ระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังสำหรับโรงงานน้ำดื่ม บนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM

An Inventory Information System Web Application for a Bottled Water Factory on a Single-Board Computer with ARM Architecture

วีรชัย สว่างทุกข์[1], วรินทร อริยวุฒิกร[2*] และ นราธิป วงษ์ปัน[3]

Weerachai Sawangtook[1], Warintorn Ariyawuthikorn[2*] and Narathip Wongpun[3]

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง[1, 2, 3]

Department of Computer Engineering, Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University

e-mail: chai960@hotmail.com[1], warintorn@lpru.ac.th[2], narathip@lpru.ac.th[3]

Received: April 16, 2025; Revised: September 20, 2025; Accepted: October 16, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับโรงงานน้ำดื่มทิพย์เขลางค์ โดยเลือกใช้คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวที่มีสถาปัตยกรรมแบบ ARM (เช่น Raspberry Pi 4B) เป็นแพลตฟอร์มหลัก เนื่องจากมีต้นทุนต่ำ ประหยัดพลังงาน และรองรับการติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ในองค์กรขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาระบบดำเนินการตามกระบวนการ SDLC (System Development Life Cycle) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ระบบ ออกแบบฐานข้อมูลด้วย MySQL พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP และ HTML ร่วมกับ Bootstrap Framework เพื่อรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์หลากหลายประเภท การประเมินผลการทำงานใช้การทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันระบบในสภาวะใช้งานจริง และใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจริง โดยวิเคราะห์ผลด้วยค่ามัธยฐาน และค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก พบว่า ระบบมีค่าความพึงพอใจด้านการแสดงผล 4.62 ด้านประสิทธิภาพ 4.52 และด้านการใช้งาน 4.36 จากคะแนนเต็ม 5 เมื่อเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์พกพาและตั้งโต๊ะ พบว่า ให้ผลตอบสนองที่ใกล้เคียงกัน โดยระบบที่พัฒนานี้สามารถประยุกต์ใช้ในธุรกิจ SME อื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูล ลดต้นทุนด้าน IT และยกระดับการบริหารสินค้าคงคลังให้แม่นยำและทันสมัย

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว ระบบสินค้าคงคลัง สถานประกอบการขนาดเล็ก การทดสอบแบบกล่องดำ

Abstract

This research aims to develop an inventory information system as a web application for the Thipkhelang Drinking Water Factory. The system is deployed on a single-board computer with ARM architecture (e.g., Raspberry Pi 4B), selected for its cost-effectiveness, low power consumption, and suitability as a local web server for small enterprises. The system was developed following the System Development Life Cycle (SDLC), covering system analysis, database design using MySQL, and program implementation with PHP, HTML, and the Bootstrap framework to ensure responsive and cross-platform accessibility. The system's functional accuracy was evaluated using black-box testing. In addition, user satisfaction was assessed through structured questionnaires, and results were analyzed using the weighted average and median to reflect central tendencies and perceptions of performance.

The system achieved high satisfaction scores in user interface design (4.62), operational performance (4.52), and ease of use (4.36) out of 5. Furthermore, performance testing showed that the system running on a single-board computer delivered comparable responsiveness to that of a conventional laptop. The results demonstrate that the developed system efficiently supports inventory monitoring, improves production planning, and minimizes human error. It provides a practical, low-cost IT solution for small and medium-sized enterprises (SMEs) to enhance data accuracy, operational efficiency, and responsiveness under limited resources

Keywords: Single-Board Computer, Inventory Information System, Small-Scale Enterprises, Black-Box Testing

บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานของสถานประกอบการ โดยเฉพาะในธุรกิจขนาดเล็กและขนาดกลาง (SMEs) ที่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากรบุคคล (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2566) ระบุว่า ประเทศไทยมีสถานประกอบการมากกว่า 2.5 ล้านแห่ง โดยกว่าร้อยละ 95 เป็นกิจการขนาดเล็กที่มีพนักงานไม่เกิน 10 คน แม้หลายแห่งจะเริ่มนำเทคโนโลยีสารสนเทศ เข้ามาช่วยจัดการ แต่ยังประสบปัญหาค่าใช้จ่ายสูง การขาดบุคลากรด้านเทคนิค และการใช้เครื่องมือแบบดั้งเดิม เช่น การบันทึกข้อมูลลงบนกระดาษหรือสเปรดชีต ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลไม่ถูกต้อง และไม่สามารถใช้วางแผนการผลิต หรือการจัดการสินค้าคงคลังได้อย่างทันท่วงที

งานวิจัยที่ผ่านมาได้ให้ความสนใจกับการนำคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM เช่น Raspberry Pi มาใช้แทนคอมพิวเตอร์ทั่วไป เนื่องจากมีต้นทุนต่ำ ใช้พลังงานน้อย (Raspberry Pi Foundation, n.d.) แต่สามารถรองรับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์พกพา หรือคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ งานวิจัยของ Gamess และ Hernandez (2022) แสดงให้เห็นว่า Raspberry Pi 4B มีความโดดเด่นด้านความเร็ว CPU การเข้าถึงหน่วยความจำ และการเชื่อมต่อเครือข่าย ขณะที่ Ju และคณะ (2023) ชี้ว่า Raspberry Pi สามารถประมวลผลงานด้านการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมได้ดีกว่าระบบในระดับเดียวกันถึง 15–30 % ยืนยันศักยภาพของ Raspberry Pi ในการเป็นแพลตฟอร์มสำหรับระบบที่ต้องการความรวดเร็วและใช้พลังงานต่ำ

ในอีกด้านหนึ่ง การวิจัยเชิงระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังได้มีการบูรณาการเข้ากับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการติดตามและจัดการสต็อก เช่น งานวิจัยของ Ugbebor และคณะ (2024) ที่แสดงให้เห็นว่าการนำ IoT มาใช้สามารถลดการขาดสต็อกลงได้ถึง 35–45 % และลดต้นทุนการถือครองสินค้าลงได้ถึง 20–30 % ใน SMEs อย่างไรก็ตาม งานเหล่านี้ยังไม่ได้เปรียบเทียบโดยตรงว่า การใช้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวอย่าง Raspberry Pi แตกต่างจากคอมพิวเตอร์ทั่วไป (Laptop/Desktop) อย่างไรในบริบทการใช้งานจริงของสถานประกอบการขนาดเล็ก

