

การปรับปรุงระบบจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบโดยใช้การวางแผนผังอย่างเป็นระบบ
ในโรงงานผลิตสารเคมีทำความสะอาด
Improving the Storage System for Raw Material Containers Using Systematic
Layout Planning in a Cleaning Chemical Manufacturing Plant

สันติพงศ์ จิโรจน์กุลกิจ¹, ปัญจพนธ์ ปฐมชัยอัมพร² และธรรมวิทย์ ประเสริฐ³
Santipong Jirotkulkit¹, Panjapont Pathomchaiaumporn² and Thammawit Prasert³

¹ วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

^{2,3} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

Corresponding Author: prasert_t@silpakorn.edu

Received: June 5, 2026. Revised: July 21, 2026. Accepted: August 18, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบการจัดเก็บถังวัตถุดิบให้สอดคล้องกับหลักความปลอดภัยในการจัดการสารเคมี ลดความแปรปรวนและระยะทางในการค้นหาถังวัตถุดิบ และจัดทำแนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (Work Instruction: WI) สำหรับการจัดเก็บและการค้นหาถังวัตถุดิบภายในโรงงานผลิตสารเคมีทำความสะอาด เนื่องจากระบบจัดเก็บเดิมยังขาดการวางแผนผังที่เป็นระบบ ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายถังวัตถุดิบในระยะทางที่เกินความจำเป็น มีความแปรปรวนของเส้นทางการปฏิบัติงาน และยังไม่มีมาตรฐานการจัดเก็บที่ชัดเจน การวิจัยประยุกต์ใช้หลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ร่วมกับการจำแนกสารเคมีตามระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทสารเคมี พื้นที่จัดเก็บ ความถี่ในการใช้งาน และเส้นทางการเคลื่อนที่ของพนักงาน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิการดำเนินงาน (Flow Process Chart) แผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Activity Relationship Chart) และออกแบบผังการจัดเก็บใหม่ พร้อมจัดทำแนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (WI) เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดเก็บและการค้นหาถังวัตถุดิบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

ผลการศึกษาพบว่าผังการจัดเก็บที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดกลุ่มถังวัตถุดิบให้สอดคล้องกับหลักความเข้ากันได้ของสารเคมีตามระบบ GHS ช่วยลดความเสี่ยงจากการจัดเก็บสารเคมีที่ไม่เหมาะสม และลดระยะทางการเคลื่อนย้ายรวมลงได้ ร้อยละ 13.62 นอกจากนี้ การทดสอบประสิทธิภาพของผังใหม่พบว่าเวลาค้นหาถังวัตถุดิบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการวิเคราะห์ด้วย One-way ANOVA และการเปรียบเทียบรายคู่ด้วย LSD Test ($p < .05$) โดยพื้นที่จัดเก็บที่ออกแบบใหม่สามารถลดความแปรปรวนของเวลาค้นหาได้อย่างชัดเจน ขณะเดียวกัน แนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (WI) ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การจัดเก็บและการค้นหาถังวัตถุดิบเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ลดความคลาดเคลื่อนในการปฏิบัติงาน และสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บวัตถุดิบในโรงงานผลิตสารเคมี

คำสำคัญ: การวางแผนผังอย่างเป็นระบบ, การจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบ, การจัดเก็บสารเคมี, ระบบการจำแนกและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก, แนวปฏิบัติงานมาตรฐาน, โรงงานผลิตสารเคมีทำความสะอาด

Abstract

This research aimed to design a raw material container storage system in accordance with chemical safety principles, reduce the variability and travel distance associated with locating raw material containers, and develop a standardized Work Instruction (WI) for raw material container storage and retrieval in a cleaning chemical manufacturing plant. The existing storage system lacked a systematic layout, resulting in unnecessary material handling, inconsistent retrieval routes, and the absence of standardized operating procedures. The study applied Systematic Layout Planning (SLP) in conjunction with the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). Data were collected on chemical classifications, storage area characteristics, material usage frequency, and worker travel paths. The data were analyzed using Flow Process Charts and Activity Relationship Charts (ARC) to develop an improved storage layout and standardized work procedures.

The results indicated that the proposed storage layout effectively grouped raw material containers according to GHS chemical compatibility, thereby supporting compliance with chemical safety principles and reducing the risk of improper chemical storage. Furthermore, the redesigned layout reduced the total travel distance by 13.62%. Performance evaluation of the new layout showed a significant reduction in the variability of container retrieval time, with retrieval times differing significantly according to One-way ANOVA and confirmed by Fisher's Least Significant Difference (LSD) test ($p < .05$). In addition, the developed Work Instruction (WI) standardized storage and retrieval procedures, reduced operational inconsistencies, and contributed to improving the overall efficiency of the raw material storage system.

Keywords: Systematic Layout Planning (SLP), Raw Material Container Storage, Chemical Storage, Globally Harmonized System (GHS), Work Instruction (WI), Cleaning Chemical Manufacturing Plant

บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตสารเคมีทำความสะอาดเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องให้ความสำคัญกับการจัดการวัตถุดิบและความปลอดภัยเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติและระดับความเป็นอันตรายแตกต่างกัน การจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบจึงต้องเป็นไปตามหลักการจัดการสารเคมีที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการปนเปื้อน การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ และลดความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งช่วยให้การเบิกจ่ายวัตถุดิบเป็นไปอย่างรวดเร็วและถูกต้อง (ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551; กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2556, 2556)

แผนกจัดเตรียมวัตถุดิบเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของกระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นพื้นที่สำหรับรับจัดเก็บ คั่นหา และส่งมอบภาชนะบรรจุวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิต หากกระบวนการจัดเก็บไม่มีความเป็นระเบียบหรือไม่มีการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่ชัดเจน จะส่งผลให้พนักงานใช้เวลาค้นหามานาน เกิดการเดินซ้ำซ้อน มีการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และเพิ่มความเสี่ยงในการนำภาชนะที่ใช้กับสารเคมีต่างชนิดมาใช้งานร่วมกัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนหรืออันตรายจากปฏิกิริยาเคมีได้

