

การประยุกต์ใช้ตัวแบบสองขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่มและระบุตำแหน่งการวางสินค้า ภายในคลังสินค้า กรณีสินค้ามีความสัมพันธ์กับกลุ่มผลิตภัณฑ์

ชนิษฐา เลหาวิชิตศักดิ์¹ และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์^{2*}

ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

148 หมู่ 3 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

Received: 11 April 2021; Revised: 12 May 2021; Accepted: 18 May 2021

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้ากรณีศึกษา ที่มีการจัดเก็บวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ของร้านอาหารในเครือ (Chain Restaurant) ที่วางไม่เป็นระเบียบทำให้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าตามใบคำขอ (Customer Orders) ใช้เวลายืบนาน ลักษณะการหยิบนั้น พนักงานทำการหยิบสินค้าหลักแยกตามแต่ละแบรนด์ร่วมกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ร่วมกันทุกแบรนด์ ทำให้การออกแบบตำแหน่งการวางใหม่นั้น ต้องทำการวางสินค้าหลักและผลิตภัณฑ์ไว้ใกล้กัน และแบ่งโซนจัดเก็บตามตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อลดระยะทางในการหยิบสินค้า ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบสองระดับ (Two- Stages Clustering-Assignment Model) ได้ถูกนำเสนอขึ้นเพื่อจัดกลุ่มสินค้าและทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้า ขั้นตอน ที่หนึ่งจะทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสินค้ากับกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Item-based associations) เพื่อสร้างกลุ่มสินค้า ที่มีความเกี่ยวข้องกัน และขั้นตอนที่สองจะทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้าเพื่อจัดเก็บด้วยตัวแบบการมอบหมายงาน (Storage Location Assignment Problem) ให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์แต่ละรายการ (SKUs) โดยผลลัพธ์คำตอบที่เหมาะสมที่มี ระยะทางเดินหยิบสินค้าน้อยที่สุดจะทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม OpenSolver2.9.3_Beta_Linear -Win ผลที่ได้จาก การศึกษา พบว่า การจัดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่ด้วยตัวแบบสองขั้นตอน ช่วยลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าลดลงได้ ประมาณ 56% และช่วยลดจำนวนพนักงานหยิบสินค้าลงได้ จากเดิมที่ใช้พนักงานหยิบสินค้าจำนวน 11 คน ลดลงเหลือเพียง 8 คน ประโยชน์ดังกล่าวทำให้สามารถลดต้นทุนแรงงานของกรณีศึกษาได้เดือนละ 39,000 บาทต่อเดือนหรือ 468,000 บาท ต่อปี

คำสำคัญ: การปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า, เทคนิคการจัดกลุ่มสินค้าด้วยความสัมพันธ์, ปัญหาตัวแบบการมอบหมายงาน, กรณีศึกษา

* Corresponding author. E-mail: akkaranan@as.nida.ac.th

^{1,2} ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Applying a two-stage clustering-assignment model for an item-associated product family warehouse storage location problem

Kanitta lawhawichitsak¹ and Akkaranan Phongsatornwiwat^{2*}

Logistics Management, National Institute of Development Administration (NIDA),
148 Moo 3, Seri-thai Road, Klong-Chan, Bangkok, Bangkok Thailand 10240

Received: 11 April 2021; Revised: 12 May 2021; Accepted: 18 May 2021

Abstract

The objective of this research was to re-design the storage location of raw materials and common products in the warehouse of a chain restaurant as the case study. An existing problem is unproductive travelling distance and non-value-added time-consuming order picking by the customer orders because of an inappropriate layout. As observed, the nature of the picking processes indicate that pickers pick the individual items by each brand along with common products that share together for all brands. To design new appropriate locations and product zones for each SKUs, this study proposed a Two-Stages Clustering-Assignment Model to deal with classifying product groups and determining product placements problems. Firstly, was to find Item-based associations of both product groups (items and all brands). Secondly, was then to determine placements for associated items by formulating the problem as warehouse storage location assignment problem so as to minimize picking distance. OpenSolver2.9.3_Beta_LinearWin was used to find the optimal solution. The result shows that the new configuration help reducing picking distance by 56% comparing to the current storage locations. This benefit proves more efficient as it reduces pickers from 11 to 8 regular staffs, which in turns saving labor costs about 39,000 baht per month or 468,000 baht per year.

Keywords: storage location reassignment problem, item-based associations technique, assignment problem, case study

* Corresponding author. E-mail: akkaranan@as.nida.ac.th

^{1,2} Logistics Management, National Institute of Development Administration

1. บทนำ

คลังสินค้าเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้องค์กรมีความได้เปรียบทางการแข่งขันทางธุรกิจ ในคลังสินค้าต้นทุนส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหยิบสินค้ามากถึง 55% จากต้นทุนคลังสินค้าทั้งหมด [1] ดังนั้นการบริหารจัดการคลังสินค้าจึงมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงกระบวนการหยิบสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยที่สำคัญในการช่วยลดต้นทุนแรงงานในกระบวนการหยิบสินค้าเกี่ยวข้องกับการออกแบบโซนการจัดเก็บสินค้า (Warehouse layout) และตำแหน่งการจัดวางสินค้า (Warehouse storage location) [1-2] โดยสรุปแล้วการจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งที่เหมาะสมสามารถช่วยลดระยะทางเดินหยิบสินค้าลงได้ และส่งผลให้กระบวนการหยิบมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้องค์กรสามารถลดต้นทุนแรงงานได้ [3]

คลังสินค้ากรณีศึกษาเป็นคลังสินค้าขนาดใหญ่ มีพื้นที่จัดเก็บขนาด 6,500 ตารางเมตร ทำการจัดเก็บเป็นลักษณะ Pallet ได้ทั้งหมด 5,512 ตำแหน่งการจัดเก็บ (Locations) สินค้าที่มีการหมุนเวียน ณ ปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 1,874 SKUs ให้บริการจัดเก็บสินค้าจำพวกวัสดุอุปกรณ์ให้กับร้านอาหารบริการด่วนที่หลากหลายภายใต้ตราสินค้าของธุรกิจอาหารในเครือ (Chain Restaurants) ทั้งหมด 17 แบรินด์ จำนวน 1,134 สาขา จำพวกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในร้านอาหาร ยกตัวอย่างเช่น เครื่องปรุงรส แปะนม และ บรรจุภัณฑ์ต่างๆ จัดเก็บสินค้าเพื่อส่งต่อไปยังร้านค้าในเครือทั้งหมด 17 แบรินด์ (Items by brands) และ อีก 1 กลุ่มสินค้าที่ใช้ร่วมกันทุกแบรนด์สินค้าที่เรียกว่า แบรินด์ ALL ซึ่งสินค้าเหล่านี้จะถูกส่งจากร้านค้าทั่วประเทศไทยจำนวน 1,134 ร้านค้าทั่วประเทศไทย

ปัญหาการจัดการคลังสินค้าที่กรณีศึกษากำลังประสบพบเจออยู่เกี่ยวข้องกับระยะทางในการหยิบสินค้าตามใบความต้องการของลูกค้า (Customer Orders) ที่ใช้มาก ทำให้เกิดความล่าช้าในการจัดส่งสินค้า เนื่องจากตำแหน่งโซนการจัดเก็บและตำแหน่งการจัดวางแต่ละ SKUs นั้นยังไม่เหมาะสม จากการลงสำรวจพื้นที่ของผู้วิจัยพบว่า ลักษณะการหยิบสินค้าในคลังสินค้านี้ดังกล่าวนั้น

