

การพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ Development of a Chemical Inventory Management System in Science Laboratories

จำรูญ จันทร์กฤษณ์¹, กนกวรรณ กันยะมี^{1,*}, จุลาลักษณ์ มหาวาน¹, สิทธิชัย ฐานะ², อภิญญา ปาละวงศ์²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Jumroon Chankulchorn¹, Kanokwan Kanyamee^{1,*}, Julalug Mahawan¹, Sittichai Thana²,

Apinya Palawong²

¹Information Technology Major, Faculty of Sciences and Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Computer Science Major, Faculty of Sciences and Technology, Uttaradit Rajabhat University

บทคัดย่อ

การบริหารสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอน และการวิจัยให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม การบันทึกข้อมูลด้วยวิธีการแมนวลหรือ กึ่งอัตโนมัติมักประสบปัญหาด้านความถูกต้อง ความล่าช้า และเสี่ยงต่อการใช้สารเคมีที่หมดอายุ อีกทั้งยังขาด ข้อมูลที่สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการจัดสารเคมีที่หมดอายุหรือผ่านการใช้งานแล้ว งานวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยออกแบบเป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับบริหารจัดการข้อมูลสารเคมีและการเบิกจ่ายในห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการติดตาม ข้อมูลสารเคมีแบบเรียลไทม์ (Real-Time) แจ้งเตือนปริมาณสารคงคลังที่เหลือน้อยหรือใกล้วันหมดอายุโดย อัตโนมัติ กำหนดสิทธิ์การใช้งานตามบทบาท และจัดทำรายงานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้วางแผนการการจัดสารเคมี อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ระบบดังกล่าวพัฒนาขึ้นโดยใช้โครงสร้าง เอ็มเอ็มวีซี (Module - Model - View - Controller: MMVC) บนเฟรมเวิร์ก คชสาร พีเอชพี (Kotchasan PHP Framework) ร่วมกับฐานข้อมูล มายเอส คิวแอล (MySQL) เพื่อรองรับกระบวนการบริหารจัดการคลังสารเคมีอย่างครบวงจร ครอบคลุมทั้งการรับเข้า การ เบิกจ่าย การติดตามการใช้งาน และการรายงานข้อมูลสารเคมี ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบ จากกลุ่ม ตัวอย่าง 40 คน ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา พบว่าอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 สะท้อนถึงระบบที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการยกระดับการบริหาร

*Corresponding author : kanokwan@uru.ac.th

Received : 16/05/2025 Revised : 02/06/2025 Accepted : 12/06/2025

จัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพิ่มความปลอดภัย และสนับสนุนการบริหารทรัพยากรอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ระบบบริหารจัดการ, สารเคมี, เบิกจ่าย, ห้องปฏิบัติการ, คลังสารเคมี

Abstract

Chemical management in science laboratories plays a crucial role in enhancing the effectiveness and safety of both teaching and research activities. However, manual or semi-automated data recording methods often face challenges in terms of accuracy, timeliness, and the risk of using expired chemicals. Furthermore, the lack of integrated data hinders decision-making for the proper disposal of expired or unused chemicals. This study aims to develop a chemical inventory management system for science laboratories. The system is designed as a web application to manage chemical information and disbursement processes within the Chemistry, Biology, Physics, and Environmental Science laboratories of the Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University. The developed system features real-time chemical inventory tracking, automated alerts for low stock levels and approaching expiration dates, role-based access control, and report generation tools that support efficient and sustainable chemical disposal planning. The system was built using a Module- Model- View- Controller (MMVC) architecture on the Kotchasan PHP Framework, integrated with a MySQL database. This architecture enables comprehensive chemical inventory management, including chemical intake, disbursement, usage tracking, and reporting. The user satisfaction assessment, conducted with a sample group of 40 participants comprising lecturers, staff, and students, revealed a very high satisfaction level, with an average score of 4.63 and a standard deviation of 0.61. This indicates that the developed system possesses strong potential to enhance the efficiency of chemical inventory management in science laboratories, improve safety, and support sustainable resource management.

Keywords : management system, chemical, disbursement, laboratory, chemical inventory

ที่มาและความสำคัญ

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานอย่างมีนัยสำคัญ ในหลากหลายภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นด้านสาธารณสุข การอุตสาหกรรม การศึกษา ตลอดจนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่ต้องดำเนินการให้มีความปลอดภัย [1] และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ในที่นี้รวมถึงการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการด้วย โดยที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ได้นำเสนอเกี่ยวกับการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่น่าสนใจ เช่น งานวิจัยการพัฒนาสารบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการทันตวัสดุ [2] ที่ได้พัฒนาโปรแกรมจัดการสารเคมีโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access) เน้นการทำงานแบบเดสก์ท็อปแอปพลิเคชัน (Desktop Application) ซึ่งอาจมีข้อจำกัดในการรองรับการ

