การกำหนดขนาดออเดอร์และออกแบบลำดับการหยิบที่เหมาะสมต่อการลดระยะทางการหยิบสินค้าในคลังสินค้า

อริสรา ผิวนวล[1], สุรัติ คงโสม[2] และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์[*3]

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ 148 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

Received: 25 March 2024; Revised: 14 July 2024; Accepted: 19 July 2024

บทคัดย่อ

กรณีศึกษาเป็นบริษัทนำเข้าส่งออกเนื้อสัตว์แช่แข็งที่มีลักษณะการหยิบสินค้าเพื่อจัดส่งแบบพาเลท โดยจะหยิบเป็นรอบตามจำนวนความต้องการของลูกค้า ปัจจุบันกรณีศึกษาทำการหยิบทีละพาเลทจนครบตามจำนวนที่ต้องการ ส่งผลให้มีระยะทางที่มากเกินความจำเป็น ดังนั้นการออกแบบการหยิบแบบแบต (Batch) และการออกแบบลำดับการหยิบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้า เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยฉบับนี้ได้ออกแบบการปรับปรุงคลังสินค้า 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1). การปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าซึ่งในการวิจัยนี้จะใช้ 2 วิธีในการออกแบบผังคลังสินค้าใหม่ ประกอบด้วย การออกแบบผังด้วยเทคนิค Class-based layout และการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น ผลจากการวิเคราะห์พบว่า การจัดตำแหน่งการวางสินค้าด้วยการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น ช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าได้สูงสุดประมาณร้อยละ 30 2). หลังจากได้ตัวแบบผังที่เหมาะสมแล้ว ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรูปแบบการหยิบแบบแบต (Batch) และลำดับการหยิบเพื่อลดระยะทางในการหยิบสินค้าและทดสอบความไวของผังจัดวางที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่สอง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบแบต (Batch) และลำดับการหยิบสินค้าใหม่ด้วยการประยุกต์สองเทคนิค คือ วิธี Roulette Wheel Simulation และวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ผลจากการทดสอบพบว่า การจัดลำดับการหยิบใหม่ที่มีขนาดออเดอร์เท่ากับ 6 SKUs สามารถลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าได้สูงสุดประมาณร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับการเดินหยิบตามรายการสินค้ารูปแบบเดิม

คำสำคัญ: การปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้า, การกำหนดขนาดออเดอร์, การออกแบบลำดับการหยิบสินค้า, การประยุกต์คณิตศาสตร์เชิงเส้น, การประยุกต์ใช้วิธีทางพันธุกรรม

[*]Corresponding author. E-mail: Akkaranan.pon@nida.ac.th

[1,2] นักศึกษามหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[3] สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

An efficient determination of order batching and design of picking sequence towards order-picking distance in a warehouse

Arisara Pewnuan[1], Surat Kongsom[2] and Akkaranan Pongsathornwiwat[*3]

National Institute of Development Administration, 148 Serithai Road, Khlong Chan Subdistrict, Bangkapi District, Bangkok 10240.

Received: 25 March 2024; Revised: 14 July 2024; Accepted: 19 July 2024

Abstract

A frozen meat warehouse for import-export businesses is experiencing high unproductive travel distances during picking processes. This directly increases warehouse management costs due to a single unit-load picking protocol. Therefore, a new design for batch picking and picking sequence is crucial for improving warehouse performance. This research develops a two-step approach to address this problem: 1) Improving Warehouse Layout: Two methods, Class-based Storage and the Storage Location Assignment Problem (SLAP), are applied to investigate a new warehouse layout. The results of the first step show that SLAP outperforms other methods, reducing travel distance by 30%. 2) Designing Order Size and Picking Sequence**:** After establishing an efficient layout, the next step is to design the order size and picking sequence to further reduce picking distance and test sensitivity. Two approaches are employed: the Roulette Wheel Simulation method and a Genetic Algorithm. Performance testing of picking operations reveals that a new order size of 6 SKUs is optimal for batch picking. The designed picking sequence reduces unproductive picking distance by up to 30% compared to the traditional picking protocol.

Keywords: storage locations improvement, order batching determination, picking sequence design, applications of linear programming, applications of genetic algorithm

[*]Corresponding author. E-mail: Akkaranan.pon@nida.ac.th

[1,2] Master's degree student Logistics Management, Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration

[3] Logistics Management, Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration

1. บทนำ

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจจำหน่ายผลิตภัณฑ์จำพวกเนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผลิตภัณฑ์จากนม โดยมีคลังสินค้าอยู่ 2 คลัง ได้แก่ คลังสินค้าแช่เย็น และคลังสินค้าแช่แข็ง ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ของธุรกิจโดยเฉพาะเนื้อสัตว์มีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องด้วยการเปิดร้านอาหารที่เน้นไปที่การรับประทานอาหารแบบบริการตนเองอย่างไม่จำกัด อิทธิพลจากสื่อการตลาด และมาตรการผ่อนคลายการควบคุมการแพร่กระจายของโรคระบาดโควิด-19 สนับสนุนให้ประชากรสามารถดำเนินชีวิตภายนอกครัวเรือนได้ ส่งผลให้ยอดขายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แช่แข็งของบริษัทกรณีศึกษาที่มีลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

จากอัตราความต้องการที่สูงขึ้น กรณีศึกษาประสบปัญหาการส่งสินค้าล่าช้าเนื่องจากการหยิบสินค้าที่ล่าช้า ปัจจุบันการหยิบสินค้าเป็นรูปแบบหยิบทีละพาเลท (Pallet) และทีละเที่ยว (A single unit-load protocol) ทำให้เกิดระยะทางการหยิบสินค้าที่มากเกินความจำเป็น [1] การหยิบสินค้าถือเป็นกิจกรรมที่ใช้ระยะเวลามากที่สุดในคลังสินค้า รวมถึงต้นทุนในการบริหารจัดการคลังสินค้าส่วนใหญ่เป็นต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการหยิบสินค้ามากถึงร้อยละ 55 ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการหยิบสินค้าจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าเพื่อลดต้นทุนในการจัดการคลังสินค้าและเพิ่มระดับความพึงพอใจของลูกค้ายิ่งขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของการหยิบสินค้า ทำได้ 2 แบบ คือ 1) การออกแบบผังจัดวางสินค้าและกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้า และ 2) การออกแบบเส้นทางเดินหยิบสินค้า อย่างไรก็ดี การเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าที่ดีสามารถช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าได้อย่างยั่งยืนนั้น ต้องเริ่มจากการออกแบบผังจัดวางที่เหมาะสม Suthipongkeat et al. [2] ได้วิเคราะห์ตัวแบบการออกแบบผังจำนวน 3 ตัวแบบ ได้แก่ 1) ผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบแนวทแยง (Diagonal Model) และแบบวางในช่องทางเดิน (Within-aisle Model) 2) ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) 3) ผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบมีบริเวณพื้นที่หยิบไว (Class-based-within forward area model) ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยข้อมูลรายการหยิบสินค้าพบว่าตัวแบบคลังสินค้าสำหรับการจัดวางตำแหน่งสินค้ารูปแบบที่ดีที่สุดคือผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบแนวทแยงร่วมกับบริเวณพื้นที่หยิบไวเป็นตัวแบบที่ดีที่สุดโดยระยะทางในการหยิบสินค้าลดลงจาก 95,102 เหลือ 74,131 เมตร/ปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 22.05 ขนิษฐา เลาหวิชิตศักดิ์ และอัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์ [3] ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบสองระดับ (Two-Stages Clustering-Assignment Model) เพื่อจัดกลุ่มสินค้าและทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้า ผลการศึกษาพบว่า การจัดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่ตัวแบบสองขั้นตอนช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลดลงได้ ประมาณร้อยละ 56 และช่วยลดจำนวนพนักงานหยิบสินค้าลงได้จากเดิมที่ใช้พนักงานหยิบสินค้าจำนวน 11 คน ลดลงเหลือเพียง 8 คน ประโยชน์ดังกล่าวทำให้สามารถลดต้นทุนแรงงานของกรณีศึกษาได้เดือนละ 39,000 บาทต่อเดือนหรือ 468,000 บาทต่อปี การออกแบบผังจัดวางจะให้ความเสถียรต่อประสิทธิภาพเนื่องด้วยการออกแบบเส้นทางต้องทำการกำหนดก่อนทำงานทุกครั้ง แต่ในผังจัดวางจะทำการกำหนดสินค้าขายดีใกล้กับประตูทางออก (I/O) จะทำการทบทวนผังอย่างน้อย 2 ครั้งต่อปี อย่างไรก็ดี การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดระยะทางในการหยิบสินค้าสามารถทำได้จากการกำหนดขนาดของการหยิบต่อรอบ (Batch Picking) แทนที่การหยิบรอบเดียวทีละสินค้า ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่น่าสนใจของกรณีศึกษาครั้งนี้