พนักงานหยิบสินค้าจะต้องทำการหยิบสินค้าหลักแยกตามแต่ละแบรินด์ (Items by brands) พร้อมกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ร่วมกันทุกแบรนด์ (ข้อใช้คำศัพท์ว่า ALL ตลอดบทความนี้) ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำให้การออกแบบตำแหน่งการวางนั้น ต้องทำการวางสินค้าหลัก (Main Items) และผลิตภัณฑ์ ALL ไว้ใกล้กัน และแบ่งโซนจัดเก็บตามตำแหน่งที่เหมาะสม ในปัจจุบันการจัดเก็บสินค้าสินค้าแบรินด์ (ALL) ไว้ใกล้แบรินด์ใดแบรินด์หนึ่งเมื่อแบรินด์อื่นมีการสั่งหยิบสินค้าทำให้การหยิบสินค้าของแบรินด์ที่วางไกลจากแบรินด์ ALL นั้นต้องเดินไกลขึ้นโดยไม่จำเป็น

ตัวอย่างใบสั่งสินค้าแบรินด์ AA			ตัวอย่างใบสั่งสินค้าแบรินด์ KF			ตัวอย่างใบสั่งสินค้าแบรินด์ MD		
Item	QTY	Group	Item	QTY	Group	Item	QTY	Group
A01	4	AA	K01	1	KF	M01	1	MD
A02	3	AA	K02	2	KF	M02	2	MD
A03	2	AA	K03	3	KF	M03	3	MD
A04	2	AA	K04	4	KF	M04	4	MD
AL1	1	ALL	AL1	2	ALL	AL1	2	ALL
AL2	3	ALL	AL2	4	ALL	AL2	4	ALL

รูปที่ 1 ตัวอย่างใบสั่งซื้อสินค้าที่มีการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แยกตามแบรินด์ (Individual items) และแบรินด์รวม (ALL)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อปรับปรุงและออกแบบตำแหน่งการจัดวางสินค้าใหม่ภายในคลังสินค้าสำหรับจัดเก็บวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ของร้านอาหารในเครือ (Chain Restaurant) เป้าหมายของการปรับปรุงเพื่อลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าตามใบคำขอ (Customer Orders) และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกระบวนการหยิบสินค้าด้วย ที่ใช้เวลาในการเดินหยิบสินค้าเป็นเวลานาน เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบสองระดับเพื่อจัดกลุ่มสินค้าและจัดตำแหน่งการวางของสินค้า (A Two- Stages Clustering-Assignment Model) โดยขั้นตอนที่หนึ่งจะทำการจัดกลุ่มของสินค้าและผลิตภัณฑ์ ALL ด้วยดัชนีความสัมพันธ์ของสินค้ากับกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Item-based associations) เพื่อสร้างกลุ่มสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกันเพราะจะถูกหยิบไปด้วยกันเสมอ ขั้นตอนที่สองจะทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้าใหม่เพื่อจัดเก็บด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบจำนวนเต็ม โดยงานวิจัย

นี้ทำการนิยามปัญหาเป็นปัญหาการมอบหมายตำแหน่งให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์และรายการ (SKUs) (Storage Location Assignment Problem) เพื่อให้มีระยะทางในการเดินหยิบสินค้าที่สั้นที่สุด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า

การจัดเก็บสินค้าจะพิจารณาถึงปัจจัยด้านลักษณะของสินค้าและปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอยภายในคลังสินค้า ตัวอย่างเช่น ปริมาณและความถี่การผ่านเข้า - ออกของสินค้าแต่ละชนิด และคุณลักษณะสินค้าว่าเป็นสินค้ามีมูลค่าสูง แดกหักง่าย เน่าเสียง่าย หรือเป็นสินค้าอันตราย เป็นต้น [4] ข้อมูลข้างต้นนำมาใช้ในการพิจารณาจัดสรรพื้นที่และตำแหน่งหรือสถานที่เก็บ การวิเคราะห์แบบ ABC Analysis เป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยม โดยแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับสินค้าตามกลุ่มสินค้าโดยการจัดลำดับตามปริมาณการใช้สูงหรือมูลค่าของสินค้า โดยสามารถจัดกลุ่มของสินค้าได้ดังนี้ 1. สินค้ากลุ่ม A ที่มีจำนวนเพียงร้อยละ 10 แต่มีมูลค่าสูงถึงร้อยละ 70 2. สินค้ากลุ่ม B ที่มีจำนวนร้อยละ 20 และมีมูลค่าร้อยละ 20 3. สินค้ากลุ่ม C ที่มีจำนวนร้อยละ 70 แต่มีมูลค่าเพียงร้อยละ 10 [5] จากแนวคิดดังกล่าว สินค้าที่มีปริมาณเข้า - ออกมากก็จะจัดสรรพื้นที่เก็บมาก และเก็บไว้ใกล้ประตูเข้า - ออก สำหรับการพิจารณาโยบายการจัดเก็บ (Storage Policies) นั้น คลังสินค้าจะใช้ระบบการจัดเก็บแบบใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมระบบการจัดเก็บ [3]

2.1.1 นโยบายกำหนดพื้นที่ตายตัว (Dedicated Storage) นโยบายดังกล่าวคลังสินค้าจะกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแต่ละกลุ่มไว้ตายตัว นั่นคือ สินค้าจะเก็บพื้นที่เก็บสินค้าตามที่ถูกกำหนดไว้ มีข้อดีที่ง่ายต่อการหยิบสินค้า (Picking) เพราะพนักงานหยิบสามารถจดจำตำแหน่งของสินค้าได้ง่าย แต่ข้อด้อย คือ อาจมีพื้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์และเกิดพื้นที่ว่างจากปัญหา honey-combing ได้ง่ายเช่นเดียวกัน

2.1.2 แบบไม่กำหนดพื้นที่จัดเก็บหรือใช้พื้นที่ร่วมกัน (Randomized or Shared Storage) การเก็บสินค้าแบบนี้ใช้วิธีมีที่ว่างที่ใดก็เก็บสินค้า ณ ที่นั้น โดยทุกพื้นที่ว่างสามารถใช้ร่วมกันได้ทุก SKUs วิธีนี้สะดวกในการ

เก็บและได้ประโยชน์จากเรื่อง Space Utilization แต่จะเกิดความยุ่งยากในการหยิบสินค้าซึ่งอาจจะใช้เวลานานและเส้นทางเดินหยิบสินค้าไกล เพราะพนักงานหยิบไม่สามารถจดจำตำแหน่งของสินค้าและต้องใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเช่น WMS เข้ามาช่วยในการออกแบบเส้นทางหยิบสินค้า [3]

