การปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

นางภัทราพร จิระภัทรศิลป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Improvement of Fresh Food Location and Outbound Process for E-commerce Business Warehouse

Mrs. Pattraporn Jirapatsil

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์
โดย	นางภัทราพร จิระภัทรศิลป
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาริชา สุธีวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภัทราพร จิระภัทรศิลป : การปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์. (Improvement of Fresh Food Location and Outbound Process for E-commerce Business Warehouse) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษาบริษัทกรณีศึกษาก่อนการปรับปรุงพบว่า ตำแหน่งการวางสินค้ายังไม่เป็นระเบียบและไม่เหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ยของระยะทางสูงสุดในการหยิบสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อ เท่ากับ 7.45 เมตร จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จำนวน 36,449 รายการ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดวางสินค้าโดยใช้หลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด MBA (Market Basket Analysis) โดยใช้ทฤษฎีกฎความสัมพันธ์ของสินค้า (Association Rule) เพื่อช่วยในการจัดวางสินค้า เพื่อสร้างกลุ่มของสินค้าที่จะอยู่ใกล้กัน และได้ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งเป็นทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ Support Based Model และ Association Rule Based Model โดยวิธี Association Rule Based Model จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างตัวแปรของค่า Support ค่า Confidence และค่า lift โดยจำลองวัดระยะทางจากคำสั่งซื้อจริง จำนวน 36,449 รายการ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะทางหลังการปรับปรุง พบว่าค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดต่อคำสั่งซื้อจากวิธี Association Rule Based Model แบบที่ 1 สามารถลดค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดต่อคำสั่งซื้อได้เหลือ 6.81 เมตร คิดเป็นการลดลง 8.59% เทียบกับวิธีการที่บริษัทใช้ก่อนการปรับปรุง นอกจากนั้นยังนำเสนอการปรับปรุงกระบวนการทำงานในคลังสินค้าโดยใช้หลักลีน (Lean) และการลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) เพื่อตัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) และลดกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (NNVA) ทำให้สามารถลดระยะเวลาในคลังสินค้าอาหารสด จาก 14.1 นาทีต่อคำสั่งซื้อ เหลือ 9.55 นาที คิดเป็นร้อยละ 32 เมื่อเทียบกับระยะเวลาก่อนการปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370224221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Fresh food warehouses, Product placement, Market Basket Analysis, Association rule

Pattraporn Jirapatsil : Improvement of Fresh Food Location and Outbound Process for E-commerce Business Warehouse. Advisor: Assoc. Prof. NARAGAIN PHUMCHUSRI, Ph.D.

This research aims to improve the efficiency of product placement management in fresh food warehouses in E-Commerce business. From the study of the case-study company before the improvement, it was found the placement of goods is untidy and not appropriate with the average maximum distance of each order at 7.45 meters from the analysis of 36,449 orders from August 2021 to February 2022. This research studies the product placement using the MBA (Market Basket Analysis) principle for the association rule. This method is a tool to create a group of items that should be close to each other. The analysis is divided into 2 groups, Support Based Model and Association Rule Based Model. For the Association Rule Based Model, it is divided into 3 subgroups to study the difference between the variables which are Support value, Confidence value and lift value. From the simulation, the distance measurement from the actual 36,449 orders are analyzed to compare the distances after the improvement from all models. The average maximum distance of each order from MBA Association Rule Based Model (type 1) is the lowest at 6.81 meters which is about 8.59% reduction from the distance before improvement. In addition, the processes in warehouse have been improved by Lean and 7 Waste concepts, by eliminating non-value-added activities (NVA) and reducing activities that are needed but non-value-added activities (NNVA). The results show that the time can be reduced from 14.1 to 9.55 minutes per order, or account for 32% improvement.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดีได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด รวมถึงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นไปได้อย่างราบรื่น ทางผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วยค่ะ

กราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์ ที่กรุณาตอบรับเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้ง ผศ.ดร.นันทชัย กานตานันทะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.สิรวิชญ์ สว่างนพ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาตอบรับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ แนวทาง และเสนอแนะงานวิจัยชิ้นนี้ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกล่าวขอบคุณหัวหน้างานฝ่ายการจัดการโครงการ ณ คลังสินค้าธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษา ที่ให้กรุณาให้นำข้อมูลบางส่วนมาทำการวิจัย รวมทั้งให้การสนับสนุน และคำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งเพื่อนร่วมองค์กรทุกๆท่านที่ช่วยสนับสนุนคำปรึกษา และคำแนะนำที่เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และ ครอบครัว รวมถึงเพื่อนๆทุกคนที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ตลอดมา

ภัทราพร จิระภัทรศิลป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 4

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ 8

บทที่ 2 8

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1.1 กฎการหาความสัมพันธ์ (Association Rule) 8

2.1.2 เทคนิคการหากฎหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori อัลกอริทึม 8

2.1.3 การหากฎความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori อัลกอริทึม 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.4 ความหมายของคลังสินค้า....10
2.1.5 ประเภทของการจัดเก็บคลังสินค้า....10
2.1.6 รูปแบบการทำงานของคลังสินค้า....12
2.1.7 ขั้นตอนการรับสินค้า....12
2.1.8 กระบวนการรับสินค้าเข้ามา (Inbound Process)....12
2.1.9 กระบวนการส่งสินค้า (Outbound Process)....13
2.1.10 กลยุทธ์ในการจัดเก็บลักษณะสินค้าภายในคลังสินค้า....14
2.1.11 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสินค้า....15
2.1.12 ประโยชน์ของคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพ....16
2.1.13 การวางแผนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง....17
2.1.14 ปัจจัยในการพิจารณาการวางแผน....17
2.1.15 ระบบการผลิตแบบลีน (LEAN Manufacturing)....19
2.1.16 ความสูญเสียที่ไม่เพิ่มคุณค่าแบ่งเป็น 8 ประเภท....20
2.1.17 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)....22
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research)....23
2.2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)....23
2.2.2 กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule)....24
2.2.3 Apriori อัลกอริทึม....26
2.2.4 งานวิจัยการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis)....27
2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Warehouse and Location Improvement....28
2.3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research Summary)....31
บทที่ 3....33
แนวคิดการดำเนินงานวิจัย....33
3.1 ศึกษากระบวนการทำงานในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)....34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า ก่อนการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า....34
3.3 วิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า....35
3.3.1 การจัดตำแหน่งสินค้าโดยใช้หลักการ ABC analysis....36
3.3.2 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis....38
3.4 จัดวางสินค้าตามตำแหน่งที่เหมาะสม....43
3.5 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า หลังการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า....44
บทที่ 4....45
ผลการดำเนินงานวิจัย....45
4.1 การวิเคราะห์พื้นที่การจัดเก็บในคลัง (Capacity Analysis)....46
4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า ก่อนการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า....50
4.3 การจัดตำแหน่งสินค้าโดยใช้หลักการ ABC analysis....52
4.3.1 การคำนวณหาระยะทางในการหยิบสินค้าภายในคลังสินค้า....52
4.4 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis....58
4.4.1 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Support Based Model....58
4.4.2 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model....64
4.4.2.1 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1....64
4.4.2.2 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2....69
4.4.2.3 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3....73
4.5 การปรับปรุงกิจกรรมการทำงานโดยใช้หลักการลีน (Lean) และ 7 Waste....77
4.5.1 การปรับปรุงกิจกรรมโดยใช้หลักการลีน (Lean)....77
4.5.1.1 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในกระบวนคลังสินค้า....79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5.2 การปรับปรุงกิจกรรมโดยใช้หลักการ 7 Waste 81
บทที่ 5 90
สรุปผลการปรับปรุงและข้อเสนอแนะ 90
5.1 สรุปผลการวิจัย 90
5.2 การอภิปรายผล 93
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย 95
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 95
บรรณานุกรม 107
ประวัติผู้เขียน 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า 34

ตารางที่ 2 จำนวน Association Rule ตามค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน 42

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ของการทดลองตามหลักการ MBA Association Rule Based Model ของแบบต่างๆ 42

ตารางที่ 4 รูปแบบการกำหนดชื่อของตู้แช่เย็นและชั้นวางของ 43

ตารางที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลคำสั่งซื้อจากคลังสินค้าอาหารสด 46

ตารางที่ 6 จำนวนสินค้าที่เก็บในตู้แช่เย็นทั้งหมด 47

ตารางที่ 7 จำนวนสินค้าที่เก็บในชั้นวางของทั้งหมด 47

ตารางที่ 8 จำนวนสินค้าที่เก็บได้ในคลังอาหารสด (Fresh Food) 48

ตารางที่ 9 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน 48

ตารางที่ 10 การเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า 50

ตารางที่ 11 ระยะเวลาเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า 51

ตารางที่ 12 ข้อมูลจำนวนและมูลค่าของสินค้าแบ่งตามเกณฑ์ ABC Analysis 53

ตารางที่ 13 มูลค่าของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็น 54

ตารางที่ 14 มูลค่าของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของชั้นวางสินค้า 54

ตารางที่ 15 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็นโดยวิธี ABC Analysis 55

ตารางที่ 16 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า โดยวิธี ABC Analysis 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็น 60

ตารางที่ 18 ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของชั้นวางสินค้า 60

ตารางที่ 19 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็นโดยวิธี MBA Support Based Model.....61

ตารางที่ 20 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า โดยวิธี MBA Support Based Model 62

ตารางที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 1 65

ตารางที่ 22 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 1 66

ตารางที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 2 70

ตารางที่ 24 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 2 71

ตารางที่ 25 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 3 73

ตารางที่ 26 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 3 74

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้า 76

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Value-Added Analysis ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ..78

ตารางที่ 29 ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ 78

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Value-Added Analysis หลังการปรับปรุงกระบวนการ ..79

ตารางที่ 31 ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis หลังการปรับปรุงกระบวนการ 80

ตารางที่ 32 การปรับปรุงกระบวนการลดความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น 82

ตารางที่ 33 สรุปการกำหนดรายการตัวชี้วัดและเป้าหมาย เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงานที่มีความสูญเสียทั้ง 7 ประการ 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 การเติบโตของธุรกิจอีคอมเมิร์ซทั่วโลก (Statista, 2021) 1