จากการศึกษาสถานประกอบการกรณีศึกษา พบว่าระบบจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบยังไม่มีมีการกำหนดโซนจัดเก็บที่ชัดเจน ส่งผลให้เวลาค้นหาภาชนะในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยมีเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ 4.47–29.39 วินาที และมีค่าความแปรปรวนของเวลาค้นหาสูงถึง 267.51 วินาที ในบางพื้นที่ นอกจากนี้ การวิเคราะห์เส้นทางการเดินด้วย Spaghetti Diagram ยังพบว่าพนักงานมีการเดินย้อนกลับและเดินข้ามพื้นที่หลายครั้ง ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และเพิ่มโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการจัดเก็บสารเคมี

การวางแผนพื้นที่อย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) เป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานและคลังสินค้า โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของกิจกรรม การไหลของวัสดุ และข้อจำกัดด้านพื้นที่ เพื่อให้การเคลื่อนย้ายมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการขนถ่ายวัสดุ งานวิจัยของ Hu และ Chuang (2023) ได้ประยุกต์ใช้ SLP ร่วมกับอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางคลังสินค้าอิตาลี ส่งผลให้ต้นทุนการขนถ่ายวัสดุและระยะทางการหยิบสินค้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Aguirre Yataco และคณะ (2025) ได้นำเทคนิค SLP ร่วมกับการจัดกลุ่มสินค้าแบบ ABC มาออกแบบผังคลังอะไหล่ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ซึ่งช่วยเพิ่มผลิตภาพของคลังสินค้าและลดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น ขณะที่ Zhou และคณะ (2025) ได้ประยุกต์ใช้ SLP ร่วมกับแบบจำลอง FlexSim เพื่อปรับปรุงผังคลังสินค้าอุตสาหกรรมอาหาร พบว่าสามารถลดต้นทุนแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายวัสดุได้อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการไหลของวัสดุ การลดระยะทางการเคลื่อนย้าย หรือการเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้าเป็นหลัก โดยยังมียานวิจัยจำนวนน้อยที่บูรณาการ การวางแผนด้วย SLP ร่วมกับการจำแนกสารเคมีตามระบบ GHS การพิจารณาความเข้ากันได้ของสารเคมี (Chemical Compatibility) และการจัดทำแนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (Work Instruction) สำหรับระบบจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบในโรงงานผลิตสารเคมีทำความสะอาด ซึ่งเป็นประเด็นที่งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเพื่อยกระดับทั้งด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการจัดเก็บสารเคมี

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งประยุกต์ใช้หลักการ Systematic Layout Planning (SLP) ร่วมกับการจำแนกสารเคมีตามระบบ GHS เพื่อออกแบบระบบการจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบที่เหมาะสม ลดความแปรปรวน

และระยะทางในการค้นหาภาชนะ พร้อมจัดทำแนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (Work Instruction: WI) สำหรับการจัดเก็บและการค้นหาภาชนะ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและสนับสนุนความปลอดภัยในการจัดการสารเคมีภายในโรงงานผลิตสารเคมีทำความสะอาด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบระบบการจัดเก็บถังให้สอดคล้องกับหลักความปลอดภัยในการจัดการสารเคมี
2. เพื่อลดความแปรปรวนและระยะทางในการค้นหาถัง
3. เพื่อจัดทำแนวปฏิบัติงานมาตรฐาน (Work Instruction: WI) สำหรับการรับ การจัดเก็บ และการค้นถังวัตถุพิษ

การทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดการศึกษาการปฏิบัติงาน (Work Study)

เป็นแนวคิดการทำปฏิบัติงาน และปรับปรุงวิธีการทำงานร่วมกับการวัดเวลาในการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดความสูญเสีย และลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน โดยแบ่งออกเป็น การศึกษาการเคลื่อนไหวและการศึกษาเวลา ดังนี้

1. การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของพนักงานระหว่างการทำงาน เพื่อค้นหาการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดเวลาและต้นทุนในการปฏิบัติงาน

2. การศึกษาเวลา (Time Study) เป็นการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม เพื่อนำมากำหนดเวลามาตรฐานในการทำงาน ช่วยในการวางแผนกำลังคนและควบคุมประสิทธิภาพการผลิต (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2556)

แผนภูมิการไหลพื้นฐาน (Basic Flowchart) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของกระบวนการทำงานด้วยสัญลักษณ์มาตรฐาน ช่วยให้เห็นภาพรวมของงาน วิเคราะห์ปัญหา และค้นหาจุดที่ควรปรับปรุงได้ง่ายขึ้น (ประจวบ กล่อมจิตร, 2555)

แนวคิดการจัดการ 5 ส. เป็นแนวคิดในการจัดระเบียบสถานที่ทำงานให้สะอาด ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย ซึ่งช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2556)

การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เป็นการใช้ป้าย สี สัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อสื่อสารข้อมูลสำคัญให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ทันที ช่วยลดความผิดพลาดและทำให้การทำงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2556)

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals เป็นระบบสากลสำหรับการจำแนกประเภทและติดฉลากสารเคมี เพื่อสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการจัดเก็บ ขนส่ง และใช้งานสารเคมี (Apex Chemicals, 2568)

การจัดเก็บภาชนะสารเคมีหรือบรรจุภัณฑ์ การจัดเก็บอย่างปลอดภัยจะดำเนินการตามที่กำหนดในประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องคู่มือการเก็บรักษาสารเคมี และวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550 (ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551)

ความสูญเปล่า 8 ประการ (8 Wastes) เป็นแนวคิดของ Lean ที่มุ่งกำจัดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า เช่น การรอคอย การเคลื่อนย้าย การผลิตเกินความต้องการ และข้อบกพร่องของงาน เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน (กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, 2556; บริษัทสตัดิสท์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2568)

