฐพล รำพึงกิจ (2559) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2558) และ ISO 14064-1 (International Organization for Standardization, 2006) เก็บข้อมูลในปีงบประมาณ 2559 (ตุลาคม 2558–กันยายน 2559) ผลการศึกษาพบว่า มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม 54,954.9 tCO₂e โดยประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97 (53,409.2 tCO₂e) และประเภทที่ 1 ร้อยละ 3 (1,545.65 tCO₂e) เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษา คิดเป็น 1.21 tCO₂e/คน/ปี

วรศรา สิริวัฒน์ และคณะ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพิษณุโลก โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2559) เก็บข้อมูลในปีงบประมาณ 2561 ผลการศึกษาพบว่า มีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวม 1,594 tCO₂e โดยประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.28 (1,470.97 tCO₂e) รองลงมาเป็นประเภทที่ 3 ร้อยละ 4.83 (77.01 tCO₂e) และประเภทที่ 1 ร้อยละ 2.88 (45.98 tCO₂e) ตามลำดับ เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากรของภาควิชา คิดเป็น 3.036 tCO₂e/คน/ปี เป็นต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ตระหนักถึงปัญหาภาวะโลกร้อน โดยแผนบริหารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2567–2569 ใน Index 4 Global Infrastructure เพิ่มคุณภาพชีวิตของบุคลากรและนักศึกษา ได้กล่าวถึงการสร้างระบบการจัดการด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อลดอัตราการปล่อยปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในสถาบัน โดยมีเป้าหมายจะลดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนลงร้อยละ 10 ในปี พ.ศ. 2567 และจะลดลงให้ได้ร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2569

คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ เป็นหนึ่งในหน่วยงานของสถาบันมีพื้นที่ทั้งหมด 82.35 ไร่ (131,764 ตร.ม.) 33 อาคาร เป็นพื้นที่ใช้สอยในอาคาร 61,489 ตร.ม. ลานจอดรถ 7,748 ตร.ม. และเป็นพื้นที่สีเขียวร้อยละ 37.53 ของพื้นที่ทั้งหมด

มีบุคลากร 207 คน และนักศึกษา 2,540 คน รวม 2,747 คน และยังไม่เคยดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเพื่อหาตัวชี้วัดด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรรวมไปถึงแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานในคณะ เพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน เสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่คณะ และเป็นแนวทางในการจัดเก็บข้อมูลแก่บุคลากรและผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของปีงบประมาณที่กำหนดกับข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อพัฒนาแนวทางในการเก็บข้อมูลสำหรับส่วนงานภายใน และเพื่อเป็นฐานข้อมูลด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสถาบันต่อไป

วิธีการศึกษา

การกำหนดขอบเขต

ขอบเขตด้านเนื้อหา : การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ผลรวมของปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของคณะ โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ การเดินทางภายในและภายนอกสถาบันด้วยยานพาหนะขององค์กร การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มและซ่อมบำรุงภายในองค์กร และน้ำเสีย
- ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก
- ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ การใช้น้ำประปา การใช้กระดาษ A4 และการเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะ หรือยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร

ขอบเขตด้านพื้นที่ : คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอบเขตด้านระยะเวลา : ปีงบประมาณ 2566 ระยะเวลาตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2566

การเก็บข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลรายการการใช้ทรัพยากรและพลังงานจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของคณะตามขอบเขตที่กำหนด โดยในประเภทที่ 1 กำหนดให้มีการรายงานแยกชนิดของก๊าซเรือนกระจกด้วย แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกของคณะ แยกตามประเภท

กิจกรรม	Input	GHGs	แหล่งข้อมูล
ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่			
1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่			
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร	LPG	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	ใบเสร็จ
1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการเดินทางด้วยพาหนะขององค์กร			
- รถของสถาบัน	Diesel	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	ใบเสร็จ
1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลอื่น ๆ			
- น้ำเสีย	น้ำเสีย	CO ₂ , CH ₄	หนังสือแจ้งค่าน้ำประปา