2.2 กระบวนการดำเนินการหยิบสินค้า

หลังจากทำการจัดเก็บสินค้าไปช่วงเวลาหนึ่งแล้ว เมื่อมีคำสั่งซื้อของลูกค้า (Customer Orders) จึงต้องมีการหยิบหรือ เคลื่อนย้ายสินค้าออกจากพื้นที่จัดเก็บเพื่อจัดเรียงและจัดเตรียมก่อนที่จะส่งมอบให้แก่ลูกค้าหรือผู้บริโภครต่อไป นโยบายการหยิบสินค้า (Picking) นั้นจึงมีความสำคัญเพราะส่งผลต่อต้นทุนแรงงานในการหยิบสินค้า ส่วนมากวิธีการหยิบสินค้าเป็นชิ้น (Piece Picking) เป็นการหยิบสินค้าแบบรายชิ้นตามรายละเอียดใบสั่งซื้อของลูกค้าจะได้รับความนิยม แต่จะเกิดความไม่คุ้มค่า (Non-value-added picking) ได้ง่ายเพราะกระบวนการหยิบจะใช้เวลานานมากเกินความจำเป็น นโยบายวิธีและการหยิบสินค้า ประกอบด้วย 4 รูปแบบหลัก [3-4] ดังต่อไปนี้

2.2.1 การหยิบสินค้าตามใบสั่งซื้อ (Single Order Picking) เป็นการหยิบสินค้าที่ง่ายที่สุดโดยจะหยิบตามใบสั่งซื้อหรือคำสั่งซื้อของลูกค้าหรือรายการหยิบสินค้า (Pick Lists) ที่ละคำสั่งจนครบทุกคำสั่งซื้อ

2.2.2 การหยิบสินค้าพร้อมกันหลายคำสั่งซื้อ (Batch Picking) เป็นการหยิบสินค้าตามใบสั่งซื้อหรือคำสั่งพร้อมกันครั้งละหลายคำสั่งซื้อ โดยทำการหยิบสินค้าในรายการที่เหมือนกันพร้อมๆ กันในคราวเดียวเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการเดินหยิบสินค้าให้น้อยลง

2.2.3 การหยิบสินค้าตามโซนพื้นที่วางสินค้า (Zone Picking) เป็นการหยิบสินค้าโดยให้พนักงาน หยิบสินค้าที่อยู่ประจำพื้นที่จัดเก็บสินค้าในแต่ละจุดหรือโซนของการจัดเก็บ แล้วจึงนำมารวมกันเพื่อคัดแยกตามคำสั่งซื้อและเตรียมสำหรับการจัดส่งต่อไป

2.2.4 หยิบตามความพอใจของพนักงาน (Wave Picking) การหยิบสินค้าวิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีอื่นข้างต้นโดยพนักงานจะสามารถหยิบสินค้าได้หลายรายการพร้อม

กันหลายคำสั่งซื้อ ซึ่งจะหยิบแบบไหนก็ได้ จึงช่วยลดจำนวนรอบของการหยิบสินค้าและช่วยทำงานได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

อย่างไรก็ตามการหยิบสินค้าที่มีประสิทธิภาพนั้นควรใช้เวลาและระยะทางที่สั้นในการหยิบสินค้า รวมทั้งความผิดพลาดจากการหยิบสินค้าก็ควรจะต่ำที่สุดและไม่ทำให้สินค้าได้รับความเสียหาย ในระหว่างที่หยิบสินค้าด้วยโดยการหยิบสินค้าต้องเริ่มที่จุดเริ่มต้น (Depot) ไปยังตำแหน่งการจัดวางสินค้า (Locations) ที่ต้องการ จากนั้นทำการหยิบสินค้าจนครบทุกรายการตามใบสั่งซื้อ (Picking List) โดยคำนึงถึงระยะทางที่สั้นที่สุดเสมอ หลังจากนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งจึงจบการทำงานในรอบนั้นๆ [1-4]

2.3 แนวคิดการหาความสัมพันธ์ (Association Rules Concepts)

การสร้างกฎความสัมพันธ์ซึ่งอยู่ในรูปของกฎ “ถ้า...แล้ว...” (If...Then...) [7] กฎดังกล่าวจะเป็นตัวแบบเพื่อค้นหารูปแบบของข้อมูลการเลือกกลุ่ม กฎความสัมพันธ์สามารถวัดจาก 2 ค่า ประกอบด้วย ความแม่นยำของกฎด้วยค่าสนับสนุน (Support value) ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข้อมูลทั้งสองรายการ และการหาความเชื่อมั่น (Confidence) เป็นการหาความน่าจะเป็นเมื่อเกิดข้อมูล A แล้วโอกาสที่จะเกิดข้อมูล B มากน้อยเพียงใด และการหาความสอดคล้อง (Lift) เป็นค่าที่ใช้ในการวัดความน่าสนใจหรือตรวจสอบความเกี่ยวข้องในกฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นมาหากเกิดเหตุการณ์หนึ่ง แล้วเกิดเหตุการณ์หนึ่ง ควบคู่กันมีมากเพียงใด

การหาค่าสนับสนุน $A \rightarrow B$ โดย A แทนรายการข้อมูลแรกและ B แทนรายการข้อมูลที่เกิดร่วมกัน

$$Support(A \rightarrow B) = P(A \cap B) \quad (1)$$

การหาความเชื่อมั่น $A \rightarrow B$ โดย A แทนรายการข้อมูล A และ B แทนรายการ ข้อมูลที่จะเกิดถัดไป หลังจากที่เราหาค่าสนับสนุนแล้ว

$$Confidence(A \rightarrow B) = P(A|B) \quad (2)$$

การหาความสอดคล้องของกฎความสัมพันธ์ของ A และ B

$$Lift(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A) \cdot P(B)} \quad (3)$$

โดยที่

$P(A)$ คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล A ต่อ transactions ทั้งหมด

$P(B)$ คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล B ต่อ transactions ทั้งหมด

2.4 การประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงเส้นสำหรับปัญหาการกำหนดตำแหน่งการจัดวางสินค้า

เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programing) เป็นการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการวางแผนการจัดสรรพื้นที่ภายในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพ ทำให้พื้นที่ภายในคลังสินค้ามีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มพื้นที่ โดยตัวแบบที่เป็นที่นิยมนั้นจะเป็นตัวแบบปัญหามอบหมายงาน (Assignment Problems) เพื่อกำหนดสมการที่ใช้หาตำแหน่งการจัดวางสินค้าอย่างเหมาะสมสำหรับสินค้าแต่ละประเภท โดยวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการนำสินค้าเข้าและออก รวมถึงข้อมูลความถี่ในการจัดเก็บสินค้าร่วมกับหลักการสินค้าเคลื่อนไหวบ่อยวางไว้ใกล้ประตู ซึ่งนำมาใช้ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าให้ดียิ่งขึ้น [11-15]

โสภณ สุขสวัสดิ์ (2557) [11] ได้ทำการศึกษา รูปแบบตำแหน่งการจัดวางสินค้าที่ใช้ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programing Model) ตามทฤษฎีสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู (Fast Mover Closest to the Door) ร่วมกับเครื่องมือ Excel Solver และผลการศึกษาพบว่า ระยะทางในการดำเนินงานลดลง การจัดเก็บสินค้าเป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น และทำให้สินค้ามีการไหลเวียนได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น งานวิจัยสอดคล้องกับวิทยา คาระคำ (2559) [12] ที่ได้ทำการออกแบบผังการจัดเก็บสินค้าสำหรับคลังสินค้าบริษัทแห่งหนึ่ง โดยใช้ Excel Solver เข้ามาช่วยกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดวางสินค้าทั้ง 10 กลุ่ม และการวิเคราะห์จำแนกสินค้าตาม ABC Analysis เพื่อให้ทราบถึงระดับความสำคัญของกลุ่มสินค้าในแต่ละประเภท ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทำให้เวลาการหยิบสินค้าลดลง

