

การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม Green Data Collector (GDC)

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

The Development of Green Data Collector (GDC)

At Khunying Long Athakravisunthorn Learning Resources Center

ไกรศรี ไกรฤกษ์*, อัษฎายุธ อุบลกาญจน์

Kraisri Krairiksh*, Aussadayut Ubonkan

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

kraisri.k@psu.ac.th

รับบทความ 19 กรกฎาคม 2566 | แก้ไขบทความ 28 สิงหาคม 2566 | ตอรับบทความ 04 กันยายน 2566

บทคัดย่อ

ระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร หรือ Green Data Collector (GDC) เป็นระบบสำหรับจัดเก็บ รวบรวม วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและก๊าซเรือนกระจกของสำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงฯ พัฒนาเพื่อแก้ปัญหาความซ้ำซ้อนและความไม่ถูกต้องของข้อมูลจากการจัดเก็บหลายรูปแบบ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับผู้บริหาร การพัฒนาระบบใช้หลักการ Agile SDLC Model เพื่อควบคุมกรอบเวลาในการพัฒนา และใช้ Full Stack Framework ในการพัฒนา Frontend และ Backend และนำ PostgreSQL เป็นฐานข้อมูลร่วมกับ HighchartsJS เพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟและ Dashboard

ผลการพัฒนาพบว่า ระบบสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมได้ครบถ้วนตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียว และนำเสนอปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมัน ปริมาณกระดาษ ปริมาณขยะของเสีย และปริมาณก๊าซเรือนกระจก เปรียบเทียบปีก่อนหน้าได้ การประเมินประสิทธิภาพจากความพึงพอใจของคณะกรรมการผู้ตรวจประเมินสำนักงานสีเขียวและผู้บริหารหน่วยงาน พบว่าความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล ความชัดเจนและความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอข้อมูล การตอบเกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียว และการใช้ประโยชน์จากข้อมูล มีระดับผลการประเมินเฉลี่ยรวมที่ 4.80 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ

ระบบจัดการข้อมูล, สำนักงานสีเขียว, ห้องสมุดสีเขียว

Abstract

Green Data Collector (GDC) was developed by Khunying Long Athakravisunthorn Learning Resources Center (KYL) to solve the problem of data integration and data visualization on the

environmental resources usage and carbon footprint using Green Office criteria for system designing standard. The system development is mainly focused on creating a data storage to help reduce redundancy and inconsistency of the related data and displaying the results of data calculation, analysis, and comparison with the previous year into dashboard and report format. The design and development are based on a responsive web application using a Full Stack Framework, PostgreSQL and HighchartJS for frontend and backend development, database, and data visualization which helps green office assessors and library executives and those who are interested gain easier access to KYL environmental information.

The result of implementation shows that the system can collect all types of data including amount of fuel, methane, electricity, paper, tap water and waste and correctly calculate carbon footprint emission of KYL which fully meet the green office criteria. The performance assessment through a satisfaction evaluation shows that the ease of access to data, the understanding and appropriateness of data presentation style, the data meet the need of green office criteria and the data utilization overall average at 4.8 which is interpreted at the highest level.

Keyword

Green Data Collector, GDC, Green Office, Green Library

บทนำ (Introduction)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญที่ทุกประเทศทั่วโลกต่างได้รับผลกระทบ และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้นทุกวัน ทุกคนต้องหันมาใส่ใจและช่วยกันแก้ปัญหาดังกล่าว สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวิสุนทร จึงตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องดังกล่าวและได้เริ่มมีการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ปี 2559 จนถึงปัจจุบัน โดยการเข้าร่วมเครือข่ายห้องสมุดสีเขียวและเข้ารับการตรวจประเมินตามมาตรฐานที่กำหนด มีการจัดกิจกรรมให้ความรู้แก่ผู้ใช้บริการ กิจกรรมสร้างจิตสำนึกให้บุคลากรและผู้เกี่ยวข้อง ตลอดจนมีการจัดทำเว็บไซต์และสื่อให้ความรู้เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับผู้สนใจ แต่จากการดำเนินงานดังกล่าวพบว่า สำนักฯ มีการเก็บรวบรวมปริมาณการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้กระดาษ หรือปริมาณขยะที่บริหารจัดการขยะ การดึงข้อมูลเพื่อรายงานเครือข่ายในแต่ละปีต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ส่งผลให้ไม่สามารถรายงานผลข้อมูลก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน อีกทั้งยังไม่มีรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับผู้บริหารในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเป็นปัจจุบันที่สุด