รูปที่ 2 มูลค่าอีคอมเมิร์ซและแผนการใช้จ่ายออนไลน์ในช่วงปี พ.ศ. 2564 2

รูปที่ 3 ตัวอย่างบริษัทที่ทำการขายอาหารสดออนไลน์ในประเทศไทย 2

รูปที่ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา 3

รูปที่ 5 กระบวนการเตรียมสินค้าอาหารสด (Fresh Food) 4

รูปที่ 6 ปริมาณคำสั่งซื้อเฉลี่ยต่อวัน จากข้อมูลเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง ไตรมาสที่ 2 พ.ศ. 2565 5

รูปที่ 7 สภาพการจัดวางสินค้าบนชั้นวางของและตู้แช่เย็นของคลังสินค้า 5

รูปที่ 8 การจัดวางสินค้าและระยะทางการเดินหาในคลังสินค้าอาหารสด 6

รูปที่ 9 ขั้นตอนการไหลของสินค้า 12

รูปที่ 10 หลักการ 5 ประการที่สำคัญของการผลิตแบบลีน วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556).....20

รูปที่ 11 สัดส่วนของกิจกรรมที่เพิ่มและไม่เพิ่มคุณค่า วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556) 23

รูปที่ 12 Apriori อัลกอริทึม (Agrawal และ Srikant, 1994).....26

รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....33

รูปที่ 14 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลัง 35

รูปที่ 15 ขั้นตอนการจัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis 36

รูปที่ 16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Support Based Model 38

รูปที่ 17 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Association Rule Based Model 40

รูปที่ 18 ตำแหน่งของตู้แช่เย็นและชั้นวางสินค้า.....43

รูปที่ 19 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน.....49

รูปที่ 20 แผนภาพพาเรโตระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 21 รูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ ABC Analysis 57

รูปที่ 22 ABC Analysis (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area).....57

รูปที่ 23 ค่า Support ในแต่ละประเภทสินค้า.....58

รูปที่ 24 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Support Based Model 62

รูปที่ 25 MBA Support Based Model (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึง 63

รูปที่ 26 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 1 64

รูปที่ 27 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1.....67

รูปที่ 28 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area).....68

รูปที่ 29 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 2 69

รูปที่ 30 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2.....71

รูปที่ 31 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area).....72

รูปที่ 32 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 3 73

รูปที่ 33 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3.....75

รูปที่ 34 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area).....76

รูปที่ 35 เปรียบเทียบระยะเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ.....80

รูปที่ 36 ปรับเปลี่ยนตำแหน่งของพื้นที่ขนส่งสินค้า (Shipping area) ให้ใกล้กับพื้นที่ทำงานของคลังอาหารสด (Fresh Food) Operation 83

รูปที่ 37 อัตราร้อยละของสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date) 84

รูปที่ 38 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าเข้าคลัง ก่อนการปรับปรุง.....86

รูปที่ 39 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าเข้าคลัง หลังการปรับปรุง 86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 40 อัตราร้อยละของสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date) เปรียบเทียบก่อนก่อนและหลังการปรับปรุง 87

รูปที่ 41 คู่มือปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการหยิบสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food).....89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

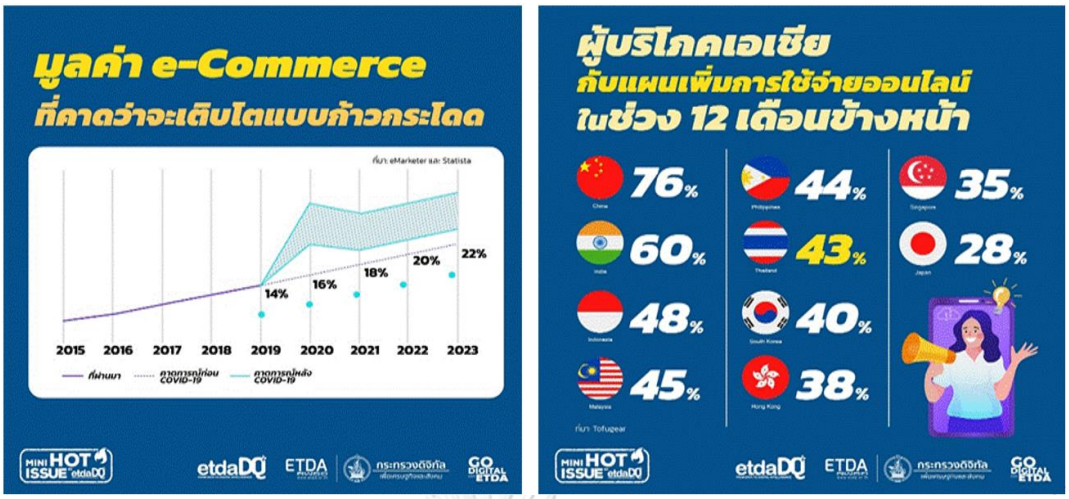
บทที่ 1
บทนำ

ธุรกิจ Electronic Ecommerce หรือพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ คือธุรกิจที่ทำธุรกรรมซื้อขายและแลกเปลี่ยนสินค้ารวมถึงบริการบนอินเทอร์เน็ต โดยใช้เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันเป็นสื่อในการนำเสนอสินค้าและบริการต่างๆ ธุรกิจอีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) ของทั่วโลกมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลปี พ.ศ. 2563 รายได้จากการซื้อขายสินค้าและการใช้บริการผ่านธุรกรรมออนไลน์ทั่วโลกมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่ 6.53% ต่อปี ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 การเติบโตของธุรกิจอีคอมเมิร์ซทั่วโลก (Statista, 2021)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาข้อมูลการที่ลูกค้าเปลี่ยนพฤติกรรมการซื้อออนไลน์ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัว โดยเริ่มเปลี่ยนมาทำการขายบนแพลตฟอร์ม (Platform) อีคอมเมิร์ซมากขึ้นเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าแบบก้าวกระโดด จากผลการสำรวจของ Tofugear (ผู้ให้บริการด้าน Digital Solution สำหรับร้านค้าปลีก) พบว่าโดยเฉลี่ยร้อยละ 45 ของผู้บริโภคทั่วเอเชียวางแผนที่จะเพิ่มการใช้จ่ายออนไลน์แทนการใช้ช่องทางการค้าปลีกแบบเดิมในช่วงปี พ.ศ. 2564 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 มูลค่าอีคอมเมิร์ซและแผนการใช้จ่ายออนไลน์ในช่วงปี พ.ศ. 2564

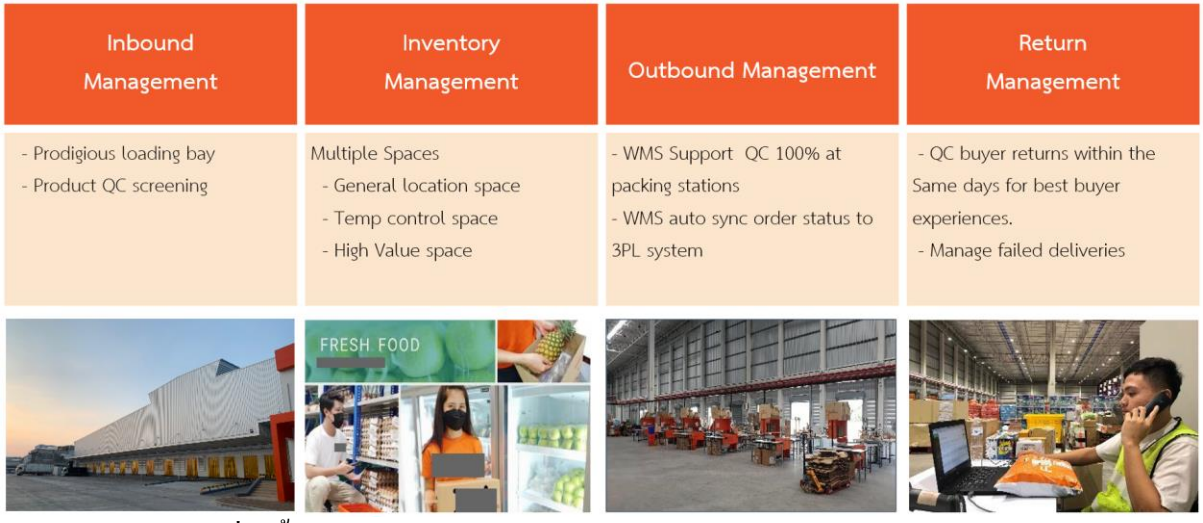
(Electronic Transactions Development Agency, 2020)

มีบริษัทมากมายที่ปรับปรุงกระบวนการทำธุรกิจเข้าสู่อีคอมเมิร์ซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขายอาหารสด (Fresh Food) ซึ่งรูปแบบจะแตกต่างจากการขายที่เป็นปัจจุบันและอาจจะเป็นช่องทางการจำหน่ายอาหารสดที่ส่งตรงถึงมือลูกค้า ส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวเพื่อขายอาหารสดผ่านช่องทางออนไลน์มากขึ้น เพื่อรองรับการเติบโตของธุรกิจอีคอมเมิร์ซ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 ตัวอย่างบริษัทที่ทำการขายอาหารสดออนไลน์ในประเทศไทย