ใช้งานผ่านระบบคลาวด์ หรืองานวิจัยการพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์ [3] ที่ได้จัดทำฐานข้อมูลสารเคมีในรูปแบบไฟล์เอกสารเอ็กเซล (Excel) และแชร์ไฟล์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้ระบบไม่ได้ออกแบบมาสำหรับรองรับการทำงานกับผู้ใช้หลายคนพร้อมกัน (Multi-User) และไม่รองรับการเชื่อมต่อแบบออนไลน์แอปพลิเคชันเต็มรูปแบบ อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญในการต่อยอดสู่การพัฒนาระบบที่มีความสามารถในการทำงานแบบออนไลน์ รองรับการใช้งานแบบเรียลไทม์ และบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับ 4 สาขาวิชา ประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการจัดเก็บสารเคมีหลากหลายชนิดของแต่ละสาขาวิชา เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนและการวิจัย บางโอกาสจำเป็นต้องบริหารจัดการใช้สารเคมีร่วมกันระหว่างสาขา ส่งผลให้การบริหารคลังสารเคมีในรูปแบบเดิมที่อาศัยการบันทึกข้อมูลแบบเอกสารหรือไฟล์กึ่งแมนนวล มักประสบปัญหา และมีข้อจำกัดในการจัดการข้อมูลของสารเคมีในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (1) ความถูกต้องของข้อมูล คือ การจดบันทึกข้อมูลปริมาณ วันหมดอายุผิดพลาด ข้อมูลสารเคมีไม่เป็นปัจจุบันเมื่อมีการเบิกจ่ายหรือรับเข้า (2) การค้นหาและเบิกจ่ายสารเคมีล่าช้า ใช้เวลานานในการค้นหาข้อมูล ทำให้การเบิกจ่ายสารเคมี ไม่ทันต่อการทดลอง (3) การจัดเก็บและใช้งาน คือ ขาดการแจ้งเตือนสำหรับสารเคมีที่หมดอายุ (4) ขาดข้อมูลติดตามการใช้สารเคมีย้อนหลัง คือ ไม่มีระบบบันทึกประวัติการเบิกจ่าย ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการใช้สารเคมีย้อนหลัง และ (5) ขาดข้อมูลสนับสนุนการวางแผนจัดการสารเคมีหมดอายุ เนื่องจากไม่มีรายงานเกี่ยวกับสารเคมีในประเด็นที่สำคัญและจำเป็น

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาระบบที่ทันสมัย เพื่อบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน จึงได้ดำเนินงานวิจัยนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อมผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ที่ทำงานแบบเรียลไทม์ โดยใช้โครงสร้าง โมดูล-โมเดล-วิว-คอนโทรลเลอร์ (MMVC) [4] บนเฟรมเวิร์ก คชสาร พีโอซีพี (Kotchasan PHP Framework) [5, 6] ซึ่งเป็นโอเพนซอร์ส (Open Source) ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานไม่ว่าจะใช้เพื่อการศึกษาหรือเชิงพาณิชย์ ร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) [7] เพื่อรองรับกระบวนการรับเข้าสารเคมี การเบิกจ่าย การติดตามการใช้งาน และการออกรายงานอย่างเป็นระบบ

จุดเด่นของระบบที่พัฒนาขึ้น คือ การจัดการข้อมูลสารเคมีที่สะดวกผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัย การติดตามปริมาณสารเคมีและวันหมดอายุแบบอัตโนมัติ การแจ้งเตือนล่วงหน้าเมื่อสารเคมีมีปริมาณต่ำหรือใกล้หมดอายุ การกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานตามบทบาท และการสรุปรายงานข้อมูลการเบิกจ่ายเชิงวิเคราะห์ เพื่อสนับสนุนการวางแผนจัดการสารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยมุ่งเน้นการสร้างระบบที่ตอบสนองความต้องการของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถขยายผลในสถาบันการศึกษา ช่วยเพิ่มความถูกต้อง ความแม่นยำ และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรสารเคมีอย่างเป็นรูปธรรม ช่วยส่งเสริมแนวทางการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน ลดข้อผิดพลาดจากการใช้กระดาษสู่ระบบดิจิทัล [8]

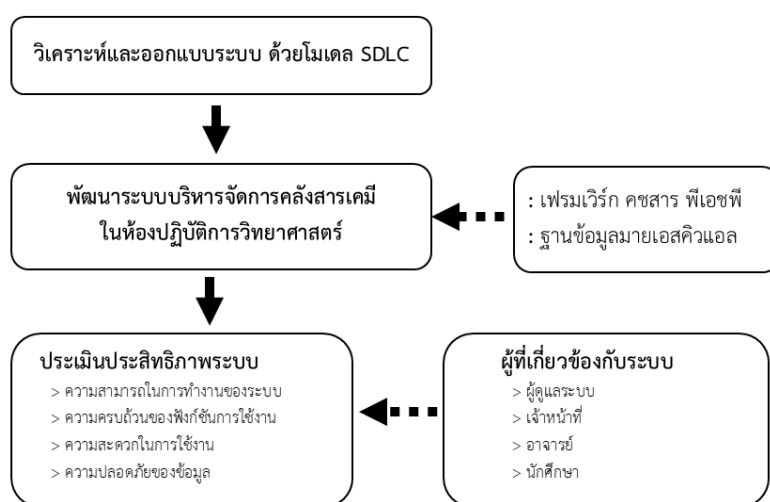
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับบริหารจัดการคลังสารเคมี และการเบิกจ่ายสารเคมี ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างครบวงจร

2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในด้าน ความสามารถในการทำงานของระบบ ความครบถ้วนของฟังก์ชันการใช้งาน ความสะดวกในการใช้งาน และความปลอดภัยของข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แนวทางการวิจัยและพัฒนา โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ผ่านเฟรมเวิร์ก คชสาร พีเอชพี โดยวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยโมเดลวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle หรือ SDLC) [9] ระบบออกแบบให้รองรับการใช้งานตามสิทธิ์การเข้าถึงตามหน้าที่อย่างเหมาะสม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ อาจารย์ และนักศึกษา จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 4 ด้าน ดังแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัย ใช้แนวทางพัฒนาระบบตามวงจรชีวิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ (SDLC) ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์ปัญหา โดยได้ศึกษาข้อจำกัดในกระบวนการเบิกจ่ายสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ขอบเขตของปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบ ทั้งในแง่เทคนิค และการนำไปใช้งานจริง ร่วมกับผู้ใช้งานระบบ คือ เจ้าหน้าที่ อาจารย์ และนักศึกษาที่เกี่ยวข้อง

1.2 การวิเคราะห์ความต้องการ ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อกำหนดขอบเขตและฟังก์ชันของระบบ ที่จำเป็นอย่างเหมาะสมต่อการทำงาน