ด้วยเหตุนี้สำนักฯ จึงได้พัฒนาระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม GDC ขึ้น เพื่อเป็นแหล่งจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถคำนวณเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรเหล่านั้นได้อัตโนมัติ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF) ที่เป็นปัจจุบัน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก), 2565) ตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียว และนำเสนอเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบเพื่อให้หน่วยงานอื่นที่ต้องการเข้าร่วมการตรวจประเมินสำนักงานสีเขียว สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดหรือเชื่อมต่อการทำงานในวงกว้างระดับมหาวิทยาลัยต่อไป

วัตถุประสงค์ (Objective)

เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม GDC ของสำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลงฯ สำหรับการตรวจประเมินสำนักงานสีเขียว

วิธีการดำเนินการ (Methodology)

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบความต้องการของโปรแกรม

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เกณฑ์สำนักงานสีเขียว, วิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก), 2565) และโครงสร้างข้อมูลแต่ละหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้อง (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2564) และ (สยาม และคณะ, 2562)

ศึกษาและเลือกเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม ฐานข้อมูลที่ใช้ (Ben, 2021) รูปแบบการแสดงผลที่เกี่ยวข้อง (Sally, 2020) ศึกษา Coding Structure ของภาษาที่เลือกใช้ หา Community ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา และการตั้งค่า config ที่เกี่ยวข้อง

สิทธิและส่วนประกอบของระบบ กำหนดสิทธิสำหรับส่วนนำเข้าข้อมูลโดยจำกัดเฉพาะคณะกรรมการจัดการพลังงาน และสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ส่วนนำเสนอข้อมูลสามารถเข้าถึงได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องผ่านการยืนยันตัวตน ส่วนประกอบของระบบประกอบด้วย 1) หน้าเข้าสู่ระบบเพื่อยืนยันสิทธิสำหรับผู้เข้ากรอกข้อมูล (Login Page) 2) แบบฟอร์มสำหรับเพิ่มข้อมูล (Add Page) 3) แบบฟอร์มสำหรับแก้ไขข้อมูล (Edit Page) 4) หน้าแสดงรายการข้อมูลที่เพิ่ม (List Page) และ 5) หน้าแสดงหมวดหมู่รายการทั้งหมด (Categories Page)

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาระบบ

ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมด้วย Full Stack Framework ในการพัฒนา Responsive Website ประกอบด้วย 1) Front End: NuxtJS และ Bootstrap (UI) พัฒนาแบบฟอร์ม และ Responsive Website 2) Back End: NodeJS พัฒนาส่วนประมวลผลและติดต่อฐานข้อมูล และ 3) Database: PostgreSQL พัฒนาฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์

ในส่วน Data Visualization ออกแบบโครงสร้างข้อมูลของกราฟที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) Carbon Footprint Dashboard เป็นส่วนแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงาน และ 2) กราฟปริมาณการใช้ทรัพยากร เป็นส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ทรัพยากรรายเดือนในแต่ละปี

นอกจากนี้ในส่วนวิเคราะห์และ Export ข้อมูล ศึกษาการคำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรในด้านต่าง ๆ วิเคราะห์เปรียบเทียบต่อหน่วย แสดงเป็นแนวโน้มย้อนหลัง 3 ปี เพื่อช่วยในการติดตามและขยายผล หาสาเหตุ และพัฒนาช่องทางในการส่งออกข้อมูลเป็น MS Excel

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบภาพรวม

การประเมินประสิทธิภาพแบ่งเกณฑ์ระดับความพึงพอใจ (Rating Scale) ออกเป็น 5 ระดับ คือ

- | | |
|---|---|
| 5 | หมายถึง มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบดีมาก |
| 4 | หมายถึง มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบดี |
| 3 | หมายถึง มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบปานกลาง |
| 2 | หมายถึง มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบน้อย |
| 1 | หมายถึง มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบน้อยที่สุด |

