

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขยะสำหรับศูนย์เรียนรู้

การจัดการขยะแบบครบวงจร

Development of Waste Management Information System for One-stop Waste Management Learning Center

นัฐพงศ์ ส่องเนียม *

Nattapong Songneam *

Received: 17 April 2019, Revised: 1 October 2019, Accepted: 15 January 2020

บทคัดย่อ

ปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้นในทุกวันส่งผลกระทบต่อธรรมชาติก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ศึกษาและจัดทำงานวิจัยนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษารูปแบบการจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร 2) ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ อาจารย์จำนวน 15 คน และนักเรียนจำนวน 30 คน ของโรงเรียนสังกัดเขตกรุงเทพมหานครทั้งหมด 6 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร เป็นโปรแกรมประยุกต์บนเดสก์ท็อปพัฒนาโดยใช้หลักการเชิงวัตถุ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาคือ ไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก และฐานข้อมูลคือ ไมโครซอฟท์แอคเซส 2) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษารูปแบบการจัดการขยะโดยวิธีการคัดแยกขยะเป็นการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการจัดการขยะของนักเรียนในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = 0.70)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ, ศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร, การจัดการขยะ

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน
จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10220

Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Anusawari, Bangkok, Bangkok 10220, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): xnattapong@hotmail.com

ABSTRACT

The increasing volumes of everyday waste affects the nature causing carbon dioxide which is the cause of greenhouse effect. According to this problem, the purposes of the research were to: 1) study the waste management model at the One-stop Waste Management Learning Center, 2) design and develop information systems for waste management at the One-stop Waste Management Learning Center, and 3) evaluate the user satisfaction. The sample group consisted of 15 teachers and 30 students from six schools in Bangkok. They were selected by using a specific sampling method. The research tools were: 1) integrated waste management information system at the learning center which was a desktop application developed by Object-oriented method, Microsoft Visual Basic and Microsoft Access, and 2) user satisfaction questionnaire. The statistics used in data analysis were mean and standard deviation. The results of this research were as follows. 1) The study of waste management by using waste separation method raises good awareness on environmental conservation and waste management of students in Bangkok schools. 2) The results of user satisfaction showed overall satisfaction at the highest level ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = 0.70).

Key words: management information system, one-stop waste management learning center, waste management

บทนำ

ประเทศไทยมีปริมาณขยะสูงขึ้นต่อเนื่องขึ้นทุกปี จากรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี 2559 พบว่ามีปริมาณการเกิดขยะรวมกันทั้งประเทศ 27.06 ล้านตันต่อปี เทียบเท่าตึกไบฮอก 2 จำนวน 140 ตึก คิดเป็นประมาณ 74,130 ตันต่อวัน เฉลี่ยเป็นปริมาณขยะ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ยังไม่รวมขยะตกค้างสะสมที่เพิ่มขึ้นทุกปีไม่ต่ำกว่าปีละ 10 ล้านตัน ซึ่งถือเป็นปัญหาใหญ่ระดับชาติที่ทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันแก้ไขให้ได้โดยเร็ว จากรายงานข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษแห่งประเทศไทยในปี 2560 มีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นทั่วประเทศ จำนวน 27.37 ล้านตันต่อปีหรือประมาณ 74,998 ตันต่อวัน พบว่าคนไทยสร้างขยะ 1.13 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และขยะทั้งหมดที่เกิดขึ้น มีการนำไปใช้ประโยชน์เพียง 8.51 ล้านตันหรือคิดเป็น 31% ส่วนที่เหลือต้องนำไปกำจัดต่อ โดย

41% หรือ 11.69 ล้านตัน ที่กำจัดอย่างถูกต้อง ส่วนอีก 26% หรือ 7.17 ล้านตัน ยังกำจัดอย่างไม่ถูกต้องและมีขยะสะสมประมาณ 10 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ซึ่งข้อมูลทั้งหมดสะท้อนให้เห็นว่าต้นเหตุของปัญหานั้น คือ “คน” การจะแก้ไขปัญหาในระยะยาวจึงต้องแก้ที่คนเป็นหลัก ต้องสร้างวินัยให้เกิดขึ้นกับคนในชาติ เพื่อนำไปสู่การจัดการขยะที่ยั่งยืน (วิภาณี, 2561) โดยรัฐบาลได้กำหนดแผนที่น่าสนใจ (Road Map) การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย (ปิยชาติ, 2557) ให้มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย 4 กิจกรรมหลัก คือ 1) เร่งจัดการขยะมูลฝอยสะสมในสถานที่กำจัดขยะพื้นที่วิกฤติ 2) ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อจัดการกับขยะที่เข้ามาใหม่ โดยเน้นการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง และแปรรูปพลังงานจากขยะ การทำปุ๋ยหมัก นำขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพกลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด 3) จัดระเบียบ