Systematic Layout Planning (SLP) เป็นวิธีการออกแบบผังพื้นที่อย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาการไหลของวัสดุ ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม และข้อจำกัดของพื้นที่ เพื่อให้เกิดการจัดวางที่เหมาะสมและลดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (ประจวบ กล่อมจิตร, 2555)

Spaghetti Diagram เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกและวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่ของคน วัสดุ หรืออุปกรณ์ในพื้นที่ปฏิบัติงาน ช่วยค้นหาการเดินหรือการเคลื่อนย้ายที่สูญเปล่า และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงผังพื้นที่ (Flexmini, 2568)

Box Plot เป็นกราฟทางสถิติที่ใช้แสดงการกระจายตัวของข้อมูลผ่านค่ามัธยฐาน ควอไทล์ และ Outlier ช่วยให้เราสามารถเปรียบเทียบข้อมูลหลายกลุ่มและมองเห็นความผิดปกติของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว (KUMIS, 2567)

One-way ANOVA เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป เพื่อทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ (จักรพงษ์ แผ่นทอง, 2568)

Least Significant Difference (LSD) Test เป็นการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่หลังจาก ANOVA พบว่ามีความแตกต่างของกลุ่ม ช่วยระบุว่ากลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มใดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จักรพงษ์ แผ่นทอง, 2568)

K-Means Clustering เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มข้อมูลโดยอาศัยความคล้ายคลึงของข้อมูลและระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของกลุ่ม (Centroid) ช่วยแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินใจ (ภาณุวัฒน์ พันธุ์รา, 2561)

ระบบการจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System) เป็นระบบที่ใช้บริหารการรับเข้า จัดเก็บ และจ่ายออกของวัตถุดิบหรือสินค้าอย่างเป็นระบบ ช่วยให้เราสามารถติดตามสินค้าคงคลังได้อย่างถูกต้อง ลดเวลาค้นหา และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า (ธนิต ไสรัตน์, 2552)

แผนผังเหตุและผล (Ishikawa Diagram หรือ Cause and Effect Diagram) แผนภูมิสาเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือแผนภูมิแก๊งปลา (Ishikawa Diagram) เป็นเครื่องมือเชิงทัศน์ในระบบบริหารจัดการคุณภาพ (7 QC Tools) ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) เพื่อจำแนกและจำกัดหมวดหมู่ปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญต่อปัญหา (ASQ, 2025) ในทางปฏิบัติการอุตสาหกรรม โครงสร้างของแผนภูมิมักจัดกลุ่มผ่านกรอบ "6Ms" (Manpower, Machine, Material, Method, Measurement, Environment) เพื่อแจกแจงโครงสร้างความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Soundararajan et al., 2021) วรรณกรรมร่วมสมัยชี้ให้เห็นว่า เครื่องมือนี้ได้รับการบูรณาการอย่างกว้างขวางในกระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root Cause Analysis: RCA) ร่วมกับเทคนิค 5 Whys ภายใต้มาตรฐานความปลอดภัยสากล เช่น ISO 45001 และการจัดการความปลอดภัยทางกระบวนการ (PSM) เพื่อแปลงความเสี่ยงที่เป็นนามธรรมไปสู่มาตรการเชิงรุก (SGS, 2026) ตลอดจนส่งเสริมความร่วมมือและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพภายในทีมงานพหุวิทยาการขององค์กร (Ovlachi, 2026)

วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนของขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วยขั้นตอนตั้งแต่การศึกษาปัญหาที่พบ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ความเข้ากันได้ของสารเคมี การวิเคราะห์ความถี่การใช้ถัง การกำหนดโซนจัดเก็บและการกำหนดมาตรฐานการรับ-คืนถัง

ศึกษาปัญหา

จากการศึกษากระบวนการทำงานของแผนกจัดเตรียมวัสดุดิบ พบว่าพนักงานต้องค้นหาและนำถังจากพื้นที่จัดเก็บมาใช้งาน ก่อนส่งต่อให้แผนกผลิต และเมื่อใช้งานเสร็จมีการนำถังกลับมาวางแบบไม่เป็นระบบ ส่งผลให้การจัดเก็บไม่มีความเป็นระเบียบ ขั้นตอนตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Flow Chart การทำงานแผนกจัดเตรียม

ที่มา : ผู้วิจัย

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังเหตุและผล (Ishikawa Diagram) พบว่าหนึ่งในสาเหตุสำคัญคือการจัดเก็บถังที่ไม่มีการแบ่งโซนอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาการทำงาน (Time Study) โดยจับเวลาการค้นหาถังในแต่ละโซน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาการค้นหา ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เวลา (วินาที) และความแปรปรวนในการค้นหาถัง

พนักงาน	เวลาเฉลี่ย	ความแปรปรวน
ห้องแบ่งถ่ายกรด-ด่าง	4.47	2.30
โซนจัดเตรียมน้ำหอม	20.47	90.46
โซนจัดเตรียมถัง 200 ลิตร	22.72	77.29
โซนจัดเตรียมถังเบ้าท์	29.39	267.51

จากตาราง 1 ผลการจับเวลาในการค้นหาถังและความแปรปรวน พบว่าได้เก็บข้อมูลเวลาในแต่ละโซนจำนวน 10 ครั้ง เพื่อให้ครอบคลุมความแปรปรวนของการปฏิบัติงานภายใต้สภาพการทำงานจริง และเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างโซน จากนั้นจึงใช้ Box Plot เพื่อตรวจสอบลักษณะการกระจายของข้อมูล ความแปรปรวน และค่าผิดปกติ (Outliers) ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA ผลการวิเคราะห์พบว่าเวลาค้นหาถังในแต่ละโซนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 3 และเมื่อทดสอบเปรียบเทียบรายคู่ด้วย Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test พบว่าโซนห้องแบ่งถ่ายมีเวลาค้นหาถังแตกต่างจากโซนอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 3

Factor Information

Factor	Levels	Values
กลุ่ม	4	โซนจัดเตรียมถัง 200 ลิตร, โซนจัดเตรียมถังเบ้าท์, โซนจัดเตรียมน้ำหอม, ห้องแบ่งถ่ายกรด-ด่าง

