

Received: 29 เม.ย. 2568

Revised: 30 ก.ค. 2568

Accepted: 31 ก.ค. 2568

การพัฒนาและประเมินระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการธนาคารขยะรีไซเคิลชุมชน  
กรณีศึกษา โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

The Development and Evaluation of a Web Application System  
for Community Recyclable Waste Bank Management

A Case Study of Muang Pon Health Promoting Hospital, Mae Hong Son Province

อรรณวิทย์ ชังคมานนท์<sup>1\*</sup>, กฤตฤช รัตนวงศ์<sup>1</sup>, คณานิธิ คุณยศยิ่ง<sup>1</sup>,  
อลงกต กองมณี<sup>1</sup> และ ก้องกาญจน์ ดุลยไชย<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Attawit Changkamanon<sup>1\*</sup>, Kodkrit Rattanawong<sup>1</sup>, Kanatip khunyodying<sup>1</sup>,  
Alongkot Gongmanee<sup>1</sup>, and Kongkarn Dullayachai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Computer Science Program, Faculty of Science, Maejo University

\*Corresponding author: attawit@mju.ac.th

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานและประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/Usability) รวมถึงความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิลของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน ซึ่งสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน “จังหวัดสะอาด” ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ประจำปี 2567 นอกจากนี้ยังวิเคราะห์การรับรู้และความเข้าใจของประชาชนต่อข้อมูลการจัดการขยะและโครงการธนาคารขยะผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน และประเมินความสามารถของระบบในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและผลลัพธ์ต่อพฤติกรรมจัดการขยะของประชาชน

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods Research) โดยมีส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพและข้อมูลธุรกรรมจากระบบเว็บแอปพลิเคชัน (N=50) และข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (N=5) มีการรวบรวมข้อมูลปริมาณขยะที่จัดการผ่านระบบก่อนและหลังการนำระบบไปใช้งานในระยะเวลา 6 เดือน เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาพบว่า ระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.32, S.D. = 0.37 จากคะแนนเต็ม 5) โดยได้รับการออกแบบตามหลัก UX/UI ที่ใช้งานง่ายและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ระบบยังมีความสามารถในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลการจัดการขยะรีไซเคิลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยผู้ใช้งานและผู้ประเมินระบบให้คะแนนความชัดเจนของข้อมูลในระดับดีมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.68, S.D. = 0.24 จากคะแนนเต็ม 5) นอกจากนี้ ระบบยังสามารถอำนวยความสะดวกและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพบว่า ปริมาณขยะรีไซเคิลที่บันทึกในระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 และความถี่ในการทำธุรกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระบบเว็บแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการสนับสนุนการจัดการขยะรีไซเคิลในระดับชุมชน และเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพฤติกรรมจัดการขยะของประชาชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

**คำสำคัญ:** เว็บแอปพลิเคชัน; ธนาคารขยะรีไซเคิล; การจัดการขยะชุมชน; การมีส่วนร่วมของประชาชน; โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

## Abstract

This research aims to develop and evaluate the performance and user experience (UX/Usability), including user satisfaction, of a web application system for recyclable waste bank management at Muang Pon Health Promoting Hospital, which aligns with the "Clean Province" community solid waste management action plan of Mae Hong Son Province for 2024. Furthermore, it analyzes public perception and understanding of waste management information and the waste bank project through the web application, and assesses the system's ability to promote participation and its impact on public waste management behavior.

This study employs a Mixed Methods Research approach, incorporating a quasi-experimental research component. Data were collected from performance evaluation questionnaires and transaction data from the web application system (N=50), and qualitative data from in-depth interviews (N=5). Data on waste volume managed through the system were collected before and after the system's 6-month implementation period to evaluate changes.

The findings indicate that the developed web application system demonstrates excellent overall performance (Mean = 4.32, S.D. = 0.37 out of 5) and was designed based on UX/UI principles, making it user-friendly and responsive to user needs. The system also highly effectively disseminates recyclable waste management information, with users and system evaluators rating the clarity of information as excellent (Mean = 4.68, S.D. = 0.24 out of 5). Additionally, the system effectively facilitates and promotes public participation, with a 25% increase in the volume of recyclable waste recorded in the system and a statistically significant increase in transaction frequency ( $p < 0.01$ ). The research suggests that the web application system is a powerful tool for supporting community-level recyclable waste management and a crucial mechanism for driving public waste management behavior towards sustainable development.

**Keywords:** *Web application; Recyclable waste bank; Community waste management; Public participation; Health promoting hospital*

## 1. บทนำ

การจัดการขยะมูลฝอยอย่างยั่งยืนในระดับชุมชนเป็นกลไกสำคัญในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 11 ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างเมืองและชุมชนที่ยั่งยืน และเป้าหมายที่ 12 ซึ่งเน้นการบริโภคและการผลิตอย่างมีความรับผิดชอบ ตามรายงานของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP, 2020) การจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมของประชาชนในระดับชุมชน ซึ่งได้รับการยืนยันจากงานวิจัยในหลายประเทศว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการจัดการขยะ

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะแพลตฟอร์มดิจิทัล ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาการสะสมของขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง โดยจากข้อมูลสถิติปี พ.ศ. 2566 พบว่ามีปริมาณขยะสะสมเฉลี่ยถึง 195 ตันต่อวัน (สำนักงานสถิติจังหวัด

แม่ฮ่องสอน, 2566) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพของประชาชน และคุณภาพชีวิตโดยรวม รวมถึงเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อภาคการท่องเที่ยวของจังหวัด