การแปลผลใช้แนวคิดของศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2549) ในรูปแบบอันตรรกภาพ (Interval Scale) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ความกว้างของอันตรรกภาพ} &= (\text{ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด} - \text{ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น} \\
 &= (5 - 1) / 5 \\
 &= 0.80
 \end{aligned}$$

ซึ่งสามารถแบ่งเป็นระดับความพึงพอใจได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 – 5.00	หมายถึง มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 – 4.20	หมายถึง มาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 – 3.40	หมายถึง ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 – 2.60	หมายถึง น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.80	หมายถึง น้อยที่สุด

กลุ่มผู้ทดสอบระบบ (Usability Test) คือ คณะกรรมการด้านการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ทดสอบด้วยการนำเข้าสู่ชุดข้อมูลจริงที่รับผิดชอบ ระหว่างปี 2561 – 2564

กลุ่มผู้ประเมินระบบ (Acceptance Testing) แบ่งเป็น 2 บทบาท คือ กรรมการผู้ตรวจประเมินสำนักงานสีเขียว และผู้บริหารของหน่วยงาน

ผลการดำเนินการและอภิปรายผล (Result and Discussion)

ระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม GDC สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลงฯ เลือกใช้กระบวนการพัฒนาแบบ Agile SCLC Model ซึ่งเป็นการแบ่งระยะการพัฒนาระบบเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบในภาพรวมทั้งหมด โดยในระบบนี้สามารถแบ่งระยะการพัฒนาได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การนำเข้าสู่ข้อมูล และระยะที่ 2 การนำเสนอข้อมูล ซึ่งมีผลการดำเนินงานดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Data Storage)

ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ข้อมูลน้ำมัน ข้อมูลสารมีเทน (Methane) ข้อมูลไฟฟ้า ข้อมูลกระดาษ ข้อมูลน้ำประปา และข้อมูลขยะของเสีย โดยมีตัวกรองในการกรอกข้อมูล หากมีการเพิ่มข้อมูลในระบบแล้ว จะไม่สามารถเพิ่มข้อมูลซ้ำได้ และหากข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ครบถ้วน ระบบจะใส่ค่าเริ่มต้นเป็น 0 ให้อัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีการบันทึก log file เก็บการกระทำต่าง ๆ ในระบบ เพื่อใช้ตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการเพิ่มข้อมูลโดยเจ้าหน้าที่ได้



ภาพที่ 1 หน้ารวมหมวดหมู่ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของสำนักฯ

เพิ่มข้อมูล

ลบข้อมูล

Type to Search

สถิติการใช้ น้ำมัน 80 รายการ							
0	เดือน	Diesel Generator (ลิตร)	Diesel Fire pump (ลิตร)	น้ำมัน Diesel (ลิตร)	น้ำมัน Gasohol 91 (ลิตร)	น้ำมัน Gasohol 95 (ลิตร)	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)
2565	สิงหาคม	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	100.00
2565	กรกฎาคม	12.60	4.00	0.00	2.70	0.00	120.20
2565	มิถุนายน	11.40	4.00	0.00	2.28	0.00	110.00
2565	พฤษภาคม	7.50	4.00	0.00	0.00	5.00	210.10
2565	เมษายน	12.90	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2565	มีนาคม	15.60	4.00	0.00	0.00	2.52	100.00
2565	กุมภาพันธ์	6.00	4.00	0.00	0.00	2.55	93.00
2565	มกราคม	11.70	4.00	0.00	0.00	2.51	85.00
2564	ธันวาคม	0.00	4.00	0.00	0.00	2.55	80.00
2564	พฤศจิกายน	77.70	4.00	0.00	0.00	2.43	80.00
2564	ตุลาคม	7.50	4.00	0.00	2.72	0.00	85.00
2564	กันยายน	6.10	4.00	0.00	0.00	2.00	60.00
2564	สิงหาคม	10.50	4.00	0.00	2.43	0.00	70.00
2564	กรกฎาคม	8.00	4.00	0.00	0.00	2.83	85.00
2564	มิถุนายน	8.00	4.00	0.00	0.00	2.97	85.00
2564	พฤษภาคม	8.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2564	เมษายน	8.00	4.00	0.00	2.56	0.00	70.00
2564	มีนาคม	8.00	4.00	0.00	2.62	0.00	70.00
2564	กุมภาพันธ์	8.00	4.00	0.00	0.00	2.40	0.00
2564	มกราคม	35.20	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการบันทึกรายการข้อมูลการใช้ทรัพยากร

