ระบบฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่

MACHINERY MAINTENANCE DATABASE SYSTEM FOR LARGE ELECTRICAL EQUIPMENT TRANSPORTATION

ยุตภูมิ บุญส่งประเสริฐ[1], นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ์[2*] และ กุลวลัญช์ วรุณสิน[3]
Yuttaphum Boonsongprasert[1], Nitidetch Koohathongsumrit [2*] and Kulwarun Warunsin[3]

สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง[1]
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง [2]
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง[3]
Engineering Management and Technology, Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University[1]
Department of Statistics, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University[2]
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University[3]
Corresponding author email: Nitidetch.k@rumail.ru.ac.th[2*]

Received: August 13, 2024
Revised: September 24, 2024
Accepted: October 17, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การวิเคราะห์การไหลของข้อมูล และกูเกิลแอปชีต ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนจัดเก็บข้อมูลภายในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ส่วนการเตรียมงานใช้สำหรับกำหนดเครื่องจักรกลและผู้ปฏิบัติงาน ส่วนการจัดเก็บข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุง และส่วนการแสดงผลข้อมูล จากนั้นนำระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นไปใช้งานจริง พร้อมทั้งเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานต่าง ๆ เพื่อเป็นการยืนยันว่าระบบฐานข้อมูลสามารถปรับปรุงงานตรวจสอบและงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลให้ดีขึ้น ผลการวิจัย พบว่า ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นสนับสนุนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้อย่างเป็นอย่างดี โดยพิจารณาจากระยะเวลาในการค้นหาเอกสารเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.53 นาที ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 66.88 ระยะเวลาการคัดกรองประวัติเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.61 นาที ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 94.85 และระยะเวลาการประเมินผลงานซ่อมบำรุงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.26 นาที ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 43.78 เมื่อนำระยะเวลาก่อนและหลังการใช้ระบบฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที พบว่าระยะเวลาต่าง ๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากค่าสถิติทดสอบทีมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤติของการทดสอบและค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ในการทดสอบทางสถิติต่ำกว่าระดับนัยสำคัญทั้งหมด นอกจากนี้ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นยังกำจัดความผิดพลาดในการค้นหา คัดกรอง ประเมิน และจัดเก็บข้อมูล อีกทั้งระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นสามารถสร้างรายงานผลได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการทำงานในอนาคตเมื่อมีข้อมูลอ้างอิงที่ชัดเจนและน่าเชื่อถือ

คำสำคัญ: ระบบฐานข้อมูล, งานซ่อมบำรุง, อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่, กูเกิลแอปชีต

Abstract

This research aims to develop a maintenance database system for machinery used in the transportation of large electrical equipment by utilizing system analysis and design, data flow analysis, and Google Appsheet. The database system is divided into four sections: a section for storing data within the machinery maintenance department, a section for work preparation to assign machinery and personnel, a section for storing inspection and maintenance data, and a section for data display. The developed database system was then implemented and compared with various operational times to verify its effectiveness in improving machinery inspection and maintenance processes. The research findings indicate that the developed database system significantly supports maintenance work for machinery used in the transportation of large electrical equipment. This is evidenced by the average document retrieval time of 0.53 minutes, which represents a 66.88% reduction from the previous time. The average history screening time was 0.61 minutes, a 94.85% reduction from the previous time. The average evaluation time for maintenance work was 2.26 minutes, a 43.78% reduction from the previous time. When comparing the times before and after the implementation of the database system using a t-test, the results showed a statistically significant reduction in all measured times, as the t-test values were lower than the critical values, and the p-values were below the significance level in all cases. Additionally, the developed database system eliminates errors in searching, screening, evaluating, and storing data. It also generates reports, which are beneficial for decision-making in future work, providing clear and reliable reference data.

Keywords: Database system, Maintenance, Large electrical equipment, Google Appsheet

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตซึ่งมีความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น ทำให้โครงการก่อสร้างและผลิตกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เติบโตขึ้น งานด้านการขนส่งที่ถือเป็นกิจกรรมสำคัญที่มีบทบาทในการเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตต่าง ๆ [1] เมื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ย่อมทำให้ความต้องการในการขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า กังหันไอน้ำ ฯลฯ เพิ่มมากขึ้นไปด้วย ซึ่งการขนส่งที่มากขึ้นส่งผลให้มีความจำเป็นต้องดำเนินการซ่อมบำรุงระบบผลิตและสนับสนุนงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เพื่อให้รองรับการเติบโตของการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยงานกรณีศึกษามีภารกิจขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่นำส่งโรงไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าแรงสูงทั่วประเทศไทย โดยมีแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลทำหน้าที่ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรกลและจัดทีมซ่อมบำรุงเพื่อสนับสนุนงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยทีมซ่อมบำรุงนี้มีหน้าที่ตรวจสอบสภาพเครื่องจักรกลและบันทึกข้อมูลในเอกสาร ได้แก่ รายการงานตรวจสอบเครื่องจักรกลก่อนการใช้งาน รายการงานตรวจสอบเครื่องจักรกลระหว่างการใช้งาน และรายงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่ง แม้ปัจจุบันหน่วยงานกรณีศึกษาได้เปลี่ยนจากการใช้แบบฟอร์มกระดาษธรรมดาเป็นการบันทึกข้อมูลลงบนแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ในแท็บเล็ตและส่งไฟล์เอกสารจัดเก็บเข้าระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน ซึ่งวิธีการนี้สามารถลดพื้นที่จัดเก็บเอกสารได้อย่างมาก แต่ในด้านการนำข้อมูลจากเอกสารไปใช้งานไม่มีความแตกต่างไปจากเดิมที่ยังต้องใช้เวลาในค้นหา บันทึก หรือคัดกรองข้อมูลในการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล