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) มีบทบาทสำคัญในการดูแลสุขภาพของประชาชน ในระดับชุมชน รวมถึงการส่งเสริมสุขภาพิบาลและการจัดการสิ่งแวดล้อม (Ministry of Public Health, 2020) โดย รพ.สต. เป็นหน่วยงานหลักในการรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน และสนับสนุนการดำเนินงานของธนาคารขยะในพื้นที่ เพื่อแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้จัดทำแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน “จังหวัดสะอาด” ประจำปี พ.ศ. 2567 โดยมีโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมการลดและคัดแยกขยะในระดับครัวเรือน

อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานของธนาคารขยะในพื้นที่ยังคงเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น การขาดแคลนระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการข้อมูล การมีส่วนร่วมของประชาชนที่ยังไม่ทั่วถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคัดแยกขยะที่ยังไม่ถูกต้อง และการติดตามผลที่ยังไม่มีระบบรองรับอย่างเป็นรูปธรรม ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้การดำเนินงานของธนาคารขยะไม่สามารถสร้างผลลัพธ์ที่ชัดเจนในเชิงปริมาณและคุณภาพได้อย่างต่อเนื่อง

จากปัญหาและช่องว่างดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิลในชุมชน โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน และสนับสนุนการดำเนินงานของธนาคารขยะอย่างยั่งยืน โดยใช้โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นกรณีศึกษาในการนำระบบไปใช้ประโยชน์

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานและประสบการณ์ผู้ใช้ รวมถึงความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิลของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน

2) เพื่อวิเคราะห์การรับรู้และความเข้าใจของประชาชนต่อข้อมูลการจัดการขยะและโครงการธนาคารขยะผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน

3) เพื่อประเมินความสามารถของระบบเว็บแอปพลิเคชันในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกในการจัดการขยะรีไซเคิลของประชาชน

4) เพื่อประเมินผลลัพธ์ของระบบเว็บแอปพลิเคชันต่อปริมาณและความถี่ของการทำธุรกรรมขยะรีไซเคิลที่บันทึกในระบบ ซึ่งสะท้อนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการจัดการขยะของประชาชน

### 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการขยะในระดับชุมชนได้รับการยอมรับว่าเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยที่มีความหลากหลายทางพื้นที่และการบริหารในระดับท้องถิ่น แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนจึงเป็นหัวใจสำคัญของการดำเนินงานด้านนี้ งานวิจัยของ คงศักดิ์ บุญอาษาทอง, ชุติมา บุญอาษาทอง และสุภาวดี ปันตระกูล (2567) ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมกับการสังเกตและสัมภาษณ์เชิงลึกในชุมชนโพธิ์ซายรัมย์เย็น จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าการให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางและการมีส่วนร่วมของประชาชนในกิจกรรมชุมชนช่วยลดปริมาณขยะและเพิ่มรายได้จากการรีไซเคิลได้อย่างชัดเจน ขณะที่ สุริยะ หาญพิชัย และจันทร์ฉาย จันทร์ลา (2561) ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในเทศบาลตำบลลำนาทรายณ์ โดยเปิดโอกาสให้ประชาชนมีบทบาทในทุกขั้นตอนของการจัดการขยะ ตั้งแต่การวางแผนการดำเนินงาน ไปจนถึงการประเมินผล ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงช่วยให้เกิดแนวปฏิบัติที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่น และสร้างความเข้าใจร่วมในชุมชน

แม้ว่าการมีส่วนร่วมจะเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพ แต่หลายงานวิจัยยังขาดการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเป็นช่องว่างที่ควรเติมเต็ม โดยเฉพาะในยุคที่ข้อมูลและการสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการบริหารจัดการ งานของ พิชราภรณ์ หงษ์สิบสอง, ภัทธีรา ธุระยศ และพลิชฐ์ กันละนนท์ (2564) ใช้การวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับจัดการข้อมูลธนาคารขยะในชุมชนมหาโพธิ์ จังหวัดน่าน โดยมีการทดลองใช้ระบบจริงกับกลุ่มตัวอย่างในชุมชน ผลการทดลองพบว่าแอปพลิเคชันช่วยให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากขึ้น เพิ่มความโปร่งใส และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนผ่านฟีดแบ็กและรายงานผล ส่วน มริษา สุดอุดม และภัทรา สอนโสภะเชือก (2566) ใช้การวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันธนาคารขยะในชุมชน โดยเน้นการออกแบบให้ใช้งานง่ายบนมือถือ ผลการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ชนบทพบว่าแอปพลิเคชันช่วยให้ประชาชนเข้าใจการคัดแยกขยะได้ดีขึ้น และมีแนวโน้มในการใช้งานต่อเนื่องเมื่อมีระบบแจ้งเตือนที่เหมาะสม

ในบริบทของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งเป็นกรณีศึกษาหลักของงานวิจัยนี้ กาญจนา โทหา (2563) ใช้การวิจัยเชิงพัฒนาเพื่อออกแบบรูปแบบการจัดการขยะใน รพ.สต. สวน พยอม โดยเน้นการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง การจัดเก็บอย่างปลอดภัย และการส่งต่ออย่างมีระบบ ผลการวิจัยพบว่าการมีส่วนร่วมของบุคลากรใน รพ.สต. และชุมชนโดยรอบช่วยให้การจัดการขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางจากกรมควบคุมโรค (2560) ที่จัดทำคู่มือการจัดการ ขยะมูลฝอยในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยเน้นความปลอดภัยของบุคลากรและการป้องกันการ แพร่กระจายของเชื้อโรค