1.3 การออกแบบระบบ ได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล ผังการทำงานของระบบ และรูปแบบหน้าจอ การนำเสนอข้อมูล ให้สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้

1.4 การพัฒนาระบบ ดำเนินการเขียนโปรแกรม โดยใช้เครื่องมือและภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม เช่น คชสาร พีเอชพี เฟรมเวิร์ก ภาษา PHP ฐานข้อมูล MySQL เพื่อสร้างระบบต้นแบบที่สมบูรณ์

1.5 การทดสอบการทำงานของระบบทั้งในระดับหน่วยย่อย (Unit Test) และการทำงานร่วมกันของระบบโดยรวม (Integration Test) รวมถึงการทดสอบการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมของผู้ใช้ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 การนำระบบไปใช้งานและติดตั้งระบบให้พร้อมใช้งานจริง พร้อมจัดอบรมแนะนำการใช้งาน

1.7 การบำรุงรักษาระบบ ตรวจสอบ แก้ไข และปรับปรุงระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตอย่างเหมาะสม

2. ขอบเขตการวิจัย

2.1 ขอบเขตด้านระบบ พัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL ผ่านคชสาร พีเอชพี เฟรมเวิร์ก

2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา ระบบครอบคลุมการทำงาน 4 หมวดหลัก คือ

(1) การจัดการผู้ใช้งาน ประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่ อาจารย์ นักศึกษา
(2) การจัดการข้อมูลสารเคมี ประกอบด้วย ประเภทสารเคมี รายการสารเคมี
ห้องปฏิบัติการ หลักสูตร และข้อมูลอ้างอิง

(3) การเบิก-จ่ายสารเคมี ประกอบด้วย การรับเข้า เบิกจ่าย ปรับปรุงข้อมูล

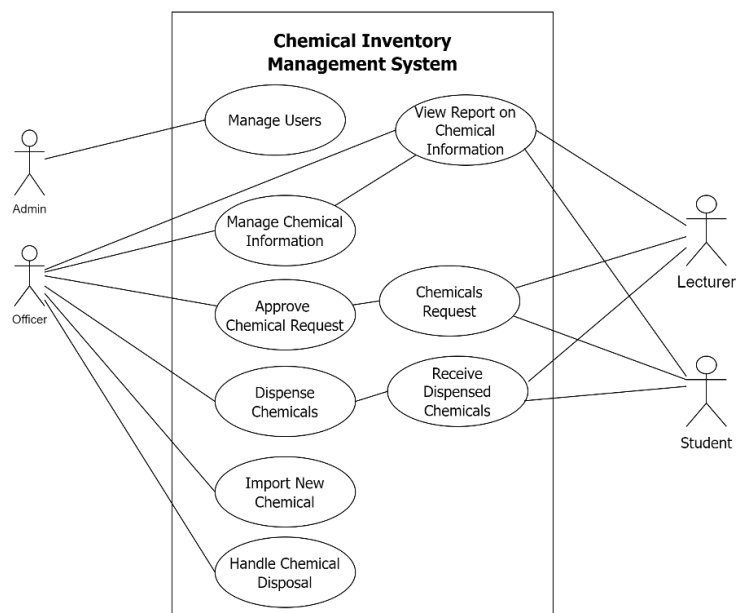
(4) การออกรายงาน ประกอบด้วย รายงานผู้ใช้ รายงานเบิก-จ่าย รายงานคลังสารเคมี

2.3 ขอบเขตด้านประชากร กลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ อาจารย์ และนักศึกษา ในสาขาวิชาฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

2.4 ขอบเขตด้านพื้นที่ คือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

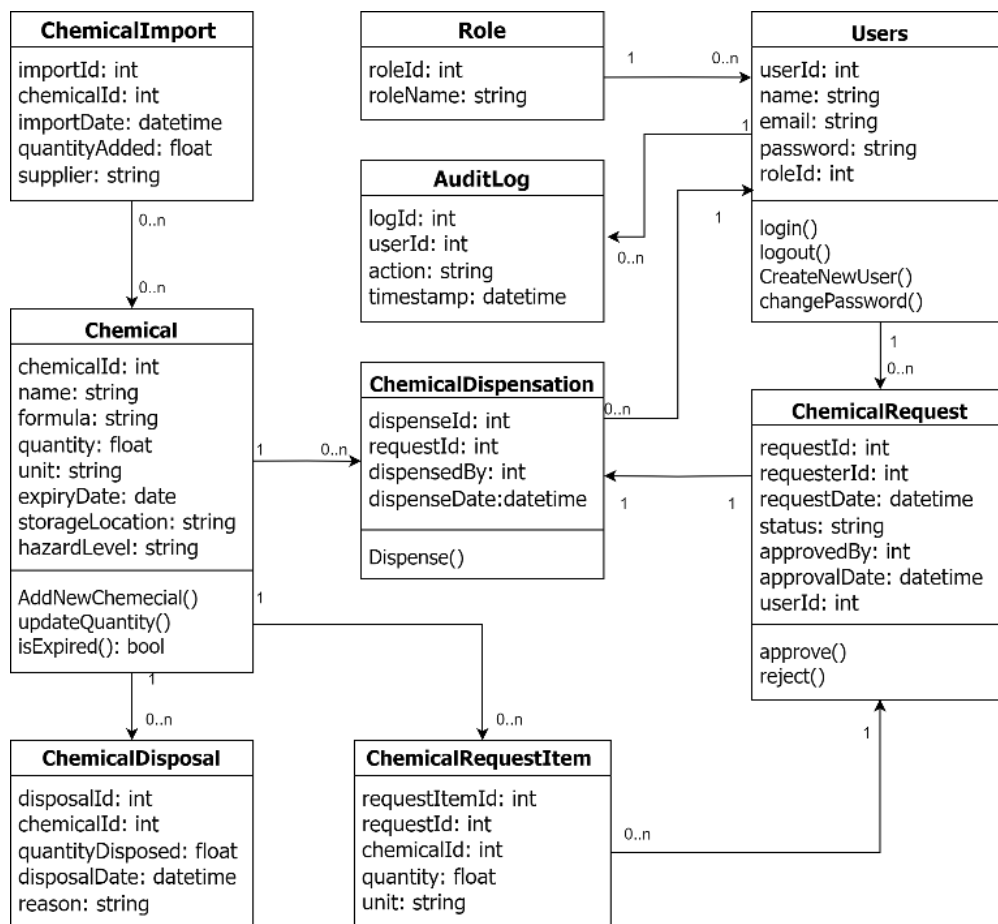
การพัฒนาระบบนี้ใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Analysis and Design หรือ OOAD) [10] โดยแสดงให้เห็นบทบาทความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ใช้งาน (Actors) กับ ฟังก์ชันการใช้งาน (Use Cases) ของระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : แผนภาพ Use Case ระบบบริหารจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 2 อธิบายบทบาทของผู้ใช้งานระบบได้ดังต่อไปนี้ (1) ผู้ดูแลระบบ มีสิทธิ์จัดการผู้ใช้งานในระบบ (2) เจ้าหน้าที่ รับผิดชอบการจัดการสารเคมี เช่น การนำเข้า จ่าย และกำจัดสารเคมี รวมทั้งอนุมัติการขอเบิกสารเคมี (3) อาจารย์ ทำหน้าที่ ขอเบิกสารเคมี และดูรายงาน และ(4) นักศึกษา ทำหน้าที่ ขอเบิกสารเคมี