กิจกรรม	Input	GHGs	แหล่งข้อมูล
- การรั่วไหลของระบบปรับอากาศ	สารทำความเย็น R-32	HFC	สัญญาณก่อสร้าง
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน			
2.1 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	ไฟฟ้า	CO ₂	หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ			
3.1 การซื้อวัตถุดิบและบริการ			
- การใช้กระดาษ	กระดาษ	CO ₂	ใบสั่งซื้อ
- การใช้น้ำประปา	น้ำประปา	CO ₂	หนังสือแจ้งค่าน้ำประปา
3.2 การได้มาของพลังงานที่ใช้ในองค์กร			
	ไฟฟ้า	CO ₂	หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า
3.3 การเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะ และยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร			
- รถส่วนตัว Diesel	Diesel	CO ₂	
- รถส่วนตัว Gasoline	Gasoline	CO ₂	
- รถรับจ้าง - รถตู้	Diesel	CO ₂	ใบเบิกค่าใช้จ่ายในการ
- รถรับจ้าง - รถปรับอากาศ	Diesel	CO ₂	เดินทางไปปฏิบัติงาน
- รถรับจ้าง - TAXI	CNG	CO ₂	
- เครื่องบิน	Kilometer	CO ₂	

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจก ซึ่งระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กรทุกประเภทกิจกรรม ดังภาพ 1

กิจกรรมที่ต้องการเก็บข้อมูล		หน่วยการทำงาน	เดือนที่ต้องการเก็บข้อมูล												ผลรวมปริมาณของข้อมูล
ประเภท	กิจกรรม	หน่วย	ม.ค.-25	ก.พ.-25	มี.ค.-25	เม.ย.-25	พ.ค.-25	มิ.ย.-25	ก.ค.-25	ส.ค.-25	ก.ย.-25	ต.ค.-25	พ.ย.-25	ธ.ค.-25	รวม
1	ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง														
1.1	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม	kg													
1.2	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													
1.3	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													
1.4	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													
2	ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน														
2.1	การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	kWh													
3	ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ จากองค์กร														
3.1	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													
3.2	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													
3.3	การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการแปรรูปและการใช้พลังงาน	kg													

ภาพ 1 แสดงเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรและพลังงานในแต่ละประเภท จากข้อมูลในภาพ 1 โดยวิธีการดังต่อไปนี้

- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คำนวณได้ดังสมการ 1

$$\text{GHGs emission} = \text{activity data} \times \text{emission factor} \times \text{GWP}$$

โดยที่ GHGs emission = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมขององค์กร (CO₂eq./year), activity data คือข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในองค์กร (unit/year), emission factors (EF) คือค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO₂eq./unit) และ Global Warming Potential (GWP) คือค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซแต่ละประเภท ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซแต่ละประเภท

Industrial Designation or Common Name	Chemical Formular	GWP 100-yr (AR5)	แหล่งที่มา
Carbon dioxide	CO ₂	1	กระบวนการเผาไหม้ การหายใจ
Methane / Fossil methane	CH ₄	28/30	การฝังกลบขยะ การทำฟาร์ม ปศุสัตว์ การ บำบัดน้ำเสีย
Nitrous oxide	N ₂ O	265	ปรากฏการณ์ธรรมชาติ อุตสาหกรรมเคมี เชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้ปุ๋ย
Sulphur hexafluoride	SF ₆	23,500	การนำมาใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง
Nitrogen trifluoride	NF ₃	16,100	อยู่ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
Hydrofluorocarbon	HFCs	0.005 - 14,600	สารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ สเปรย์
Perfluorocarbon	PFCs	0.004 - 18,500	ตัวทำละลายและสารตั้งต้นในการผลิตใน ภาคอุตสาหกรรม

ที่มา: IPCC global warming potential values by IPCC, 2025. (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-7/#7.6>)

- 1.3 น้ำเสีย สามารถคิดได้จากน้ำใช้ ในที่นี้คือน้ำประปาในข้อ 3.1 โดยใช้บ่อบำบัดแบบไม่เติมอากาศ คำนวณได้ดังสมการ 2

$$\text{GHGs emission (kgCH}_4\text{)} = 0.200 \times [(W_i \times \text{COD}/1000) - S]$$

โดยที่ W_i = ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.), COD = ความต้องการออกซิเจนทางเคมีของน้ำเสียขาเข้า (mg/L), S = สารอินทรีย์ที่ถูกกำจัดในรูปของสลัดจ์ (กิโลกรัม COD) โดยค่าที่ออกมาจะเป็น kgCH₄ จึงต้องมีการคูณ GWP ของ CH₄ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28 เข้าไป และหาร 1000 เพื่อให้ได้ค่าออกมาเป็น tCO₂e

