



เว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
Carbon footprint assessment website

นายขาว สীগกุล
นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่



เว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

Carbon footprint assessment website

นายขาว สীগกุล
นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1

ปีการศึกษา 2568

ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่



หัวข้อโครงการ	เว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
ผู้วิจัย	นายขาว สีกาลกุล นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

นายธฤต ไชยมงคล

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ

(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

..... กรรมการ

(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

..... กรรมการ

(พิมพ์ ชื่อ – นามสกุล)

ได้อนุมัติให้แนบโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มอาชีพซอฟต์แวร์และการ
ประยุกต์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

..... หัวหน้าแผนกวิชา

(นายธำปนนท์ ปัญญามิ)

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ของแผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

หัวข้อโครงการ	เว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
ผู้วิจัย	นายขาว สีกากุล นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายธฤต ไยชมงคล

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสำเร็จของโครงการและมาตรการต่าง ๆ ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย เช่น โครงการซื้อขายคาร์บอนเครดิตและโครงการ T-VER รวมถึงสำรวจบทบาทของภาคธุรกิจและองค์กรในการเข้าร่วมตลาดคาร์บอนเครดิต และการนำมาตรฐานคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้ในการประเมินและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งถือเป็นแนวทางสำคัญในการส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากการศึกษาดังกล่าว ทีมผู้จัดทำได้พัฒนาเว็บไซต์สำหรับประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ที่ใช้งานง่ายและสามารถให้ผลลัพธ์การประเมินที่ชัดเจน โดยผู้ใช้งานสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การใช้พลังงาน การเดินทาง และการบริโภควัตถุดิบ ระบบจะประมวลผลและแสดงผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โครงการนี้ถูกนำไปทดลองใช้ภายในวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ และมีเป้าหมายเพื่อขยายการใช้งานในวงกว้างเพื่อสนับสนุนการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อนอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์, คาร์บอนเครดิต, ก๊าซเรือนกระจก, เว็บไซต์

The Title	Carbon footprint assessment website
The Author	Mr. Khao Seekakun Mr. Gierdtisak Oopagorn
Program	Information technology
Thesis Advisors	Mr. Tharit Chaimongkhon

ABSTRACT

This project aims to study the effectiveness of various programs and measures in reducing greenhouse gas emissions in Thailand, such as carbon credit trading schemes and the T-VER program. It also explores the role of businesses and organizations in participating in the carbon credit market and adopting carbon footprint standards to evaluate and reduce emissions. These efforts represent a crucial strategy to promote environmental responsibility and sustainable development.

Based on the findings, the team developed a user-friendly website that enables organizations to assess their carbon footprint with clarity and ease. Users can input data related to activities that generate greenhouse gas emissions—such as energy consumption, transportation, and raw material usage—and the system will calculate and display the carbon footprint in an understandable format. The project was piloted within Chiang Mai Technical College and aims to expand for broader use, supporting concrete efforts to mitigate the impacts of global warming.

Keywords : Carbon Footprint, Carbon Credit, Greenhouse Gas, Website

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ เว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ธฤต ไยชมงคล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการทำโครงการและข้อคิดเห็นต่างๆ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ธฤต ไยชมงคล ผู้มีอุปการะคุณที่คอยให้ความรู้และอธิบายความรู้และข้อมูลต่างๆรวมถึงคำชี้แนะในการทำโครงการนี้

คณะผู้จัดทำ

นายขาว สีกาลกุล

นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพ (ต่อ)	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	1
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
งบประมาณ	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	5
แนวโน้มและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์	12
กรณีศึกษาและการประยุกต์ใช้ในภาคส่วนต่างๆ	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
รูปแบบการวิจัย	13
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากร	13
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	14
การเก็บรวบรวมข้อมูล	15
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	20
จริยธรรมการวิจัย	20
แผนผังการดำเนินการ (สรุปขั้นตอน)	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ข้อจำกัดและการควบคุม	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)	23
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง	24
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	25
สูตร	26
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	27
อภิปรายผล	27
ข้อจำกัด	28
ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	
บรรณานุกรมภาษาไทย	29
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	41
ประวัติผู้วิจัย	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	โครงสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	17
3.2	ตัวแปรและนิยามเชิงปฏิบัติการ	18
3.3	แผนการวิเคราะห์ข้อมูล	19
4.1	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)	23
4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รายด้าน)	24

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.2	ขั้นตอนที่ 1 เลือกประเภทบัญชีที่ต้องการสมัคร	31
1.3	ขั้นตอนที่ 2 กรอกข้อมูลสำหรับการสมัครสมาชิก	31
1.4	ขั้นตอนที่ 3 กรอกข้อมูลส่วนตัว	32
1.5	ขั้นตอนที่ 4 เลือกองค์กรที่ต้องการเข้าร่วม	32
1.6	ขั้นตอนที่ 5 ยอมรับเงื่อนไขการใช้บริการของเว็บไซต์ และยืนยันการสมัคร	33
1.7	สมัครบัญชีสมาชิกสำเร็จ	33
1.8	ขั้นตอนที่ 1 เลือกประเภทบัญชีที่ต้องการสมัคร	34
1.9	ขั้นตอนที่ 2 กรอกข้อมูลสำหรับการสมัครองค์กร	34
1.10	ขั้นตอนที่ 3 กรอกข้อมูลองค์กร	35
1.11	ขั้นตอนที่ 4 ยอมรับเงื่อนไขการใช้บริการของเว็บไซต์ และยืนยันการสมัคร	35
1.12	สมัครบัญชีสมาชิกสำเร็จ	36
1.13	เข้าสู่ระบบ	37
1.14	ไม่มีสิทธิ์การใช้งาน	37
1.15	จัดการสมาชิก	38
1.16	หน้าโปรไฟล์	38
1.17	กรอกข้อมูลการคำนวณ	39
1.18	สรุปข้อมูลการคำนวณ	39
1.19	สรุปข้อมูลการคำนวณ (ต่อ)	40
1.20	ข้อมูลหน้าองค์กร	40
2.1	แบบสอบถามความพึงพอใจ	41
2.2	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	42
2.3	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	43
2.4	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	44
2.5	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	45
2.6	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	46
2.7	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.8	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	48
2.9	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	49
2.10	แบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)	50

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโลกร้อนเป็นปัญหาที่ทั่วโลกเผชิญ ผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตมนุษย์ หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้ในการติดตามการปล่อยก๊าซแต่หลายองค์กรยังขาดเครื่องมือในการประเมินที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาเว็บไซต์ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงมีความสำคัญในการช่วยองค์กรติดตามและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสอดคล้อง กับนโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1. เพื่อประเมิน ความสำเร็จของโครงการและมาตรการต่าง ๆ เช่น การซื้อขายคาร์บอน เครดิต และโครงการ T-VER ในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย
- 2.2. เพื่อสำรวจบทบาทของภาคธุรกิจและองค์กรต่างๆ ในการเข้าร่วมตลาดคาร์บอนเครดิต และการนำมาตรฐานคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาใช้ในการประเมินและลดการปล่อยก๊าซเรือน

3. ประโยชน์ที่ได้รับการวิจัย

- 3.1. ในอนาคตจะได้อุ้ช่วยคิดค่านำนวนของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และจะทำให้เกิดควำมรวดเร็วใน

4. ขอบเขตของการวิจัย

- 4.1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 4.1.1. นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 1 ถึง ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
- 4.2. ขอบเขตด้านเนื้อหา
 - 4.2.1. เพื่อให้องค์กรสามารถคำนวณหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้
- 4.3. ขอบเขตด้านเวลา
ระยะเวลาของแผนการดำเนินงาน 1 ปี
- 4.4. ขอบเขตด้านสถานที่
 - 4.4.1. วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม กระบวนการผลิต หรือการใช้งานระบบหนึ่ง ๆ โดยวัดออกมาเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5.2. เว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Website Carbon Footprint Calculator)

หมายถึง เว็บไซต์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการคำนวณและประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้งานเว็บไซต์ โดยอ้างอิงปริมาณข้อมูลที่รับ-ส่ง (Data Transfer) และค่ามาตรฐานด้านพลังงานและการปล่อยคาร์บอน

5.3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e: Carbon Dioxide Equivalent)

หมายถึง หน่วยที่ใช้วัดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยเปรียบเทียบศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซต่าง ๆ กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

5.4. ข้อมูลที่รับ-ส่ง (Data Transfer)

หมายถึง ปริมาณข้อมูลที่ถูกดาวน์โหลดหรืออัปโหลดระหว่างการใช้งานเว็บไซต์ หน่วยที่ใช้วัดคือ กิโลไบต์ (KB), เมกะไบต์ (MB) หรือกิกะไบต์ (GB) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเว็บไซต์

5.5. ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (User Satisfaction)

หมายถึง ความรู้สึกของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้เว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความถูกต้อง ความสะดวก ความรวดเร็ว การออกแบบ UI/UX ความเข้าใจง่าย ประโยชน์ใช้สอย ความไว้วางใจ และความตั้งใจใช้งานต่อ

5.6. มาตราส่วนลิเคิร์ต (Likert Scale)

หมายถึง มาตรการวัดทัศนคติหรือความรู้สึกของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดระดับการเห็นด้วยหรือความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ “น้อยที่สุด” ถึง “มากที่สุด”

5.7. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

หมายถึง ค่ากลางของข้อมูลที่ได้จากการนำผลรวมของค่าทั้งหมดมาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ใช้เพื่อแสดงระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

5.8. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

หมายถึง ค่าที่ใช้บอกการกระจายตัวของข้อมูล ว่ามีความแตกต่างหรือเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด

5.9. ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย (Reliability of Instrument)

หมายถึง ระดับความคงที่ของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แบบสอบถาม ถ้าวัดซ้ำในกลุ่มตัวอย่างลักษณะเดียวกันจะได้ผลที่สอดคล้องกัน โดยใช้สถิติ Cronbach's Alpha เป็นตัวตรวจสอบ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1. เจริญวิชาการ

- 6.1.1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณและประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเว็บไซต์
- 6.1.2. ได้แนวทางการประเมินรอยเท้าคาร์บอนที่สามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสารสนเทศ และวิทยาการคอมพิวเตอร์
- 6.1.3. เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับนักศึกษาและผู้สนใจในด้าน Green IT และ Sustainable Computing

6.2. เจริญปฏิบัติ

- 6.2.1. ได้เครื่องมือในรูปแบบเว็บไซต์ที่สามารถใช้งานได้จริงสำหรับการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเว็บไซต์
- 6.2.2. ผู้ใช้งานสามารถประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้งานเว็บไซต์และหาวิธีลดผลกระทบได้ เช่น การปรับปรุงโครงสร้างเว็บ การลดขนาดไฟล์รูปภาพ หรือการใช้เซิร์ฟเวอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- 6.2.3. หน่วยงานการศึกษา/ธุรกิจสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์ให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

6.3. เจริญสังคมและสิ่งแวดล้อม

- 6.3.1. ช่วยสร้างความตระหนักรู้ (Awareness) ด้านสิ่งแวดล้อมให้กับผู้ใช้งานเว็บไซต์
- 6.3.2. สนับสนุนนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)
- 6.3.3. ลดรอยเท้าคาร์บอนทางดิจิทัล (Digital Carbon Footprint) ของผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตในภาพรวม

6.4. เติงการเรียนรู๋และทักษะนักศึกษา

6.4.1. ผู้วิจัยและผู้เกี่ยวข้องได้ฝึกทักษะด้านการพัฒนาเว็บไซต์ การออกแบบเครื่องมือ

วิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

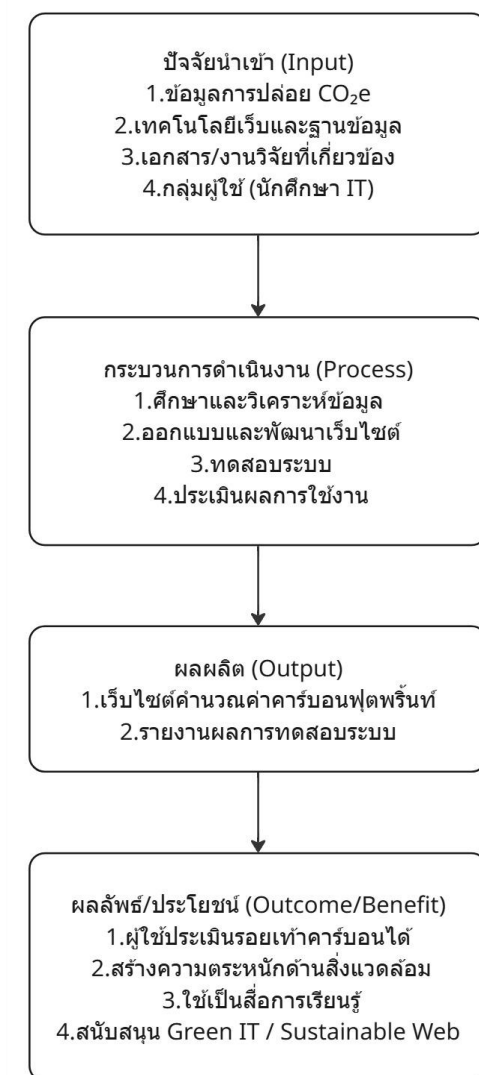
6.4.2. เป็นกรณีศึกษาสำหรับการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศกับปัญหา

สิ่งแวดล้อม

7. งบประมาณ

งบประมาณทั้งหมด 2,000 บาท

8. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานหรือวิจัยเกี่ยวกับการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หนึ่งในแนวทางสำคัญคือการประเมินและจัดการกับ "คาร์บอนฟุตพริ้นท์" (Carbon Footprint) ซึ่งถือเป็นตัวชี้วัดที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์และกำหนดมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างเป็นรูปธรรม บทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดพื้นฐาน แนวทางการประเมิน และบทบาทของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งในระดับบุคคล องค์กร และประเทศ รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
2. มาตรการของไทยในการลดก๊าซเรือนกระจก
3. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์
4. ก๊าซเรือนกระจก
5. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย
6. กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก
7. สภาวะโลกร้อนและผลกระทบ

1. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

1.1. ภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียสจากยุคอุตสาหกรรม ส่งผลต่อระดับน้ำทะเลและภัยพิบัติที่เพิ่มขึ้น ไทยมีความเสี่ยงสูงเนื่องจากพึ่งพาภาคเกษตรและการท่องเที่ยว

1.2. มาตรการของไทยในการลดก๊าซเรือนกระจก

ไทยตั้งเป้าหมาย Carbon Neutrality ภายในปี 2050 และ Net Zero ภายในปี 2065 โดยเน้นลดการปล่อยก๊าซในพลังงานและอุตสาหกรรม พร้อมพัฒนาตลาดคาร์บอนเครดิต

1.3. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในระดับบุคคล องค์กร และประเทศ เพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีโครงการ T-VER ช่วยสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

1.4. ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลก

ให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบ สุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซ เหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการ ดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทนและไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มี เพียง 7 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และ ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ 5 ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็น และใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสาร มอนทรีออลแล้ว (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2563)

1.5. การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2563) สามารถสรุปได้ดังนี้ 1. Thailand's national statement at COP 20 เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2557 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (พลเอก ดาวพงษ์ รัตนสุวรรณ) ได้กล่าวถ้อยแถลงต่อที่ประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่า ด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 20 (COP 20) เกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการจัดการ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยโดยยึดแนวทางหลักเศรษฐกิจพอเพียง เน้นความสมดุลทางเศรษฐกิจสังคมและการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งน้อมนำพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศ นอกจากนี้ ในถ้อยแถลงดังกล่าว ยังระบุถึงการดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของ ประเทศ หรือ Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) ที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือน กระจกในประเทศไทยลงร้อยละ 7 ในภาคพลังงาน และภาคการคมนาคมขนส่งภายในปี พ.ศ. 2563 โดยเทียบกับ BAU (Business as Usual)

และอาจลดได้ถึงร้อยละ 20 หากได้รับการสนับสนุนจากนานาชาติ 2. Thailand's Climate Change Master Plan 2015 – 2050 คณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติได้เห็นชอบต่อแผนแม่บท แห่งชาติด้านการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2593 ตามที่สำนักงาน นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเสนอ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการ แก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดก๊าซเรือนกระจก ผลักดันการจัดทำแผนดำเนินงานอย่างเหมาะสมมีประสิทธิภาพในทุกภาคส่วนและทุกระดับ ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน ของประเทศไทย และส่งเสริมให้ไทยเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) ภายใต้บริบทการ พัฒนาประเทศแบบเศรษฐกิจพอเพียงโดยกำหนดเป็น 3 ยุทธศาสตร์ คือ 1) การปรับตัว (Adaptation) เพื่อรับมือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ 2) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) และเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือน กระจก 3) เสริมสร้างขีดความสามารถของประเทศเพื่อจัดการความเสี่ยงจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งปัจจุบันแผนแม่บทฯ ดังกล่าว กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมได้อยู่ระหว่างเสนอคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ

1.6. กิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติรวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์วันจาก ท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโล คาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมี ความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศ ที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจก ที่เพิ่มขึ้นอีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกันค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ และ จะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2563) โดยค่า GWP ของ ก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่าง

1.7. สภาวะโลกร้อนและผลกระทบ

สภาวะโลกร้อนและผลกระทบ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2563) สามารถสรุปได้ดังนี้ 2.3.1 อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุดในที่ต่าง ๆ สูงขึ้น เป็นผลให้มีจำนวนวันที่อากาศร้อนเพิ่มขึ้น คลื่นความร้อนรุนแรงขึ้น เกิดภัยพิบัติสืบเนื่องจาก ภูมิอากาศ เช่น พายุ น้ำท่วมอย่างรุนแรง มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นอกจากนี้การ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเป็นปัจจัยเสริมให้เกิด โดมความร้อน (Urban heat island) ที่รุนแรงขึ้นในเขตเมืองซึ่งมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อ การกักเก็บความร้อนอยู่แล้วอีกด้วย ปรากฏการณ์โดม ความร้อนนี้ เป็นสภาวะที่อุณหภูมิในเขตเมืองสูงกว่าเขตรอบนอก ในทุกช่วงเวลาที่กลางวัน กลางคืน และทุกฤดูกาล สามารถเกิดได้ในเมืองใหญ่ หรือเมืองที่มีประชากรเพียงประมาณ 10,000 คน ปรากฏการณ์นี้เป็นที่รู้จักมากกว่าร้อยปี และคาดว่าจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบอาจมากถึง ครึ่งหนึ่งของประชากรโลกภายในปลายศตวรรษนี้ การเพิ่มสูงของอุณหภูมิเฉลี่ยยังส่งผลให้เกิดความ ต้องการพลังงาน พลังงานไฟฟ้าเพื่อทำความเย็นสูงขึ้น ทำให้เกิดการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมี ผลกระทบต่อเนื่องถึงปัญหาการขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง ที่จะใช้ผลิตไฟฟ้า และอุปโภคบริโภค 2.3.2 ปริมาณน้ำฝน-น้ำท่า

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณและความถี่ของฝนเปลี่ยนแปลง จากการใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศวิเคราะห์ภาพจำลองกรณีที่มี ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากระดับปี พ.ศ. 2533 เป็นสองเท่า พบว่าปริมาณน้ำฝนของโลกจะ เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5 แต่ปริมาณน้ำฝนจะแตกต่างกันตามภูมิภาค นอกจากนี้ ผลจากอุณหภูมิที่ เพิ่มขึ้นอาจทำให้ปริมาณน้ำท่าลดน้อยลงกว่าเดิม ประเด็นสำคัญในผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำอาจ สรุปได้ดังนี้ ถึงแม้จะมีฝนตกมากขึ้น แต่ก็จะมีการระเหยมากขึ้นเช่นกัน โดยทั่วไปแล้ว การเร่งตัวของ วงจรน้ำนี้จะทำให้มีน้ำฝนมากขึ้น ปริมาณฝนตกจะมากขึ้นในบางพื้นที่และลดลงในบางพื้นที่ แบบจำลองสภาพภูมิอากาศยังไม่สามารถที่จะคาดการณ์ระดับภูมิภาคได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้วงจรของน้ำยังมีความซับซ้อนมาก เช่น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนอาจมีผลต่อปริมาณน้ำบน พื้นผิว การสะท้อนแสงและพืชพรรณธรรมชาติ ซึ่งมีผลต่อการระเหยของน้ำและการกักตัวของเมฆ และจะส่งผลกลับมายังปริมาณน้ำฝนอีก ภูมิภาคใกล้ขั้วโลกเหนืออาจมีน้ำท่ามากขึ้นเนื่องจากฝนตก มากขึ้น แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่แสดงว่าในหน้าหนาวพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรมาก จะมีน้ำมากขึ้น ในขณะที่พื้นที่อื่นจะลดลง แบบจำลองส่วนใหญ่คาดการณ์ว่าความชื้นของดินและ พื้นที่ปลูกธัญพืชที่สำคัญบางแห่งในเขตอบอุ่นจะลดลง การคาดการณ์

ผลกระทบในเขตร้อนขึ้นกระทำได้ลำบาก แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ให้ผลต่างกันในเรื่องของความเข้มข้นและการกระจายของน้ำฝนในเขตร้อนขึ้น ความซับซ้อนของ ระบบภูมิอากาศในเขตร้อนขึ้นทำให้การคาดการณ์มีความไม่แน่นอนสูง การศึกษาเบื้องต้นในประเทศไทยพบว่า ผลที่ได้ระหว่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศมีความแตกต่างกันสูง จำเป็นต้องมีการ ปรับปรุงแบบจำลองในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมกับเขตร้อนขึ้น เช่น ประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงของฝนจะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำที่จะนำมาใช้ได้ แบบจำลอง หลายแบบจำลองชี้ให้เห็นว่าจะมีปริมาณของฝนที่ตกมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดน้ำท่วมและมีปริมาณ น้ำท่ามากขึ้น ในขณะที่การดูดซับของดินจะน้อยลง นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอาจส่งผล กระบวนการกระจายของน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินในภูมิภาคต่างๆ ด้วย สภาพภูมิอากาศมีความแห้ง แล้งมากขึ้น ความอ่อนไหวของระบบอุทกวิทยาท้องถิ่นก็ยิ่งสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและ ปริมาณฝนเพียงไม่มากนักก็สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าได้สูง พื้นที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง อาจมีความอ่อนไหวมากขึ้น อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนที่ลดลง รวมทั้งการระเหยของน้ำและการ คายน้ำของพืชที่มากขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อ การกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำและบ่อน้ำ การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวจะมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำใต้ดินและน้ำบาดาลในระยะยาว เช่น การศึกษา เบื้องต้นของประเทศไทย พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจทำให้ปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่อ่าง เก็บน้ำลดน้อยลง และเมื่อคำนึงถึงความต้องการใช้น้ำเหนืออ่างที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้ว ปัญหาการ ขาดแคลนน้ำในหน้าแล้งจะทวีความรุนแรงมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงของน้ำท่าและการระเหยของน้ำ จะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังระบบนิเวศของธรรมชาติ ในระบบนิเวศน้ำจืดนั้น การเปลี่ยนแปลงใน ระดับของน้ำ อุณหภูมิของน้ำและความร้อนของน้ำมีผลต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของพืชบาง ชนิด ส่วนการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำและปริมาณน้ำฝนจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำ (ธาตุ อาหารและการละลายของออกซิเจน) และปริมาณน้ำในทะเลสาบและลำน้ำ แรงกดดันของปัญหาใน ด้านทรัพยากรน้ำที่มีมากขึ้น จะนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้งที่รุนแรงขึ้น เพราะสภาพภูมิอากาศที่ เปลี่ยนแปลงมีผลเชื่อมโยงไปถึงปริมาณน้ำ การจัดสรรน้ำและความสามารถในการผลิตอาหาร ปัญหาที่รุนแรงขึ้นจะเป็นสาเหตุสำคัญให้ความตึงเครียดทางเศรษฐกิจและการเมืองมีมากขึ้น โดยเฉพาะใน ภูมิภาคที่มีทรัพยากรน้ำจำกัด