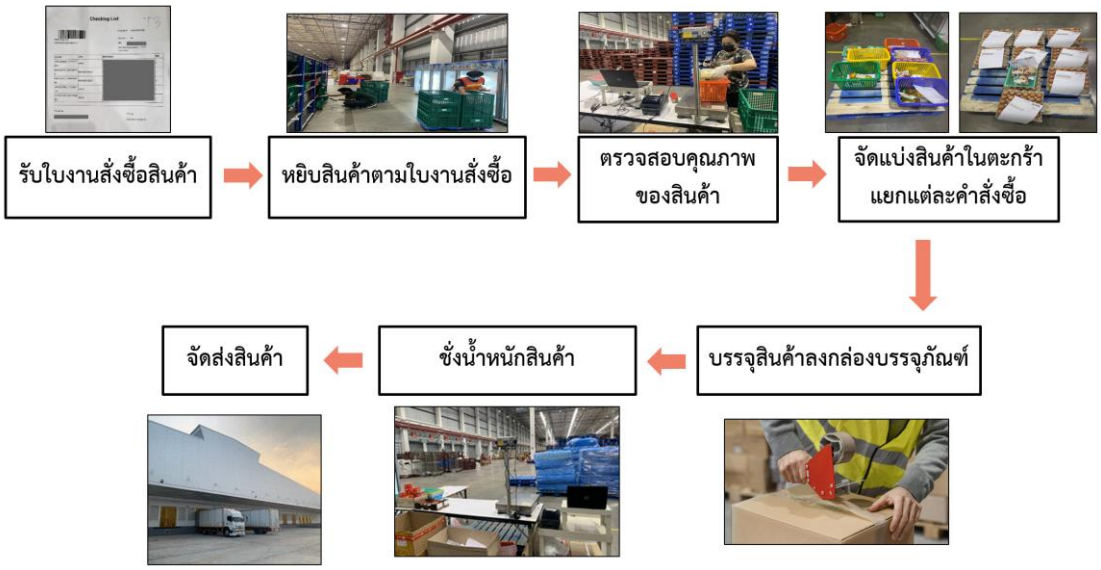
บริษัทกรณีศึกษาอยู่ในธุรกิจอีคอมเมิร์ซและเริ่มดำเนินธุรกิจในไทยเป็นทางการในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีการขยายธุรกิจและหน่วยงานธุรกิจใหม่ๆอย่างต่อเนื่อง โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานในคลังสินค้าจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 4

1. การบริหารงานสินค้าขาเข้า (Inbound Management) คือการจัดการกระบวนการรับสินค้าเข้า การตรวจสอบ การติดฉลากสินค้าและการจำแนกสินค้า
2. การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management) คือการจัดเก็บสินค้าเข้าที่ การตรวจนับสินค้าและการนำสินค้าออกตามใบสั่งซื้อ
3. การบริหารงานสินค้าขาออก (Outbound Management) คือ การจัดกลุ่ม การแยกประเภทสินค้า การบรรจุหีบห่อและการขนส่งบริหารงานสินค้าขาออก
4. การคืนสินค้าจากลูกค้า (Return Management) คือ การจัดการกับคำสั่งขอคืนของจากลูกค้าโดยมีการตรวจสอบของที่ต้องการคืนและสื่อสารกับลูกค้า



รูปที่ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา

ขั้นตอนกระบวนการเตรียมสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษาจะแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 5



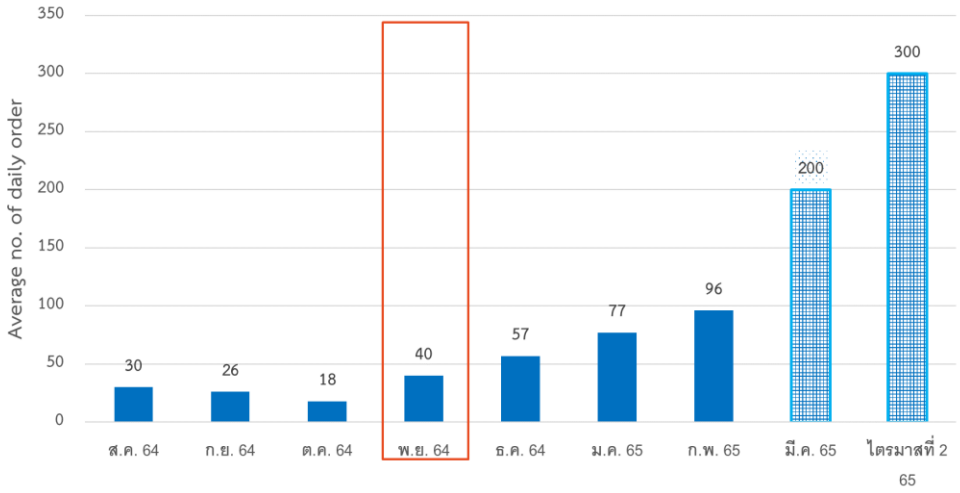
รูปที่ 5 กระบวนการเตรียมสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

1.1 ที่มาและความสำคัญ

บริษัทกรณีศึกษามีความต้องการดำเนินธุรกิจใหม่คือการขายอาหารสดบนหน้าร้านออนไลน์ สืบเนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 เริ่มระบาดตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563 และเพิ่มความรุนแรงอย่างต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2564 ทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยพบว่ามีการซื้อของผ่านช่องทางออนไลน์เพิ่มขึ้นเพราะผู้บริโภคไม่สามารถออกไปจับจ่ายใช้สอยได้ตามปกติ มีการเว้นระยะห่างทางสังคม ซึ่งทางบริษัทกรณีศึกษาได้เล็งเห็นถึงโอกาสในการขายสินค้ากลุ่มอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ และไข่สด ผ่านช่องทางออนไลน์ จึงได้ดำเนินการวางแผนธุรกิจใหม่และเริ่มขายในวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 5 เขตในกรุงเทพมหานครฯ

การทำธุรกิจออนไลน์ส่วนมากจะเป็นการสั่งซื้อสินค้าอย่างเดียว เช่น เครื่องไฟฟ้า เครื่องสำอาง หรือของเล่นเด็ก เป็นต้น ซึ่งจะมีความแตกต่างจากการขายอาหารสดของบริษัทกรณีศึกษาจะมีการซื้อสินค้าหลายๆอย่างพร้อมกันและจำนวนสินค้าต่อใบสั่งซื้อมีจำนวนมากกว่าสินค้าประเภทอื่นๆ

ปริมาณการขายอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 6 ทำให้การจัดวางสินค้าคงคลังและการพัฒนากระบวนการทำงานในคลังสินค้ามีความสำคัญมากขึ้น

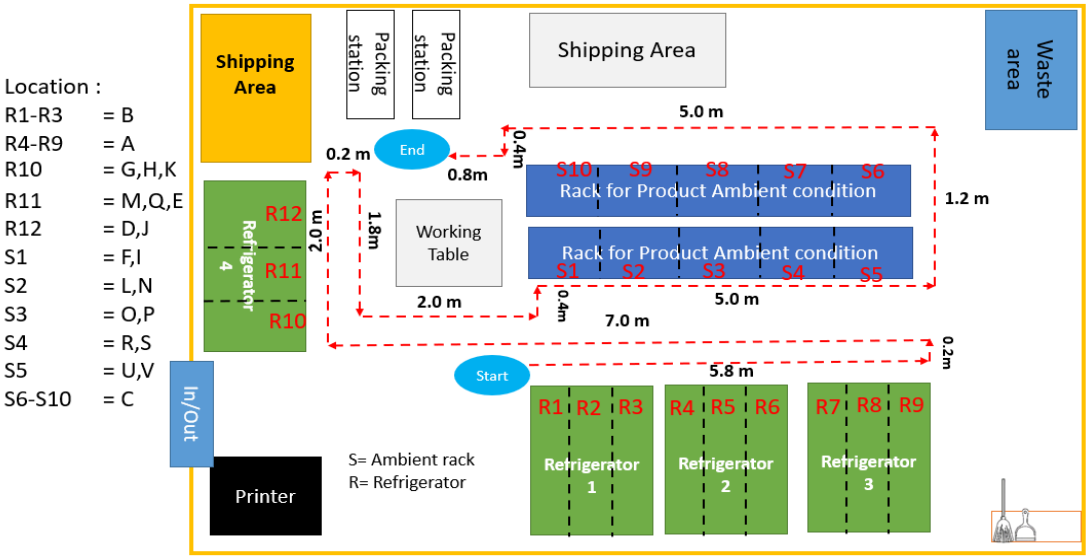


รูปที่ 6 ปริมาณคำสั่งซื้อเฉลี่ยต่อวัน จากข้อมูลเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง ไตรมาสที่ 2 พ.ศ. 2565

สภาพปัญหาในคลังสินค้าอาหารสดของบริษัทกรณีศึกษา คือ ตำแหน่งการวางสินค้ายังไม่เป็นระเบียบและไม่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 7 ทำให้เสียเวลาในการค้นหาสินค้าในคลังสินค้าอาหารสดและทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า

รูปที่ 7 สภาพการจัดวางสินค้าบนชั้นวางของและตู้แช่เย็นของคลังสินค้า

การจัดวางสินค้าและระยะทางการเดินในคลังสินค้าอาหารสด ดังแสดงในรูปที่ 8 จะพบว่าระยะทางในการเดินค้นหาสินค้าของพนักงาน มีระยะทางรวมสูงสุด 31.8 เมตรต่อ 1 คำสั่งซื้อ ซึ่งยังไม่มีระบบที่ชี้บ่งการจัดวางของสินค้า ทำให้พนักงานต้องเดินค้นหาสินค้าที่จะต้องการในทุกชั้นวางสินค้าและทุกตู้แช่เย็น โดยไม่สามารถทราบตำแหน่งที่แน่นอนของสินค้า



รูปที่ 8 การจัดวางสินค้าและระยะทางการเดินหาในคลังสินค้าอาหารสด

ด้วยปริมาณข้อมูลที่เพิ่มสูงขึ้นและการจัดเก็บข้อมูลออนไลน์ ทำให้เกิดโอกาสในการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อของลูกค้า เพื่อให้เข้าใจว่าสินค้ากลุ่มใดที่มักซื้อพร้อมกัน การวิเคราะห์ข้อมูลคำสั่งซื้อในอดีตด้วยวิธีการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถทำให้บริษัทกรณีศึกษาได้ปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการในการจัดเตรียมสินค้าและกำหนดตำแหน่งของสินค้าในคลังให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อลดระยะทางและเวลาในการจัดเตรียมสินค้าต่อคำสั่งซื้อ รวมถึงลดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงานของคลังสินค้าอาหารสด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะสินค้าประเภทอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 22 กลุ่มสินค้าได้แก่ กลุ่มสินค้า A - V

2. ข้อมูลที่ใช้ในการทำงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลคำสั่งซื้อย้อนหลังที่มีรายการสินค้าแต่ละคำสั่งซื้อ โดยบันทึกตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จำนวนทั้งสิ้น 36,449 คำสั่งซื้อ
3. การกำหนดตำแหน่งในคลังสินค้า เพื่อหาตำแหน่งการวางสินค้าให้เหมาะสมมากขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบวิธีทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่