- 1.4 การรั่วไหลของเครื่องปรับอากาศ คิดจากปริมาณเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่ของคนในปีงบประมาณ 2566 (สารทำความเย็น R-32) โดยใช้อัตราการรั่วไหลดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าประมาณการปล่อยสารทำความเย็นจากระบบทำความเย็นต่าง ๆ

ประเภทของอุปกรณ์	ขนาดบรรจุ (Kg.)	ค่าการปล่อยก๊าซสำหรับช่วงการติดตั้ง อุปกรณ์ (ร้อยละของขนาดบรรจุ)	ค่าการปล่อยก๊าซสำหรับช่วงการใช้งาน อุปกรณ์ (ร้อยละของขนาดบรรจุ/ปี)
เครื่องทำความเย็น/ เครื่องปรับอากาศ	0.2-6	3	15

ที่มา: ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (พิมพ์ครั้งที่ 8) โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2565. TGO-MTEC.

การจัดทำรายงาน

การรายงานผลจะจำแนกการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 3 ประเภท ตามหัวข้อขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำรายงานมาเปรียบเทียบกับปีการศึกษาเพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งาน โดยปีงบประมาณ 2566 ซึ่งเป็นช่วงที่เก็บข้อมูลครอบคลุมอยู่ในช่วงครึ่งหลังของภาคเรียนที่ 1/2565 จนถึง 3 เดือนแรกของภาคเรียนที่ 1/2566 โดยเป็นช่วงภาคเรียนที่ 1/2565 เป็นเวลา 74 วัน ปิดภาคเรียนที่ 1/2565 เป็นเวลา 26 วัน ภาคเรียนที่ 2/2565 เป็นเวลา 131 วัน ปิดภาคเรียนที่ 2/2565 เป็นเวลา 44 วัน และภาคเรียนที่ 1/2566 เป็นเวลา 90 วัน ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงช่วงปีการศึกษาและปีงบประมาณ 2566

เดือน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
รายการ	65	65	65	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
ภาคเรียนที่ 1/65	1 ส.ค. 65 – 13 ธ.ค. 65															
ปิดภาคเรียนที่ 1/65					14 ธ.ค. 65 – 8 ม.ค. 66											
ภาคเรียนที่ 2/65							9 ม.ค. 66 – 19 พ.ค. 66									
ปิดภาคเรียนที่ 2/65										20 พ.ค. 66 – 2 ก.ค. 66						
ภาคเรียนที่ 1/66													3 ก.ค. 66 – 10 พ.ย. 66			
ปีงบประมาณ 66							1 ต.ค. 65 – 30 ก.ย. 66									

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

เนื่องจากในแต่ละช่วงมีจำนวนวันที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงประมาณค่าเป็นปริมาณต่อวัน โดยรวมช่วงภาคเรียนที่ 1/2565 และภาคเรียนที่ 1/2566 เข้าด้วยกัน รวมช่วงปิดภาคเรียนเป็นช่วงเดียว และเทียบเป็นอัตราส่วนร้อยละของแต่ละขอบเขต ในแต่ละช่วงของปีการศึกษาเพื่อให้เห็นสัดส่วนที่ชัดเจน สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษา

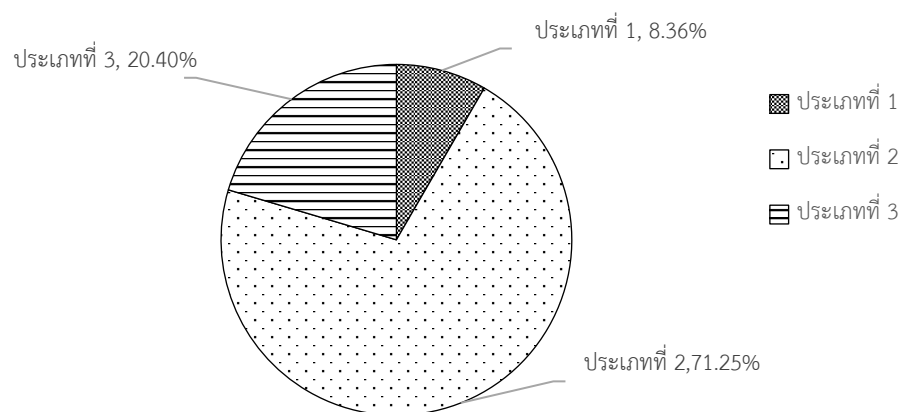
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายขอบเขต

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ ในปีงบประมาณ 2566 คือ 1,257.13 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 105.06, 895.64 และ 256.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.36, 71.25 และ 20.40 ตามลำดับ ดังตาราง 5 และแผนภูมิ 1

ตาราง 5 แสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะ แยกตามประเภท

ประเภท	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (tCO ₂ e)	ร้อยละ
ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง	105.06	8.36
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน	895.64	71.25
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ	256.42	20.40
รวม	1,257.13	100.00

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568



แผนภูมิ 1 แสดงสัดส่วนร้อยละ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะ

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

โดยประเภที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักมาจากการรั่วไหลของสารทำความเย็น R-32 คิดเป็นร้อยละ 68.16 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมประเภที่ 1 ในประเภที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า มีสัดส่วนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับประเภที่อื่น ๆ และประเภที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ พบว่า การได้มาซึ่งพลังงานที่ใช้ในองค์กร และการเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะและยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กรมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 68.96 และ 16.36 ตามลำดับ

ตาราง 6 แสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะ

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม (Activity data)		ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)		ปริมาณ คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ขององค์กร (tCO ₂ e)
	ปริมาณ (ต่อปี)	หน่วย	ค่า EF (kgCO ₂ e/หน่วย)	ที่มา	
ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรง					
1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้อยู่กับที่					
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร LPG	288.00	กก.	3.1134	IPCC Vol.2 table 2.2, DEDE	0.90
1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการเดินทางด้วยพาหนะขององค์กร					
- Diesel	9,221.55	ลิตร	2.7406	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE	25.27
1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการรั่วไหลอื่น ๆ					
- น้ำเสีย	45,311.00	ลบ.ม.	0.1607	Thai National LCI Database	7.28
- สารทำความเย็น R-32	69.02	กก.	677.0000	IPCC 2013, AR5	71.61
ประเภทที่ 1 รวม					105.06
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน					
2.1 การใช้ไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	1,791,641.00	KWh	0.4999	Thai National LCI Database	895.64
ประเภทที่ 2 รวม					895.64

แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ข้อมูลกิจกรรม (Activity data)		ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)		ปริมาณ คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ขององค์กร (tCO ₂ e)
	ปริมาณ (ต่อปี)	หน่วย	ค่า EF (kgCO ₂ e/หน่วย)	ที่มา	
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ					
3.1 การซื้อวัตถุดิบและบริการ					
- กระดาษ	2,412.50	กก.	0.6677	Thai National LCI Database	1.61
- น้ำประปา	45,311.00	ลบ.ม.	0.7948	Thai National LCI Database	36.01
3.2 การได้มาของพลังงานที่ใช้ในองค์กร - ไฟฟ้า	1,791,641.00	KWh	0.0987	Thai National LCI Database	176.83
3.3 การเดินทางไปราชการด้วยระบบขนส่งสาธารณะ และยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร					
- รถส่วนตัว Gasoline	194.04	ลิตร	2.2394	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, DEDE	0.43
- รถส่วนตัว Diesel	307.04	ลิตร	2.7406		0.84
- รถรับจ้าง - รถตู้ - Diesel	473.70	กม.	2.7406	IPCC Vol.2 table 3.2.1, 3.2.2, PTT	1.30
- รถรับจ้าง - รถบัสปรับอากาศ - Diesel	84.21	กม.	2.7406		0.23
- รถรับจ้าง – TAXI - CNG	173.43	กม.	2.2472	Defra, 2010	0.39
- เครื่องบินภายในประเทศ	58,958.32	pkm	0.1733	Defra, 2010	10.22
- เครื่องบินระหว่างประเทศ	291,299.32	pkm	0.0980	Defra, 2010	28.55
ประเภทที่ 3 รวม					256.42
รวมทั้งหมด					1,257.13

