

การประยุกต์ใช้ FlexSim และการวางแผนคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (SLP) เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในคลังสินค้าอุตสาหกรรม
Application of FlexSim and Systematic Layout Planning (SLP) to
Enhance Supply Chain Management Efficiency in Industrial
Warehouses

กัญญารัตน์ ศรีม่วง¹ และจิรวดี อินทกาญจน์²

Kanyarat Srimuang¹ and Jirawadee Intakarn²

Received date: March 1, 2025

Revised date: December 17, 2025

Accepted date: December 17, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบการวางแผนคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (SLP) โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สำหรับคลังสินค้าอุตสาหกรรมและ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในคลังสินค้าอุตสาหกรรมจากการประยุกต์ใช้การวางแผนคลังสินค้าอย่างเป็นระบบร่วมกับโปรแกรม FlexSim ใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ในส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและดำเนินงานคลังสินค้า จำนวน 80 คน จากประชากรทั้งหมด 100 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim ร่วมกับการวางแผนแบบเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการและปรับปรุงระบบคลังสินค้า ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วย FlexSim ในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบคลังสินค้าด้วย SLP สามารถลดเวลาการดำเนินงานจาก 124 นาที เหลือ 108 นาที ช่วยให้การ

¹ นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² อาจารย์ ดร., หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, E-mail: jirawadee_i@rmutt.ac.th (Corresponding author)

บริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพมากขึ้น พร้อมทั้งลดจุดคอขวดเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า และลดต้นทุนแรงงาน ดังนั้น องค์กรสามารถใช้ FlexSim และ SLP เพื่อปรับปรุงผังคลังสินค้า ลดเวลาการดำเนินงาน และเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์

คำสำคัญ : โปรแกรม FlexSim, การวางผังคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (SLP), ประสิทธิภาพการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทาน, คลังสินค้าอุตสาหกรรม

Abstract

This research aims to 1) study the application of simulation using FlexSim to analyse and improve the efficiency of supply chain management in industrial warehouse systems. 2) Evaluate the impact of simulation on the operational efficiency of industrial warehouse systems. The study employs a mixed methods research approach. The research population consists of 100 employees involved in warehouse management and operations, with a sample group of 80 individuals selected through simple random sampling. The research tools include a questionnaire and simulation using the FlexSim software. Experts validated the quality of the research instruments. Data collection was conducted using questionnaires and in-depth interviews, while data analysis was performed using FlexSim Simulation. The research findings indicate that applying FlexSim simulations to analyse and improve the warehouse system using SLP (systematic layout planning) successfully reduces operational time from 124 minutes to 108 minutes. This led to increased efficiency in supply chain management, reduced bottlenecks, improved inventory storage, and lowered labour costs. Thus, organisations can use FlexSim and SLP to optimise warehouse layouts, reduce operational times, and enhance logistics efficiency.

Keywords: FlexSim, Systematic Layout Planning (SLP), Supply Chain Management Efficiency, Industrial Warehouse

1. บทนำ

คลังสินค้าถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานในยุคปัจจุบัน เพราะช่วยให้องค์กรสามารถบริหารสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดต้นทุน และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (Christopher, 2016) สำหรับการค้าระหว่างประเทศนั้น คลังสินค้าปลอดอากรมีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากช่วยลดภาระภาษีและเพิ่มความคล่องตัวในการจัดการสินค้า ทั้งด้านการจัดเก็บและการกระจายสินค้า (Rushton et al., 2017) ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ระดับนานาชาติ ได้พัฒนาบริการคลังสินค้าที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นคลังสินค้าทั่วไป คลังสินค้าปลอดอากร หรือคลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ การมีระบบคลังสินค้าที่ครบวงจรเช่นนี้ ช่วยสนับสนุนให้ธุรกิจนำเข้าและส่งออกสามารถบริหารทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันบนเวทีการค้าโลก

กรณีศึกษาประสบปัญหาในการบริหารพื้นที่คลังสินค้า โดยมีสาเหตุหลายประการ เช่น พนักงานยังขาดความเชี่ยวชาญในการจัดการพื้นที่ บริษัทมีเครื่องจักรไม่เพียงพอต่อการทำงาน และมักเจอปัญหาวัตถุดิบมาส่งล่าช้าหรือเสียหายระหว่างทาง นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมในคลังสินค้าไม่เอื้อต่อการทำงาน ทั้งพื้นที่ขรุขระและอากาศร้อน ขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน ส่งผลให้การขนถ่ายสินค้าล่าช้า บริษัทต้องจ่ายค่าล่วงเวลาให้พนักงานและเสียค่าปรับจากการที่รถขนส่งต้องจอดรอนานที่สำคัญคือ การจัดเก็บสินค้าที่ไม่เป็นระเบียบทำให้เสียพื้นที่โดยเปล่าประโยชน์ ทำให้คลังสินคารับสินค้าได้น้อยลง ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานของบริษัทโดยรวม

การศึกษานี้จึงมีผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการวางแผนคลังสินค้าอย่างเป็นระบบมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแผนผังใหม่ และใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim ในการประเมินประสิทธิผลของการปรับปรุงโดยมีเหตุผลในการเลือกใช้ FlexSim เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถสูงในการจำลองระบบโลจิสติกส์และคลังสินค้าด้วยแบบจำลองสามมิติ (3D Simulation) ซึ่งช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน มีความยืดหยุ่นในการปรับปรุงกระบวนการ และรองรับการวิเคราะห์ทางสถิติที่แม่นยำ อีกทั้งยังใช้งานง่ายและได้รับการยอมรับในวงการอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์อื่น เช่น Arena หรือ AnyLogic แล้ว FlexSim มีจุดแข็งที่โดดเด่นในด้านการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (visualization) และส่วนติดต่อผู้ใช้ (user interface) ที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้ ทำให้สามารถสื่อสารผลการวิเคราะห์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ดียิ่งขึ้น ผลการดำเนินการพบว่าสามารถลดความสูญเสียในการเคลื่อนย้ายสินค้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่องว่างองค์ความรู้ที่นำไปสู่การศึกษานี้ คือ การขาดกรอบแนวคิดที่เป็นระบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่คลังสินค้า ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนแฝงจากระยะเวลารอคอยและความสูญเสียในกระบวนการขนย้ายสินค้า ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงโครงสร้างเชิงกายภาพและกระบวนการปฏิบัติงาน เพื่อลดความสูญเสียและยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบการวางผังคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (SLP) โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สำหรับคลังสินค้าอุตสาหกรรม
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในคลังสินค้าอุตสาหกรรมจากการประยุกต์ใช้การวางผังคลังสินค้าอย่างเป็นระบบร่วมกับโปรแกรม FlexSim

3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

3.1 การวางผังคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning - SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) เป็นวิธีการที่มีโครงสร้างที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเค้าโครงสิ่งอำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพและเวิร์กโฟลว์ งานวิจัยล่าสุดเน้นการประยุกต์ใช้ในการก่อสร้าง ห้องปฏิบัติการ และการผลิต การประยุกต์ใช้แนวคิดการวางผังอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ในบริบทที่หลากหลาย โดยมุ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของ SLP ในการรับมือกับความท้าทายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดโครงสร้างพื้นที่และกระบวนการภายในคลังสินค้า ทั้งนี้จะนำเสนอกรณีศึกษาที่สะท้อนถึงผลลัพธ์ของการใช้งาน SLP เพื่อชี้ให้เห็นว่าการวางผังที่เหมาะสมสามารถช่วยลดความสูญเสีย เพิ่มประสิทธิภาพ และสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนผังไซต์ก่อสร้าง SLP ได้รับการรวมเข้ากับการวางแผนผังไซต์งานก่อสร้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวและการจัดสรรอุปกรณ์การศึกษา เสนออัลกอริทึมทางพันธุกรรมที่ใช้ SLP ซึ่งปรับปรุงประสิทธิภาพของเค้าโครงโดยลดระยะทางระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวก จึงช่วยเพิ่มการไหลของโลจิสติกส์และความปลอดภัย (Borges et al., 2024) การเพิ่มประสิทธิภาพเค้าโครงห้องปฏิบัติการ ในการตั้งค่าห้องปฏิบัติการ SLP ถูกนำไปใช้ควบคู่ไปกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อออกแบบห้องปฏิบัติการออกแบบผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมใหม่แนวทางนี้ส่งผลให้มีการกำหนดค่าใหม่ 13 แบบที่ปรับปรุงการใช้พื้นที่และความสามารถในการปรับตัว ตอบสนอง ความต้องการที่พัฒนาขึ้นของห้องปฏิบัติการ (Sihotang and Jawak, 2024) การปรับปรุงโรงงานผลิต SLP ยังถูกนำไปใช้ในองค์กรขนาดเล็กและขนาดกลางเพื่อปรับปรุงรูปแบบการผลิต การวิจัยระบุว่าการเลือกรูปแบบทางเลือกลดระยะทางและต้นทุนในการจัดการวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน (Febriani and Wurjaningrum, 2024; Yanto et al., 2024) ในทำนองเดียวกัน ในบริบทการผลิตที่ใหญ่ขึ้น SLP อำนาจความสะดวกในการจัดวางใหม่ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการขนส่ง โดยจัดการกับความล่าช้าในการจัดส่ง (Winarno and Karningsih, 2024)

3.2 การจำลองสถานการณ์ด้วย FlexSim (FlexSim Simulation)

การจำลองสถานการณ์ด้วย FlexSim เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากความสามารถในการสร้างแบบจำลองขั้นสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ สภาพแวดล้อมการจำลอง 3 มิติของ FlexSim ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นและวิเคราะห์กระบวนการที่ซับซ้อนระบุคอขวดและการใช้งาน FlexSim ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเวิร์กโฟลว์โดยลดความสูญเปล่าและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้เหมาะสม ส่วนถัดไปจะแสดงรายละเอียดการใช้งานหลักและประโยชน์สำคัญของ FlexSim ในการจำลองสถานการณ์ของระบบคลังสินค้า

การประยุกต์ใช้ในระบบการผลิต การระบุคอขวด FlexSim ช่วยให้สามารถจำลองกระบวนการผลิตเพื่อระบุความขาดประสิทธิภาพ นำไปสู่ประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้น (Lewicki et al., 2024) การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ด้วยการสร้างแบบจำลองสายการประกอบ นักวิจัยปรับจังหวะการผลิตให้เหมาะสมส่งผลให้ปริมาณงานดีขึ้นและลดเวลารอบ (Jing et al., 2024)