ทางเลือกในการปรับตัวต่อความเสี่ยงในเรื่องทรัพยากรน้ำมีไม่มากนัก แต่แนวทางที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยลดปัญหาด้านทรัพยากรน้ำในระยะยาวคือการอนุรักษ์น้ำ 8

2.3.3 ผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลระดับน้ำทะเล ผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของโลกในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาได้เพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 10-25 เซนติเมตร หลายฝ่ายเชื่อว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลนี้ มีความ เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในบรรยากาศชั้นล่างของโลกที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.3-0.6 องศา เซลเซียส มีการคาดการณ์ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกอาจทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 50 เซนติเมตรในปี พ.ศ.2643 นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในมหาสมุทรอาจส่งผลให้ ระดับน้ำทะเลในท้องถิ่นหรือภูมิภาคเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าหรือน้อยกว่าระดับเฉลี่ยของโลกได้

สาเหตุ สำคัญที่ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น คือ การขยายตัวของผิวน้ำทะเลเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โดยมีการ ละลายของภูเขาน้ำแข็งในขั้วโลกเป็นตัวสนับสนุนด้วย การเพิ่มขึ้นที่คาดการณ์นี้ มีอัตราสูงกว่าการ เพิ่มขึ้นในร้อยปีที่ผ่านมา 2 ถึง 5 เท่า อัตรา ขนาด และทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของน้ำทะเลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการตอบสนองของลักษณะชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของการไหลของน้ำทะเล ความแตกต่างของแนวคลื่นและความหนาแน่นของน้ำทะเลและการเคลื่อนย้ายตามแนวตั้งของดิน ซึ่งลักษณะเหล่านี้แตกต่างกันตามพื้นที่และภูมิภาค ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้ จะพุ่งลึกลงไปในมหาสมุทร ทำให้ภูเขาน้ำแข็งละลายเรื่อย ๆ ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นต่อไปอีกนานถึงแม้ว่าระดับอุณหภูมิ บนพื้นผิวจะไม่เปลี่ยนแปลง ผลกระทบต่อชายฝั่ง ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น อาจส่งผลกระทบในวงกว้างอย่างไรก็ดี พื้นที่แต่ละแห่งมีโอกาสได้รับผลกระทบมากน้อยต่างกันออกไป ผลกระทบที่สำคัญ คือพื้นที่ในบริเวณชายฝั่งจะถูกน้ำท่วมและถูกกัดเซาะมากขึ้น โดยเฉพาะในแถบบริเวณชายฝั่งของ ประเทศกำลังพัฒนาที่มีขีดความสามารถในการปรับตัวต่ำ แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้ว หากระดับการ ป้องกันยังเป็นอยู่เช่นในปัจจุบัน ก็อาจได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับบริเวณ ดังกล่าวคือ การสูญเสียที่ดินอันเนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าหากระดับน้ำทะเล สูงขึ้นอีก 1 เมตร พื้นที่ชายฝั่งของประเทศต่างๆ จะสูญหายไป เช่น ประเทศอูรูกวัยจะหายไปร้อยละ 0.05 ประเทศอียิปต์ร้อยละ 1.0 ประเทศเนเธอร์แลนด์ร้อยละ 6.0 ประเทศบังคลาเทศร้อยละ 17.5 และบางประเทศในหมู่เกาะมาร์แชลอาจสูญเสียถึงร้อยละ 80 สร้างความเสียหายต่อสาขาเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะสาขาเกษตรกรรม การประมงชายฝั่ง การท่องเที่ยว การ

ประกันภัยพื้นที่ชายฝั่ง จึงมี ความจำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินการเพื่อให้สาขาเหล่านี้ปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ เปลี่ยนไปให้ได้มากที่สุดเกิดปัญหาด้านสุขภาพอนามัย และสุขภาพจิต โดยเฉพาะชุมชนที่ยากจนในประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องมีการโยกย้ายถิ่นฐาน ระบบนิเวศชายฝั่งที่มีคุณค่าจะมีความเสี่ยงสูง ป่าชายเลน หมู่ปะการังและหญ้าทะเล พื้นที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ มีความล่อแหลมต่อการเปลี่ยนแปลงของ ความถี่และความรุนแรงของ ปริมาณฝนและพายุ ถึงแม้ปะการังซึ่งโดยทั่วไปเจริญเติบโตเร็วพอกับการเพิ่มขึ้นของ ระดับน้ำทะเลก็อาจได้รับความเสียหายจากระดับอุณหภูมิของน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น ระบบ นิเวศของมหาสมุทร อาจได้รับผลกระทบ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนอกจากจะทำให้ ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นแล้ว ยังอาจทำให้พื้นที่น้ำแข็งลดลง เกิดการรวมตัวแนวตั้งของ น้ำและคลื่น เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการหมุนเวียนของน้ำทะเลซึ่งการเปลี่ยนแปลง เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อผลิต ภาพของทรัพยากรชีวภาพ ธาตุอาหารและโครงสร้างของระบบ นิเวศ บทบาทของสมุทรนิเวศ (Marine ecosystems) และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินี้ ยังสามารถทำให้ทรัพยากรชีวภาพเคลื่อนย้าย ระหว่างพื้นที่อีกด้วย 2.3.4 ผลกระทบต่อ ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีความสำคัญ ยิ่งต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและ วัฒนธรรม จะถูกคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศที่รวดเร็ว อุณหภูมิที่ เพิ่มขึ้นระหว่าง 1.0 - 3.5 องศาเซลเซียสในอีก 100 ปี ข้างหน้า จะทำให้เขตภูมิอากาศปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะพื้นที่ ในเขตอบอุ่น องค์ประกอบและการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตตามพื้นที่ของระบบนิเวศ ธรรมชาติจะ เปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองต่อเงื่อนไขใหม่ ในขณะเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ การทำลายป่าและแรงกดดันต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ จะส่งผลกระทบต่อชนิดและการ เจริญเติบโตของพืชและสัตว์ต่างๆ พันธุ์พืชและสัตว์ที่ไม่สามารถปรับตัวได้ทันทั่วทั้งที่อาจสูญ พันธุ์ ซึ่ง เป็นการสูญเสียที่ไม่อาจกลับคืนมาได้ แนวโน้มของผลกระทบที่สำคัญ รวมถึงป่าไม้ ปรับตัวอย่าง เชื่องช้าตามเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลง การสังเกตการณ์ การทดลองและ แบบจำลองได้แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างถาวรเพียง 1.0 องศา เซลเซียสในศตวรรษที่ 21 จะมีผลต่อ บทบาทและองค์ประกอบของป่าไม้

ภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองหนึ่ง ชี้ให้เห็น ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลกระทบที่สำคัญต่อองค์ประกอบของพันธุ์ไม้ในป่าถึงหนึ่งใน สามของโลก ป่าบางชนิดอาจสูญสลายในขณะที่พันธุ์ใหม่อาจเกิดขึ้น ทำให้มีระบบนิเวศใหม่ ได้แต่จะมีการคุกคามของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจรวมถึงศัตรูพืช และไฟป่าที่เพิ่มขึ้น ฤดูกาล เพาะปลูกของทุ่งหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารของปศุสัตว์และสัตว์ป่ามากกว่าร้อยละ 50 ของ

โลกอาจจะเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิและปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นจะเปลี่ยนแปลงขอบเขตระหว่างทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ ป่าไม้และระบบนิเวศอื่นในเขตร้อนชื้น การเปลี่ยนแปลงของการระเหยของน้ำอาจมีผลต่อผลผลิตพืชและจำนวนสัตว์ รวมทั้งสัดส่วนของพันธุ์พืช และพันธุ์สัตว์เป็นอย่างมากพื้นที่ชุ่มน้ำอาจลดลง พื้นที่ชุ่มน้ำเหล่านี้เป็น แหล่งอาศัยและขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์มากมาย นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งปรับปรุงคุณภาพน้ำ ควบคุมน้ำท่วมและสถานะแห้งแล้ง การศึกษาในหลายประเทศชี้แนะว่าโลกร้อนขึ้นจะมีผลทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำลดน้อยลงเนื่องจากอัตราการระเหยที่เร็วขึ้น

2. แนวโน้มและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

2.1 เทคโนโลยีด้านพลังงานสะอาด

2.2.1. พลังงานแสงอาทิตย์

2.2.2. พลังงานลม

2.2.3. พลังงานชีวมวล

2.3 เทคโนโลยีดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage -CCS)

2.3.1. หลักการทำงานของ CCS

2.3.2. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

2.4 ระบบขนส่งคาร์บอนต่ำ

2.4.1. รถยนต์ไฟฟ้า (EV)

2.4.2. ระบบขนส่งสาธารณะพลังงานสะอาดพิมพ์หัวข้อย่อย

3. การศึกษาและการประยุกต์ใช้ในภาคส่วนต่างๆ

3.1. การศึกษาในภาคการศึกษา

3.1.1. มหาวิทยาลัยต้นแบบด้านสิ่งแวดล้อม

3.1.2. โครงการลดคาร์บอนในโรงเรียน

3.2. การศึกษาในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม

3.2.1. ธุรกิจที่ใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นเกณฑ์ประเมินความยั่งยืน

3.2.2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คาร์บอนต่ำ

3.3. การศึกษาในระดับชุมชนและท้องถิ่น

3.3.1. โครงการคาร์บอนต่ำในชุมชน

3.3.2. การมีส่วนร่วมของภาคประชาชน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเป็น การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา/อนุมานควบคู่กับการ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ (ความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่น) นอกจากนี้มี การวิจัยและพัฒนา (R&D) เชิงระบบสารสนเทศ ในส่วนของการออกแบบ พัฒนา และทดสอบเว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากร

นักศึกษาแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ระดับชั้น ปวช.1-ปวส.1 ทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จำนวน 20 คน ครอบคลุม ระดับ ปวช.1-ปวส.1 โดยใช้ การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ผู้เข้าร่วมมีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและสามารถทดลองใช้เว็บไซต์ได้ตามวัตถุประสงค์