เมธินี ศรีกาญจน์และชุมพล มณฑาทิพย์กุล (2556) [13] ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า ใหม่ เพื่อให้การดำเนินงานภายในคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยตัวแบบ Linear Programing Method ทำให้ระยะเวลาในการหยิบสินค้าลดลง ระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าลดลง และระยะทางเฉลี่ยลดลง งานวิจัยสอดคล้องกับ Yi-Fei Chuang et al. (2012) [14] ได้ทำการศึกษารูปแบบจำลองการกำหนดแบบกลุ่มสองขั้นตอนที่เรียกว่า (Clustering-Assignment Problem Model - CAPM) สำหรับปัญหาการเลือกคำสั่งซื้อที่กำหนดเอง โดยมีการวิเคราะห์หาความถี่ของสินค้าจากเทคนิค EIQ Analysis Method ที่ช่วยให้ทราบความถี่ของสินค้าในแต่ละธุรกรรมของสินค้านอกจากนี้ยังช่วยลดระยะทางการหยิบสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการจัดเก็บตามความถี่และการกำหนดแบบสุ่มที่เป็นที่นิยม ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถช่วยลดระยะทางหยิบได้มากถึง 45% ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Namrata Shetty et al. (2020) [15] ได้เสนอตัวแบบ Distance Matrix ที่ช่วยออกแบบเส้นทางการหยิบสินค้าให้มีเวลาน้อยที่สุดและระยะทางที่สั้นที่สุด ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการจำลองสถานการณ์พบว่า การออกแบบเส้นทางการหยิบด้วยเทคนิค Distance Matrix มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการออกแบบเส้นทางการเดินแบบ S-shape return mid-point และ largest gap methods ที่ระดับ 36.55%, 44.89%, 46.64%, และ 36.9 % ตามลำดับ

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างปัญหาเป็นตัวแบบเชิงเส้นแบบการกำหนดตำแหน่งการวางสินค้า (Storage Location Assignment Problem) เพื่อทำการระบุตำแหน่งการวางสินค้าของกลุ่มของสินค้าและผลิตภัณฑ์ ALL ที่ถูกจัดกลุ่มด้วยดัชนีความสัมพันธ์ของสินค้ากับกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Item-based associations) โดยเป้าหมายทำให้ระยะทางในการเดินหยิบสินค้าที่สั้นที่สุด สำหรับการแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้นด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) ด้วยโปรแกรม OpenSolver 2.9.3. Add-in “Solver” ในExcel ซึ่งถูกพัฒนาโดย Andrew J. Mason สามารถใช้ในการหาคำตอบของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นได้ เครื่องมือนี้สามารถใช้ในการหา

คำตอบของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นได้โดยผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งฟรี และการใช้งานทำงานเหมือน Add-in “Solver” ในExcel สามารถหาคำตอบของแบบจำลองตัวแปรเชิงเส้นได้โดยไม่ต้องแก้ตัวแปรตัดสินใจ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

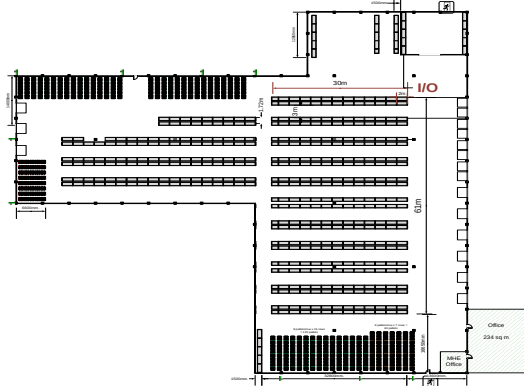
3.1.1 ข้อมูลความถี่การสั่งซื้อสินค้าของสินค้า จะทำการ แยกจาก transaction เฉพาะรายการที่ทำการ Ship (ส่งสินค้า) ในช่วงเวลา 3 เดือน คือ เดือน มิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม ของปี 2562 โดยข้อมูลที่ได้จากระบบมีรายละเอียดการสั่งซื้อสินค้าแต่ละรายการ นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปความถี่การสั่งซื้อของสินค้าแต่ละรายการโดยใช้ Pivot table ของโปรแกรม Excel สรุปค่าความถี่การสั่งซื้อของสินค้าแต่ละรายการจากจำนวนใบสั่งซื้อสินค้าโดยนับจำนวนครั้งจากใบสั่งซื้อ (Control Number) ซึ่งจะได้ข้อมูลโดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความถี่การสั่งซื้อสินค้าต่อเดือน

Item ID (สินค้า)	แบรนด์	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	ค่าเฉลี่ยใบสั่งซื้อต่อเดือน
B0214	MD	249	318	204	257
B0256	KF	99	121	112	111
B0289	AL	60	118	88	89
B0492	TT	3	10	11	8

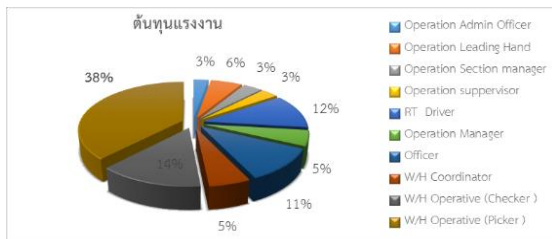
3.1.2 แผนผังคลังสินค้า ทำการศึกษาลักษณะพื้นที่คลังการจัดเก็บเพื่อหาจุด I/O (Input and Output) และทำการวัดระยะ location จัดเก็บไปยังจุด I/O เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป ลักษณะการจัดเก็บสินค้าแต่ละโซนมีการจัดเก็บที่ชั้นวาง (Racking) 2 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) Reserve Location ถูกกำหนดตำแหน่งจัดวางไว้ที่ชั้น C เป็นต้นไป เพื่อจัดเก็บสินค้าเพื่อรอความต้องการ(order) จึงทำการเติมเต็มสินค้า (Replenishment) จาก Location Reserve มายังพื้นที่

Forward Picking area 2) Forward Pick Area ถูกกำหนดตำแหน่งจัดวางไว้ชั้น A และ B ที่ทุกชั้นวางสินค้าเป็นจุดที่ใช้วางสินค้าที่มีความถี่การสั่งซื้อสูงเพื่อเตรียมสินค้าให้พร้อมถูกหยิบจ่ายออกเมื่อมีคำสั่งซื้อ (Order) โดยพื้นที่ Forward Picking Area มีจำนวนทั้งสิ้น 1,373 locations



รูปที่ 2 ผังวางสินค้าของคลังสินค้ากรณีศึกษา

3.1.3 ข้อมูลต้นทุนด้านแรงงาน เนื่องจากเป้าหมายในการปรับปรุงกระบวนการของการดำเนินงานธุรกิจมีเป้าหมายเพื่อลดค่าใช้จ่าย ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือหาตัวชี้วัดหลังการดำเนินงานให้เหมาะสม จึงทำการเก็บข้อมูลของต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านแรงงานของคลังสินค้าซึ่งมีรายละเอียดแสดงสัดส่วนต้นทุน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ต้นทุนด้านแรงงานพนักงานหยิบสินค้ามีสัดส่วนถึง 38%