จากการรวบรวมข้อมูลงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ของหน่วยงานกรณีศึกษา พบว่าระยะเวลาการทำงานในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ได้แก่ การค้นหาเอกสารงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล การคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล และการประเมินผลการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ใช้เวลาเฉลี่ยต่องานเท่ากับ 1.60, 11.85, และ 4.02 นาที ตามลำดับ อีกทั้งยังพบเอกสารที่มีการบันทึกข้อมูลไม่สมบูรณ์รวมจำนวน 59 งาน จากจำนวน 271 งาน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 21.77 นอกจากนี้หน่วยงานกรณีศึกษายังไม่มีการนำข้อมูลมาการซ่อมบำรุงและความเสียหายของเครื่องจักรกลที่จัดเก็บมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในอนาคต เนื่องจากไม่มีการจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับงานตรวจสอบและงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่งอย่างเป็นระบบ ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเตรียมข้อมูลเพื่องานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้พร้อมสำหรับงานขนส่งครั้งต่อไป การนำแนวคิดของการใช้ฐานข้อมูลมาช่วยแก้ปัญหาและปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่นำแนวคิดของการใช้ฐานข้อมูลเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาการทำงาน เช่น งานวิจัยของพีรญา เต่าทอง และ นนทรัฐ บำรุงเกียรติ [2] งานวิจัยของเจนจิรา ภาผิวดี และ อรรถกร เก่งพล [3] งานวิจัยของสุไพลิน พิชัย และคณะ [4] งานวิจัยของเปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์ และคณะ [5] งานวิจัยของชวลิต บัวพรม และ ธารชุดา พันธ์นิกุล [6] งานวิจัยของเกษม ไชยวารี และคณะ [7] โดยงานวิจัยเหล่านี้ได้พัฒนาฐานข้อมูลเพื่อช่วยการทำงานและกำจัดความสูญเสียในขั้นตอนการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่าออกไป

จากปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลสนับสนุนงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการจัดเก็บค้นหาและคัดกรองข้อมูลโดยมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้กูเกิลชีต (Google Sheet) สร้างฐานข้อมูลออนไลน์ผ่านระบบระบบคลาวด์ด้วยกูเกิลไดรฟ์ (Google Drive) ร่วมกับแพลตฟอร์มพัฒนาแอปพลิเคชันอย่าง กูเกิลแอปชีต (Google Appsheet) สร้างระบบฐานข้อมูลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันมาสนับสนุนการทำงานอย่างเป็นระบบ ช่วยลดระยะเวลาทำงานในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล และเพิ่มความสมบูรณ์ของข้อมูลจากกระบวนการจัดเก็บทำให้การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อสร้างระบบฐานข้อมูลสนับสนุนงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่

2. สมมติฐานการวิจัย

2.1 ระยะเวลาการค้นหาเอกสารงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับระยะเวลาค้นหาเอกสารงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลก่อนนำระบบฐานข้อมูลมาใช้

2.2 ระยะเวลาการคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับระยะเวลาคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลก่อนนำระบบฐานข้อมูลมาใช้

2.3 ระยะเวลาการประเมินประสิทธิภาพงานซ่อมบำรุง ลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับระยะเวลาประเมินประสิทธิภาพงานซ่อมบำรุงก่อนนำระบบฐานข้อมูลมาใช้

2.4 ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นทำให้ไม่เกิดความผิดพลาดในการค้นหา คัดกรอง ประเมิน และจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล

3. แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การบำรุงรักษา (Maintenance) หมายถึง หน้าที่ซึ่งมีความสำคัญในการทำให้เครื่องมือ เครื่องจักร ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการดำเนินงานผลิตสินค้าหรือบริการมีประสิทธิภาพสูงสุด และสร้างความพึงพอใจต่อคุณภาพของสินค้าหรือบริการ ความปลอดภัยในการดำเนินงาน และการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [8] ซึ่งกิจกรรมของการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด เรียงตามลำดับจากกิจกรรมที่กระทำกับระบบการทำงานที่ยังไม่เกิดความเสียหาย ไปจนถึงกิจกรรมที่กระทำเมื่อระบบการทำงานเกิดความเสียหายขึ้นแล้ว ได้แก่

1) การบำรุงรักษาปรับปรุง (Design-out Maintenance: DM) เป็นการบำรุงรักษาพัฒนา หรือการบำรุงรักษาปรับปรุง เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมทั้งเพิ่มความน่าเชื่อถือในการใช้งาน

2) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) เป็นการบำรุงรักษาที่มีการวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในช่วงเวลาเฉพาะ เพื่อลดโอกาสการเกิดความเสียหายอย่างทันทีทันใด

3) การบำรุงรักษาแก้ไข (Corrective Maintenance: CM) เป็นการซ่อมแซม แก้ไขเครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์หลังจากเกิดเหตุขัดข้อง หรือเกิดความเสียหายแล้ว โดยการบำรุงรักษาชนิดนี้จำเป็นต้องมีการเตรียมการที่ดีเพื่อทำให้สามารถแก้ไขเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นได้ในเวลาอันสั้น ซึ่งถือเป็นการบำรุงรักษาทั้งแบบมีการวางแผน และแบบไม่มีการวางแผน

ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีประสิทธิผลนั้น การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นกิจกรรมที่มีความจำเป็นอย่างมากในงานบำรุงรักษา โดยเฉพาะการจัดเก็บประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร คู่มือการใช้งาน แบบเครื่องจักร ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้ถือเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญที่มีส่วนช่วยให้สามารถวางแผนจัดการงานบำรุงรักษาต่อไป [9]

3.1.2 ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกันโดยโครงสร้างทางคอมพิวเตอร์ที่มีการออกแบบไว้สำหรับจัดเก็บและจัดการข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยในการใช้งานฐานข้อมูลจะมีระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เป็นตัวกลางเชื่องโยงระหว่างผู้ใช้งานกับฐานข้อมูล ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานต้องการข้อมูล ผู้ใช้งานจะทำการส่งคำร้องเพื่อขอเรียกใช้ข้อมูลจากภายในองค์กร หรือจากระบบอินเตอร์เน็ตผ่าน DBMS จากนั้น DBMS จะทำหน้าที่รับและแปลงคำร้องนั้นส่งผ่านไปเรียกข้อมูลดังกลล่าวจากฐานข้อมูล แล้วส่งข้อมูลนั้นกลับมาหาผู้ใช้งาน [10]