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางในการลดระยะทางการหยิบสินค้า โดยจะทำการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความถี่ของผลิตภัณฑ์แต่ละรายการ (SKUs) เพื่อทำการแบ่งประเภทสินค้า ABC ทีละกลุ่ม จะกำหนดให้กลุ่มสินค้า A มีปริมาณร้อยละ 20 ของสินค้าทั้งหมด กลุ่มสินค้า B มีปริมาณร้อยละ 30 ของสินค้าทั้งหมด และสินค้าในกลุ่ม C มีปริมาณร้อยละ 50 เพื่อจัดเก็บเป็นโซน โดยศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบการประยุกต์คณิตศาสตร์เชิงเส้น 2) การออกแบบวิธีการหยิบสินค้าด้วยการกำหนดขนาดออเดอร์และออกแบบลำดับการหยิบใหม่ ตัวแบบที่ศึกษาจะเปรียบเทียบกันระหว่างการสุ่มแบบ

Roulette Wheel ในการเลือกผลิตภัณฑ์แต่ละรายการ (SKUs) เข้ามาในแบต (Batch) จากนั้นทำการลำดับการหยิบใหม่โดยใช้วิธี Genetic Algorithm เพื่อให้มีระยะทางในการหยิบสินค้าต่ำที่สุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า

การจัดเก็บสินค้าจะพิจารณาถึงปัจจัยด้านลักษณะของสินค้าและปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอยภายในคลังสินค้า เช่น ปริมาณและความถี่การผ่านเข้า-ออกของสินค้าแต่ละชนิด และคุณลักษณะสินค้าว่าเป็นสินค้ามีมูลค่าสูง แตกหักง่าย เน่าเสียง่าย หรือเป็นสินค้าอันตราย เป็นต้น ข้อมูลข้างต้นนำมาใช้ในการพิจารณาจัดสรรพื้นที่และตำแหน่งหรือสถานที่เก็บ การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC Analysis) ได้ประยุกต์มาจากหลักการของพาเรโต โดย วิลเฟรโด พาเรโต (Vilfredo Pareto) นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี ซึ่งตั้งข้อสังเกตว่า “สิ่งที่สำคัญจะมีอยู่เป็นจำนวนที่น้อยกว่าสิ่งที่ไม่สำคัญซึ่งมักจะมีจำนวนที่มากกว่าในอัตราส่วน 20 ต่อ 80 นั่นคือการให้ความสำคัญกับกลุ่มสินค้าจำนวนน้อยที่มีมูลค่ามาก มากกว่ากลุ่มสินค้าจำนวนมากที่โดยรวมมีมูลค่าน้อย” สอดคล้องกับ Magee และ Boodman ที่ให้หลักเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มของสินค้าคงคลังตามการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC Analysis) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกกลุ่มสินค้าคงคลังตามการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC Analysis)

กลุ่ม	ร้อยละของมูลค่าสินค้าคงคลังทั้งหมด	ร้อยละของปริมาณการใช้สินค้าคงคลังทั้งหมด
A	70-80	10-20
B	15-20	30-40
C	5-10	40-50

สินค้าที่มีปริมาณเข้า-ออกมากก็จะจัดสรรพื้นที่เก็บมากและเก็บไว้ใกล้ประตู-เข้าออก สำหรับการพิจารณานโยบายการจัดเก็บ (Storage Policies) นั้น คลังสินค้าจะใช้ระบบการจัดเก็บแบบใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับลักษณะของคลังสินค้าและความต้องการของธุรกิจ [1]

2.1.1 นโยบายกำหนดพื้นที่ตายตัว (Dedicated Storage)

จะกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแต่ละกลุ่มไว้ตายตัว นั่นคือ สินค้าจะเก็บในพื้นที่เก็บสินค้าตามที่ถูกกำหนดไว้ ข้อดี คือ ง่ายต่อการหยิบสินค้า (Picking) เพราะพนักงานหยิบสามารถจดจำตำแหน่งของสินค้าได้ง่าย แต่ข้อด้อย คือ อาจมีพื้นที่ว่างแต่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่นั้นได้เช่นเดียวกัน

2.1.2 แบบไม่กำหนดพื้นที่จัดเก็บหรือใช้พื้นที่ร่วมกัน (Randomized or Shared Storage)

การเก็บสินค้าแบบนี้ใช้วิธีมีที่ว่างที่ใดก็เก็บสินค้า ณ ที่นั้น โดยทุกพื้นที่ว่างสามารถใช้ร่วมกันได้ทุก SKUs ข้อดี คือ วิธีนี้สะดวกในการเก็บและได้ประโยชน์จากเรื่อง Space Utilization แต่ข้อด้อย คือ เกิดความยุ่งยากในการหยิบสินค้าซึ่งอาจจะใช้เวลานาน เพราะพนักงานหยิบไม่สามารถจดจำตำแหน่งของสินค้าและต้องอาศัยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น ระบบจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System) เข้ามาช่วยในการออกแบบเส้นทางการหยิบสินค้า

2.2 กระบวนการหยิบสินค้า

หลังจากทำการจัดเก็บสินค้าไปช่วงเวลาหนึ่งแล้ว เมื่อมีคำสั่งซื้อของลูกค้า (Customer Orders) จึงต้องมีการหยิบหรือเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากพื้นที่จัดเก็บ เพื่อจัดเรียงและจัดเตรียมก่อนที่จะส่งมอบให้แก่ลูกค้า นโยบายการหยิบสินค้า (Picking) นั้น จึงมีความสำคัญเพราะส่งผลต่อต้นทุนแรงงานในการหยิบสินค้า ส่วนมากวิธีการหยิบสินค้าเป็นชิ้น (Piece Picking) เป็นการหยิบสินค้าแบบรายชิ้นตามรายละเอียดใบสั่งซื้อของลูกค้าจะได้รับความนิยม แต่จะเกิดความไม่คุ้มค่า (Non-value-added picking) ได้ง่ายเพราะกระบวนการหยิบจะใช้เวลานานมากเกินความจำเป็น นโยบายและวิธีการหยิบสินค้า ประกอบด้วย 4 รูปแบบหลัก ดังต่อไปนี้ [4-5]

2.2.1 การหยิบสินค้าตามใบสั่งซื้อ (Single Order Picking)

เป็นการหยิบสินค้าที่ง่ายที่สุดโดยจะหยิบตามใบสั่งซื้อหรือคำสั่งซื้อของลูกค้าหรือรายการหยิบสินค้า (Pick Lists) ทีละคำสั่งจนครบทุกคำสั่งซื้อ

2.2.2 การหยิบสินค้าพร้อมๆกันหลายคำสั่งซื้อ (Batch Picking)

เป็นการหยิบสินค้าตามใบสั่งซื้อหรือคำสั่งพร้อมกันครั้งละหลายคำสั่งซื้อ โดยทำการหยิบสินค้าในรายการที่เหมือนกันพร้อมๆ กันในคราวเดียวเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการเดินหยิบสินค้าให้น้อยลง

2.2.3 การหยิบสินค้าตามโซนพื้นที่วางสินค้า (Zone Picking)

