

การพัฒนาฉากคิวอาร์โค้ดและโมบายแอปพลิเคชันต้นแบบบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการครุภัณฑ์

มงคลชัย ไชโย* และ พัทธี ฤกษ์ดี

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอกองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

*อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: mongkolchai.c@tbs.tu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยจากงานประจักษ์มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบทะเบียนครุภัณฑ์ด้วยฉากคิวอาร์โค้ดและต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันสำหรับสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์บนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ 2) ทดสอบประสิทธิภาพของระบบทะเบียนครุภัณฑ์จากต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันโดยการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจากฉลากครุภัณฑ์และสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน 3) ประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในระบบทะเบียนครุภัณฑ์ที่พัฒนาด้วยฉากคิวอาร์โค้ดและต้นแบบโมบายแอปพลิเคชัน ขอบเขตการดำเนินงานครอบคลุมข้อมูลครุภัณฑ์ของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลสำคัญจากระบบ TU-ERP นำเข้าสู่ระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์เป็นฐานข้อมูลหลัก วิธีการดำเนินการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบฉลากครุภัณฑ์ขนาด 4.2×4.0 เซนติเมตร จัดทำด้วยสติ๊กเกอร์โพลีโพรพิลีนพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์เลเซอร์และปิดทับด้วยสติ๊กเกอร์ใสเพื่อเพิ่มความคงทนและการพัฒนาแอปพลิเคชันรูปแบบโลว์โค้ดด้วยไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ รองรับระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

ผลการวิจัยพบว่า ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ ฉลากครุภัณฑ์มีต้นทุนเฉลี่ย 0.257 บาท ต่อใบ การจัดทำฉลากสำหรับครุภัณฑ์ทั้งหมด 6,000 รายการ มีค่าใช้จ่ายรวม 1,543 บาท สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมด้านซอฟต์แวร์เนื่องจากใช้สิทธิ์การใช้งานของมหาวิทยาลัย ด้านประสิทธิภาพการทดสอบอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจำนวน 100 ครั้ง พบว่ามีอัตราความถูกต้องแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 100 และมีค่าเฉลี่ยเวลาในการตอบสนองนับตั้งแต่การเริ่มอ่านจนถึงการแสดงผลข้อมูลครุภัณฑ์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่ที่ 2.280 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.171 วินาที สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบต้นแบบจากเจ้าหน้าที่ที่สุ่มจำนวน 5 คน ในภาพรวมความพึงพอใจทุกด้านอยู่ที่ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก งานวิจัยนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างฉลากครุภัณฑ์เพื่อใช้ในการตรวจสอบ ติดตาม และสนับสนุนการตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปี ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคตคือ การเพิ่มฟังก์ชันจัดเก็บพิกัดตำแหน่งครุภัณฑ์ด้วยระบบระบุพิกัดสากลเพื่อตรวจสอบตำแหน่งทางกายภาพให้ตรงกับทะเบียนควบคุม

คำสำคัญ: การบริหารจัดการครุภัณฑ์, เทคโนโลยีโลว์โค้ด, งานวิจัยจากงานประจำ (R2R), ดิจิทัลทรานส์ฟอร์มชัน

Development of a QR Code Labeling System and a Prototype Mobile Application on Microsoft Power Apps Platform to Enhance Asset Management Efficiency

Mongkolchai Chaiyo^{*} and Patcharee Rurkdee

Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University, Pathum Thani 12121, Thailand

^{*}Corresponding author's e-mail: mongkolchai.c@tbs.tu.ac.th

Abstract

This routine-to-research (R2R) study aims to: 1) Develop a durable assets registry system using QR code labels and a prototype mobile application for searching durable assets data on the Microsoft Power Apps platform. 2) Test the performance of the durable assets registry system via the mobile application prototype by scanning QR codes from durable assets labels and searching for information using smartphones. 3) Evaluate the satisfaction of procurement officers with the usage of the durable assets registry system developed with QR code labels and the mobile application prototype. The scope of this work covers the durable assets of the Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University, using key data imported from the TU-ERP system into Microsoft SharePoint as the primary database. The methodology is divided into two parts: 1) the design of asset labels measuring 4.2 x 4.0 cm, fabricated with laser-printed polypropylene (PP) stickers and laminated with a clear protective sticker for enhanced durability, and 2) the development of a low-code application using Microsoft Power Apps compatible with both iOS and Android operating systems.

The results indicate that the developed prototype is fully functional and meets all research objectives. The asset labels have an average production cost of 0.257 Baht per piece, totaling 1,543 Baht for all 6,000 asset items. No additional software licensing costs were incurred for the application development due to the university's existing subscription. In terms of performance, testing the QR code reader 100 times yielded an accuracy rate of 100%. The average end-to-end response time—from the initiation of the scan to the retrieval and display of asset data over a mobile cellular network—was 2.280 seconds (SD = 0.171 seconds). A summary of the satisfaction assessment results regarding the prototype system, evaluated by 5 procurement officers, indicated an overall satisfaction score of 4.69 across all aspects, which is at a very high level. This research successfully enhances the efficiency of asset label generation, facilitating the tracking, inspection, and annual auditing of durable assets. For future development, it is recommended to integrate a Global Positioning System (GPS) feature to log and verify physical asset locations against the control registry.

Keywords: Asset Management, Low-Code Platform, Routine-to-Research (R2R), Digital Transformation

บทนำ

หน่วยพัสดุเป็นหน่วยงานภายในคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีภารกิจหลักในการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ การบริหารจัดการสินทรัพย์ในหน่วยงานของรัฐถูกควบคุมด้วยระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 (ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560, 2560) โดยเฉพาะในหมวด 9 การควบคุมและการจำหน่ายพัสดุ ซึ่งข้อ 204 กำหนดให้หน่วยงานจัดทำทะเบียนควบคุมครุภัณฑ์ให้เป็นปัจจุบัน และข้อ 213 กำหนดให้มีการตรวจสอบพัสดุประจำปี ประเด็นปัญหาจากการปฏิบัติงานประจำสำหรับการจัดทำทะเบียนควบคุมครุภัณฑ์ให้เป็นปัจจุบัน การเขียนเลขครุภัณฑ์ของคณะฯ เพื่อใช้ในการอ้างอิงในการบริหารจัดการและการตรวจนับประจำปี พบประเด็นปัญหาดังนี้