   1. ABC Analysis

   2. MBA Support Based Model

   3. MBA Association Based Model

      3.1 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1

      3.2 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2

      3.3 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3
4. งานวิจัยนี้จะศึกษาการปรับปรุงกระบวนการ ตั้งแต่การรับใบงาน จนถึงการนำสินค้าไปวางที่ตำแหน่งพื้นที่จัดส่ง โดยการวัดผลการปรับปรุงมุ่งเน้นการลดเวลาในขั้นตอนการทำงานในคลังสินค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยบริหารจัดการหยิบสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากขึ้น
2. สามารถบริหารจัดการพื้นที่ในคลังสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานของการวิเคราะห์และปรับปรุงแผนการขยายงานของบริษัทกรณีศึกษาในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย	มิ.ย. 2564	ก.ค. 2564	ส.ค. 2564	ก.ย. 2564	ต.ค. 2564	พ.ย. 2564	ธ.ค. 2564	ม.ค. 2565	ก.พ. 2565	มี.ค. 2565	เม.ย. 2565	พ.ค. 2565	มิ.ย. 2565	ก.ค. 2565
ระบุปัญหาและกำหนดขอบเขตงานวิจัย														
ทบทวนทษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง														
เก็บรวบรวมข้อมูล														
วิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้าทั้ง 5 แบบ 1. ABC Analysis 2. MBA Support Based Model 3. MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 4. MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2 5. MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3														
ปรับปรุงกระบวนการและ แผนผังในคลังสินค้า														
วิเคราะห์ผลการวิจัย														
สรุปผลการวิจัย														
เขียนเล่มวิทยานิพนธ์														

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กฎการหาความสัมพันธ์ (Association Rule)

ปรัชญา นวนแก้ว (2562) อธิบายกฎการหาความสัมพันธ์ (Association Rule) เป็นเครื่องมือที่ใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market basket analysis) เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ของพฤติกรรมการซื้อสินค้าและความสัมพันธ์ของสินค้าที่ลูกค้าซื้อร่วมกัน เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ในการจัดพื้นที่ร้านค้า จัดวางสินค้าร่วมกันเพื่อเพิ่มความสะดวกในการหยิบสินค้า รวมถึงสามารถวางแผนการส่งเสริมการขายสินค้าร่วมกันเพื่อเพิ่มยอดขายของธุรกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 เทคนิคการหากฎหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori อัลกอริทึม

Apriori เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้หลักการค้นหาแบบวงกว้าง ซึ่งจะทำการสร้างและตรวจสอบ item sets ที่เกิดขึ้นบ่อยทีละชั้น จุดเด่นอยู่ที่ความสามารถและความเร็วของการค้นหา Item sets ที่ปรากฏด้วยการละเว้นการพิจารณา Item sets ที่ปรากฏซ้ำด้วยความถี่ที่ต่ำกว่าเกณฑ์

2.1.3 การหากฎความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori อัลกอริทึม

ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ(Minimum Confidence) ถูกใช้ในกฎการหาความสัมพันธ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้ระบบหรือผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดเพื่อให้ได้ผล

ลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยกฎความสัมพันธ์ที่ได้นั้นจะต้องมีค่าสนับสนุน (Support) และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ไม่น้อยกว่าค่าขั้นต่ำที่ได้กำหนดเอาไว้

- ค่าสนับสนุน (Support) คือ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกลุ่มของสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล
- ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) คือ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกลุ่มของสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล ต่อจำนวนกลุ่มของสินค้าที่เกิดขึ้นทางด้านซ้ายมือของกฎ

การหากฎความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori อัลกอริทึม มี 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การหารูปแบบของชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยๆ (Frequent item sets) หรือมีค่ามากกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแบ่งได้อีก 2 ขั้นตอนย่อย คือ
   - การสร้างรูปแบบของชุดข้อมูล item sets (join) จะใช้รูปแบบของชุดข้อมูล item sets ที่มีค่ามากกว่าค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ minimum support มาทำการสร้างรูปแบบของชุดข้อมูล item sets ที่มีขนาดยาวมากขึ้นเป็นลำดับขั้น
   - การนับค่าสนับสนุน support (count) หลังจากที่สร้างรูปแบบของชุดข้อมูล item sets ได้แล้ว ขั้นถัดมาจะทำการคำนวณค่าสนับสนุน support ที่เกิดขึ้น โดยกำหนดให้ค่าสนับสนุนคือจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่พบชุดข้อมูลในฐานข้อมูล
2. การสร้างกฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) หลังจากที่หารูปแบบของชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยๆ (Frequent item sets) ได้แล้วจะนำมาสร้างเป็นกฎหาความสัมพันธ์ เช่น Apple => Cereal หมายความว่า เมื่อลูกค้าซื้อ Apple แล้วลูกค้าจะซื้อ Cereal ร่วมด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนถัดมาคือการสร้างกฎหาความสัมพันธ์จากชุดข้อมูลที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยๆ (Frequent item sets) โดยจะพิจารณาจากชุดข้อมูลที่มีสินค้ามากกว่า 2 ชนิดขึ้นไปมาสร้างเป็นกฎหาความสัมพันธ์ เช่น {Apple, Cereal} จะสามารถสร้างกฎหาความสัมพันธ์ได้เป็น Apple => Cereal เป็นต้น โดยกฎหาความสัมพันธ์ทั่วไปจะแสดงเป็นดังนี้

LHS -> RHS

โดยที่ LHS (Left Hand Side) แสดงรูปแบบของชุดข้อมูล item sets ด้านซ้ายของกฎหาความสัมพันธ์ และ RHS (Right Hand Side) แสดงรูปแบบของชุดข้อมูล item sets ด้านขวาของกฎหาความสัมพันธ์

โดยการวัดประสิทธิภาพของกฎหาความสัมพันธ์ สามารถหาได้จากค่าความเชื่อมั่น (confidence) ซึ่งแสดงความเชื่อมั่นของกฎหาความสัมพันธ์ที่เมื่อรูปแบบ LHS เกิดขึ้นแล้วรูปแบบ RHS จะเกิดขึ้นด้วยเป็นจำนวนกี่เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$\text{confidence (LHS -> RHS)} = \frac{\text{support (LHS, RHS)}}{\text{support (LHS)}} \quad (1)$$

และค่า lift คือค่าที่บ่งบอกว่าการเกิดรูปแบบ LHS และ RHS มีความสัมพันธ์กันแค่ไหน โดยถ้าค่า lift เป็น 1 แสดงว่ารูปแบบ LHS และ RHS ไม่ขึ้นต่อกัน (independent) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$\text{lift (LHS -> RHS)} = \frac{\text{support (LHS, RHS)}}{\text{support (LHS) x support (RHS)}} \quad (2)$$

2.1.4 ความหมายของคลังสินค้า

คลังสินค้า (Warehouse) ตามความหมายของพระราชบัญญัติศุลกากร พุทธศักราช 2469 หมายความว่า “โรงพักสินค้าที่มั่นคง” ปัจจุบันความหมายคลังสินค้าครอบคลุมถึงสถานที่จัดเก็บสินค้าทำหน้าที่เป็น จุดพัก จัดเก็บ กระจายการจัดสินค้าหรือวัตถุดิบ ทั้งในส่วนของการบริหารสินค้าคงคลัง และการบริหารการจัดเก็บ นอกจากนี้คลังสินค้ายังทำหน้าที่จัดเก็บสินค้าที่รอการทิ้ง (Disposed) และวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Recycled) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เล็กน้อยเมื่อเทียบกับประเภทอื่นๆ Richards (2011) ได้กล่าวว่า คลังสินค้ายังคงมีบทบาทสำคัญภายในห่วงโซ่อุปทาน Tompkins and Smith (1988) ได้กล่าวว่า คลังสินค้าได้กลายเป็นความสามารถหลักซึ่งเป็นอาวุธเชิงกลยุทธ์ที่หลายบริษัทใช้เพื่อเพิ่มตำแหน่งการแข่งขัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.5 ประเภทของการจัดเก็บคลังสินค้า

Bartholdi and Hackman (2008) ได้อธิบายถึงการกำหนดและแบ่งประเภทคลังสินค้าซึ่งจะกำหนดการให้การบริการแก่ลูกค้าเป็นหลัก ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. ศูนย์กระจายสินค้าขายปลีก เป็นคลังสินค้าที่ทำหน้าที่กระจายสินค้าให้กับร้านค้าปลีก ซึ่งรองรับคำสั่งซื้อที่หลากหลายและจำนวนมาก โดยจะเปลี่ยนไปตามความต้องการของลูกค้าและกลไกทางการตลาด
2. ศูนย์กระจายชิ้นส่วนและอุปกรณ์ เป็นคลังสินค้าที่มีการถือครองสินค้าคงคลังมูลค่าสูงและปริมาณความต้องการสินค้าไม่สูงมาก หรือไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณได้

3. ศูนย์กระจายสินค้าออนไลน์ เป็นคลังสินค้าที่มักจะได้รับคำสั่งซื้อขนาดเล็ก จากลูกค้าทางโทรศัพท์หรืออินเทอร์เน็ต โดยทั่วไปคำสั่งซื้อจะมีขนาดเล็กเพียง 1-3 รายการ แต่อาจมีคำสั่งดังกล่าวจำนวนมากและจัดส่งทันทีหลังจากได้รับคำสั่งซื้อของลูกค้า
4. คลังสินค้าแบบทีพีแอล เป็นคลังสินค้าเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าหลายๆเจ้า เพื่อช่วยให้ลูกค้าจัดเก็บสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าตามฤดูกาลซึ่งมีความต้องการที่ไม่แน่นอน
5. คลังกระจายสินค้าสำหรับสินค้าที่มีรอบอายุ เป็นคลังสินค้าที่รองรับสินค้าประเภทที่มีรอบอายุที่สั้น เช่น ดอกไม้สด อาหาร วัคซีน และสินค้าที่จำเป็นจะต้องเก็บในตู้เย็น เป็นต้น โดยคลังสินค้าประเภทนี้จะเป็นลักษณะของการเก็บความเย็นเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้า และลักษณะการกระจายสินค้าจะเป็นแบบ First-In-First-Out(FIFO)