เป็นการหยิบสินค้าโดยให้พนักงานหยิบสินค้าที่อยู่ประจำพื้นที่จัดเก็บสินค้าในแต่ละจุดหรือโซนของการจัดเก็บแล้วจึงนำมารวมกันเพื่อคัดแยกตามคำสั่งซื้อและเตรียมสำหรับการจัดส่งต่อไป

2.2.4 การหยิบตามความพอใจของพนักงาน (Wave Picking)

การหยิบสินค้าวิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีอื่นข้างต้น โดยพนักงานจะสามารถหยิบสินค้าได้หลายรายการพร้อมกันหลายคำสั่งซื้อ ซึ่งจะหยิบแบบไหนก็ได้ จึงช่วยลดจำนวนรอบของการหยิบสินค้าและช่วยทำงานได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

อย่างไรก็ตามการหยิบสินค้าที่มีประสิทธิภาพนั้นควรใช้เวลาและระยะทางที่สั้นในการหยิบสินค้า รวมทั้งความผิดพลาดจากการหยิบสินค้าก็ควรจะต่ำที่สุดและไม่ทำให้สินค้าได้รับความเสียหาย ในระหว่างที่หยิบสินค้าด้วย โดยการหยิบสินค้าต้องเริ่มที่จุดเริ่มต้น (Depot) ไปยังตำแหน่งการจัดวางสินค้า (Locations) ที่ต้องการจากนั้นทำการหยิบสินค้าจนครบทุกรายการตามใบสั่งซื้อ (Picking List) โดยคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุดเสมอหลังจากนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งจึงจบการทำงานในรอบนั้นๆ

2.3 การประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงเส้นสำหรับปัญหาการกำหนดตำแหน่งการวางสินค้า

เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programing) เป็นการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการวางแผนการจัดสรรพื้นที่ภายในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพ ทำให้พื้นที่ภายในคลังสินค้ามีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มพื้นที่ โดยตัวแบบที่เป็นที่นิยมนั้นจะเป็นตัวแบบปัญหามอบหมายงาน (Assignment Problems) เพื่อกำหนดสมการที่ใช้หาตำแหน่งการจัดวางสินค้าอย่างเหมาะสมสำหรับสินค้าแต่ละประเภท โดยวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการนำสินค้าเข้าและออก รวมถึงข้อมูลความถี่ในการจัดเก็บสินค้าร่วมกับหลักการสินค้าเคลื่อนไหวบ่อยวางไว้ใกล้ประตู ซึ่งนำมาใช้ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าให้ดียิ่งขึ้น

วนัฐฌพงษ์ คงแก้ว และ ศิวศิษย์ วิทยศิลป์ [6] ศึกษารูปแบบตำแหน่งการจัดวางสินค้าโดยใช้ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programing Model) ตามทฤษฎีสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู (Fast Mover Closest to the Door) ร่วมกับเครื่องมือ Excel Solver และผลการศึกษาพบว่า ระยะทางในการดำเนินงานลดลงการจัดเก็บสินค้าเป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้นและทำให้สินค้ามีการไหลเวียนได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้นงานวิจัยสอดคล้องกับ สุนันทา อนันต์ชัยทรัพย์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล [7] ที่ได้ทำการออกแบบผังการจัดเก็บสินค้าสำหรับคลังสินค้าบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้ Excel Solver เข้ามาช่วยกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดวางสินค้าทั้ง 10 กลุ่ม และมีการวิเคราะห์จำแนกสินค้าตาม ABC Analysis เพื่อให้ทราบถึงระดับความสำคัญของกลุ่มสินค้าในแต่ละประเภทซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทำให้เวลาการหยิบสินค้าลดลง

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างปัญหาเป็นตัวแบบเชิงเส้นแบบการกำหนดตำแหน่งการวางสินค้า (Storage Location Assignment Problem) เพื่อทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้าของกลุ่มสินค้า ตามทฤษฎีสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู (Fast Mover Closest to the Door) โดยเป้าหมายทำให้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าสั้นที่สุด สำหรับการแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ด้วยโปรแกรม OpenSolver Add-in “Solver” ใน Excel หลักการทำงานเหมือน Add-in “Solver” ใน Excel แต่สามารถหาคำตอบของแบบจำลองตัวแปรเชิงเส้นได้โดยไม่จำกัดตัวแปรตัดสินใจ

2.4 วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

เป็นวิธีค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา โดยอาศัยหลักการเลียนแบบวิวัฒนาการทางธรรมชาติที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีวิวัฒนาการทางชีววิทยาของ ชาร์ล ดาร์วิน คือ สายพันธุ์ที่แข็งแกร่งกว่าจะปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อให้มีโอกาสในการอยู่รอดมากกว่า และถ่ายทอดลักษณะที่แข็งแกร่งเหล่านั้นไปยังรุ่นถัดไป (Next Generation) โดย จอห์น เฮนลี ฮอลแลนด์ (John Henry Holland) ได้นำแนวคิดการวิวัฒนาการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม ซึ่งคำตอบแต่ละชุดภายในประชากร (Population) จะถูกแทนให้อยู่ในลักษณะโครโมโซม แล้วปรับปรุงคำตอบแต่ละชุดโดยใช้กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการวิวัฒนาการ ได้แก่ การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) การกลายพันธุ์ (Mutation) และการคัดเลือกสายพันธุ์ (Selection) ที่เหมาะสมที่จะอยู่รอดในรุ่นถัดไป และจะดำเนินการปรับปรุงคำตอบเป็นรุ่นๆ ไปจนกระทั่งพบคำตอบที่ดีที่สุดหรือจนกระทั่งเป็นไปตามเงื่อนไขการจบการทำงาน [8]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ต้นทุนแรงงานในการหยิบสินค้าเป็นต้นทุนที่สูงที่สุด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอวิธีการและกระบวนการในการลดระยะทางที่ไม่จำเป็นให้ลดน้อยลง เช่น Peterson & Aase [9] ทำการศึกษาผลกระทบของนโยบายการหยิบสินค้า การจัดเก็บสินค้าและการจัดเส้นทางเดินหยิบสินค้าที่มีต่อระยะทางในการเดินหยิบสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าด้วยแบบจำลองสถานการณ์และ Sensitivity Analysis เพื่อวิเคราะห์หานโยบายที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้า โดยพบว่า Batch Picking เป็นวิธีการหยิบสินค้าที่เหมาะสมกับคำสั่งซื้อขนาดเล็กและมีผลทำให้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลดลงใกล้เคียงกับการประยุกต์ใช้นโยบายการจัดเก็บสินค้าตามความถี่ในการสั่งซื้อ ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงนโยบายการจัดเส้นทางเดินหยิบสินค้าก็มีผลทำให้ระยะทางลดลงแต่น้อยกว่าการปรับเปลี่ยนวิธีการหยิบสินค้าและนโยบายการจัดเก็บสินค้า [8]