การออกแบบระบบให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานในพื้นที่ชนบทต้องคำนึงถึงความสามารถในการ เข้าถึงเทคโนโลยีและระดับความรู้ของประชาชน พริมพรรณ จันทูมา (2557) ใช้การวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จของธนาคารขยะรีไซเคิลในบ้านคำนางรวบ พบว่าแรงจูงใจ เช่น การให้รางวัล การประกาศเกียรติคุณ และการมีผู้นำชุมชนที่เข้มแข็ง มีผลต่อความต่อเนื่องของการมี ส่วนร่วม ขณะที่ ธัชพล ทิธี, จุฑามาศ พรรณสมัย และชลิดา แสนวิเศษ (2565) ใช้การวิจัยเชิง ปฏิบัติการในการจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิลในบ้านแพะดินดง โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนใน ทุกขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่าการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชนช่วยให้เกิดความ ยั่งยืนในการดำเนินงาน

การประเมินผลกระทบของระบบธนาคารขยะสามารถใช้เครื่องมือเชิงวิเคราะห์ เช่น Material Flow Analysis (MFA) และ Social Return on Investment (SROI) ซึ่งช่วยให้เข้าใจ ผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างรอบด้าน Sridan et al. (2024) ใช้กรอบ แนวคิด SROI เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของธนาคารขยะในชุมชน โดยใช้ข้อมูลจากศูนย์เรียนรู้การ จัดการขยะอย่างเป็นระบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าการดำเนินงานธนาคารขยะสามารถสร้าง ผลตอบแทนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมได้อย่างชัดเจน ขณะที่ Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology (2019) ใช้ MFA เพื่อประเมินศักยภาพของธนาคารขยะในเมืองเมตัน ประเทศอินโดนีเซีย โดยวิเคราะห์ปริมาณขยะที่ไหลผ่านระบบ ผลการศึกษาชี้ว่าระบบแบบดั้งเดิมยัง ขาดประสิทธิภาพในการรองรับขยะปริมาณมาก และเสนอให้ใช้ระบบดิจิทัลเพื่อวางแผนและติดตาม ผลอย่างแม่นยำ กรณีศึกษาจากต่างประเทศ เช่น Rachman, Komalasari และ Hutagalung (2021) ใช้การวิจัยเชิงสำรวจและสัมภาษณ์ในหมู่บ้านเกตะปัง ประเทศอินโดนีเซีย พบว่าโครงการธนาคาร ขยะสามารถลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพิ่มรายได้ และสร้างความรู้สึกรับผิดชอบเป็นเจ้าของในชุมชนได้จริง Raharjo, Wulandari และ Fitriani (2021) ใช้การวิจัยเชิงทดลองในการพัฒนาระบบธนาคารขยะ เพื่อรองรับขยะอิเล็กทรอนิกส์ในเมืองปาดัง โดยเชื่อมโยงกับภาคเอกชนและตัวแทนรีไซเคิล ผลการ ทดลองพบว่าระบบสามารถขยายขอบเขตการจัดการขยะได้ หากมีระบบสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ แนวทางจากกรมควบคุมมลพิษ (2563) ที่จัดทำคู่มือปฏิบัติการ 3 ใช้ (3R) เพื่อจัดการขยะชุมชน ได้เสนอหลักการ Reduce, Reuse และ Recycle อย่างเป็นระบบ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การคัดแยกขยะที่ต้นทางไปจนถึงการนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการออกแบบฟังก์ชันของเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบติดตามพฤติกรรมคัดแยกขยะของครัวเรือน หรือการให้คะแนนตามหลัก 3R ในบริบทของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล คู่มือจากกรมควบคุมโรค (2560) เรื่อง การจัดการขยะมูลฝอยในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้ให้แนวทางที่ชัดเจนเกี่ยวกับการคัดแยกขยะติดเชื้อ ขยะทั่วไป และขยะรีไซเคิล โดยเน้นความปลอดภัยของบุคลากรและการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับระบบธนาคารขยะในพื้นที่วิจัย โดยเฉพาะการออกแบบระบบให้สามารถแยกประเภทขยะได้อย่างชัดเจน และมีระบบแจ้งเตือนหรือให้คำแนะนำในการจัดการขยะเฉพาะทาง สำหรับบริบทของพื้นที่เมืองปอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ข้อมูลจากสำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน (2566) ระบุว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายทางชาติพันธุ์และระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน รวมถึงมีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อปีที่สูงเมื่อเทียบกับขนาดประชากร ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการมีระบบจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพและเข้าถึงง่าย การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันจึงควรคำนึงถึงการรองรับอุปกรณ์มือถือ การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ที่เข้าใจง่าย และการมีระบบช่วยเหลือทั้งออนไลน์และออฟไลน์ เพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถใช้งานได้อย่างเท่าเทียม

#### 4. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research Design) ชนิด One-Group Pretest-Posttest Design สำหรับการประเมินผลลัพธ์ของระบบต่อปริมาณและความถี่การทำธุรกรรมขยะรีไซเคิล และใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ควบคู่กับการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบ การรับรู้ ความเข้าใจ และการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งาน

**ประชากร** สมาชิกชุมชนผู้สนใจเข้าร่วมโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และบุคลากรผู้ปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

## กลุ่มตัวอย่าง

1) **กลุ่มผู้ใช้งานระบบ** สมาชิกชุมชนที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับการจัดการขยะรีไซเคิลและสมัครใจเข้าร่วมโครงการธนาคารขยะ โดยถูกคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถเข้าถึงและใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชันได้ในช่วงระยะเวลาการวิจัย