ธนิชกาญจน์ ภูภัทรกิจ (2561)ได้กล่าวว่าในประเภทไทยได้แบ่งประเภทของคลังสินค้าออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. คลังสินค้าสาธารณะ เป็นคลังสินค้าที่ผู้ประกอบการทำธุรกิจรับดำเนินการติดตั้งระบบคลังสินค้าให้กับหลายองค์กรมาใช้บริการ เช่น องค์การคลังสินค้าคลังสินค้าทัณฑ์บน เปิดให้บริการเช่า โดยการทำสัญญาเช่า มีหลายชนิด ได้แก่
    1.1 คลังสินค้าสำหรับสินค้าทั่วไป
    1.2 คลังสินค้าพิเศษ เช่น คลังสินค้าผลไม้ ลิ้นจี่ และลำไย เป็นต้น
    1.3 คลังสินค้าทัณฑ์บน เป็นคลังที่นำสินค้าเข้าจากต่างประเทศของศุลกากรซึ่งจะไม่เสียภาษีนำเข้าจนกว่าจะนำสินค้าออกจากคลัง
2. คลังสินค้าเอกชน เป็นทรัพย์สินขององค์กรเจ้าของสินค้า ซึ่งบริหารและดำเนินการเองทั้งหมด เพื่อใช้เก็บรักษาสินค้าขององค์กรโดยเฉพาะ เพื่อรอการกระจายสินค้าและจัดจำหน่าย
3. คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ เป็นคลังสินค้าที่ใช้สำหรับเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรกรรม เช่น คลังสินค้าผลไม้ ลิ้นจี่ และลำไย เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.6 รูปแบบการทำงานของคลังสินค้า

ธนิชกาญจน์ ภูภัทรกิจ (2561) ได้กล่าวว่าคลังสินค้ามีหน้าที่ในการจัดการสินค้าที่ได้มาจากผู้แทนผลิตและจัดจำหน่าย ซึ่งจะส่งมาในลักษณะของพาเลท (Pallet) นำไปสู่การแบ่งและบรรจุใหม่ เพื่อให้มีขนาดเล็กลงโดยเป็นไปตามปริมาณและความต้องการที่ได้รับ ก่อนจะส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า โดยพื้นฐานคลังสินค้าจะรับสินค้ามาพักไว้ และตอบสนองต่อการนำส่งไปสู่สถานะอื่นอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นคลังสินค้ายังต้องอาศัยพนักงานในการดำเนินงานจำนวนมาก ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนมากที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้ามาจากค่าแรงงานและการเคลื่อนย้ายสินค้า

2.1.7 ขั้นตอนการรับสินค้า

ขั้นตอนทั่วไปของการรับสินค้านั้น จะต้องมีขั้นตอนของการไหลสินค้าแบบต่อเนื่อง และเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 9

รูปที่ 9 ขั้นตอนการไหลของสินค้า

ที่มา: ธนิชกาญจน์ ภูภัทรกิจ (2561)

2.1.8 กระบวนการรับสินค้าเข้ามา (Inbound Process)

จุดเริ่มต้นของกระบวนการรับสินค้า คือ การรับสินค้ามาจากตัวแทนจำหน่ายหรือผู้ผลิตสินค้าตามจำนวนคำสั่งซื้อ

การรับสินค้า (Receiving)

การรับสินค้าเข้ามาในคลังสินค้าจะต้องได้รับการแจ้งเตือนล่วงหน้าว่าจะมีสินค้าเข้ามา เพื่อที่จะให้คลังสินค้าได้เตรียมตัวจัดตารางในการรับสินค้าออกจากตู้ขนส่งสินค้า เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้แก่คลังสินค้า

เมื่อสินค้าเข้ามาถึงคลังสินค้า ขั้นตอนการนำสินค้าออกจากตู้และการเตรียมความพร้อมในการจัดเก็บสินค้า คือ จะต้องตรวจสอบสินค้าที่มาถึงว่าถูกต้องหรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นจำนวน ขนาด น้ำหนัก ราคา และความเสียหายของสินค้า เป็นต้น

ในอดีตขั้นตอนการรับสินค้าจะต้องอาศัยพนักงานจำนวนมาก ทำให้สูญเสีย ค่าใช้จ่ายคิดเป็น 10% ของค่าดำเนินการทั้งหมด ซึ่งการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ อย่าง เช่น RFID (Radio Frequency Identification) จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายลงไปได้

การเก็บสินค้า (Put-away)

ก่อนที่จะจัดเก็บสินค้า สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง คือ การคำนวณและการจัดสรรพื้นที่การเก็บ เนื่องจากจะต้องทราบว่าพื้นที่ที่มีอยู่เพียงพอที่จะรองรับสินค้าจำนวนเท่าใด รวมถึงขนาดและน้ำหนักของสินค้า ตำแหน่งของการจัดเก็บที่สามารถใช้งานได้ และสามารถตอบสนองต่อการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว เมื่อสินค้าถูกจัดเก็บแล้วจำเป็นจะต้องมีการบันทึกจำนวน ขนาด ปริมาณ และตำแหน่ง หรือหากมีการแทนที่สินค้าก็จะต้องทำการบันทึกทุกครั้ง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความเหมาะสมต่อการใช้งานเสมอ

การแปลงหน่วยสินค้า (Let-Down)

เพื่อให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในการสื่อสาร และความเข้าใจสำหรับการเบิกจ่ายสินค้าภายในคลังสินค้า การแปลงหน่วยสินค้าให้มีหน่วยเดียวกันในสินค้าประเภทเดียวกัน นับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในระบบของคลังสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.9 กระบวนการส่งสินค้า (Outbound Process)

จุดเริ่มต้นของกระบวนการส่งสินค้าออก คือการได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า โดยทุกคำสั่งซื้อที่เข้ามาจะประกอบไปด้วยรายการสินค้าและจำนวนที่ต้องการ ซึ่งระบบการจัดการคลังสินค้ามีบทบาทในการสนับสนุนกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น โดยจะต้องทราบและสามารถระบุจำนวน ประเภทสินค้าและตำแหน่งของสินค้าได้

การจ่ายสินค้า (Order-picking)

ขั้นตอนในการจ่ายสินค้า คือเมื่อได้รับรายการสั่งซื้อจากลูกค้า (Order) แล้ว

คลังสินค้ามีหน้าที่ที่จะต้องตรวจสอบจำนวน และตำแหน่งของสินค้าคงคลัง (Checking) ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ จากนั้นคลังสินค้ามีหน้าที่ในการหยิบตามใบรายการที่ได้รับบรรจุ (Packing) เพื่อจัดส่งมอบ (Shipping) ให้แก่ลูกค้าตามวันเวลาที่กำหนด โดยค่าใช้จ่ายในการจ่ายสินค้า คิดเป็นมูลค่ากว่า 55% ของกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า

เนื่องจากการจ่ายสินค้าจะต้องคำนึงถึงหน่วยที่เล็กที่สุดในการจัดเก็บสินค้า (SKU, Stock Keeping Unit) เพื่อให้การจ่ายสินค้าก่อนที่จะนำไปบรรจุและจัดส่ง มีความคุ้มค่ามากที่สุด ทั้งนี้การจัดเก็บหน่วยสินค้านั้น ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการรับคำสั่งซื้อด้วยเช่นกัน

<u>การตรวจสอบ (Checking) และการบรรจุสินค้า (Packing)</u>

ความถูกต้องแม่นยำในการบรรจุสินค้า เป็นสิ่งที่ควรตระหนักมาก เนื่องจากจะต้องคำนึงถึงพนักงานที่จะนำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมนี้ และจะต้องง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ หากไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความผิดพลาดหรือการเปลี่ยนคำสั่งซื้อของลูกค้า ก็ให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นและยังเป็นการเสียเวลาในการดำเนินงานใหม่อีกด้วย

หนึ่งในการบรรจุสินค้าที่ลูกค้าต้องการ คือการรับสินค้าทั้งหมดครั้งเดียวจากตู้ขนส่ง เนื่องจากจะลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและค่าธรรมเนียมของสินค้า

<u>การขนส่ง (Shipping)</u>

ในส่วนของการขนส่งนั้นเป็นส่วนที่ต้องรับมือมากกว่าการรับสินค้า และบรรจุสินค้า เนื่องจากการบรรจุสินค้าคือการรวบรวมสินค้าเข้าไว้ด้วยกัน ในขณะที่การขนส่งนั้นจะต้องคำนึงถึงการจัดเรียงสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์ และระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าให้ตรงตามเวลาที่กำหนด โดยสามารถใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดความคุ้มค่าที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.10 กลยุทธ์ในการจัดเก็บลักษณะสินค้าภายในคลังสินค้า

ธนิชกาญจน์ ภูภัทรกิจ (2561)ได้อธิบาย การแบ่งพื้นที่ใช้สอยคลังสินค้าเป็นสิ่งที่ควรตระหนักถึงตำแหน่งในการวางสินค้า ซึ่งส่งผลต่อการค้นหาสินค้าและการหยิบสินค้านั้นๆ หากการวางสินค้าไม่มีความเหมาะสมต่อลักษณะหรือพฤติกรรมความต้องการของสินค้าประเภทนั้นๆ ย่อมส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้า เนื่องจากค่าใช้จ่ายของพื้นที่การจัดเก็บคลังสินค้านั้นมีมูลค่าที่สูง เช่น การรักษาอุณหภูมิเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบนั้นๆ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การรักษาความปลอดภัย และค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายในคลังสินค้า เป็นต้น ดังนั้นการใช้พื้นที่จัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการจัดเก็บสินค้าจึงเป็นหนึ่งในวิธีที่จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าได้

กลยุทธ์สำหรับการจัดเก็บสินค้าแบ่งได้เป็น 2 กลยุทธ์ ดังต่อไปนี้

1. การจัดเก็บตามที่กำหนด (Dedicated Storage)

การเก็บสินค้าเฉพาะประเภทไว้ภายในคลังสินค้าประเภทนี้ เช่น สินค้าที่ได้รับความนิยม ปริมาณความต้องการที่แน่นอนและยากที่จะเปลี่ยนแปลง รวมทั้งสินค้าที่มีลักษณะพิเศษในการจัดเก็บ เช่น สินค้าประเภทอาหารที่ต้องเก็บภายใต้อุณหภูมิที่กำหนด