งานวิจัยด้านระบบสินค้าคงคลังสำหรับ SMEs ยังมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์เชิงธุรกิจ เช่น การจัดหมวดหมู่สินค้าด้วย ABC/XYZ Analysis, การคำนวณ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) รวมถึงการใช้ แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting Models) เพื่อวางแผนการผลิตและจัดการสต็อก อย่างไรก็ตาม งานเหล่านี้ยังขาดการประเมินเชิงเทคนิคบนสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ขนาดเล็ก เช่น Raspberry Pi ที่อาจตอบโจทย์ข้อจำกัดด้านทรัพยากรของสถานประกอบการขนาดเล็ก

นอกจากนี้ ในด้านสถาปัตยกรรมระบบ งานวิจัยจำนวนมากชี้ว่า ระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังมักพัฒนาบนโครงสร้างแบบ Client–Server หรือ Three-Tier Architecture ซึ่งช่วยแยกชั้นการนำเสนอ การประมวลผล และการจัดการฐานข้อมูลออกจากกันอย่างชัดเจน ขณะเดียวกัน งานของ Beloglazov และคณะ (2012) และ Aroca และ Gonçalves (2012) ได้เปรียบเทียบสถาปัตยกรรม ARM กับ x86 พบว่า ARM มีข้อได้เปรียบด้านการใช้พลังงาน และความคุ้มค่าในการประยุกต์ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ ARM SBC ในการทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายสำหรับระบบสินค้าคงคลัง

ดังนั้น ช่องว่างขององค์ความรู้ (Research Gap) จึงอยู่ที่การขาดการศึกษาที่ประเมิน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังบน Raspberry Pi เทียบกับคอมพิวเตอร์พกพา หรือคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โดยเฉพาะในสถานประกอบการขนาดเล็ก เช่น โรงงานน้ำดื่มในท้องถิ่น ที่ยังคงพึ่งพาวิธีการจัดการแบบดั้งเดิม งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบน Raspberry Pi และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพื่อประเมินความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้จริงในธุรกิจ SMEs โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดต้นแบบที่สามารถช่วยลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ และยกระดับการจัดการสินค้าคงคลังขององค์กรขนาดเล็กได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM ให้สามารถบันทึก จัดเก็บ ประมวลผล และแสดงผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งประเมิน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปทั้งแบบพกพา และตั้งโต๊ะในด้านความเร็ว ความถูกต้อง และความสามารถในการรองรับผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังมุ่งศึกษาความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าวในสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยพิจารณาในมิติของต้นทุนการลงทุน การใช้พลังงาน ประสิทธิภาพการทำงาน และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้ระบบที่ตอบโจทย์ทั้งด้านเทคนิค และการใช้งานจริงในบริบทของธุรกิจ SMEs

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษารวบรวมข้อมูลของโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ และพนักงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานน้ำดื่มทิพย์เขลางค์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินงานในปัจจุบัน รวมถึงเอกสารที่ใช้ในการจัดการคลังสินค้า เช่น เอกสารบันทึกยอดผลิต ยอดขาย และการหมุนเวียนภาชนะบรรจุ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา และข้อจำกัดของระบบงานแบบเดิม ซึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังโดยใช้ภาษา Personal Home Page (PHP) (Apiag et al., 2023) ทั้งนี้การศึกษาเบื้องต้นได้อ้างอิงแนวทางตามกระบวนการพัฒนาระบบ SDLC (System Development Life Cycle) ซึ่งในขั้นตอนแรก คือ การสำรวจข้อมูลตามจุดประสงค์ของการวิจัย เป็นกระบวนการที่ช่วยให้สามารถระบุขอบเขตของระบบได้ชัดเจน และเข้าใจบริบทการใช้งานจริงของผู้ใช้ปลายทาง (วรินทร ชอกหอม และคณะ, 2566) โดยเน้นการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถสะท้อนความต้องการที่แท้จริง อันจะนำไปสู่การออกแบบระบบที่ตอบโจทย์การใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในด้านสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) งานวิจัยจำนวนมากได้นำรูปแบบ Client–Server หรือ Three-Tier Architecture มาใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เนื่องจากสามารถแยกชั้นการนำเสนอ

(Presentation Layer) การประมวลผล (Logic Layer) และการจัดการฐานข้อมูล (Database Layer) ได้อย่างเป็นระบบ (Beloglazov et al., 2012) ขณะเดียวกันมีการศึกษาที่เปรียบเทียบ ARM กับ x86 พบว่า ARM มีข้อได้เปรียบในด้านการใช้พลังงาน และความยืดหยุ่นในการใช้งานจริง (Aroca & Gonçalves, 2012) รวมถึงงานวิจัยของ Gamess และ Hernandez (2022) ที่ยืนยันศักยภาพของ Raspberry Pi ในการทำงานเป็น Web Server ได้ใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป แม้จะอยู่ในข้อจำกัดด้านทรัพยากร ทั้งนี้ยังขาดงานวิจัยที่เชื่อมโยงการใช้สถาปัตยกรรม ARM SBC กับระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังใน SMEs โดยตรง งานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการทดลอง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพจริงในบริบทดังกล่าว

2.1 คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว Raspberry pi 5 Model B ที่ใช้ Micro SD Card ความจุ 128 GB ความเร็วการอ่าน 90 Mbps ความเร็วการเขียน 60 Mbps สำหรับเก็บข้อมูล

2.2 คอมพิวเตอร์แบบพกพา มีคุณลักษณะดังนี้ CPU Core i3 ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 1.9 GHz, RAM 4 GB, Hard disk 1 TB ความเร็วการหมุนจานแม่เหล็ก 5400 RPM

2.3 คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีคุณลักษณะดังนี้ CPU Core i3 ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 3.3 GHz, RAM 4 GB, Hard disk 1 TB ความเร็วการหมุนจานแม่เหล็ก 7200 RPM

2.4 โปรแกรม Apache Bench ใช้ทดสอบการร้องขอต่อวินาที Requests Per Second) ของเว็บเซิร์ฟเวอร์