ทั้งนี้ได้ออกแบบคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) เพื่อแสดงโครงสร้างของระบบ โดยจะแสดงคลาส (Classes) และ ความสัมพันธ์ (Relationships) ระหว่างคลาสต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : แผนภาพ Class Diagram ของระบบบริหารจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลสารเคมี รวมถึงการเบิก-จ่ายสารเคมี ของห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการออกแบบให้รองรับการบริหารจัดการข้อมูลสารเคมีอย่างครบวงจร ตั้งแต่การรับเข้า จัดเก็บ การเบิกจ่าย ไปจนถึงการรายงานข้อมูล รวมถึงการแจ้งเตือนสารเคมีหมดอายุแบบเรียลไทม์ โดยเลือกใช้ เฟรมเวิร์ค คชสาร พีเอชพี ในการพัฒนา เพื่อเสริมประสิทธิภาพด้านความเร็ว ความปลอดภัย และรองรับการทำงานบนสภาพแวดล้อมภาษาไทยได้อย่างเหมาะสม

1. ระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.1 การสมัครสมาชิก และการเข้าสู่ระบบ กำหนดให้ผู้ใช้ลงทะเบียนสมัครสมาชิกด้วยข้อมูลส่วนตัว เพื่อตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล และรอการอนุมัติจากผู้ดูแลระบบ หลังจากผ่านการอนุมัติ ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ลงทะเบียนไว้ ดังแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : หน้าจอการสมัครสมาชิก และ เข้าสู่ระบบ

1.2 การอนุมัติสิทธิ์การใช้งานระบบ โดยผู้ดูแลระบบ

ผู้ดูแลระบบมีสิทธิ์เข้าถึงเมนูเพื่อจัดการอนุมัติสิทธิ์การใช้งานและรายงานต่าง ๆ ของระบบ

ดังนี้

(1) อนุมัติและให้สิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ แสดงดังภาพที่ 5

ระบบเบิก-จ่าย สารเคมี ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตร พิสิกส์ เคมี ชีววิทยา				
หน้าหลัก คลังสารเคมี เบิก - สมาชิก รายงาน ตั้งค่า				
A. สมาชิก >> สิทธิ์การใช้งาน				
B. สิทธิ์การใช้งาน				
แสดง 30 รายการ	สถานะสมาชิก ทั้งหมด	ค้นหา	Go	
ทั้งหมด 10 รายการ, แสดง 1 ถึง 10, หน้า 1 จากทั้งหมด 1 หน้า				
ชื่อ นามสกุล	สามารถตั้งระบบได้	สามารถดูประวัติการใช้งานระบบได้	สามารถจัดการ คลังสารเคมี	สามารถอนุมัติได้ (เบิก)
นักศึกษา	✓	✓	✓	✓
เจ้าหน้าที่	✓	✓	✓	✓
กนกวรรณ กันตณี	✓	✓	✓	✓
จิรายุ จันทะกุล	✓	✓	✓	✓
อภิญญา ปางวงศ์	✓	✓	✓	✓
เจ้าหน้าที่	✓	✓	✓	✓
สิทธิชัย ฐานะ	✓	✓	✓	✓
เมธวี พรหมณ์แก้ว	✓	✓	✓	✓

ภาพที่ 5 : หน้าจอการอนุมัติและให้สิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ

(2) ตรวจสอบรายชื่อและสถานะตามสิทธิ์ของสมาชิก แสดงดังภาพที่ 6

ระบบเบิก-จ่าย สารเคมี ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตร ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา

หน้าหลัก คลังสารเคมี เบิก สมาชิก รายงาน ตั้งค่า

สมาชิก >> รายชื่อสมาชิก

แสดง 30 รายการ สถานะสมาชิก ทั้งหมด ค้นหา

ทั้งหมด 11 รายการ, แสดง 1 ถึง 11, หน้า 1 จากทั้งหมด 1 หน้า

☐	อีเมล/ชื่อผู้ใช้	ชื่อ นามสกุล	การอนุญาตเข้าระบบ	โทรศัพท์	สร้างเมื่อ	สถานะสมาชิก	
☒	user@test	นักศึกษา	✓		02 มี.ค. 2568	สมาชิก	แก้ไข
☒	urugstaff	เจ้าหน้าที่	✓		05 มี.ค. 2568	เจ้าหน้าที่	แก้ไข
☒	DrJaw	กนกวรรณ กันโธมี	✓		27 ธ.ค. 2567	สมาชิก	แก้ไข
☒	jumroonguru.ac.th	จารย์ จันทรฤกษ์	✓		16 ธ.ค. 2567	อาจารย์	แก้ไข
☒	u64042380121@uru.ac.th	อวิญญา ปาละวงษ์	✓		16 ธ.ค. 2567	สมาชิก	แก้ไข
☒	urugworker	เจ้าหน้าที่	✓		16 ธ.ค. 2567	เจ้าหน้าที่	แก้ไข
☒	u64042380117@uru.ac.th	สิริชัย ฐานะ	✓		16 ธ.ค. 2567	สมาชิก	แก้ไข