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

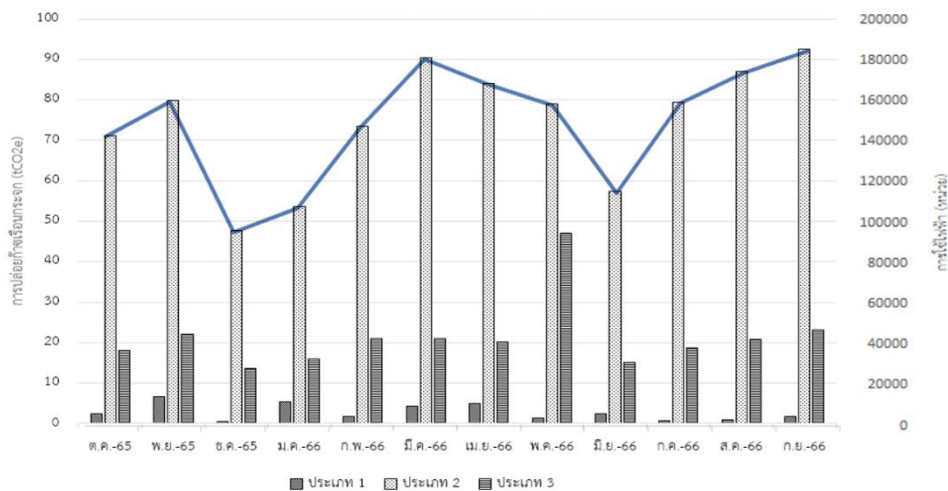
การเปรียบเทียบคาร์บอนฟุตพริ้นท์กับการใช้งาน

จากผลการสำรวจพบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละเดือนของคณะมีค่าที่ต่างกันออกไป โดยเมื่อตัดการรั่วไหลของสารทำความเย็นออก พบว่า ในปีงบประมาณ 2566 คณะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2566 (127.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) รองลงมาในเดือนกันยายน 2566 (117.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนมีนาคม 2566 (115.78 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนเมษายน 2566 (109.18 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนพฤศจิกายน 2565 (108.44 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนสิงหาคม 2566 (108.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนกรกฎาคม 2566 (98.77 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนกุมภาพันธ์ 2566 (96.32 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนตุลาคม 2565 (91.61 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เดือนมกราคมและเดือนมิถุนายน 2566 (75.01 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) และปล่อยน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 2565 (61.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ดังตาราง 7 และแผนภูมิ 2

ตาราง 7 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะในปัจุบันประมาณ 2566 แยกรายเดือน (tCO₂e /เดือน)

เดือน ขอบเขต	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
	65	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	66
ประเภท 1	2.35	6.61	0.62	5.42	1.84	4.34	5.04	1.44	2.33	0.63	1.00	1.83
ประเภท 2	71.23	79.76	47.66	53.62	73.49	90.48	83.98	78.98	57.49	79.48	86.98	92.48
ประเภท 3	18.03	22.07	13.60	15.96	21.00	20.95	20.16	46.97	15.19	18.65	20.72	23.11
รวม	91.61	108.44	61.88	75.01	96.32	115.78	109.18	127.39	75.01	98.77	108.70	117.42