2.5 โปรแกรม Siege ทดสอบอัตราการทำรายการ (Transaction Rate) ของเว็บเซิร์ฟเวอร์

2.6 โปรแกรม Apache Web Server เวอร์ชัน 2.4.23

2.7 PHP เวอร์ชัน 8.1

2.8 MySQL เวอร์ชัน 8.0

2.9 สภาพแวดล้อมเครือข่าย (Network Environment): ใช้เครือข่ายภายใน (LAN) เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อรองรับการทดสอบระบบในสภาพการใช้งานจริง

2.10 แบบประเมินความพึงพอใจระบบสินค้าคงคลังโดยใช้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดเล็กสำหรับสถานประกอบการ กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่มทิพย์เขลางค์



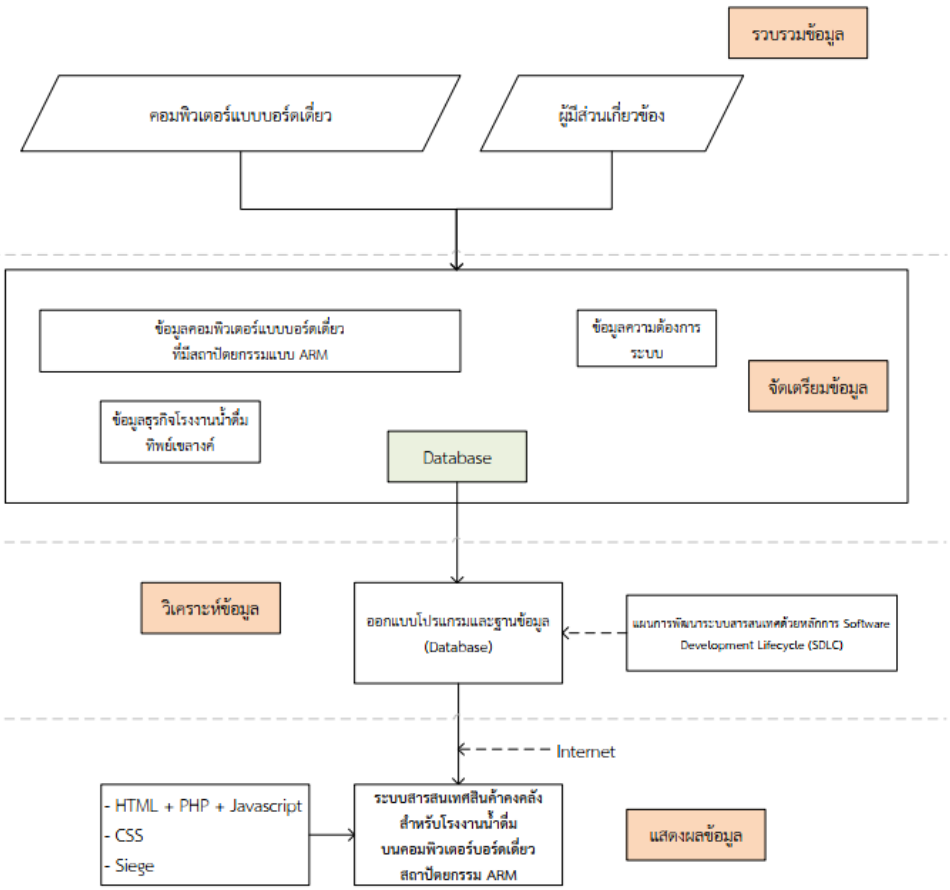
ภาพที่ 1 คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว Raspberry pi 5 Model B ใช้งานร่วมกับ Micro SD Card
ที่มา (Raspberry Pi Foundation, n.d.)

3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการหลักการวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (SDLC: System Develop Life Cycle) เป็นแนวทางหลักในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยได้แยกเป็นประเด็นในส่วนของการวิเคราะห์และออกแบบ ดังนี้

การวิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์ปัญหาของการดำเนินงานเดิม ที่การความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบการนำเสนอข้อมูล ความต้องการ ทิศทาง นโยบายจากผู้ใช้งานโดยตรง เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาโดยตรงจากผู้ใช้งานระบบสารสนเทศ และสำรวจทิศทางการพัฒนาให้ได้วิธีการออกแบบ เครื่องมือที่จะดำเนินงานวิจัย เทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นฯ

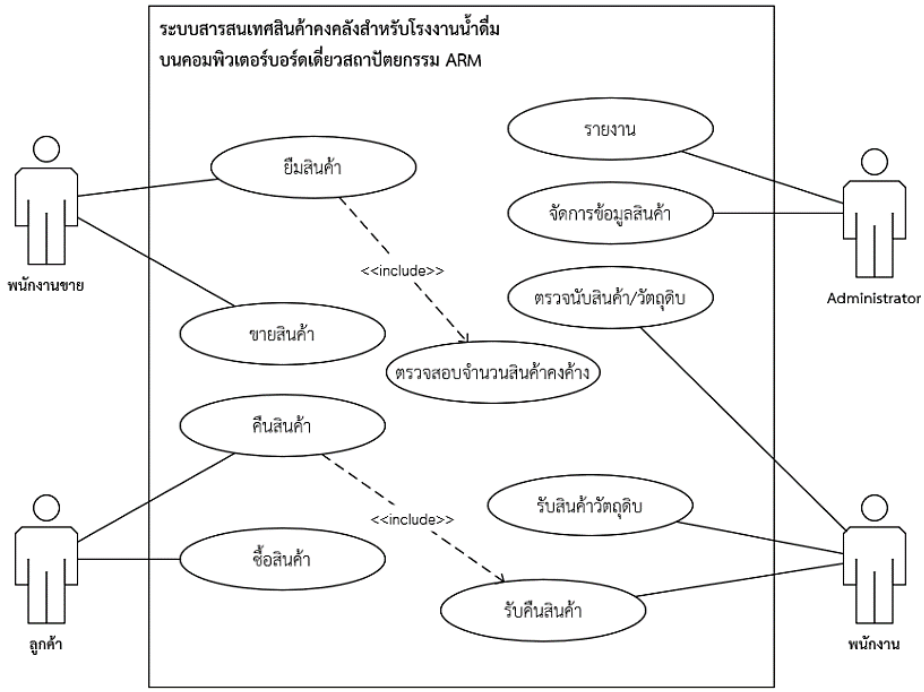
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังสำหรับโรงงานน้ำดื่มบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM ภาพรวมได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework) (วรินทร ซอกหอม และคณะ, 2566) ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