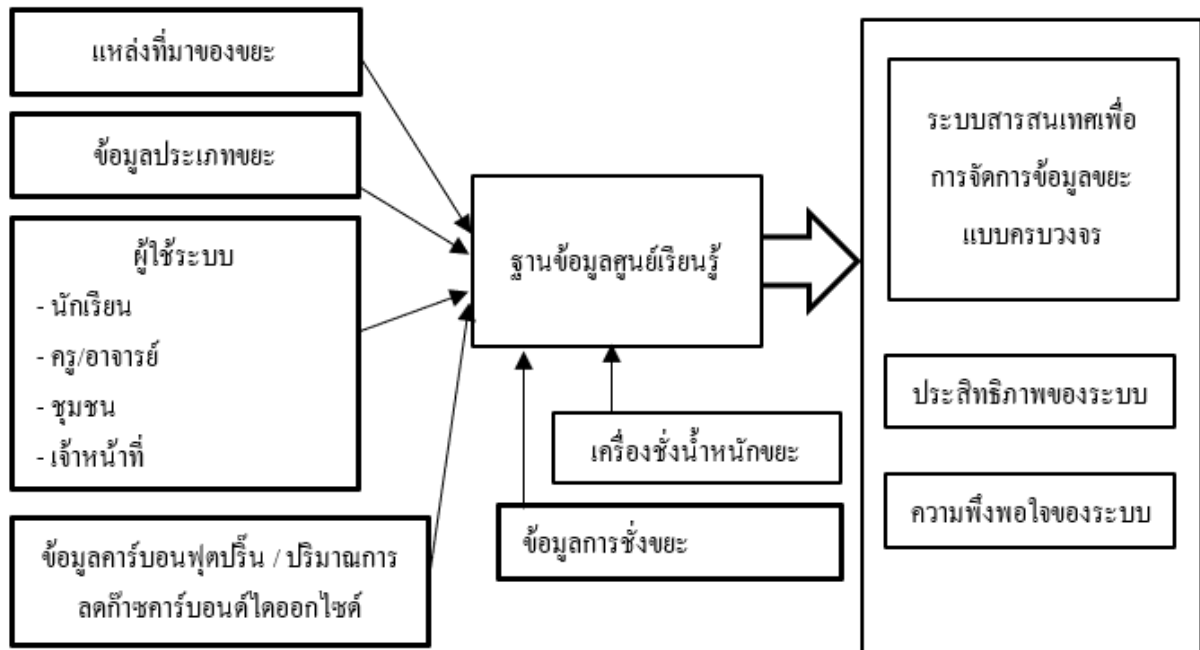
มาตรการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด 4) การสร้างวินัยของคนในชาติ มุ่งสู่การจัดการที่แหล่งกำเนิด ดังนั้นปัญหาขยะจึงเป็นวิกฤตปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เมืองใหญ่ทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ สำหรับในกรุงเทพมหานครปัจจุบันมีจำนวนปริมาณขยะมากที่สุดในประเทศไทยถึงวันละ 14,000 ตันต่อวัน ทางสำนักงานสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครจึงได้น้อมนำหลักการพัฒนาแนวทางพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชฯ รัชกาลที่ 9 ในเรื่อง การเข้าใจ เข้าถึง พัฒนา มาใช้เป็นต้นแบบการบริหารจัดการขยะเริ่มจากเข้าใจ โดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหาขยะอย่างเหมาะสมในทุกมิตินำไปสู่การเข้าถึง (ปิยชาติ, 2557) โดยมุ่งการพัฒนากระบวนการสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในทุกกลุ่มเป้าหมาย และพัฒนาโดยการต่อยอดให้เกิดกระบวนการนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปสู่การปฏิบัติจริงชีวิตประจำ โดยมีสำนักสิ่งแวดล้อมเป็นพี่เลี้ยงสนับสนุน ให้คำแนะนำ ติดตามพร้อมทั้งขยายผลให้เกิดเครือข่ายด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่โรงเรียนและชุมชน ซึ่งโครงการศูนย์เรียนรู้ด้านการจัดการขยะแบบครบวงจรเป็นโครงการสำคัญที่เล็งเห็นว่าเยาวชนคือรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยให้ความสำคัญในการสร้างความเข้าใจการลดคัดแยก และใช้ประโยชน์จากขยะตั้งแต่แหล่งกำเนิด จนถึงปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองเพื่อถ่ายทอดแนวคิดดังกล่าวไปสู่ครอบครัวและชุมชนต่อไป โครงการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้จัดการขยะแบบครบวงจรของกรุงเทพมหานคร (สำนักสิ่งแวดล้อม, 2551) มีโครงการนำร่องในพื้นที่โรงเรียน 6 แห่งใน 6 กลุ่มโซนของกรุงเทพมหานคร โดยมีตัวแทนครู นักเรียน ร่วมกิจกรรมหลายร้อยคน แนวคิดสำคัญของ

โครงการมีอยู่ 3 ประการ ประกอบด้วย 1) ปลุกจิตสำนึกในการลดและคัดแยกขยะเป็นสิ่งที่ทุกคนทำได้ 2) สร้างนิสัยทิ้งถูกวิธี ถูกที่ ถูกเวลา 3) ใส่ใจสิ่งแวดล้อมโดยการตัดคิดเปลี่ยนใช้เริ่มที่ตัวเราผ่านกิจกรรมหลักสำคัญของโครงการ ซึ่งการดำเนินการที่ผ่านมาและสิ่งที่จะดำเนินการต่อไปสำนักสิ่งแวดล้อมได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ให้เป็นกำลังในการรักษาสิ่งแวดล้อม ไม่แต่เฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร แต่รวมถึงประเทศชาติโดยส่วนรวม โดยจะมีการขยายไปสู่โรงเรียนนอกสังกัดอื่นต่อไป กรุงเทพมหานครได้เปิดตัวโครงการศูนย์การเรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร เพื่อเป็นศูนย์เรียนรู้ต้นแบบ รวม 6 ศูนย์ ได้แก่ 1) กลุ่มเขตกรุงธนใต้ ได้แก่ โรงเรียนราชมนตรี (ปลื้ม-เชิมนนกุล) เขตบางขุนเทียน 2) กลุ่มเขตกรุงธนเหนือ ได้แก่ โรงเรียนคลองบางพรหม เขตทวีวัฒนา 3) กลุ่มเขตกรุงเทพใต้ ได้แก่ โรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ เขตบางนา 4) กลุ่มเขตกรุงเทพกลาง ได้แก่ โรงเรียนพระราม 9 กาญจนาภิเษก เขตห้วยขวาง 5) กลุ่มเขตกรุงเทพเหนือ ได้แก่ โรงเรียนคลองทรงกระเทียม เขตลาดพร้าว 6) กลุ่มเขตกรุงเทพตะวันออก ได้แก่ โรงเรียนมัธยมสุวิทย์เสรีอนุสรณ์ เขตประเวศ

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่านำการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการข้อมูลขยะมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในการจัดเก็บ บันทึกข้อมูล คำนวณและประมวลผลข้อมูลขยะ รวมถึงการคำนวณการลดปริมาณขยะและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทิ้งขยะ ตลอดจนสามารถแสดงผลรายงานแบบต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณขยะที่มาจากแหล่งกำเนิดในแต่ละวัน แต่ละเดือน (ชเรศ, 2549) เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจและตระหนักถึงปัญหาของการจัดการขยะและสามารถคัดแยกขยะได้อย่างถูกต้องในส่วนของคุณครูอาจารย์

สามารถที่จะนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากระบบไปต่อยอด
สู่การทำวิจัยต่อไปได้ นอกจากนี้หน่วยงานหรือ
ชุมชนอื่นๆ ที่สนใจ สามารถนำรูปแบบการบริหาร

จัดการ ภายในศูนย์ต้นแบบไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิด
ประโยชน์ต่อชุมชนได้เช่นกัน รวมถึงการร่วมกัน
พัฒนาให้เกิดการบริหารจัดการขยะอย่างยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อ
ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการ
ขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจรซึ่ง
ต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการขยะทั้ง 4
ประเภท ได้แก่ ขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล
ขยะอันตราย โดยจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้ง
แหล่งที่มาของขยะ วิธีการคัดแยก กระบวนการกำจัด
ขยะ และงานการจัดการขยะทั้ง 4 ประเภท ดังนี้