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
กลุ่ม	3	3349	1116.4	10.21	0.000
Error	36	3938	109.4		
Total	39	7287			

ภาพที่ 2 ผลวิเคราะห์ One-way ANOVA

ที่มา : ผู้วิจัย

Fisher Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Fisher LSD Method and 95% Confidence

กลุ่ม	N	Mean	Grouping
โซนจัดเตรียมถังเบ้าท์	10	29.39	A
โซนจัดเตรียมถัง 200 ลิตร	10	22.72	A
โซนจัดเตรียมน้ำหอม	10	20.47	A
ห้องแบ่งถ่ายกรด-ด่าง	10	4.468	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher Individual Tests for Differences of Means

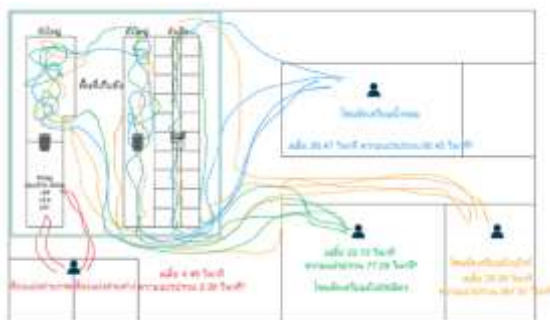
Difference of Levels	Difference of Means	SE of Difference	95% CI	T-Value	Adjusted P-Value
โซนจัดเตรียม - โซนจัดเตรียม	6.68	4.68	[-2.81, 16.16]	1.43	0.162
โซนจัดเตรียม - โซนจัดเตรียม	-2.24	4.68	[-11.73, 7.24]	-0.48	0.634
ห้องแบ่งถ่าย - โซนจัดเตรียม	-18.25	4.68	[-27.74, -8.76]	-3.90	0.000
โซนจัดเตรียม - โซนจัดเตรียม	-8.92	4.68	[-18.41, 0.57]	-1.91	0.064
ห้องแบ่งถ่าย - โซนจัดเตรียม	-24.93	4.68	[-34.41, -15.44]	-5.33	0.000
ห้องแบ่งถ่าย - โซนจัดเตรียม	-16.00	4.68	[-25.49, -6.52]	-3.42	0.002

Simultaneous confidence level = 80.32%

ภาพที่ 3 ผลวิเคราะห์ LSD test

ที่มา : ผู้วิจัย

การวิเคราะห์เส้นทางการเดิน (Spaghetti Diagram) แสดงให้เห็นว่ามีการเดินซ้ำซ้อนและวุ่นตามภาพที่ 4 ซึ่งสะท้อนถึงการจับเก็บที่ไม่มีระบบ นอกจากนี้ยังพบปัญหาการจัดเก็บสารเคมีที่ไม่เข้ากันไว้ใกล้กัน และบางถังไม่มีป้ายแสดงอันตรายตามระบบ GHS (กฎกระทรวง, 2556)



ภาพที่ 4 เส้นทางการเดินของพนักงาน

ที่มา : ผู้วิจัย

สรุปปัญหาได้ว่าใช้เวลาค้นหาถังนานและไม่สม่ำเสมอ การจัดเก็บไม่เป็นระบบและไม่มีการแบ่งโซนชัดเจน มีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยจากการจัดเก็บสารเคมีไม่ถูกต้อง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบพื้นที่จัดเก็บ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ขนาดถังและพาเลท รวมถึงจำนวนถังในแต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และออกแบบผังการจัดเก็บให้เหมาะสม

การวิเคราะห์ความเข้ากันได้ของสารเคมี

อ้างอิงจากคู่มือการจัดเก็บสารเคมีและระบบ GHS ได้ทำการจำแนกกลุ่มสารเคมีตามความเข้ากันได้ใหม่ ตามภาพที่ 6 เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นอันตราย โดยกำหนดแนวทางการแยกโซนจัดเก็บให้เหมาะสมกับประเภทของสารเคมีแต่ละกลุ่ม (Apex Chemicals, 2568; ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551)



ภาพที่ 5 ตารางความเข้ากันได้ของสารเคมี

ที่มา : ผู้วิจัย

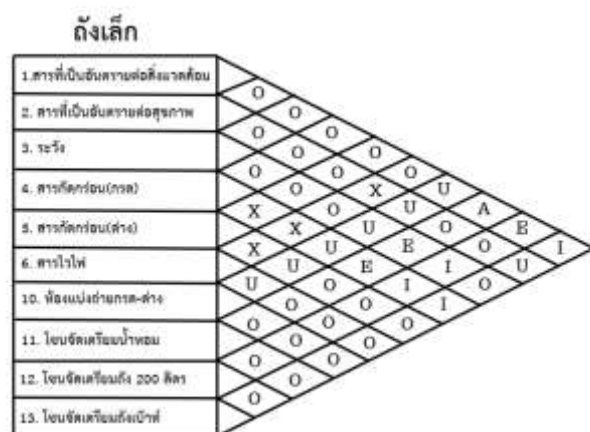
การวิเคราะห์ความถี่การใช้ถัง

รวบรวมข้อมูลการใช้งานวัตถุอันตรายในช่วงเดือนมกราคม–เมษายน เพื่อวิเคราะห์ความถี่การใช้ถัง โดยกำหนดเงื่อนไขในการเลือกขนาดถังให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้งานของแต่ละกลุ่ม ซึ่งช่วยให้สามารถจัดสรรพื้นที่จัดเก็บได้อย่างเหมาะสม