3.2 กำหนดขอบเขตการศึกษา

จากจำนวนสินค้าทั้งหมด 1,874 SKUs จึงทำการกำหนดขอบเขตการศึกษาโดยการวิเคราะห์ ABC Analysis [5] การแบ่งสินค้าที่มีความสำคัญต่อกระบวนการหยิบ จึงให้ความสำคัญกับกลุ่มแบรนด์สินค้าจำนวนน้อยที่มีผลต่อกระบวนการหยิบมาก พิจารณาจากปริมาณครั้งในการสั่งซื้อต่อเดือน ผู้ศึกษาทำการกำหนดของเขตการศึกษาสินค้าภายใต้แบรนด์หลัก KF, MD, AA

ดังแสดงในตารางที่ 2 และสนใจการจัดเก็บที่ Forward Picking Area พื้นที่จัดเก็บสินค้าทั่วไป (Main Zone) โดยสรุปจำนวนสินค้าที่ทำการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ดังต่อไปนี้

- สินค้าภายใต้แบรนด์ AA จำนวน 103 SKUs
- สินค้าภายใต้แบรนด์ MD จำนวน 137 SKUs
- สินค้าภายใต้แบรนด์ KF จำนวน 126 SKUs

นอกจากสินค้าในแต่ละแบรนด์ ภายในคลังสินค้ายังมีสินค้าไม่มีแบรนด์ซึ่งสามารถจัดส่งได้ทุกแบรนด์ (แบรนด์ ALL) สินค้าไม่มีแบรนด์ที่จัดเก็บไว้ Main Zone มีจำนวน 299 SKUs คัดเลือกสินค้าที่มีค่าเฉลี่ยการจัดส่งให้แบรนด์ที่สนใจคือ ร้านค้าแบรนด์ AA, MD, KF มากกว่า 90% ของการจัดส่งทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น สินค้า K0125 มีการจัดส่งร้านค้าแบรนด์ AA, MD, KF จำนวน 150 ใบสั่งซื้อเทียบสัดส่วนกับการจัดส่งให้กับทุกแบรนด์ (17 แบรนด์ร้านค้า) ทั้งหมด 165 ใบสั่งซื้อ สรุปได้ว่ามีการจัดส่งให้กับแบรนด์ที่สนใจทำการศึกษาทั้งหมด 90.9% มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (90%) จึงคัดเลือกมาเพื่อจัดกลุ่มเข้า Brand หลัก AA, MD, KF รวมจากสินค้ากลุ่มไม่มีแบรนด์ทั้งสิ้น 299 SKUs คัดเลือกสินค้าที่มีการจัดส่งไปยังแบรนด์ AA, MD, KF มากกว่า 90% จากจำนวนใบสั่งซื้อทั้งหมดเป็นจำนวน 81 SKUs ที่นำมาพิจารณาจัดกลุ่ม

3.3 ระเบียบวิธีการแก้ปัญหา

3.3.1 พิจารณาสินค้าเป็นกลุ่มไม่มีแบรนด์เข้ากลุ่มแบรนด์หลัก เนื่องจากกลุ่มสินค้าไม่มีแบรนด์ สามารถทำการอธิบายได้ว่าแบรนด์ร้านค้าใดก็ได้สามารถเบิกไปได้ ดังนั้นการในการหาจุดพื้นที่จัดเก็บที่เหมาะสมมีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากสินค้ากลุ่มนี้หากมีการจัดเรียงไว้ใกล้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ก็อาจจะมีผลให้การเดินหยิบใบคำสั่งซื้อของอีกแบรนด์ต้องไกลขึ้น ดังนั้นก่อนทำการแก้ปัญหา Re-Location Assignment จึงต้องทำการจัดกลุ่มสินค้าใหม่โดยจัดกลุ่มไม่มีแบรนด์เข้ากลุ่มแบรนด์หลักก่อน ซึ่งวิธีการที่นำมาใช้ คือ หลักการ Item-based association rules มาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) ทำการคัดเลือก SKUs กลุ่มที่ไม่มีแบรนด์ที่มีการหยิบไปกับใบสั่งซื้อของ Brand (AA, KF, MD) > 90 % ของการหยิบทั้งหมด จำนวน 81 SKUs

2) คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างรายการที่ถูกหยิบไปพร้อมกับแบรนด์สินค้าหลัก AA, KF, MD โดยคำนวณค่าสนับสนุนระหว่างสินค้า กับแบรนด์ของร้านค้า (S_{ij}) จะพิจารณาจากลักษณะของรายการสั่งสินค้า (order) โดยกำหนดดัชนี (index) ระหว่าง Item (i) และแบรนด์ (j) ดังนี้

$$s_{ij} = 1 - \frac{P(i \cap j)}{[\sum_{k=1}^K P(j_k)]} \quad (4)$$

โดยที่ $P(i \cap j)$ คือ จำนวนใบสั่งซื้อที่ Items i ถูกหยิบไปพร้อมกับใบสั่งซื้อของ brand j_k โดยที่ $k = \{AA, KF, MD\}$

ผลที่ได้จากการคำนวณหาความสัมพันธ์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้วย ABC Analysis

SKUs	AA	KF	MD	รวม	SiAA	SiKF	SiMD
FD022	540	0	762	1302	0.59	1.00	0.41
FD180	409	0	0	409	0.00	1.00	1.00
K1490	308	0	35	343	0.10	1.00	0.90

ตารางที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสินค้ากับแบรนด์

แบรนด์	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	ค่าเฉลี่ยการสั่งซื้อต่อเดือน	ค่าเฉลี่ยสะสม	เปอร์เซ็นต์สะสม	กลุ่ม
Total	39,306	58,070	46,654	48,010		100%	
KF	16,013	24,284	18,809	19,702	19,702	41.04%	A
MD	11,347	15,887	12,343	13,192	32,894	68.52%	A
AA	5,571	7,848	7,132	6,850	39,745	82.78%	A
OT	2,214	3,430	2,823	2,822	42,567	88.66%	B
PL	1,095	1,799	1,450	1,448	44,015	91.68%	B
KA	951	1,501	1,250	1,234	45,249	94.25%	B
CS	431	632	493	519	45,768	95.33%	B
YO	361	590	549	500	46,268	96.37%	C
AG	334	457	515	435	46,703	97.28%	C
TT	315	539	392	415	47,118	98.14%	C
CB	290	422	389	367	47,485	98.91%	C
AD	148	289	207	215	47,700	99.35%	C
TE	173	208	169	183	47,883	99.74%	C
SU	35	126	62	74	47,958	99.89%	C
CC	10	27	36	24	47,982	99.94%	C
KL	12	17	24	18	48,000	99.98%	C
CK	6	14	11	10	48,010	100.00%	C

เมื่อได้ค่าดัชนีความสัมพันธ์ระหว่าง Items และ brand สินค้า จึงนำมาสร้างเป็นปัญหาคำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Formulations) ดังนี้ (Indices) :

Items สินค้า (i); $i = 1, 2, \dots, 81$

แบรนด์ (j); $j = 1, 2, 3$

ค่าพารามิเตอร์ (Parameter):