- 1) ขยะอินทรีย์ นำไปที่ป้อนหมัก อาหารสัตว์
- 2) ขยะทั่วไป นำมาเก็บรวบรวมเพื่อทิ้ง และ
เจ้าหน้าที่กรุงเทพมหานครจะเข้ามารับ
- 3) ขยะรีไซเคิล นำกลับมาใช้ใหม่ และมีการ
แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

4) ขยะอันตราย นำรวบรวมไว้ในพื้นที่
เฉพาะ เพื่อส่งให้เจ้าหน้าที่กรุงเทพมหานครเข้ามารับ

ตลอดการคำนวณการลดปริมาณก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เป็นการคำนวณหลังจากการ
ฝังกลบผลิตภัณฑ์ โดยการนำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือน
กระจกที่ถูกปล่อยจากกองขยะ $2.32 \text{ tCO}_2\text{e} / \text{ตันมูล}$
ฝอย แต่บางวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนจะคิดเป็น 0 และนำ
ข้อมูลข้างต้นมาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูล และพัฒนา
ระบบการจัดการขยะของโรงเรียนและชุมชนทั้ง 6
ศูนย์เรียนรู้ โดยออกแบบและพัฒนาระบบเป็น
โปรแกรมประยุกต์บนเดสก์ท็อป (Desktop
Application) มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1: ดำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามและการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ อาจารย์จำนวน 15 คน และนักเรียนจำนวน 30 คน ของโรงเรียนสังกัดเขตกรุงเทพมหานครทั้งหมด 6 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อเก็บข้อมูลแหล่งที่มาของขยะมูลฝอย องค์ประกอบและอัตราการเกิดขยะในโรงเรียนและชุมชน วิธีการคัดแยกและวิธีการกำจัดขยะ เป็นต้น

2. ข้อมูลทุติยภูมิ รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ งานวิจัย สถิติ รายงาน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเว็บไซต์ และงานวิจัย ถึงแหล่งที่มาของขยะมูลฝอย องค์ประกอบและอัตราการเกิดของขยะมูลฝอยชุมชน วิธีการคัดแยก วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย และการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของไทยและต่างประเทศในปัจจุบัน

ระยะที่ 2: ศึกษาวิธีการจัดการขยะชุมชน

ระยะที่ 2 ศึกษาวิธีการจัดการขยะชุมชนและนำมาทำการออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งพัฒนาโดยใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล

ระยะที่ 3: ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบ ครบวงจร

ในระยะที่ 3 นี้เป็นการออกแบบและพัฒนา
ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่
เหมาะสมกับศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบ
วงจรทั้ง 6 ศูนย์ของกรุงเทพมหานครในลักษณะ
โปรแกรมประยุกต์บนเดสก์ท็อป (Desktop
Application) โดยได้ออกแบบตามหลักการออกแบบ
หน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ได้อย่างสะดวก

และง่าย (Gunawan, 2017) เพื่อเชื่อมโยงกับระบบ
ฐานข้อมูล แหล่งที่มาของขยะ องค์ประกอบและ
อัตราการเกิดของขยะของโรงเรียนและชุมชน วิธีการ
คัดแยก และกระบวนการกำจัดขยะ ตลอดจนการ
จัดการขยะของโรงเรียนและชุมชน โดยสามารถ
ทำงานได้

ระยะที่ 4: ประเมินความพึงพอใจของระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ
โดยการประเมินความพึงพอใจของระบบสารสนเทศ
เพื่อบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะ
แบบครบวงจรจากผู้ใช้งานระบบ ได้แก่ อาจารย์
จำนวน 15 คน และนักเรียนจำนวน 30 คน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ประชากร หมายถึง
กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้ระบบสารสนเทศในศูนย์การ
เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจรที่ผู้วิจัยได้
พัฒนาขึ้น ได้แก่ คณาจารย์ และนักเรียนในโรงเรียน
สังกัดกรุงเทพมหานครจำนวน 6 โรงเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างใน
งานวิจัยนี้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 45 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2
ประเภท คือ อาจารย์จำนวน 15 คน และนักเรียน
จำนวน 30 คน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
จำนวน 6 โรงเรียน โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
ด้วยวิธีเจาะจง

เครื่องมือการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือการวิจัย
ดังนี้

- 1) สถิติเชิงพรรณนา
- 2) แบบสอบถามผู้ใช้ระบบสารสนเทศ
- 3) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลขยะใน
ศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร
- 4) แบบประเมินความพึงพอใจ

ภาษาคอมพิวเตอร์และฐานข้อมูล

1) ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา คือ ไมโครซอฟท์วิซวลเบสิก (Microsoft Visual Basic)

2) ฐานข้อมูล คือ ไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access)

สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics)

ในการดำเนินการวิจัยได้สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และสถิติวัดการแจกแจงข้อมูล คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 - 5.00 หมายความว่า อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 - 4.49 หมายความว่า อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 - 3.49 หมายความว่า อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 - 2.49 หมายความว่า อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 - 1.49 หมายความว่า อยู่ในระดับน้อยมาก

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ และการสัมภาษณ์ผู้ใช้ระบบสารสนเทศ และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลประเภทขยะ ปริมาณขยะ แหล่งกำเนิดขยะ และปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากนั้นยังมีการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้ของระบบอีกด้วย