1. ด้านกายภาพและความทนทานของฉลาก การใช้ปากกาเคมีเขียนรหัสครุภัณฑ์ทำได้ยากในพื้นที่จำกัด เสียเวลา และไม่สะดวกเมื่อติดตั้งครุภัณฑ์ไปแล้ว ฉลากที่พิมพ์จากเครื่องทั่วไปมักไม่ทนทานต่อความชื้นหรือสารเคมี ทำให้ข้อมูลเลอะเลือนและสูญหายได้ง่ายหากใช้วัสดุคุณภาพต่ำ ครุภัณฑ์ขนาดเล็กไม่สามารถติดฉลากขนาดใหญ่ได้ ขณะที่บาร์โค้ดแบบเดิมต้องใช้พื้นที่แสดงผลบนฉลากค่อนข้างมาก

2. ด้านข้อจำกัดทางเทคโนโลยีและการพิมพ์ระบบ TU-ERP การพิมพ์ในอดีตต้องพึ่งเครื่องพิมพ์บาร์โค้ดเฉพาะเพียงเครื่องเดียว ทำให้กระบวนการพิมพ์ล่าช้าและจำกัดการออกรหัส ระบบ TU-ERP สั่งพิมพ์คิวอาร์โค้ดได้เพียงครั้งละ 1 ใบ ซึ่งไม่คุ้มค่าและไม่รองรับการพิมพ์ปริมาณมาก เจ้าหน้าที่ต้องดึงรูปคิวอาร์โค้ดที่ละภาพมาจัดเรียงในโปรแกรมภายนอกเพื่อพิมพ์ลงสติ๊กเกอร์ A4 เอง และไม่สามารถเลือกฟิล์มข้อมูลอื่นมาแสดงบนฉลากได้

3. ด้านการตรวจสอบ ติดตาม และการตรวจนับครุภัณฑ์ บาร์โค้ดแบบเดิมไม่เอื้อต่อการตรวจนับประจำปี เพราะต้องใช้เครื่องอ่านเฉพาะและไม่มีแอปพลิเคชันสืบค้นข้อมูล การตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปียังต้องใช้วิธีพิมพ์เอกสารรายการจากระบบ TU-ERP เพื่อเดินตรวจนับด้วยมือเป็นรายครั้ง ไม่สามารถสืบค้น ค้นหา หรือติดตามสถานะของครุภัณฑ์ในสถานการณ์ปกติได้ นอกเหนือจากรอบการตรวจนับประจำปี

คิวอาร์โค้ดเป็นรหัสเมทริกซ์สองมิติที่พัฒนาขึ้นภายใต้มาตรฐาน ISO/IEC 18004 ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในด้านความเร็วในการอ่านข้อมูลและมีระบบกู้คืนข้อมูลที่ผิดพลาด ทำให้โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์พกพาสามารถถอดรหัสข้อมูลเพื่อนำไปจับคู่กับค่าสียหลักในระบบฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง (International Organization for Standardization, 2015)

โดยวัสดุที่นำมาใช้สำหรับพิมพ์รหัสคิวอาร์โค้ดคือโพลีโพรพิลีนซึ่งเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่มีความคงทนสูงต่อสภาพแวดล้อม ความชื้นและสารเคมีเหมาะสำหรับการทำฉลากในระยะยาว อย่างไรก็ตามการนำมาใช้งานร่วมกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์ทั่วไปมีข้อจำกัดด้านความร้อนเนื่องจากระบบพิมพ์เลเซอร์ใช้ความร้อนสูงในการหลอมผงหมึก ในงานวิจัยนี้จึงต้องเลือกใช้ฟิล์มประเภทที่ผ่านกระบวนการปรับเสถียรภาพทางความร้อนเพื่อให้ได้ความคมชัดของรหัสและไม่ส่งผลกระทบต่อชุดทำความร้อนของเครื่องพิมพ์ (Harper, 2002)

ไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสเป็นส่วนหนึ่งของไมโครซอฟท์พาวเวอร์แพลตฟอร์มซึ่งเป็นระบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ประเภทโลว์โค้ดที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในกลุ่มองค์กรขนาดใหญ่ ในงานวิจัย (Lopata & Gromaszek, 2024) จำแนกสถาปัตยกรรมและคุณลักษณะของไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสออกเป็น 3 รูปแบบหลัก 1) Canvas Apps 2) Model-Driven Apps 3) Power Pages ในการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสกับแพลตฟอร์มโลว์โค้ดอื่นที่มีบทบาทสำคัญในตลาดแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก (Sahay et al., 2020) 1) กลุ่ม Enterprise LCAP โดย OutSystems: มุ่งเน้นการสร้างแอปพลิเคชันระดับแกนกลางขององค์กร มีความยืดหยุ่นสูงในการปรับปรุงโค้ดและรองรับวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์เต็มรูปแบบเหมาะสำหรับนักพัฒนาวิชาชีพที่ต้องการความรวดเร็วในการเขียนโค้ดเน้นการทำงานร่วมกันสำหรับสร้างแอปพลิเคชันที่มีความซับซ้อนและรองรับสถาปัตยกรรมแบบมัลติคลาวด์ 2) กลุ่มโนโค้ดแพลตฟอร์มโดย Google AppSheet: เป็นแพลตฟอร์มประเภทโนโค้ด ที่เด่นในด้านการสร้างแอปพลิเคชันบนมือถืออย่างรวดเร็วจากแหล่งข้อมูลที่เป็นแผ่นตาราง โดยใช้กฎเกณฑ์เชิงประกาศแทนการเขียนสูตรที่ซับซ้อน จากรูปแบบสถาปัตยกรรมของไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสซึ่งรองรับการเชื่อมต่อแบบไฮบริดผ่านส่วนต่อเชื่อมข้อมูล เช่น การดึงข้อมูลจากไมโครซอฟท์แชร์พอยท์หรือไมโครซอฟท์ดาต้าแวร์ส การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันด้วยแพลตฟอร์มแบบโลว์โค้ดช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้อย่างมาก โดยไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสเป็นเครื่องมือบนแพลตฟอร์มแบบคลาวด์ที่มีกลไกความปลอดภัยตามมาตรฐานระดับองค์กร เช่น การควบคุมการเข้าถึงตามบทบาทและรองรับการทำหน้าที่ข้ามแพลตฟอร์มได้ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android (Microsoft, 2024) รวมทั้งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้ให้สิทธิ์คณะฯ ในการใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปสในการพัฒนาระบบ