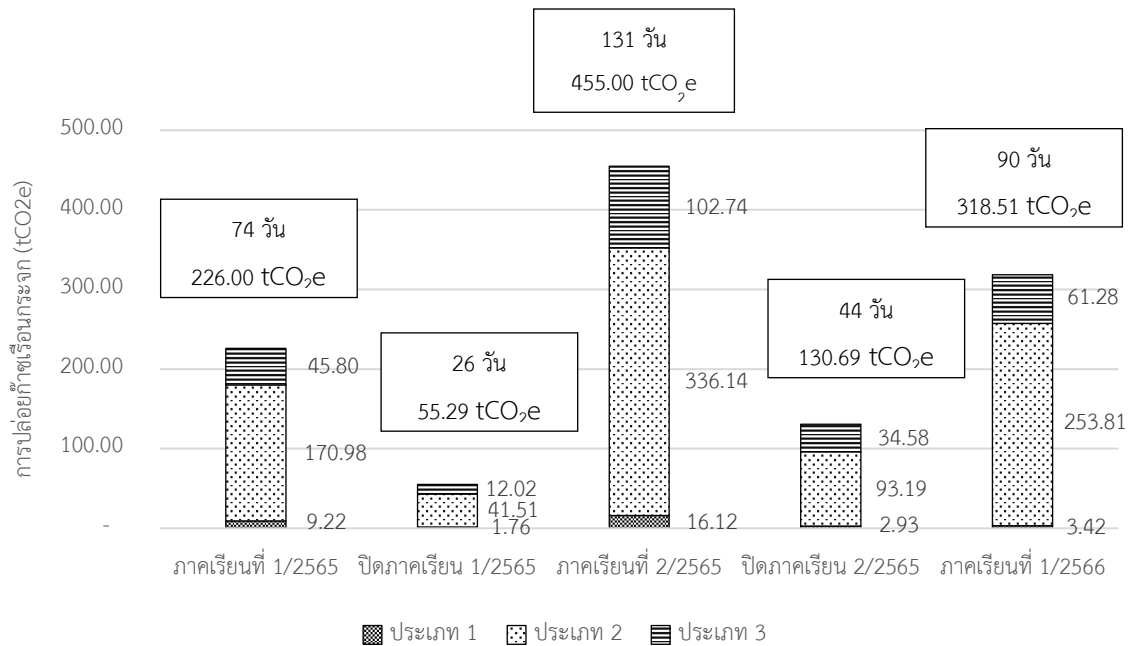
ที่มา: ผู้วิจัย, 2568



แผนภูมิ 2 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะในปัจุบันประมาณ 2566 เปรียบเทียบกับหน่วยการใช้ไฟฟ้า แยกรายเดือน

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

เมื่อเทียบกับภาคการศึกษา พบว่า ในช่วงเปิดภาคเรียนมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าช่วงปิดภาคเรียน โดยที่ภาคเรียนที่ 2/2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็น 455.00 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เนื่องจากมีจำนวนวันมากที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่น ๆ ดังแผนภูมิ 1 ช่วงที่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงคือ ช่วงกลางและปลายการเรียน ทั้งภาคเรียนที่ 1 และ 2 เป็นช่วงที่นักศึกษาต้องส่งภาระงานตามที่ได้รับมอบหมายในแต่ละรายวิชาจึงใช้เวลาทำงานที่คดณะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลานอกเวลาเรียนส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าช่วงเวลาอื่น และช่วงปิดภาคเรียน 1/2565 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คิดเป็น 55.29 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า



แผนภูมิ 3 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะ แยกรายภาคเรียน
ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

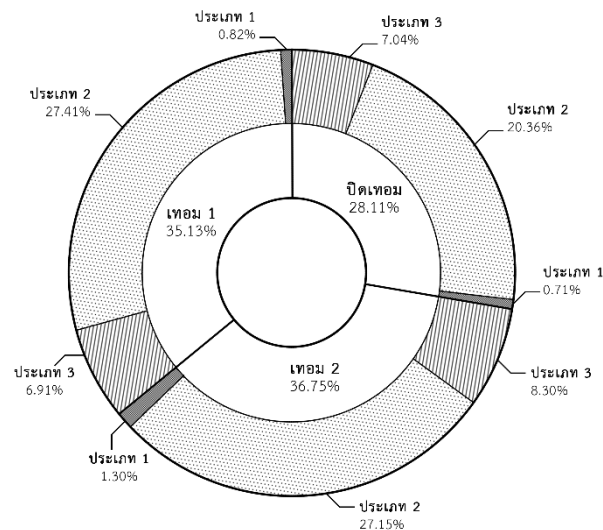
เนื่องจากในแต่ละช่วงมีจำนวนวันที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงประมาณค่าเป็นปริมาณต่อวัน โดยรวมช่วงภาคเรียนที่ 1/2565 และภาคเรียนที่ 1/2566 เข้าด้วยกัน และรวมช่วงปิดภาคเรียนเป็นช่วงเดียว พบว่า ภาคเรียนที่ 2 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด และช่วงปิดภาคเรียนปล่อยน้อยที่สุด ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะ ปริมาณต่อวัน (tCO₂e /วัน)

ช่วง	ภาคเรียนที่ 1	ภาคเรียนที่ 2	ปิดภาคเรียน
ขอบเขต			
ประเภท 1	0.08	0.12	0.07
ประเภท 2	2.59	2.57	1.92
ประเภท 3	0.65	0.78	0.67
รวม	3.32	3.47	2.66

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

ปริมาณต่อวันมีค่าต่างกันไม่มากในแต่ละช่วง ผู้วิจัยจึงประมาณค่าเป็นร้อยละเพื่อให้เห็นค่าที่ชัดเจนขึ้น พบว่า ภาคเรียนที่ 2 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 36.51 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เนื่องจากมีการทัศนศึกษาทั้งในและต่างประเทศมากกว่าภาคเรียนที่ 1 ทำให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงกว่า และช่วงปิดภาคเรียนปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด ดังแผนภูมิ 4



