

Green Recycle System on the Android Operating System

ระบบกรี็นรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

Natthacha Yapiang¹, Kanitta Tangthaikwan^{2,*}, Sakauwrat Jongpattanakorn³, and Panyaporn Prangjarote⁴
ณัฐชา ยะเปียง¹, กนิษฐา ตั้งไทยขวัญ^{2,*}, สกาวรัตน์ จงพัฒนากอร์³, และ ปัญญาพร ปรางจโรจน์⁴

Received: 11 April 2025;
Revised: 27 May 2025;
Accepted: 3 June 2025;
Published: 11 June 2025;

Abstract

The Green Recycle application was developed to address waste management issues in Kad Chamcha, San Kamphaeng District, Chiang Mai Province, which lacks an efficient recycling system. This has resulted in proper waste separation not being widely practiced. This research aims to develop a Green Recycle system for the Android operating system, promoting the systematic separation of recyclable waste and to study user satisfaction after using the Green Recycle system. The application is designed to enable users to learn the correct methods of waste separation while also promoting user participation through a system that supports recycling. The system was developed by using the Flutter Framework and Dart programming language, along with Firebase for database management. A satisfaction survey of 30 participants, comprising general users and vendors in the market area, yielded an overall average score of $\mu = 4.51$ and a standard deviation of S.D. = 0.52, indicating a very high level of satisfaction. Users expressed the highest satisfaction with raising environmental awareness ($\mu = 4.65$ and S.D. = 0.48), followed by ease of use ($\mu = 4.60$ and S.D. = 0.50) and understanding of the waste separation process ($\mu = 4.55$ and S.D. = 0.45). This application helps motivate waste separation and supports efficient waste Management in the area.

Keywords: Recycling Waste Management, Environmental Awareness, Application, Dart Language, Firebase

¹ Student, Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: natthacha.y@ku.th

^{2,*} Lecturer, Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: kanitta.t@ku.th

³ Assistant Professor, Dr., Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: sakauwrat.j@ku.th

⁴ Lecturer, Dr., Information and Communication Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Sean Campus Nakhon Pathom 73140, Thailand; อาจารย์ ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย; Email: panyaporn.p@ku.th

*Corresponding authors: Kanitta Tangthaikwan (kanitta.t@ku.th)



บทคัดย่อ

แอปพลิเคชันกรีนรีไซเคิลถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดการขยะในภาคร้านค้า
อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งยังขาดระบบรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้
การแยกขยะอย่างเหมาะสมยังไม่เป็นที่แพร่หลาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
พัฒนาระบบกรีนรีไซเคิลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการส่งเสริมการแยกขยะ
ขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบกรีนรีไซเคิล
โดยแอปพลิเคชันนี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้วิธีการแยกขยะได้อย่าง
ถูกต้อง พร้อมทั้งส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานด้วยระบบที่สนับสนุนการรีไซเคิล
โดยระบบนี้ได้พัฒนาด้วยแพลตฟอร์มเฟรมเวิร์คและภาษาดาร์ต ร่วมกับไฟร์เบส
สำหรับการจัดการฐานข้อมูล จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน 30 คน ซึ่ง
เป็นผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ค้าในพื้นที่ตลาด พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ $\mu = 4.51$, S.D.
= 0.52 พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ
สูงสุดในด้านการสร้างความสะดวกหนักด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$ และ S.D. = 0.48)
รองลงมาคือความสะดวกในการใช้งาน ($\mu = 4.60$ และ S.D. = 0.50) และความ
เข้าใจในกระบวนการแยกขยะ ($\mu = 4.55$ และ S.D. = 0.45) แอปพลิเคชันนี้ช่วย
สร้างแรงจูงใจในการแยกขยะและสนับสนุนการจัดการขยะในพื้นที่อย่างมี
ประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดการขยะรีไซเคิล, การตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม, แอปพลิเคชัน,
ภาษาดาร์ต, ไฟร์เบส

1. บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม การเพิ่มจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตความ
เป็นอยู่ของคนไทย ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้เป็นภาระต่อหน่วยงาน
ที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวม และกำจัดขยะมูลฝอยดังกล่าว ซึ่งขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นยังมีสัดส่วนองค์ประกอบที่สามารถ
นำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ในอัตราไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ร้อยละ 30 – 35 และนำมา
หมักทำปุ๋ยได้ร้อยละ 45 – 50 แต่ปัจจุบันอัตราการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีเพียงร้อยละ 18 ซึ่งยังคงเป็น
อัตราที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นหากมีวิธีการจัดการที่เป็น
ระบบ และครบวงจรจะสามารถเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประหยัดงบประมาณ
ทรัพยากรธรรมชาติ และลดการนำเข้าวัสดุดิบจากต่างประเทศได้ปีละหลายหมื่นล้านบาท (Pollution Control
Department, 2020)

แนวทางการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยในชุมชน สามารถปฏิบัติได้ตามขั้นตอน ลด ใช้ซ้ำ และรีไซเคิล
(Reduce – Reuse – Recycle) โดยเริ่มที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง และจัดให้เกิดกระบวนการนำกลับไปแปรรูปเพื่อ
ใช้ใหม่ อย่างไรก็ตาม การขาดความเข้าใจในขั้นตอนการแยกขยะที่ถูกต้อง ยังคงเป็นปัจจัยที่ทำให้การแยกขยะอย่าง
เหมาะสมยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการจัดการขยะรีไซเคิลอย่างมีระบบ จึงถือเป็น
แนวทางสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ และปฏิบัติตามได้อย่างสะดวก และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบกรีนรีไซเคิล (Green Recycle) บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อ
ตอบสนองความต้องการในการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการขยะรีไซเคิล
โดยเฉพาะในพื้นที่ตลาดอำเภอ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นศูนย์กลางชุมชน และแหล่งท่องเที่ยวที่มีความ
หลากหลายด้านวัฒนธรรมและกิจกรรม แอปพลิเคชันนี้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการแยกขยะได้อย่างถูกต้อง
พร้อมด้วยระบบสะสมคะแนนจากการรีไซเคิล ซึ่งสามารถแลกรับเป็นของรางวัลหรือบริจาคได้ เพื่อสร้างแรงจูงใจและ
ส่งเสริมให้ผู้ใช้เข้าร่วมกิจกรรมรีไซเคิลอย่างมีส่วนร่วมอย่างยั่งยืน โดยแอปพลิเคชัน Green Recycle จะเป็นเครื่องมือที่มี
ศักยภาพในการสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ เพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติตามแนวทางการ

แยกขยะ และเสริมสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมแก่ผู้ใช้งาน นอกจากนี้ แอปพลิเคชันยังช่วยให้การจัดการขยะในพื้นที่ตลาด
ฉำฉาเป็นระเบียบ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

1. เพื่อพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการส่งเสริมการแยกขยะขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

การพัฒนา ระบบ Green Recycle บนแอนดรอยด์ด้วย Flutter Framework และภาษา Dart มุ่งเน้นการสร้าง
อินเทอร์เฟซที่ทันสมัย ใช้งานง่าย และเลือกใช้โทนสีที่ให้ความรู้สึกสบายตา และเหมาะสมกับการใช้งาน โดยระบบนี้แบ่ง
ส่วนของการใช้งานระบบออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของผู้ดูแลระบบ และส่วนของผู้ใช้งาน ดังนี้

- 1) ส่วนของผู้ดูแลระบบ
 - 1.1) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มและลบแอดมินของผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนได้
 - 1.2) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มจำนวนสต็อกสินค้าที่ใช้แลกรางวัลได้
 - 1.3) ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึง และวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งาน เช่น จำนวนผู้ใช้ และปริมาณขยะ เพื่อจัดทำ
รายงานสำหรับการปรับปรุงระบบ และส่งเสริมการรีไซเคิล
- 2) ส่วนของผู้ใช้งาน
 - 2.1) ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนสร้างบัญชีใหม่ เข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านพร้อมทั้งแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
ได้ตามความเหมาะสม
 - 2.2) ผู้ใช้สามารถใช้แต้มที่ได้จากการทิ้งขยะเพื่อแลกรางวัลหรือบริจาคได้
 - 2.3) ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ ประวัติการแลกรางวัล และประวัติแต้มของตนเอง โดยจะแสดงข้อมูลแต้มที่ได้รับ
กิโลกรัมต่อแต้ม ประเภทขยะ และวันที่อย่างครบถ้วน

4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. โปรแกรม Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor จาก Microsoft ที่ออกแบบมาใน
รูปแบบ Open Source เพื่อการใช้งานที่ไม่มีค่าใช้จ่าย รองรับการทำงานข้ามแพลตฟอร์ม ทั้ง Windows, macOS และ
Linux VSCode สนับสนุนหลายภาษา เช่น JavaScript, TypeScript, Node.js และสามารถเพิ่ม Extensions เพื่อรองรับ
ภาษาอื่น ๆ เช่น C++, C#, Java, Python และ PHP โปรแกรมนี้มาพร้อมทีเจอร์สำคัญ เช่น Themes ที่ปรับแต่ง
อินเทอร์เฟซ Debugger สำหรับตรวจสอบข้อผิดพลาด Commands ในการรันคำสั่งต่าง ๆ และการเชื่อมต่อกับ Git เพื่อ
จัดการเวอร์ชันโค้ด นอกจากนี้ยังรองรับการทำงานร่วมกับ Docker และ Kubernetes ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้การ
พัฒนาซอฟต์แวร์

2. Flutter เฟรมเวิร์กการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ Cross-platform ที่ถูกพัฒนาโดย Google โดยใช้ภาษา Dart
ช่วยให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถรันได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS ด้วยโค้ดเบสเดียว ลดเวลา
และทรัพยากรเมื่อเทียบกับการพัฒนาแบบ Native Flutter มี Widgets ที่ยืดหยุ่น ช่วยในการออกแบบ UI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
และฟีเจอร์ Hot Reload ที่ทำให้นักพัฒนาเห็นการเปลี่ยนแปลงในแอปแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้กระบวนการพัฒนา
และทดสอบเป็นไปอย่างรวดเร็ว (Watanyulertsakul, 2020)

3. ภาษา Dart เป็นภาษาโปรแกรมที่เอาไว้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มที่หลากหลายโดยได้ทั้ง
Mobile, Desktop, Server และ Web สิ่งที่เป็นที่นิยมที่สุดที่ทำให้คนสนใจมาเรียนภาษา Dart ก็นั่นคือเพื่อที่จะเอาไปใช้
ร่วมกับ Flutter ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้าง User Interface (UI) ของ Google ซึ่งใช้ได้ทั้งกับ Android และ iOS หรือจะเป็น
Desktop กับ Web ภาษา Dart นี้ถูกสร้างโดย Google และปล่อยให้ใช้งานแบบ Open Source ทำให้ทุกคนสามารถ

นำไปใช้งานได้ฟรี และการที่ Dart ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพแบบภาษาเชิงวัตถุอื่น ๆ อย่าง Java C# C++ (Paseelatesang, 2023)

4. Android Studio เป็นสภาพแวดล้อมในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ Android ที่ถูกพัฒนาโดย Google และรองรับการเขียนโค้ดด้วยภาษา Java, Kotlin และ C++ Android Studio มาพร้อมกับเครื่องมือครบครันที่ช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างและทดสอบแอปพลิเคชันได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ รวมถึงฟีเจอร์สำคัญ เช่น Emulator สำหรับจำลองการใช้งานแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เสมือน Code Editor ที่มีความชาญฉลาด รองรับการเขียนโค้ดที่รวดเร็วและลดข้อผิดพลาด Layout Editor ที่ช่วยออกแบบและจัดการ UI ของแอปได้ง่ายดาย (Paseelatesang, 2023)

5. Firebase เป็นแพลตฟอร์ม Backend-as-a-Service (BaaS) ที่พัฒนาโดย Google ซึ่งสนับสนุนการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือด้วยฟีเจอร์หลากหลาย เช่น การจัดการฐานข้อมูล การรับรองตัวตน และการเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ ในโครงการ Green Recycle Firebase มีบทบาทสำคัญในการจัดการข้อมูลการสะสมคะแนนและประวัติการรีไซเคิลของผู้ใช้ โดยใช้ Firebase Realtime Database ที่สามารถซิงโครไนซ์ข้อมูลและแสดงผลได้ทันที รองรับการขยายตัวและมีความปลอดภัยที่เหมาะสม (Warin, 2021)