ภาพที่ 6 : หน้าจอแสดงรายชื่อและสถานะตามสิทธิ์ของสมาชิก
(3) ตรวจสอบประวัติการใช้งานระบบ แสดงดังภาพที่ 7

ประวัติการใช้งาน

ตั้งค่าเว็บไซต์: | | | | |

แสดง 30 รายการ จาก 1 ถึง 30, หน้า 1 จากทั้งหมด 15 หน้า

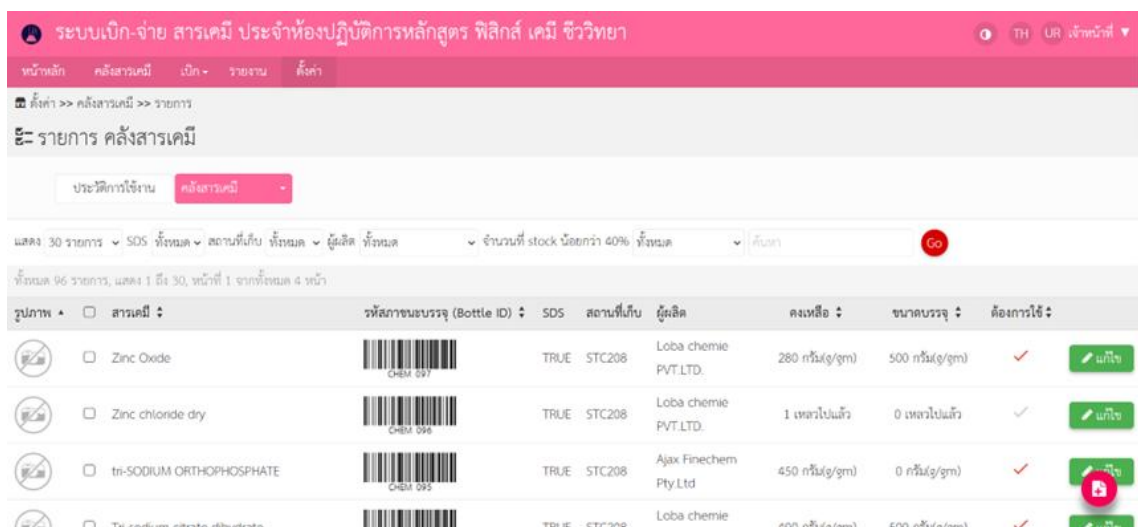
วันที่	☐	รายละเอียด	ชื่อ นามสกุล	โมดูล	Action
02 มี.ค. 2568 15:06	☐	เข้าสู่ระบบ IP 27.55.74.218	แอดมิน	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:48	☐	เข้าสู่ระบบ IP 27.55.74.218	เจ้าหน้าที่	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:48	☐	เข้าสู่ระบบ ID : 10	แอดมิน	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:48	☐	เข้าสู่ระบบ IP 27.55.74.218	แอดมิน	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:48	☐	เบิก & คืน ทำรายการเบิก	นักศึกษา	borrow	บันทึก
02 มี.ค. 2568 14:45	☐	เข้าสู่ระบบ IP 27.55.74.218	นักศึกษา	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:45	☐	เข้าสู่ระบบ ID : 11	แอดมิน	index	สมาชิก
02 มี.ค. 2568 14:35	☐	ลบ คลังสารเคมี ID : 97	แอดมิน	inventory	ลบ
02 มี.ค. 2568 14:27	☐	ลบ เบิก ID : 16, 16, 16, 11, 11, 9	แอดมิน	borrow	ลบ

ภาพที่ 7 : หน้าจอแสดงประวัติการใช้งานระบบ

1.3 การจัดการข้อมูลสารเคมี และการอนุมัติการเบิกจ่ายสารเคมี โดยเจ้าหน้าที่

เจ้าหน้าที่ที่มีสิทธิ์ในการจัดการข้อมูลของสารเคมี พร้อมทั้งอนุมัติการเบิกจ่ายสารเคมี และดูรายงานข้อมูลสารเคมี และรายการเบิกจ่ายสารเคมีแบบเรียลไทม์หรือย้อนหลัง ดังต่อไปนี้

(1) แสดงรายการสารเคมี และนำเข้าข้อมูลสารเคมี ดังแสดงใน ภาพที่ 8 - 9 ตามลำดับ



ระบบเบิก-จ่าย สารเคมี ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตร พิสิกส์ เคมี ชีววิทยา