นอกจากการออกแบบเส้นทางการหยิบและออกแบบ Batch Picking แล้ว การกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมเพราะจะให้ค่าความไวต่อการประมาณความต้องการของสินค้าที่ต่ำ และไม่ต้องทำการออกแบบเส้นทางการเดินหยิบในทุกครั้ง สุนันทา อนันต์ชัยทรัพย์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล [7] เสนอการจัดวางตำแหน่งจัดวางสินค้า โดยใช้หลักการ ABC Classification ในการจัดความสำคัญของสินค้าร่วมกับหลักการตัวแบบการใช้โปรแกรมเชิงเส้น และสินค้าที่มีปริมาณการเคลื่อนไหวบ่อยควรวางบริเวณใกล้ประตู เพื่อลดระยะทางในการหยิบสินค้าตามรายการหยิบ โดยพบว่าการจัดสรรพื้นที่ตำแหน่งจัดวางสินค้าใหม่ สามารถลดระยะทางรวมในการหยิบสินค้าตามรายการหยิบสินค้าร้อยละ 22.54 ของระยะทางรวมในการเดินหยิบสินค้าต่อเดือน สอดคล้องกับ โสภณ สุขสวัสดิ์ [10] ใช้หลักการตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Method) ตามทฤษฎี วิธีการวางสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวบ่อยวางใกล้ประตู เพื่อวัดประสิทธิภาพจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งพื้นที่จัดวางสินค้า ด้วยการเปรียบเทียบระยะทางรวมระหว่างระบบการจัดเก็บแบบระบุตำแหน่งการจัดเก็บ (Dedicated Storage Location Policy) กับการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้า (Class based Storage Policy) โดยพบว่า การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้าสามารถลดระยะทางรวมได้ร้อยละ 14.43 การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้า Class based Storage Policy มีข้อดีคือ การจัดเก็บสินค้าเป็นระเบียบค้นหาสินค้าง่าย การใช้ระยะทางในการดำเนินกิจกรรมในคลังสินค้าและระยะเวลาในการจัดเก็บลดน้อยลง ทำให้การไหลเวียนสินค้ามีความรวดเร็วยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ดี จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการปรับปรุงคลังสินค้าที่มีการกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้าร่วมกับการออกแบบ Batch Picking จะช่วยลดระยะทางการเดินหยิบสินค้าได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น พลอยไพลิน ภูมิโคกรักษ์ [11] ได้เสนอการพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง โดยใช้การพัฒนาปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม พบว่าการพัฒนาปรับปรุงคำตอบตั้งต้นด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้มีความเหมาะสมและลดระยะทางรวมในการขนส่งสินค้าได้ร้อยละ 3.53 จากข้อดีดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีเชิงพันธุกรรมมาทำการออกแบบ Batch Picking ร่วมกับการออกแบบการกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย

จากที่กล่าวข้างต้น เนื่องจากการหยิบสินค้าตามรายการถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการเติมเต็มความต้องการของลูกค้า การหยิบสินค้าถือเป็นกิจกรรมที่ใช้ระยะเวลามากที่สุดในคลังสินค้า รวมถึงต้นทุนในการบริหารจัดการคลังสินค้าส่วนใหญ่เป็นต้นทุนที่เกิดจากกระบวนการหยิบสินค้ามากถึงร้อยละ 55 ดังนั้น ระบบการหยิบสินค้าที่มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการลดระยะทางในการหยิบสินค้า โดยใช้นโยบายการจัดการคลังสินค้าที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการหยิบสินค้า ได้แก่ 1.การปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้า 2.การปรับเปลี่ยนวิธีการหยิบสินค้า

3.1 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

3.1.1 ข้อมูลความถี่การสั่งซื้อสินค้าของสินค้า

จะทำการแยกจาก transaction ในช่วงเวลา 3 เดือน คือ พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม ของปี 2565 โดยข้อมูลที่ได้จากระบบมีรายละเอียดการสั่งสินค้าแต่ละรายการ โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปความถี่การสั่งซื้อของสินค้าแต่ละรายการโดยใช้ Pivot table ของโปรแกรม Excel สรุปค่าความถี่การสั่งซื้อของสินค้าแต่ละรายการจากจำนวนใบสั่งซื้อสินค้าซึ่งจะได้ข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

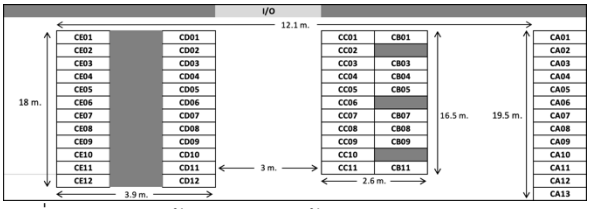
ตารางที่ 2 ความถี่การสั่งซื้อสินค้า

Item ID	May	June	July	Frequency
10400089	330	268	84	682
10300134	115	177	73	365
10304243	141	170	48	359
10300889	132	156	36	324
10301409	86	153	62	301
10300208	143	113	33	289
10300120	125	115	38	278
10300118	73	124	20	217
10300125	91	94	27	212
10301195	80	81	33	194
10300286	82	70	33	185
10300076	64	84	34	182
10300152	69	95	12	176
10300132	115	56	3	174
10300061	123	33	16	172
10300364	67	75	21	163
20100225	75	71	17	163
10301160	60	70	20	150
10300281	47	74	17	138
10300807	52	69	12	133
20100051	54	48	18	120
10304117	51	55	12	118
20100042	50	52	15	117
20100037	53	47	13	113
10300119	41	57	12	110
10300191	52	50	7	109
20100048	38	53	15	106
20100006	40	46	17	103
10301410	35	43	14	92
10300172	49	34	7	90
10301462	27	40	5	72
20100337	31	32	8	71
20100344	28	29	8	65
20100050	24	33	8	65
10301301	22	24	16	62
10302942	31	18	13	62
10303122	15	28	13	56
20100336	21	28	6	55
10302938	12	29	9	50
10300349	20	22	8	50
10301913	13	21	8	42
10301230	23	14	5	42
20100084	20	15	4	39
10303863	36	0	2	38
20100053	14	17	4	35
10300045	15	15	3	33
10300117	23	10	0	33
10302853	11	17	4	32
10300320	17	10	4	31
10300116	24	5	2	31
10301297	10	19	2	31

Item ID	May	June	July	Frequency
10300325	12	14	3	29
20300004	10	19	0	29
10303657	13	14	1	28
20300002	7	13	1	21
10301300	8	9	1	18

3.1.2 แผนผังคลังสินค้า

ทำการศึกษาลักษณะพื้นที่คลังการจัดเก็บเพื่อหาจุดนำเข้าและจุดหยิบสินค้าออก I/O (Input and Output) และทำการวัดระยะทางจากตำแหน่งจัดเก็บสินค้า (location) จัดเก็บไปยังจุดนำเข้าและจุดหยิบสินค้าออก I/O เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป พื้นที่หยิบสินค้าไว หรือ Forward Pick Area (FA) มีจำนวนทั้งสิ้น 56 locations



รูปที่ 1 ผังวางสินค้าของคลังสินค้ากรณีศึกษา

3.2 กำหนดขอบเขตการศึกษา

จำนวนสินค้าทั้งหมด 56 SKUs ดังแสดงในตารางที่ 2 จากจำนวนใบสั่งซื้อทั้งหมด และสนใจการจัดเก็บที่บริเวณหยิบสินค้าไว (Forward Pick Area) จำนวน 56 locations

3.3 ระเบียบวิธีการแก้ปัญหา

3.3.1 การปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้า

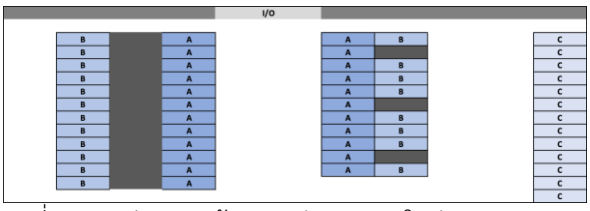
โดยจะทำการแบ่งประเภทสินค้า ABC ทีละกลุ่ม จะกำหนดให้กลุ่มสินค้า A มีจำนวน 11 SKUs คิดเป็นร้อยละ 20 จากจำนวนสินค้าทั้งหมด กลุ่มสินค้า B มีจำนวน 15 SKUs คิดเป็นร้อยละ 27 จากจำนวนสินค้าทั้งหมด และกลุ่มสินค้า C มีจำนวน 30 SKUs คิดเป็นร้อยละ 54 จากจำนวนสินค้าทั้งหมด