เกณฑ์การคัดเลือก/ไม่คัดเลือก

1. เกณฑ์คัดเลือก: เป็นนักศึกษาสาขาที่กำหนด ยินยอมเข้าร่วม มีอุปกรณ์/อินเทอร์เน็ตใช้งาน เว็บบได้
2. เกณฑ์ไม่คัดเลือก: ปฏิเสธการเข้าร่วมหรือถอนตัวก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง ใช้งานเว็บไซต์ไม่ครบตามภารกิจ (task) ที่กำหนด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเว็บไซต์
 - 1.1. เว็บไซต์ต้นแบบสำหรับป้อนโดเมน/URL หรือข้อมูลการใช้งาน แล้วประมวลผลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตามแบบจำลองที่กำหนด โดยแสดงผลการคำนวณ พร้อมคำอธิบายและข้อเสนอแนะการลดรอยเท้าคาร์บอน
 - 1.2. สมมติฐานการคำนวณ (โดยสรุป)
 ผู้วิจัยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์คงที่จากเอกสารอ้างอิงมาตรฐานที่ระบุในบทที่ 2 และใช้อย่างสอดคล้องตลอดการทดลอง เช่น

$$\text{Emissions (gCO}_2\text{e/ครั้ง)} = \text{DataTransfer (GB/ครั้ง)} \times \text{EnergyIntensity (kWh/GB)} \times \text{CarbonIntensity (gCO}_2\text{e/kWh)}$$
 การวัด DataTransfer: วัดจากการโหลดหน้าเว็บ/การโต้ตอบที่กำหนด (เช่น ขนาดกราฟฟิกที่ถ่ายโอนระหว่างการใช้งานหนึ่งครั้ง) โดยวิธีวัดเดียวกันทุกกลุ่มตัวอย่างเพื่อความเที่ยงตรง (ดูวิธีปฏิบัติใน 3.7)
 - 1.3. ความสามารถหลักของระบบ (Functional Requirements) โดยย่อ
 รับอินพุต URL/พารามิเตอร์การใช้งาน, 2) ประมวลผลด้วยสูตรมาตรฐาน, 3) แสดงผลเป็นตัวเลข/กราฟ/คำแนะนำ, 4) เก็บบันทึกข้อมูลการใช้งานเพื่อ การวิจัย
 - 1.4. ข้อกำหนดไม่เป็นหน้าที่ (Non-functional)
 ความถูกต้องสอดคล้องสูตร, ความรวดเร็วในการประมวลผล, ความสม่ำเสมอของผลลัพธ์, ความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้
2. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน (User Satisfaction Questionnaire)
 - 2.1. โครงสร้างแบบสอบถาม
 - 2.1.1. ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป: เพศ ช่วงอายุ ระดับชั้น (ปวช.1/2/3, ปวส.1)
 ความคุ้นเคยด้านเว็บ (น้อย-มาก) ประสพการณ์ใช้เครื่องมือด้านสิ่งแวดล้อม (เคย/ไม่เคย)
 - 2.1.2. ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจ (มาตร Likert 5 ระดับ): 8 มิติ ๆ ละ 3-4 ข้อ (รวมราว 26-30 ข้อ) ได้แก่
 - 2.1.3. ความถูกต้องรับรู้ของผลลัพธ์, 2) ความสะดวก/ใช้งานง่าย, 3) ความรวดเร็ว, 4) UI/UX, 5) ความเข้าใจง่ายของคำอธิบาย, 6) ประโยชน์ใช้สอย/ความเหมาะสมกับงานเรียน, 7) ความไว้วางใจ/ความโปร่งใสของวิธีคำนวณ, 8) ความตั้งใจใช้งานต่อ/แนะนำต่อ

- 2.1.4. ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะปลายเปิด: สิ่งที่ชอบ/ไม่ชอบ ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนา
- 2.2. มาตรฐานและการให้คะแนน
- ใช้ Likert 5 ระดับ: 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง/พึงพอใจมากที่สุด ... 1 = เห็นด้วยอย่าง
ย่อม/พึงพอใจน้อยที่สุด เกณฑ์แปลผลค่าเฉลี่ยรายมิติ/รวม
- 5.00–4.21 = มากที่สุด, 4.20–3.41 = มาก, 3.40–2.61 = ปานกลาง, 2.60–1.81 =
น้อย, 1.80–1.00 = น้อยที่สุด
- 2.3. วิธีการจัดทำแบบสอบถาม
- 2.3.1. กำหนดกรอบมิติจากวัตถุประสงค์และทบทวนวรรณกรรม (บทที่ 2)
- 2.3.2. สร้างรายการคำถาม (item pool) อย่างน้อยมิติละ 4–5 ข้อ และมีข้อกลับทิศ
(negative wording) 10–20% เพื่อควบคุมอคติการตอบ
- 2.3.3. ตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน
ให้คะแนน IOC รายข้อ (–1, 0, +1) เกณฑ์ยอมรับ IOC ≥ 0.50 ปรับแก้/ตัดข้อ
ที่ต่ำกว่า
- 2.3.4. ทดสอบใช้จริงเบื้องต้น (Pilot test) กับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ซ้ำ กับกลุ่มตัวอย่าง
จริง จำนวน 10–15 คน เพื่อคำนวณ ความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วย
Cronbach's alpha เป้าหมาย $\alpha \geq 0.70$ และตรวจ Corrected Item–
Total Correlation (CITC ≥ 0.30) เพื่อคัดข้อคำถามที่อ่อน
- 2.3.5. ปรับปรุงถ้อยคำ ความยาว และลำดับข้อ เพื่อความชัดเจนและลดความซ้ำใน
การตอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเตรียมการ
 - 1.1. ขออนุญาตหน่วยงาน/สาขาวิชาและชี้แจงผู้เข้าร่วม
 - 1.2. จัดเตรียมเอกสาร ข้อตกลงยินยอมเข้าร่วม (Informed Consent)
 - 1.3. เตรียมคู่มือภารกิจการใช้งานเว็บไซต์ (Task Script) ให้ทุกคนทำเหมือนกัน
2. วิธีดำเนินการจริง
 - 2.1. ชี้แจงและยินยอม: อธิบายวัตถุประสงค์ เวลาที่ใช้ สิทธิในการถอนตัว
 - 2.2. ภารกิจใช้งานเว็บไซต์ (10–15 นาที):
 - 2.2.1. ป้อน URL ตัวอย่าง (หรือ URL ที่กำหนด)
 - 2.2.2. รันการคำนวณ 1–2 ครั้งตามสคริปต์เดียวกัน
 - 2.2.3. สังเกตผลลัพธ์/คำแนะนำบนหน้าจอ

- 2.3. ตอบแบบสอบถามออนไลน์ (5–10 นาที) : ผ่านฟอร์มที่เตรียมไว้
- 2.4. ตรวจสอบความสมบูรณ์ : ผู้วิจัยตรวจสอบว่าการกรอกครบทุกข้อ
- 3. การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (Data Quality)
 - 3.1. การทำความสะอาดข้อมูล: ตัดคำตอบที่กรอกไม่ครบ/ขัดแย้งในตรรกะ
 - 3.2. Outlier/เวลาในการตอบผิดปกติ: หากเวลา < 1/3 ของมัธยฐานทั้งหมด ให้พิจารณาตัดออก
 - 3.3. การเข้ารหัสข้อมูล: รหัสตัวแปร/ตัวเลือกให้ชัดเจน (5→มากที่สุด ... 1→น้อยที่สุด)
 - 3.4. การไม่ระบุตัวตน: เก็บเฉพาะรหัสตอบแบบสอบถาม ไม่เก็บชื่อ/รหัสนักศึกษา

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ลำดับ	มิติ	จำนวน ข้อ	ตัวอย่างหัวข้อคำถาม	สเกลการให้ คะแนน
1	ข้อมูลทั่วไป	-	เพศ / อายุช่วง / ระดับชั้น / ระดับความคุ้นเคยกับเว็บ (น้อย-มาก)	คำตอบแบบเลือก
2	ความถูกต้องของผลลัพธ์	3	1. ผลลัพธ์การคำนวณดูสมเหตุสมผล 2. ข้อมูลประกอบการคำนวณชัดเจน 3. ผลลัพธ์สามารถตรวจสอบที่มาได้	Likert 5 ระดับ
3	ความสะดวกในการใช้งาน	4	1. เมนู/ปุ่มใช้งานง่าย 2. ขั้นตอนการป้อนข้อมูลไม่ซับซ้อน 3. มีคำแนะนำชัดเจน 4. หาเมนูที่ต้องการเจอทันที	Likert 5 ระดับ
4	ความรวดเร็วในการทำงาน	3	1. การคำนวณใช้เวลาไม่นาน 2. หน้าจอไม่ค้าง 3. โหลดผลลัพธ์ทันที	Likert 5 ระดับ
5	การออกแบบ UI/UX	3	1. การจัดวางอ่านง่าย 2. สี/ฟอนต์เหมาะสม 3. ขนาดปุ่ม/ตัวหนังสือใช้งานได้สะดวก	Likert 5 ระดับ
6	ความเข้าใจง่าย	3	1. คำอธิบายผลเข้าใจง่าย 2. ตัวอย่างการตีความผลชัดเจน 3. คำศัพท์ไม่ซับซ้อน	Likert 5 ระดับ
7	ประโยชน์ใช้สอย	4	1. ผลลัพธ์ช่วยให้ตัดสินใจปรับปรุงเว็บได้ 2. เหมาะกับงานเรียน/งานวิจัย 3. ข้อมูลนำไปใช้จริงได้ 4. พีเจอาร์แนะนำมีประโยชน์	Likert 5 ระดับ
8	ความโปร่งใสและความ ไว้วางใจ	3	1. ธรรมชาติการคำนวณโปร่งใส 2. แหล่งที่มาของค่าคงที่ชัดเจน 3. เชื่อมโยงในผลที่แสดง	Likert 5 ระดับ
9	ความตั้งใจใช้ต่อ/แนะนำ ต่อ	3	1. มีแนวโน้มจะใช้ซ้ำ 2. จะแนะนำเพื่อน/อาจารย์ 3. เห็นสมควรนำไปใช้ในโปรเจกต์/รายงาน	Likert 5 ระดับ
10	ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ	-	ขอคิดเห็นเพิ่มเติม/จุดที่ต้องการให้ปรับปรุง (ไม่บังคับ)	ข้อความเปิด

ที่มา : ผู้วิจัย, ปี 2568, หน้า 13

จากตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์ คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 มิติหลัก ได้แก่ ความถูกต้องของผลลัพธ์ ความสะดวกในการใช้งาน ความรวดเร็วในการทำงาน การออกแบบ UI/UX ความเข้าใจง่าย ประโยชน์ใช้สอย ความโปร่งใสและความไว้วางใจ และความตั้งใจใช้งานต่อ โดยแต่ละมิติมีจำนวนข้อระหว่าง 3-4 ข้อ รวมทั้งหมดประมาณ 26-30 ข้อ เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ อย่างครอบคลุม โดยใช้มาตราส่วนการประเมินค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) 5 ระดับ