การกำหนดโซนการจัดเก็บ

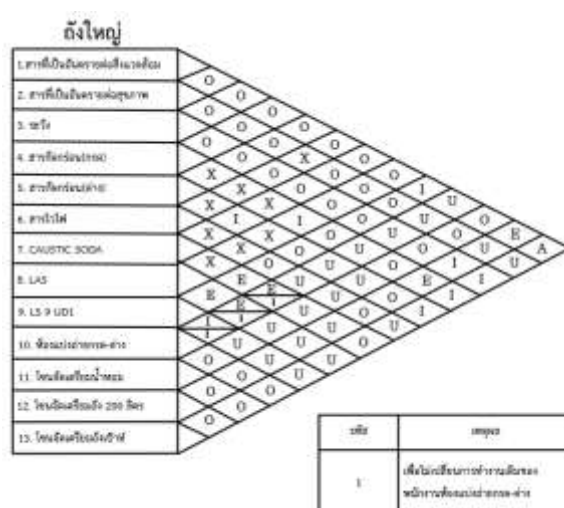
ทำการคำนวณพื้นที่จัดเก็บจากปริมาณการใช้งานสูงสุดต่อวัน โดยแบ่งพื้นที่เป็นโซนถังเล็กและถังใหญ่ พร้อมกำหนดจำนวนตำแหน่งจัดเก็บให้เหมาะสมกับที่ใช้งานจริง

จากนั้นนำข้อมูลความถี่การใช้และความเข้ากันได้ของสารเคมีมาวิเคราะห์ร่วมกับเทคนิค K-Means Clustering และหลักความสัมพันธ์กิจกรรม (A-E-I-O-U) เพื่อจัดทำ Relationship Chart ตามภาพที่ 6 และ 7 และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผังตามหลัก SLP



ภาพที่ 6 แผนภูมิความสัมพันธ์ (ถังเล็ก)

ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 7 แผนภูมิความสัมพันธ์ (ถังใหญ่)

ที่มา : ผู้วิจัย

นอกจากนี้ ได้ประยุกต์ใช้หลัก Visual Control และ 5 ส. เพื่อกำหนดตำแหน่งจัดเก็บให้ชัดเจน ลดความสับสน และเพิ่มความเป็นระเบียบของพื้นที่

การกำหนดมาตรฐานการรับ-คืนถัง

ได้จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในการรับและคืนถังให้สอดคล้องกับกระบวนการคลังสินค้า ได้แก่ การรับเข้า การจัดเก็บ การควบคุม และการนำออก โดยกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบ การติดป้าย และการจัดเก็บตามโซนที่กำหนดเพื่อให้การดำเนินงานมีความเป็นระบบ ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มความปลอดภัย

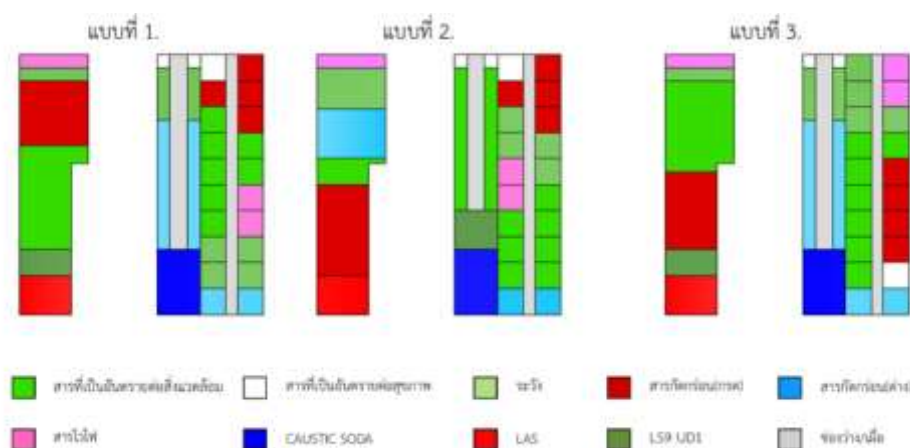
ผลการวิจัย

ผลการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการอภิปรายผลดังแสดงต่อไปนี้

ผลการออกแบบระบบจัดเก็บถังตามหลักความปลอดภัย

จากขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้กล่าวไว้ ตั้งแต่การกำหนดขนาดพื้นที่จัดเก็บของถังประเภทต่าง ๆ การประเมินความเข้ากันได้ของสารเคมีตามระบบ GHS รวมถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโซนต่าง ๆ ตามหลักการ Systematic Layout Planning (SLP) ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบผังพื้นที่จัดเก็บถังในแผนกจัดเตรียมวัตถุดิบ

โดยผลการวิเคราะห์นี้ได้พัฒนาเป็นผังพื้นที่จำนวน 3 แบบตามภาพที่ 8 ซึ่งแต่ละแบบมีการจัดวางที่แตกต่างกัน ทั้งด้านระยะการเคลื่อนย้าย ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า ผังแต่ละแบบจึงมีจุดเด่น จุดสังเกต และความเหมาะสมที่ต่างกันตามลักษณะการใช้งานจริงของพื้นที่



ภาพที่ 8 ผังทั้ง 3 แบบ

ที่มา : ผู้วิจัย

จากผลระยะทางการเดินรวมของผังทั้ง 3 แบบและเงื่อนไขความเข้ากันได้ของสารเคมี จะสรุปคะแนนของแต่ละผังที่เลือกโดยเราจะกำหนดน้ำหนักคะแนนเงื่อนไขความเข้ากันได้ของสารเคมีมากที่สุด (1.5 คะแนน) น้ำหนักคะแนนเงื่อนไขระยะทาง (1 คะแนน) โดยผังที่ได้คะแนนน้อยที่สุดจะเป็นผังที่เหมาะสมที่สุด ผลได้ตามตาราง 2

ตาราง 2 คะแนนของผังแต่ละแบบ

ผังแบบที่	ความปลอดภัย	อันดับ	ระยะทางโดยรวม	อันดับ	คะแนนรวม
แบบที่ 1.	ปานกลาง	3	6285.58 เมตร	1	5.5
แบบที่ 2.	ดี	1	6810.91 เมตร	3	4.5
แบบที่ 3.	ดี	1	6453.18 เมตร	2	3.5
ปัจจุบัน	ไม่ดี	4	7471.18 เมตร	4	10