ตารางที่ 3 การแบ่งกลุ่มสินค้า

Item ID	Frequency	Probability	Cumulative	Class
10400089	682	0.096669029	0.096669029	A
10300134	365	0.051736357	0.148405386	A
10304243	359	0.050885897	0.199291283	A
10300889	324	0.045924876	0.245216159	A
10301409	301	0.042664777	0.287880935	A
10300208	289	0.040963855	0.328844791	A
10300120	278	0.039404678	0.368249468	A
10300118	217	0.030758327	0.399007796	A
10300125	212	0.03004961	0.429057406	A
10301195	194	0.027498228	0.456555634	A
10300286	185	0.026222537	0.482778171	A
10300076	182	0.025797307	0.508575478	B
10300152	176	0.024946846	0.533522325	B
10300132	174	0.024663359	0.558185684	B
10300061	172	0.024379872	0.582565556	B
10300364	163	0.023104181	0.605669738	B
20100225	163	0.023104181	0.628773919	B
10301160	150	0.021261517	0.650035436	B
10300281	138	0.019560595	0.669596031	B
10300807	133	0.018851878	0.688447909	B
20100051	120	0.017009213	0.705457123	B
10304117	118	0.016725726	0.722182849	B
20100042	117	0.016583983	0.738766832	B
20100037	113	0.016017009	0.754783841	B
10300119	110	0.015591779	0.77037562	B
10300191	109	0.015450035	0.785825656	B
20100048	106	0.015024805	0.800850461	C
20100006	103	0.014599575	0.815450035	C
10301410	92	0.013040397	0.828490432	C
10300172	90	0.01275691	0.841247342	C
10301462	72	0.010205528	0.85145287	C
20100337	71	0.010063785	0.861516655	C
20100344	65	0.009213324	0.870729979	C
20100050	65	0.009213324	0.879943303	C
10301301	62	0.008788094	0.888731396	C
10302942	62	0.008788094	0.89751949	C

Item ID	Frequency	Probability	Cumulative	Class
10303122	56	0.007937633	0.905457123	C
20100336	55	0.007795889	0.913253012	C
10302938	50	0.007087172	0.920340184	C
10300349	50	0.007087172	0.927427356	C
10301913	42	0.005953225	0.933380581	C
10301230	42	0.005953225	0.939333806	C
20100084	39	0.005527994	0.9448618	C
10303863	38	0.005386251	0.950248051	C
20100053	35	0.004961021	0.955209072	C
10300045	33	0.004677534	0.959886605	C
10300117	33	0.004677534	0.964564139	C
10302853	32	0.00453579	0.969099929	C
10300320	31	0.004394047	0.973493976	C
10300116	31	0.004394047	0.977888023	C
10301297	31	0.004394047	0.982282069	C
10300325	29	0.00411056	0.986392629	C
20300004	29	0.00411056	0.990503189	C
10303657	28	0.003968816	0.994472006	C
20300002	21	0.002976612	0.997448618	C
10301300	18	0.002551382	1	C

3.3.1.1 ผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบวางในช่องทางเดิน (Class-based with within-aisle layout)

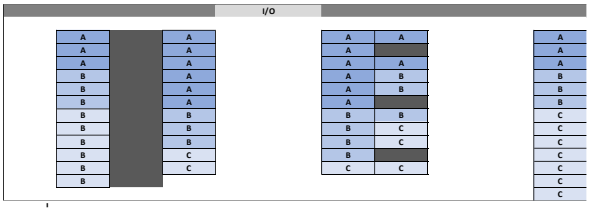


รูปที่ 2 แผนผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบวางในช่องทางเดิน (Class-based with within-aisle layout)

แผนผังจัดเก็บสินค้าแยกกลุ่มแบบวางในช่องทางเดินจะจัดเก็บเป็นโซนตามกลุ่ม ABC ที่ทำการจัดไว้ โดยจะเลือกจัดเก็บสินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงตามกลุ่ม A, B และ C ตามลำดับเพื่อนำมาจัดเก็บใน locations ที่มีระยะทางน้อยที่สุดไปจนถึงระยะทางที่มากที่สุด ด้วยอาศัยหลักเกณฑ์สินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงควรจะอยู่ในใกล้บริเวณ I/O ในแนวช่องทางเดินหยิบสินค้า (Aisle lane) เพื่อให้มีระยะทางในการหยิบสินค้าต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 2

3.3.1.2 ผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบแนวทแยง (Class-based with diagonal layout)

ผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบแนวทแยงจะจัดเก็บเป็นโซนตามกลุ่ม ABC ที่ทำการแบ่งด้วยความถี่ของการหยิบสินค้า โดยจะเลือกจัดเก็บสินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงตามกลุ่ม A, B และ C ตามลำดับเพื่อนำมาจัดเก็บในตำแหน่งจัดเก็บสินค้า (Locations) ที่มีระยะทางน้อยที่สุดในโซนพื้นที่ A ,B และ C ตามลำดับ ในแนวทแยงทุมจากบริเวณนำเข้าหรือหยิบสินค้าออก (I/O) ดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าสินค้ากลุ่ม A จะมีตำแหน่งจัดเก็บอยู่ใกล้ประตู I/O ตามแนวระนาบ



รูปที่ 3 แผนผังวางสินค้าแยกกลุ่มแบบแนวทแยง (Class-based with diagonal layout)

3.3.1.3 การออกแบบผังด้วยการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Storage Location Assignment Problem)

กระบวนการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นเพื่อกำหนดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1) รวมรวมข้อมูลความถี่การสั่งซื้อจากใบคำสั่งซื้อ 3 เดือนของสินค้าทั้งหมด 56 SKUs

2) วิเคราะห์ข้อมูลระยะทางจากจุด (I/O) ถึงสถานที่จัดเก็บที่บริเวณหยิบสินค้าไว (Forward Pick Area)

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Programming Formulation) เพื่อกำหนดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่ ดังสมการที่ (1) - (4) ตามลำดับ

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} F_i d_j X_{ij} \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \; ; \; \forall_j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} = 1 \; ; \; \forall_i \quad (3)$$

$$X_{ij} = \{0,1\} \quad (4)$$

โดยที่

i คือ สินค้าแต่ละ SKUs

j คือ ตำแหน่งจัดเก็บสินค้า (Location Numbers)

d_j คือ ระยะทางของการจัดวางสินค้าแต่ละSKUs (i) ในแต่ละ location การจัดเก็บ (j) ถึงจุดพื้นที่วางสินค้า outbound (I/O)

F_i คือ ความถี่การสั่งซื้อของสินค้า *SKU* i

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ , ถ้าสินค้า } i \text{ ถูกจัดเก็บใน } location\ j \\ 0 \text{ , } Otherwise \end{cases}$$

ขั้นตอนที่ 3 ทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ด้วยโปรแกรม OpenSolver Add-in “Solver” ใน Excel เพื่อทำการพิจารณาหาตำแหน่ง location ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ระยะทางรวมต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1) สร้าง template ใน spreadsheet โดยมีข้อมูลสินค้า (Item No.), Location (j), ระยะทาง (d_j) และความถี่การสั่งซื้อ (F_i)

2) นำข้อมูลเข้า Solver ตามตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 2

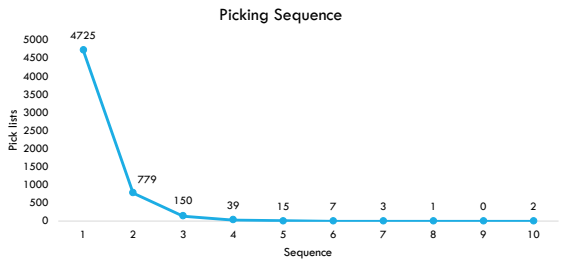
3) หลังจากให้โปรแกรม Open Solver ช่วยแก้ปัญหาเชิงเส้นแบบ exact solution จะได้ผลสรุปตำแหน่ง location ที่จะทำให้เกิดระยะทางต่ำที่สุด

3.3.1.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ระยะทางเดินของกระบวนการหยิบสินค้าปัจจุบันเทียบกับนโยบายการจัดเก็บใหม่

การศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ระยะทางเดินของกระบวนการหยิบสินค้าปัจจุบันเทียบกับนโยบายการจัดเก็บใหม่ จะทำการใช้ใบสั่งซื้อชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการออกแบบแผนผังเพื่อทดสอบระยะทางเดินที่เกิดขึ้น ใบหยิบสินค้า 1 รายการ (Order) มีจำนวนขั้นต่ำ 1 สินค้า (Items) กระบวนการหยิบสินค้า ถูกออกแบบไว้เป็นแบบหยิบทีละรายการ (Single-Order Picking Line) พนักงานต้องหยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งจึงจบกระบวนการ 1 รอบงาน