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ตัวแปร	ประเภทตัวแปร	นิยามเชิงปฏิบัติการ	สเกลการให้คะแนน
คะแนนความพึงพอใจรวม	ตัวแปรตาม (ต่อเนื่อง)	ค่าเฉลี่ยของคำตอบ Likert (ทุกมิติ)	ค่าเฉลี่ย (1.00-5.00)
ความถูกต้องของผลลัพธ์	ตัวแปรตาม (ต่อเนื่อง)	ค่าเฉลี่ยของข้อในมิติ Accuracy	ค่าเฉลี่ย (1-5)
ความสะดวกในการใช้งาน	ตัวแปรตาม	ค่าเฉลี่ยของข้อในมิติ Usability	ค่าเฉลี่ย (1-5)
เวลาในการใช้งาน	ตัวแปรตาม (เชิงเวลา)	เวลาที่ผู้ใช้ใช้ในการทำภารกิจ (ตั้งแต่เริ่ม-แสดงผล)	วินาที/นาที
ประเภทผู้ตอบ	ตัวแปรอิสระ (จัดกลุ่ม)	ปวช.1 / ปวช.2 / ปวส.1 (ข้อมูลจากแบบสอบถาม)	หมวด
ค่าคาร์บอนที่ระบบคำนวณ	ตัวแปรผลลัพธ์เชิงเทคนิค	ค่าที่ระบบแสดงผล (ต่อการทดลอง 1 ครั้ง)	gCO ₂ e/ครั้ง
ข้อเสนอแนะ	ตัวแปรเชิงคุณภาพ	ข้อความแสดงความคิดเห็นจากผู้ใช้	ข้อความ
ระดับความคุ้นเคยกับเว็บ	ตัวแปรอิสระ (จัดกลุ่ม)	ผู้ตอบระบุระดับ (1=ไม่คุ้น ... 5=คุ้นมาก)	1-5

ที่มา : ผู้วิจัย, ปี 2568, หน้า 14

จากตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยระบุตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม พร้อมนิยามเชิงปฏิบัติการอย่างชัดเจน เพื่อให้การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์มีมาตรฐานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น คะแนนความพึงพอใจรวมและคะแนนในแต่ละมิติจะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของคำตอบในแบบสอบถาม ส่วนค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (gCO₂e) จะได้จากการคำนวณโดยเว็บไซต์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งการกำหนดตัวแปรเชิงปฏิบัติการนี้มีความสำคัญต่อความชัดเจนและความถูกต้องของผลการวิจัย

ตารางที่ 3.3 แผนการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์การวิจัย	ตัวแปรที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์	สถิติที่ใช้ / ผลลัพธ์ที่รายงาน
อธิบายข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ	เพศ, อายุ, ระดับชั้น, ความคุ้นเคย	คำนวณความถี่และร้อยละ	Frequency, % (ตาราง)
ประเมินระดับความพึงพอใจโดยรวม	คะแนนมิติแต่ละมิติและรวม	คำนวณ Mean, S.D., Median, 95% CI	Mean (S.D.), Median, 95% CI
ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา	แบบสอบถาม	ขอความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)	IOC ต่อข้อ (รายงานค่าและข้อสรุป)
ตรวจสอบความเชื่อมั่น (reliability)	แบบสอบถามทั้งฉบับและแต่ละมิติ	Pilot test → คำนวณ Cronbach's α , CITC	Cronbach's α (เป้าหมาย ≥ 0.70), CITC ≥ 0.30
เปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่ม	คะแนนมิติ vs ระดับชั้น/ความคุ้นเคย	ตรวจสอบปกติ (Shapiro-Wilk) → เลือก t-test/ANOVA หรือ Mann-Whitney/Kruskal-Wallis	p-value ($\alpha=0.05$), effect size (ถ้ามี)
หาความสัมพันธ์ตัวแปร	คะแนนรวม vs เวลาใช้งาน/ค่าคาร์บอน	Pearson หรือ Spearman	ค่าสหสัมพันธ์ (r) และ p-value
วิเคราะห์เชิงคุณภาพ	ข้อเสนอแนะเปิด	วิเคราะห์เนื้อหา (thematic analysis) สรุปหัวข้อหลัก	หัวข้อ/ตัวอย่างคำตอบ

ที่มา : ผู้วิจัย, ปี 2568, หน้า 15

จากตารางที่ 3.3 แสดงแผนการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยอย่างเป็นระบบ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจะทำการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่และร้อยละ ส่วนข้อมูลความพึงพอใจจะวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัธยฐาน พร้อมทั้งตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยค่า Cronbach's Alpha และ IOC นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เชิงอนุมาน เช่น t-test, ANOVA หรือการทดสอบสหสัมพันธ์ เพื่อตรวจสอบความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามความเหมาะสม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1.1. เจริญพรณนา: ความถี่ (Frequency), ร้อยละ (%), ค่าเฉลี่ย (Mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), ค่ามัธยฐาน (Median) และช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ย 95% (95% CI) รายมิติและภาพรวม
- 1.2. ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม: ค่า Cronbach's alpha และ CITC รายข้อ
- 1.3. ทดสอบสมมติฐาน/เปรียบเทียบ (ถ้ามี):
 - 1.3.1. ตรวจปกติด้วย Shapiro-Wilk (เนื่องจากขนาดตัวอย่าง ~ 20)
 - 1.3.2. ถ้าเป็นปกติ: เปรียบเทียบ 2 กลุ่มด้วย Independent t-test (เช่น ปวช. vs ปวส.), มากกว่า 2 กลุ่มใช้ One-way ANOVA และ Tukey's HSD
 - 1.3.3. ถ้าไม่เป็นปกติ: ใช้ Mann-Whitney U หรือ Kruskal-Wallis ตามจำนวนกลุ่ม
 - 1.3.4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (ถ้ามีตัวแปรต่อเนื่อง เช่น ระดับความคุ้นเคยด้านเว็บ) ด้วย Pearson หรือ Spearman ตามสมมติฐานการกระจาย
- 1.4. ระดับนัยสำคัญทางสถิติ: กำหนด $\alpha = 0.05$

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.1. สถิติเจริญพรณนา: ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มัธยฐาน 95% CI
- 2.2. สถิติตรวจคุณภาพเครื่องมือ: IOC, Cronbach's alpha, CITC
- 2.3. สถิติเชิงอนุมาน (ตามความจำเป็น): Shapiro-Wilk, t-test, ANOVA/Tukey, Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis, Pearson/Spearman

จริยธรรมการวิจัย

1. ขอความยินยอมอย่างจริงจัง (Informed Consent) ผู้เข้าร่วมสามารถถอนตัวได้ทุกเมื่อโดยไม่เสียสิทธิเก็บข้อมูลแบบไม่ระบุตัวตน ใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น
2. ไม่กระทบต่อผลการเรียน/การประเมินของผู้เข้าร่วม
3. เผยแพร่ผลรวมภาพรวมเท่านั้น ไม่เปิดเผยข้อมูลรายบุคคล

แผนผังการดำเนินการ (สรุปขั้นตอน)

เตรียมเครื่องมือ → ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (IOC, Pilot, α) → ขออนุญาต/นัดหมาย → ชี้แจง-ยินยอม → ทดลองใช้
 เว็บตามสคริปต์ → ตอบแบบสอบถาม → ตรวจสอบข้อมูล/ทำความสะอาด → วิเคราะห์สถิติ → สรุปผล/อภิปราย

ข้อจำกัดและการควบคุม

1. ค่าสัมประสิทธิ์ด้านพลังงานและคาร์บอนเป็นค่าคงที่ตามเอกสารอ้างอิง (บทที่ 2) อาจไม่สะท้อนทุกบริบทเครือข่าย/ภูมิภาค
2. สภาพแวดล้อมจริงของผู้ใช้ (อุปกรณ์/เครือข่าย) มีความหลากหลาย จึงควบคุมด้วยการใช้ภารกิจเดียวกันและชุดค่าคงที่เดียวกัน
3. ขนาดตัวอย่าง 20 คน เหมาะสำหรับการประเมินเชิงพรรณนาและความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม มากกว่าการอนุมานเชิงสาเหตุ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการทดลองใช้เว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจหลังการใช้งานเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

จากการทดลองใช้งานเว็บไซต์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตนเองได้โดยแบ่งผลลัพธ์ออกตามหมวดหมู่กิจกรรม ได้แก่ การเดินทาง การอยู่อาศัย การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และการท่องเที่ยว

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ (20 คน)

ข้อมูลทั่วไป	จำแนก	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	16	80
	หญิง	4	20
อายุ	ต่ำกว่า 18 ปี	4	20
	18–19 ปี	11	55
	20 ปีขึ้นไป	5	25
ระดับชั้น	ปวช.	4	20
	ปวส.	16	80
ระดับความคุ้นเคย	ไม่เคยเลย	2	10
	น้อย	3	15
	ปานกลาง	7	35
	มาก	5	25
	มากที่สุด	3	15

ที่มา : ผู้วิจัย พิมพ์แหล่งที่มา, ปี พ.ศ. 2568

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 20 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และเพศหญิงจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 โดยกลุ่มอายุส่วนมากอยู่ระหว่าง 18–19 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาคือกลุ่มอายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และอายุต่ำกว่า 18 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ในด้านระดับชั้น ผู้ตอบส่วนใหญ่ศึกษาอยู่ในระดับ ปวส. จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ขณะที่ ปวช. มี 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ส่วนระดับความคุ้นเคยกับเว็บไซต์ พบว่ามีความหลากหลาย โดยมากที่สุดอยู่ที่ “ปานกลาง” จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานเว็บไซต์ โดยแบ่งออกเป็น 9 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของผลลัพธ์ ความสะดวกในการใช้งาน ความรวดเร็ว การออกแบบ UI/UX ความเข้าใจง่าย ประโยชน์ใช้สอย ความไว้วางใจ และความตั้งใจใช้งานต่อ

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รายด้าน)

ด้านที่ประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ความถูกต้องของผลลัพธ์	4.05	0.65	มาก
ความสะดวกในการใช้งาน	4.15	0.61	มาก
ความรวดเร็ว	4.10	0.58	มาก
การออกแบบ UI/UX	4.08	0.60	มาก
ความเข้าใจง่าย	4.00	0.67	มาก
ประโยชน์ใช้สอย	4.12	0.59	มาก
ความไว้วางใจ	3.95	0.71	มาก
ความตั้งใจใช้งานต่อ	4.20	0.55	มากที่สุด
รวม	4.08	0.62	มาก

ที่มา : ผู้วิจัย พิมพ์แหล่งที่มา, ปี พ.ศ. 2568

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในแต่ละด้านโดยรวมอยู่ในระดับ “มาก” (ค่าเฉลี่ยรวม = 4.08, S.D. = 0.62) โดยด้านที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือ ความตั้งใจใช้งานต่อ (ค่าเฉลี่ย 4.20, S.D. = 0.55) อยู่ในระดับ “มากที่สุด” รองลงมาคือด้าน ความสะดวกในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.15) และด้าน ประโยชน์ใช้สอย (ค่าเฉลี่ย 4.12) ส่วนด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ ความไว้วางใจ (ค่าเฉลี่ย 3.95, S.D. = 0.71) แต่ยังคงอยู่ในระดับ “มาก”

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามผู้ใช้งานเว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จำนวน 20 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

- 1.1 ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80
- 1.2 ช่วงอายุที่พบมากที่สุดคือ 18–19 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55
- 1.3 ระดับชั้นส่วนใหญ่คือ ปวส. จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80
- 1.4 ระดับความคุ้นเคยกับเว็บไซต์อยู่ในระดับ “ปานกลาง” มากที่สุด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจรายด้าน

- 2.1 ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “มาก” (ค่าเฉลี่ยรวม 4.08, S.D. = 0.62)
- 2.2 ด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความตั้งใจใช้งานต่อ (ค่าเฉลี่ย 4.20) อยู่ในระดับ “มากที่สุด”
- 2.3 ด้านที่ได้คะแนนรองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.15) และ ประโยชน์ใช้สอย (ค่าเฉลี่ย 4.12)
- 2.4 ด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความไว้วางใจ (ค่าเฉลี่ย 3.95) แต่ยังอยู่ในระดับ “มาก”