S_{ij} = ค่าสนับสนุนระหว่างสินค้า (i) กับแบรนด์ (j)

x_{ij} = ตัวแปรการตัดสินใจการจัดกลุ่ม

3) ทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Excel

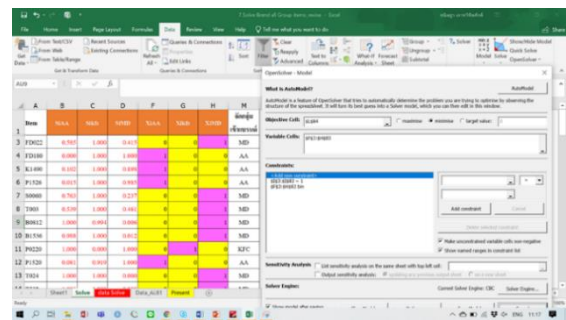
$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^N S_{ij}x_{ij}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} = 1; J \in \{1, 2, \dots, J\}$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}; i \in \{1, 2, \dots, N\}$$

Solver เพื่อช่วยจัดกลุ่ม items เข้ากลุ่มที่เหมาะสมเพื่อให้ค่าเป้าหมายสูงสุด (ค่า Index ต่ำสุด) ดังนั้นค่า Items i ที่มี associations สูงกับ Brand j จึงมีความเหมาะสมที่จะวางไว้ในโซนของ Brand j จากนั้นทำการสร้าง template ใน spreadsheet นำข้อมูลสินค้าและค่าสนับสนุนระหว่าง Items สินค้า (i) ตั้งแต่ 1- 81 และแบรนด์ (j) ประกอบด้วย KF, MD และ AA ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวแบบการโมเดลบน spreadsheet สำหรับการจัดกลุ่มสินค้า

3.3.2 พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นเพื่อพิจารณา กำหนดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่

กระบวนการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นเพื่อพิจารณากำหนดตำแหน่งการวางสินค้าใหม่ มีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

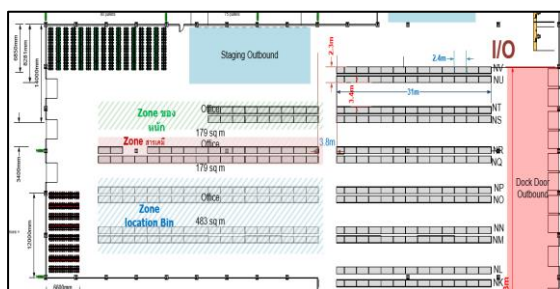
1.1 รวบรวมข้อมูลความรู้การสั่งซื้อจากใบคำสั่งซื้อโดยใช้ค่าเฉลี่ย 3 เดือนของสินค้าทั้งหมด 447 SKUs

ตารางที่ 4 จำนวน SKUs ภายใต้แบรนด์ที่สนใจ

แบรนด์	จำนวนทั้งหมด(SKUs)
AA	103
AA*	16
KF	126
KF*	37
MD	137
MD*	28
จำนวนรวม	447

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลระยะทางจากจุด (I/O) ถึง locations Forward Pick Area เนื่องจากมีสินค้าทั้งหมด 447 SKUs ภายใต้แบรนด์ AA, MD, KF จึงทำการหาบริเวณที่เหมาะสม กล่าวคือมีระยะทางใกล้จุด I/O พื้นที่บริเวณชั้นวางสินค้า NV, NU, NT, NS, NR, NQ, NP, NO, NN, NM Locations หมายเลข 5-29 ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งหมด 492 locations แล้วทำการแบ่งพื้นที่ให้สินค้าของแต่ละแบรนด์โดยพิจารณาตามลำดับความสำคัญของแต่ละแบรนด์อ้างอิงจากการวิเคราะห์ความถี่ในการสั่งซื้อแต่ละแบรนด์ KF, MD, AA ตามลำดับ มีรายละเอียด ดังนี้

- แบรนด์ KF มีจำนวน 165 locations
- แบรนด์ MD มีจำนวน 178 locations
- แบรนด์ AA มีจำนวน 146 locations



รูปที่ 5 แผนผังตำแหน่ง (Locations) ชั้นวางสินค้า

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Programming Formulation) เพื่อกำหนด ตำแหน่งการวางสินค้าใหม่

ดัชนี (Indices):

i คือ สินค้าแต่ละ SKUs

j คือ ตำแหน่งการจัดเก็บ (Location Numbers)

พารามิเตอร์ (Parameter):

Dij คือ ระยะทางของการจัดวางสินค้าแต่ละ SKUs (i) ในแต่ละ location การจัดเก็บ (j) ถึงจุดพื้นที่วางสินค้า outbound (I/O)

F_i = ความถี่การสั่งซื้อของสินค้า SKU i

J = เซตของตำแหน่งการจัดเก็บ (Locations Numbers)

$= \{1, 2, \dots, 492\}$

LKF = เซตของโซนการจัดเก็บสินค้าภายใต้แบรนด์ KF

LKF = $\{1, \dots, 166\}$ โดยที่ $KF \in J$

LMD = เซตของโซนการจัดเก็บสินค้าภายใต้แบรนด์ MD

LMD = $\{167, \dots, 345\}$ โดยที่ $MD \in J$

LAA = เซตของโซนการจัดเก็บสินค้าภายใต้แบรนด์ AA

LAA = $\{346, \dots, 492\}$ โดยที่ $AA \in J$

N = เซตของสินค้า มีค่าเท่ากับ $\{1, 2, \dots, 447\}$

SKF = เซตของสินค้าแบรนด์ KF โดยที่ $SKF \in N$

SAA = เซตของสินค้าแบรนด์ AA โดยที่ $SAA \in N$

SMD = เซตของสินค้าแบรนด์ MD โดยที่ $SMD \in N$

สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Minimize} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J F_i D_{ij} X_{ij}$$

สมการข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in J$$

$$\sum_{i \in SKF} \sum_{j \in LKF} X_{ij} = 163$$

$$\sum_{i \in SMD} \sum_{j \in LMD} X_{ij} = 165$$

$$\sum_{i \in SAA} \sum_{j \in LAA} X_{ij} = 119$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

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

ขั้นตอนที่ 3 ทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

คำตอบที่เหมาะสมที่สุด จะทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม OpenSolver 2.9.3. Add-in “Solver” ใน Excel เพื่อทำการพิจารณาหาตำแหน่ง location ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ระยะทางรวมต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอนการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1) สร้าง template ใน spreadsheet โดยมีข้อมูลสินค้า (Item No.) , Location(j), ระยะทาง (D_{ij}) และความถี่การสั่งซื้อ (Fi) ดังแสดงในรูปที่ 6

(Locations) PickFace	NV005A	NV005B	NV006A	NV006B	NV010A	NV010B	NV011A	NV011B	NV012A	NV012B
ระยะทาง (Dij)	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
จาก Distance	Zone Brand A					Zone Brand B				
SKU ความถี่(Fi)	NV005A	NV005B	NV006A	NV006B	NV010A	NV010B	NV011A	NV011B	NV012A	NV012B
P1662	597	597	597	1194	1194	3582	3582	4179	4179	4776
T216	469	469	469	939	939	2816	2816	3285	3285	3755
P1664	444	444	444	887	887	2662	2662	3106	3106	3549
T180	433	433	433	867	867	2600	2600	3033	3033	3467
P1661	398	398	398	797	797	2390	2390	2788	2788	3187
T526	394	394	394	787	787	2362	2362	2756	2756	3149
T594	369	369	369	738	738	2214	2214	2583	2583	2952
T541	365	365	365	729	729	2188	2188	2553	2553	2917