2) **กลุ่มผู้ประเมินระบบ** ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ระบบสารสนเทศ และ/หรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Domain Expert) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะและธนาคารขยะ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งถูกคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากประสบการณ์และความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ พัฒนา หรือประเมินระบบสารสนเทศมาไม่น้อยกว่า 5 ปี

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Instruments)** เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1) **ระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิล** ดำเนินการตามกระบวนการ Software Development Life Cycle (SDLC) แบบ Agile เพื่อให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างรวดเร็วและยืดหยุ่น ซึ่งได้ออกแบบตามสถาปัตยกรรมแบบ Client-Server โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Frontend), ส่วนประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Backend), และฐานข้อมูล (Database) แต่ละส่วนทำงานร่วมกันผ่าน Application Programming Interface (API) เพื่อให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ใช้เทคโนโลยีหลักแบบ Full-Stack JavaScript โดยมี Vue.js พัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งาน Node.js พัฒนาฝั่งเซิร์ฟเวอร์ การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และการสร้าง API สำหรับการสื่อสารระหว่าง Frontend และ Backend ซึ่งใช้ MongoDB เป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL (Document-oriented database) สำหรับการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบ

2) **แบบสอบถาม (Questionnaire)** ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากกลุ่มผู้ใช้งานระบบ (N=50) และกลุ่มผู้ประเมินระบบ (N=5) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

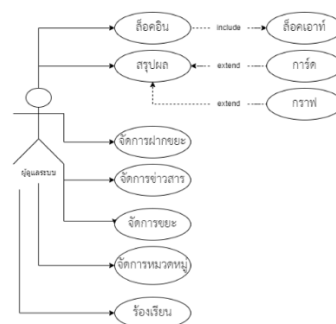
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ (สำหรับผู้ใช้งาน) และประสบการณ์ด้าน IT (สำหรับผู้ประเมิน)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานและประสบการณ์ผู้ใช้ รวมถึงความพึงพอใจของระบบเว็บแอปพลิเคชัน มีลักษณะเป็นมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert, R., 1932) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 = ดีมากที่สุด, 4 = ดีมาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด

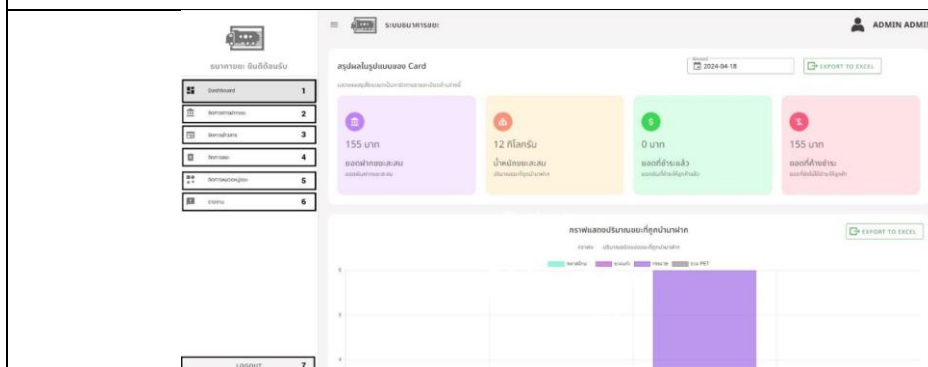


ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเพื่อประเมินการรับรู้และความเข้าใจของประชาชนต่อข้อมูลการจัดการขยะและโครงการธนาคารขยะ มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ

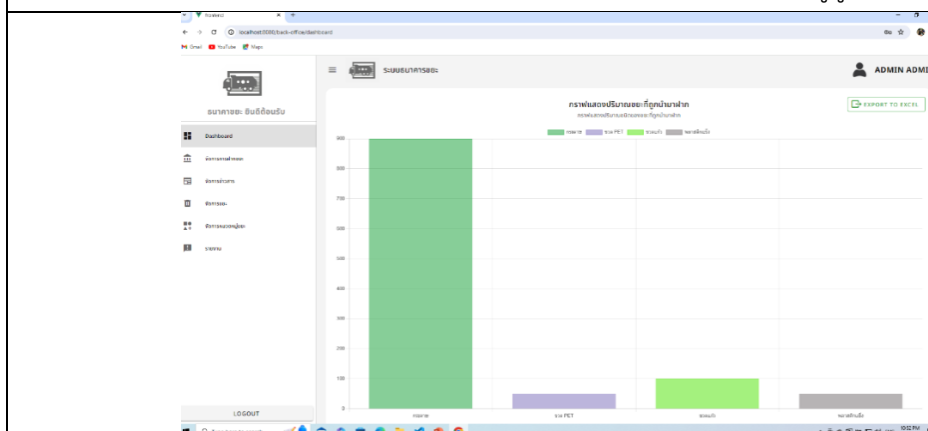
3) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview Guide) ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากกลุ่มผู้ประเมินระบบ (N=5) และผู้ใช้งานระบบบางส่วน เพื่อสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ปัญหาอุปสรรค และความต้องการเพิ่มเติม โดยคำถามจะถูกออกแบบให้เปิดกว้าง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบยูสเคสไดอะแกรมส่วนแอดมิน (Admin)



ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบหน้าจอการบริหารจัดการของผู้ดูแลระบบ