การเพิ่มประสิทธิภาพห่วงโซ่อุปทานและคลังสินค้า ตำแหน่งคลังสินค้า โมเดลจำลองของ FlexSim ช่วยในการกำหนดตำแหน่งคลังสินค้าที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์ความต้องการของตลาดและข้อจำกัดด้านโลจิสติกส์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานอย่างมีนัยสำคัญ (Krynke, 2024) ประสิทธิภาพการดำเนินงาน: ในบริบทของโรงงานบรรจุขวด LPG การจำลอง FlexSim เปิดเผยโอกาสในการปรับปรุงการบำรุงรักษาและพารามิเตอร์การดำเนินงาน นำไปสู่การลดเวลาหยุดทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน (Bello et al., 2024)

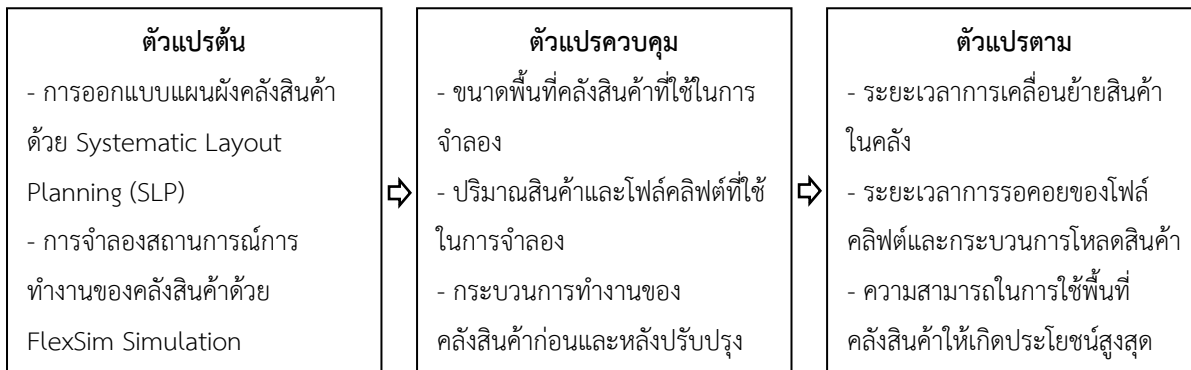
3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเปล่าในคลังสินค้า

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคลังสินค้าและการลดขยะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการจัดการห่วงโซ่อุปทานการศึกษาต่าง ๆ เน้นการประยุกต์ใช้วิธีการคลังสินค้าแบบลีนซึ่งมุ่งเน้นไปที่การระบุและกำจัดกิจกรรมที่ไม่สิ้นเปลืองกลยุทธ์ที่สำคัญ ได้แก่ Value Stream Mapping วิธีการ 5S และการทำแผนที่กิจกรรมของกระบวนการ ซึ่งโดยรวมมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการดำเนินงานและปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม

การระบุของเสีย ประเภทของเสียทั่วไปที่ระบุ ได้แก่ สินค้าคงคลังส่วนเกินนำไปสู่ความไร้ประสิทธิภาพในการจัดเก็บ (Efendi and Aryanny, 2024; Donoriyanto et al., 2024) ระยะเวลารอให้ผู้ประกอบการเคลื่อนย้ายสินค้า ซึ่งทำให้กระบวนการล่าช้าอย่างมีนัยสำคัญ (Donoriyanto et al., 2024) การค้นหาผลิตภัณฑ์และพื้นที่เก็บข้อมูลว่างไม่มีประสิทธิภาพ (Efendi and Aryanny, 2024) การใช้เทคนิคแบบลีนเทคนิคแบบลีนเช่น การแมปสตรีมมูลค่า (Value Stream Mapping:VSM) เพื่อแสดงภาพและวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Dhika et al., 2023) วิธีการ 5S ในการจัดระเบียบและรักษาพื้นที่ทำงานที่สะอาด (Donoriyanto et al., 2024) ความคิดริเริ่มการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่มุ่งเป้าไปที่กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Ilmi et al., 2024) ผลกระทบต่อประสิทธิภาพ การใช้กลยุทธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงที่

วัดได้ เพิ่มประสิทธิภาพของวงจรกระบวนการ (Process Cycle Efficiency: PCE) สูงถึงร้อยละ 12.69 (Efendi and Aryanny, 2024) ลดเวลาในการประมวลผลมากกว่าร้อยละ 23 ในการดำเนินการเฉพาะ (Ilmi et al., 2024)

3.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิภาพการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานในคลังสินค้าอุตสาหกรรม

4.1.1 การวิจัยเชิงปริมาณ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่แจกให้กับกลุ่มตัวอย่าง 80 คน ซึ่งสุ่มจากพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและดำเนินงานคลังสินค้า วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติจากแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบผลกระทบของการใช้ FlexSim Simulation และ SLP ต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานของคลังสินค้า

4.1.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับพนักงานที่มีประสบการณ์ในการจัดการคลังสินค้าเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการดำเนินงานและการนำเทคโนโลยีมาใช้ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและเครื่องมือวิจัยผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

4.1.3 การจำลองสถานการณ์ (Simulation Research) ใช้ FlexSim Simulation ในการจำลองกระบวนการทำงานของคลังสินค้าก่อนและหลังการปรับปรุงด้วย SLP วิเคราะห์ผลลัพธ์ของการจำลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของแนวทางที่ปรับปรุง เช่น การลดเวลาการดำเนินงาน การลดจุดคอขวด และการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรคือ พนักงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและดำเนินงาน คลังสินค้า จำนวน 100 คน โดยกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 80 คน สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มผู้ให้ข้อมูล (Key Informants) ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูง หัวหน้าฝ่ายคลังสินค้า และเจ้าหน้าที่โลจิสติกส์ที่มีประสบการณ์ โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.3 เครื่องมือวิจัย