3.1.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System analysis and design) เป็นกระบวนการที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของระบบงานทางคอมพิวเตอร์ หรือระบบสารสนเทศ ที่ปัจจุบันมีการพัฒนาบนพื้นฐานของเว็บเบส ซึ่งเป็นระบบเปิดที่มีจุดเด่นคือ แอปพลิเคชันที่พัฒนาบนพื้นฐานของเว็บเบสนั้น สามารถนำไปเชื่อมโยงกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ตได้ อีกทั้งมีอุปกรณ์หลากหลายที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อหรือเข้าสู่ระบบได้แบบเชื่อมโยงผ่านสายหรือไร้สาย เช่น อุปกรณ์มือถือ ฯลฯ [11]

การวิเคราห์ระบบ (Systems Analysis) หมายถึง กระบวนการทำความเข้าใจในระบบการทำงานเพื่อกำหนดรายละเอียดของปัญหาที่มีในระบบ แล้วพิจารณาหาระบบสารสนเทศที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหานั้น โดยมีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้องการในการหาระบบใหม่มาทดแทนระบบเดิม

การออกแบบระบบ (Systems Design) หมายถึง กระบวนการกำหนดรายละเอียดให้กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบสารสนเทศ เพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหาขององค์กรให้บรรลุผล

โดยทั่วไปขั้นตอนในการพัฒนาระบบที่ไม่ใหญ่มาก ประกอบด้วยกลุ่มกิจกรรมหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนที่ต้องตอบคำถามให้ได้ว่า ใครเป็นผู้ใช้ระบบ มีอะไรต้องทำบ้าง ต้องทำที่ไหน และเมื่อไหร่ โดยศึกษาและวิเคราะห์ระบบการทำงานในปัจจุบัน และรวบรวมข้อมูลและความต้องการที่เกี่ยวข้องจากการสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์ การจัดทำแบบสอบถาม หรือการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน มาสร้างแบบจำลองกระบวนการทำงานของระบบใหม่ที่จะทำการพัฒนา

2) ส่วนการออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการตัดสินใจว่าจะให้ระบบดำเนินการอย่างไรเพื่อให้ระบบงานที่พัฒนาบรรลุตามความต้องการที่ผู้ใช้งานได้กำหนดไว้ โดยทำการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ ออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบส่วนรับหรือนำเสนอข้อมูล ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด [12]

3) ส่วนการนำไปใช้ (Implementation Phase) เป็นขั้นตอนการสร้างระบบให้มีความน่าเชื่อถือ และมีฟังก์ชันการทำงานที่ตอบสนองการทำงานอย่างสมบูรณ์ อีกทั้งต้องทำให้มั่นใจว่าผู้ใช้งานระบบทุกรายสามารถใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นได้ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องและทดสอบการทำงานของระบบหลังจากดำเนินการสร้างระบบ รวมทั้งทำการทบทวนและประเมินผลการใช้งานของระบบหลังจากมีการใช้งาน

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พีรญา เต่าทอง และ นนทรัฐ บำรุงเกียรติ [2] ศึกษากระบวนการบริหารจัดการข้อมูลสินค้าอะไหล่ส่วนงานบำรุงรักษาของสถานประกอบการด้านอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรีที่ไม่เป็นระบบทำให้เสียเวลาในการทำงาน จึงมีแนวความคิดในการออกแบบและสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อบริหารจัดการข้อมูล โดยนำโปรแกรม Microsoft Office Access มาพัฒนาระบบทำให้การทำงานมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น จากการประเมินผลการใช้งานระบบฐานข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญและพนักงานส่วนงานบำรุงรักษาของสถานประกอบดังกล่าวมีผลประเมินมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับดี

เจนจิรา ภาผิวดี และ อรรถกร เก่งพล [3] ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ในบริษัทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าการใช้กระดาษบันทึกข้อมูลทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรเกินจำเป็นและความผิดพลาดในการบันทึก ส่งผลให้การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลต่อผู้บริหารทำได้ยาก อีกทั้งกระบวนการแจ้งปัญหาซ่อมล่าช้า ทำให้เสียเวลาในการทำงาน ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบสารสนเทศโดยใช้ MySQL และ PHP เพื่อจัดการข้อมูลการซ่อมบำรุง หลังจากใช้งาน โปรแกรมสามารถลดเวลาในกระบวนการจาก 386.05 นาทีต่อรอบ เหลือเพียง 61.43 นาทีต่อรอบ

สุไพลิน พิชัย และคณะ [4] ศึกษาการเก็บข้อมูลครุภัณฑ์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย และพัฒนาระบบครุภัณฑ์โดยการใช้ PHP และ MySQL และโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลอย่าง phpMyAdmin ในการจัดทำระบบฐานข้อมูลของระบบครุภัณฑ์ที่สามารถลดเวลาในการทำงานและค้นหาข้อมูลได้ จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ พบว่า ผลการทดสอบด้านการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 ผลการทดสอบการทำงานด้านข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.9 และผลการทดสอบด้านการสืบค้น นำเข้า และส่งออกข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับดีมาก

เปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์ และคณะ [5] พัฒนาแอปพลิเคชันจัดเก็บข้อมูลสุขภาพเพื่ออำนวยความสะดวกในการบันทึกและค้นหาข้อมูล รวมถึงการแสดงพิกัดตำแหน่งของผู้รับบริการด้านสุขภาพ โดยแอปพลิเคชันรองรับการใช้งานทั้งระบบแอนดรอยด์และไอโอเอส ใช้กูเกิลแอปชีตและกูเกิลชีตเป็นเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลบนระบบคราวด์ หลังการใช้งานพบว่าระบบทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน และได้รับคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 4.81 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