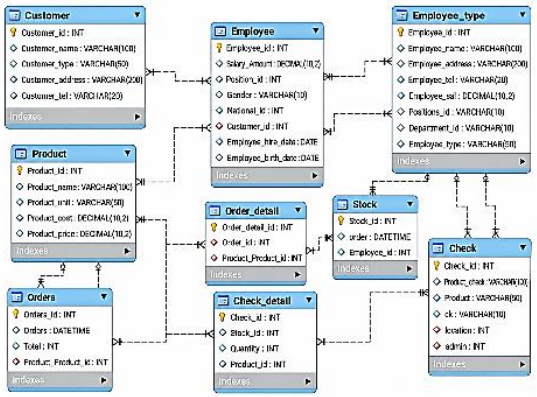
การออกแบบ (Design) จากการรวบรวมข้อมูลของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานระบบสารสนเทศและตัวอย่างระบบสารสนเทศต่าง ๆ ที่มีรูปแบบการทำงานที่คล้าย ๆ กัน ทำให้สามารถออกแบบระบบสารสนเทศในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส (Use case Diagram) จากการศึกษา และวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาออกแบบระบบ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ระบบแสดงฟังก์ชันการทำงาน และผู้เกี่ยวข้องกับระบบ (Stake Holder)

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลความต้องการของระบบแล้วทำการวิเคราะห์ และออกแบบใช้แผนภาพยูสเคส โดยระบบมีผู้เกี่ยวข้องดังนี้ 1) พนักงาน หมายถึงพนักงานในส่วนสำนักงาน มีหน้าที่จัดการข้อมูลสินค้า ตรวจนับสินค้าหรือวัตถุดิบ รับสินค้าที่เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต รับคืนภาชนะสินค้าที่ลูกค้าได้ยืมไป 2) พนักงานขาย หมายถึงพนักงานที่ออกขายสินค้า สามารถให้ลูกค้ายืม คืนภาชนะสินค้า ในการยืมสินค้าจะต้องตรวจสอบจำนวนสินค้าคงค้างที่ลูกค้าได้ยืมไปก่อนหน้า และขายสินค้า ลูกค้าจะเกี่ยวข้องกับการซื้อ และคืนภาชนะสินค้า ในการคืนสินค้าจะต้องมีการรับคืนจากพนักงานในสำนักงานเป็นผู้รับคืนเท่านั้น 3) Administrator หมายถึงผู้บริหารระบบที่สามารถดูรายงานจะจัดการข้อมูลสินค้าร่วมกับพนักงานในสำนักงาน ซึ่งอธิบายได้ในภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนภาพยูสเคสวิเคราะห์ระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังสำหรับโรงงานน้ำดื่ม บนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM

จากการวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน และผู้เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศ ได้นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ประกอบด้วย 9 ตาราง ประกอบด้วย 1) ตาราง Customer เก็บข้อมูลลูกค้า 2) ตาราง Employee เก็บข้อมูลพนักงาน 3) ตาราง Product เก็บข้อมูลสินค้าและภาชนะบรรจุ 4) ตาราง Sale และ 5) Sale Detail เก็บข้อมูลการขายสินค้าของพนักงาน 6) ตาราง Stock และ 7) Stock Detail เก็บข้อมูลและจำนวนสินค้าที่ผลิตเพื่อจำหน่าย 8) ตาราง Borrow เก็บข้อมูลการยืมคืนสินค้า และภาชนะบรรจุ และ 9) ตาราง Balance เก็บข้อมูลการยืมคืนสินค้า และภาชนะบรรจุที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมในแต่ละวัน จากนั้นทำการพัฒนาระบบสารสนเทศโดยใช้ภาษา PHP และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL

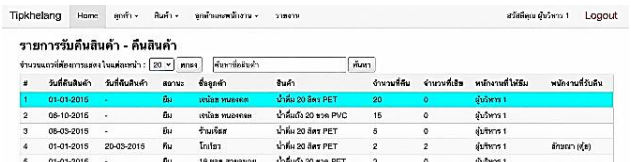


ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของตารางฐานข้อมูล
ระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังสำหรับโรงงานน้ำดื่มบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM

4. การทดสอบ

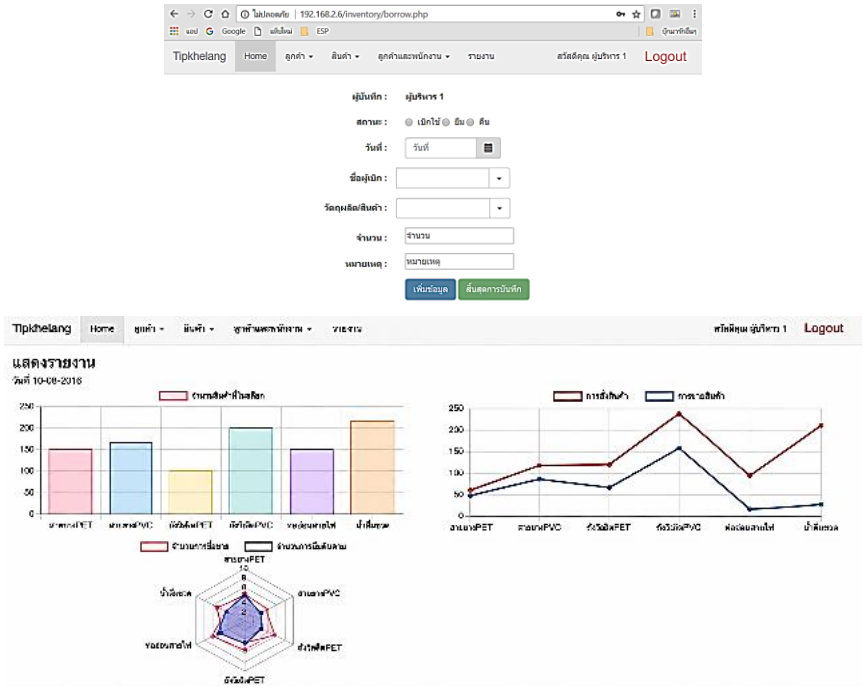
การทดสอบระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังสำหรับโรงงานน้ำดื่มบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบสินค้าคงคลังที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดเล็ก ได้ทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายแล้วทดสอบระบบสารสนเทศในขณะที่มีผู้ใช้งานเข้ามาใช้หน้าระบบสารสนเทศที่ต้องการในเวลาเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับคอมพิวเตอร์ที่มีสถาปัตยกรรม x86 คือคอมพิวเตอร์แบบพกพา และคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ ซึ่งคอมพิวเตอร์ทั้งสามแบบที่ใช้ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมชนิดเดียวกันทั้งหมดคือ โปรแกรมระบบสินค้าคงคลังที่พัฒนาขึ้น และโปรแกรมสำหรับทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่มีเวอร์ชัน และค่า Configure ที่เหมือนกันทั้งหมด ดังนี้ Apache Web Server เวอร์ชัน 2.4.23 PHP เวอร์ชัน 8.0 และ MySQL เวอร์ชัน 8.0 จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของการรับร้องขอต่อวินาที (Requests Per Second) จากเครื่องผู้ใช้ที่ร้องขอเข้ามาใช้บริการหน้าเว็บแอปพลิเคชันพร้อมๆกัน โดยใช้โปรแกรม Apache Bench (Apache Software Foundation, 2025) เพื่อจำลองการร้องขอ และทดสอบอัตราการทำรายการ (Transaction Rate) เมื่อมีผู้ใช้เข้ามาเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันพร้อมกัน โดยใช้โปรแกรม Siege (Fulmer, 2025) จำลองผู้ใช้เข้าระบบสารสนเทศเดียวกันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 นาที การทดสอบนี้ได้ทำการเรียกไปยังหน้าการยืม-คืนสินค้า ที่แสดงผลจากการประมวลผลฐานข้อมูลจำนวน 1,000 รายการ และมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับตารางที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ตาราง ซึ่งทำการทดสอบรายการละ 20 ครั้งแล้วนำมาค่าเฉลี่ยในแต่ละรายการที่ได้ทดสอบ