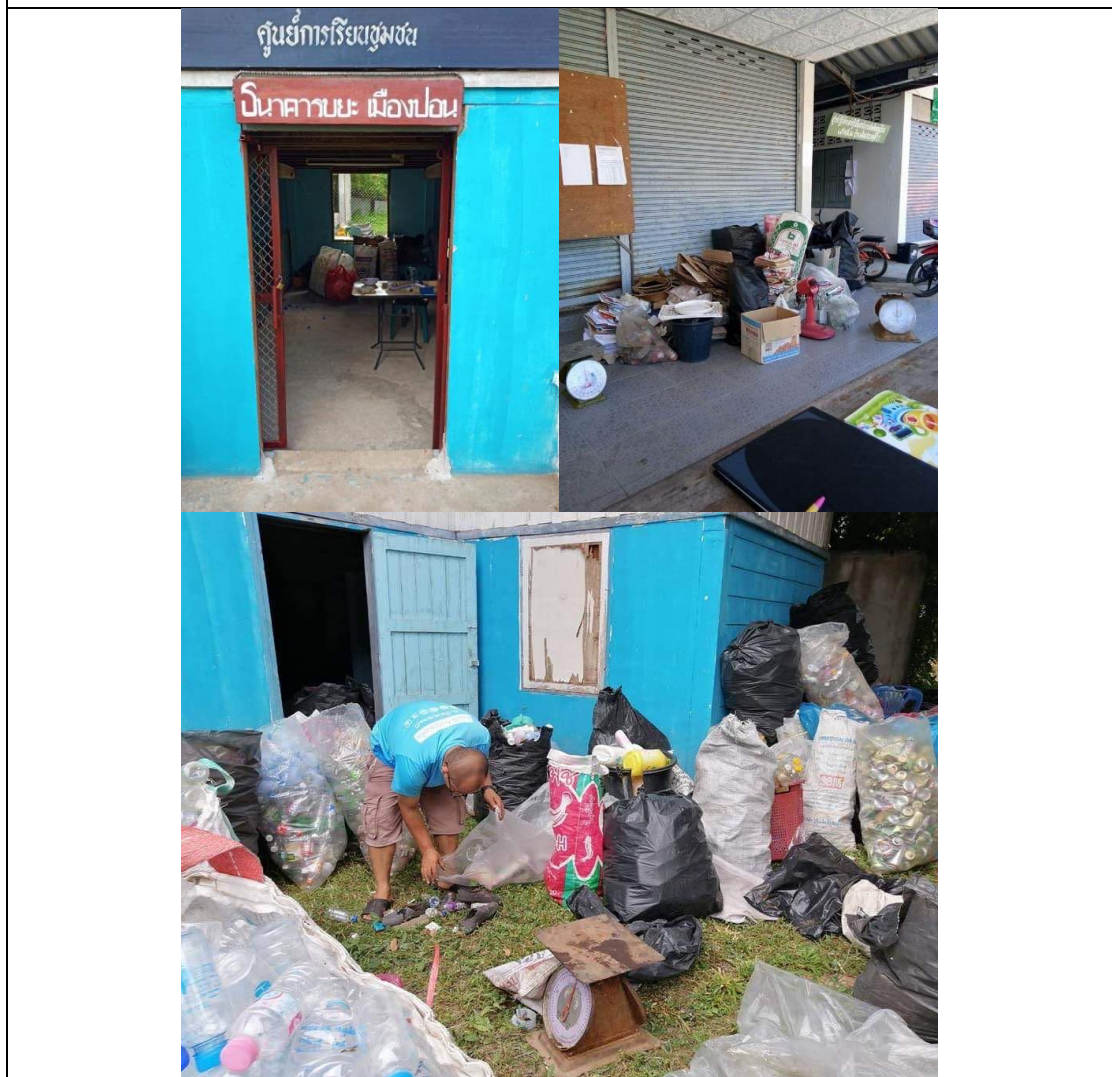
ภาพที่ 3 แสดงการออกแบบหน้าจอสรุปปริมาณขยะที่นำมาฝาก

จัดการฝากขยะ

ตารางแสดงสถานะรายการฝาก

| ลำดับ                                                                                                                                                                                               | ผู้ฝากขยะ            | สถานะ     | จำนวน (กก) | สิ่งส่งมอบ (ชิ้น) | วันที่ฝาก           | วันที่รับ | วันที่ส่งมอบ        | จำนวน | เพิ่ม/ลบ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|------------|-------------------|---------------------|-----------|---------------------|-------|----------|
| 1                                                                                                                                                                                                   | พี่มด - mdc          | เสร็จสิ้น | 50         | 5                 | 2024-04-18 14:41 น. |           | ส่งมอบให้ชุมชน      | 28    | ✓        |
| <div> <div>ดูรายละเอียด</div> <div> <div>ดูภาพ</div> <div> <div>สถานะ</div> <div>จำนวน</div> <div>ราคาเฉลี่ย</div> <div>สถานะ</div> <div>จำนวนสินค้า</div> <div>จำนวนรวม</div> </div> </div> </div> |                      |           |            |                   |                     |           |                     |       |          |
| 2                                                                                                                                                                                                   | คุณลุง - หนุ่ยคุณลุง | เสร็จสิ้น | 25         | 3                 | 2024-04-18 14:38 น. |           | ส่งมอบให้ชุมชน      | 28    | ✓        |
| 3                                                                                                                                                                                                   | พี่มด - mdc          | เสร็จสิ้น | 70         | 4                 | 2024-04-18 14:32 น. |           | ส่งมอบให้ชุมชน      | 28    | ✓        |
| 4                                                                                                                                                                                                   | พี่มด - mdc          | เสร็จสิ้น | 250        | 10                | 2024-04-17 15:54 น. |           | 2024-04-17 15:55 น. | 28    | ✓        |

ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบหน้าจอข้อมูลปริมาณขยะรับฝากจากสมาชิก