3.3.2 การปรับปรุงรูปแบบการเดินหยิบสินค้าด้วยการออกแบบลำดับการหยิบ (Sequence)

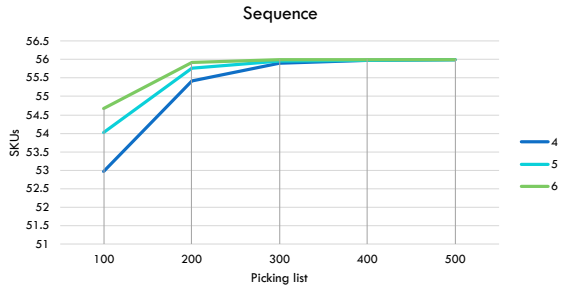
จากเดิมการหยิบเป็นแบบ Single Order Picking โดยจะทำการหยิบทีละ 1 รายการสั่งซื้อ จากการศึกษาข้อมูลการสั่งซื้อพบว่า มีลักษณะการหยิบสินค้ามากกว่า 1 sequence ค่อนข้างบ่อยซึ่งส่งผลทำให้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร รูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงลำดับของการหยิบสินค้า 1 รายการเท่ากับ 4,725 ครั้งซึ่งสูงมากที่สุด ดังนั้นการรวมกลุ่มใบสั่งซื้อเพื่อจัดกลุ่มสินค้าเพื่อทำการหยิบ (Batch Picking) จะช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีการออกแบบจำนวนของกลุ่มสินค้าที่ต้องการหยิบเป็นเรื่องที่สำคัญเพราะส่งผลโดยตรงต่อระยะทางของการเดินหยิบสินค้า



รูปที่ 5 ลักษณะการหยิบของใบสั่งซื้อ

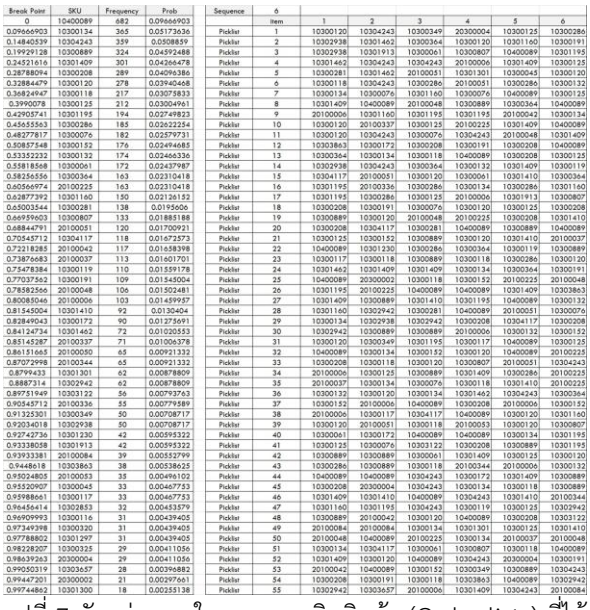
ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาหาลำดับ (sequence) ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงรายการหยิบสินค้า โดยพิจารณาที่ 4 - 6 รายการ ซึ่งพิจารณาตัวเลขดังกล่าวจากอุปกรณ์ที่ทางกรณีศึกษาใช้ในการหยิบสินค้าหน้างานจริง โดยจะทดลองสร้างรายการหยิบตั้งแต่ 4 - 6 sequence จำนวนครั้งที่ทดลอง 100 ครั้ง โดยสร้างรายการหยิบสินค้าตั้งแต่ 100 ใบไปจนถึง 500 ใบ เพื่อค้นหากลุ่มสินค้าและลำดับของการหยิบที่เหมาะสมที่ทำให้

หยิบสินค้าได้ครบทุก SKUs ดังแสดงในรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่าจำนวนและลำดับ (sequence) ที่มีขนาดเท่ากับ 6 SKUs จะช่วยหยิบสินค้าได้ครบตามความต้องการด้วยระยะเวลาที่น้อยที่สุด ซึ่งใช้จำนวนใบรายการหยิบสินค้าน้อยที่สุดเพียง 200 ใบรายการ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์จำนวนและลำดับ (sequence) ที่มีขนาดเท่ากับ 6 SKUs สำหรับการออกแบบเส้นทางการหยิบในลำดับถัดไป



รูปที่ 6 จำนวนและลำดับ (sequence) ที่เหมาะสมที่ทำให้หยิบครบทุก SKUs

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อทำการศึกษาผลของจำนวนและลำดับ (sequence) ที่มีผลต่อการลดระยะทางการเดินหยิบสินค้า งานวิจัยนี้จะทำการสร้างใบรายการหยิบสินค้า (Order Lists) ใหม่



รูปที่ 7 ตัวอย่างของใบรายการหยิบสินค้า (Order lists) ที่ได้จากการสร้างด้วยวิธีการจำลอง

โดยการสร้างใบรายการหยิบสินค้าใหม่นั้นจะทำการสร้างให้มีขนาดของกลุ่ม (Batch) สินค้าที่มีความต้องการหยิบเท่ากับ 6 SKUs batching ใหม่ด้วยวิธี Roulette Wheel Simulation ในการสุ่มเลือก SKUs โดย SKUs ใดที่มีความถี่ในการหยิบสูงจะมีโอกาสในการถูกสุ่มเข้ามาในใบรายการหยิบสินค้ามากกว่า SKUs ที่มีความถี่ในการหยิบน้อยกว่า การสุ่มดังกล่าวใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างแบบจำลองใบรายการหยิบสินค้า จำนวน 500 ฉบับ เพื่อนำมาทดสอบและวัดผลตัวแบบผังจัดวางสินค้าที่พัฒนาขึ้นมาทำการเปรียบเทียบด้วยระยะทางการเดินหยิบสินค้า

การออกแบบกลุ่มสินค้าเพื่อทำการหยิบจากใบรายการสั่งซื้อ สามารถพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดขนาดของออเดอร์ใหม่ ได้ดังต่อไปนี้

กำหนดให้

J คือ ชุดคำสั่งซื้อของลูกค้า = {1,2,3,...,n}

C_j คือ จำนวนสินค้าในคำสั่งซื้อของลูกค้า j โดยที่ $j \in J$

I คือ ชุดของกลุ่มสินค้า (Batch) เป็นไปได้ทั้งหมด

d_i คือ ระยะทางในการเลือกสินค้าซึ่งทุกรายการอยู่ในกลุ่มสินค้า (Batch) i โดยที่ $i \in I$

a_j คือ ค่าเวกเตอร์ของตัวแปรแบบไบนารี a_{ij} โดย

$$a_j = \begin{cases} 1, \text{ถ้าคำสั่งซื้อของลูกค้า } j \text{ ถูกเลือกรวมใน batch } i \\ 0, Otherwise \end{cases}$$

ดังนั้น เซตของกลุ่มสินค้า (Batch) ที่เป็นไปได้ทั้งหมดถูกกำหนดให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความจุของอุปกรณ์หยิบสินค้า C โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

$$\sum_{j \in J} c_j a_{ij} \leq C, \ \forall_i \in I \quad (5)$$

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i \in I} d_i x_i \quad (6)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{i \in I} a_{ij} x_i = 1, \ \forall_j \in J \quad (7)$$

$$X_i = \{0,1\}, \ \forall_i \in I \quad (8)$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$$X_i = \begin{cases} 1, \text{ถ้าเลือก } batch\ i \\ 0, Otherwise \end{cases}$$

3.3.2.1 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระยะทางเดินของกระบวนการหยิบสินค้าที่มีผลต่อผังจัดวาง 3 ตัวแบบ

สมมุติฐานให้นโยบายการหยิบสินค้าที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบ มีดังต่อไปนี้

1) การเดินแบบตามแนวทางเดินหรือ I Flow คือ พนักงานต้องหยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งจึงจบกระบวนการ 1 รอบงาน

2) การเดินแบบ U Flow คือ พนักงานต้องหยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งจึงจบกระบวนการ 1 รอบงาน แล้วนำสินค้าไปวางยังจุดพักสินค้า