ข้อดี : สะดวกต่อการหยิบใช้งาน ลดระยะเวลาในการค้นหาและพนักงานเรียนรู้ได้ง่าย

ข้อเสีย : ไม่สามารถใช้พื้นที่ใช้สอยที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ เนื่องจากหากสินค้าถูกหยิบไปใช้ก็จะเกิดพื้นที่ว่าง ที่ไม่สามารถนำสินค้าอื่นมาวางทดแทนได้ และรอบการรอสินค้าทดแทนก็อาจจะไม่สอดคล้องกับกิจกรรมภายในคลังสินค้า ทำให้เกิดพื้นที่ว่างของการใช้งานคลังสินค้า

2. การจัดเก็บที่แบ่งพื้นที่กัน (Shared Storage)

คลังสินค้าลักษณะนี้ เพื่อที่จะพัฒนาคลังสินค้าแบบ Dedicated Storage โดยให้ในหนึ่งหน่วยสินค้ามีที่เก็บรักษามากว่าหนึ่งที่ หากมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าหนึ่งว่าง เราก็จะสามารถเรียกสินค้าชนิดอื่นเข้ามาวางทดแทนได้ จนกว่าสินค้าประเภทนั้นจะถูกนำกลับมาวางอีกครั้ง จะทำให้เกิดการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า

ข้อดี : สามารถใช้พื้นที่จัดเก็บได้อย่างคุ้มค่า

ข้อเสีย : เนื่องจากการจัดเก็บแบบนี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือโยกย้ายตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้าอย่างรวดเร็ว ทำให้พนักงานต้องใช้เวลาในการเรียนรู้การเปลี่ยนแปลง และก่อให้เกิดการสูญเสียเวลาในการค้นหา นอกจากนี้ยังมีความซับซ้อนในการจัดการ เนื่องจากจะต้องมีการคำนวณความเป็นไปได้ว่าสินค้าใดที่เหมาะแก่การนำมาวางทดแทน เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าระหว่างการใช้พื้นที่ เวลาและพนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.11 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสินค้า

ภาวิณี นิลวัชราภรณ์ (2552)ได้กล่าวว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย

- ที่ตั้งของคลังสินค้า เป็นสิ่งสำคัญประการแรกที่ถูกนำมาคำนึงถึง เนื่องจากคลังสินค้าจะต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย เพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้

- การกำหนดยังต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่จะใช้ในการเก็บรักษา เส้นทางการลำเลียงปริมาณสินค้าที่จัดเก็บ ความคล่องตัวและสะดวกในเรียกใช้ เพื่อก่อให้เกิดความเป็นระเบียบภายในคลังสินค้า ส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมภายในคลังสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

- เครื่องทุ่นแรง มีหน้าที่คอยสนับสนุนการทำงานของคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงพื้นที่ใช้สอย เช่น รอก รถยก และสายพานลำเลียง เป็นต้น ซึ่งต้องพิจารณาถึงความคุ้มทุนในการจัดซื้อ

- การออกแบบอาคาร เมื่อทราบการวางผังและการเลือกใช้เครื่องทุ่นแรงแล้ว การออกแบบอาคารจัดเก็บสินค้า เป็นอีกสิ่งที่ต้องพึงระวัง โดยการออกแบบต้องไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน

- การจัดการ คือการเลือกวิธีการและกลยุทธ์เพื่อใช้ในการบริหารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดรวมทั้งระบบการแจกจ่ายข้อมูลที่ต้องมีความถูกต้องและแม่นยำ

2.1.12 ประโยชน์ของคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพ

ผู้บริหารมีหน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือการบริหารสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ โดยต้องมีการวางแผนในการควบคุมสินค้าคงคลังและดำเนินการตรวจสอบผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นจริงกับแผนที่กำหนดไว้ หากไม่เป็นไปตามแผนที่วาง ผู้บริหารจะต้องพิจารณาหาสาเหตุและปัจจัยที่เกี่ยวข้องว่าเกิดจากสาเหตุใด และหาแนวทางแก้ไขทันทีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ธุรกิจ การวางแผนและควบคุมสินค้าอย่างเหมาะสมทำให้ธุรกิจทราบความเคลื่อนไหวของสินค้าได้ตลอดเวลาอย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว ดังนั้น ประโยชน์ที่ได้รับจากการบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ ได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ธุรกิจมีสภาพคล่องมากขึ้น
2. เงินลงทุนในสินค้าคงคลังน้อยลง
3. ลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังลงซึ่งส่งผลให้ต้นทุนลดลง
4. สามารถตั้งราคาขายให้ต่ำกว่าคู่แข่งขันได้
5. ธุรกิจได้รับกำไรเพิ่มขึ้น
6. การวางแผนและควบคุมสินค้าอย่างเหมาะสมทำให้ธุรกิจทราบความเคลื่อนไหวของสินค้าได้ตลอดเวลาอย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
7. พนักงานในคลังสินค้าปฏิบัติงานด้วยความมั่นใจขึ้นนอกจากนี้ สินค้าคงคลังยังมีประโยชน์อีกหลายประการ เช่น

(1) เป็นการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ที่ประมาณการไว้ในแต่ละ

ช่วงเวลาทั้งในฤดูกาล และนอกฤดูกาล โดยธุรกิจต้องเก็บสินค้าคงคลังไว้ในคลังสินค้า

(2) เป็นการรักษาการผลิตให้มีอัตราคงที่สม่ำเสมอ เพื่อรักษาระดับการว่าจ้างพนักงานให้สม่ำเสมอได้ โดยจะเก็บสินค้าที่จำหน่ายไม่หมดในช่วงที่จำหน่ายได้ไม่ดี ไว้จำหน่ายตอนช่วงเวลาที่ลูกค้าหรือผู้บริโภคมีความต้องการ ซึ่งในช่วงเวลานั้นอาจจะผลิตไม่ทันการจำหน่าย

(3) ทำให้ธุรกิจได้ส่วนลดตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น (Quantity Discount) จากการจัดซื้อสินค้าจำนวนมากต่อครั้งเพื่อเป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงราคา และผลกระทบจากเงินเฟ้อ เมื่อสินค้าในท้องตลาดมีราคาเพิ่มสูงขึ้น

(4) เป็นการป้องกันปัญหาสินค้าไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย

(5) ทำให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการต่อเนื่องอย่างราบรื่น ไม่มีการหยุดชะงักอันเนื่องจากสินค้าไม่เพียงพอ จนทำให้เกิดความเสียหายแก่กระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้พนักงานว่างงานเครื่องจักรถูกหยุดการใช้งานหรือผลิตไม่ทันตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

2.1.13 การวางแผนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

ภาวิณี นิลวัชราภรณ์ (2552)ได้อธิบายถึงความสำคัญของการวางแผนการจัดเก็บสินค้าคงคลังไว้ ดังนี้ พื้นที่ทุกส่วนในคลังสินค้านั้นล้วนแต่มีมูลค่าทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาและควบคุมพื้นที่ของคลังสินค้า รวมถึงค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน เช่น การเคลื่อนย้ายสินค้าและการปฏิบัติการอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.14 ปัจจัยในการพิจารณาการวางแผน

คลังสินค้าแต่ละประเภท ของแต่ละองค์กรนั้นมีลักษณะการใช้งาน และสิ่งอำนวยความสะดวกที่แตกต่างกัน รวมทั้งรูปร่างลักษณะของพื้นที่จัดเก็บ และลักษณะของสินค้าที่ต้องการเก็บรักษา นอกจากนี้ในคลังสินค้า พื้นที่เก็บรักษา และสินค้าก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของประเภท ชนิด ขนาด และปริมาณของสินค้าที่รับเข้ามา ดังนั้น การวางแผนการเก็บรักษาจึงต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการเบื้องต้น รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้วการวางแผนการเก็บรักษาสินค้า มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาที่เป็นแนวเดียวกันอยู่ดังต่อไปนี้

1. ความคล้ายคลึงกันของสินค้า (Similarity)หมายถึง สินค้าที่มีลักษณะหรือคุณสมบัติบางประการที่มีความมุ่งหมายในการใช้งานคล้ายคลึงกัน โดยการจำแนกออกเป็นประเภทของกลุ่มสินค้า เพื่อความสะดวกในการเก็บรักษาและการเบิกจ่าย

2. อัตราการหมุนเวียนของสินค้า (Popularity) ความถี่ในการเบิกจ่ายสินค้าหรือวัตถุดิบ ที่นำเข้าหรือนำออกจากคลังสินค้า เพื่อนำมาพิจารณาว่าสินค้าประเภทใดมีการเคลื่อนไหวมากน้อยอย่างไร ควรจัดเก็บสินค้าที่มีการหมุนเวียนมากไว้ในบริเวณใกล้กับพื้นที่จัดส่งหรือพื้นที่สำหรับหีบห่อมากที่สุด เพื่อให้มีการเดินทางในแต่ละรอบมีระยะทางที่สั้น

3. ขนาด น้ำหนัก และปริมาณของสินค้า (Size, Weight, and Quantity) การคำนึงถึงปริมาตรและพื้นที่จัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าจะต้องคำนึงถึง เนื่องจากมีความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ความเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเข้ามา

4. ลักษณะเฉพาะสินค้า (Characteristics of Material) โดยปกติรายการสินค้าปกติทั่วไป ไม่ต้องการเก็บรักษาหรือการขนย้ายด้วยวิธีการพิเศษนอกเหนือไปจากการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ของความคล้ายคลึงกัน อัตราความถี่ในการหมุนเวียนรวมทั้งขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และปริมาณ อย่างไรก็ตาม ยังมีสินค้าบางรายการที่ต้องการปฏิบัติเป็นพิเศษ ดังรายการต่อไปนี้