ภาพที่ 5 แสดงการดำเนินการของคัดแยกขยะรีไซเคิลของชุมชน

## 5. ผลการทดลอง

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน ประสิทธิภาพผู้ใช้ ความพึงพอใจ การรับรู้ความเข้าใจ และการมีส่วนร่วมของระบบเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานและผู้ประเมินระบบ (N=55)

| การประเมิน (คะแนนเต็ม 5)                                                           | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) | ระดับการประเมิน* |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| <b>1. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (System Performance)</b>                          |                  |                             |                  |
| ประสิทธิภาพโดยรวม                                                                  | 4.32             | 0.37                        | ดีมาก            |
| ความรวดเร็วในการทำงานและการตอบสนองของระบบ                                          | 4.61             | 0.26                        | ดีมากที่สุด      |
| ความถูกต้องของการบันทึกและประมวลผลข้อมูล                                           | 4.48             | 0.31                        | ดีมาก            |
| ความเสถียรของระบบ (System Stability)                                               | 4.27             | 0.39                        | ดีมาก            |
| ความปลอดภัยของข้อมูล (Data Security)                                               | 4.21             | 0.41                        | ดีมาก            |
| <b>2. ประสิทธิภาพผู้ใช้ (UX) และความง่ายในการใช้งาน (Usability)</b>                |                  |                             |                  |
| การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI Design/Aesthetics)                                | 4.33             | 0.34                        | ดีมาก            |
| ความสอดคล้องของการนำทาง (Navigation Consistency)                                   | 4.18             | 0.43                        | ดีมาก            |
| การจัดวางองค์ประกอบบนหน้าจอ (Layout & Organization)                                | 4.37             | 0.36                        | ดีมาก            |
| การตอบสนองของระบบเมื่อมีการป้อนข้อมูล (Responsiveness to Input)                    | 4.49             | 0.29                        | ดีมาก            |
| <b>3. ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้ระบบ</b>                                            | 4.31             | 0.35                        | ดีมาก            |
| <b>4. การรับรู้และความเข้าใจของประชาชนต่อข้อมูลการจัดการขยะและโครงการธนาคารขยะ</b> |                  |                             |                  |
| ความชัดเจนและความเข้าใจง่ายของข้อมูลที่ระบบนำเสนอ                                  | 4.68             | 0.24                        | ดีมากที่สุด      |
| ความครบถ้วนของข้อมูลที่ระบบนำเสนอ                                                  | 4.47             | 0.32                        | ดีมาก            |

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงาน ประสิทธิภาพผู้ใช้ ความพึงพอใจ การรับรู้ความเข้าใจ และการมีส่วนร่วมของระบบเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานและผู้ประเมินระบบ (N=55) (ต่อ)

| การประเมิน (คะแนนเต็ม 5)                                               | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) | ระดับการประเมิน* |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
| ความทันสมัยของข้อมูลที่แสดงผล                                          | 4.42             | 0.32                        | ดีมาก            |
| <b>5. ความสามารถของระบบในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวก</b> |                  |                             |                  |
| ความง่ายในการบันทึกข้อมูลและทำธุรกรรม                                  | 4.50             | 0.28                        | ดีมาก            |
| ความชัดเจนของระบบแรงจูงใจ (เช่น ระบบแต้มสะสม)                          | 4.46             | 0.30                        | ดีมาก            |
| ความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการขยะของชุมชนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ระบบ | 4.13             | 0.44                        | ดีมาก            |

\*หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ 4.51-5.00 = ดีมากที่สุด, 3.51-4.50 = ดีมาก, 2.51-3.50 = ปานกลาง, 1.51-2.50 = น้อย, 1.00-1.50 = น้อยที่สุด

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบปริมาณและความถี่ของการทำธุรกรรมขยะรีไซเคิลที่บ้านพักโดยระบบก่อนและหลังการใช้งาน (N=50 สำหรับข้อมูลธุรกรรมของแต่ละเดือน)

| ตัวแปร                                        | ก่อนการใช้<br>งานระบบ<br>(Mean $\pm$<br>S.D.) | หลังการใช้<br>งานระบบ<br>(Mean $\pm$<br>S.D.) | ค่า t<br>(df=49) | ค่า p   | เปอร์เซ็นต์การ<br>เปลี่ยนแปลง<br>(%) | ระดับ<br>นัยสำคัญ<br>ทางสถิติ |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|---------|--------------------------------------|-------------------------------|
| ปริมาณขยะ<br>รีไซเคิล<br>(กิโลกรัม/<br>เดือน) | 200.00 $\pm$<br>20.00                         | 250.00 $\pm$<br>24.00                         | 3.15             | 0.002** | +25%                                 | มีนัยสำคัญ                    |
| ความถี่การ<br>ทำธุรกรรม<br>(ครั้ง/เดือน)      | 120.00 $\pm$<br>10.00                         | 155.00 $\pm$<br>12.00                         | 2.80             | 0.007** | +29.17%                              | มีนัยสำคัญ                    |

\*หมายเหตุ \*\*p < 0.01

### ผลแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (ข้อมูลเชิงคุณภาพ)

จากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ของข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ประเมินระบบและผู้ใช้งานระบบ พบประเด็นสำคัญที่สนับสนุนผลเชิงปริมาณและให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติม ดังนี้

**การออกแบบที่เน้นผู้ใช้และความง่ายในการใช้งาน** ผู้ประเมินระบบหลายท่านชื่นชมการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI) ของระบบว่ามีความ **สะอาดตาและใช้งานง่าย** ทำให้ผู้ใช้งาน โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุหรือผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีมากนัก สามารถเรียนรู้และใช้งานระบบได้โดยไม่ยาก ความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูลและการตอบสนองของระบบเป็นจุดเด่นที่ถูกกล่าวถึงบ่อยครั้ง