สูตร

การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$

แทน ค่าเฉลี่ย

 X_i

แทน คะแนนแต่ละตัวอย่าง

 n

แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สูตร

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ $\bar{X}$

แทน ค่าเฉลี่ย

 X_i

แทน คะแนนแต่ละตัวอย่าง

 n

แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาความพึงพอใจและประสิทธิภาพของเว็บไซต์คำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเข้าใจง่าย กลุ่มตัวอย่าง 20 คนให้คะแนนความพึงพอใจรวมอยู่ในระดับ “มาก” (ค่าเฉลี่ยรวม 4.08, S.D. = 0.62) ด้านที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือ ความตั้งใจใช้งานต่อ (ค่าเฉลี่ย 4.20, S.D. = 0.55) อยู่ในระดับ “มากที่สุด” รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งาน และ ประโยชน์ใช้สอย ส่วนด้านที่ได้รับคะแนนต่ำที่สุดคือ ความไว้วางใจ แต่ยังอยู่ในระดับ “มาก”

สรุปได้ว่า เว็บไซต์มีประสิทธิภาพและเป็นเครื่องมือที่ผู้ใช้มองว่ามีประโยชน์ต่อการประเมินและติดตามค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตนเอง

อภิปรายผล

1. ความสะดวกในการใช้งานเว็บไซต์

ผู้ใช้สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถกรอกข้อมูลเพื่อคำนวณค่าได้อย่างรวดเร็ว คะแนนด้านความสะดวกในการใช้งานสูง (4.15) สะท้อนว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบและขั้นตอนการใช้งาน

2. ประโยชน์และความเข้าใจง่าย

ผู้ได้รับรู้ว่าเว็บไซต์ให้ข้อมูลชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้ประเมินผลได้จริง คะแนนด้านประโยชน์ใช้สอยสูง (4.12) แสดงว่าผู้ใช้มองว่าเว็บไซต์มีคุณค่าและตอบโจทย์การใช้งาน

3. ความไว้วางใจ

คะแนนด้านความไว้วางใจต่ำที่สุด (3.95) แสดงว่าผู้ใช้อย่างมีความกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องของผลลัพธ์ อาจเกิดจากผู้ใช้อย่างไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือหรือไม่มีการอธิบายวิธีการคำนวณอย่างละเอียด

4. ความตั้งใจใช้งานต่อ

คะแนนสูงสุดในด้านนี้ (4.20) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้มีแนวโน้มจะกลับมาใช้งานเว็บไซต์อีก ซึ่งบ่งชี้ว่าเว็บไซต์สามารถดึงดูดความสนใจและสร้างความต่อเนื่องในการใช้งานได้ดี

ข้อจำกัด

1. ข้อจำกัดด้านกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1. จำนวนผู้เข้าร่วมเพียง 20 คน ทำให้ผลลัพธ์ไม่สามารถทั่วไปได้กับผู้ใช้งานทั้งหมด
 - 1.2. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายและอยู่ในช่วงอายุ 18–19 ปี ทำให้ผลการวิจัยอาจไม่สะท้อนความพึงพอใจของกลุ่มประชากรอื่น ๆ
2. ข้อจำกัดด้านเครื่องมือและข้อมูล
 - 2.1. เว็บไซต์ยังไม่มี การแสดงวิธีคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างละเอียด ทำให้ผู้ใช้งานบางคนอาจไม่มั่นใจในผลลัพธ์
 - 2.2. แบบสอบถามความพึงพอใจเป็นการประเมินด้วยตนเอง อาจได้รับผลกระทบจากความรู้สึกส่วนบุคคล
3. ข้อจำกัดด้านประสบการณ์ผู้ใช้

ผู้ใช้งานบางคนอาจไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี ทำให้เกิดความสับสนหรือไม่สามารถใช้งานฟังก์ชันบางอย่างได้เต็มประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ปรับปรุงเว็บไซต์ให้แสดง วิธีการคำนวณผลลัพธ์อย่างชัดเจน เพื่อสร้างความไว้วางใจ
2. พัฒนา UI/UX ให้เข้าใจง่ายและเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน เช่น การแบ่งขั้นตอนการกรอกข้อมูลเป็นขั้นตอนย่อย
3. เพิ่มฟีเจอร์ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตามและบันทึกผลลัพธ์ของตนเองได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ขยายกลุ่มตัวอย่างให้มี จำนวนมากขึ้นและหลากหลาย เช่น เพศ อายุ และระดับความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี เพื่อให้ผลการวิจัยสะท้อนกลุ่มผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น
2. พัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจให้ แม่นยำและลดยอคติ เช่น เพิ่มคำถามเชิงประเมินแบบหลายมิติ
3. ศึกษาผลกระทบของการปรับปรุงฟังก์ชันเว็บไซต์ต่อความพึงพอใจและความตั้งใจใช้งานในระยะยาว

บรรณานุกรม

- Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Carbon footprint calculator. สืบค้นจาก <https://www.epa.gov/ghgemissions/carbon-footprint-calculator>
- Carbon Footprint Ltd. (n.d.). Carbon footprint calculator. สืบค้นจาก <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>
- World Wildlife Fund (WWF). (n.d.). Climate. สืบค้นจาก <https://www.wwf.org/climate>
- Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Greenhouse gas equivalencies calculator. สืบค้นจาก <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>
- Carbon Footprint Ltd. (n.d.). Free to use online carbon calculators. สืบค้นจาก <https://www.carbonfootprint.com/calculator1.html>
- Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Household carbon footprint calculator. สืบค้นจาก <https://www.epa.gov/ghgemissions/household-carbon-footprint-calculator>
- Carbon Footprint Ltd. (n.d.). Sustrax Vita. สืบค้นจาก <https://www.carbonfootprint.com/sustraxvita.html>
- Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Simplified GHG emissions calculator. สืบค้นจาก <https://www.epa.gov/climateleadership/simplified-ghg-emissions-calculator>
- Carbon Footprint Ltd. (n.d.). Car carbon footprint calculator. สืบค้นจาก <https://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?tab=4>
- Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Calculator | A student's guide to global climate change. สืบค้นจาก <https://archive.epa.gov/climatechange/kids/calc/index.html>

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายขาว สีากุล
วัน เดือน ปีเกิด	18 มกราคม 2548
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 68 หมู่ 11 ถนน - ตำบล ท่าวังตาล. อำเภอ สารภี จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50140
อีเมลแอดเดรส	sinsamuth.dev@gmail.com
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2563 – 2566 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ สถาบันการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสารภี พ.ศ. 2560 – 2563 หลักสูตร สามัญ สาขาวิชา - สถาบันการศึกษาโรงเรียนสารภีพิทยาคม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายเกียรติศักดิ์ อุปกรณ์
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤศจิกายน 2548
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 104/2 หมู่ 9 ถนน - ตำบล ช้างมุง อำเภอ สารภี จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50140
อีเมลแอดเดรส	gierdtisak2548@gmail.com
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2563 – 2566 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ สถาบันการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสารภี พ.ศ. 2560 – 2563 หลักสูตร สามัญ สาขาวิชา - สถาบันการศึกษาโรงเรียนสารภีพิทยาคม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการสมัครสมาชิก – (สมาชิก)

สามารถเข้าสมัครสมาชิกได้ผ่าน URL : <https://carbon.sinsamuth.shop/auth/register>

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำถาม เกี่ยวกับเรา ผลกระทบ เข้าสู่ระบบ

สมัครสมาชิก

สร้างบัญชีเพื่อเริ่มการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 1 จาก 5 20% เสร็จสิ้น

เลือกประเภทการสมัคร

สมาชิก องค์กร

ถัดไป

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.2 ขั้นตอนที่ 1 เลือกประเภทบัญชีที่ต้องการสมัคร

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำถาม เกี่ยวกับเรา ผลกระทบ เข้าสู่ระบบ

สมัครสมาชิก

สร้างบัญชีเพื่อเริ่มการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 2 จาก 5 40% เสร็จสิ้น

ชื่อ

Developer

อีเมล

dev@gmail.com

รหัสผ่าน

ยืนยันรหัสผ่าน

ชื่อคนเล่น

ถัดไป

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.3 ขั้นตอนที่ 2 กรอกข้อมูลสำหรับการสมัครสมาชิก

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลการประเมิน [เข้าสู่ระบบ](#)

สมัครสมาชิก
สร้างบัญชีเพื่อเริ่มขั้นตอนการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 3 จาก 5 60% เสร็จสิ้น

เบอร์โทรศัพท์

ชื่อ

นามสกุล จังหวัด

รหัสไปรษณีย์

[ย้อนกลับ](#) [ถัดไป](#)

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.4 ขั้นตอนที่ 3 กรอกข้อมูลส่วนตัว

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลการประเมิน [เข้าสู่ระบบ](#)

สมัครสมาชิก
สร้างบัญชีเพื่อเริ่มขั้นตอนการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 4 จาก 5 80% เสร็จสิ้น

เลือกองค์กร

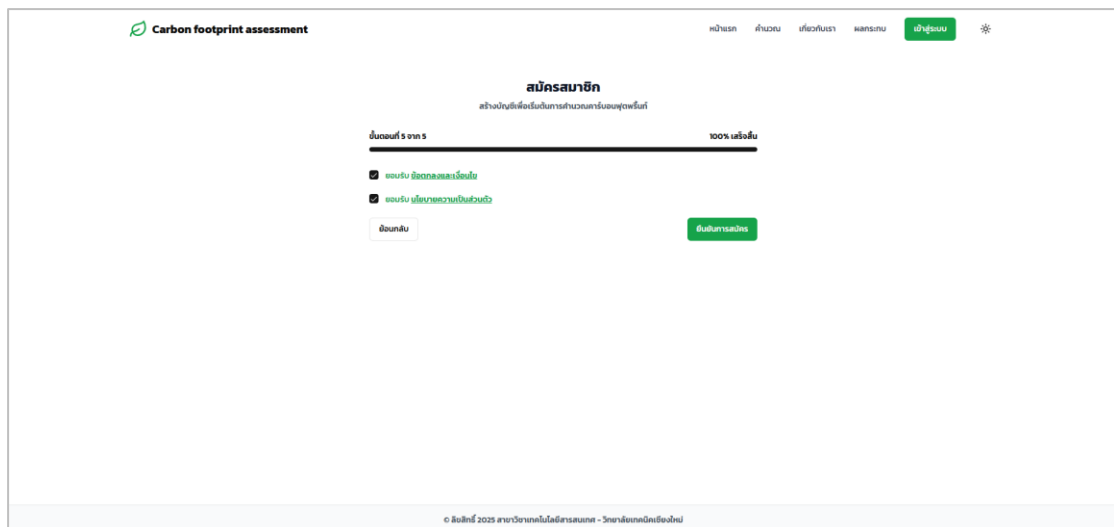
☒ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