ในงานวิจัยเรื่อง ระบบต้นแบบ: การบริหารจัดการโครงการจัดหาหนังสือ ตำรา และวารสาร คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (นารีจติ ศรีแสงฉาย, 2566) ให้เหตุผลในการพัฒนาระบบผ่านไมโครซอฟท์พาวเวอร์แพลตฟอร์มเพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ภายในมหาวิทยาลัยและเป็นโปรแกรมที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์และเป็นเครื่องมือในกลุ่มโลว์โค้ดซึ่งเหมาะกับผู้ใช้ปฏิบัติงานที่ไม่ต้องมีความเชี่ยวชาญด้านภาษาคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยการประยุกต์ระบบคิวอาร์โค้ด (QR Code) และยูทูบ (Youtube) สำหรับการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ (ปภาอร เขียวสีมา และคณะ, 2565) มีการประยุกต์ใช้รหัสคิวอาร์โค้ดร่วมกับยูทูบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการ

จากปัญหาที่พบจากงานประจำดังกล่าวและการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น หน่วยวิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาหลักสำหรับติดครุภัณฑ์และพัฒนาต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ สำหรับใช้งานผ่านสมาร์ตโฟนเพื่ออ่านฉลากคิวอาร์โค้ดที่ติดบนครุภัณฑ์เพื่อใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบและติดตามรายละเอียดของครุภัณฑ์และรองรับการตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปีให้สอดคล้องกับกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องในการควบคุมทะเบียนครุภัณฑ์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัยนี้คือได้วิธีการสำหรับการสร้างฉลากเพื่อติดกับครุภัณฑ์ที่มีความคงทนและสามารถสร้างฉลากได้ง่ายมีความสะดวกในการสร้างฉลากโดยมีค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่าและได้ต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันสำหรับอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ทดสอบความเป็นไปได้ของระบบโดยรวมก่อนเปลี่ยนฉลากครุภัณฑ์ทั้งหมดมาเป็นแบบรหัสคิวอาร์โค้ด

วัตถุประสงค์การวิจัย

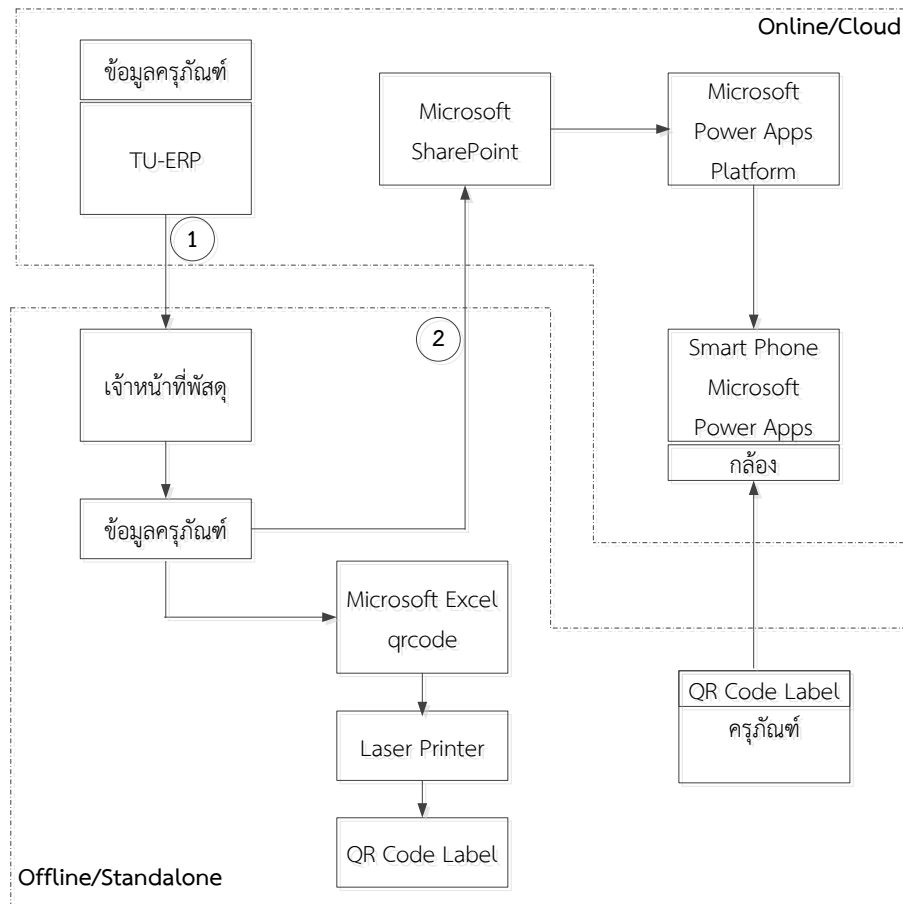
1. พัฒนาระบบทะเบียนครุภัณฑ์ด้วยฉลากคิวอาร์โค้ดและต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันสำหรับสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์บนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์
2. ทดสอบประสิทธิภาพของระบบทะเบียนครุภัณฑ์จากต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันโดยการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจากฉลากครุภัณฑ์และสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน
3. ประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่พัสดุในการใช้งานระบบทะเบียนครุภัณฑ์ที่พัฒนาด้วยฉลากคิวอาร์โค้ดและต้นแบบโมบายแอปพลิเคชัน

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยดำเนินการตามภารกิจของหน่วยพัสดุ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สำหรับการบริหารพัสดุโดยการดำเนินการติดฉลากครุภัณฑ์เพื่อให้สามารถตรวจสอบและตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปีได้อย่างมีประสิทธิภาพในการวิจัยนี้ดำเนินการบนพื้นฐานการวิจัยจากงานประจำโดยการนำประเด็นที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานประจำภายใต้นโยบายการบริหารงานของคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยกรอบการวิจัยจะดำเนินการบนหลักของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและทฤษฎีทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงาน รวมทั้งการพัฒนาแนวทางการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงานเป็นหลัก