หน้าหลัก คลังสารเคมี เบิก-จ่าย รายงาน ค้นหา

ค้นหา >> คลังสารเคมี >> รายการ

รายการ คลังสารเคมี

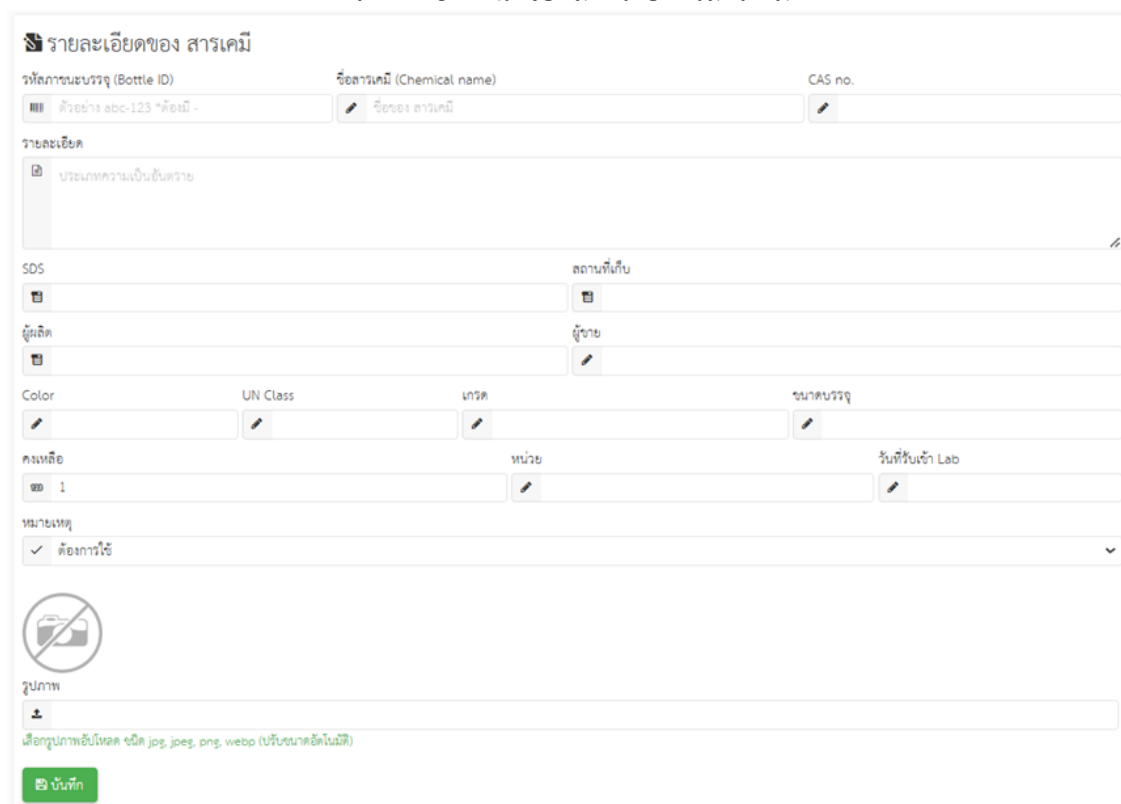
ประวัติการใช้งาน คลังสารเคมี

แสดง 30 รายการ ▼ SDS ทั้งหมด ▼ สถานที่เก็บ ทั้งหมด ▼ ผู้ผลิต ทั้งหมด ▼ จำนวนที่ stock น้อยกว่า 40% ทั้งหมด ▼ ค้นหา

ทั้งหมด 96 รายการ, แสดง 1 ถึง 30, หน้า 1 จากทั้งหมด 4 หน้า

รูปภาพ	สารเคมี	รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID)	SDS	สถานที่เก็บ	ผู้ผลิต	คงเหลือ	ขนาดบรรจุ	ต้องการใช้	แก้ไข
	Zinc Oxide		TRUE	STC208	Loba chemie PVT.LTD.	280 กรัม(g/gm)	500 กรัม(g/gm)	✓	แก้ไข
	Zinc chloride dry		TRUE	STC208	Loba chemie PVT.LTD.	1 เทลราไปเนล	0 เทลราไปเนล	✓	แก้ไข
	tri-SODIUM ORTHOPHOSPHATE		TRUE	STC208	Ajax Finechem Pty.Ltd	450 กรัม(g/gm)	0 กรัม(g/gm)	✓	แก้ไข
	Tri-sodium citrate ribuborate		TRUE	STC208	Loba chemie	500 กรัม(g/gm)	500 กรัม(g/gm)	✓	แก้ไข

ภาพที่ 8 : หน้าจอแสดงรายการสารเคมี



รายละเอียดของ สารเคมี

รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID) ชื่อสารเคมี (Chemical name) CAS no.

ตัวอย่าง abc-123 *ต้องมี - ชื่อของ สารเคมี

รายละเอียด

ประเภทความเป็นอันตราย

SDS สถานที่เก็บ

ผู้ผลิต ผู้ขาย

Color UN Class เกรด ขนาดบรรจุ

คงเหลือ หน่วย วันที่รับเข้า Lab

หมายเหตุ

✓ ต้องการใช้

รูปภาพ

เลือกภาพอัปโหลด ชนิด jpg, jpeg, png, webp (ปรับขนาดอัตโนมัติ)

บันทึก

ภาพที่ 9 : หน้าจอการนำเข้าข้อมูลสารเคมี

(2) แสดงรายการขอเบิกสารเคมี และการจัดการอนุมัติเบิกจ่ายสารเคมี ดังแสดงในภาพ

ที่ 10

📋 รายละเอียดของ ผู้ขอเบิก

ผู้ขอเบิก : นักศึกษา

📋 รายละเอียดการทำรายการ

เลขที่การทำรายการ : ๐๒ ๖๖๐๓-๐๐๐๑ วันที่ทำรายการ : ๐๒ มี.ค. ๒๕๖๘

วันที่ขอเบิก : ๐๔ มี.ค. ๒๕๖๘

รายละเอียด	จำนวน	ยูนิต	สถานะ	อนุมัติ	คืน	ปรับปรุงสถานะ
COPPER SULFATE PENTAHYDRATE (CHEM_021)	60	0	รอดตรวจสอบ	อนุมัติ	คืน	ปรับปรุงสถานะ
Potassium dihydrogen orthophosphate anhydrous (CHEM_070)	30	0	รอดตรวจสอบ	อนุมัติ	คืน	ปรับปรุงสถานะ
L-methionine (CHEM_052)	15	0	รอดตรวจสอบ	อนุมัติ	คืน	ปรับปรุงสถานะ