เข้าสู่ระบบ เข้าสู่ระบบ Logout

น้ำมัน

1. สำหรับงานอาคาร : Stationary Combustion

Diesel (Generator) ลิตร

Diesel (Fire pump) ลิตร

2. สำหรับเครื่องยนต์ : Mobile Combustion

น้ำมัน Diesel ลิตร

น้ำมัน Gasohol 91 ลิตร

น้ำมัน Gasohol 95 ลิตร

ค่าใช้สอยต่อเดือน บาท

บันทึก

ยกเลิก

ภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้านำเข้าข้อมูลในระบบ

ส่วนที่ 2 ส่วนนำเสนอข้อมูล (Data Visualization)

1. **Dashboard** เป็นส่วนแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของหน่วยงาน โดยแสดงข้อมูลพื้นฐาน 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) ส่วนวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบปีก่อนหน้า 2) ส่วนกราฟแสดงอัตราส่วนก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภท เปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี 3) ส่วนกราฟแสดงแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภท ย้อนหลัง 5 ปี 4) กราฟแสดงรายละเอียดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทในรอบปี 5) กราฟแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในรอบปี แยกตามพื้นที่ และ 6) กราฟแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกรายเดือน แยกตามประเภทกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 4



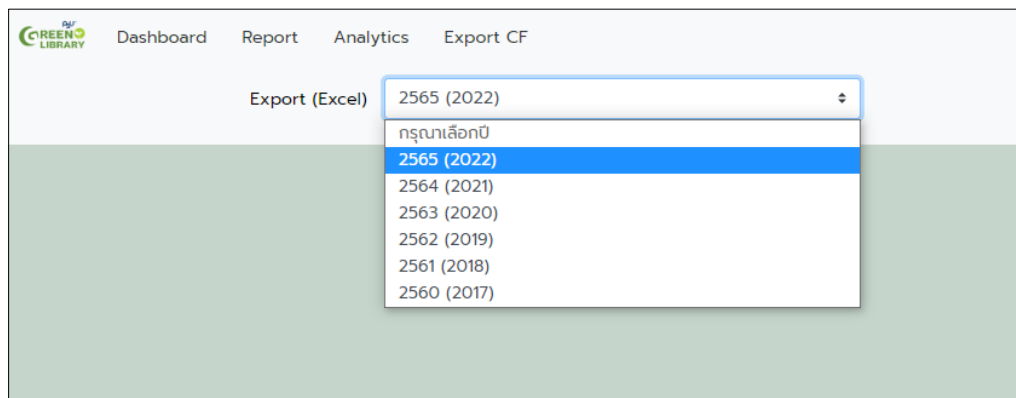
ภาพที่ 4 Dashboard Carbon Footprint

2. Report เป็นส่วนแสดงปริมาณการใช้ทรัพยากรรายเดือนของหน่วยงานเปรียบเทียบกับปีก่อนหน้า ประกอบด้วย 1) กราฟแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2) กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำ 3) กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำมัน 4) กราฟแสดงปริมาณการใช้กระดาษ และ 5) กราฟแสดงปริมาณขยะ และสามารถคำนวณร้อยละของปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 รายงานการใช้ทรัพยากรในด้านต่าง ๆ

3. **Export** เป็นส่วนส่งออกข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรและก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel สามารถเลือกชุดข้อมูลได้ครั้งละหนึ่งปี พัฒนาเพื่อให้ผู้รับผิดชอบในแต่ละหมวดสามารถนำข้อมูลออกไปวิเคราะห์ในรูปแบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ส่วน Export ข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากรและก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปี

4. **Analytics** เป็นส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบต่อหน่วยตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียว ประกอบด้วยปริมาณการใช้ภาพรวม ปริมาณการใช้ต่อเจ้าหน้าที่ (คน) และปริมาณการใช้ต่อพื้นที่ (ตร.ม.) โดยสามารถเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังได้ 3 ปี และแสดงรายละเอียดข้อมูลรายเดือนของแต่ละปีได้ ดังแสดงในภาพที่ 7