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากรูปสถาปัตยกรรมของระบบที่ออกแบบสำหรับกรวิจัย ตามภาพที่ 1 ประกอบด้วยส่วนของระบบการบริหารจัดการทรัพยากรภายในองค์กร ด้านงบประมาณ การเงิน บัญชี และพัสดุ (TU-ERP) ซึ่งเป็นระบบส่วนกลางของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เป็นระบบที่เก็บข้อมูลทะเบียนครุภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการจัดซื้อจัดจ้างตามระเบียบพัสดุแล้ว การออกแบบระบบจึงเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลทะเบียนครุภัณฑ์จากระบบ TU-ERP โดยเจ้าหน้าที่พัสดุนำข้อมูลออกจากระบบตามขั้นตอนหมายเลข 1 ในรูปแบบของไฟล์ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล โดยนำออกมาเฉพาะส่วนของข้อมูลที่ใช้สำหรับการตรวจสอบและตรวจนับครุภัณฑ์ โดยข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการ 2 ส่วนคือ 1) ส่งเข้าสู่ระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์และเตรียมข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ ตามขั้นตอนหมายเลข 2 และ 2) นำมาสร้างเป็นฉลากคิวอาร์โค้ดเพื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ ส่วนต่อมาคือการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนและต่อเชื่อมกับข้อมูลที่เตรียมไว้ในระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์ โดยโมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจะทำหน้าที่อ่านรหัสคิวอาร์โค้ดผ่านกล้องถ่ายรูปจากสมาร์ตโฟนแล้วส่งข้อมูลมาสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์ผ่านแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ซึ่งจะต่อเชื่อมเพื่อเข้าถึงข้อมูลที่เก็บไว้บนระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์



ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบ

ปัจจัยนำเข้า

1) ฐานข้อมูลครุภัณฑ์ 2) แพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ และ 3) สติกเกอร์โพลีโพรพิลีน ขนาด A4 พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์

กระบวนการพัฒนาและทดสอบ

1) การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบและการเชื่อมต่อฐานข้อมูล 2) การพัฒนาแอปพลิเคชัน และ 3) การทดสอบการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ด

ผลลัพธ์

1) โมบายแอปพลิเคชันระบบทะเบียนครุภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริง และ 2) ประสิทธิภาพระบบ: อัตราความสำเร็จในการสแกนและเวลาตอบสนอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยทดลองบนข้อมูลครุภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันของคณะฯ ซึ่งมีจำนวนทั้งหมดประมาณ 6,000 รายการ โดยนำข้อมูลครุภัณฑ์ในระยะแรกจำนวน 600 รายการ สำหรับการดำเนินการในระบบต้นแบบสำหรับพิมพ์เป็นฉลากครุภัณฑ์สำหรับติดกับครุภัณฑ์เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของระบบโดยรวม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาฉลากสำหรับครุภัณฑ์

1.1 ออกแบบฉลากสำหรับครุภัณฑ์ที่มีความคงทนโดยมีการกำหนดข้อมูลหมายเลขครุภัณฑ์ รหัสสินทรัพย์ และข้อมูลสำคัญพร้อมรหัสคิวอาร์โค้ดไว้บนฉลาก

1.2 ออกแบบโครงสร้างของฉลากที่สามารถสร้างฉลากได้โดยง่ายและสามารถส่งพิมพ์ได้ผ่านเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ โดยมีการเตรียมข้อมูลจากระบบ TU-ERP ซึ่งเป็นระบบเก็บข้อมูลครุภัณฑ์ของคณะฯ โดยเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลแบบทางเดียวเพื่อใช้สำหรับการสืบค้นข้อมูลหมายเลขครุภัณฑ์และข้อมูลประกอบอื่นที่จำเป็นในการใช้งาน

1.3 กำหนดขั้นตอนและวิธีการสร้างและพิมพ์ฉลากเพื่อนำไปติดที่ตัวครุภัณฑ์โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซลและโปรแกรมสำหรับการสร้างรูปคิวอาร์โค้ด (Lincoln Loop, 2025)

2. ออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่เป็นสำหรับการใช้งานในการสร้างรหัสคิวอาร์โค้ดสำหรับการตรวจติดตามและการตรวจนับครุภัณฑ์ประจำปีและนำข้อมูลครุภัณฑ์ซึ่งมีจำนวนทั้งหมดประมาณ 6,000 รายการ ขึ้นสู่ระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์

3. การพัฒนาระบบโมบายแอปพลิเคชันที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบสำหรับทดสอบใช้งานบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ โดยการพัฒนาระบบโมบายแอปพลิเคชันสำหรับอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดและเชื่อมโยงข้อมูลของครุภัณฑ์ของคณะฯ ที่จัดเตรียมไว้เพื่อใช้งานบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android สำหรับอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดของครุภัณฑ์และเข้าถึงข้อมูลครุภัณฑ์ผ่านโครงสร้างข้อมูลครุภัณฑ์ที่กำหนดไว้

4. การทดสอบระบบ

4.1 ทดสอบสร้างฉลากรหัสคิวอาร์โค้ดโดยพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ รุ่น HP LaserJet Pro MFP 4103fdn

4.2 ทดสอบนำฉลากครุภัณฑ์ที่ได้ไปติดที่ครุภัณฑ์

5. ทดสอบการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันเพื่ออ่านรหัสคิวอาร์โค้ดและเข้าถึงข้อมูลของครุภัณฑ์ที่กำหนดไว้ผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

5.1 โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนยี่ห้อ Samsung Galaxy รุ่น M12 ระบบปฏิบัติการ Android version 13 ใช้งานผ่านเครือข่ายผู้ให้บริการโทรคมนาคม TRUE-H (LTE)

5.2 กำหนดจำนวนการทดสอบ 100 ครั้ง สำหรับการอ่านฉลากรหัสคิวอาร์โค้ดที่ต่างกันจำนวน 100 ใบ กำหนดเวลาระหว่างการทดสอบแต่ละฉลากห่างกันโดยละ 10 - 15 วินาที ระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับฉลากคิวอาร์โค้ด 10 - 15 เซนติเมตร สภาพแสงสว่างตามมาตรฐานสำนักงาน 400 - 500 ลักซ์

5.3 ใช้การนับเวลาในเครื่องมืออ่านคิวอาร์โค้ดในไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์เมื่อเริ่มอ่านข้อมูลจากฉลากคิวอาร์โค้ด จนถึงข้อมูลถูกประมวลผลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่และแสดงผลในช่องสืบค้นข้อมูล กำหนดเป็นระยะเวลาที่ใช้สำหรับอ่านรหัสคิวอาร์โค้ด