☐ lotnet

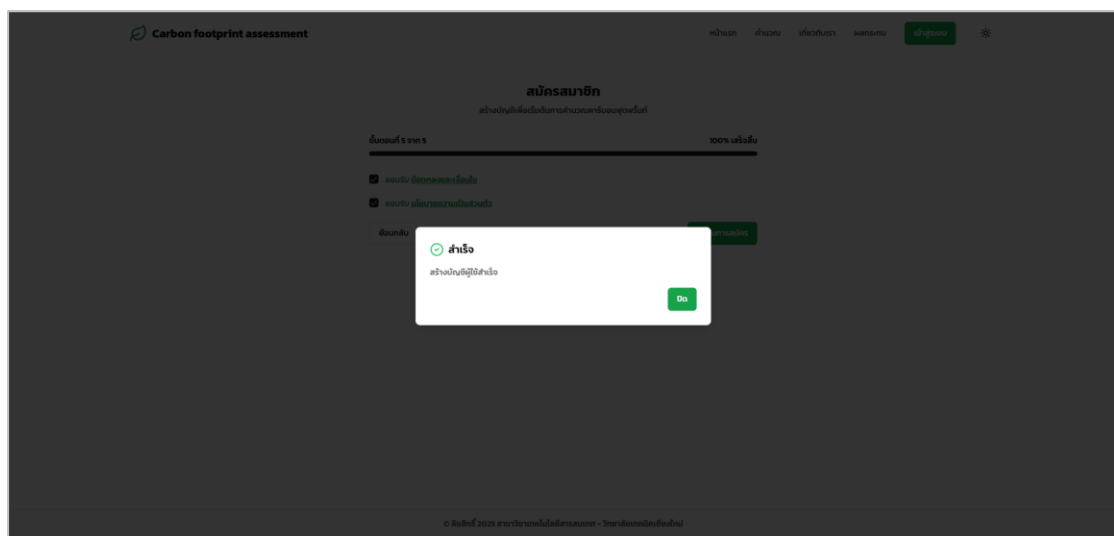
[ย้อนกลับ](#) [ถัดไป](#)

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.5 ขั้นตอนที่ 4 เลือกองค์กรที่ต้องการเข้าร่วม

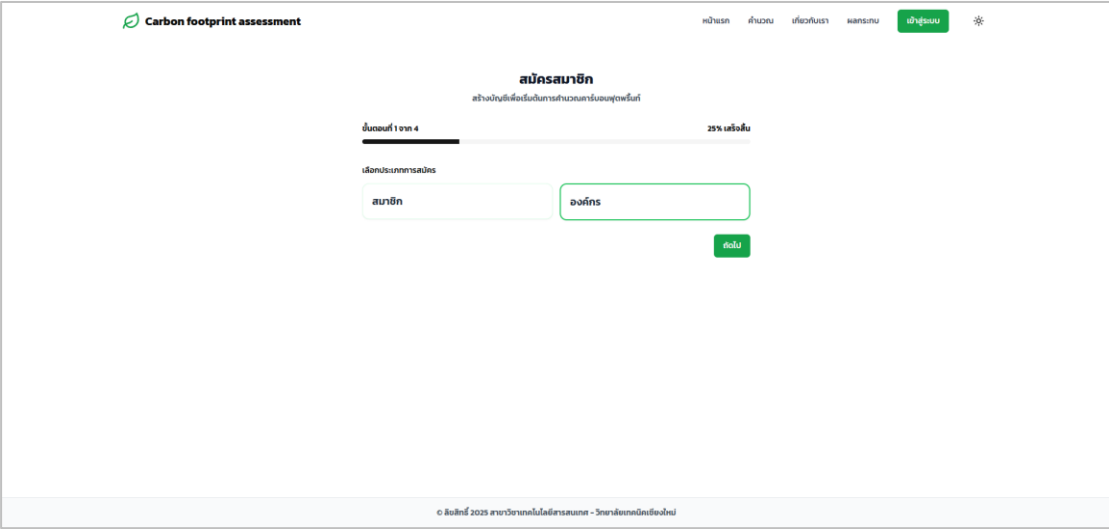


ภาพที่ 1.6 ขั้นตอนที่ 5 ยอมรับเงื่อนไขการใช้บริการของเว็บไซต์ และยืนยันการสมัคร



ภาพที่ 1.7 สมัครบัญชีสมาชิกสำเร็จ

ขั้นตอนการสมัครสมาชิก – (องค์กร)



Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลกระทบ เข้าสู่ระบบ

สมัครสมาชิก

สร้างบัญชีเพื่อเป็นการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 1 จาก 4 25% เสร็จสิ้น

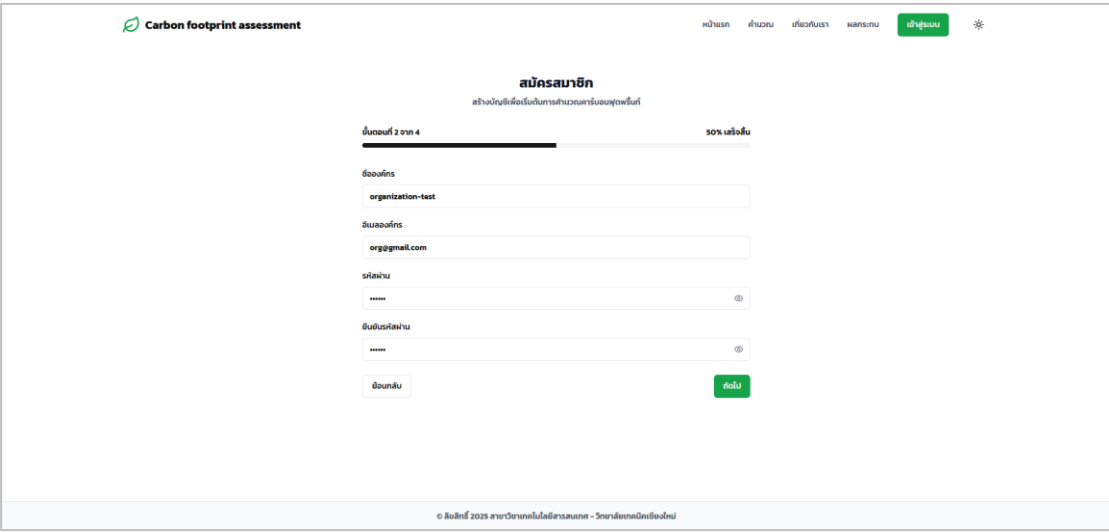
เลือกประเภทการสมัคร

สมาชิก องค์กร

ถัดไป

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเคมีไม่ใช่อิสรสมงคล - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.8 ขั้นตอนที่ 1 เลือกประเภทบัญชีที่ต้องการสมัคร



Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลกระทบ เข้าสู่ระบบ

สมัครสมาชิก

สร้างบัญชีเพื่อเป็นการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 2 จาก 4 50% เสร็จสิ้น

ชื่อองค์กร
organization-test

อีเมลองค์กร
org@gmail.com

โทรศัพท์

มือถือ

ถัดไป

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเคมีไม่ใช่อิสรสมงคล - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.9 ขั้นตอนที่ 2 กรอกข้อมูลสำหรับการสมัครองค์กร

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลการประเมิน **เข้าสู่ระบบ**

สมัครสมาชิก
สร้างบัญชีเพื่อใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 3 จาก 4 **75% เสร็จสิ้น**

เบอร์โทรศัพท์มือถือ
098887654

รหัสผ่าน
org address

นามสกุล
ชื่อ

ชื่อจริง
ชื่อจริง

รหัสไปรษณีย์
50140

ยืนยัน

ถัดไป

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.10 ขั้นตอนที่ 3 กรอกข้อมูลองค์กร

Carbon footprint assessment

หน้าแรก คำแนะนำ เกี่ยวกับเรา ผลการประเมิน **เข้าสู่ระบบ**

สมัครสมาชิก
สร้างบัญชีเพื่อใช้ในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ขั้นตอนที่ 4 จาก 4 **100% เสร็จสิ้น**

☒ ฉันยอมรับเงื่อนไขและข้อกำหนด

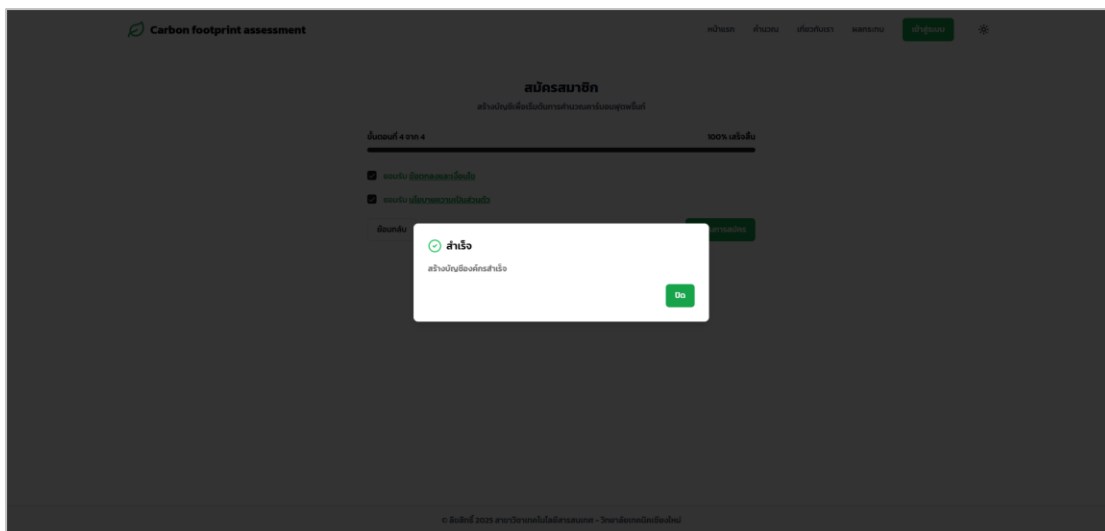
☒ ฉันยอมรับนโยบายความเป็นส่วนตัว

ยืนยัน

ยืนยันการสมัคร

© ลิขสิทธิ์ 2025 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ - วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

ภาพที่ 1.11 ขั้นตอนที่ 4 ยอมรับเงื่อนไขการใช้บริการของเว็บไซต์ และยืนยันการสมัคร



ภาพที่ 1.12 สมัครบัญชีสมาชิกสำเร็จ

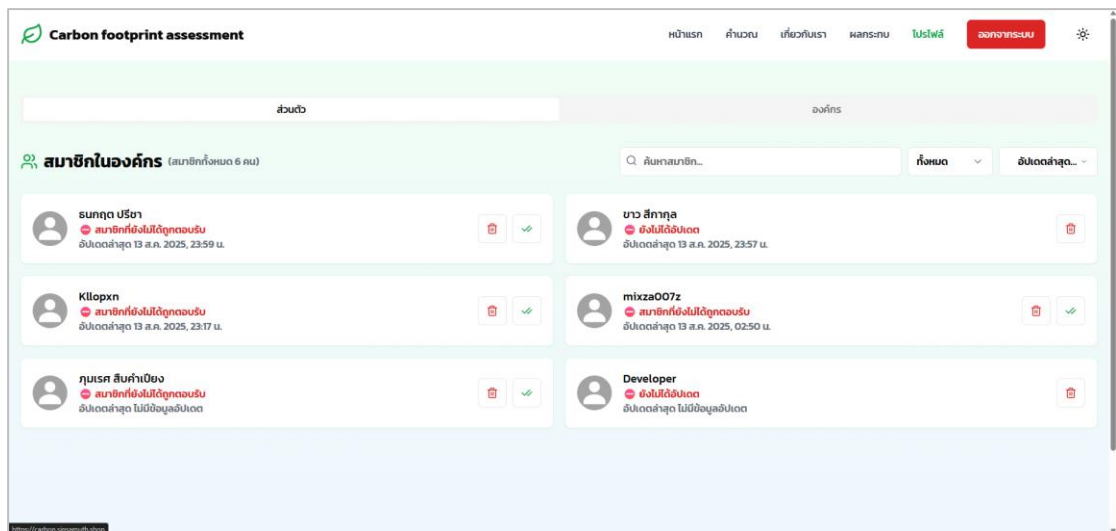
ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 1.13 เข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้สามารถเลือกประเภทการเข้าสู่ระบบได้จาก DropDown และกรอกข้อมูลผู้ใช้เพื่อเข้าสู่ระบบ