3.3.2.2 การลำดับการเดินหยิบใหม่ด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นวิธีการเมตาฮิวริสติก โดยอาศัยหลักการเลียนแบบวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ในการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา Traveling salesman problem (TSP) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1) สร้างสมการคำตอบเริ่มต้น (Initial solution) จำนวน NP โครโมโซม ออกแบบโครโมโซมที่ใช้เป็นตัวเลขทั่วไป ซึ่งตัวเลขแต่ละตัวบอกลำดับขั้นในการเดินทาง เช่น ตัวอย่างปัญหา Traveling salesman problem (TSP) ที่ต้องการให้มีระยะทางสั้นที่สุด โดยมีตำแหน่งจัดวางสินค้า (Locations) ที่ต้องเข้าไปหยิบสินค้าทั้งหมด 6 locations โดยแถวแรกเป็นลำดับของการเดินทางแถวที่สอง เป็นโครโมโซมคำตอบ

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการออกแบบโครโมโซมแบบลำดับ

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6
โครโมโซม	C11	C01	D01	D08	C05	D01

2) คำนวณค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness function) ของคำตอบเริ่มต้น ปกติฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในปัญหา Traveling salesman problem (TSP) แสดงได้ดังสมการ

$$F(\boldsymbol{x}) = \sum_{i,j=1}^{I,J} X_{ij} d_{ij} \qquad (10)$$

มีการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นสมการ

$$F(\boldsymbol{x}) = \sum_{i,j=1}^{I,J} X_{ij} \frac{1}{d_{ij}} \qquad (11)$$

3) สร้างโครโมโซมรุ่นลูกจนกว่าจะได้จำนวนรุ่นลูกเท่ากับ NP จากลำดับขั้นต่อไปนี้

(1) การคัดเลือก : เลือกโครโมโซมต้นแบบ 2 โครโมโซมโดยใช้ความน่าจะเป็นโดยพิจารณาจากค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม

(2) การข้ามสายพันธุ์ : แลกเปลี่ยนยีนส์ข้ามโครโมโซมในทุกๆ คู่ของโครโมโซมที่เลือกและสุ่มตำแหน่งของปมในเส้นทางเพื่อทำการแลกเปลี่ยนยีนส์

(3) การกลายพันธุ์ : การปรับเปลี่ยนยีนส์ภายในโครโมโซม

4) แทนที่โครโมโซมรุ่นพ่อ-แม่ด้วยรุ่นลูก

5) เปรียบเทียบและแทนที่คำตอบถ้าพบคำตอบที่ดีกว่า

6) ตรวจสอบเงื่อนไขการหยุดทำงาน ถ้ายังไม่ครบตามเงื่อนไข ให้วนซ้ำขั้นตอนที่ 2-6 ใหม่จนกว่าจะครบตามจำนวนรอบที่กำหนด

คำตอบที่เหมาะสมที่สุด จะทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Python Programming with Google Colab ด้วยเวอร์ชั่น Python 3 ดังแสดงในคำสั่งเทียม (pseudo code) รูปที่ 8 จะมี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การกำหนดพารามิเตอร์ของวิธีเชิงพันธุกรรม และประมวลผล

Data Preparation
1. Read route data from an Excel file.
2. Convert routes into a format usable for calculations (e.g., lists of locations).

Genetic Algorithm Parameters
1. Set population size (number of routes to consider in each generation).
2. Set the number of generations (iterations of the algorithm).
3. Set mutation rate (probability of a route being randomly modified).
4. Set penalty factor (how much to penalize routes that exceed vehicle capacity).
5. Set bacth capacity
6. Define customer orders

Function Definitions
1. `calculate_route_distance(route, distance_matrix)`: - Calculates the total distance of a given route using the distance matrix.
2. `calculate_route_demand(route, demands)`: - Calculates the total demand of a given route based on customer demands.
3. `check_capacity(route, demands, capacity)`: - Checks if a route's total demand exceeds the vehicle capacity.
4. `calculate_penalty(route, demands, capacity)`: - Calculates a penalty based on how much a route exceeds the capacity.
5. `generate_initial_population(pop_size, num_customers)`: - Creates the initial set of routes randomly.
6. `crossover(parent1, parent2)`: - Combines two parent routes to create a new child route.
7. `mutate(route)`: - Randomly swaps two locations within a route.

Main Genetic Algorithm Loop
1. Generate the initial population of routes.
2. Calculate the distances for each route in the initial population.
3. Repeat for the specified number of generations:
- Create a new empty population. - While the new population is not full:
- Select two parent routes (with probabilities influenced by their fitness).
- Create a child route using crossover. - Potentially mutate the child route.
- If the child route doesn't violate capacity constraints, add it to the new population.
- Replace the old population with the new population. - Recalculate distances for the new population.
4. Find the best route (shortest distance) in the final population.
5. Print the best route and its distance.

รูปที่ 8 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.3.2.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระยะทางเดินของการหยิบสินค้าแบบ U-Flow เทียบกับการลำดับการหยิบใหม่ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

พนักงานต้องหยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งจึงจบกระบวนการ 1 รอบงาน แล้วนำสินค้าไปวางยังจุดพักสินค้าก่อนจะหยิบสินค้าตามใบสั่งอันถัดไป

4. ผลการวิจัย

ผลจากการปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้า พบว่าการปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บใหม่ทั้ง 3 ตัวแบบ สามารถลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลงได้ โดยสามารถสรุปผลได้ดังรูปที่ 9 ดังนี้

Warehouse layout	Total Distance (cm.)	Percent change
Existing model	9,510,160	
Class-based Within aisle	6,823,755	-28.25%
Class-based Diagonal	6,598,555	-30.62%
SLAP	6,597,205	-30.63%

รูปที่ 9 ระยะทางหลังปรับปรุงการปรับตำแหน่งจัดเก็บใหม่

ตำแหน่งจัดเก็บสินค้าใหม่ที่เหมาะสมสำหรับบริษัทกรณีศึกษา คือ ตัวแบบผังที่พัฒนาจาก Storage Location Assignment Problem (SLAP) ระยะทางที่ใช้ 6,597,205 ซม. ระยะทางลดลงจากตำแหน่งจัดเก็บเดิมร้อยละ 30.63 อันดับสอง Class-based Diagonal ระยะทางที่ใช้ 6,598,555 ซม. ระยะทางลดลงจากตำแหน่งจัดเก็บเดิมร้อยละ 30.62 เมื่อเปรียบเทียบระยะทางในการเดินหยิบใหม่สามารถลดระยะทางลงได้ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้ามีผลอย่างมากต่อระยะทางในการเดินหยิบ หากมีการออกแบบตำแหน่งที่เหมาะสมจะสามารถช่วยให้พนักงานหยิบสินค้าทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดระยะทางที่มากเกินความจำเป็น (Unproductive distance) และระยะเวลาในกระบวนการหยิบ ส่งผลให้ลดต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลังลงได้

เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ให้กับตัวแบบที่ทำการพัฒนาผู้วิจัยทำการทดสอบตัวแบบคลังสินค้าเพิ่มเติมจากการสร้างใบรายการหยิบสินค้าใหม่จำนวน 500 ใบเพื่อจำลองสถานการณ์ในคลังสินค้า ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้รูปที่ 10 ดังนี้

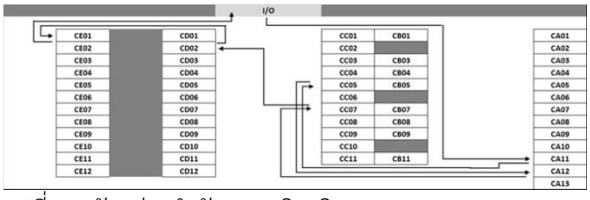
Warehouse layout	I Flow	U Flow	Percent change
Existing	4,271,040	4,956,110	16.04%
Class-based Within aisle	3,697,540	4,222,220	14.19%
Class-based Diagonal	3,797,765	4,265,815	12.32%
SLAP	3,820,125	4,288,825	12.27%