- สินค้าที่อาจก่อเกิดอันตราย (Hazardous Materials) เช่น สินค้าที่ก่อให้เกิดเพลิงไหม้ หรือสินค้าที่เป็นสารเคมีจำพวกกรดหรือด่างที่มีความเข้มข้นสูง รวมทั้งสินค้าที่มีกลิ่นระเหยอันตราย เป็นต้น
- สินค้าที่อาจหายได้ (Sensitive Materials) คือ สินค้าที่มีอัตราส่วนของมูลค่าสูงเมื่อเทียบกับขนาดของสินค้านั้น สามารถนำไปขายได้ราคาสูง
- สินค้าที่อาจเสื่อมเสียได้ง่าย (Perishable Materials) คือ สินค้าที่มีอายุการเก็บรักษาที่จำกัดต้องการการตรวจตราอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ความจุของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษา (Capacity of Storage Facilities) หรือเรียกอีกอย่างว่า ปัจจัยความจุ (Capacity Factors) คือ ความจุของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษา ซึ่งต้องพิจารณาการวางแผนการเก็บรักษาเป็นสำคัญ จำเป็นที่จะต้องทราบความสามารถในการรับการบรรจุของสินค้า การกำหนดตำแหน่งการเก็บและแบบของการเก็บรักษาที่จะใช้สำหรับคลังสินค้าหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษาในแต่ละแบบ โดยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของประตู แสงสว่าง ขนาดของชั้นวางสินค้า อัตราการรับน้ำหนักของพื้นที่วางสินค้า ความสูงของเพดาน ระบบบหัวฉีดดับเพลิงอัตโนมัติ เครื่องมือยกสินค้า ตำแหน่งของลิฟต์สำหรับอาคารหลายชั้น และตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงต่างๆ

2.1.15 ระบบการผลิตแบบลีน (LEAN Manufacturing)

วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556) อธิบาย คำว่า “Lean” แปลว่าไม่มีไขมัน ในที่นี้การผลิตแบบลีนจะหมายถึง การผลิตโดยปราศจากความสูญเสียในทุกกระบวนการเกิดจากการปรับลดหรือตัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก โดยมุ่งเน้นในเรื่องการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยทำการขจัดความสูญเสีย (Waste) ต่างๆของงานและเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction) และเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ หลัก 5 ประการที่สำคัญของการผลิตแบบลีน

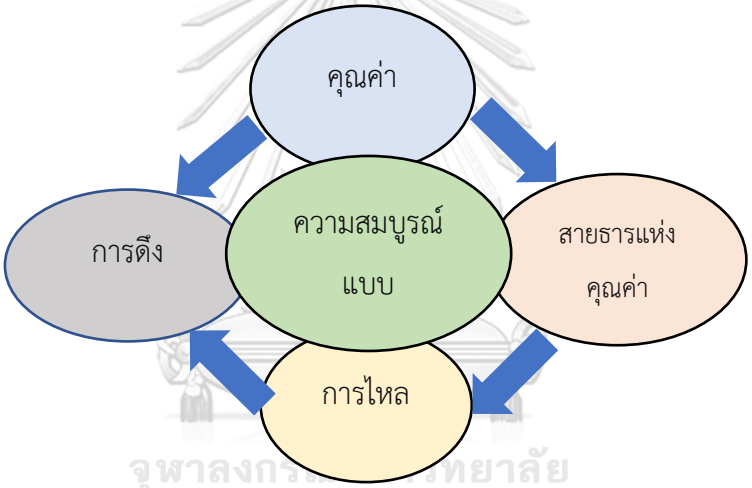
1. คุณค่า (Value) คือการกำหนดคุณค่าของสินค้าและบริการในมุมมองของลูกค้าเพื่อสร้างความมั่นใจว่า คุณค่าที่ลูกค้าต้องการกับคุณค่าที่ผู้ผลิตหรือบริการมอบให้แก่ลูกค้ามีความสอดคล้องกัน และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการดำเนินการธุรกิจเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าต่อไป
2. สายธารแห่งคุณค่า (Value Stream) คือการแสดงลำดับขั้นตอนของกระบวนการตั้งแต่เริ่มจนเสร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการจำแนกว่ากิจกรรมใดในกระบวนการก่อให้เกิดคุณค่าและกิจกรรมใดในกระบวนการคือความสูญเสียที่ต้องลดหรือขจัดทิ้งไป ซึ่งจะช่วยให้เราเห็นภาพรวมของการไหลของกระบวนการทำให้สามารถทราบได้ว่าขั้นตอนใดมีความสูญเสียเกิดขึ้น จึงเป็นการเพิ่มโอกาสในการปรับปรุงอย่างถูกจุดของปัญหา ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การไหล (Flow) คือการทำให้กระบวนไหลของคุณค่ามีความต่อเนื่อง ไม่ติดขัด ล่าช้า ลดการย้อนกลับเพื่อแก้ไขชิ้นงานหรือการก่อให้เกิดของเสีย โดยการไหลอย่างต่อเนื่องจะทำให้สามารถลดเวลาในการรอคอยสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นระบบ โดยการทำให้สายการผลิตเกิดการไหลอย่างต่อเนื่องสามารถทำได้ตามนี้
    a. อย่าให้เครื่องจักรว่างงานด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
    b. หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) ต้องแก้ไขให้กลับสู่สภาวะปกติโดยเร็วที่สุด
    c. การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ต้องใช้เวลาที่น้อยที่สุด
    d. อย่าขัดจังหวะด้วยเหตุอันใดก็ตาม
    e. จัดกำลังการผลิตแต่ละกระบวนการให้สมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งสามารถลดการรอคอยของงานและลดการเกิดขอขวด (Bottleneck)

f. ลดปริมาณการขนย้าย

g. ลดการเก็บงานเพื่อรอคอยการผลิต (Waiting)

h. จัดผังโรงงาน (Layout) ให้เหมาะสม

4. การดึง (Pull) คือการใช้ระบบดึงเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยให้ความสำคัญกับลูกค้าเป็นผู้ดึงสินค้าออกจากกระบวนการผลิตเท่านั้น ดังนั้นการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อมีความต้องการจากลูกค้า หรือการดึงจากลูกค้าเท่านั้นเพื่อช่วยลดความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตและความสูญเสียที่เกิดจากสินค้าคงคลัง
5. ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) คือการพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่หยุดนิ่ง เพื่อมุ่งสู่ความสมบูรณ์แบบ โดยการตรวจวัดประสิทธิภาพของกระบวนการอยู่ตลอดเวลา และหาแนวทางในการลดความสูญเสียอย่างต่อเนื่อง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 10 หลักการ 5 ประการที่สำคัญของการผลิตแบบลีน *วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556)*

2.1.16 ความสูญเสียที่ไม่เพิ่มคุณค่าแบ่งเป็น 8 ประเภท

จุฑาภรณ์ แก้วสุด (2562) ได้กล่าวถึง ความสูญเสียที่ไม่เพิ่มคุณค่า 7 ประเภท ตามรายละเอียดข้างล่างนี้

1. การผลิตมากเกินพอดี (Over Production) เป็นการผลิตสินค้าหรือชิ้นส่วน ที่ไม่มีคำสั่งซื้อ ซึ่งจะทำให้เกิดความสูญเสียในการใช้พนักงานมากเกินความจำเป็น รวมถึงต้นทุนการเก็บรักษาและการขนย้ายเนื่องมาจากพัสดุคงคลังที่มากเกินไป
2. การรอคอย เวลาที่ใช้ในการรอปฏิบัติการ (Waiting-Time on Hand) เป็น ลักษณะที่พนักงานเพียงแต่ยืนเฝ้าเครื่องจักรอัตโนมัติ หรือยืนรอที่จะดำเนินการในขั้นตอนการผลิตขั้นต่อไป รอเครื่องมือ วัตถุดิบ และชิ้นส่วนเพิ่มเติม เป็นต้น นอกจากนี้

อาจเกิดจากการไม่มีงาน อันเนื่องมาจากการขาดแคลนวัตถุดิบ ความล่าช้าในการผลิตชิ้นงาน อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเสีย และข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต

3. การเคลื่อนย้ายหรือการขนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transport or Conveyance) ได้แก่ การเคลื่อนย้ายสินค้าหรือชิ้นงานเป็นระยะทางไกลเกินความจำเป็น การขนย้ายอย่างไม่มีประสิทธิภาพ หรือการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบโดยไม่จำเป็น
4. การผลิตโดยใช้ขั้นตอนมากเกินจำเป็น หรือการผลิตด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้อง (Over processing or Incorrect Processing) ได้แก่ การดำเนินขั้นตอนต่างๆ ที่ไม่มีความจำเป็นเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆ การดำเนินการผลิตโดยขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากเครื่องมือและการออกแบบการผลิตที่ไม่ดีพอ อันเป็นผลให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นและเกิดความบกพร่องจากการผลิต รวมถึงการผลิตสินค้าที่คุณภาพสูงเกินกว่าจำเป็นก็ถือเป็นความสูญเสียเช่นกัน
5. วัสดุคงคลังที่มากเกินไป (Excess Inventory) ได้แก่ วัตถุดิบ ชิ้นงาน หรือสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้ามีปริมาณมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ใช้พื้นที่จัดเก็บมากเกินความจำเป็น วัสดุเสื่อมคุณภาพและล้าสมัย เป็นต้น
6. การเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น (Unnecessary Movement) ได้แก่ การเคลื่อนไหวที่ไม่เกิดประโยชน์ใดๆ ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมของพนักงานในระหว่างปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกลหรือก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น เป็นต้น ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน
7. ข้อบกพร่องของชิ้นงาน (Defects) ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนที่มีความบกพร่อง หรือการแก้ไขข้อบกพร่อง การซ่อมแซม แก้ไขใหม่ การทำให้เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย การผลิตเพื่อเปลี่ยน ทดแทน และการตรวจสอบ ถือเป็นความสูญเสียของการดำเนินการ
8. ศักยภาพหรือความคิดสร้างสรรค์ของพนักงานไม่ถูกนำไปใช้อย่างเหมาะสม (Underutilized People) วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556) อธิบายถึงความสูญเสียที่ไม่เพิ่มคุณค่าประการที่ 8 เพิ่มเติม คือการที่องค์กรละเลย ไม่ให้ความสำคัญกับการนำความคิดสร้างสรรค์หรือข้อเสนอแนะจากพนักงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงองค์กรให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานจะรู้ถึงปัญหาและแนวทางการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดโอกาสที่จะเกิดปัญหานั้นๆ อีกทั้งประสบการณ์ในการทำงานจะทำให้เกิดการเรียนรู้แก่พนักงาน เช่น ทำ

อย่างไรให้สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงาน หรือประหยัดทรัพยากรได้มากที่สุด ดังนั้นหากไม่ให้ความสำคัญแล้วจะนับว่าเกิดความสูญเสียต่อองค์กร