ชวลิต บัวพรม และ ธารชุดา พันธ์นิกุล [6] ศึกษาธุรกิจร้านรับซื้อขยะรีไซเคิลที่มีความยุ่งยากและซ้ำซ้อนในกระบวนการของฝ่ายรับซื้อขยะและฝ่ายบัญชี โดยใช้หลักการ ECRS ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานและพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยกูเกิลแอปชีตและโปรแกรมแผ่นตารางทำการ หลังการเปรียบเทียบกับการทำงานแบบเดิม พบว่าสามารถลดขั้นตอนการทำงานของฝ่ายรับซื้อขยะจาก 7 ขั้นตอนเหลือ 4 ขั้นตอน และลดเวลาจากเดิม 9.12 นาที (คิดเป็นร้อยละ 43.32) ฝ่ายบัญชีลดจาก 8 ขั้นตอนเหลือ 6 ขั้นตอน และลดเวลาจากเดิม 13.69 นาที (คิดเป็นร้อยละ 57.09) การประเมินความพึงพอใจอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 4.19 ในระดับมาก

เกษม ไชยวารี และคณะ [7] ศึกษาระบบบันทึกข้อมูลการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรในบริษัทผลิตและส่งออกแป้งมันสำปะหลังในจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้กูเกิลแอปชีตในการเก็บข้อมูลการตรวจสอบเครื่องจักร ผลการวิจัยพบว่าแอปพลิเคชันสามารถเก็บข้อมูลการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรได้อย่างละเอียด และได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการติดตั้งและการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ย 4.27 และ 4.20 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือการวิจัย

1) ฐานข้อมูลออนไลน์ ที่สร้างจาก กูเกิลชีตสำหรับบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวกับงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่เกิดขึ้นในงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยอาศัยระบบคราวด์อย่าง กูเกิลไดรฟ์ เป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล

2) เว็บแอปพลิเคชัน ที่ออกแบบและสร้างมาจาก กูเกิลแอปชีต ใช้สำหรับการนำข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่เกิดขึ้นในงานขนส่งเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล และใช้สำหรับการค้นหา และคัดกรองข้อมูลดังกล่าวจากระบบฐานข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

4.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้คือบุคลากรภายในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของหน่วยงานกรณีศึกษา จำนวน 10 ราย ได้แก่ หัวหน้าแผนก จำนวน 1 ราย ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี หัวหน้างานซ่อมบำรุง จำนวน 3 ราย ซึ่งมีประสบการณ์ทำงานไม่น้อยกว่า 3 ปี และช่างซ่อมบำรุง จำนวน 6 ราย ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ทำงานไม่น้อยกว่า 1 ปี โดยบุคลากรทั้งหมดในข้างต้นเป็นประชากรผู้ใช้งานและทดสอบเสถียรภาพของระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น

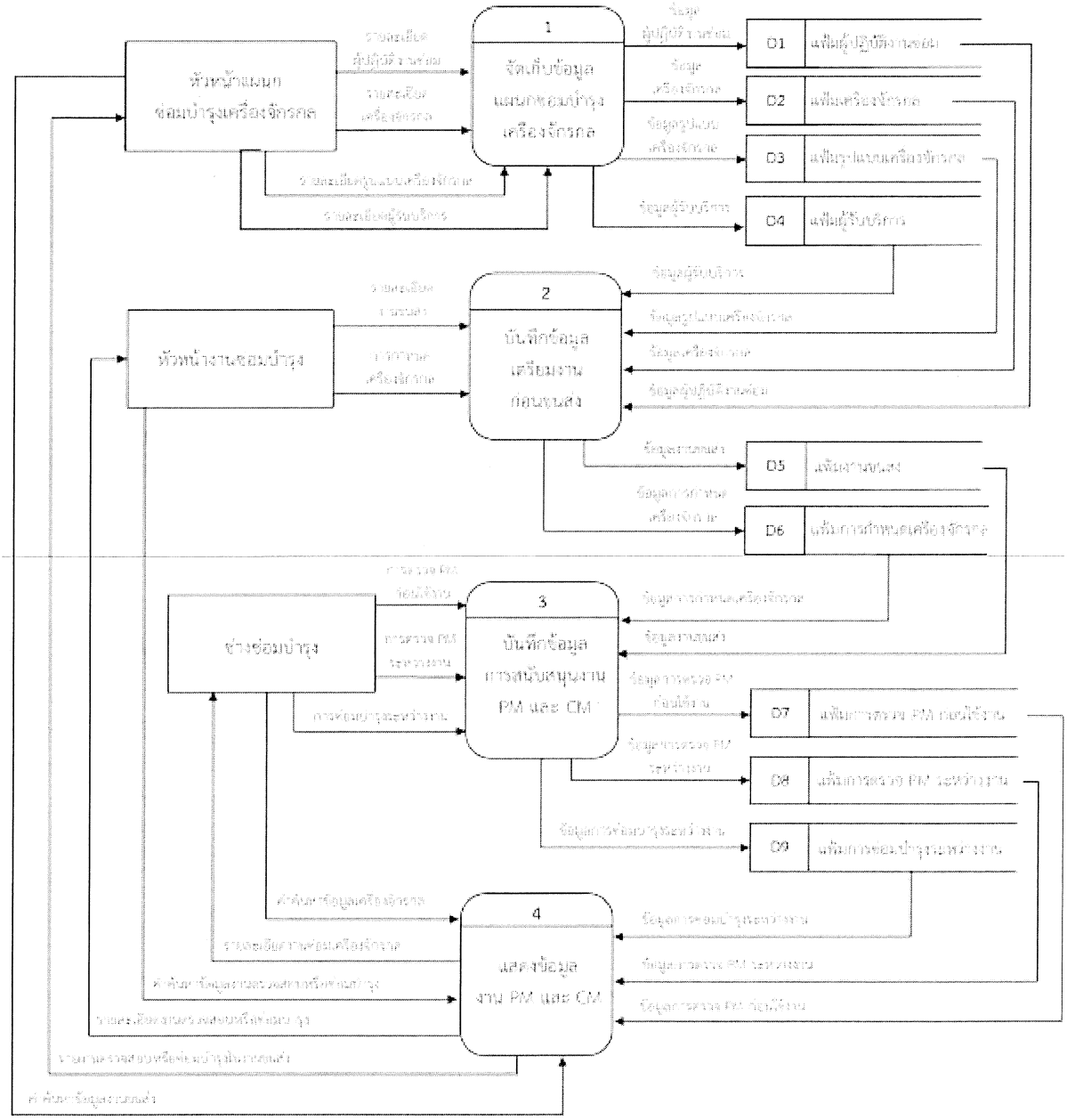
4.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างระบบฐานข้อมูลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อสนับสนุนงานจัดเก็บและจัดการข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ของหน่วยงานกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการทำงานในด้านการจัดเก็บและจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่เกิดขึ้นในงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ของหน่วยงานกรณีศึกษา จากการสัมภาษณ์ สอบถาม สังเกตการทำงาน และเอกสารต่างที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการทำงาน และทราบถึงความต้องการของผู้ใช้งาน โดยนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างระบบฐานข้อมูล