จาก Distance	Assignment	ความถี่(Fi)	NV005A	NV005B	NV006A	NV006B	NV010A	NV010B	NV011A	NV011B	NV012A	NV012B	Loc.	Sup.
P1662	597	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	= 1
T216	469	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	= 1
P1664	444	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	= 1
T180	433	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	= 1
P1661	398	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	= 1
T526	394	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	= 1
T594	369	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	= 1
T541	365	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	= 1
		1	1	1	1	0	1	1	1	1	0			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

รูปที่ 6 ตัวแบบสมการเชิงเส้นที่ทำการออกแบบบน spreadsheet

2) นำข้อมูลเข้า Solver ตามตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 6

- Objective: Minimize D_{ij} ระยะทางรวมของระยะทางของการจัดวางสินค้าแต่ละ SKUs (i) ใน

แต่ละ location การจัดเก็บ (j) ถึงจุดพื้นที่วางสินค้า (I/O)

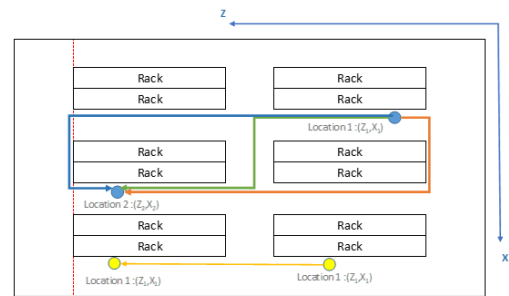
- Variable: กำหนดช่อง Cell ที่ให้เลือก X_{ij} (locations)
- Constrains: กำหนด X_{ij} เป็นตัวแปร Binary 0,1 ซึ่งให้ทุก Items ต้องถูกกำหนดให้ให้มี Forward pick locations ดังนั้นในแต่ละโซนแบรนด์จะมีจำนวนสินค้ารวม เท่ากับ สินค้าแบรนด์ ALL (สินค้าไม่มีแบรนด์) ที่ถูกคำนวณหาความสัมพันธ์กับแบรนด์หลักในขั้นตอนที่ 3.3.1 บวกรวมกับสินค้าแบรนด์หลัก (ดูจากตารางที่ 4)

ผลรวมที่ (X_{ij}) ที่ Items(SKf) แบรนด์KF (JKF) ในพื้นที่จัดเก็บโซน KF ต้องมีค่าเท่ากับ 163 = (126+37)

ผลรวมที่ (X_{ij}) ที่ Items(SMD) แบรนด์MD(JMD) ในพื้นที่จัดเก็บโซน MD ต้องมีค่าเท่ากับ 165 =(137+28)

ผลรวมที่ (X_{ij}) ที่ Items(SAA) แบรนด์JAA) ในพื้นที่จัดเก็บโซน AA ต้องมีค่าเท่ากับ 119 = (103+16)

X_{ij} ทุก j มีค่าเท่ากับ 1 เพื่อกำหนดให้ทุก i ต้องถูกจัดเข้ากลุ่มแบรนด์ j



รูปที่ 7 การสร้าง Model Locations Assignment

3) หลังจากให้โปรแกรม Open Solver ช่วยแก้ปัญหาเชิงเส้นแบบ exact solution จะได้ผลสรุปตำแหน่ง location ที่จะทำให้เกิดระยะทางต่ำที่สุดเนื่องจาก Decision Variable จำนวนมากจึงทำการอ่านค่าผล Final Value

3.3.3 เปรียบเทียบระยะทางเดินของกระบวนการหยิบสินค้าปัจจุบันเทียบกับนโยบายการจัดเก็บใหม่

สมมติฐานนโยบายการหยิบสินค้าที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบ มีดังต่อไปนี้

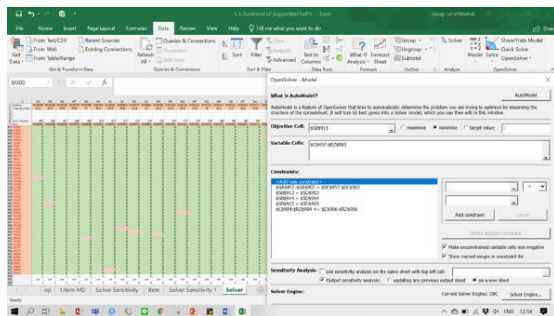
1) ใบหยิบสินค้า (Pick Sheet) 1 Order มีจำนวนมากกว่า 1 Items กล่าวคือพนักงานต้องหยิบสินค้าให้ครบตามใบสั่งจึงจบกระบวนการ 1 รอบงาน แล้วนำสินค้าไปวางยังจุดพักสินค้าก่อนทำการโหลดสินค้า

2) การเดินหยิบสินค้าใช้การจัดเรียงสินค้าเพื่อให้พนักงานหยิบเป็น U-Turn กล่าวคือในการหยิบสินค้าในทางเดิน (Aisle เดียวกัน) มี Rack ซ้าย-ขวา พนักงานจะหยิบสินค้า

หลักการคิดคำนวณระยะทางสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 วิธี ได้แก่

ให้การระบุ พิกัด Location : (Z,X)

กำหนด Z คือระยะทางแนว location วางสินค้าใน Rack เดียวกันกำหนด X คือระยะทางระหว่าง Rack



รูปที่ 8 ภาพประกอบอธิบายการคำนวณระยะทาง

วิธีที่ 1 ระยะทางเดินจากจุด 1 ไปยังจุด 2 (D_{12} กรณีเดินข้าม Aisle)

$$D_{12} = \min |z_1 - B| + |x_2 - x_1| + |z_2 - B|, \\ |z_1 - M| + |x_2 - x_1| + |z_2 - M|, \\ |z_1 - T| + |x_2 - x_1| + |z_2 - T|$$

วิธีที่ 2 ระยะทางเดินจากจุด 1 ไปยังจุด 2 (D_{12} กรณีเดินหยิบใน Aisle เดียวกัน)

$$D_{12} = |z_2 - z_1|$$

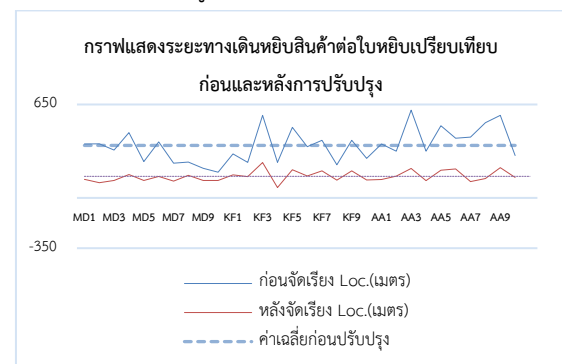
เปรียบเทียบระยะทางใช้หลักการหยิบตัวอย่างแบบสุ่มแบรนด์ละ 10 ใบสั่งสินค้าจากข้อมูลจริง เดือนมิถุนายน 2562 แล้วทำการเปรียบเทียบระยะทางการเดินหยิบสินค้าระหว่างนโยบายการจัดเรียงสินค้าแบบเก่าและ

นโยบายใหม่ที่เกิดจากการออกแบบตำแหน่งการวางสินค้าใหม่

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

หลังจากทำการปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บสินค้าได้แสดงแผนผังการจัดเก็บโดยแยกสีเป็นรายแบรด์ก่อนและหลังแสดงให้เห็นดังรูปภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่าเมื่อดำเนินการจัดเก็บโดยใช้หลักการวิเคราะห์ ตัวแบบสองขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่มและระบุตำแหน่งการวางสินค้า สินค้าจะถูกจัดเก็บได้เป็นหมวดหมู่ตามแบรด์มากขึ้นรวมถึงกลุ่มผลิตภัณฑ์กลุ่มไม่มีแบรด์ (ALL) ถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับกลุ่มแบรด์และถูกจัดเก็บได้เหมาะสมมากขึ้น

เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการจำลองระยะทางเดินของการหยิบสินค้าโดยทำการเลือกใบสั่งซื้อสินค้าจากใบสั่งซื้อเดือนมิถุนายน 2560 จำนวน 30 ใบสั่งซื้อภายใต้แบรด์ KF จำนวน 10 ใบ MD จำนวน 10 ใบ และ AA จำนวน 10 ใบ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยระยะทางเดินก่อนทำการปรับปรุงการจัดเก็บ มีค่าเฉลี่ยต่อใบสั่งซื้อโดยประมาณเท่ากับ 365 เมตร แต่เมื่อทำการปรับปรุงการจัดเก็บและระบุตำแหน่งการวางสินค้าใหม่พบว่า ระยะทางเฉลี่ยเดินต่อใบหยิบสินค้าโดยประมาณเท่ากับ 150 เมตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยลดลง 56% เทียบจากระยะทางเดินก่อนทำการปรับปรุงการจัดเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟระยะทางเดินเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การบริหารจัดการคลังสินค้ามีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและจากการศึกษาค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหยิบ นั่นหมายความว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของการหยิบสินค้าให้มากขึ้นจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายรวมที่ลดลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งที่มีสินค้าจัดเก็บหลากหลายแบรนด์และมีสินค้ากลุ่มที่เรียกว่าไม่มีแบรนด์กล่าวคือร้านค้าภายในเครื่องแบรนด์ใดก็ได้สามารถส่งสินค้ากลุ่มนี้ทำให้การบริหารงานหยิบของกระบวนการหยิบสินค้าต้องคำนึงถึงสินค้ากลุ่มนี้ (แบรนด์ All) เนื่องจากในการตัดสินใจจัดเก็บสินค้ากลุ่มนี้ไว้ใกล้แบรนด์ใดก็จะมีผลต่อระยะทางเดินรวมจึงเป็นที่มาของการศึกษาการประยุกต์ใช้ตัวแบบสองขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่มและระบุตำแหน่งการวางสินค้า ซึ่งการจัดเก็บแบบใหม่ทำให้สามารถลดระยะทางภาพรวมลงเฉลี่ยประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์จากระยะทางเดินหยิบสินค้าตามนโยบายเดิม นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดประโยชน์ในเรื่องของการลดอัตรากำลังของพนักงานหยิบสินค้าได้ 3 คน จากเดิมใช้คนงาน 11 คนในการหยิบสินค้าช่วงเวลาปกติ เหลือเพียง 8 คน เป็นผลให้คลังสินค้าแห่งนี้สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 39,000 บาท/เดือนหรือ 468,000 บาท/ปี

สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อต่อยอดในการวิจัยในอนาคต สามารถทำการสรุปได้ดังต่อไปนี้ 1) ศึกษาเปรียบเทียบผลเพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำชัดเจนมากขึ้นด้วยการวิเคราะห์ด้วยการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ในการวิเคราะห์ทั้งระบบ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงการวิเคราะห์แบบ numerical example เพื่อเปรียบเทียบว่าให้ผลที่ดีมากยิ่งขึ้น 2) ขยายตัวแบบสองขั้นตอนสำหรับการจัดกลุ่มและระบุตำแหน่งการวางสินค้าในการปรับปรุงผังคลังสินค้าแบบสินค้าที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มผลิตภัณฑ์กับสินค้าทุกรายการ และ 3) พิจารณาข้อจำกัดอื่นๆ เช่น น้ำหนักของสินค้าในการจัดสินค้าชั้นชั้น B หรือสินค้าที่มีปริมาณการสั่งซื้อมากเป็นพิเศษ ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งการ Replenishment เพื่อจัดสรรพื้นที่ (Space Allocation) ในบริเวณ forward picking area ให้เหมาะสมกับสินค้าแต่ละ SKUs เป็นต้น โดยทำการเพิ่มข้อจำกัดของตัวแบบเพื่อนำไปแก้ปัญหาการจัดวางให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Hompel and T. Schmidt, Warehouse management: automation and organisation of warehouse and order picking systems, Germany: Springer Science and Business Media, 2006.
- [2] อนิรุต ทรัพย์สุคนธ์, “การวางแผนคลังสินค้าห้องเย็นกรณีศึกษา ห้องเย็นส.ทรัพย์สมุทร,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2559.
- [3] J. J. Bartholdi and S. T. Hackman, Warehouse & Distribution Science Release: 0.89, Atlanta: Supply Chain and Logistics Institute, 2008
- [4] อธิระ เมธารัตนกุล, “การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้ากรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557
- [5] วรณวิภา ชื่นเพ็ชร, “การวางแผนคลังสินค้าสำเร็จรูปด้วยเทคนิค ABC ANALYSIS กรณีศึกษา บริษัท AAA จำกัด,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2560
- [6] ณัฐปรีญา ฉลาดแย้ม, “การวิเคราะห์แบบเอบีซี ABC Analysis,” ภาคนิพนธ์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2559.
- [7] กชกร การเพียร และ ปรีญา เจริญรัมย์, “ระบบส่งเสริมการขายวัสดุก่อสร้างด้วยเทคนิคการหาเหมืองข้อมูล,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2561
- [8] อนันต์ ปินะเต, “การค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูลนิตใหม่เพื่อพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์หลักสูตรออนไลน์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2561
- [9] จิรญา โพธิเวชเทวัญ, “ตัวแบบแก้ปัญหา กำหนดการเชิงเส้น,” [Online]. Available: [http://www.teacher.ssru.ac.th/jiraya_po/](http://www.teacher.ssru.ac.th/jiraya_po/file.php/1/BUA3124/5BUA3124.doc)
- [10] A. J. Mason, “About OpenSolver,” [Online]. Available: <https://opensolver.org/category/releases>. [Accessed 24 December 2020].
- [11] โสภณ สุขสวัสดิ์, “การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า: กรณีศึกษาบริษัทผลิยางผสม (RUBBER COMPOUND),” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.
- [12] วิทยา คาระคำ, “แนวทางการออกแบบผังการจัดเก็บสินค้าสำหรับคลังสินค้า บริษัท ABC จำกัด,” งานนิพนธ์, บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559
- [13] เมธินี ศรีกาญจน์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล, “การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า: กรณีศึกษา บริษัทศรีไทยซูเปอร์แวร์จำกัด (มหาชน) สาขาสุขสวัสดิ์,” *WMS Journal of Management.*, vol. 3, pp. 8-20, 2555.
- [14] Y. F. Chuang, H. T. Lee, Y. C. Lai, “Item-associated cluster assignment model on storage allocation problems,” *Computers and industrial engineering.*, vol. 63, no. 4, pp. 1171-1177, 2012.
- [15] N. Shetty, B. Sah, S. H. Chung, “Route optimization for warehouse order picking operations via vehicle routing and simulation,” *SN Applied Sciences.*, vol. 2, no. 2, pp. 1-18, 2020.