5.4 ใช้ไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ Live Monitor ในการวัดระยะเวลาในการตอบสนองของระบบในส่วนของการค้นหาและแสดงข้อมูล กำหนดเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของระบบ หลังจากได้รับรหัสการค้นหาข้อมูลตามรหัสคิวอาร์โค้ดจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วัดเวลาในการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจากฉลากคิวอาร์โค้ด ผ่านกล้องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่ทำการทดลอง โดยเก็บข้อมูลที่ทดสอบจำนวน 100 ครั้ง แยกเป็นการอ่านฉลากคิวอาร์โค้ดแต่ละครั้ง สำเร็จ/ไม่สำเร็จ ในการอ่านครั้งแรกและระยะเวลาในการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดในแต่ละครั้งที่สำเร็จ โดยวิเคราะห์ข้อมูลหาค่า 1) ร้อยละของการอ่านสำเร็จในครั้งแรก 2) ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่อ่านสำเร็จ 3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาที่อ่านสำเร็จ

6.2 วัดเวลาตอบสนองของการค้นหาจากรหัสคิวอาร์โค้ดที่ส่งไปยังไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ โดยเก็บข้อมูลที่ทดสอบจำนวน 100 ครั้ง โดยเก็บระยะเวลาที่ใช้ในการส่งรหัสคิวอาร์โค้ดที่ได้จากการอ่านฉลากคิวอาร์โค้ดจากกล้องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน ไปสืบค้นข้อมูลจากไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์จนได้รับข้อมูลกลับมาแสดงผล โดยวิเคราะห์ข้อมูลหาค่า 1) ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตอบสนองของการค้นหา 2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาตอบสนองของการค้นหา

7. ประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบต้นแบบ จากเจ้าหน้าที่ที่สุ่มจำนวน 5 คน

ผลการวิจัย

ฉลากคิวอาร์โค้ดสำหรับครุภัณฑ์

โครงสร้างข้อมูลครุภัณฑ์ ที่อ้างอิงจากระบบการบริหารจัดการทรัพยากรภายในองค์กร ด้านงบประมาณ การเงิน บัญชี และพัสดุ (TU-ERP) ในส่วนของการบริหารสินทรัพย์ถาวรประกอบด้วย 1) AssetID เลขทะเบียนครุภัณฑ์ 2) AssetNo หมายเลขครุภัณฑ์ 3) AssetOwner หน่วยงานผู้ถือครอง 4) AssetName ชื่อครุภัณฑ์ 5) AssetLocation สถานที่ติดตั้ง 6) RegisterDate วันที่ขึ้นทะเบียน 7) AssetDuration ระยะเวลาสินทรัพย์

ข้อมูลที่ถูกนำมาแสดงบนฉลากสำหรับติดที่ครุภัณฑ์ คือ 1) AssetName ชื่อครุภัณฑ์ 2) AssetNo หมายเลขครุภัณฑ์ 3) AssetLocation สถานที่ติดตั้ง 4) AssetID เลขทะเบียนครุภัณฑ์ (ถูกนำมาสร้างเป็นรหัสคิวอาร์โค้ด) ตามภาพที่ 2

	A	B	C	D
1	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 1/60 (19 พ.ย. 68)	หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000001
2	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 2/60 (19 พ.ย. 68)	หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000002
3	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 3/60 (19 พ.ย. 68)	หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000003
4	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 4/60 (19 พ.ย. 68)	หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000004
5	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 5/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000005
6	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 6/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000006
7	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 7/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000007
8	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 8/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000008
9	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 9/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000009
10	เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO	พ.บ.69 10/60 (19 พ.ย. 68)	งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000010

ภาพที่ 2 การเตรียมข้อมูลครุภัณฑ์จากระบบ TU-ERP สำหรับสร้างฉลากในรูปแบบไฟล์ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล

```
qr "02-69-7110-006-0001-000001" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000001.png
qr "02-69-7110-006-0001-000002" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000002.png
qr "02-69-7110-006-0001-000003" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000003.png
qr "02-69-7110-006-0001-000004" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000004.png
qr "02-69-7110-006-0001-000005" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000005.png
qr "02-69-7110-006-0001-000006" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000006.png
qr "02-69-7110-006-0001-000007" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000007.png
qr "02-69-7110-006-0001-000008" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000008.png
qr "02-69-7110-006-0001-000009" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000009.png
qr "02-69-7110-006-0001-000010" >D:\QR\CC00\02-69-7110-006-0001-000010.png
```

ภาพที่ 3 คำสั่ง QR สำหรับการสร้างไฟล์รูปรหัสคิวอาร์โค้ด โดยใช้ข้อมูลเลขทะเบียนครุภัณฑ์

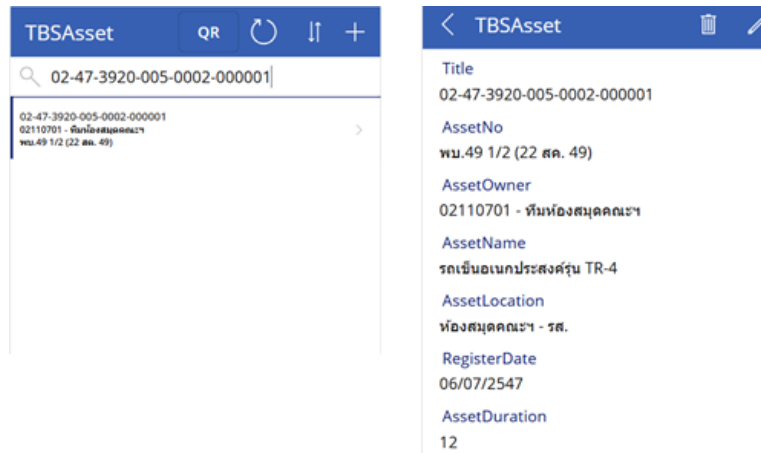
โดยคัดลอกคำสั่งทั้งหมดตามภาพที่ 3 ไปทำงานและเมื่อคำสั่ง QR ทำงานครบทุกคำสั่งแล้วจะมีการสร้างไฟล์รูปรหัสคิวอาร์โค้ดไว้ในโฟลเดอร์ที่กำหนดไว้เพื่อนำไปสร้างเป็นฉลากสำหรับติดที่ครุภัณฑ์โดยมาโครในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซลต่อไป เมื่อสั่งพิมพ์จากโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล ได้ฉลากตามภาพที่ 4

				
02-69-7110-006-0001-000001 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 1/60 (19 พ.ย. 68) หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000002 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 2/60 (19 พ.ย. 68) หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000003 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 3/60 (19 พ.ย. 68) หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000004 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 4/60 (19 พ.ย. 68) หน่วยงานประมาณ - รส.	02-69-7110-006-0001-000005 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 5/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.
				