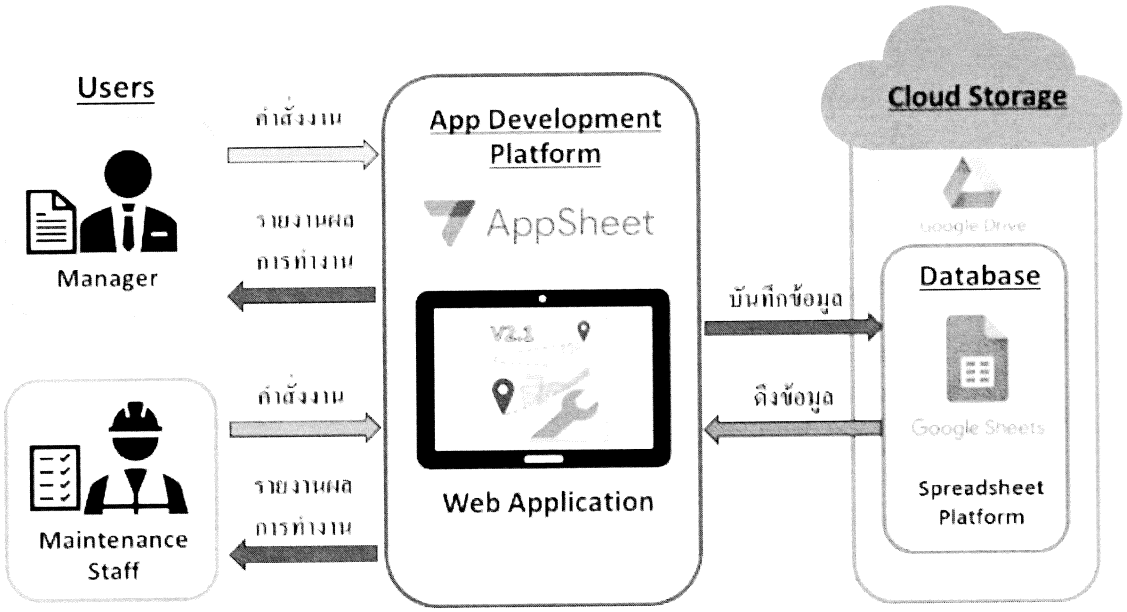
4.3.2 ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ระบบฐานข้อมูลที่จะดำเนินการสร้าง ให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้แผนภาพการไหลข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) สร้างแบบจำลองกระบวนการทำงานของระบบ แสดงตามรูปที่ 1 โดยแบ่งกระบวนการทำงานของระบบออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การจัดเก็บข้อมูลแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล การบันทึกข้อมูลเตรียมงานก่อนงานขนส่ง การบันทึกการสนับสนุนงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่ง และการแสดงข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่ง โดยระบบฐานข้อมูล

ที่สร้างขึ้นมีผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวหน้าแผนกแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล หัวหน้างานซ่อมบำรุง และช่างซ่อมบำรุงของหน่วยงานกรณีศึกษา ตัวอย่างการไหลของข้อมูลในระบบฐานข้อมูล เช่น เมื่อช่างซ่อมบำรุงต้องการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบ PM ก่อนใช้งาน จะดำเนินการผ่านกระบวนการบันทึกการสนับสนุนงาน PM และ CM ของระบบฐานข้อมูล จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บภายในแฟ้มการตรวจ PM ก่อนใช้งานที่เป็นฐานข้อมูลของระบบ