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการธนาคารขยะรีไซเคิลมุ่งลดปริมาณขยะในครัวเรือนและชุมชน โดยการคัดแยกขยะก่อนทิ้งสามารถลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดได้อย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการขายขยะรีไซเคิลถูกนำไปใช้พัฒนาชุมชน แต่ยังคงมีปัญหา เช่น ความไม่แน่นอนของราคาขยะรีไซเคิลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการรีไซเคิลในชุมชน การสร้างแรงจูงใจและการให้ความรู้แก่สมาชิกในชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้โครงการประสบความสำเร็จ (Pradabphetrat et al., 2010)

Lekachan (2023) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการธนาคารขยะในชุมชน กรณีศึกษา ตำบลแก้ง อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี โดยมี ขั้นตอนวิจัย 1) การศึกษาสถานการณ์สภาพปัจจุบัน 2) การศึกษารูปแบบการจัดการธนาคารขยะในชุมชนและ 3) การพัฒนาข้อเสนอการจัดการธนาคารขยะในชุมชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 1) ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เกี่ยวข้อง จำนวน 15 ท่าน 2) ประชาชนในตำบลจำนวน 400 คน และอาสาสมัครสาธารณสุขจำนวน 155 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาสถานการณ์สภาพปัจจุบันพบว่า บางครอบครัวยังไม่เข้าใจในการคัดแยกขยะ ปัญหาการจัดการขยะในชุมชน ส่วนใหญ่คนมักทิ้งขยะข้างถนน/ที่ดินคนอื่น (ร้อยละ 41.91, 43.01)

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบนโยบายการจัดการขยะของประเทศไทยกับประเทศอื่น ๆ พบว่านโยบายในประเทศไทยยังมีความล่าช้าในด้านการบังคับใช้และการสร้างแรงจูงใจที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วมีการบูรณาการแนวทางการจัดการขยะที่ครอบคลุม ตั้งแต่การลดขยะต้นทาง การรีไซเคิล ไปจนถึงการแปรรูปเป็นพลังงาน ข้อเสนอแนะสำคัญคือ การส่งเสริมการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทางและการสร้างระบบจูงใจที่เหมาะสม เช่น การสะสมคะแนน การลดค่าธรรมเนียม หรือการให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Pansri, 2015)

Buaprom & Phannikul (2023) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับช่วยสนับสนุนร้านรับซื้อขยะรีไซเคิลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำงานโดยนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้โดยเริ่มจากใช้เทคนิค การศึกษากระบวนการปฏิบัติงาน แผนผังการไหล แผนภูมิกระบวนการปฏิบัติงาน แผนภาพแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ 5W 1H และประยุกต์ใช้หลักการ ECRC เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยการออกแบบแอปพลิเคชัน ด้วยโปรแกรม AppSheet เชื่อมโยงฐานข้อมูลกับ Spread Sheet ซึ่งเป็นการเก็บฐานข้อมูลออนไลน์ ระบบสามารถ บันทึกรายการรับซื้อ และคำนวณรายการ สร้างใบเสร็จ และแจ้งเตือน ผ่านโปรแกรม Line และ E-mail ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันเปรียบเทียบกับกระบวนการปฏิบัติงานแบบเดิมพบว่ากระบวนการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายรับซื้อขยะเดิมมีขั้นตอน การปฏิบัติงาน 7 ขั้นตอน ลดเหลือ 4 ขั้นตอน ใช้เวลาดลดลงจากเดิม 9.12 นาที คิดเป็นร้อยละ 43.32 และกระบวนการปฏิบัติงานของพนักงาน ฝ่ายบัญชี เดิมมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 8 ขั้นตอน ลดเหลือ 6 ขั้นตอน ใช้เวลาดลดลงจากเดิม 13.69 นาที คิดเป็นร้อยละ 57.09 และมีผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อแอปพลิเคชันโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46

Sududom & Suansokchuk (2023) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันธนาคารขยะเพื่อจัดการขยะชุมชน โดยพัฒนาแอปพลิเคชันตาม วงจรการพัฒนาแบบ SDLC โดยใช้ภาษาพีเอชพีในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันธนาคารขยะเพื่อจัดการขยะชุมชน 2) แบบประเมินคุณภาพ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการพัฒนาได้แอปพลิเคชัน ธนาคารขยะ เพื่อจัดการขยะชุมชน ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมิน 5 ด้าน คือ ด้านความสามารถตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ด้านความถูกต้องในการทำงานตามหน้าที่ของระบบ ด้านความสะดวก และง่ายต่อการใช้งาน ด้านความรวดเร็วในการทำงาน และด้านการรักษาความปลอดภัย พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมีคุณภาพดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 จากนั้นศึกษาความพึงพอใจ ของกลุ่มตัวอย่างเป็นคนในชุมชน จำนวน 100 คน พบว่า ผลประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71

Hongsibsong et al. (2021) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะ โดยการมีส่วนร่วมของ ชุมชนมหาโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีการทำงานออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก ระบบรับซื้อ-ขาย ขยะ ระบบบริหารจัดการขยะ และระบบการแสดงผลรายงาน เป็นระบบที่สามารถทำงานได้ในทุกแพลตฟอร์ม และไม่ จำกัดต่ออุปกรณ์ เพิ่มความสะดวกให้แก่คณะกรรมการของชุมชนในด้านการจัดเก็บข้อมูล และทำให้การเก็บข้อมูลเป็น ระบบ มากเป็นยิ่งขึ้น 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูล ธนาคารขยะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.64) 3) ผลการประเมินประสิทธิภาพ ด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะจากคณะกรรมการธนาคารขยะ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.61)

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 การศึกษาระบบการทำงาน

การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการเป็นขั้นตอนสำคัญที่มุ่งเน้นการทำงานเพื่อจัดการปัญหาการไร้ขีดเขต โดยครอบคลุมการรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน ตลอดจนฟีเจอร์ที่สนับสนุนการแยกขยะอย่างถูกต้องและมี ประสิทธิภาพ การศึกษานี้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งานและการเข้าถึงข้อมูล