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เครื่องมือวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วย 3 เครื่องมือหลัก ดังนี้

4.3.1 แบบสอบถามเชิงปริมาณ (Quantitative Questionnaire) สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพนักงานคลังสินค้า จำนวน 80 คน โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม สภาพปัญหาการดำเนินงานคลังสินค้า และทัศนคติต่อการประยุกต์ใช้โปรแกรม FlexSim ร่วมกับระบบการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดำเนินการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

4.3.2 แบบสัมภาษณ์เชิงลึกกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured In-depth Interview) สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) ซึ่งเป็นผู้บริหารและหัวหน้างานคลังสินค้า การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดำเนินการตรวจสอบความตรงของแนวคำถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทดลองสัมภาษณ์ (Pilot Interview) เพื่อปรับปรุงความเหมาะสมของข้อคำถาม

4.3.3 แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานคลังสินค้าในสถานะปัจจุบันและภายหลังการปรับปรุงด้วยระบบ SLP การตรวจสอบคุณภาพแบบจำลองดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Validation) โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับข้อมูลจริง และทดสอบความเที่ยง (Model Verification) ผ่านการทดลองซ้ำ (Multiple Runs) เพื่อยืนยันความสม่ำเสมอของผลลัพธ์

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ เก็บจากแบบสอบถามพนักงานจำนวน 80 คน เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและทัศนคติต่อการใช้ FlexSim และ SLP ข้อมูลเชิงคุณภาพ เก็บจากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร หัวหน้างาน และเจ้าหน้าที่โลจิสติกส์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ข้อมูลจากแบบจำลอง (Simulation Data) วิเคราะห์จากการใช้โปรแกรม FlexSim เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุง

การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถาม (Quantitative Questionnaire Survey) จากกลุ่มตัวอย่างพนักงานคลังสินค้า จำนวน 80 คน เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการดำเนินงานและทัศนคติต่อการประยุกต์ใช้โปรแกรม FlexSim ร่วมกับระบบการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout

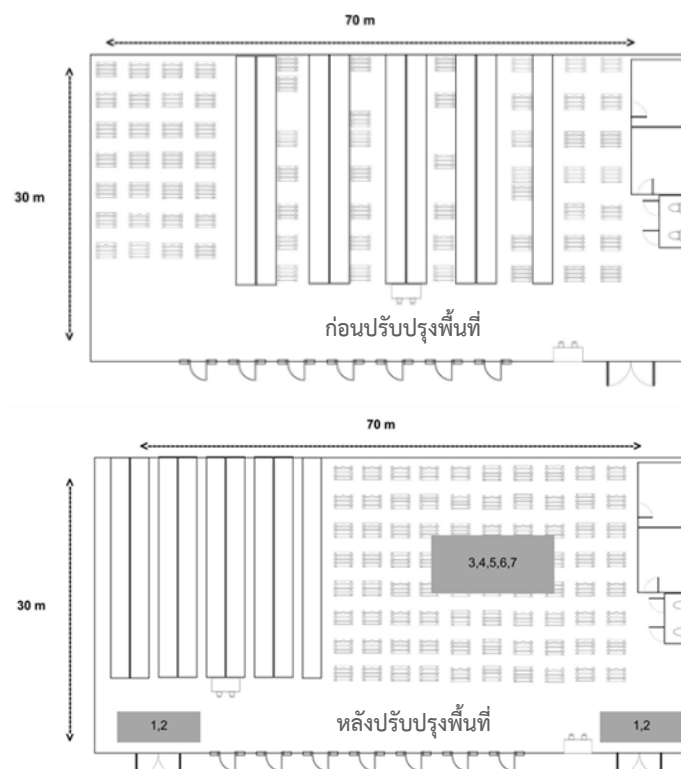
Planning: SLP) การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) ซึ่งเป็นผู้บริหารและหัวหน้างานคลังสินค้า เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการคลังสินค้าและข้อเสนอแนะในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling) โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม FlexSim วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานคลังสินค้าในสภาวะปัจจุบันและภายหลังการปรับปรุงด้วยระบบ SLP

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ดังนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองสถานการณ์

5. สรุปผลการวิจัย

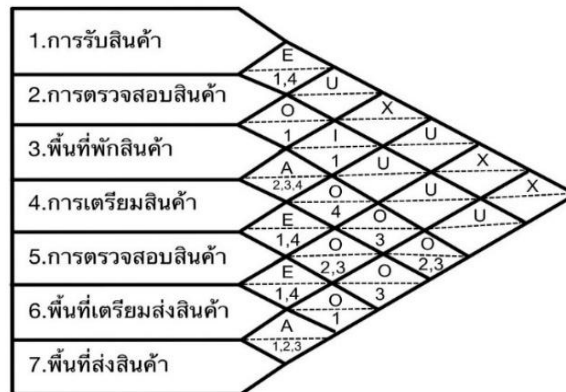
5.1 แบบจำลองผังคลังสินค้าของบริษัทก่อนปรับปรุง – หลังปรับปรุงการใช้พื้นที่ระหว่างการจัดเก็บแบบชั้นวาง (Selective Rack) วางสินค้าเนื่องจากพื้นที่ไม่เพียงพอวางสินค้า การดำเนินงานมีระยะเวลานาน เกิดจากโฟล์คลิฟต์เคลื่อนที่ระยะทางไกล



ภาพที่ 2 แบบจำลองผังคลังสินค้าของบริษัทก่อนปรับปรุง – หลังปรับปรุงพื้นที่
ที่มา : กัญญารัตน์ ศรีม่วง (2568)