ภาพที่ 5 หน้าระบบสารสนเทศที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพกับโปรแกรม Apache Bench และโปรแกรม Siege

4.2 การประเมินความพึงพอใจนำระบบสินค้าคงคลังที่พัฒนาขึ้นที่ทำการติดตั้งบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดเล็กที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพแล้วไปใช้กับสถานประกอบการน้ำดื่มทิพย์เขลางค์ เพื่อประเมินความพึงพอใจ และความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งานโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันของระบบที่พัฒนาขึ้นในหน้าเบิกสินค้าและหน้ารายงานข้อมูลสรุปจำนวนสินค้า



ภาพที่ 7 การนำคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวไปใช้งานโดยทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย และการใช้เว็บแอปพลิเคชันระบบสินค้าคงคลังจากคอมพิวเตอร์ในสำนักงาน

5. การบำรุงรักษาระบบ

ภายหลังการทดสอบ ระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวจำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาตามหลัก SDLC เพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพ และใช้งานได้อย่างยั่งยืน การบำรุงรักษาครอบคลุมทั้งเชิงป้องกัน เช่น การตรวจสอบและอัปเดตระบบ เชิงแก้ไขเพื่อปรับปรุงข้อผิดพลาด เชิงปรับตัวเพื่อรองรับเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ IoT ใหม่ ๆ และเชิงสมรรถนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและฟังก์ชันการทำงาน โดยการผสมผสานแนวทางเหล่านี้จะช่วยให้ระบบคงไว้ซึ่งความปลอดภัย ความเหมาะสมต่อการใช้งาน และสามารถตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่อง

ผลการวิจัย

1. การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบใช้งานโดยใช้งานวันละไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ตามเวลาทำงานของสถานประกอบการคือ เวลา 7.00–19.00 น. เป็นระยะเวลา 60 วัน ผลการทำงานของอุปกรณ์สามารถทำงานได้ปกติ และไม่มีอุปกรณ์เสียหาย การทดสอบประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา และคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ โดยใช้โปรแกรม Apache Bench ผลการทดสอบในตารางที่ 1 เห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวเมื่อทำงานเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์จะรับร้องขอได้ มากที่สุดเมื่อมีการร้องขอที่ 100 Requests สามารถตอบรับได้ 5.89 ครั้งต่อวินาที มีประสิทธิภาพน้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบพกพาคิดเป็นร้อยละ 30.46 น้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะคิดเป็นร้อยละ 96.69 และที่ 500 Requests สามารถตอบรับได้ 5.89 ครั้งต่อวินาที มีประสิทธิภาพน้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบพกพาคิดเป็นร้อยละ 33.14 น้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะคิดเป็นร้อยละ 96.72

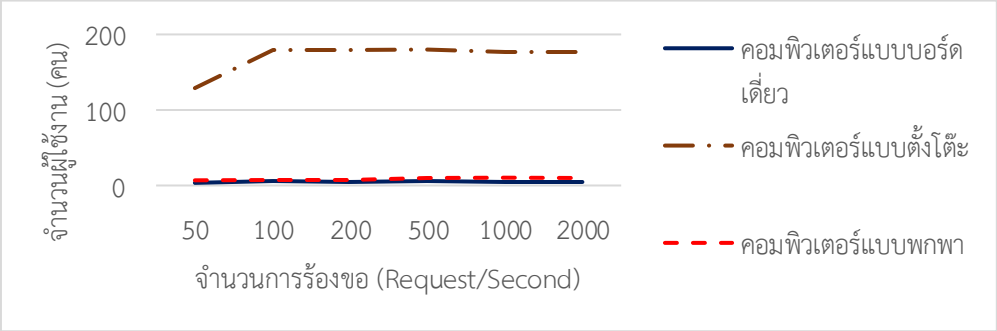
ตารางที่ 1

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการร้องขอจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ทั้งสามแบบ

จำนวน Request	Requests per second		
	คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว	คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	คอมพิวเตอร์แบบพกพา
50 Requests	3.45	128.92	6.84
100 Requests	5.89	178.23	8.47
200 Requests	4.89	179.92	6.94
500 Requests	5.89	179.98	8.81
1000 Requests	5.51	176.78	10.32
2000 Requests	4.08	175.48	9.51

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาแสดงเป็นแผนภูมิในภาพที่ 7 เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะสามารถให้บริการเมื่อมีการร้องขอได้มากที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการทดสอบนี้ แต่คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวและแบบพกพานั้นสามารถรับการร้องขอเพื่อให้บริการ มีความใกล้เคียงกันเมื่อมีจำนวนการร้องขอ