5.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานในด้านการสะสมแต้ม การแลกของรางวัล และการ ตรวจสอบประวัติ เพื่อให้สามารถออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่รองรับข้อมูลผู้ใช้งาน ประเภทขยะ และแต้มสะสมได้อย่าง มีประสิทธิภาพ โดยวางโครงสร้างระบบให้แอปพลิเคชัน Android เชื่อมต่อกับ Firebase และได้กำหนดมาตรการรักษา ความปลอดภัยที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังออกแบบฟังก์ชันหลัก เช่น การคำนวณแต้ม การแลกของรางวัล และการจัดการ ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงข้อมูลได้ตามความต้องการ

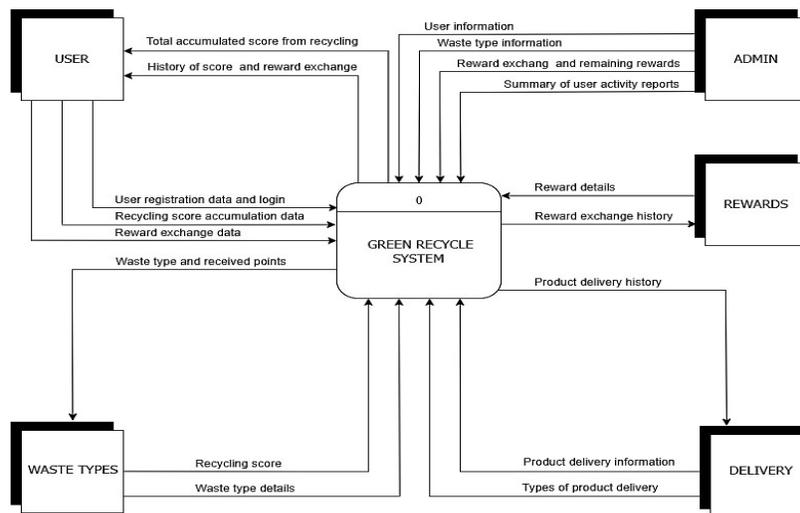


Figure 1. Context Diagram.

จาก Figure 1. แสดงข้อกำหนดของระบบ Green Recycle ซึ่งประกอบด้วยเอนทิตีหลัก ได้แก่ ผู้ใช้งาน (User), ผู้ดูแลระบบ (Admin), รางวัล (Rewards), ประเภทขยะ (Waste Type) และการจัดส่ง (Delivery) โดยเอนทิตีผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกหรือเข้าสู่ระบบได้ ทั้งนี้ผู้ใช้งานสามารถสะสมคะแนนจากการรีไซเคิลขยะแต่ละประเภท และแลกคะแนนเป็นรางวัล โดยมีเอนทิตีการจัดการจัดส่งจัดการการส่งรางวัลให้ผู้ใช้งาน ขณะที่ผู้ดูแลระบบมีหน้าที่จัดการ และตรวจสอบข้อมูลในระบบ

5.3 พัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบ

งานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยแบ่งวิธีดำเนินงานออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. **ศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ** โดยศึกษาปัญหาการจัดการขยะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ โดยเฉพาะจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้องนำไปสู่การสะสมของเสียและการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง แม้จะมีการรณรงค์เรื่องการแยกขยะ แต่การขาดความรู้ในกระบวนการที่ถูกต้องยังคงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การลดปริมาณขยะเป็นไปได้ยาก

2. **วิเคราะห์ระบบ** การทำงานในขั้นตอนนี้ได้รวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขยะรีไซเคิล และความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สนับสนุนการแยกขยะอย่างมีประสิทธิภาพ

3. **ออกแบบระบบ** โดยการออกแบบระบบ Green Recycle บนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาส่วนติดต่อ และประสบการณ์ผู้ใช้งาน (UI/UX) ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้ Figma เป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบ

4. **พัฒนาระบบ** ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน Green Recycle โดยเลือกใช้ Flutter Framework และภาษา Dart เพื่อสร้างระบบที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ตามการออกแบบที่ได้วางไว้ รวมถึงการเชื่อมต่อกับ Firebase สำหรับการจัดเก็บข้อมูล โดยได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลตามแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram) ดังภาพ Figure 2.

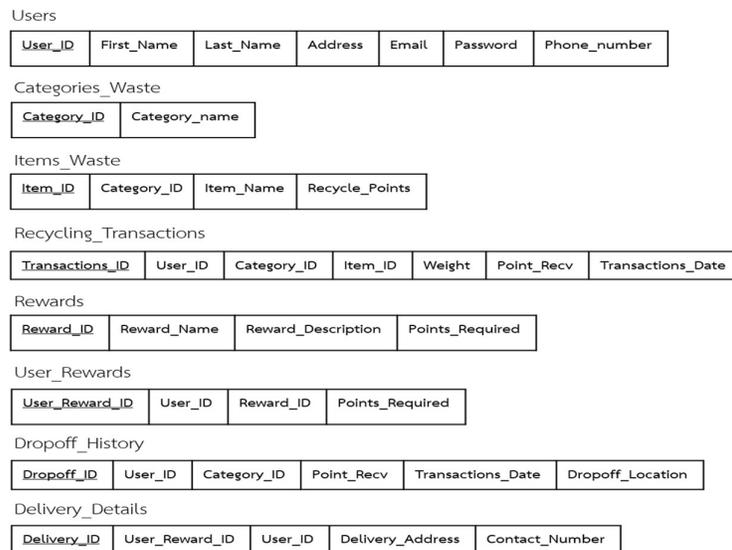


Figure 2. Entity Relationship Diagram.

5. **ทดสอบและแก้ไขระบบงานใหม่** ดำเนินการทำการทดสอบระบบ Green Recycle เพื่อให้ฟังก์ชันทั้งหมดทำงานได้ถูกต้องตามการออกแบบ โดยตรวจสอบการแสดงผล การบันทึกข้อมูล การเพิ่มและแลกแต้ม และการเชื่อมต่อกับ Firebase หากพบข้อผิดพลาดจะดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ระบบมีความเสถียร

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการพัฒนาระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการส่งเสริมการแยกขยะขยะรีไซเคิลอย่างเป็นระบบ

การพัฒนาแอปพลิเคชัน Green Recycle ได้รับการออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นแต่ละด้าน ประกอบด้วย 1. การเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ 2. การแสดงผลข้อมูลในหน้าจอหลัก และข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง 3. การแลกขยะเพื่อสะสมคะแนน และ 4. การแลกของรางวัล โดยมีตัวอย่างหน้าจอการทำงานด้านต่าง ๆ ของระบบ ดัง Figure 3. – Figure 11.