แผนภูมิ 4 แสดงสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะ

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

สรุป

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีงบประมาณ 2566 คือ 1,257.13 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 105.06, 895.64 และ 256.42 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และเมื่อเทียบเป็นรายเดือน พบว่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2566 (127.39 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) และปล่อยน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 2565 (61.88 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เมื่อนำมาคำนวณเทียบสัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะ คิดเป็น 0.46 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคน เมื่อเทียบกับกรณีศึกษาพบว่า ผลการศึกษาไปในทางเดียวกันคือ ประเภทที่ 2 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือประเภทที่ 3 และ 1 ตามลำดับ ดังตาราง 9 โดยค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละสถานที่แตกต่างกันไปตามบริบทการใช้งาน

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับกรณีศึกษา

รายการ	การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ e/ปี)	อัตราส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกประเภท			การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน (tCO ₂ e/คน/ปี)
		ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	
ธนัท พูลประทีน (2555), คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาชีพวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	826.13	4	66	30	1.85
ณัฐพล ร้าพิงกิจ (2559), การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลด ก๊าซเรือนกระจก	54,954.85	3	97	-	1.21
วิศรา ลิขิวัฒน์ และคณะ (2564), คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท	1,693.96	2.88	92.28	4.83	3.04
งานวิจัยนี้	1,257.13	8.36	71.25	20.40	0.46

ที่มา: ผู้วิจัย, 2568

ข้อเสนอแนะ

- จากการสำรวจและเก็บบันทึกข้อมูลพบว่า ข้อมูลบางส่วนมีการเก็บแยกหน่วยงานกัน และไม่มีการเก็บรวบรวมเป็นไฟล์ดิจิทัล หากมีการเก็บรวบรวมไว้ในแหล่งเดียวกันจะสามารถนำข้อมูลไปใช้งานต่อได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น
- ข้อมูลบางกิจกรรมไม่มีการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลไว้ ได้แก่ ปริมาณขยะ ควรมีการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการข้อมูลต่อไป
- เนื่องจากประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (ไฟฟ้า) เป็นประเภทที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คณะควรมีมาตรการในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น การกำหนดเวลาในการใช้งานอาคาร การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่อายุเกิน 10 ปี การอบรมและรณรงค์ให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมอุตุนิยมวิทยา. ศูนย์ภูมิอากาศ. (2560). *ภาวะโลกร้อน*. <http://climate.tmd.go.th/>
- คมสันต์ มาลีสี. (2566). *แผนบริหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2567–2569*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัฐพล ร้าพิงกิจ. (2559). *การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/70816>
- ธนัท พูลประทีน. (2555). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. DRIC. DOI: https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KU.the.2012.375
- ไพรัช อสุภรัตน์ และหาญพล พิงค์ศรี. (2557, มกราคม–มีนาคม). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22(1), 1–12.
- ภัทรานิษฐ์ ปริญากุลเสถียร. (2563). *รายงานวิจัยสถาบันเรื่อง การประเมินศักยภาพในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*. ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วริศรา สีชีวัฒน์, วิภาดา ทองหอม, ศุภิสรา แสงโสภณ, ธนกฤต เนียมหอม, และวิธิตา พัฒนอิสราณกุล (2564, กรกฎาคม–สิงหาคม). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพะเยา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วทท.)*, 29(4), 604–617.
- วิชญานิ พุทธิพิริยกุล. (2562). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี]. SUTIR. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/8369>
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. *งานบริหารทรัพยากรกายภาพและสินทรัพย์*. (2567). *พบประชาคมกายภาพ*. คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบัน.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*. TGO-MTEC.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2558). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 3)*. TGO-MTEC.

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร* (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 5). TGO-MTEC.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2565). *ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร* (พิมพ์ครั้งที่ 8). TGO-MTEC.
- International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14064-1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*.
<https://www.iso.org/>
- International Organization for Standardization. (2010). *ISO/WD TR 14069: GHG -quantification and reporting of GHG emissions for organizations (Carbon footprint of organization)-Guidance for the application of ISO 14064-1*. <https://www.iso.org/>
- IPCC. (2025). *IPCC global warming potential values*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-7/#7.6>
- World Business Council for Sustainable Development [WBCSD]. (2004). *The GHG protocol for project accounting*.
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg_project_accounting.pdf