02-69-7110-006-0001-000006 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 6/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000007 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 7/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000008 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 8/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000009 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 9/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.	02-69-7110-006-0001-000010 เก้าอี้สำนักงาน รุ่น OSLO พ.บ.69 10/60 (19 พ.ย. 68) งานบัญชีการเงิน - รส.

ภาพที่ 4 ฉลากสำหรับติดครุภัณฑ์ที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์บนกระดาษสติ๊กเกอร์แบบโพลีโพรพิลีน

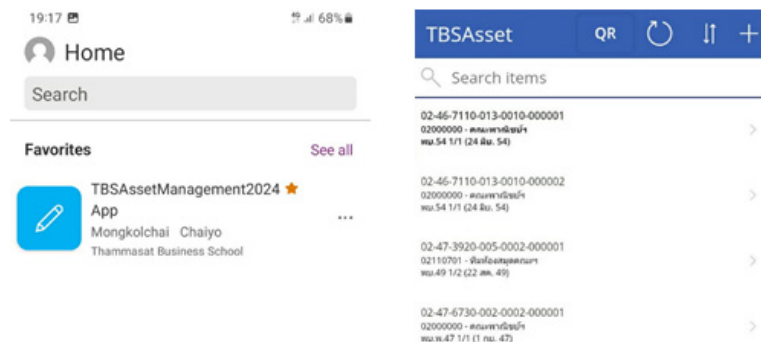
โมบายแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชัน TBSAssetManagement สำหรับอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดของครุภัณฑ์และเข้าถึงข้อมูลครุภัณฑ์ตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์บนโมบายแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์

โมบายแอปพลิเคชันติดตั้งผ่านสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS และ Android เมื่อใช้งานโดยใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านและได้รับการกำหนดสิทธิ์ให้ใช้งานได้ จะสามารถเปิดโมบายแอปพลิเคชัน TBSAssetManagement2024App ได้ตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การใช้งานโมบายแอปพลิเคชัน TBSAssetManagement2024App เมื่อเริ่มใช้งานบนสมาร์ทโฟน

ผลการทดลองวัดเวลาตอบสนองของการค้นหาจากรหัสคิวอาร์โค้ดที่ส่งไปยังไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ โดยเก็บข้อมูลที่ทดสอบจำนวน 100 ครั้ง โดยเก็บระยะเวลาที่ใช้ในการส่งรหัสคิวอาร์โค้ดที่ได้จากการอ่านฉลากคิวอาร์โค้ดจากกล้องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ไปสืบค้นข้อมูลจากไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์จนได้รับข้อมูลกลับมาแสดงผล ได้ผลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลา (มิลลิวินาที) ตอบสนองนับตั้งแต่เริ่มอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจนถึงแสดงผลข้อมูล จำนวน 100 ครั้ง

2,165	2,284	2,253	2,305	2,168	2,178	2,170	2,272	2,230	2,184
2,234	2,169	2,183	2,162	2,178	2,369	3,181	2,247	2,196	2,196
2,187	2,286	2,187	2,170	2,163	2,213	2,202	2,146	2,572	2,208
2,417	2,279	2,204	2,320	2,208	2,292	2,222	2,295	2,236	2,357
2,163	2,265	2,282	2,207	2,266	2,284	2,236	2,386	2,164	2,469
2,193	2,164	2,276	2,172	2,341	2,230	2,184	2,178	2,170	2,272
2,280	2,176	2,228	2,286	2,169	2,196	2,196	2,369	3,181	2,247
2,333	2,263	2,659	2,285	2,235	2,572	2,208	2,213	2,202	2,146
2,261	2,390	2,210	2,268	2,875	2,236	2,357	2,292	2,222	2,295
2,253	2,172	2,231	2,220	2,383	2,164	2,469	2,284	2,236	2,386

ผลการทดลองวัดเวลาในการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจากฉลากคิวอาร์โค้ด ผ่านกล้องบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่ทำการทดลอง โดยเก็บข้อมูลที่ทดสอบจำนวน 100 ครั้ง แยกเป็นการอ่านฉลากคิวอาร์โค้ดแต่ละครั้ง สำเร็จ/ไม่สำเร็จ ในการอ่านครั้งแรก และระยะเวลาในการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดในแต่ละครั้งที่สำเร็จ ได้ผลตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลา (มิลลิวินาที) ที่ใช้เฉพาะอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดสำเร็จในครั้งแรก จำนวน 100 ครั้ง

7	6	6	8	8	4	7	12	5	5
5	4	5	5	6	13	5	5	6	7
6	5	5	7	6	4	4	4	6	5
6	6	4	8	4	5	7	5	7	4
5	5	6	8	5	4	5	4	5	4
4	5	5	6	4	6	5	6	6	8
6	7	8	6	5	6	6	5	4	9
4	6	5	5	5	6	5	4	5	6
5	4	5	4	6	8	5	5	4	7
7	6	5	4	4	6	6	5	9	6

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบต้นแบบ

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบต้นแบบ จากข้อมูลจากเจ้าหน้าที่พัสดุจำนวน 5 คน

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 5)	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 1: ประสิทธิภาพการทำงานของระบบสร้างฉลากคิวอาร์โค้ด	4.60	ดีมาก
ด้านที่ 2: ประสิทธิภาพการทำงานของระบบแอปพลิเคชัน	4.75	ดีมาก
ด้านที่ 3: การออกแบบและการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.68	ดีมาก
ด้านที่ 4: ประโยชน์และการส่งเสริมการตรวจสอบครุภัณฑ์	4.75	ดีมาก
ภาพรวมความพึงพอใจทุกด้าน	4.69	ดีมาก