Analytics 2565 (2022)													
☒ ปริมาณรวม ☐ ปริมาณต่อเจ้าหน้าที่ ☐ ปริมาณต่อพื้นที่													
รายการ	2563				2564				2565				
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	1,205,488.00				662,699.00				902,866.00				
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเดินทาง	204.07				258.51				125.98				
ปริมาณการใช้ไม้ประปา	2,657.00				1,114.00				2,014.00				
ปริมาณการใช้กระดาษ	307.08				150.19				103.38				
ปริมาณการเกิดของเสีย (ฟองลบ)	6,952.90				4,109.50				5,264.15				
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	1,215,829.37				668,479.46				910,478.37				

Summary 2565													
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	74,957.00	80,156.00	74,309.00	50,221.00	69,126.00	63,385.00	87,761.00	116,450.00	115,938.00	98,467.00	72,896.00	0.00	0.00
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเดินทาง	18.21	12.55	22.12	16.90	16.50	17.68	19.30	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณการใช้ไม้ประปา	108.00	94.00	118.00	90.00	83.00	113.00	265.00	343.00	304.00	346.00	150.00	0.00	0.00
ปริมาณการใช้กระดาษ	42.50	8.38	12.50	12.50	7.50	12.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาณการเกิดของเสีย (ฟองลบ)	415.20	323.80	366.40	175.50	234.30	311.85	503.45	900.10	757.85	854.00	421.70	0.00	0.00
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	74,757.09	80,608.63	74,845.91	50,530.73	69,482.50	63,853.79	88,569.35	117,699.82	116,999.85	99,667.00	73,467.70	0.00	0.00

Summary 2564													
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	47,428.00	103,143.00	128,723.00	63,482.00	43,517.00	52,857.00	38,499.00	16,727.00	35,721.00	35,309.00	48,160.00	49,333.00	6.66
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเดินทาง	39.20	14.40	14.62	14.56	12.00	14.97	14.83	16.93	12.10	14.22	84.13	6.55	6.55
ปริมาณการใช้ไม้ประปา	64.00	249.00	385.00	74.00	35.00	52.00	33.00	29.00	38.00	36.00	54.00	65.00	65.00
ปริมาณการใช้กระดาษ	12.50	9.23	20.00	7.50	10.00	9.23	7.50	10.00	20.00	9.23	27.50	7.50	7.50
ปริมาณการเกิดของเสีย (ฟองลบ)	283.00	665.20	1,793.60	482.10	159.70	292.10	153.80	186.30	205.10	118.70	194.30	195.60	195.60
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	47,841.03	104,096.71	130,358.12	64,068.12	43,723.26	53,235.60	38,718.59	16,979.62	36,007.23	35,297.64	46,532.32	49,619.22	49,619.22

Summary 2563													
ปริมาณการใช้ไฟฟ้า	141,993.00	134,967.00	109,218.00	53,860.00	46,116.00	63,114.00	110,909.00	133,206.00	122,426.00	129,811.00	75,216.00	84,852.00	84,852.00
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเดินทาง	6.64	4.00	7.79	6.69	6.43	19.67	19.18	16.47	46.00	24.00	32.20	15.80	15.80
ปริมาณการใช้ไม้ประปา	331.00	403.00	237.00	50.00	39.00	41.00	173.00	318.00	343.00	345.00	223.00	154.00	154.00
ปริมาณการใช้กระดาษ	26.75	31.30	30.95	37.57	32.63	40.80	18.25	20.33	20.25	18.00	18.20	12.05	12.05
ปริมาณการเกิดของเสีย (ฟองลบ)	646.20	1,327.40	846.90	304.50	173.70	239.40	387.60	685.60	758.30	740.80	588.80	253.70	253.70
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	143,024.85	136,715.90	110,361.70	54,073.52	46,381.21	63,468.91	111,523.60	134,266.86	123,616.70	130,958.99	76,016.52	85,300.61	85,300.61