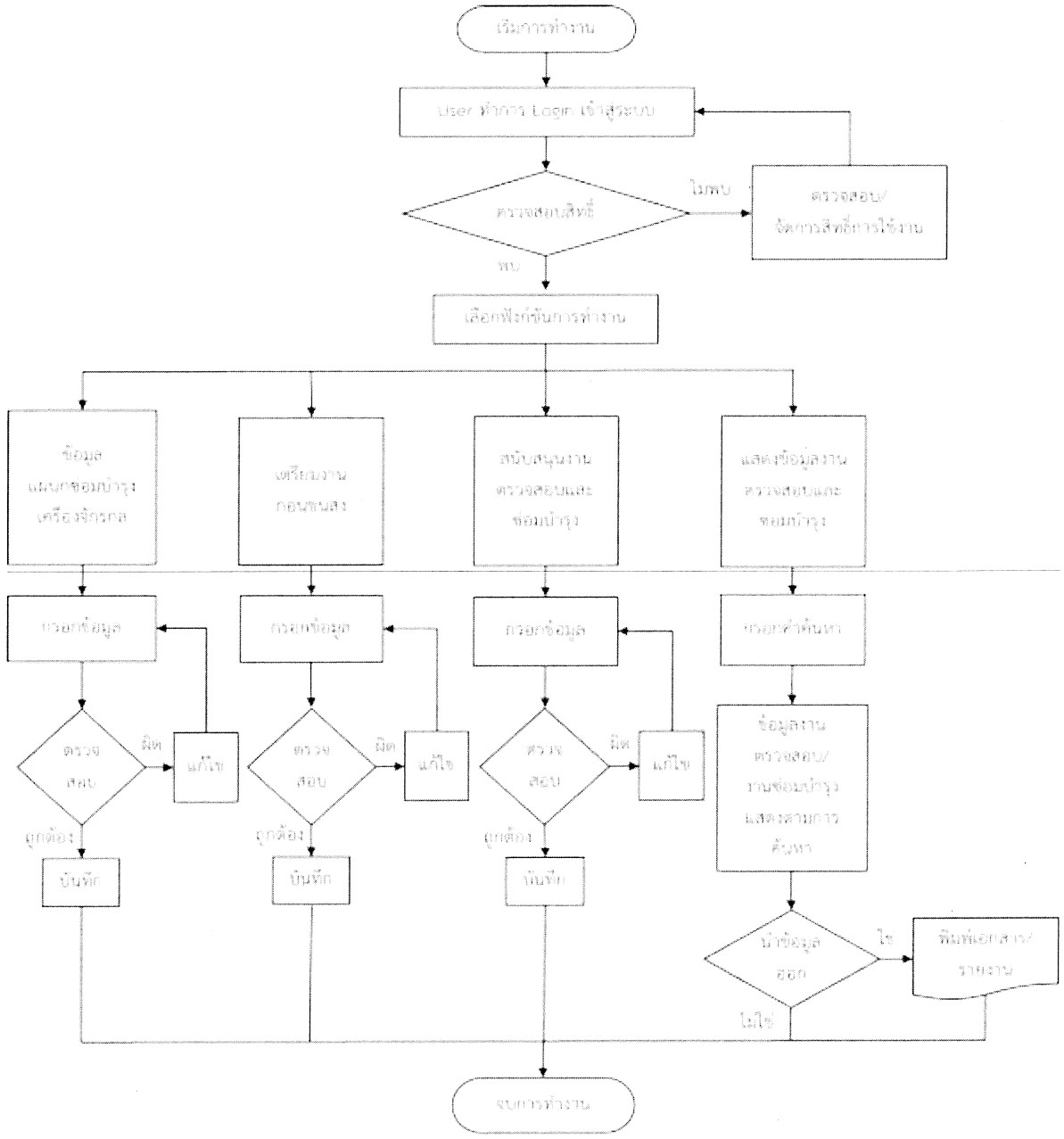


รูปที่ 1 แผนภาพการไหลของข้อมูลของระบบฐานข้อมูล

4.3.3 ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล ตามรูปที่ 2 ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งาน ส่วนเว็บแอปพลิเคชัน และส่วนของฐานข้อมูล รวมทั้งออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบฐานข้อมูลให้เป็นไปตามรูปที่ 3 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานสนับสนุนการตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่งเข้าสู่ระบบ รวมถึงกำหนดการแสดงผลการค้นหา คัดกรองข้อมูล และสร้างรายงานให้อยู่ในแบบฟอร์มที่กำหนดจากการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลภายในระบบได้ ในกรณีที่ผู้ใช้งานตรวจสอบแล้วพบความผิดพลาดของข้อมูลที่จัดเก็บก็สามารถทำการแก้ไข หรือลบข้อมูลดังกล่าวได้ ทั้งนี้การใช้ระบบฐานข้อมูลสามารถดำเนินการผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่าง สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต แล็ปท็อป ฯลฯ



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบฐานข้อมูล

4.3.4 ขั้นตอนที่ 4 สร้างระบบฐานข้อมูลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 3

4.3.5 ขั้นตอนที่ 5 นำระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นไปใช้งานเพื่อสนับสนุนงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในขนส่ง โดยบุคลากรของแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของหน่วยงานกรณีศึกษาจำนวน 10 ราย พร้อมจับเวลาการทำงาน ได้แก่ การค้นหาเอกสาร การคัดกรองประวัติ และการประเมินผลงานซ่อมบำรุง รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่จัดเก็บ

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติทดสอบที (t-test) ในการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของประชากรชุดเดียว เมื่อขนาดข้อมูลตัวอย่างน้อยกว่า 30 ตัวอย่างที่ไม่ทราบค่าความความแปรปรวนของประชากร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 [13] เพื่อพิสูจน์ว่าระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นสามารถลดระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับการทำงานก่อนมีระบบฐานข้อมูลใช้งาน โดยการจับเวลาการทำงานของกลุ่มเป้าหมายที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 และนำระยะเวลาการทำงานจากการใช้ระบบฐานข้อมูลมาทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

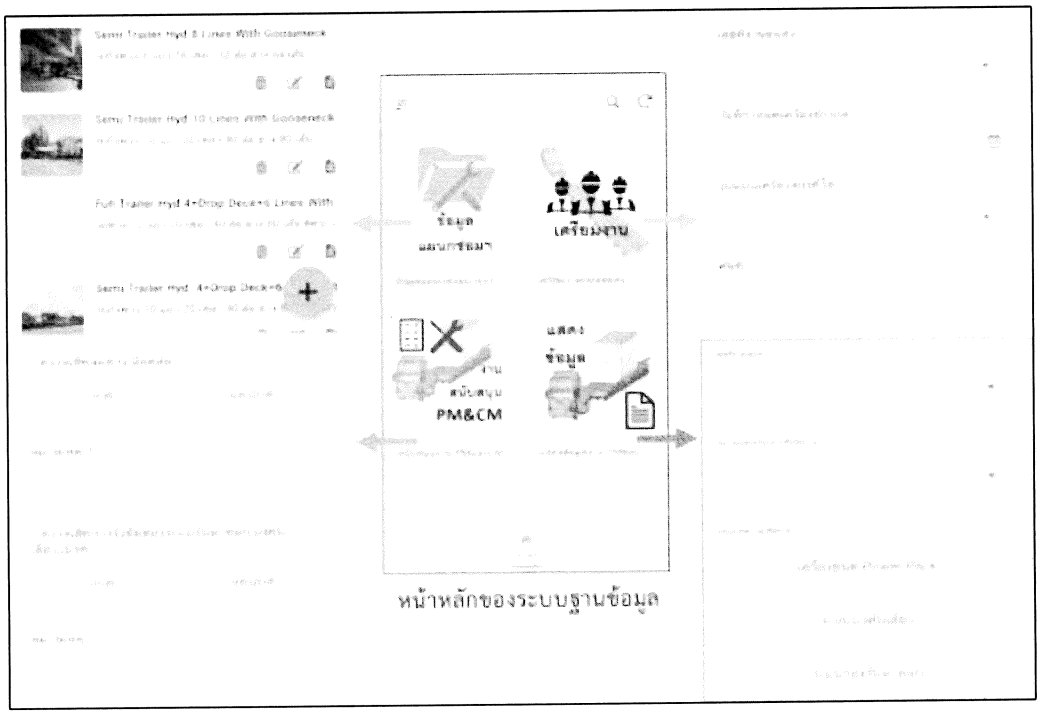
5.1 กิจกรรมค้นหาเอกสารงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล โดยกำหนดสมมติฐานหลัก (H_0) และสมมติฐานรอง (H_1) ดังนี้ H_0: $\mu \geq 1.44$ และ H_1: $\mu < 1.44$