จากตาราง 2 โดยในเรื่องของความปลอดภัยถ้าดูแบบผิวเผินสารที่เข้ากันไม่ได้ ผังทั้ง 3 แบบไม่ได้อยู่ติดกันแต่ผังแบบที่ 1 สารกัดกร่อน (กรด) ค่อนข้างอยู่ใกล้กับสารไวไฟ ระดับความปลอดภัยเลยลดลงมา จากผังที่มีระยะทางโดยรวมสั้นที่สุดแต่เนื่องด้วยเราให้น้ำหนักของความปลอดภัยเป็นหลักทำให้ผังแบบที่ 2 และ 3 เป็นตัวเลือกที่ดีกว่า โดยผังแบบที่ 2 มีระยะทางโดยรวมที่มากที่สุดส่งผลให้การเลือกผังรูปแบบที่ 3 เหมาะสมที่สุดและเมื่อเทียบกับผังปัจจุบันก็จะเห็นว่ามีการเดินที่สั้นกว่าประมาณ 13.62 % อีกด้วย

ผลการกำหนดมาตรฐานในการรับ/คืนถัง

จากการศึกษาการเดินของพนักงานและปัญหาความไม่เป็นระเบียบภายในพื้นที่จัดเก็บถัง พบว่าขาดขั้นตอนปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของเวลาในการค้นหาถังและความเสี่ยงด้านความปลอดภัย ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับ/คืนถังขึ้นใหม่ เพื่อให้ขั้นตอนการทำงานมีความชัดเจน และสอดคล้องกับผังการจัดเก็บที่ออกแบบไว้ ผลลัพธ์ที่ได้คือคู่มือการปฏิบัติงานที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่การรับเข้า การจัดเก็บ การควบคุมพื้นที่ ไปจนถึงการนำถังออกจากพื้นที่จัดเก็บอย่างถูกต้อง ได้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดแนวทางและขั้นตอนมาตรฐานในการคืนภาชนะแบ่งถ่ายหลังใช้งานให้ถูกต้องตามโซนที่กำหนดเพื่อเพิ่มความเป็นระเบียบเรียบร้อยของพื้นที่จัดเก็บ, ความสะดวกในการนำถังกลับมาใช้งาน, ส่งเสริมความปลอดภัยในการจัดการสารเคมีและลดความเสี่ยงจากการจัดเก็บไม่ถูกต้อง

2. ขอบเขต ครอบคลุมขั้นตอนการคืนและจัดเก็บภาชนะทุกประเภทในพื้นที่จัดเก็บถัง

3. ผู้รับผิดชอบ พนักงานทุกคนที่เบิกและคืนภาชนะแบ่งถ่าย

4. คำจำกัดความ ไม่มี

5. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1) วิธีการจัดเก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (QMS-IS-30-001)

2) หน้าที่รับผิดชอบเพื่อป้องกันและระงับอัคคีภัยและสารเคมีหกรั่วไหล (EMS-IS-23-401)

3) ทฤษฎีแผนป้องกันระงับอัคคีภัยและเคมีหกรั่วไหล (EMS-IS-23-402)

6. รายละเอียดการทำงาน

1) การรับคืนภาชนะ (Receiving)

1.1) ตรวจสอบสภาพของถังว่ามีป้ายบ่งชี้ถึงชื่อและสัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมีนั้นหรือไม่ และตัวถังอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือป่าว

1.2) ถ้าสภาพของถังไม่เป็นไปตามข้อ 4.2.6.1.1 ให้อย่าพียงนำถังเก็บเข้าพื้นที่ กำหนดให้วางไว้บนพาเลทที่ทางเดินก่อนถ้าไม่มีป้ายให้ทำการเบิกป้ายมาติด ถ้าถังไม่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ให้นำไปที่พื้นที่ทิ้ง

2) การจัดเก็บภาชนะเข้าพื้นที่ (Put Away)

2.1) การคืนภาชนะขนาดใหญ่ที่พื้นที่จัดเก็บถัง

2.1.1) การวางภาชนะแบ่งถ่ายขนาดใหญ่ (ถัง 100 – 200 ลิตร) อนุญาตให้วางซ้อนกันได้

สูงสุด 2 ชั้น

2.1.2) การคืนภาชนะแบ่งถ่ายขนาดใหญ่ (ถัง 100 – 200 ลิตร) ให้วางอยู่ในจุดที่กำหนดไว้ตามสัญลักษณ์แสดงความปลอดภัย

2.2) การคืนภาชนะขนาดเล็กที่พื้นที่จัดเก็บถัง

2.2.1) การคืนภาชนะแบ่งถ่ายขนาดเล็ก (กระป๋องและถังปากกว้าง) ให้วางไว้บนพาเลทที่อยู่ในจุดที่กำหนดไว้ตามสัญลักษณ์แสดงความปลอดภัยโดยมีเงื่อนไขว่าไม่ให้วางถึงปากกว้างซ้อนกัน มากกว่า 2 ชั้นและอนุญาตให้วางกระป๋องซ้อนถึงปากกว้างได้อีกแค่ชั้นเดียว การวางกระป๋องบนพาเลทเดี่ยวๆ ไม่อนุญาตให้วางซ้อนกันเพื่อป้องกันการล้ม

2.2.2) ภาชนะที่ใช้ในการแบ่งถ่ายขนาดเล็กอื่นๆที่ไม่ใช่กระป๋องและถังปากกว้างให้วางบนพาเลทเปล่าที่กำหนดไว้ให้

3) การจัดเก็บและควบคุมพื้นที่ (Storage)

3.1) หมั่นตรวจสอบว่าถังได้เก็บอยู่ในจุดที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าไม่ให้ทำการย้ายให้ถูกต้อง