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบต้นแบบ เป็นไปตามตารางที่ 3 คะแนนรายข้อสูงสุด (4.80 คะแนน): ระบบสามารถสร้างฉลากคิวอาร์โค้ดได้อย่างคุ้มค่า ระบบแอปพลิเคชันใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค้นหาข้อมูลรวดเร็ว และข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน และข้อมูลที่แสดงผลมีความชัดเจน ช่วยให้ตรวจนับครุภัณฑ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้ใช้งานตั้งใจจะใช้งานต่อไปในอนาคต

คะแนนรายข้อต่ำสุด (4.40 คะแนน): ความคงทนของฉลากคิวอาร์โค้ดที่สร้างจากระบบ (แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ “ดี”)

ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา: ผู้ใช้งานเสนอให้เพิ่ม ฟังก์ชันที่สามารถบอกอายุการใช้งานของครุภัณฑ์ ได้ เพื่อยกระดับการบริหารจัดการข้อมูลในระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

1. การสร้างรหัสคิวอาร์โค้ดที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ โดยใช้กระดาษสติ๊กเกอร์แบบโพลีโพรพิลีนพื้นหลังสีขาวขนาด A4 ขนาดของฉลากคิวอาร์โค้ด 1 ใบ มีขนาด 4.2 x 4.0 เซนติเมตร โดย 1 แผ่นสติ๊กเกอร์ขนาด A4 สามารถสร้างฉลากรหัสคิวอาร์โค้ดได้ 35 ใบ (จำนวน 7 แถว แถวละ 5 ใบ) ต้นทุนต่อแผ่นของกระดาษสติ๊กเกอร์แบบโพลีโพรพิลีนขนาด A4 อยู่ที่ 3.50 บาท ต้นทุนเฉลี่ยของฉลากคิวอาร์โค้ด 1 ใบมีต้นทุน 0.10 บาท จากการทดลองติดฉลากคิวอาร์โค้ดลงบนครุภัณฑ์แล้วทดสอบการขูดขีด พบว่าถ้าขูดขีดด้วยของแข็งบนผิวฉลากคิวอาร์โค้ดจะพบว่าตัวอักษรที่พิมพ์ไว้เกิดการลบเลือนได้ ดังนั้นจึงแก้ปัญหาโดยใช้สติ๊กเกอร์แบบโพลีโพรพิลีนขนาดเดียวกันปิดทับลงบนฉลากคิวอาร์โค้ดที่ติดบนครุภัณฑ์อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเมื่อมีการทดสอบการขูดขีดด้วยของแข็งบนผิวฉลากที่มีการปิดทับอีกชั้นหนึ่งแล้วไม่พบปัญหาการลบเลือนของตัวอักษรที่พิมพ์ไว้ ดังนั้นต้นทุนต่อใบของฉลากคิวอาร์โค้ดจึงเพิ่มเป็น 2 เท่าคือ 0.20 บาทต่อใบ ในกรณีที่รวมต้นทุนในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ขนาด A4 แผ่นละ 2 บาท รวมต้นทุนเฉลี่ยของฉลากคิว

อาร์โค้ด 1 โดยมีต้นทุนเฉลี่ย 0.257 บาท ต้นทุนสำหรับการพิมพ์ฉลากสำหรับรายการครุภัณฑ์จำนวน 6,000 รายการ มีต้นทุนรวมเป็น 1,543 บาท

2. การสร้างโมบายแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ ซึ่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้ให้สิทธิ์การเข้าใช้งานสำหรับคณะฯ และสามารถพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันได้โดยไม่ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสามารถพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันที่ทำงานบนสมาร์ตโฟนเพื่อใช้อ่านรหัสคิวอาร์โค้ดสำหรับการสืบค้นข้อมูลครุภัณฑ์ได้ โดยจากผลการทดลองในการสร้างฉลากคิวอาร์โค้ดและพัฒนาต้นแบบโมบายแอปพลิเคชันและทดสอบการใช้งาน จึงสรุปผลได้ว่าระบบต้นแบบที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยประสิทธิภาพอัตราความถูกต้องเฉลี่ยของการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดที่สร้างไว้มีอัตราความถูกต้องในการอ่านร้อยละ 100 และเวลาการตอบสนองเฉลี่ยนับตั้งแต่การเริ่มอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจนถึงแสดงผลข้อมูลครุภัณฑ์ 2.280 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.171 วินาที จากการทดลองอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจำนวน 100 ครั้ง ผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เวลาที่ใช้เฉพาะการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดเฉลี่ย 0.00567 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00157 วินาที สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบต้นแบบจากเจ้าหน้าที่ผู้ทดสอบจำนวน 5 คน ในภาพรวมความพึงพอใจทุกด้านอยู่ที่ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองประสิทธิภาพความถูกต้องแม่นยำของการอ่านฉลากคิวอาร์โค้ดของไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ที่พัฒนาขึ้น ที่มีอัตราความถูกต้องในการอ่านร้อยละ 100 สำหรับการอ่านจำนวน 100 ครั้ง ซึ่งมีปัจจัยสำคัญมาจากขนาดและคุณภาพของการพิมพ์รหัสคิวอาร์โค้ดโดยขนาดของรหัสคิวอาร์โค้ดในการทดลองมีขนาด 1.4×1.2 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน ISO 18004 ขนาดต่ำสุดของคิวอาร์โค้ดคือ 1×1 เซนติเมตร โดยระยะห่างในการอ่านอยู่ที่อัตราส่วน 1:10 เท่าของขนาดคิวอาร์โค้ด ในการทดลองใช้ระยะห่าง 10 - 15 เซนติเมตร และความละเอียดของการพิมพ์รหัสคิวอาร์โค้ดจากเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์มีความละเอียดมาตรฐานที่ 600×600 ถึง $1,200 \times 1,200$ จุดต่อนิ้ว รวมถึงความละเอียดของกล้องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนในปัจจุบันที่มีความละเอียดสูงมาก ในการทดลองใช้ กล้องหลังของ Samsung Galaxy M12 มีทั้งหมด 4 เลนส์ ความละเอียดสูงสุด 48 ล้านพิกเซล จากปัจจัยสำคัญดังกล่าวจึงทำให้อัตราความแม่นยำในการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ด มีอัตราความถูกต้องในการอ่านร้อยละ 100 สำหรับการอ่านจำนวน 100 ครั้ง