5.2 การแก้ปัญหาด้วยทฤษฎีการวางผังคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning)

โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พื้นที่คลังสินค้า



ภาพที่ 3 แผนผังความสัมพันธ์พื้นที่คลังสินค้า

ที่มา : ภัฏญารัตน์ ศรีม่วง (2568)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ A

กิจกรรม	ชื่อหน่วยงาน	เหตุผลของความสัมพันธ์
3 - 4	3 - พื้นที่พักสินค้า	ตรวจสอบสินค้าก่อนนำสินค้ามาพักในคลัง
	4 - การเตรียมสินค้า	จากนั้นเตรียมสินค้า Rashing coil
4 - 5	4 - การเตรียมสินค้า	เมื่อเตรียมสินค้า Rashing coil เสร็จ
	5 - การตรวจสอบสินค้าก่อนสินค้าส่งออก	หลังจากนั้นตรวจสอบสินค้าก่อนส่งออก
6 - 7	6 - พื้นที่เตรียมส่งสินค้า	ตรวจสอบสินค้าทุกครั้งก่อนเตรียมส่งสินค้า
	7 - พื้นที่ส่งสินค้า	ก่อนนำเข้าพื้นที่ส่งสินค้า

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ E

กิจกรรม	ชื่อหน่วยงาน	เหตุผลของความสัมพันธ์
1 - 2	1 - การรับสินค้า	กระบวนการนำเข้าสินค้าและตรวจสอบสินค้า
	2 - การตรวจสอบสินค้าเข้าคลังสินค้า	ก่อนนำเข้าคลัง
5 - 6	5 - การตรวจสอบสินค้าก่อนสินค้าส่งออก	ตรวจสอบสินค้าก่อนส่งออก และตรวจสอบ
	6 - พื้นที่เตรียมส่งสินค้า	สินค้าทุกครั้งก่อนเตรียมส่งสินค้า

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ I

กิจกรรม	ชื่อหน่วยงาน	เหตุผลของความสัมพันธ์
1 – 4	2 - การตรวจสอบสินค้าเข้าคลังสินค้า	กระบวนการตรวจสอบสินค้าก่อนนำเข้าคลัง
	4 - การเตรียมสินค้า	ก่อนเตรียมสินค้า Rashing coil

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ O

กิจกรรม	ชื่อหน่วยงาน	เหตุผลของความสัมพันธ์
2 – 3	2 - การตรวจสอบสินค้าเข้าคลังสินค้า	กระบวนการตรวจสอบสินค้าก่อนนำเข้าคลัง
	3 - พื้นที่พักสินค้า	และนำสินค้ามาพักในคลังสินค้า
3 – 5	3 - พื้นที่พักสินค้า	นำสินค้าที่พักในคลังสินค้ามาตรวจสอบ
	5 - การตรวจสอบสินค้าก่อนสินค้าส่งออก	ก่อนส่งออก
3 – 6	3 - พื้นที่พักสินค้า	นำสินค้าที่พักในคลังสินค้านำเข้าพื้นที่
	6 - พื้นที่เตรียมส่งสินค้า	เตรียมส่งออกสินค้า
3 – 7	3 - พื้นที่พักสินค้า	นำสินค้าที่พักในคลังสินค้านำเข้าพื้นที่
	7 - พื้นที่ส่งสินค้า	ส่งสินค้า
4 – 6	4 - การเตรียมสินค้า	หลังจากเตรียมสินค้า Rashing coil เสร็จ
	6 - พื้นที่เตรียมส่งสินค้า	นำเข้าพื้นที่เตรียมส่งออกสินค้า
4 – 7	4 - การเตรียมสินค้า	หลังจากเตรียมสินค้า Rashing coil เสร็จ
	7 - พื้นที่ส่งสินค้า	นำสินค้าเข้าพื้นที่ส่งสินค้า
5 – 7	5 - การตรวจสอบสินค้าก่อนสินค้าส่งออก	กระบวนการตรวจสอบสินค้าก่อนนำส่งออก
	7 - พื้นที่ส่งสินค้า	และนำสินค้าเข้าพื้นที่ส่งออกสินค้า

ตารางที่ 5 สรุปผลกระบวนการทำงานคลังสินค้าทุกกระบวนการก่อนปรับปรุง-หลังปรับปรุง

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)
ก่อนการปรับปรุง	336	353
หลังการปรับปรุง	249	250
ผลต่าง	87	103
ลดลง (%)	25.89	29.18

5.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด การจำลองสถานการณ์ (FLEXSIM SIMULATION)

จากการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการคลังสินค้า ผู้วิจัยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการดำเนินงานเรื่องเพิ่มพื้นที่การวางสินค้าบนพื้น (floor storage) ไว้สำหรับพักสินค้า เพื่อจัดเรียง Load ตู้คอนเทนเนอร์



ภาพที่ 4 การจำลองสถานการณ์โดย FLEXSIM SIMULATION

ที่มา : ภัฏญารัตน์ ศรีม่วง (2568)

ตารางที่ 6 กิจกรรมหลังการปรับปรุงการทำงาน

ตำแหน่ง	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)
การรับสินค้า	10	23
การตรวจสอบสินค้า	3	4
พื้นที่พักสินค้า	20	12
การเตรียมสินค้า	35	40
การตรวจสอบสินค้า	28	4
พื้นที่เตรียมส่งสินค้า	36	9
พื้นที่ส่งสินค้า	20	20