5.2 กิจกรรมคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล โดยกำหนดสมมติฐานหลัก (H_0) และสมมติฐานรอง (H_1) ดังนี้ H_0: $\mu \geq 10.67$ และ H_1: $\mu < 10.67$

5.3 กิจกรรมประเมินผลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานสนับสนุนงานขนส่ง โดยกำหนดสมมติฐานหลัก (H_0) และสมมติฐานรอง (H_1) ดังนี้ H_0: $\mu \geq 3.61$ และ H_1: $\mu < 3.61$

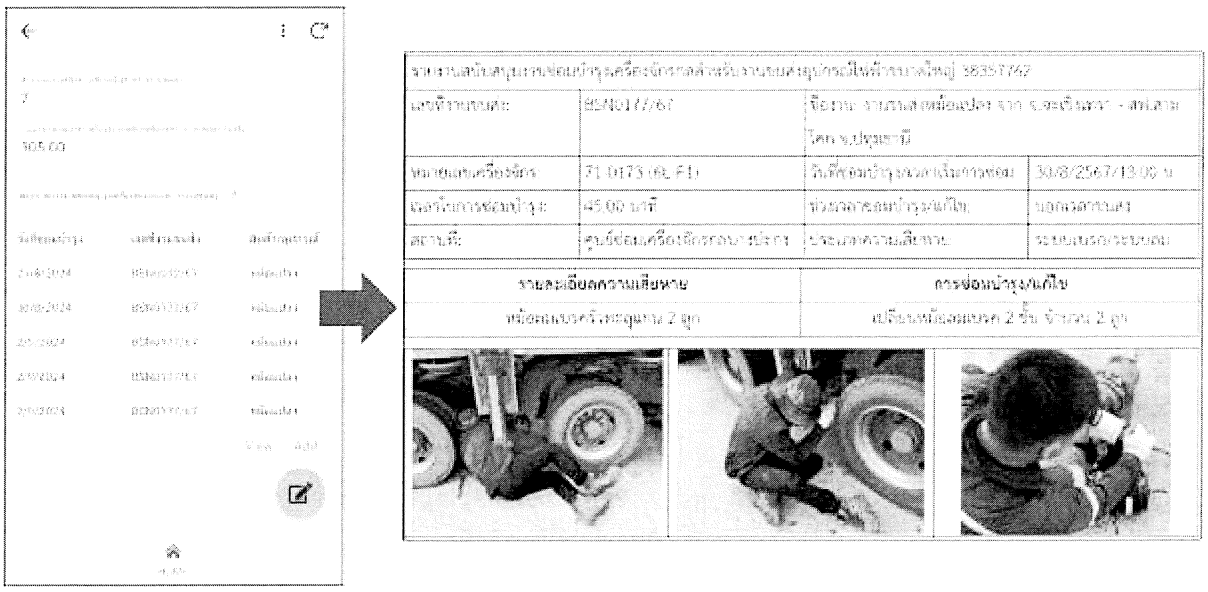
6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการสร้างระบบฐานข้อมูลในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสนับสนุนงานจัดเก็บ ค้นหา และคัดกรอง รวมทั้งแสดงข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่เกิดขึ้นในงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ของหน่วยงานกรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลักจำนวน 4 ฟังก์ชัน ได้แก่ ฟังก์ชันข้อมูลงานแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ฟังก์ชันเตรียมงานก่อนขนส่ง ฟังก์ชันสนับสนุนงาน PM และ CM และฟังก์ชันแสดงข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล

ซึ่งข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่จัดเก็บผ่านเว็บแอปพลิเคชันจะถูกบันทึกลงระบบฐานข้อมูล และแสดงข้อมูลในรูปแบบตารางรายการ รวมทั้งระบบฐานข้อมูลนี้สามารถสร้างรายงานสนับสนุนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลระหว่างงานขนส่งตามแบบฟอร์มที่กำหนดในรูปแบบ PDF file แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การแสดงข้อมูลและรายงานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของระบบฐานข้อมูล

6.2 ผลการทดลองใช้งานระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นกับบุคลากรภายในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของหน่วยงานกรณีศึกษา จำนวน 10 ราย โดยใช้ข้อมูลงานสนับสนุนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2567 จากการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยในกิจกรรมที่เกี่ยวกับข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ระหว่างก่อนมีการใช้งานระบบฐานข้อมูลกับหลังจากมีการใช้งานระบบฐานข้อมูล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยก่อนและหลังการใช้งานระบบฐานข้อมูล

รายละเอียด	ก่อนใช้งาน	หลังใช้งาน
การค้นหาเอกสารงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	1.60 นาที	0.53 นาที
การคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	11.85 นาที	0.61 นาที
การประเมินผลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	4.02 นาที	2.26 นาที

จากตารางที่ 1 พบว่าระยะเวลาทำงานเฉลี่ยของการทำงานหลังจากใช้ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น มีระยะเวลาเท่ากับ 1.60, 11.85 และ 4.02 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำระยะเวลาทั้งหมดไปทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อที่ 5 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยมีผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ แสดงตามตารางที่ 2 โดยพบว่าค่าสถิติทดสอบทีของการเปรียบเทียบระยะเวลาค้นหาข้อมูลฯ มีค่าเท่ากับ -43.980 ค่าสถิติทดสอบทีของการเปรียบเทียบระยะเวลาการคัดกรองประวัติฯ มีค่าเท่ากับ -439.650 ค่าสถิติทดสอบทีของการเปรียบเทียบระยะเวลาการประเมินผลงานซ่อมบำรุงฯ มีค่าเท่ากับ -23.260 โดยค่าสถิติทดสอบทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤติที่ได้จากตารางสถิติทีและค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ใน