รูปที่ 10 ระยะทางจากการเดินหยิบสินค้า

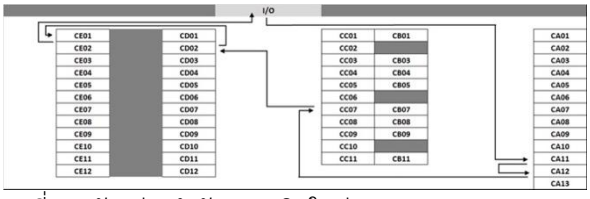
จากภาพตัวแบบผังคลังสินค้าใหม่ทุกตัวแบบสามารถลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลงได้ แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรง (Robustness) ของตัวแบบที่พัฒนาขึ้น โดยตัวแบบคลังสินค้าที่ดีที่สุด ได้แก่ Class-based with within-aisle ใช้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าน้อยที่สุด อยู่ที่ 3,697,450 ซม. อันดับสอง ได้แก่ Class-based with diagonal ใช้ระยะทางอยู่ที่ 3,709,765 ซม. ผังคลังสินค้าที่เป็นตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับการทดลองทั้งการหยิบจากคำสั่งซื้อเดิมและคำสั่งซื้อที่ถูกจำลอง มีคำตอบเปลี่ยนไป

จากการวิเคราะห์ยังพบว่า ตำแหน่ง I/O มีผลต่อระยะทางในการเดินหยิบ กรณีมีตำแหน่ง I/O อยู่ตรงกลางคลังสินค้า ระยะทางเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 6 หากในอนาคตจุด I/O เป็นคนละจุดกันหรือมีการปรับตำแหน่ง ระยะทางที่ได้อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปจากการมีจุด I/O ตำแหน่งเดียวกัน

ผลจากการลำดับการหยิบใหม่ด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) รูปที่ 11 ลำดับการหยิบเดิมใช้ระยะทางอยู่ที่ 9,550 ซม. เทียบกับรูปที่ 12 ลำดับการหยิบใหม่ใช้ระยะทางอยู่ที่ 7,190 ซม. พบว่าการจัดลำดับการหยิบใหม่ สามารถช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลงได้ สามารถสรุปผลได้ดังรูปที่ 13



รูปที่ 11 ตัวอย่างลำดับการหยิบเดิม



รูปที่ 12 ตัวอย่างลำดับการหยิบใหม่

Warehouse layout	Simulation	GA	Percent change
Class-based Within aisle	4,222,220	2,948,595	-30.16%
Class-based Diagonal	4,265,815	3,069,330	-28.05%
SLAP	4,288,825	3,089,435	-27.97%

รูปที่ 13 ระยะทางจากการลำดับการหยิบใหม่

เมื่อเปรียบเทียบระยะทางในการเดินหยิบหลังจากลำดับการหยิบสินค้าใหม่ สามารถลดระยะทางลงได้ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ลำดับการหยิบสินค้า (Picking sequence) มีผลอย่างมากต่อระยะทางในการเดินหยิบสินค้า หากมีการออกแบบลำดับการหยิบที่เหมาะสมจะสามารถช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลงได้

5. สรุป

ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ตัวแบบทั้งหมด 3 ตัวแบบ ประกอบด้วย 1) ผังสินค้าแบบ Class-based within-aisle 2) ผังสินค้าแบบ Class-based diagonal 3) ผังสินค้าที่ประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น พบว่า ตัวแบบผังวางที่ดีที่สุดสำหรับกรณีศึกษา คือ ผังคลังสินค้าที่จัดด้วยวิธีฮิวริสติกอย่าง Class-based Storage เนื่องจากการออกแบบตัวแบบกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้าด้วยการประยุกต์ตัวแบบคณิตศาสตร์เชิงเส้นมีความไวต่อการวัดระยะทางในการเข้าถึงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าที่ผลคูณกับความถี่ในการหยิบสินค้า และอัลกอริทึมของการคำตอบนั้นจะทำการเรียงลำดับความถี่การหยิบสินค้าจากความถี่สูงไปต่ำ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บจะเรียงจากระยะทางน้อยไปมาก แตกต่างจากการออกแบบผังแบบแยกตามกลุ่มสินค้า และผังสินค้าแยกตามกลุ่มสินค้าที่ประยุกต์ร่วมกับการออกแบบพื้นที่สินค้าหยิบไวที่ตำแหน่งของการจัดวางสินค้านั้นไม่ได้รับอิทธิพลจากการจัดตำแหน่งตามลำดับของความถี่ แต่จะจัดจากโอกาสที่สินค้าหยิบบ่อยและขายดี

ผลจากการวิเคราะห์ขนาดของออเดอร์ที่เหมาะสม พบว่า ขนาดออเดอร์ที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา คือ 6 sequences เนื่องจากเป็นจำนวนที่จะช่วยให้สามารถทำการหยิบสินค้าได้ครบทุกใบสั่งซื้อได้เร็วทีสุด และเหมาะสำหรับพนักงานที่หยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งต่อ 1 รอบงาน

ผลจากการวิเคราะห์ลำดับการหยิบที่เหมาะสม พบว่า การลำดับการหยิบสินค้าที่สั้นที่สุดในการเดินหยิบสินค้าด้วยวิธี Traveling salesman problem โดยประยุกต์ใช้ Genetic Algorithm สามารถลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลงได้ การศึกษานี้ช่วยให้ผู้ใช้งานมีข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนจัดลำดับการหยิบ ซึ่งส่งผลต่อระยะทาง และต้นทุนในการบริหารจัดการคลังสินค้าทำให้การทำงานของบริษัทกรณีศึกษามีระบบและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] J. J. Bartholdi and S. T. Hackman, *Warehouse & Distribution Science: Release 0.89 (p. 13)*, Atlanta: Supply Chain and Logistics Institute, 2008.

[2] อภิชญา สุทธิพงศ์เกียรติ์, อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์, นุชจรินทร์ อินต๊ะหล้า, “การวิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบผังและตำแหน่งจัดวางสินค้า กรณีศึกษาคลังสินค้านำเข้าส่งออกเนื้อสัตว์แช่แข็งแห่งหนึ่ง,” *วารสารสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ.*, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, น. 69-91, 2566.

[3] ขนิษฐา เลาหวิชิตศักดิ์ และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์, “การประยุกต์ใช้ตัวแบบสองขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่มและระบุตำแหน่งการวางสินค้าภายในคลังสินค้า กรณีสินค้ามีความสัมพันธ์กับกลุ่มผลิตภัณฑ์,” *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน.,* ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, น. 92-105, 2564.

[4] ณัฐปรียา ฉลาดแย้ม, ประกายการณ์ ชูศร และ ยุภาพร ตงประสิทธิ์, “การวิเคราะห์แบบเอบีซี ABC Analysis,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/02_15_.pdf.

[5] ณัฐวดี ปัญญาพานิช และ สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, “การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการหยิบสินค้า.” *จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์.*, ปีที่ 37, ฉบับที่ 144, น. 24-50, 2558.

[6] วนัฐณพงษ์ คงแก้ว และ ศิวศิษย์ วิทยศิลป์, *การวิจัยดำเนินงาน: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้,* สงขลา: ไอคิว มีเดีย, 2564.

[7] สุนันทา อนันต์ชัยทรัพย์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล, "การปรับปรุงการจัดวางตำแหน่งสินค้าภายในคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ โคราช จำกัด," *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีดิจิทัล*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, น. 11-24, 2564.

[8] ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, *วิธีการเมตาฮิวริสติกเพื่อแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์,* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2554.

[9] C. G. Peterson and G. Aase, "A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *Economics," International Journal of Production Economics.*, vol. 92, no. 1, pp. 11-19, 2004.

[10] โสภณ สุขสวัสดิ์, "การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า: กรณีศึกษาบริษัทผลิตยางผสม (RUBBER COMPOUND)," วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2557.

[11] พลอยไพลิน ภูมิโคกรักษ์, "การพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง," วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 2560.