**บทบาทของข้อมูลและแรงจูงใจในการส่งเสริมการมีส่วนร่วม** ผู้ใช้งานหลายคนระบุว่า การที่ระบบแสดง **รายงานสรุปปริมาณขยะและแต้มสะสม** ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย ช่วยให้พวกเขามีแรงจูงใจในการคัดแยกและนำขยะมาส่งมากขึ้น บางท่านกล่าวว่าการเห็นข้อมูลเหล่านี้ทำให้รู้สึกว่าการกระทำเล็ก ๆ ของตนเองมีส่วนช่วยชุมชน

**ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติม** ข้อเสนอแนะที่สำคัญคือการพิจารณาเพิ่ม **ฟังก์ชันการแจ้งเตือนแบบพุช (Push Notification)** สำหรับกิจกรรมหรือข่าวสารใหม่ ของธนาคารขยะ นอกจากนี้ ยังมีข้อเสนอให้พัฒนาการนำเสนอข้อมูลรายงานในรูปแบบกราฟิกที่หลากหลายและโต้ตอบได้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการติดตามผล

**อุปสรรคทางเทคนิคที่จำกัด** ผู้ใช้งานบางรายประสบปัญหาในการเข้าถึงระบบเนื่องจาก **สัญญาณอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ไม่เสถียร** หรือ **ขาดอุปกรณ์ที่เหมาะสม** (เช่น โทรศัพท์สมาร์ทโฟน) ซึ่งเป็นข้อจำกัดภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องในการใช้งาน

### 6. วิจัยและสรุปผลการทดลอง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการบริหารจัดการธนาคารขยะรีไซเคิลในชุมชน กรณีศึกษา โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเมืองปอน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาอภิปรายรายละเอียดได้ดังนี้

**ประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพผู้ใช้ และความพึงพอใจของระบบเว็บแอปพลิเคชัน** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.32) และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.31) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพและประสบการณ์ผู้ใช้ ผลลัพธ์นี้ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลเชิงคุณภาพที่ผู้ประเมินระบบและผู้ใช้งานต่างชื่นชมการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI) ที่สะอาดตา ใช้งานง่าย และตอบสนองรวดเร็ว รวมถึงความถูกต้องของข้อมูลที่บันทึกและประมวลผล

ได้ (ค่าเฉลี่ย = 4.48) ซึ่งสะท้อนถึงการออกแบบตามหลัก User-Centered Design และ User Experience (UX) ที่มีประสิทธิภาพ การค้นพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัทธราภรณ์ หงษ์สืบสอง และคณะ (2564) และ มริษา สุดอุดม และภัทรา สวนโสภะเชื้อ (2566) ที่พบว่าการพัฒนาแอปพลิเคชันธนาคารขยะที่เน้นความง่ายในการใช้งานและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

**การรับรู้และความเข้าใจของประชาชนต่อข้อมูลการจัดการขยะและโครงการธนาคารขยะ**  
ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าประชาชนมีการรับรู้และความเข้าใจต่อข้อมูลที่ระบบนำเสนอในระดับดีมากถึงดีมากที่สุด โดยเฉพาะความชัดเจนและความเข้าใจง่ายของข้อมูล (ค่าเฉลี่ย = 4.68) ซึ่งตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การที่ระบบสามารถนำเสนอข้อมูลการจัดการขยะรีไซเคิลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงนี้ เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจหลักการคัดแยกขยะและประโยชน์ของโครงการธนาคารขยะได้ดีขึ้น ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับแนวคิดการให้ความรู้และการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในการจัดการขยะชุมชนตามที่ คงศักดิ์ บุญอาษาทองและคณะ (2567) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง และยังสอดคล้องกับแนวทางจากกรมควบคุมมลพิษ (2563) ที่เน้นการประชาสัมพันธ์หลัก 3R เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและการมีส่วนร่วมของประชาชน

**ความสามารถของระบบในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกในการจัดการขยะรีไซเคิล** ระบบเว็บแอปพลิเคชันได้รับการประเมินว่ามีความสามารถในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกในการจัดการขยะรีไซเคิลในระดับดีมาก (ความง่ายในการบันทึกข้อมูลและทำธุรกรรม ค่าเฉลี่ย = 4.50; ความชัดเจนของระบบแรงจูงใจ ค่าเฉลี่ย = 4.46) ซึ่งตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสัมภาษณ์ยืนยันว่าระบบเต็มระบบและรายงานสรุปปริมาณขยะที่ชัดเจนเป็นแรงจูงใจสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความกระตือรือร้นในการคัดแยกและนำขยะมาส่งมากขึ้น การค้นพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรหมพรรณ จันทูมา (2557) ที่ระบุว่าแรงจูงใจและการมีผู้นำชุมชนที่เข้มแข็งมีผลต่อความต่อเนื่องของการมีส่วนร่วม รวมถึงงานของ รัชพล ทีดีและคณะ (2565) ที่เน้นการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตชุมชน ซึ่งระบบเว็บแอปพลิเคชันนี้ได้เข้ามาเติมเต็มในส่วนของการอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจที่จับต้องได้

**ผลลัพธ์ของระบบเว็บแอปพลิเคชันต่อปริมาณและความถี่ของการทำธุรกรรมขยะรีไซเคิล**  
ผลการวิจัยเชิงปริมาณแสดงให้เห็นว่าปริมาณขยะรีไซเคิลที่บันทึกในระบบเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 และความถี่ในการทำธุรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.17 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) หลังการนำระบบเว็บแอปพลิเคชันไปใช้งาน ซึ่งตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 อย่างชัดเจน ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าระบบมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจัดการขยะของประชาชนในชุมชนให้ดีขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะและจำนวนครั้งในการทำธุรกรรมสะท้อนถึงการมีส่วนร่วมที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพของการจัดการข้อมูลผ่านระบบดิจิทัล การค้นพบนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ MFA และ SROI ที่ใช้ใน