ไม่เกิน 500 Requests แสดงได้ว่าคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวเมื่อนำมาเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์สามารถทำงานได้กับงานที่มีจำนวนการร้องขอที่ไม่มาก และจำนวนผู้ใช้ที่มีไม่มาก



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบการร้องขอจากเว็บเซิร์ฟเวอร์บนคอมพิวเตอร์ทั้งสามแบบ

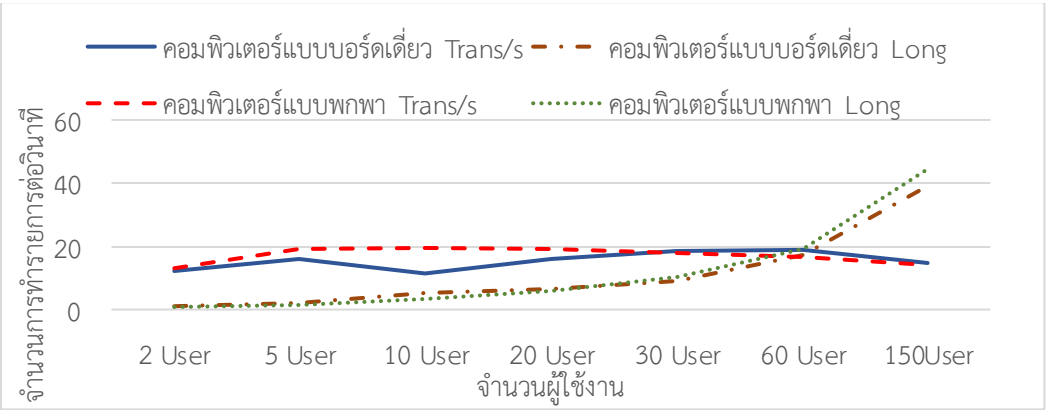
การทดสอบอัตราการทำรายการของเว็บแอปพลิเคชันที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา และคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ โดยใช้โปรแกรม Siege จำลองจำนวนผู้ใช้งานที่เข้าใช้หน้าเว็บพร้อมกัน เพื่อทดสอบการทำรายการต่อวินาที (Transaction Rate Per Second: Trans/s) จำนวนรายการที่ทำได้ภายในเวลาที่ทดสอบ (Transaction: Trans) การทำรายการที่ใช้เวลามากที่สุด หน่วยเป็นวินาที (Longest Transaction: Long) ผลการทดสอบในตารางที่ 2 เห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวสามารถทำรายการได้จำนวนที่มากกว่าคอมพิวเตอร์แบบพกพาเมื่อมีผู้ใช้งานตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป โดยทำรายการได้ 1,120 รายการ มีรายการที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 9.34 วินาที ประสิทธิภาพการทำงานมากกว่าคอมพิวเตอร์แบบพกพาคิดเป็นร้อยละ 4.82 น้อยกว่าคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะคิดเป็นร้อยละ 97.93

ตารางที่ 2

ค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบอัตราการทำรายการที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ทั้งสามแบบ

จำนวนผู้ใช้งาน	คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว			คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ			คอมพิวเตอร์แบบพกพา		
	Trans/s	Trans	Long	Trans/s	Trans	Long	Trans/s	Trans	Long
2	12.31	734	1.06	309.26	18475	0.03	13.06	779	0.80
5	15.85	945	1.82	544.13	32490	3.01	19.47	1156	1.51
10	11.41	675	5.46	675.50	40422	1.04	19.49	1169	3.05
20	15.86	946	6.69	810.73	47833	3.10	19.10	1141	6.02
30	18.81	1120	9.34	911.17	54260	0.19	18.03	1066	10.36
60	18.88	1114	17.05	883.10	52138	3.11	16.79	1005	18.88
150	14.86	879	39.08	864.41	51605	3.29	14.41	854	44.45

เมื่อนำข้อมูลการทำรายการต่อวินาที และการทำรายการที่ใช้เวลามากที่สุดของคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว และแบบพกพามาแสดงเป็นแผนภูมิในภาพที่ 8 เห็นว่าการทำรายการต่อวินาที และการทำรายการที่ใช้เวลามากที่สุดของคอมพิวเตอร์แบบพกพาทำได้ดีกว่า แต่จะเริ่มลดลงเมื่อมีจำนวนผู้ใช้งานมีมากกว่า 30 คน เมื่อมีจำนวนผู้ใช้งานมีมากกว่า 60 คน คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวทำงานได้ดีกว่า และการทำรายการต่อวินาทีของคอมพิวเตอร์ทั้งสองแบบจะลดลง เห็นได้ว่า คอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวสามารถทำรายการได้ดีกว่าเมื่อมีผู้ใช้งานมากกว่า 30 คนแต่ไม่เกิน 60 คน



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบอัตราการทำรายการคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยวและคอมพิวเตอร์แบบพกพา

จากผลการทดสอบการร้องขอ (Requests Per Second) พบว่า ค่าการตอบสนองของ Raspberry Pi ต่ำกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะอย่างชัดเจน แต่มีค่าที่ไม่แตกต่างจากคอมพิวเตอร์พกพาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อจำนวนการร้องขอไม่เกิน 500 Requests ซึ่งสะท้อนว่าการใช้ Raspberry Pi สามารถทดแทนคอมพิวเตอร์พกพาได้ในเงื่อนไขที่มีผู้ใช้งานพร้อมกันไม่มาก สำหรับผลการทดสอบอัตราการทำรายการ (Transaction Rate) Raspberry Pi มีค่าการทำงานที่เหนือกว่าคอมพิวเตอร์พกพาเมื่อจำนวนผู้ใช้งานมากกว่า 30 คนขึ้นไป โดยแม้ยังด้อยกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แต่ก็เพียงพอต่อการใช้งานในลักษณะธุรกิจขนาดเล็กที่มีผู้ใช้ระบบจำกัด ทั้งนี้ การเปรียบเทียบด้วยสถิติ ANOVA ยืนยันว่า ความแตกต่างระหว่าง Raspberry Pi และคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่ Raspberry Pi กับคอมพิวเตอร์พกพาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในบางเงื่อนไขการใช้งาน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของ Raspberry Pi ในการทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ระบบสินค้าคงคลังสำหรับ SMEs ที่ต้องการความคุ้มค่า และประหยัดพลังงาน