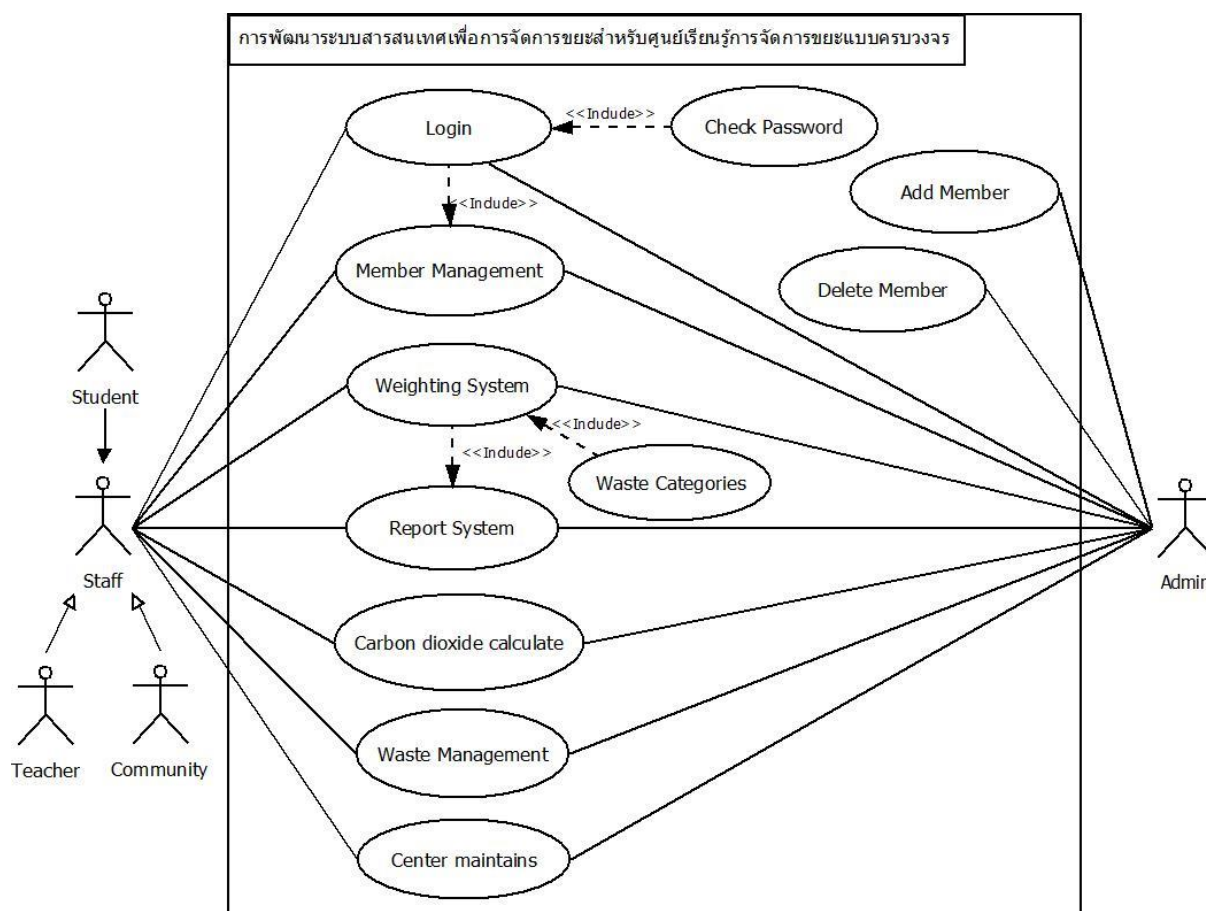
ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ ได้ใช้เครื่องมือของการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ และแผนภาพยูเอ็มแอล ในการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาตามหลักการเชิงวัตถุ (น้ำฝน, 2558) ซึ่งได้ใช้แบบจำลองกระบวนการพัฒนาระบบแบบแบบยูนิฟายด์ (Unified Process) โดยแบ่งงานออกเป็น 4 ระยะดังนี้

Phase I. Inception	Phase II. Collaboration	Phase III. Construction	Phase IV. Transition
วิเคราะห์ วางแผนโครงการ เตรียมการ กำหนด ผู้รับผิดชอบ รวบรวมข้อมูล (ม.ค. 2560 - ก.พ. 2560)	วิเคราะห์ความต้องการของระบบ ออกแบบ ระบบออกแบบหน้าจอ ออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบอัลกอริทึม จัดทำข้อกำหนดความ ต้องการ (Requirement Specifications) (มี.ค. 2560 - มิ.ย. 2560)	พัฒนาระบบ เลือกภาษา และ เครื่องมือที่ใช้ เขียนคำสั่ง (Programming) (ก.ค. 2560 - ต.ค. 2560)	ถ่ายโอน ติดตั้ง การใช้งาน และอบรม (พ.ย. 2560 - ธ.ค. 2560)

ภาพที่ 2 ยูนิฟายด์โพรเซส

การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศสำหรับ
บริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบ
ครบวงจร การวิเคราะห์ความต้องการด้วยแผนภาพ
ยูสเคส

แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)
สำหรับระบบสารสนเทศสำหรับบริหารจัดการขยะ
ในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร มี
รายละเอียดดังนี้