บันทึก

ภาพที่ 10 : หน้าจอแสดงรายการขอเบิกสารเคมี และการอนุมัติเบิกจ่าย

1.4 การเบิกจ่ายสารเคมี โดยนักศึกษาและอาจารย์

นักศึกษาและอาจารย์ สามารถตรวจสอบรายการคงเหลือของสารเคมี และทำการเบิกจ่ายสารเคมี ได้ดังต่อไปนี้

(1) รายการสารเคมี และจำนวนคงเหลือทั้งหมดในระบบ แสดงในภาพที่ 11

ระบบเบิก-จ่าย สารเคมี ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์

หน้าหลัก | คลังสารเคมี | เบิก -

📋 รายการ คลังสารเคมี

เลือก 30 รายการ | 505 รายการ | สถานะ: อนุมัติ | ผู้คิด: รอดสอบ | ค้นหา

ทั้งหมด 64 รายการ, เลือก 1 ถึง 30, หน้า 1 จากทั้งหมด 3 หน้า

รูปถ่าย	สารเคมี	หมายเลขบาร์โค้ด (Barcode ID)	สถานะ	สถานที่เก็บ	ผู้คิด	คงเหลือ	ดำเนินการ
	Zinc Oxide	0480 104	TRUE	STC208	Loose chemie PVT LTD.	280 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
	tri-SODIUM ORTHOPHOSPHATE	0480 104	TRUE	STC208	Apex Finechem Pty.Ltd	450 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
	Tri-sodium citrate dihydrate	0480 104	TRUE	STC208	Loose chemie PVT LTD.	400 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
	Trimethylamine	0480 104	TRUE	STC208	Merck	80 ลิตร/ถัง	🔍 ตรวจจับ
	Titanium dioxide	0480 104	TRUE	STC208	Apex Finechem Pty.Ltd	500 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
	Sulfuric acid	0480 104	TRUE	STC208	RCI LABSCAN LIMITED	1995 ลิตร/ถัง	🔍 ตรวจจับ
	Sodium thiosulfate pentahydrate	0480 104	TRUE	STC208	RCI LABSCAN LIMITED	1000 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
	SODIUM HYDROXIDE	0480 104	TRUE	STC208	RCI LABSCAN LIMITED	1000 กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ

ภาพที่ 11 : หน้าจอแสดงรายการสารเคมี และจำนวนคงเหลือ

(2) การทำรายการเบิกสารเคมี แสดงในภาพที่ 12

📋 ทำรายการเบิก

📋 รายละเอียดการทำรายการ

เลขที่การทำรายการ : ๐๒ ๖๖๐๓-๐๐๐๑ วันที่ทำรายการ : ๐๒ มี.ค. ๒๕๖๘

วันที่ขอเบิก : ๐๔ มี.ค. ๒๕๖๘

จำนวน : 1 สถานะ: รอดตรวจสอบ สถานะ: รอดตรวจสอบ สถานะ: รอดตรวจสอบ

รายละเอียด	หมายเลขบาร์โค้ด (Barcode ID)	จำนวน	หน่วย	ดำเนินการ
COPPER SULFATE PENTAHYDRATE	CHEM_021	300	กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
Ammonium molybdate tetrahydrate	CHEM_016	500	กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ
EDTA magnesium disodium salt	CHEM_030	100	กรัม/ถุง	🔍 ตรวจจับ

บันทึก

ภาพที่ 12 : หน้าจอการทำรายการเบิกสารเคมี

2. การประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ประกอบด้วย อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา โดยใช้เครื่องมือการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) คือ 1 - 5 คะแนน แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ (1) ประสิทธิภาพของระบบ (2) ฟังก์ชันการใช้งาน (3) ความสะดวกในการใช้งาน และ (4) ความปลอดภัยของข้อมูล ผลการประเมินดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลการประเมินความพึงพอใจ

การประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
ความสามารถในการทำงานของระบบ	4.65	0.69	ดีมาก
ความครบถ้วนของฟังก์ชันการใช้งาน	4.70	0.51	ดีมาก
ความสะดวกในการใช้งาน	4.55	0.63	ดีมาก
ความปลอดภัยของข้อมูล	4.60	0.62	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.63	0.61	ดีมาก

จากตารางที่ 1 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับ "ดีมาก" โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.61 โดยด้านฟังก์ชันการใช้งาน ได้รับคะแนนสูงสุด ส่วนด้านความสะดวกในการใช้งาน ได้คะแนนน้อยที่สุด เท่ากับ 4.55 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 เนื่องจากระบบมีฟังก์ชันการทำงานแบบครบวงจร จึงมีกระบวนการทำงานในระบบค่อนข้างซับซ้อน เพื่อความถูกต้องของข้อมูล และความปลอดภัยของระบบ

3. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพหลายด้าน ทั้งในด้านการจัดเก็บข้อมูลสารเคมี การเบิกจ่าย การตรวจสอบปริมาณคงเหลือ รวมถึงการออกรายงานอย่างเป็นระบบ เมื่อเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พัฒนาระบบเพื่อการบริหารจัดการสารเคมี โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส [2] และระบบที่พัฒนาโดยใช้รูปแบบไฟล์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ในการจัดเก็บข้อมูลสารเคมี [3] ซึ่งไม่สนับสนุนการทำงานแบบออนไลน์แอปพลิเคชันเต็มรูปแบบ การประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 40 คน พบว่า ระบบมีคะแนนความพึงพอใจในระดับดีมากในทุกด้าน สะท้อนให้เห็นถึงการออกแบบระบบที่สามารถรองรับกระบวนการบริหารจัดการสารเคมีได้อย่างครบถ้วน ตอบโจทย์การจัดการข้อมูลสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยา ชื่นอารมณ [2] และงานวิจัยของบังอร ละเอียดอง และคณะ [11] ที่ระบุว่า การนำฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยจัดเก็บข้อมูลสารเคมี ช่วยลดเวลาและขั้นตอนการทำงาน สะดวกในการค้นหาสารเคมี ได้ข้อมูลสารเคมีที่ถูกต้อง แม่นยำ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวทางของ วริญดา ประทุมวัลย์ [12] ที่ได้กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยจัดเก็บข้อมูลสารเคมีทำให้ข้อมูลเป็นระเบียบและสะดวกยิ่งขึ้นในการทำงาน และงานวิจัยของธันยรัศมี สุริจันทร์ และคณะ [13] ได้กล่าวว่า การใช้ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล สามารถบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดข้อผิดพลาดจากการทำงานด้วยเอกสาร และเพิ่มความแม่นยำในการดำเนินงาน