ข้อจำกัดของไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีการเก็บข้อมูลในระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์ในรูปแบบของไมโครซอฟท์ลิสต์ ซึ่งไมโครซอฟท์ลิสต์มีข้อจำกัดโดยมุมมองทั่วไปจะสามารถประมวลผลและแสดงข้อมูลได้ครั้งละไม่เกิน 5,000 รายการ ในกรณีที่ระบบมีการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่และมีจำนวนรายการข้อมูลเกิน 5,000 รายการ มีวิธีจัดการโดยการสร้างตัวกรองในมุมมองรายการเพื่อแบ่งข้อมูลย่อยๆ ครั้งละไม่เกิน 5,000 รายการ โดยแบ่งตามปีของข้อมูลหรือแบ่งตามหมวดหมู่ของข้อมูล ในกรณีของงานวิจัยนี้ซึ่งมีข้อมูลประมาณ 6,000 รายการ สามารถแบ่งมุมมองรายการข้อมูลตามช่วงของปีได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตอบสนองเฉลี่ยนับตั้งแต่การเริ่มอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดจนถึงแสดงผลข้อมูลครุภัณฑ์ 2.280 วินาที พบว่าเวลาส่วนใหญ่ถูกใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระหว่างแอปพลิเคชันกับแพลตฟอร์มไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ ดังนั้นประสิทธิภาพและเสถียรภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น โดยในการวิจัยเลือกใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 4G (LTE) ซึ่งให้ความสำคัญของการครอบคลุมของสัญญาณอินเทอร์เน็ต เนื่องจากคิวอาร์โค้ดติดอยู่บนครุภัณฑ์ที่ติดตั้งกระจายตามพื้นที่ต่างๆ ในวงกว้างมากกว่าการครอบคลุมของระบบอินเทอร์เน็ตผ่านระบบไวไฟ

ประเด็นของความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลในไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีการเก็บข้อมูลในระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์ในรูปแบบของไมโครซอฟท์ลิสต์ การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลมีการกำหนดไว้ 2 ระดับคือ สิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลในระบบไมโครซอฟท์แชร์พอยท์และการเข้าใช้ไมโครซอฟท์พาวเวอร์แอปส์ โดยทั้งสองระดับในการกำหนดสิทธิ์ มีการอ้างอิงจากบัญชีผู้ใช้งานที่กำหนดไว้ในระบบกลางของมหาวิทยาลัย

พิจารณาจากผลการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเรื่อง ระบบต้นแบบ: การบริหารจัดการโครงการจัดหาหนังสือ ตำรา และวารสาร คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (นริ์จุติ ศรีแสงฉาย, 2566) พบว่า มีความสอดคล้องกันในส่วนของคุณภาพและความคุ้มค่าในการพัฒนาระบบผ่านไมโครซอฟท์พาวเวอร์แพลตฟอร์มเพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ในมหาวิทยาลัยและเป็นโปรแกรมที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์และเป็นเครื่องมือในกลุ่มของโลว์โค้ดซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการพัฒนาระบบในส่วนของการเขียนโปรแกรมและเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานในหน่วยพัสดุที่ไม่มีความเชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบคิวอาร์โค้ดเพื่อบริหารจัดการครุภัณฑ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

(ปภาอร เขียวสีมา และคณะ, 2565) พบว่ามีลักษณะของปัญหาที่เกิดจากระบบเดิมคล้ายกันและได้ผลลัพธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการนำคิวอาร์โค้ดมาใช้งานที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้

การนำผลการวิจัยไปใช้งานต่อสามารถทำได้โดยการนำข้อมูลครุภัณฑ์ทั้งหมดของคณะฯ ประมาณ 6,000 รายการจากระบบ TU-ERP มาสร้างฉลากคิวอาร์โค้ดสำหรับรายการครุภัณฑ์ทั้งหมดที่เหลือและดำเนินการติดฉลากคิวอาร์โค้ดที่สร้างบนครุภัณฑ์ทดแทนฉลากรหัสแท่งแบบเดิมที่ชำรุดหรือกรณีที่ครุภัณฑ์เดิมมีการเขียนเลขครุภัณฑ์ด้วยปากกาเคมีหรือกรณีของครุภัณฑ์ที่ยังไม่ได้ดำเนินการติดฉลากครุภัณฑ์ โดยในการพัฒนาระบบเพิ่มเติมในอนาคตสามารถทำได้ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของครุภัณฑ์เป็นระบบระบุพิกัดสากล เพื่อใช้ตรวจสอบและอ้างอิงตำแหน่งที่ตั้งของครุภัณฑ์ตามตำแหน่งที่ตั้งทางกายภาพว่าถูกต้องตามที่ลงทะเบียนไว้และสามารถตรวจสอบได้ว่าในบริเวณดังกล่าวมีครุภัณฑ์รายการใดบ้างถูกติดตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- นารีจิติ ศรีแสงฉาย. (2566). ระบบต้นแบบ: การบริหารจัดการโครงการจัดหาหนังสือ ตำรา และวารสาร คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*, 10(3), 99-112.
- ปภาอร เขียวสีมา, สุวัฒน์ คำลือ, สุรเชษฐ์ กันทะคำ, ณัฐกร คำแก้ว, เจษฎา เปาเงิน, และ รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2565) การประยุกต์ใช้ระบบคิวอาร์โค้ด (QR Code) และยูทูบ (YouTube) สำหรับการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*, 9(1), 43-57.
- ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560. (23 สิงหาคม 2560). *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 134 ตอนที่ 24 ก, หน้า 13-54.
- Harper, C. A. (2002). *Handbook of plastics, elastomers, and composites* (4th ed.). McGraw-Hill.
- International Organization for Standardization. (2015). Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification (ISO/IEC Standard No. 18004:2015). Retrieved from <https://www.iso.org/standard/62021.html>
- Lincoln Loop. (2025). *Qrcode (version 8.2) [computer software]*. PyPI. Retrieved from <https://pypi.org/project/qrcode/>
- Lopata, G., & Gromaszek, K. (2024). *Comparative analysis of Microsoft's 'low-code' programming technology*. *Journal of Computer Sciences Institute*, 31, 109-115.
- Microsoft. (2024). *Power Apps documentation*. Microsoft Learn. Retrieved from <https://learn.microsoft.com/en-us/powerapps/>
- Sahay, A., Indamutsa, A., & Pierantonio, A. (2020). *Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms*. Paper presented at the Proceedings of the 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Portoroz, Slovenia. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00036>