การทดสอบทางสถิติ (P-Value) ต่ำกว่าระดับนัยสำคัญทั้งหมด จึงสรุปได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระบบฐานข้อมูลนี้สามารถลดระยะเวลาในกิจกรรมที่เกี่ยวกับข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลในงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ของหน่วยงานกรณีศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

รายละเอียด	ค่าสถิติทดสอบที	ค่าวิกฤติ	P-Value	ผลการทดสอบ
การค้นหาข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	-43.980	-1.833	0.000	ปฏิเสธ H_0
การคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	-439.650	-1.833	0.000	ปฏิเสธ H_0
การประเมินผลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล	-23.260	-1.833	0.000	ปฏิเสธ H_0

7. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการนำระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันไปทดสอบการใช้งานโดยบุคลากรในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของหน่วยงานกรณีศึกษา พบว่า ผู้ปฏิบัติงานใช้ระยะเวลาค้นหาข้อมูลงานตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลเฉลี่ยลดลงเหลือ 0.53 นาที คิดเป็นร้อยละ 66.88 ระยะเวลาคัดกรองประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลเฉลี่ยลดลงเหลือ 0.61 นาที คิดเป็นร้อยละ 94.85 และระยะเวลาประเมินผลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลเฉลี่ยลดลงเหลือ 2.26 นาที คิดเป็นร้อยละ 43.78 นอกจากนี้ระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ไม่เกิดความผิดพลาดจากการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของพีรญา เต่าทอง และ นนทรัฐ บำรุงเกียรติ [2] งานวิจัยของเจนจิรา ภาผิวดี และ อรรถกร เก่งพล [3] งานวิจัยของสุไพลิน พิชัย และคณะ [4] ที่พัฒนาระบบฐานข้อมูลมาช่วยลดเวลาในการทำงานและกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์ และคณะ [5] งานวิจัยของชวลิต บัวพรม และ ธารชุดา พันธ์นิกุล [6] งานวิจัยของเกษม ไชยวารี และคณะ [7] ที่มีการประยุกต์ใช้กูเกิลชีต และกูเกิลแอปชีต ในการออกแบบและสร้างระบบเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงาน ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานระบบฐานข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชันผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในครั้งนี้

ระบบฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ถูกออกแบบและพัฒนาให้แผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของหน่วยงานกรณีศึกษานี้สามารถนำใช้งานได้จริง และสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับใช้งานจริงในหน่วยงานกรณีศึกษาต่อไป ทั้งนี้ควรมีการนำข้อมูลที่จัดเก็บจากระบบฐานข้อมูลนี้ไปใช้ประกอบในการวิเคราะห์งานบำรุงรักษาเครื่องจักรกล และรายงานผลในรูปแบบแบบทันที นอกจากนี้ควรมีการวางแผนสำหรับการดูแลรักษาระบบฐานข้อมูลและการสำรองข้อมูลตามระยะเวลาที่เหมาะสมกับการใช้งานระบบฐานข้อมูล

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการนำข้อมูลที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายในระบบฐานข้อมูลไปใช้พัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) สำหรับช่วยสนับสนุนข้อมูลและองค์ความรู้ในการทำงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่กับผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนนำแนวคิดที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้พัฒนาในลักษณะของแชทบอทต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Banerjee, E. Duflo, and N. Qian, "On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China," *Journal of Development Economics*, vol. 145, pp. 102442, 2020.

[2] P. Taetong and N. Bumrungkiat, "Database system for managing spare parts inventory and predicting order quantities using mathematical techniques: A case study of an industrial enterprise in Lopburi," *Journal of Rajabhat Lampang University*, vol. 11, no. 1, pp. 76-88, Jan.–Jun. 2022.

[3] J. Phapwadee and A. Kaengphol, "Development of a database management program for recording maintenance data of computers and equipment: A case study of an electronics company," *King Mongkut's University of Technology North Bangkok Journal of Academic Studies*, vol. 30, no. 3, pp. 432-442, Jul.–Sep. 2020.

[4] S. Phichai et al., "The inventory system for equipment at the Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University," *Journal of Applied Information Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 31-43, Jul.–Dec. 2023.

[5] P. Poolsawat et al., "An application for recording health check-up data," *Journal of Science, Engineering, and Technology, Loei Rajabhat University*, vol. 3, no. 1, pp. 77-87, Jan.–Jun. 2023.

[6] C. Buaprom and T. Phannikul, "Design and development of an application for a recycling waste collection business," *Journal of Engineering and Innovation*, vol. 16, no. 1, pp. 64-78, Jan.–Mar. 2023.

[7] K. Chaiwaree et al., "Development of an application for collecting machinery inspection data in the manufacturing process: A case study of a cassava flour production and export company in Kalasin province," *Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, vol. 2, no. 3, pp. 37-48, May–Jun. 2024.

[8] L. Pinciroli, P. Baraldi, and E. Zio, "Maintenance optimization in industry 4.0," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 234, pp. 109204, 2023.

[9] I. Roda and M. Macchi, "Maintenance concepts evolution: A comparative review towards advanced maintenance conceptualization," *Computers in Industry*, vol. 133, pp. 103531, 2021.

[10] T. Taipalus, "Database management system performance comparisons: A systematic literature review," *Journal of Systems and Software*, vol. 208, pp. 111872, 2024.

[11] W. Meethom and N. Koohathongsumrit, "A decision support system for road freight transportation route selection with new fuzzy numbers," *Foresight*, vol. 22, no. 4, pp. 505-527, 2020.

[12] N. Kooathongsamrit and W. Chanthakam, "Development of a decision support system for selecting road transportation routes with fuzzy multi-criteria decision-making methods," *Thai Journal of Operational Research*, vol. 10, no. 2, pp. 1-23, Jan.–Mar. 2022.

[13] C. Evarist, V. M.G. Luvara, and N. Chileshe, "Perception on constraining factors impacting recruitment and selection practices of building contractors in Dar Es Salaam, Tanzania," *International Journal of Construction Management*, vol. 23, no. 12, pp. 2012-2023, 2023.