จุดเด่นของงานวิจัยนี้ คือ การจัดการข้อมูลสารเคมีที่สะดวกในรูปแบบออนไลน์อย่างครบวงจร สามารถติดตามปริมาณสารเคมีและวันหมดอายุแบบอัตโนมัติ มีฟังก์ชันการแจ้งเตือนเมื่อสารเคมีมีปริมาณต่ำหรือใกล้หมดอายุ มีรายงานสรุปข้อมูลการเบิกจ่าย เพื่อสนับสนุนการวางแผนจัดการสารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ลดข้อผิดพลาดจากการใช้กระดาษ สู่ระบบดิจิทัล รองรับการใช้งานภาษาไทยอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลและดำเนินการต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องมากยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานการศึกษาหรือองค์กรอื่นที่มีความต้องการบริหารจัดการสารเคมีในบริบทที่ใกล้เคียงกันได้อย่างเหมาะสม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านการประยุกต์ใช้ระบบกับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เนื่องจากเฟรมเวิร์กที่เหมาะสมกับการพัฒนาระบบขนาดเล็กถึงขนาดกลาง หากต้องรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากในเวลาเดียวกัน หรือขยายระบบให้สามารถทำงานในระดับองค์กรขนาดใหญ่ (หลักพันคนขึ้นไป) อาจพิจารณาใช้สถาปัตยกรรมที่มีความยืดหยุ่นและรองรับการปรับขยายของจำนวนผู้ใช้ได้ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เคมีชีววิทยา ฟิสิกส์ และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ที่เน้นความรวดเร็ว ถูกต้อง ปลอดภัย และรองรับการใช้งานภาษาไทยได้อย่างเต็มรูปแบบ โดยอาศัยเฟรมเวิร์ก คสสาร พีเอชพี เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาระบบ โดยมีจุดเด่นคือ ความสามารถในการจัดการสารเคมีตั้งแต่กระบวนการรับเข้า จัดเก็บ เบิกจ่าย และตรวจสอบปริมาณคงเหลือ รวมถึงการสร้างรายงานสรุปข้อมูลต่าง ๆ และมีการบูรณาการขั้นตอนการอนุมัติการเบิกจ่าย เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการควบคุมการใช้สารเคมี และมีการแจ้งเตือนวันหมดอายุของสารเคมี นอกจากนี้ยังออกแบบให้รองรับการใช้งานทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.63 ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างให้คะแนนการประเมินด้านฟังก์ชันการใช้งานสูงสุด คือ 4.70 สะท้อนให้เห็นว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อความสามารถของระบบที่ทำงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน กล่าวคือ ช่วยสนับสนุนกระบวนการทำงานต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับความต้องการในการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความสะดวกในการเบิกจ่ายสารเคมีของห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการจัดการสารเคมีได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปวีณา เครือนิล และ ปัทมา นพรัตน์. (2564). แนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการและสารเคมี. *วารสารผลงานวิชาการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 10(10), 16–29.
- [2] จรรยา ชื่นอารมณ. (2565). การพัฒนาสารบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการทันตวัสดุ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *Mahidol R2R e-Journal*, 9(1), 29-42.

- [3] วริญดา ประทุมวัลย์. (2566). การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วารสารวิชาการ ปชมท, 12(1), 185–195.
- [4] คชสาร. (2560). ความหมายของ MMVC และโมดูลของคชสาร. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2568, จาก https://www.kotchasan.com/docs/ความหมายของ_mmvc_และโมดูลของคชสาร.html
- [5] คชสาร. (2560). เอกสารประกอบการใช้งาน Kotchasan PHP Framework. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2568, จาก <https://www.kotchasan.com/docs/1.html>
- [6] Kotchasan. (2017). Kotchasan Framework. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2568, จาก <https://docs.kotchasan.com/>
- [7] Vaswani, V. (2009). *MySQL Database Usage & Administration*. McGraw-Hill.
- [8] นวพล แก้วสุวรรณ, ธัญญลักษณ์ ใจเที่ยง และสิริกร บำรุงกิจ. (2563). การจัดการความรู้เพื่อก้าวสู่องค์กรดิจิทัลในยุคเทคโนโลยีพลิกผัน. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปกร, 40(4), 120–135.
- [9] Langer, A. M. (2016). *Guide to Software Development: Designing and Managing the Life Cycle* (2nd ed.). Springer.
- [10] Booch, G., Maksimchuk, R. A., Engle, M. W., Young, B. J., Conallen, J., & Houston, K. A. (2007). *Object-oriented analysis and design with applications* (3rd ed.). Addison-Wesley Professional.
- [11] บังอร ละเอียดออง และ ฉันทย์ศรี ฟูริจันทร์. (2567). การพัฒนาระบบเบิกจ่ายสารเคมี สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 7(21), 68–79.
- [12] วริญดา ประทุมวัลย์. (2566). การพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วารสารวิชาการ ปชมท, 12(1), 185–195.
- [13] ฉันทย์ศรี ฟูริจันทร์ และ บังอร ละเอียดออง. (2567). การพัฒนาระบบเบิกจ่ายวัสดุสำหรับงานวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วารสารเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร, 9(2), 85–100.