5.4 ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองการปรับปรุงระยะทางและระยะเวลา

5.4.1 กระบวนการจำลองสถานการณ์ของโพลีคลิฟต์ คันที่ 1

ตัวอย่างโพลีคลิฟต์รับสินค้าจากจุดรับสินค้าไปยังพื้นที่พักสินค้า ใช้เวลา 23 นาที สินค้าทั้งหมด 7 พาเลท โพลีคลิฟต์โหลด 1.50 นาที/ม้วน อันโหลด 1.50 นาที/ม้วน กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น (NNVA) 30 นาที รวมระยะเวลาทั้งหมด 53 นาที โพลีคลิฟต์ใช้ระยะทางทั้งหมด 20 เมตร/ม้วน กราฟแสดงผลการดำเนินงาน โพลีคลิฟต์ทำงานร้อยละ 7.55 การรอกอยสินค้าร้อยละ 92.45



ภาพที่ 5 ผลการจำลองสถานการณ์ระยะทางและเวลา

ที่มา : กัญญารัตน์ ศรีม่วง (2568)

การประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim และการวางแผนอย่างเป็นระบบ การศึกษาวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการคลังสินค้าด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim (FlexSim Simulation) ร่วมกับการวางแผนอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ได้แสดงให้เห็นผลการปรับปรุงที่มีนัยสำคัญในหลายด้าน ดังนี้

- 1) ด้านการลดระยะทางการเคลื่อนย้ายสินค้า พบว่าระยะทางการเคลื่อนย้ายสินค้าลดลงจาก 336 เมตร เหลือ 249 เมตร คิดเป็นระยะทางที่ลดลง 87 เมตร หรือร้อยละ 25.89
- 2) ด้านระยะเวลาการดำเนินงาน ปรากฏว่าสามารถลดระยะเวลาจาก 353 วินาที เหลือ 250 วินาที ซึ่งลดลง 103 วินาที หรือร้อยละ 29.18
- 3) ด้านประสิทธิภาพการใช้งานรถโฟล์คลิฟต์ พบว่าระยะเวลาการดำเนินงานของรถโฟล์คลิฟต์ลดลงจาก 124 นาที เหลือ 108 นาที คิดเป็นเวลาที่ลดลง 16 นาที หรือร้อยละ 12.9
- 4) ด้านประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า การปรับปรุงส่งผลให้พื้นที่จัดเก็บสินค้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 อีกทั้งยังช่วยลดพื้นที่รอกอยและเพิ่มความคล่องตัวในการปฏิบัติงานภายในคลังสินค้า
- 5) ด้านประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์โดยรวม การปรับปรุงส่งผลให้ต้นทุนแรงงานลดลงจากการลดระยะเวลารอกอยของพนักงานและยานพาหนะขนส่ง รวมถึงการลดจุดคอขวดในกระบวนการทำงาน ซึ่งส่งผลให้การดำเนินงานมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น

5.5 ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหาร หัวหน้าคลังสินค้า และเจ้าหน้าที่โลจิสติกส์ รวม 6 ราย พบประเด็นหลักที่สอดคล้องกับผลการจำลองสถานการณ์ ได้แก่

1. ปัญหาหลักในคลังสินค้า ที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด คือความไม่เป็นระเบียบของพื้นที่จัดเก็บสินค้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานและการค้นหาสินค้า
2. การทำงานของโฟล์คลิฟท์ พบว่ามีการรอคอยและการเคลื่อนย้ายช้าซ้อน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและค่าใช้จ่ายแฝง
3. แนวทางการปรับปรุงที่ผู้ให้ข้อมูลเสนอ ได้แก่ การจัดผังคลังสินค้าให้เหมาะสมกับประเภทสินค้าและการอบรมพนักงานให้เข้าใจเส้นทางการขนย้ายที่เหมาะสม
4. ความคิดเห็นต่อการใช้ FlexSim ทุกคนเห็นตรงกันว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการมองภาพรวม และช่วยในการวางแผนปรับปรุงได้แม่นยำและมีหลักฐานเชิงรูปธรรม

6. อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางพื้นที่คลังสินค้าโดยใช้ FlexSim Simulation และ Systematic Layout Planning (SLP) เป็นการประยุกต์ใช้ FlexSim Simulation ร่วมกับ Systematic Layout Planning (SLP) ในการบริหารจัดการคลังสินค้าในอุตสาหกรรมแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในหลายมิติ การศึกษาพบว่ากรอบแบบแผนผังคลังสินค้าใหม่ด้วยวิธี SLP สามารถลดระยะเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าลงร้อยละ 29.18 (จาก 353 วินาที เหลือ 250 วินาที) และลดระยะทางการขนส่งลงร้อยละ 25.89 (จาก 336 เมตร เหลือ 249 เมตร) นอกจากนี้ การจำลองสถานการณ์ด้วย FlexSim ยังช่วยลดเวลาปฏิบัติงานของรถโฟล์คลิฟท์ลงร้อยละ 12.9 (จาก 124 นาที เหลือ 108 นาที) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดต้นทุนแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บสินค้ายังช่วยเพิ่มพื้นที่จัดเก็บได้ถึงร้อยละ 30 โดยไม่จำเป็นต้องขยายพื้นที่คลังสินค้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Perera et al. (2022) ซึ่งประยุกต์ใช้ Linear Programming (LP) และ Goal Programming (GP) ในการเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่จัดเก็บคลังสินค้า พบว่าการจำลองด้วย LP และ GP สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่คลังสินค้าได้ โดยการปรับตำแหน่งการจัดวางพาเลทตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้นำ SLP และ FlexSim มาใช้ในการวิเคราะห์จุดคอขวดและออกแบบระบบการเคลื่อนย้ายสินค้า ซึ่งส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาการปฏิบัติงานและเพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Sadeghi et al. (2024) ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าเพื่อความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบจำลองเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน แสดงให้เห็นว่าการออกแบบคลังสินค้ามีผลกระทบโดยตรงต่อการใช้พลังงานและต้นทุนด้านโลจิสติกส์ ซึ่งพบว่าการปรับปรุงผังคลังสินค้าสามารถลดต้นทุนด้านแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นการลดต้นทุนและเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการคลังสินค้า ทั้งนี้ แนวทางนี้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มขีดความสามารถด้านโลจิสติกส์และความยั่งยืนขององค์กร แม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านและความแตกต่างของบริบทอุตสาหกรรม แต่เทคนิคนี้สามารถนำไปปรับใช้เพื่อลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน และปรับปรุงการบริหารจัดการคลังสินค้าได้อย่างเป็นรูปธรรม (Ma, 2024; Diefenbach et al., 2024; Das et al., 2023; Zhang et al., 2019; Zhang et al., 2017; Tadokoro, 2014) นอกจากนี้ ผลการวิจัยในครั้งนี้นี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชัย ยอดสุข และคณะ (2564) ที่ใช้ SLP ในการปรับปรุงผังคลังสินค้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ส่งผลให้ลดระยะทางการเคลื่อนย้ายได้ถึง 22% และลดเวลาการดำเนินงานได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ที่พบว่าการประยุกต์ใช้ SLP ช่วยลดระยะทางได้กว่า 25.89% เช่นเดียวกับงานของ ศศิธร จันทร์หอม และคณะ (2565) ที่ใช้ FlexSim จำลองกระบวนการในคลังสินค้าอาหารแช่แข็ง ซึ่งพบว่า FlexSim ช่วยลดความแออัดในพื้นที่จัดเก็บและเพิ่มประสิทธิภาพการหมุนเวียนสินค้าได้อย่างชัดเจน สนับสนุนผลของการศึกษานี้ที่พบว่าการใช้ FlexSim สามารถลดเวลารอคอยและเพิ่มการใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.1 ข้อเสนอแนะ

7.1.1 การปรับปรุงแผนผังคลังสินค้า สถานประกอบการสามารถนำไปวางแผนผังการจัดเก็บสินค้าโดยประยุกต์ใช้หลักการวางแผนผังอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กร ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้า ลดระยะเวลาการปฏิบัติงาน และขจัดปัญหาคอขวดในกระบวนการทำงาน

7.1.2 การพัฒนาศักยภาพบุคลากร สถานประกอบการควรจัดให้มีการฝึกอบรมบุคลากรเกี่ยวกับการดำเนินงานคลังสินค้าและการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เช่น FlexSim Simulation โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการปฏิบัติงาน และเสริมสร้างความเข้าใจในหลักการบริหารจัดการคลังสินค้า

7.1.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจำลองสถานการณ์ องค์กรในภาคอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชนโดยนำโปรแกรม FlexSim Simulation มาประยุกต์ใช้ในการจำลองสถานการณ์การจัดเก็บและเคลื่อนย้ายสินค้า เพื่อการทดสอบและวิเคราะห์ผลกระทบก่อนการนำไปปฏิบัติจริง อันจะนำไปสู่การลดความเสี่ยงในการลงทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารพื้นที่คลังสินค้า

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 การบูรณาการเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพที่หลากหลาย ควรดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผสมผสานแนวทางการปรับปรุงคลังสินค้า โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim ร่วมกับแนวคิดอื่น อาทิ

อัลกอริทึมฮิวริสติกและไฮเปอร์ฮิวริสติก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้าและการใช้พื้นที่คลังสินค้า

7.2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะในคลังสินค้า ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีคลังสินค้าอัจฉริยะมาใช้ อาทิ ระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติ และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยบูรณาการร่วมกับการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบและโปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินงานคลังสินค้าให้สอดคล้องกับอุตสาหกรรม 4.0

7.2.3 การขยายขอบเขตการศึกษาไปยังอุตสาหกรรมอื่น ควรดำเนินการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับปรุงการจัดการคลังสินค้าในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะเฉพาะ อาทิ คลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ คลังสินค้าสำหรับพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และคลังสินค้าอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้การวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบและโปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim ในบริบทที่แตกต่างกัน

8. เอกสารอ้างอิง

- วิชัย ยอดสุข, สมชาย เรืองศรี และพัชรินทร์ ศิริวัฒน์. (2564). การปรับปรุงประสิทธิภาพพื้นที่คลังสินค้าในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้ SLP. *วารสารวิศวกรรมอุตสาหกรรม*. 28(2), 45–54.
- ศศิธร จันทรหอม, วิทยา กลิ่นฟ้า และสุรเดช ไชยคำ. (2565). *โครงการสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ เรื่อง การใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ FlexSim เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าในธุรกิจอาหารแช่แข็ง* (รายงานการวิจัย). . คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Bello, A. G., Hussin, H. and Muhammad, M. (2024). Optimising LPG bottling plant with DES using Flexsim simulation tool. *African Journal of Applied Research*. 10(1), 547-556. doi: 10.26437/ajar.v10i1.748
- Borges, M. L. A. E., Araújo, G. M., Monteiro, A., Granja, A. D. and Picchi, F. A. (2024). Decision-making optimization method for construction site layout planning. *PARC*. doi: 10.20396/parc.v15i00.8674145
- Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5th ed.). Pearson.
- Das, J., Tiwari, M. K., Sinha, A. K. and Khanzode, V. (2023). Integrated warehouse assignment and carton configuration optimization using deep clustering-based evolutionary algorithms. *Expert Systems with Applications*. 212, 1-13. doi: 10.1016/j.eswa.2022.118680
- Dhika, D. A., Witonohadi, A. and Akbari, A. D. (2023). The proposed warehouse improvement using lean approach to eliminate waste at the main warehouse of PT. XYZ. *OPSI (Yogyakarta)*. 16(1). 94-109. doi: 10.31315/opsi.v16i1.7310