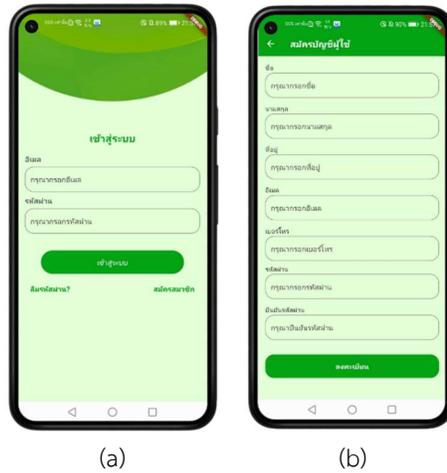


Figure 3. Login screen (a) and Registration screen (b).

จาก Figure 3. Login screen (a) แสดงหน้าจอสําหรับการเข้าสู่ระบบที่ผู้ใช้งานสามารถกรอกชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) หากลืมรหัสผ่านสามารถคลิกเลือกลืมรหัสผ่าน เพื่อทำการกำหนดรหัสผ่านใหม่ และถ้ายังไม่มีสมาชิกสามารถทำการสมัครสมาชิกใหม่ได้โดยการเลือกสมัครสมาชิก

ในขณะที่ Registration screen (b) แสดงหน้าจอสําหรับการสมัครสมาชิกที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานใหม่สามารถสร้างบัญชีผู้ใช้ได้ โดยมีช่องให้กรอกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชื่อผู้ใช้ (Username), รหัสผ่าน (Password), อีเมล (Email) หมายเลขโทรศัพท์ (Phone) และทำการกำหนดรหัสผ่าน เพื่อทำการสมัคร และเข้าสู่ระบบ

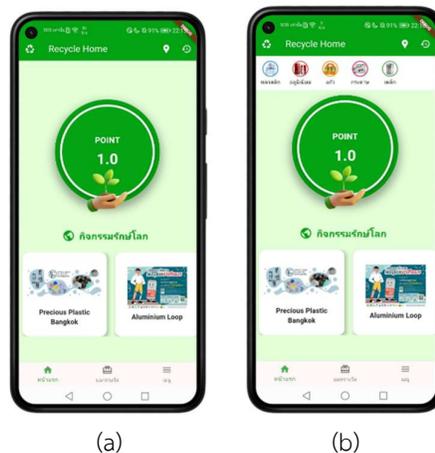


Figure 4. Recycle Home screen (a) and Recycle icon action screen (b).

จาก Figure 4. Recycle Home screen (a) เป็นหน้าจอหลักของผู้ใช้งาน โดยจะแสดงคะแนนสะสมของผู้ใช้งาน โดยมีฟังก์ชันแถบด้านบนที่ประกอบด้วยไอคอนรีไซเคิลที่แสดงถึงอัตราการแลกเปลี่ยนของขยะ ไอคอนแผนที่สำหรับค้นหาจุดรับขยะรีไซเคิล และ ไอคอนประวัติที่แสดงประวัติการแลกแต้มและการแลกของรางวัล นอกจากนี้ หน้าจอ Recycle Home ยังแสดงฟังก์ชันกิจกรรมรักษ์โลก เช่น Precious Plastic Bangkok และ กิจกรรมอื่น ๆ อีก พร้อมเมนูแลกของรางวัล และเมนูหลัก

ในขณะที่ Recycle icon action screen (b) หน้าจอแสดงถึงไอคอนรีไซเคิลในหน้าจอ Recycle Home เมื่อเลือก Drop down ลงมา จะแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนของขยะในแต่ละประเภทอย่างละเอียดโดยครอบคลุมขยะ ทั้งหมด 5 ประเภทหลัก ได้แก่ ขยะประเภทพลาสติก ขยะประเภทลูมิเนียม ขยะประเภทแก้ว ขยะประเภทกระดาษ และขยะประเภทเหล็ก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแยกประเภทขยะได้อย่างถูกต้อง และสะสมแต้มจากการรีไซเคิลได้ตามอัตราที่กำหนดในแต่ละประเภท

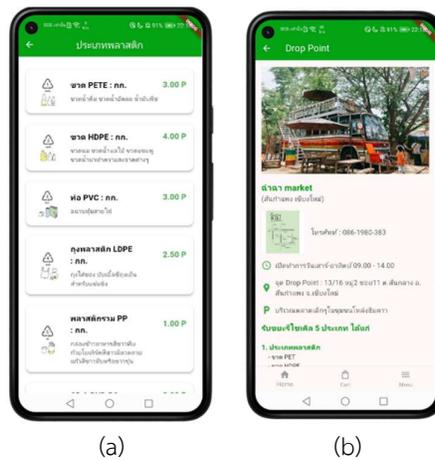


Figure 5. Plastic type selection screen (a) and Drop Point screen (b).

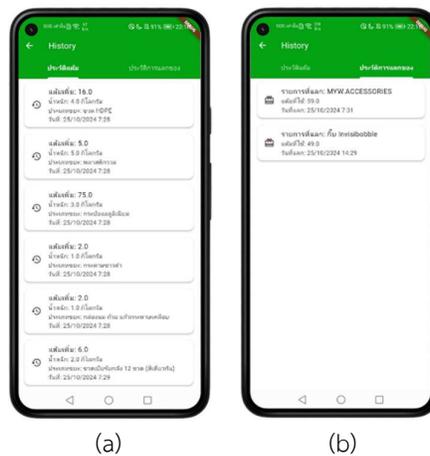


Figure 6. History screen (a) and Rewards History screen (b).