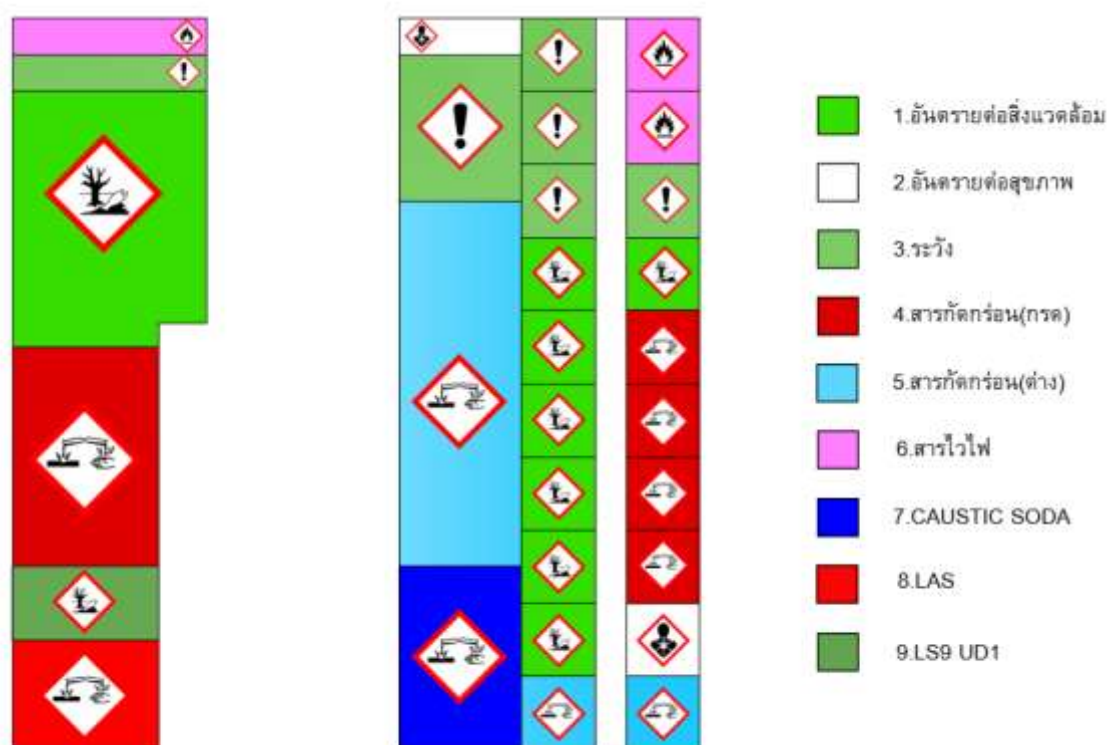
3.2) เมื่อพบถังที่ไม่มีป้ายบ่งชี้ให้ปฏิบัติตามข้อ 4.2.6.1.2

3.3) ควรทำความสะอาดพื้นที่เก็บถังเป็นประจำอย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง

4) การนำออก (Dispatch)

4.1) สามารถนำถังออกไปใช้ได้โดยต้องใช้ถังที่มีป้ายบ่งชี้ตรงกับสารที่จะทำการแบ่งถ่ายเท่านั้น

7. ผังแสดงจุดที่กำหนดไว้ตามสัญลักษณ์แสดงความปลอดภัยตามภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผังแสดงสัญลักษณ์แสดงความปลอดภัยของสารเคมี

ที่มา : ผู้วิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

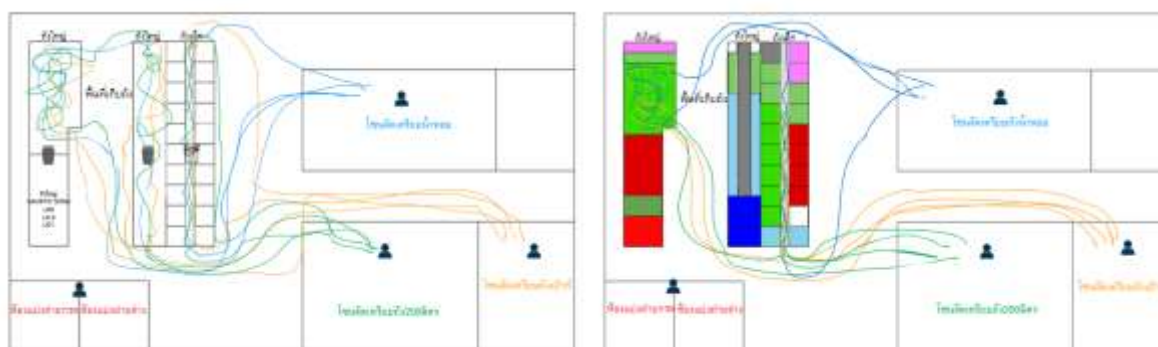
การดำเนินโครงการปรับปรุงระบบการจัดเก็บถังของแผนกจัดเตรียมวัตถุดิบ สามารถสรุปผลการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ได้ดังนี้

เพื่อออกแบบระบบการจัดเก็บถังให้เป็นไปตามหลักความปลอดภัยในการจัดการสารเคมี

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ Systematic Layout Planning (SLP) ร่วมกับการจำแนกสารเคมีตามระบบ Globally Harmonized System (GHS) ตามภาพที่ 9 สามารถออกแบบผังการจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุดิบที่มีความเป็นระบบมากขึ้น โดยการจัดกลุ่มสารเคมีตามคุณสมบัติ ความเข้ากันได้ของสารเคมี (Chemical Compatibility) และความถี่ในการใช้งาน ทำให้แต่ละพื้นที่จัดเก็บมีขอบเขตการใช้งานที่ชัดเจน ลดโอกาสการจัดเก็บสารเคมีผิดประเภท และเอื้อต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับหลักการของ Muther (1973) ซึ่งอธิบายว่าการวางผังที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมและการไหลของวัสดุช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hu และ Chuang (2023) ที่รายงานว่าการประยุกต์ใช้ SLP สามารถลดต้นทุนการเคลื่อนย้ายและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบคลังสินค้าได้