- Diefenbach, H., Grosse, E. H. and Glock, C. H. (2024). Human-and-cost-centric storage assignment optimization in picker-to-parts warehouses. *European Journal of Operational Research*. 315, 1049-1068. doi: 10.1016/j.ejor.2024.01.033
- Donoriyanto, D. S., Syamsi, M. N. B. and Nugraha, I. (2024). Implementation of LEAN warehousing to reduce waste in warehouse CV.X. *Tibuana : Journal of Applied Industrial Engineering*. 7(1), 35-40. doi: 10.36456/tibuana.7.01.8351.35-40
- Efendi, M. Y. and Aryanny, E. (2024). Analysis of waste in the warehousing flow process with lean warehousing method at PT. XYZ. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*. 19(2), 29-40. doi: 10.33005/tekmapro.v19i2.398
- Febriani, F. and Wurjaningrum, F. (2024). Systematic layout planning to improve facility layout in small and medium food enterprise. *Southeast Asian Business Review*. 2(2), 111-117. doi: 10.20473/sabr.v2i2.60850
- Ilmi, M. N., W, E. P. and Winursito, Y. C. (2024). Implementation of lean warehouse to improve the performance of warehouse activities at PT. ABC. *Indonesian Journal of Computer Science*. 13(1), 770-782. doi: 10.33022/ijcs.v13i1.3785
- Jing, W., Di, Y., Jin, H., Chen, B., Xu, F. and Chen, S. (2024). Balance research of the T21 commissioning assembly line based on flexsim simulation. *9th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation (ICECTT 2024)*. doi: 10.1117/12.3039490
- Krynke, M. (2024). Virtual simulation modeling as a key element of warehouse location optimization strategy. *Management Systems in Production Engineering*. 32(3), 339-344. doi: 10.2478/mspe-2024-0032
- Lewicki, W., Niekurzak, M. and Wróbel, J. (2024). Development of a simulation model to improve the functioning of production processes using the FlexSim tool. *Applied Sciences*. 14(16), 1-23. doi: 10.3390/app14166957
- Luu, T. V., Chromjakova, F. and Bobák, R. (2023). An optimization approach for an order-picking warehouse: An empirical case. *Journal of Competitiveness*. 15(4), 154-178. doi: 10.7441/joc.2023.04.09
- Ma, H. (2024). Spatial layout and optimization of e-commerce logistics management based on combinatorial optimization algorithm. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 9(1), 1-25. doi 10.2478/amns-2024-1175

-
- Perera, D., Mirando, U. and Fernando, A. (2022). Warehouse space optimization using linear programming model and goal programming model. *Sri Lanka Journal of Economics, Statistics, and Information Management*. 1(1), 103-124.
- Rushton, A., Croucher, P. and Baker, P. (2017). *The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain* (6th ed.). Kogan Page Publishers.
- Sadeghi, M., Momeni Rad, F., and Nikfar, M. (2024). Optimizing warehouse operations for environmental sustainability: A simulation study for reducing carbon emissions and maximizing space utilization. *Journal of Future Sustainability*. 4(1), 35-44. doi: 10.5267/j.jfs.2024.1.004
- Sihotang, M. and Jawak, J. B. W. (2024). Systematic layout planning and analytical hierarchy process for laboratory layout optimization: A case study of DESPRIN. *Indonesian Journal of Computing, Engineering and Design (IJoCED)*. 6(2), 119-129. doi: 10.35806/v6i2.466
- Tadokoro, Y. (2014). Warehouse cost reduction by improving the storage policy. *Journal of Supply Chain Management*. 8(2), 61-80.
- Winarno, E. and Karningsih, P. D. (2024). Optimalisasi tata letak pabrik pada proses pengecatan di PT INKA (Persero) menggunakan metode systematic layout planning (SLP). *CAPITAL: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*. 8(1), 130-141. doi: 10.25273/capital.v8i1.20527
- Yanto, A. B. H., Abimanyu, R., Fauzi, A. and Indriyani, N. (2024). Tata letak fasilitas pabrik dengan menggunakan metode systematic layout planning (SLP) pada PT Tesena Inovindo. *IMTechno Journal of Industrial Management and Technology*. 5(2), 53-60. doi: 10.31294/imtechno.v5i2.3374
- Zhang, G., Nishi, T., Turner, S. D. O., Oga, K. and Li, X. (2017). An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches. *Omega: The International Journal of Management Science*. 68, 85-94. doi: 10.1016/J.OMEGA.2016.06.005
- Zhang, H., Guo, Z., Zhang, W., Cai, H., Wang, C., Yu, Y., Li, W. and Wang, J. (2019). Layout Design for Intelligent Warehouse by Evolution with Fitness Approximation. *IEEE Access*. 4, 1-9. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2953486