จาก Figure 5. Plastic type selection screen (a) เป็นหน้าจอที่เมื่อผู้ใช้งานเลือกประเภทขยะพลาสติก ระบบจะแสดงหน้าจอรายละเอียดของขยะพลาสติกย่อย โดยแต่ละประเภทซึ่งจะแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนที่คำนวณตามกิโลกรัม

ต่อเติม เช่น ขวด PETE, ขวด HDPE, ท่อ PVC และถุงพลาสติก LDPE เป็นต้น พร้อมอัตราแต้มสะสมที่แตกต่างกันตามชนิดของพลาสติก ทั้งนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ยังมีขยะพลาสติกย่อยอีกหลายประเภทที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกแลกเปลี่ยนได้

ในขณะที่ Drop Point screen (b) เป็นหน้าจอที่เมื่อผู้ใช้งานเลือกไอคอนแม่พ ระบบจะแสดงหน้า Drop Point ซึ่งแสดงรายละเอียดของจุดรับทิ้งขยะรีไซเคิล รวมถึงข้อมูลสถานที่ วันและเวลาเปิดทำการ ตำแหน่งจุดรับทิ้งขยะ และประเภทของขยะที่รับทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ พลาสติก กระดาษ แก้ว อลูมิเนียม และเหล็ก เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถนำขยะมารีไซเคิลได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้จาก Figure 6. History screen (a) เมื่อผู้ใช้งานเลือกไอคอนประวัติ ระบบจะแสดงหน้า History ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประวัติแต้ม และประวัติแลกของรางวัล โดยหน้าจอนี้แสดงถึงประวัติการสะสมแต้มจากการนำขยะแต่ละประเภทมาทิ้ง ข้อมูลที่แสดงจะประกอบด้วยแต้มที่ได้รับ น้ำหนักขยะต่อกิโลกรัม ประเภทขยะที่นำมาทิ้ง และเวลาที่ทำการทิ้ง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตาม และตรวจสอบการสะสมแต้มได้อย่างชัดเจน และเป็นระบบ

ในขณะที่ Rewards History Screen (b) หน้าจอ History แสดงรายละเอียดในส่วนของ ประวัติการแลกของรางวัล โดยจะแสดงรายการของรางวัลที่ผู้ใช้งานได้ทำการแลกไปแล้วพร้อมทั้งจำนวนแต้มที่ใช้ในการแลกและวันที่/เวลาที่ทำการแลกของรางวัล ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดตามการใช้แต้มสะสมได้อย่างชัดเจน

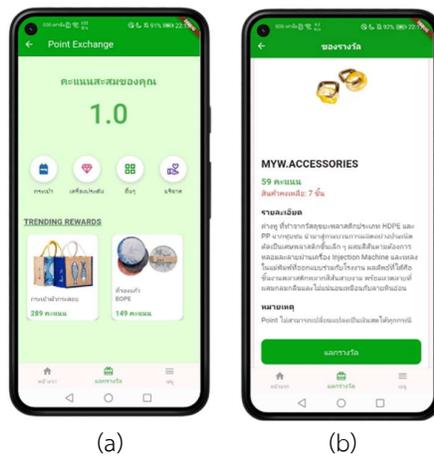


Figure 7. Point Exchange (a) and Accessories Category screen (b).

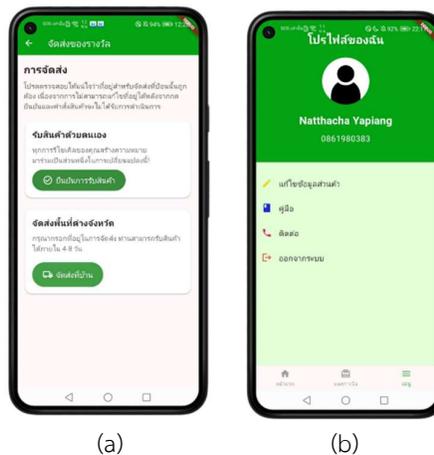


Figure 8. Delivery screen (a) and My Profile screen (b).

จาก Figure 7. หน้าจอ Point Exchange (a) แสดงคะแนนสะสมของผู้ใช้งาน พร้อมหมวดหมู่ของรางวัล เช่น กระเป๋า เครื่อง ประดับ การบริจาค และอื่น ๆ รวมถึงของรางวัลยอดนิยม โดยจะแสดงตัวอย่างรายละเอียดของรางวัลยอดนิยม พร้อมคะแนนที่ต้องใช้ในการแลกรางวัล

ในขณะที่ Accessories Category screen (b) หน้าจอแสดงเมื่อผู้ใช้งานเลือกหมวดหมู่ เครื่องประดับ เพื่อทำการแลกของรางวัล (ซึ่งเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่ง) หน้าจอจะแสดงรายละเอียดของรางวัลอย่างครบถ้วน ประกอบด้วย รูปภาพของรางวัล ชื่อสินค้า คะแนนที่ต้องใช้ จำนวนสินค้าคงเหลือ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และหมายเหตุเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแลกรางวัล

ทั้งนี้ หากผู้ใช้งานมีแต้มเพียงพอ ปุ่มแลกของรางวัลจะแสดงเป็นสีเขียว สามารถกดเพื่อทำการแลกได้ทันที แต่หากแต้มไม่เพียงพอหรือสินค้าหมด ปุ่มจะแสดงเป็นสีเทา และไม่สามารถทำการแลกรางวัลได้

จาก Figure 8. Delivery screen (a) หน้าจอการจัดส่งแสดงตัวเลือกให้ผู้ใช้งานเลือกวิธีการรับของรางวัลตามความสะดวก โดยมี 2 ตัวเลือก ได้แก่ 1) การรับสินค้าด้วยตนเอง ณ จุดรับสินค้าที่กำหนด เพื่อความรวดเร็วและไม่เสียค่าใช้จ่ายในการจัดส่ง 2) การจัดส่งไปยังพื้นที่ต่างจังหวัด ซึ่งใช้ระยะเวลาการจัดส่ง 4-8 วัน ผู้ใช้งานสามารถเลือกวิธีการจัดส่งที่ตรงตามความต้องการได้อย่างเหมาะสม

ในขณะที่ My Profile screen (b) หน้าจอโปรไฟล์ของผู้ใช้งาน แสดงชื่อผู้ใช้งาน และหมายเลขโทรศัพท์ที่ตั้งข้อมูลจาก Firebase ซึ่งผู้ใช้งานได้กรอกไว้ในขั้นตอนการลงทะเบียนสมัครสมาชิก หน้าจอนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันแก้ไขข้อมูลส่วนตัวเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลได้ตามความต้องการ ฟังก์ชันคู่มือคำแนะนำในการจัดการขยะ เพื่อให้ความรู้ และแนวทางการแยกขยะอย่างถูกต้อง ฟังก์ชันติดต่อ สำหรับการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม และออกจากระบบ ซึ่งจะนำผู้ใช้งานกลับไปยังหน้าเข้าสู่ระบบเมื่อทำการออกจากระบบเรียบร้อยแล้ว