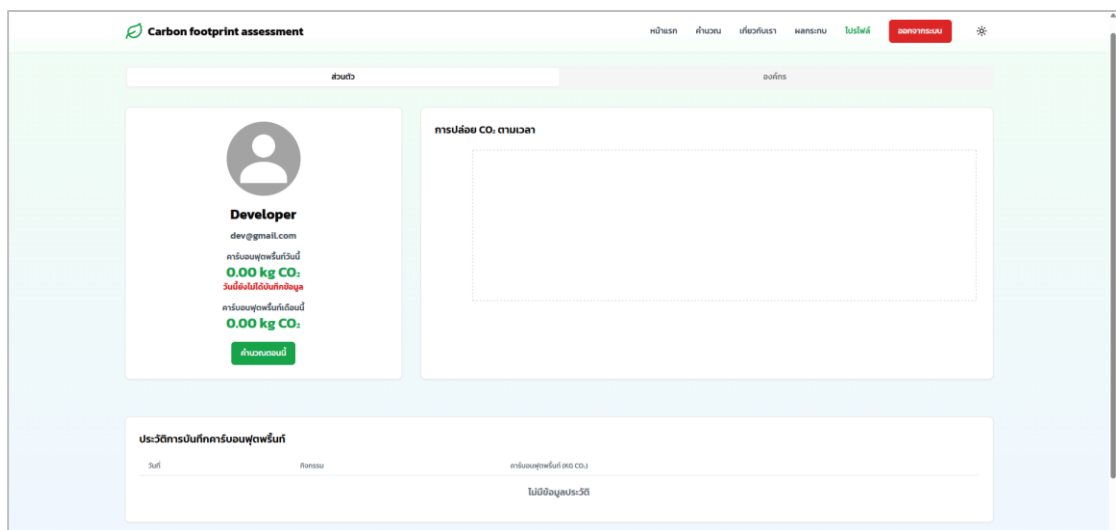
ภาพที่ 1.14 ไม่มีสิทธิ์การใช้งาน

(สมาชิก) หากผู้ดูแลองค์กรยังไม่ได้ยืนยันการเข้าองค์กรของคุณจะไม่สามารถจัดการข้อมูลได้



ภาพที่ 1.15 จัดการสมาชิก

(ผู้ดูแลองค์กร) สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อยืนยันการเข้าร่วมองค์กร หรือ ลบออกจากองค์กร โดยการคลิก ปุ่มถังขยะเพื่อลบ และ เช็คถูกเพื่อยืนยันการเข้าร่วม



ภาพที่ 1.16 หน้าโปรไฟล์

(สมาชิก) เมื่อยืนยันสำเร็จสมาชิกสามารถตรวจสอบประวัติและคำนวณคาร์บอนได้

 Carbon footprint assessment

หน้าแรก [คำนวณ](#) [เกี่ยวกับเรา](#) [ผลิตภัณฑ์](#) [เว็บไซต์](#) [ลงคะแนน](#) 

เครื่องคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของคุณในหลายหมวดหมู่ โดยกรอกข้อมูลด้านล่างเพื่อรับการประเมินส่วนบุคคล

ขั้นตอน 1 จาก 5

สำเร็จ 20%

 **บ้าน**

 การชื้อของสด

 การเดินทางและดีลิเวอรี่

 การใช้อาคารและ:

 ของใช้

พลังงานหลักที่ใช้ในบ้านของคุณ?

☒ พลังไฟฟ้า

☐ พลังงานธรรมชาติ

☐ พลังงานผสม

หน่วยการใช้ไฟฟ้าของคุณเป็น (กิโลวัตต์)

10

ขนาดบ้านของคุณโดยประมาณเป็นตารางเมตร

ปริมาณการใช้น้ำร้อนมี (ลิตรต่อวัน)

0

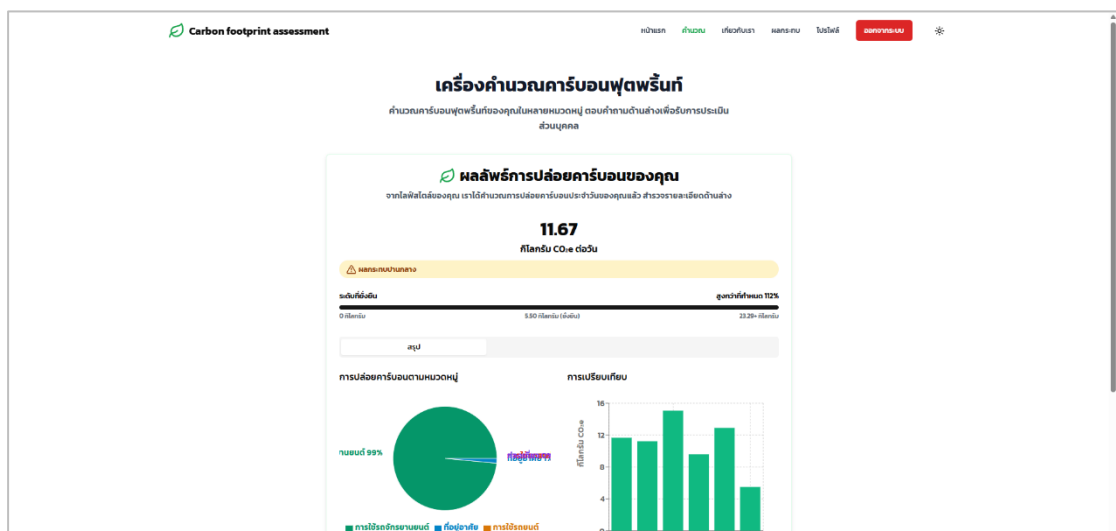
ปริมาณการอาบน้ำร้อนมี (ลิตรต่อวัน)

0

กลับ

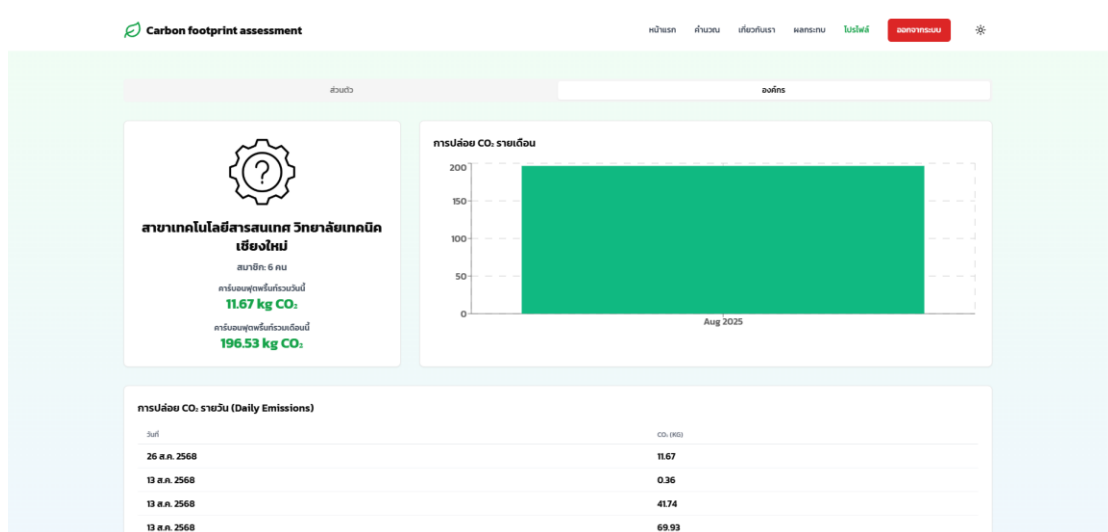
ต่อไป

ภาพที่ 1.17 กรอกข้อมูลการคำนวณ
(สมาชิก) กรอกข้อมูลตามแบบสอบถาม



ภาพที่ 1.18 สรุปข้อมูลการคำนวณ
(สมาชิก) เมื่อกรอกสำเร็จจะมีผลการปล่อยคาร์บอนของผู้ใช้

ภาพที่ 1.19 สรุปข้อมูลการคำนวณ (ต่อ)
(สมาชิก) บันทึกข้อมูลการปล่อยคาร์บอน



ภาพที่ 1.20 ข้อมูลนักท่องเที่ยว
(สมาชิก, ผู้ดูแลองค์กร) สามารถตรวจสอบการปล่อยคาร์บอนขององค์กรได้

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ข้อมูลทั่วไป)

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ☐ ไม่ต้องการระบุ
อายุ คำตอบของคุณ _____
ระดับชั้น ☐ ปวช ☐ ปวส
ระดับความคุ้นเคยกับเว็บไซต์ ☐ ไม่เคยเลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.1 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความถูกต้องของผลลัพธ์)

1. ผลลัพธ์การคำนวณเดสหมเทศสมผล

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. ข้อมูลประกอบการคำนวณชัดเจน

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. ผลลัพธ์สามารถตรวจสอบที่มาได้

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความสะดวกในการใช้งาน)

1. เมนู/ปุ่มใช้งานง่าย ☐ น้อยมาก ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
2. ขั้นตอนการป้อนข้อมูลไม่ซับซ้อน ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
3. มีคำแนะนำชัดเจน ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
4. หาเมนูที่ต้องการเจอทันที ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความรวดเร็วในการทำงาน)

1. การคำนวณใช้เวลาไม่นาน

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. หน้าจอไม่ค้าง

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. โหลดผลลัพธ์ทันที

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (การออกแบบ UI/UX)

1. การจัดวางอ่านง่าย

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. สี/ฟอนต์เหมาะสม

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. ขนาดปุ่ม/ตัวหนังสือใช้งานได้สะดวก

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.5 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความเข้าใจง่าย)

1. ศาสดิ์บายผลเข้าใจง่าย

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. ตัวอย่างการตีความผลชัดเจน

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. ศาสดิ์พทไม่ซับซ้อน

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.6 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ประโยชน์ใช้สอย)

1. ผลลัพธ์ช่วยให้ตัดสินใจปรับปรุงเว็บได้ ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
2. เหมาะกับงานเรียน/งานวิจัย ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
3. ข้อมูลนำไปใช้จริงได้ ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด
4. ทีโออาร์แนะนำมีประโยชน์ ☐ ไม่เลย ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.7 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความโปร่งใสและความไว้วางใจ)

1. ธรรมชาติการคำนวณโปร่งใส

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. แหล่งที่มาของค่าคงที่ชัดเจน

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. เชื่อมโยงในผลที่แสดง

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.8 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ความตั้งใจใช้ต่อ/แนะนำต่อ)

1. มีแนวโน้มจะใช้ซ้ำ

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

2. จะแนะนำเพื่อน/อาจารย์

- ☐ ไม่เลย
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

3. เห็นสมควรนำไปใช้ในโปรเจค/รายงาน

- ☐ ไม่
- ☐ น้อย
- ☐ ปานกลาง
- ☐ มาก
- ☐ มากที่สุด

ภาพที่ 2.9 แบบสอบถามความพึงพอใจ

หัวข้อ (ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ)

ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ

คำตอบของคุณ

ภาพที่ 2.10 แบบสอบถามความพึงพอใจ