2. การประเมิน

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพของเว็บแอพลิเคชันแล้วนำระบบไปใช้งานจริงในสถานประกอบการ การทดสอบเว็บแอปพลิเคชันในการใช้งานจริงด้วยการทดสอบแบบกล่องดำ (Black Box Testing) (Ayuningtyas et al., 2023) เพื่อหาข้อผิดพลาดของส่วนประสานกับผู้ใช้โดยทดสอบการเชื่อมโยงหน้าเว็บไปยังปลายทาง และการแจ้งเตือนเมื่อมีการป้อนข้อมูลผิดรูปแบบในกล่องข้อความที่รับข้อมูล สำหรับข้อผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล โดยการทดลองป้อนข้อมูลปริมาณสินค้าที่มีการรับเข้า และนำออกจำนวนแตกต่างกันเพื่อตรวจสอบจำนวนสินค้าที่มีอยู่เป็นจำนวนที่ถูกต้อง ผลการทดสอบแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

ผลประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานเมื่อได้ใช้งานแอปพลิเคชันระบบสินค้าคงคลัง โดยกลุ่มผู้ประเมิน คือ พนักงานที่ทำงานในสำนักงานของน้ำดื่มทิพย์เขลางค์จำนวน 15 คน โดยมีผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 3

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการแสดงผล

ด้านการแสดงผล	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. การจัดหมวดหมู่ข้อมูลสำหรับแสดงผล	4.79	0.41	มากที่สุด
2. การใช้สีประกอบการแสดงผล	4.51	0.49	มากที่สุด
3. การใช้รูปแบบของตัวอักษร	4.47	0.52	มาก
4. การแบ่งสัดส่วนการแสดงผลของจอภาพ	4.73	0.46	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.62**	**0.47**	มากที่สุด

ตารางที่ 4

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพ

ด้านประสิทธิภาพ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความเร็วในการเรียกใช้งานในแต่ละหน้า	4.53	0.51	มากที่สุด
2. ความถูกต้องในการสืบค้นข้อมูล	4.67	0.49	มากที่สุด
3. ความเร็วในการบันทึก แก้ไข ลบ ข้อมูล	4.31	0.52	มาก
4. ความถูกต้องของข้อมูลในหน้าที่มีการประมวลผล	4.58	0.59	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.52**	**0.53**	มากที่สุด

ตารางที่ 5

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความสะดวกในการเข้า-ออกระบบ	4.20	0.77	มาก
2. ทำให้ทราบถึงปริมาณสินค้าที่มีอยู่	4.67	0.49	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการค้นหาข้อมูล	4.22	0.68	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.36**	**0.65**	**มาก**

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยมุ่งเน้นให้สามารถใช้งานได้จริงในสถานประกอบการขนาดเล็กอย่างโรงงานน้ำดื่มทิพย์เขลางค์ จังหวัดลำปาง โดยใช้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวที่มีสถาปัตยกรรม ARM เป็นเครื่องแม่ข่ายสำหรับให้บริการข้อมูล เพื่อรองรับการติดตาม

จำนวนสินค้า การผลิต และยอดจำหน่ายในแต่ละวัน ระบบสามารถบันทึกและแสดงผลข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ และรองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์หลากหลายประเภท เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน

ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจริง พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ทั้งด้านการแสดงผล (ค่าเฉลี่ย 4.62) ด้านประสิทธิภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.52) และด้านความสะดวกในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.36) ขณะเดียวกัน การทดสอบระบบด้วยวิธี Black Box Testing ยืนยันว่า ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ออกแบบโดยไม่พบข้อผิดพลาดที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานหลัก อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนจำกัดเพียง 15 คน ซึ่งเป็นผู้ใช้งานจริงในสถานประกอบการกรณีศึกษา ทำให้ผลการประเมินอาจยังไม่สามารถสะท้อนความคิดเห็นในระดับกว้างได้ทั้งหมด
2. การทดสอบระบบดำเนินการในสภาพแวดล้อมของธุรกิจขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร จึงอาจไม่ครอบคลุมบริบทขององค์กรขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก หรือระบบงานที่ซับซ้อน
3. ปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการทดลองยังอยู่ในขนาดเล็ก ซึ่งอาจไม่สะท้อนประสิทธิภาพของระบบเมื่อทำงานกับข้อมูลขนาดใหญ่

ข้อจำกัดเหล่านี้เป็นโอกาสสำหรับการวิจัยต่อยอดในอนาคต เช่น การทดสอบกับกลุ่มผู้ใช้งานที่กว้างขึ้น การขยายสภาพแวดล้อมการใช้งานไปยังองค์กรที่มีขนาดใหญ่กว่า และการประเมินระบบกับข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้นเพื่อยืนยันความเสถียร และความถูกต้องของระบบในบริบทที่หลากหลายยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ จุดเด่นของงานวิจัยอยู่ที่การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM เป็นเซิร์ฟเวอร์หลัก ซึ่งมีต้นทุนต่ำ และใช้พลังงานน้อยกว่าคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่ยังคงรองรับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การพิจารณาประเด็นด้านจุดคุ้มทุน และการใช้พลังงาน ตลอดจนการทดลองเปรียบเทียบกับบอร์ด หรือหน่วยประมวลผลขนาดเล็กประเภทอื่น ๆ จะช่วยเสริมความโดดเด่นของงานวิจัยให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งในเชิงวิชาการ และการนำไปประยุกต์ใช้จริงในภาคอุตสาหกรรม เพื่อสนับสนุนการยกระดับศักยภาพของ SMEs ได้อย่างยั่งยืน

การอภิปรายผล

การวิจัยนี้ยืนยันว่า การพัฒนาระบบสารสนเทศสินค้าคงคลังบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM สามารถรองรับการทำงานได้จริงในบริบทของสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์พกพา แม้จะด้อยกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แต่มีข้อได้เปรียบชัดเจนด้านต้นทุนและการใช้พลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Aroca และ Gonçalves (2012) ที่ชี้ว่า ARM มีประสิทธิภาพเชิงพลังงานดีกว่า x86 ในขณะที่แตกต่างจากงานของ Khan และคณะ (2024) และ Ugbebor และคณะ (2024) ที่มุ่งเน้น IoT Inventory โดยยังไม่ทดสอบเชิงเปรียบเทียบบนสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์โดยตรง