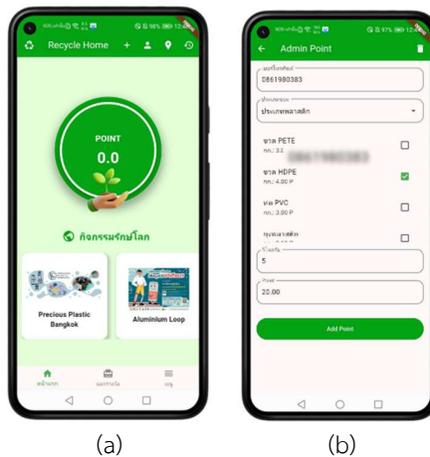


Figure 9. Admin Recycle Home (a) and Admin Point screen (b).

จาก Figure 9. หน้าจอ Admin Recycle Home (a) ของผู้ดูแลระบบหน้าจอ Recycle Home ของผู้ดูแลระบบนี้เป็นหน้าจอที่แสดงเฉพาะสำหรับผู้ดูแลระบบเท่านั้น โดยมีฟังก์ชันเพิ่มเติมจากหน้าจอของผู้ใช้งานทั่วไป ได้แก่ ไอคอน Add สำหรับเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งาน และไอคอน Person เพื่อจัดการข้อมูลของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึง และจัดการข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก และครบถ้วน

ในขณะที่ Admin Point screen (b) ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ดูแลระบบจะเริ่มต้นจากการกรอกหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน และเลือกประเภทขยะที่ผู้ใช้งานนำมา ซึ่งมีตัวเลือกขยะย่อยพร้อมข้อมูลจำนวนกิโลกรัมต่อแต้มอย่างละเอียด ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกประเภทขยะที่ตรงตามรายการที่ผู้ใช้งานนำมาจริง

เมื่อผู้ดูแลระบบกรอกข้อมูลน้ำหนักขยะเป็นกิโลกรัม ระบบจะคำนวณแต้ม (Point) โดยอัตโนมัติตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นสามารถกดปุ่ม Add Point เพื่อเพิ่มแต้มให้กับผู้ใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ หน้าจอยังมีไอคอนถังขยะที่มุมบนขวา

สำหรับใช้ในกรณีที่คุณดูแลระบบต้องการลบแต้มที่ผิดพลาด ฟังก์ชันนี้ช่วยให้การเพิ่มแต้มสะดวก รวดเร็ว และมีความแม่นยำในการจัดการข้อมูล

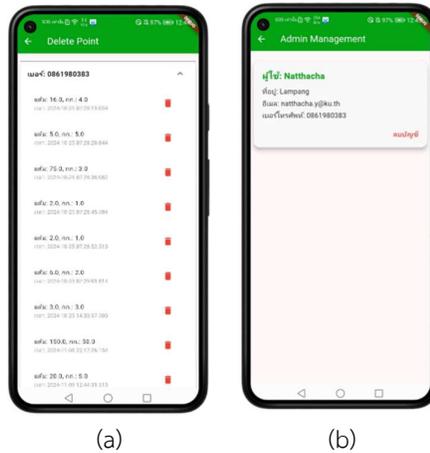


Figure 10. Delete Point screen (a) and Admin Management screen (b).

จาก Figure 10. Delete Point screen (a) เมื่อผู้ดูแลระบบกดไอคอนถังขยะ ระบบจะแสดงหน้าจอ Delete Point สำหรับกรณีที่ต้องการลบแต้มที่ผิดพลาด โดยหน้าจอนี้จะแสดงรายละเอียดของการให้แต้ม รวมถึงหมายเลขโทรศัพท์ของพนักงาน จำนวนแต้มที่ได้รับต่อน้ำหนักกิโลกรัม และวันที่และเวลาที่ทำการ

ในขณะ Admin Management (b) แสดงข้อมูลของพนักงานในระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบรายละเอียดของพนักงานแต่ละราย เช่น ชื่อ ที่อยู่ อีเมล และหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อให้ทราบจำนวน และข้อมูลของพนักงานทั้งหมดในระบบ นอกจากนี้ ผู้ดูแลระบบยังมีสิทธิ์ในการลบบัญชีพนักงานในกรณีที่จำเป็น เช่น บัญชีที่ไม่มีการใช้งาน หรือบัญชีที่มีการใช้งานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการระบบ และรักษาความปลอดภัยของแอปพลิเคชัน



Figure 11. Add Product Stock (Admin).

จาก Figure 11. หน้าจอนี้แสดงเมื่อผู้ดูแลระบบเลือกหมวดหมู่ เครื่องประดับ เพื่อทำการเพิ่มจำนวนสินค้า โดยหน้าจอจะระบุข้อมูลสำคัญของรางวัล เช่น ชื่อสินค้า จำนวนคะแนนที่ต้องใช้ในการแลก จำนวนสินค้าคงเหลือ รวมถึงรายละเอียดของสินค้า ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถกดปุ่ม เพิ่มจำนวนสินค้า เพื่อปรับปรุงสต็อกสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ Green Recycle บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบ Green Recycle ได้รับการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น ผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน และผู้ค้าในตลาด จำนวน 10 คน การทดสอบครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อระบบ ดัง Table 1.

Table 1. Satisfaction Evaluation of the Green Recycle System.