การประเมินผลกระทบเชิงปริมาณและสังคมของโครงการจัดการขยะ (Sridan et al., 2567; Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology, 2562) และยังสนับสนุนแนวคิดที่ว่าเทคโนโลยีสามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนพฤติกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

## 7. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แม้ว่าระบบจะแสดงผลลัพธ์ที่ดีเยี่ยม แต่ข้อจำกัดที่พบคือปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ไม่เสถียร หรือการขาดอุปกรณ์ของผู้ใช้งานบางรายในพื้นที่ชนบท ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่อาจส่งผลต่อการเข้าถึงและการใช้งานระบบอย่างต่อเนื่องในระยะยาว ดังนั้น การพิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาโครงสร้างพื้นฐาน หรือการพัฒนาแบบในรูปแบบที่สามารถทำงานแบบออฟไลน์ได้บางส่วน (Offline-first approach) อาจเป็นแนวทางในการพัฒนาในอนาคต นอกจากนี้ การขยายผลการศึกษาไปยังชุมชนอื่น ๆ ที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน หรือการศึกษาผลกระทบระยะยาวของระบบต่อพฤติกรรมจัดการขยะของประชาชน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการยืนยันประสิทธิผลของระบบในวงกว้างต่อไป

## 8. เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). **คู่มือปฏิบัติการ 3 ใช้ (3R) เพื่อจัดการขยะชุมชน**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. <https://www.pcd.go.th/garbage>
- กรมควบคุมโรค. (2560). **คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล**. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- กาญจนา โทหา. (2563). **รูปแบบการพัฒนาแบบการจัดการขยะมูลฝอยในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพสวนพยอม สาขาโรงพยาบาลร้อยเอ็ด**. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2(1), 42–54.
- คงศักดิ์ บุญอาษาทอง, ชุตินา บุญอาษาทอง, & ปันตระกูล, ส. (2567). **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการขยะอย่างยั่งยืนของชุมชนโพธิ์ชัยร่มเย็น ตำบลนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. พัฒนาเทคนิคศึกษา, 36(131), 3–11. <https://doi.org/10.14416/j.ted.2024.09.001>
- ฉัพล ทิธี, จุฑามาศ พรรณสมัย, & ชลิตา แสนวิเศษ. (2565). **การจัดตั้งธนาคารขยะรีไซเคิลโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านแพะดินดง ตำบลพุดแค อำเภอนิคมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี**. Journal of Roi Kaensarn Academi, 7(11), 55–70.
- พัชรารณ หงษ์สืบสอง, ภัทธีรา ธุระยศ, & พลิสฐ์ กันละนนท์. (2564). **การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนมหาโพธิ์ อำเภอมือง**

- จังหวัดน่าน. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 8(1), 73–86.
- พริมพรรณ จันทมา. (2557). **ปัจจัยแห่งความสำเร็จของธนาคารขยะรีไซเคิล บ้านค่านางรวย ตำบลค่าน้ำแซบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี**. Area Based Development Research Journal, 6(5), 94–107. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/abcjournal/article/view/96918>
- มริษา สุตอุดม, & ภัทรา สอนโสภะเชือก. (2566). **การพัฒนาแอปพลิเคชันธนาคารขยะเพื่อจัดการขยะชุมชน**. PBRU Science Journal, 20(1), 34–47.
- สุริยะ หาญพิชัย, & จันทน์ฉาย จันทน์ลา. (2561). **การจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของเทศบาลตำบลลำนาทรายณ์**. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2(1), 25–36. <https://doi.org/10.55766/pusv4753>
- สำนักงานสถิติจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (2566). **ตัวชี้วัดที่สำคัญของจังหวัด ปริมาณขยะมูลฝอย**. สืบค้นจาก <https://maehson.nso.go.th/>
- Material flow analysis of waste bank activities in Indonesia: Case study of Medan City. (2019). Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology, 3(1), 28–46. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v3i1.5473>
- Ministry of Public Health. (2020). **NHSO Annual Report Year 2020**. National Health Security Office. Retrieved from [https://www.nhso.or.th/images/nhsoEn/Document/Annual%20Reports/Final\\_Annual%20report%202020%20AW.pdf](https://www.nhso.or.th/images/nhsoEn/Document/Annual%20Reports/Final_Annual%20report%202020%20AW.pdf)
- Rachman, I., Komalasari, N., & Hutagalung, I. R. (2021). **Community participation on waste bank to facilitate sustainable solid waste management in a village**. Journal of Environmental Science and Sustainable Development, 4(2), 327–345. <https://doi.org/10.7454/jessd.v4i2.1123>
- Raharjo, S., Wulandari, S., & Fitriani, S. (2021). **Waste bank development opportunities to support e-waste management in Padang City, Indonesia**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 802(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/802/1/012053>
- Sridan, P., Surapolchai, P., Plainlaor, T., Tanyaim, A., Hounnaklang, N., Zongram, O., & Hawangchu, Y. (2024). **Social Return on Investment (SROI) from the community waste bank implementation under the learning center of**



systematic waste management innovation according to the circular economy concept. Applied Environmental Research, 46(1).

<https://doi.org/10.35762/AER.2024011>

United Nations Environment Programme. (2020). **The Sustainable Development**

**Goals Report 2020**. UN Statistics Division. Retrieved from

<https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>