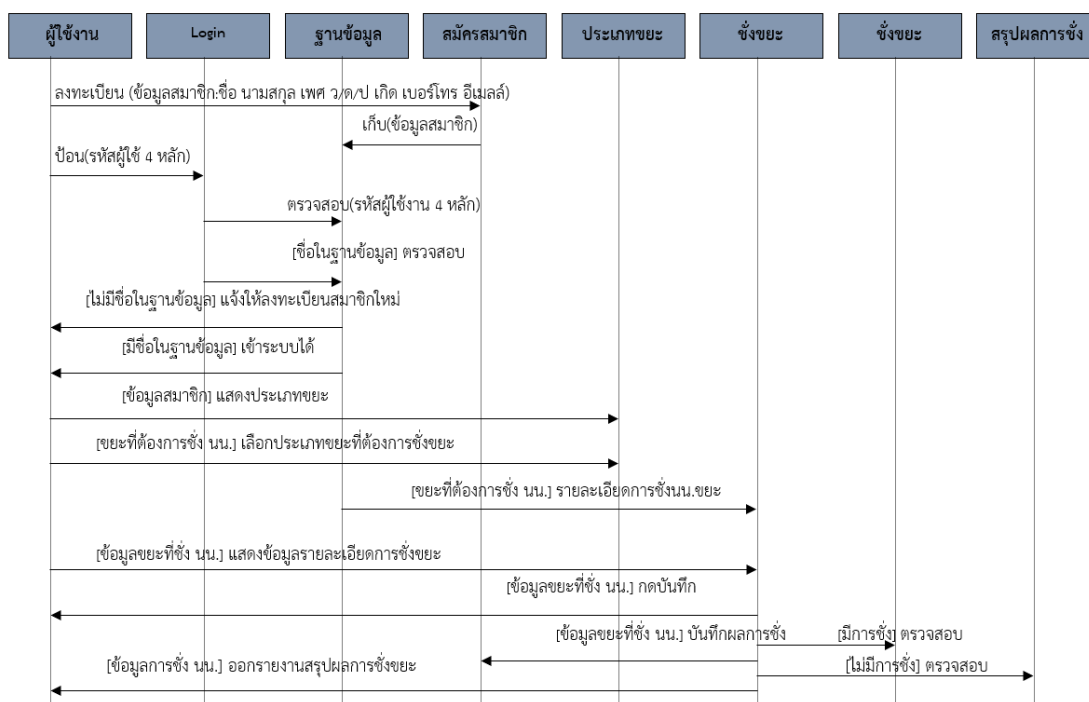


ภาพที่ 3 แผนภาพยูสเคสแสดงฟังก์ชันของระบบและการทำงานของระบบการจัดการขยะแบบครบวงจร

จากภาพที่ 3 เป็นแผนภาพยูสเคสแสดงฟังก์ชันของระบบและการทำงานของระบบการจัดการขยะแบบครบวงจรโดยแอกเตอร์ในระบบประกอบด้วย นักเรียน อาจารย์ ชุมชน เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ ยูสเคสประกอบไปด้วย ยูสเคสการเข้าระบบ (Login use case) ยูสเคสการสมัครสมาชิก (Regis use case) ยูสเคสการชั่งน้ำหนัก (Weighting use case) ยูสเคสการเลือกประเภทขยะ (Categorize use case) ยูสเคสการจัดการข้อมูลขยะ (Waste Management use case) ยูสเคสการจัดการข้อมูลสมาชิก (Member Management use case) ยูสเคสการ

จัดการข้อมูลศูนย์เรียนรู้ (Learning Center Management use case) ยูสเคสการคำนวณการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Foot-Print use case) ยูสเคสออกรายงาน (Report use case) **แผนภาพลำดับ**

แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ของระบบนี้จะเป็นจะประกอบไปด้วย 7 คลาส ได้แก่ 1) ผู้ใช้งาน 2) Login 3)ฐานข้อมูล 4) สมัครสมาชิก 5) ประเภทขยะ 6) ชั่งขยะ 7) สรุปผลการชั่ง ดังรายละเอียดในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ของการชั่งชยะ

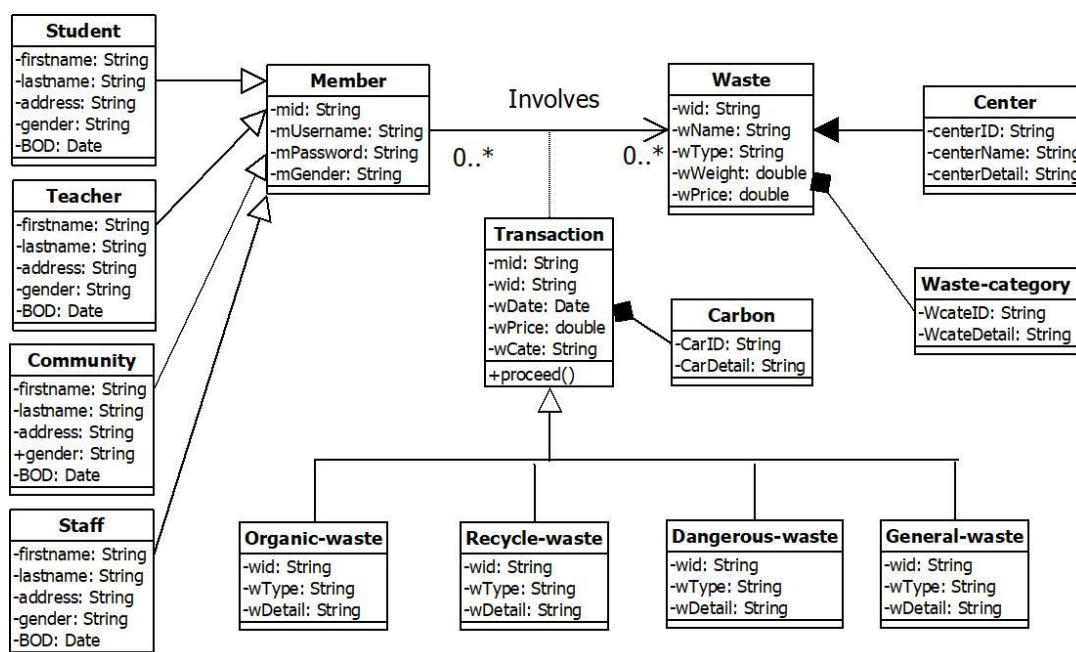
แผนภาพคลาส

โดยมีจำนวนของคลาสทั้งหมด 13 คลาส โดยมี

แผนภาพคลาส (Class Diagram) ทำหน้าที่

รายละเอียดดังนี้

ในการแสดงความสัมพันธ์ของคลาสต่างๆ ในระบบ



ภาพที่ 5 แผนภาพคลาสของระบบ

การคำนวณการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการกำจัดผลิตภัณฑ์หลังการใช้งานแบบการฝังกลบ (Landfill) โดยใช้ตามข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากกองขยะแบบดิน (tCO₂e ต่ตันต่อมูลฝอย) ของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 5: Waste (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ดังตารางที่ 2 สำหรับวัสดุอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตารางที่ 2 และมีองค์ประกอบ

ของคาร์บอนให้ใช้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO₂e /ตันมูลฝอย (คำนวณจากข้อมูลที่เก็บโดย JGSEE) หากเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้คิดเป็นศูนย์

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ 1. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมนุษย์ (Carbon Footprint of Human) 2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products) 3. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations)

มูลฝอยทั่วไป

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = \text{น้ำหนักมูลฝอย (kg)} \times 1.3 \text{ kg CO}_2 \text{ e/kg}$$

การกำจัดมูลฝอยทั่วไป ด้วยวิธีการฝังกลบ (MSW Sanitary Landfill)

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = \text{น้ำหนักมูลฝอย (kg)} \times 0.8421 \text{ kgCO}_2 \text{ e/kg}$$

ภาพที่ 6 การคำนวณการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ 1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน

องค์ประกอบของมูลฝอย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน (tCO ₂ e ต่ตันมูลฝอย)
กระดาษ / กระดาษกล่อง	2.93
ผ้า	2.00
เศษอาหาร	2.53
เศษไม้	3.33
กิ่งไม้ ต้นหญ้า จากสวน	3.27
ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ	4.00
ยางและหนัง	3.13

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

จากตารางที่ 1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน พบว่า

1) กระดาษ หรือกระดาษกล่อง มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.93 2) ผ้า มีปริมาณก๊าซเรือนกระจก

เท่ากับ 2.00 3) เศษอาหาร มีปริมาณก๊าซเรือนกระจก
เท่ากับ 2.53 4) เศษไม้ มีปริมาณก๊าซเรือนกระจก
เท่ากับ 3.33 5) กิ่งไม้ ต้นหญ้า มีปริมาณก๊าซเรือน
กระจกเท่ากับ 3.27 6) ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ มี
ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 4.00 และ 7) บางและ
หนัง มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3.13

การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดย
การติดตั้งโปรแกรมระบบสารสนเทศเพื่อบริหาร
จัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบ
วงจรลงในคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์เรียนรู้ทั้ง 6 แห่ง เพื่อ
ทดสอบการทำงานของโปรแกรมว่ามีความสามารถ
อยู่ในขอบเขตของการทำงานที่กำหนดไว้ แล้ว
เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการหรือไม่ โดย
ทดสอบดังนี้

1. การลงทะเบียน (Register) ของผู้ใช้งาน
ระบบ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักเรียน และผู้ดูแลระบบ
2. การเข้าสู่ระบบ (Login) ของผู้ใช้งาน ทำ
การตรวจสอบว่ามีชื่อในฐานข้อมูลผู้ใช้งานหรือไม่
3. การแสดงประเภทขยะและข้อมูลขยะ
ตามลำดับหน้าที่กำหนดให้หรือไม่
4. การเลือกประเภทขยะและการชั่งน้ำหนัก
ขยะ โดยการกำหนดการเลือกประเภทขยะทั้ง 4
ประเภท
5. การชั่งขยะ โดยการเลือกประเภทขยะ
ก่อนแล้วเลือกชนิดขยะจากนั้นโปรแกรมจะแสดง
ราคาต่อหน่วย และกดปุ่มชั่งขยะ จะแสดงค่าน้ำหนัก
ขยะได้ถูกต้องหรือไม่

6. การแสดงข้อมูลรายงานสรุปการชั่งขยะ
เมื่อออกจากหน้าจอชั่งขยะ และมีการย้อนกลับไป
หน้าล็อกอินถูกต้องหรือไม่

7. การย้อนกลับไปแสดงหน้าล็อกอินเมื่อ
ผู้ใช้งานไม่ต้องการชั่งขยะต่อ มีการย้อนกลับไปหน้า
ล็อกอินถูกต้องหรือไม่

8. การออกรายงานต่างๆ เช่น ข้อมูลสรุปการ
ชั่งน้ำหนักขยะรายวันและรายเดือน

9. การกำหนดค่าต่างๆ เช่น กำหนดราคา
ขยะ และกำหนดชนิดของขยะ และการค้นหาข้อมูล
ผู้ใช้งาน

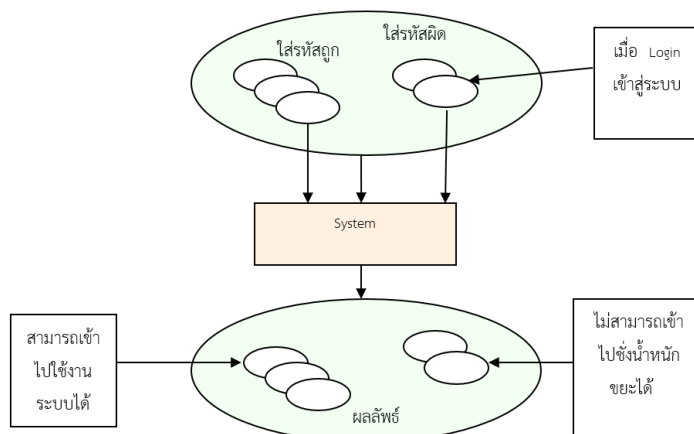
10. การย้อนกลับหน้าล็อกอิน

การทดลองใช้ระบบสารสนเทศเพื่อบริหาร
จัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบ
วงจร จำแนกออกเป็น ขั้นตอน 2 ขั้นตอน

ขั้นแอลฟา เป็นการทดลองใช้ในขั้นต้นกับ
คณะของผู้พัฒนาก่อน จำนวน 5 คน เพื่อหาความ
ถูกต้อง และความสมบูรณ์ในการทำงานของระบบ
สารสนเทศเพื่อบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การ
จัดการขยะแบบครบวงจร หลังจากนั้นจึงทำการ
ปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

ขั้นเบต้า นำระบบสารสนเทศเพื่อบริหาร
จัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบ
วงจรที่พัฒนาไปทดลองใช้กับกลุ่มครู/อาจารย์
เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 60
คน ในศูนย์เรียนรู้ทั้ง 6 แห่ง เพื่อทดลองใช้ขั้นต้น
หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลไปปรับเปลี่ยนอีกครั้งเพื่อ
นำไปใช้เก็บข้อมูลจริงในขั้นต่อไป

การทดสอบระบบ (Black Box Testing)



ภาพที่ 7 แผนภาพการทดสอบระบบด้วย Black-Box Testing

การทดสอบความถูกต้อง

1. การทดสอบความถูกต้องของระบบการบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร ทำโดยตรวจสอบความถูกต้องของระบบจากทีมผู้งานใช้ โดยสร้างแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลของระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจรจำนวน 3 คน และจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีจำนวน 3 คน เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของระบบประกอบด้วยด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 Unit Test เป็นการทดสอบระบบเป็นส่วนๆ ทีละหน้าจอรว่าระบบแสดงเนื้อหาได้ถูกต้องหรือไม่

1.2 Integration Test เป็นการทดสอบระบบโดยรวม

1.3 Usability Test เป็นการทดสอบระบบว่าสามารถใช้งานได้ง่ายหรือไม่

1.4 Performance Test เป็นการทดสอบเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เช่น ระยะเวลาแสดงเนื้อหาในแต่ละหน้าและการซังน้ำหนักขยะของแต่ละคน เป็นต้น

1.5 Security Test เป็นการทดสอบระบบ

รักษาความปลอดภัย

2. นำแบบประเมินผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญไปประเมินหาระดับความคิดเห็นที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร

3. สรุปผลจากการประเมิน

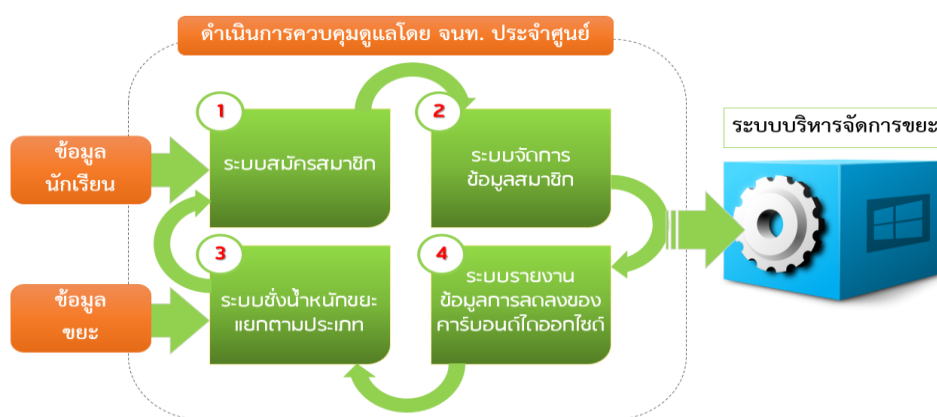
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศในการจัดการขยะและบำบัดน้ำเสียแบบครบวงจร พบว่าระบบสามารถทำการจัดเก็บข้อมูลของชนิดขยะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปใช้งานภายในระบบ และศึกษาประเภทของขยะได้อย่างถูกต้องในรูปแบบ โดยมีผลตอบแทนหากผู้ใช้งานนำขยะมาทิ้งได้อย่างถูกต้องเพื่อเป็นการปลูกจิตสำนึกของทุกคนให้รู้คุณค่าของขยะ ซึ่งสอดคล้องกับ (ชนกฤต, 2553) ที่ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการการจัดเก็บขยะชุมชนกรณีศึกษา:องค์การบริหารส่วนตำบลโนนเมืองพัฒนา อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา

ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุของการทิ้งขยะไม่ถูกวิธีนั้นมาจากประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลโนนเมืองพัฒนายังขาดความรู้ความเข้าใจในรูปแบบของการจัดการการเก็บขยะมูลฝอยและการคัดแยกการทิ้งขยะให้ถูกวิธี รวมทั้งยังขาดการประชาสัมพันธ์และการให้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน

ในส่วนของระบบการออกรายงานผู้ใช้สามารถขอรายงานข้อมูลประวัติการใช้งานของตนเองผ่านระบบได้อย่างถูกต้องแม่นยำและสะดวกสบายยิ่งขึ้น จึงเหมาะแก่การนำไปใช้งานจริงตามท้องถิ่นหรือชุมชนต่าง ๆ เพื่อช่วยเหลือทางด้านการจัดการขยะและลดปัญหาของการจัดเก็บข้อมูลสอดคล้องกับ (ดาวธนา, 2561) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศจัดการข้อมูลสุขภาพของบุคลากรและนักศึกษา ด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของผู้ใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 ดังนั้น ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

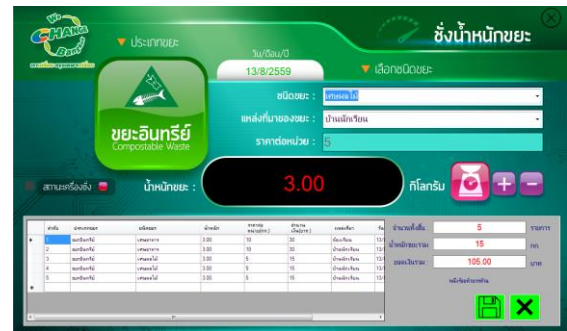
ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้งานในองค์กร หรือชุมชนอื่นๆ ได้ในการพัฒนาเพื่อต่อยอด ควรพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บหรือเว็บแอปพลิเคชันเพื่อรองรับการทำงานกับผู้ใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น (Labib, 2017) เนื่องจากระบบปัจจุบันยังเป็นแบบผู้ใช้เครื่องเดียวและในอนาคตควรพัฒนาให้สามารถใช้งานผ่านสมาร์ตโฟนหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายของผู้ใช้งานที่จะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ (ธีรชัย, 2556) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) เพื่อให้นักศึกษาคณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร หรือบุคคลภายนอกทั่วไปได้รับข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยภาพรวมแสดงการทำงานของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการขยะสำหรับศูนย์เรียนรู้การจัดการขยะแบบครบวงจร ดังนี้



ภาพที่ 8 แสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ

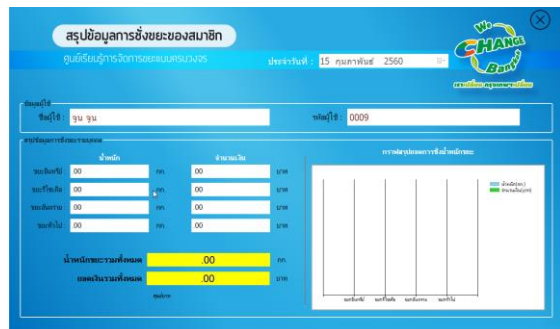


(ก)

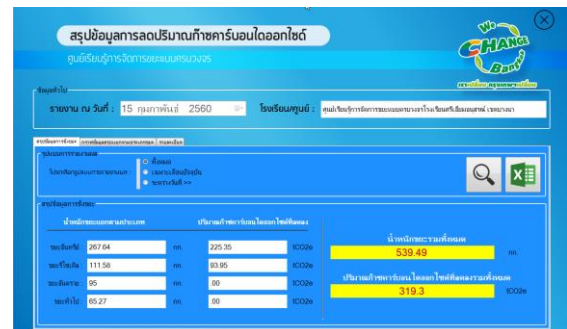


(ข)

ภาพที่ 9 (ก) หน้าจอการเลือกประเภทขยะ (ข) หน้าจอการชั่งขยะอินทรีย์

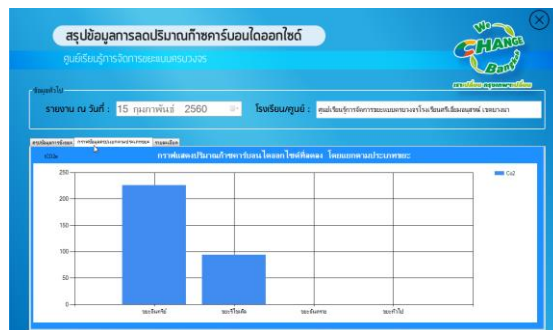


(ก)

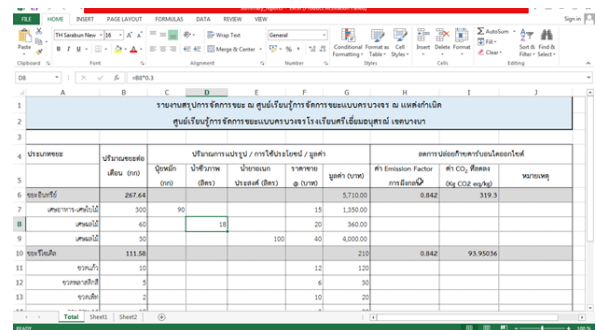


(ข)