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4.5 ในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่า ระบบตอบโจทย์การใช้งานจริง และช่วยลดภาระงานด้านการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิรภพ จันทร์แสนตอ (2554) ที่ระบุว่า ระบบสารสนเทศช่วยลดขั้นตอนการทำงาน และเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล แต่สิ่งที่ต่างออกไปคือ งานนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้คอมพิวเตอร์ต้นทุนต่ำ เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบ ซึ่งยังไม่เคยถูกนำเสนอในงานวิจัยก่อนหน้า

นอกจากนี้ งานวิจัยยังสะท้อนถึงศักยภาพของ ARM SBC ในการประยุกต์ใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์หลักใน SMEs ที่มีทรัพยากรจำกัด ทั้งในแง่ของความคุ้มค่าด้านต้นทุน และการใช้พลังงาน อีกทั้งยังเปิดโอกาสสำหรับการพัฒนาต่อยอดไปสู่การบูรณาการกับ IoT และระบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และความยืดหยุ่นของการจัดการสินค้าคงคลังในอนาคต ทั้งนี้ งานวิจัยในอนาคตควรขยายการทดสอบไปยังองค์กรที่มีผู้ใช้งานจำนวน

มากขึ้น และเปรียบเทียบกับบอร์ดหรือสถาปัตยกรรมอื่น ๆ เพื่อยืนยันความเสถียร และความเหมาะสมของระบบในบริบทที่หลากหลายยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

การติดตั้งระบบสินค้าคงคลังบนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวสถาปัตยกรรม ARM เหมาะสมกับสถานประกอบการขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและพลังงาน แต่หากจะนำไปใช้จริงในองค์กรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ควรพิจารณาการปรับเพิ่มสมรรถนะของฮาร์ดแวร์ เช่น การเลือก SBC รุ่นที่มีหน่วยความจำ และความเร็วสูงขึ้น รวมถึงการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเครือข่ายให้มีความเสถียรมากขึ้น เพื่อรองรับการใช้งานพร้อมกันของผู้ใช้จำนวนมาก

2. ข้อเสนอแนะเชิงวิจัย

งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านกลุ่มผู้ใช้งานที่มีขนาดเล็ก และปริมาณข้อมูลที่จำกัด ดังนั้นงานวิจัยต่อไปควรทดลองกับข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้น และกลุ่มผู้ใช้งานที่มีความหลากหลาย เพื่อยืนยันความเสถียร และความถูกต้องของระบบในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ ควรมีการเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวรุ่นอื่น ๆ หรือหน่วยประมวลผลขนาดเล็กที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินความคุ้มค่า และศักยภาพในเชิงประสิทธิภาพอย่างรอบด้าน

3. ข้อเสนอแนะเชิงพัฒนาในอนาคต

เพื่อเพิ่มคุณค่าในการประยุกต์ใช้ ระบบสามารถต่อยอดโดยบูรณาการกับเทคโนโลยี IoT และระบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถติดตามและควบคุมสินค้าคงคลังได้แบบเรียลไทม์ในทุกขั้นตอนการผลิต และการจัดจำหน่าย การพัฒนาในลักษณะนี้จะช่วยยกระดับศักยภาพของระบบให้สามารถตอบสนองความต้องการของธุรกิจ SMEs ได้อย่างยั่งยืน และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของตลาด

เอกสารอ้างอิง

พิรภพ จันทร์แสนตอ. (2554). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการน้ำดื่มชุมชน กรณีศึกษาหมู่บ้านบุญเกิด ตำบลพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง. *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมราชภัฏลำปาง*, *4*(2), 35–47.

วรินทร ซอกหอม, นุชรารัตน์ ถาวะดี และนครินทร์ ชัยแก้ว. (2566). เว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่, 4*(2), 49–64.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2566, 29 กันยายน). *การสำรวจการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในสถานประกอบการ พ.ศ. 2566*. https://www.nso.go.th/nsoweb/storage/survey_detail/2024/20231004084135_98133.pdf

Apache Software Foundation. (2025). *ab-Apache HTTP server benchmarking tool*. Apache. https://httpd.apache.org/docs/2.4/programs/ab.html

Apiag, C. P. W., Cadiz, E. B. S., & Lincopinis, D. R. (2023). A review on PHP programming language. *Journal of Computer Science and Technology*, *12*(1), 1-10.

Aroca, R. V., & Gonçalves, L. M. G. (2012). Towards green data centers: A comparison of x86 and ARM architectures power efficiency. *Journal of Parallel and Distributed Computing, 72*(12), 1770–1780. https://doi.org/10.1016/J.JPDC.2012.08.005

Ayuningtyas, P. K., Atmodjo, D. W. P., & Rachmadi, P. (2023). Performance and functional testing with the black box testing method. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, *39*(2), 212–218. http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v39.2.5471

Beloglazov, A., Abawajy, J., & Buyya, R. (2012). Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for Cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, 28(5), 755–768. https://doi.org/10.1016/j.future.2011.04.017

Fulmer, J. (2025). *Siege: HTTP load tester and benchmarking utility*. Github. https://github.com/JoeDog/siege

Gamess, E., & Hernandez, S. (2022). Performance evaluation of different Raspberry Pi models for a broad spectrum of interests. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13*(2), 819–828.

Ju, R.-Y., Lin, T.-Y., Jian, J.-H., & Chiang, J.-S. (2023). Efficient convolutional neural networks on Raspberry Pi for image classification. *Journal of Real-Time Image Processing, 20*(21), 1–9. https://doi.org/10.1007/s11554-023-01271-1

Khan, A., Jhanjhi, N. Z., Hamid, D. H., & Omar, H. A. (2024). Internet of Things (IoT) impact on inventory management: a review. In N. Jhanjhi & I. Shah (Eds.), Proceedings of the *Cybersecurity Measures for Logistics Industry Framework* (pp. 224-247). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7625-3.ch008

Raspberry Pi Foundation. (n.d.). *Raspberry Pi 5.* Raspberry Pi. https://www.raspberrypi.com /products/raspberry-pi-5/

Ugbebor, F., Adeteye, M., & Ugbebor, J. (2024). Automated inventory management systems with IoT integration to optimize stock levels and reduce carrying costs for SMEs: A comprehensive review. *Journal of Artificial Intelligence General Science, 6*(1), 306-340. https://doi.org/10.60087/jaigs.v6i1.257