Evaluation Item	Satisfaction		
	μ	S.D.	Level
1. System ease of use	4.60	0.50	Excellent
2. Understanding and accuracy of waste separation	4.55	0.45	Excellent
3. Accuracy of reward points calculation	4.40	0.55	Excellent
4. Satisfaction with reward redemption	4.35	0.60	Excellent
5. Environmental awareness	4.65	0.48	Excellent
Overall Average	4.51	0.52	Excellent

จาก Table 1. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบ Green Recycle จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.51 (ระดับ "ดีมาก") โดยหัวข้อที่ได้คะแนนสูงสุดคือ ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$) ความสะดวกในการใช้งาน ($\mu = 4.60$) และความเข้าใจในการแยกขยะ ($\mu = 4.55$) เป็นจุดเด่นสำคัญ ส่วนความพึงพอใจต่อการแลกรางวัล ($\mu = 4.35$)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (Conclusion and Discussion)

7.1 สรุปผลการวิจัย

แอปพลิเคชัน Green Recycle ได้รับการพัฒนาเพื่อตอบโจทย์ปัญหาการจัดการขยะในภาคค้าปลีก อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ โดยระบบรองรับการทำงานสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไปที่สามารถใช้งานฟีเจอร์การแยกขยะ สะสมคะแนน แลกรางวัล และติดตามประวัติการรีไซเคิล และส่วนของผู้ดูแลระบบที่สามารถจัดการข้อมูลรางวัลและติดตามการจัดการขยะ ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

จากการสำรวจในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก ($\mu = 4.51$, S.D. = 0.52) โดยด้านการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ($\mu = 4.65$) ได้รับคะแนนสูงสุด แอปพลิเคชันนี้มีศักยภาพในการสนับสนุนการจัดการขยะและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในชุมชน

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่า สามารถนำแอปพลิเคชัน Green Recycle ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการคัดแยกขยะรีไซเคิล ที่มีการให้ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะรีไซเคิล และมีระบบการสะสมคะแนนเพื่อแลกของรางวัล เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้มีความเข้าใจในการแยกขยะเพิ่มขึ้น ($\mu = 4.55$) ซึ่งช่วยสนับสนุนโครงการธนาคารขยะรีไซเคิลที่มุ่งลดปริมาณขยะในครัวเรือนและชุมชน โดยการคัดแยกขยะก่อนทิ้งสามารถลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดได้อย่างมีนัยสำคัญ รายได้จากการขายขยะรีไซเคิลถูกนำไปใช้พัฒนาชุมชน แต่ยังคงมีปัญหา เช่น ความไม่แน่นอนของราคาขยะรีไซเคิลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการรีไซเคิลในชุมชน การสร้างแรงจูงใจและการให้ความรู้แก่สมาชิกในชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้โครงการประสบความสำเร็จ (Pradabphetrat et al., 2010)

การพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงระบบได้สะดวกมากขึ้น และสามารถเข้าถึงระบบได้ทุกที่ทุกเวลา โดยสามารถใช้งานระบบผ่านอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่ มีความสะดวกในการใช้งานในระดับที่เพิ่มมากขึ้น ($\mu = 4.60$) จากระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคารขยะ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนมหาโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดน่าน มีการทำงานออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก ระบบรับซื้อ-ขายขยะ ระบบบริหารจัดการขยะ และระบบการแสดงผลรายงาน เพิ่มความสะดวกให้แก่คณะกรรมการของชุมชนในด้าน

การจัดเก็บข้อมูล และทำให้การเก็บข้อมูลเป็น ระบบมากเป็นยิ่งขึ้น 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการพัฒนาระบบ
เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูล ธนาคารขยะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก
($\bar{X} = 4.13$, S.D. = 0.64) 3) ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดการข้อมูลธนาคาร
ขยะจากคณะกรรมการธนาคารขยะ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.61) (Hongsihsong et al., 2021)

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

- 1) ในอนาคต หากปริมาณข้อมูลในแอปพลิเคชันเพิ่มขึ้น ควรพัฒนากลยุทธ์ในการดึงข้อมูลที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
หรือเพิ่มการแคชข้อมูลบางส่วน เพื่อลดเวลาในการโหลดข้อมูลและเพิ่มความเร็วในการทำงาน
- 2) เพิ่มระบบการแสดงผลการรีไซเคิลในรูปแบบเชิงสถิติ เช่น ปริมาณขยะที่ทิ้งสะสม การลดปริมาณการปล่อยก๊าซ
CO₂ เทียบเท่ากับจำนวนต้นไม้ที่ปลูกได้ และปริมาณขยะที่ลดได้สะสม (แสดงเป็นกิโลกรัม) เพื่อให้ผู้ใช้เห็นถึงผลลัพธ์จาก
การรีไซเคิลและมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งจะช่วยกระตุ้นแรงจูงใจในการใช้แอปพลิเคชันมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง (References)

- Buaprom, C., & Phannikul, T. (2023). A Design and Development of Application for Recycled Waste Collection Warehouse. *Journal of Engineering and Innovation*, 16(1), 64-78. (In Thai)
- Hongsibsong, P., Turayot, P., & Kanlanon, P. (2021). Web Application Development for Waste Bank Management By MahaPho Community Participation Mueang district, Nan province. *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University*, 8(1), 73-86. (In Thai)
- Lekachan, B. (2023). Development of a Community Waste Bank Management Model: A Case Study of Kaeng Subdistrict, Det Udom District, Ubon Ratchathani Province. *Thai Journal of Public Health and Health Education*, 3(2), 46-61. (In Thai)
- Pansri, M. (2015). Comparative Analysis Between Thailand Waste Management Policy and Foreign Waste Management Policy. *SSRU Graduate Studies Journal*, 8(2.1), 529-540. (In Thai)
- Paseelatesang, B. (2023). *Multi-Platform App Development with Flutter Using the Dart Language*. SE-ED. (In Thai)
- Pollution Control Department. (2020). *Guidelines and Basic Requirements for Waste Reduction and Utilization*. https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-24_04-01-30_968463.pdf. (In Thai)
- Pradabphetrat, P., Nawagawong, S., Aroonsrimorakot, S., & Tantrakarnapa, K. (2010). The Potential of Community Waste Reduction under the Recycle Waste Bank Project. *Journal of Environmental Management*, 6(2), 54-66. (In Thai)
- Sududom, M., & Suansokchuak, P. (2023). The Development of a Waste Bank Application to Waste Management in Community. *PBRU Science Journal*, 20(1), 34-47. (In Thai)
- Warin, J. (2021). *Advanced Mobile App Development with Flutter + Firebase* (2nd ed.). Simplify. (In Thai)
- Watanyulertsakul, E. (2020). *Developing Mobile Apps with Flutter & Dart*. Provision. (In Thai)