เพื่อลดความแปรปรวนของเส้นทางการเดินและระยะทางในการค้นหาถัง

ผลการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุงด้วย Spaghetti Diagram ตามภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าผังจัดเก็บใหม่ช่วยลดความซับซ้อนของเส้นทางการเดิน ลดการเดินย้อนกลับ และลดการเคลื่อนย้ายที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value Added Activities) ส่งผลให้ระยะทางรวมในการค้นหาถังลดลงร้อยละ 13.62 การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการจัดวางพื้นที่โดยพิจารณาความถี่ในการใช้งานและความสัมพันธ์ของพื้นที่สามารถลดความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนที่ (Motion Waste) และการขนย้าย (Transportation Waste) ตามแนวคิด Lean Manufacturing ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการออกแบบคลังสินค้าที่พบว่า การจัดวางพื้นที่อย่างเหมาะสมช่วยลดเวลาปฏิบัติงานและเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของวัสดุ



ภาพที่ 10 เส้นทางการเดินก่อนและหลังปรับปรุง

ที่มา : ผู้วิจัย

เพื่อจัดทำแนวปฏิบัติ (Standard Work Instruction) สำหรับการรับและคืนถัง

การจัดทำ Work Instruction (WI) สำหรับการรับ การจัดเก็บ การควบคุมพื้นที่ และการเบิกจ่าย ภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายตามภาพที่ 11 ช่วยกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานให้เป็นแนวทางเดียวกัน ลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างของผู้ปฏิบัติงาน และสนับสนุนให้ระบบจัดเก็บที่ออกแบบขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการมาตรฐานงาน (Standardized Work) ที่ระบุว่าการกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ชัดเจนเป็นพื้นฐานสำคัญของการควบคุมคุณภาพ การลดความแปรปรวนของกระบวนการ และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) นอกจากนี้ การมีมาตรฐานการปฏิบัติงานยังช่วยสนับสนุนการฝึกอบรมพนักงานใหม่และเพิ่มความสม่ำเสมอของการดำเนินงานภายในโรงงาน



ภาพที่ 11 คู่มือสำหรับการรับ/คืนถัง
ที่มา : ผู้วิจัย

โดยภาพรวม ผลการวิจัยยืนยันว่าการบูรณาการ Systematic Layout Planning (SLP) ร่วมกับหลักการจำแนกสารเคมีตามระบบ GHS และ การจัดทำ Work Instruction สามารถยกระดับประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายได้ทั้งด้านการจัดการพื้นที่ การลดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน ส่งผลให้การดำเนินงานมีความเป็นระบบมากขึ้น พร้อมทั้งสนับสนุนความปลอดภัยในการจัดเก็บสารเคมีและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบในโรงงานผลิตรสเคมีทำความสะอาด

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การปรับปรุงมีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น ควรมีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานถึงในระดับรายวันเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์และสนับสนุนการตัดสินใจในอนาคต พร้อมทั้งส่งเสริมการอบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการจัดเก็บและการใช้ระบบ GHS อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง นอกจากนี้ควรกำหนดการตรวจสอบการปฏิบัติงานเป็นระยะเพื่อรักษามาตรฐานที่กำหนด และพิจารณานำเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบติดตามด้วยบาร์โค้ดหรือ RFID มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามและลดความผิดพลาดจากมนุษย์ในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2556. (2556). *ราชกิจจานุเบกษา*, 130(113 ก), 15.
- กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. (2556). *การศึกษาการทำงานอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตแบบยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จักรพงษ์ แผ่นทอง. (2568). SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA). สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://krujakkrapong.com/spss-one-way-anova/>
- เชษฐเนติ ศรีสอาน. (2568). การหาค่า k ของ K-means ด้วยวิธี Elbow Method. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://chetnetisrisaan.medium.com/>
- ธนิต โสรัตน์. (2552). *คู่มือการจัดการคลังสินค้าและการกระจายสินค้า*. กรุงเทพฯ: วี-เชิร์ฟ โลจิสติกส์. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550. (2551) *ราชกิจจานุเบกษา*, 124(พิเศษ 5 ง), 24–25.
- ประจวบ กล่อมจิตร. (2555). *การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภาณุวัฒน์ พันธุ์ธนา. (2561). การทดสอบ LSD หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://statbypanuwat.blogspot.com/2018/06/lsd-post-hoc-test.html>
- บริษัทสตูดิโอ (ประเทศไทย) จำกัด. (2568). *กิจกรรม 5ส คืออะไร?*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://teachme-biz.com/blog/5s-activity/>
- บริษัทสตูดิโอ (ประเทศไทย) จำกัด. (2568). *ความสูญเปล่า 8 ประการคืออะไร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://teachme-biz.com/blog/reduce-waste/>
- Apex Chemicals. (2568). *การจัดการของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://www.apexchemicals.co.th/blogDetails.php?id=557>
- Flexmini. (2568). *ประโยชน์ของการใช้ Spaghetti Diagram*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://flexmini.com/ประโยชน์ของการใช้-spaghetti-diagram-พัฒนา/>
- KUMIS. (2567). Box plot มีตัวอย่างใดเรามาแปลความหมายกันเถอะ. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2568 จาก <https://kumis.ku.ac.th/main/2024/11/27/boxplot>
- Hu, X. and Chuang, Y. F. (2023) E-commerce Warehouse Layout Optimization: Systematic Layout Planning Using a Genetic Algorithm, *Electronic Commerce Research*, 23, 97– 114. <https://doi.org/10.1007/s10660-021-09521-9>
- Aguirre Yataco, C., Rosillo Zela, A., Quispe, W., Trinidad Lopezela, J., Chavez, H., Raymundo, C. and Domínguez, F. (2025) Design and Layout of Warehouses to Increase Productivity Using ABC and SLP Techniques in a Mining Company, *International Journal of Civil Engineering*, 12(6). 105–121, 2025. <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V12I6P110>
- Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planning* (2nd ed.). Cahners Books.
- Zhou, S., Liu, L. and Liu, Y. (2025). Research on Facility Layout Optimization of Food Warehouse Based on SLP Method and FlexSim Simulation, *Asia Pacific Economic and Management Review*, 1(1). <https://doi.org/10.62177/apemr.v1i1.278>