ภาพที่ 10 (ก) การสรุปผลข้อมูลการชั่งน้ำหนักขยะ (ข) การสรุปผลข้อมูลลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 11 (ก) แผนภูมิสรุปผลข้อมูลลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ข) การส่งออกเป็นไฟล์ Excel ข้อมูลลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 12 ภาพกิจกรรมของนักเรียนในการเข้าใช้ระบบการจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้ฯ

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการใช้น้ำหนักขยะเฉลี่ยต่อเดือน

ศูนย์เรียนรู้อ	ขยะอินทรีย์ (กก.)	ขยะ ทั่วไป(กก.)	ขยะ อันตราย(กก.)	ขยะ รีไซเคิล(กก.)	รวมทั้งหมด (กก.)
โรงเรียนราชนนตรี (ปลื้ม-เชื่อมบุญ) เขตบาง ขุนเทียน	563.56	54.27	33	61.64	712.47
โรงเรียนคลองบางพรหม เขตทวีวัฒนา	450.30	50.30	50.24	70.34	621.18
โรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ เขตบางนา	489.23	69.50	56.45	79.30	694.48
โรงเรียนพระราม 9 กาญจนาภิเษก เขตห้วยขวาง	678.45	70.35	73.24	98.45	930.49
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม เขตลาดพร้าว	879.28	89.30	40.20	105.35	1,114.13
โรงเรียนมัธยมสุวิทย์เสรีอนุสรณ์ เขตประเวศ	825.24	78.39	45.24	130.20	1,079.07

ตารางที่ 3 สรุปข้อมูลการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ศูนย์เรียนรู้อ	ขยะ อินทรีย์ (tCO ₂ e)	ขยะ ทั่วไป(tCO ₂ e)	ขยะ อันตราย (tCO ₂ e)	ขยะ รีไซเคิล (tCO ₂ e)	รวมทั้งหมด (tCO ₂ e)
โรงเรียนราชนนตรี (ปลื้ม-เชื่อมบุญ) เขตบางขุนเทียน	474.52	45.70	27.79	51.90	599.90
โรงเรียนคลองบางพรหม เขตทวีวัฒนา	379.15	42.35	42.30	59.23	523.03
โรงเรียนศรีเอี่ยมอนุสรณ์ เขตบางนา	411.93	58.52	47.53	66.77	584.75
โรงเรียนพระราม 9 กาญจนาภิเษก เขตห้วยขวาง	571.25	59.23	61.67	82.89	775.05
โรงเรียนคลองทรงกระเทียม เขตลาดพร้าว	740.35	75.19	33.85	88.70	938.10
โรงเรียนมัธยมสุวิทย์เสรีอนุสรณ์ เขตประเวศ	694.85	66.00	38.09	109.63	908.58

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

หัวข้อ	$\bar{x}$	S.D.	หมายเหตุ
1. ความพึงพอใจในภาพรวม ต่อระบบสารสนเทศที่สร้างขึ้น	4.63	0.69	มากที่สุด
2. ความพึงพอใจต่อการดำเนินงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ	4.65	0.69	มากที่สุด
3. ความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.72	มากที่สุด
4. ความพึงพอใจด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.49	0.71	มาก
รวม	4.59	0.70	มากที่สุด

สรุป

จากการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการบริหารจัดการขยะในศูนย์เรียนรู้ พบว่าระบบสามารถดำเนินการได้ดีในทุกฟังก์ชันของระบบ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษารูปแบบการจัดการขยะโดยวิธีการคัดแยกขยะเป็นการช่วยปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการจัดการขยะของนักเรียนใน

โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครได้เป็นอย่างดี 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ พบว่า 1) ความพึงพอใจในภาพรวม ต่อระบบสารสนเทศที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.69) 2) ความพึงพอใจต่อการดำเนินงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.69) 3) ความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก

ที่สุด ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.72) และ 4) ความพึงพอใจด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.49$, S.D. = 0.71) ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = 0.70)

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วน ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และ บริษัทเบสท์แคร์ อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2550. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2550**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: <http://infofile.pcd.go.th/mgt/report50.pdf?CFID=134197&CFTOKEN=82229956>, 22 มีนาคม 2561.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2554. **คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยและเทคโนโลยีการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงานสำหรับท้องถิ่น**. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 (ภูเก็ต). แหล่งที่มา: https://www.reo15.go.th/news_document/detail/91/data.html, 22 มีนาคม 2561.
- ดาวรดา วีระพันธ์. 2561. ระบบสารสนเทศจัดการสุขภาพของบุคลากรและนักศึกษาด้วยเทคโนโลยีบาร์โค้ด. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์** 13(2): 126-136.
- ชนกฤต บวกขุนทด. 2553. การศึกษารูปแบบการจัดการการจัดเก็บขยะชุมชน กรณีศึกษา:

องค์การบริหารส่วนตำบลโนนเมืองพัฒนา อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- ธเรศ ศรีสถิตย์. 2549. **รายงานการวิจัย อัตราการเกิดและองค์ประกอบของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร**. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธีรชัย ศิริเมธากุล. 2556. **MSIT แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- น้ำฝน อัสวเมชิน. 2558. **หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมซอฟต์แวร์**. วี.พรีนท์ 1991 จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ปิยชาติ ศิลปสุวรรณ. 2557. **ขยะมูลฝอยชุมชนปัญหาใหญ่ที่ประเทศกำลังเผชิญ**. สถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: <http://nrei.rmuts.ac.th/sites/default/files/poprosal/บทความวิชาการขยะมูลฝอยชุมชนปัญหาใหญ่ที่ประเทศกำลังเผชิญ.PDF>, 22 มีนาคม 2561.
- วิภาณี อุชุปัจ. 2561. **ความรู้ พฤติกรรมในการจัดการขยะของประชาชน และคุณภาพการบริการในการจัดการขยะขององค์การบริหารส่วนตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดลำพูน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาขารณศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. 2551. **รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม 2549-2550**. พิมพ์

- ครั้งที่ 1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์
อักษรไทย (น.ศ.พ. ฟ้ามืองไทย), กรุงเทพฯ.
- Gunawan, E.S. 2017. The Need of Rhetorical
Design on Global Brands' Websites, pp. 1-
6. *In 2017 International Conference on
Computing, Engineering, and Design
(ICCED)*. International Islamic University,
Malaysia.
- Labib, S.M. 2017. Volunteer GIS (VGIS) based
waste management: A conceptual design
and use of web 2.0 for smart waste
management in Dhaka City, pp. 137-141.
*In 2017 Third International Conference
on Research in Computational Intelligence
and Communication Networks (ICRCICN)*.
University of Manchester, United Kingdom.