ภาพที่ 7 หน้าแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหน่วย

ส่วนที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 ผลประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. ความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	5.00	มากที่สุด
2. การสื่อความหมายของ Dashboard และกราฟชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.60	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอข้อมูล	4.70	มากที่สุด
4. ข้อมูลสามารถตอบเกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียวได้	4.90	มากที่สุด
5. การใช้ประโยชน์จากข้อมูล	4.90	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.80	มากที่สุด

จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานจากคณะกรรมการผู้ตรวจประเมินสำนักงานสีเขียว จำนวน 4 คน และผู้บริหารสำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลงฯ จำนวน 4 คน พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบมีดังนี้ 1) ด้านความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 5.00 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด 2) ด้านการสื่อความหมายของ Dashboard และกราฟชัดเจนและเข้าใจง่าย ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.60 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด 3) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอข้อมูล ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.70 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด 4) ด้านข้อมูลสามารถตอบเกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียวได้ ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.90 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด 5) ด้านการใช้ประโยชน์จากข้อมูล ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.90 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยภาพรวมประสิทธิภาพการทำงานของระบบในการตอบเกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียวได้อย่างครอบคลุม อยู่ในระดับ 4.80 ซึ่งแปลผลได้อยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากการพัฒนาระบบจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม GDC สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร พบว่า ระบบสามารถช่วยแก้ปัญหาการจัดเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของสำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลงฯ ได้อย่างเป็นระบบและสอดคล้องตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียว และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถติดตามผลการใช้ทรัพยากรในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเป็นปัจจุบัน ช่วยให้การดำเนินงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของสำนักฯ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถตอบมาตรฐานสำนักงานสีเขียวได้อย่างครบถ้วน

ข้อเสนอแนะ

1. การนำเข้าข้อมูลของระบบในปัจจุบันเป็นการนำเข้าโดยเจ้าหน้าที่ ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าในการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ หากพัฒนาระบบให้สามารถดึงข้อมูลหรือเชื่อมต่อ API จากแหล่งเก็บข้อมูลต้นทางได้โดยตรงก็จะสามารถช่วยลดความล่าช้าที่อาจเกิดขึ้น ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ และเพิ่มความแม่นยำและถูกต้องของข้อมูลในระบบได้
2. การแสดงผลข้อมูลในปัจจุบันสามารถเลือกได้เพียง 1 ปี และจะเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลังกับปีก่อนหน้าเท่านั้น ยกเว้น Carbon Footprint Dashboard ซึ่งหากพัฒนาให้ระบบสามารถเลือกช่วงปีในการเปรียบเทียบข้อมูลได้ จะเพิ่มความยืดหยุ่นและเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามข้อมูลการดำเนินการย้อนหลังได้มากยิ่งขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลงฯ ได้นำระบบดังกล่าวมาใช้ในการตรวจประเมินสำนักงานสีเขียวของสำนักฯ ในเดือนสิงหาคม 2565 และผ่านการตรวจประเมินในระดับดีเยี่ยม (ทอง)

รายการอ้างอิง (References)

- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2564). *GREEN OFFICE - เกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียว 2564*.
<https://datacenter.deqp.go.th/>
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์, สุพาตา สิริกุดตา, วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์, ปณิศา ลัญชานนท์ และ พิมพา หิรัญกิตติ. (2549). *การวิจัยการตลาด ฉบับปรับปรุงใหม่*. บริษัท ธรรมสาร จำกัด.
- สยาม อรุณศรีมรกต, กัมปนาท รักดีกุล, จูติธร บุญเรือง และ เพ็ญพรรณ พงษ์สายันต์. (2562). *มาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green Office Standard) 2562*. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก). (2565). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ Emission Factor*.
<http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpIVmpkSE5mWlcxcGMzTnBiMjQ9>
- Ben Rogojan. (2021). *PostgreSQL vs. MySQL: Differences in Performance, Syntax, and Features*. Panoply blog. <https://blog.panoply.io/postgresql-vs-mysql>
- Sally Paridis. (2020). *The World's First Data Visualization of Product Carbon Footprints*. Sustainable Brands. <https://sustainablebrands.com/read/new-metrics/coclear-develops-world-s-first-data-visualization-of-product-carbon-footprints>