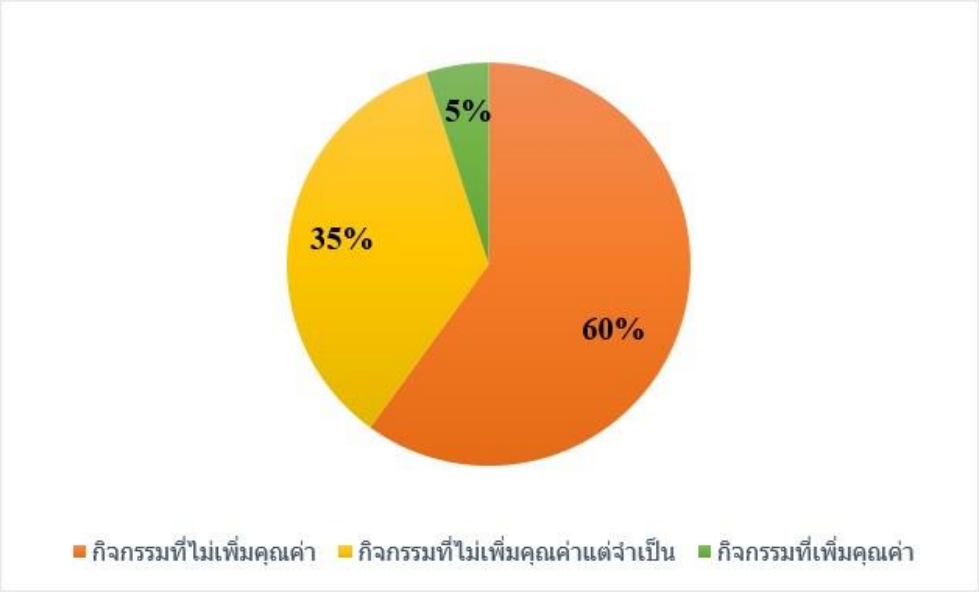
2.1.17 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)

จุฑาภรณ์ แก้วสุด (2562) ได้ทำการศึกษาการ วิเคราะห์ความสูญเสีย (Waste) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ แสดงถึงเส้นทางภาพรวมการไหลของผลิตภัณฑ์ ลำดับขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ ที่มุ่งส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้าตลอดทั้งกระบวนการ (Holistic approach) และเน้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การจำแนกกิจกรรมในสายธารแห่งคุณค่า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า (Value Added: VA) เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต จนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งถ้าไม่มีกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้การไหลของกระบวนการไม่มีประสิทธิภาพ
2. กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non Value Added: NNVA) เป็นความสูญเสียแต่อาจจำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ไม่สามารถกำจัดออกจากการดำเนินงานได้
3. กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added: NVA) ถือเป็นความสูญเสียที่ไม่มีส่วนต่อองค์กรและลูกค้า ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกไป

วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556) ได้กล่าวว่า หากพิจารณากระบวนการของวิสาหกิจในภาคการผลิตโดยทั่วไป พบว่าการดำเนินการส่วนใหญ่กว่า 60% เป็นกิจการที่ไม่มีเพิ่มคุณค่า เช่น การจัดเก็บสินค้า และอีก 35% เป็นกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ เช่น การตรวจสอบสินค้า ส่วนที่เหลือ 5% จึงเป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า ดังแสดงในรูปที่ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 11 สัดส่วนของกิจกรรมที่เพิ่มและไม่เพิ่มคุณค่า *วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556)*

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research)

2.2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

Aggarwal (2015) ได้กล่าวว่า การทำเหมืองข้อมูลมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากมุมมองของนักวิชาการด้านคอมพิวเตอร์ ในขณะที่การวิเคราะห์ข้อมูลได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางในด้านความน่าจะเป็นและสถิติทั่วไป การทำเหมืองข้อมูลเป็นคำที่คิดค้นโดยที่มุ่งเน้นด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำหรับนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ยังประสบปัญหาต่างๆ เช่น จำนวนข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการใช้งาน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยมีการนำการทำเหมืองข้อมูลไปใช้อย่างหลากหลายพื้นที่ที่ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงให้คำตอบที่ชัดเจนสำหรับคำถามว่า “ทำไมต้องทำเหมืองข้อมูล” Aggarwal (2015) และ Gorunescu (2011) ได้กล่าวถึงกระบวนการทำเหมืองข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมข้อมูล เพื่อคัดกรองข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกัน
2. การรวมข้อมูล เพื่อรวบรวมแหล่งข้อมูลที่ได้จากหลายแหล่ง
3. การเลือกคุณสมบัติ เพื่อกำหนดคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะวิเคราะห์
4. การแปลงข้อมูล เพื่อแปลงข้อมูลให้เข้าใจในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการขุดเหมืองข้อมูล
5. การขุดเหมืองข้อมูล เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การประเมินรูปแบบ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในชุดข้อมูล
7. การนำเสนอความรู้ เพื่อนำเสนอรูปแบบและความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ให้กับผู้ใช้ข้อมูล

ในโลกปัจจุบัน การใช้ข้อมูลทางด้านธุรกรรมถูกใช้อย่างกว้างขวางและเป็นแหล่งข้อมูลในการค้นหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภค ซึ่งปัญหาต้นแบบที่นำเสนอการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการขุดเหมืองข้อมูล (Data Mining) ครั้งแรกคือการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis)เพื่อกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อของลูกค้า ตัวอย่างเช่น กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) จะสามารถกำหนดได้ว่าการขายเบียร์จะหมายถึงการขายผ้าอ้อม ผู้ค้าอาจใช้ข้อมูลนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางชั้นวางและการตัดสินใจส่งเสริมการขาย โดยเฉพาะข้อมูลที่มีจำนวนมากการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) จะใช้เป็นโมเดลและแบบทางเลือกและใช้ในการตัดสินใจ

Surjandari and Seruni (2010) ได้กล่าวว่าการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) มีประโยชน์สำหรับการตัดสินใจหลายๆ อย่าง โดยเฉพาะตำแหน่งการจัดวางผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้า เพื่อช่วยลดเวลาในการค้นหาและจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า ซึ่งเป็นสิ่งที่ท้าทายมากในปัจจุบัน Raorane et al. (2012) ศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) จากชุดข้อมูลที่ผ่านมาแล้ว เพื่อนำมาปรับปรุงการจัดวางผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการหยิบสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule)

Agrawal และคณะ (1993) ได้อธิบายไว้ว่าสิ่งที่สำคัญในการทำเหมืองข้อมูลคือการใช้หลักการกฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) เริ่มมีการประยุกต์ใช้งานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 Zhang and Zhang (2002) ได้กล่าวถึงการทำเหมืองข้อมูลตามกฎหาความสัมพันธ์ ได้รับความสนใจอย่างมาก ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อระบุความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างข้อมูลที่มีความถี่สูงและความสัมพันธ์สูง กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) ช่วยให้เราสามารถรู้รายการที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อยครั้ง เพื่อนำไปหารูปแบบที่เกิดขึ้นบ่อยๆ โดยจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือการนำผลลัพธ์ของกฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) มาเขียนได้ ในรูปแบบเซตของรายการที่เป็นเหตุไปสู่เซตของรายการที่เป็นผล ซึ่งมีรากฐานมาจากการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis)

กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) เป็นกฎพื้นฐานของ Machine Leaning ที่สามารถค้นหาความสัมพันธ์ที่น่าสนใจระหว่างตัวแปรในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ Agrawal และคณะ (1994) อธิบายและแนะนำกฎหาความสัมพันธ์ในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ตามข้อมูลการทำธุรกรรมในอดีตของซูเปอร์มาร์เก็ต ตัวอย่างเช่น กฎหาความสัมพันธ์และพฤติกรรมการซื้อของของลูกค้า เช่น ลูกค้าซื้อ {เบียร์} ⟶ {ผ้าอ้อม} ระบุว่าลูกค้าที่ซื้อเบียร์จะซื้อผ้าอ้อมด้วย ข้อมูลที่น่าสนใจดังกล่าวมีประโยชน์อย่างมากสำหรับธุรกิจอีคอมเมิร์ซหรือร้านค้าแบบดั้งเดิมในการสร้างกลยุทธ์เกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ เช่น ราคาส่งเสริมการขายหรือการจัดวางผลิตภัณฑ์

ชุดข้อมูลจะถูกกำหนดเป็น D = $\{T_1, T_2, ..., T_n\}$ รายการที่กำหนดเป็น $I = \{i_1, i_2, ..., i_m\}$ และแต่ละรายการคือชุดรายการ (Item set) กฎหาความสัมพันธ์ สามารถกำหนดเป็นรูปแบบโดยนัยของ $X \longrightarrow Y, Y \in I$ และ $X \cap Y = \emptyset$ ความหมายคือ X มาก่อนและ Y หมายถึงผลที่ตามมา ซึ่งสูตรต่อไปนี้สามารถสะท้อนให้เห็นทฤษฎีกฎหาความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
โดยกำหนดให้ P(X) และ P(Y) คือความน่าจะเป็นของการปรากฏตัวของรายการชุด X และ Y ใน D ตามลำดับ $P(X \cup Y)$ คือความน่าจะเป็นของการปรากฏตัวของชุดรายการ X และ Y ใน D การคำนวณ Zhao and Keikhosrokiani (2021) ดังแสดงในสมการที่ (3) - (7) ดังนี้

$$\text{Support}(X) = P(X) \tag{3}$$

$$\text{Support}(Y) = P(Y) \tag{4}$$

$$\text{Support}(X \longrightarrow Y) = \text{Support}(X \cup Y) = P(X \cup Y) \tag{5}$$

$$\text{Confidence}(X \longrightarrow Y) = \frac{\text{Support}(X \cup Y)}{\text{Support}(X)} \tag{6}$$

$$\text{Lift}(X \longrightarrow Y) = \frac{\text{Confidence}(X \longrightarrow Y)}{\text{Support}(Y)} = \frac{\text{Support}(X \cup Y)}{\text{Support}(X) \times \text{Support}(Y)} \tag{7}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความหมายของตัววัดประสิทธิภาพ (Metrics) สามารถอธิบาย ต่อไปนี้

- ค่าสนับสนุน (Support) คือเปอร์เซ็นต์ของจำนวนชุดข้อมูล(Item sets) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล ว่าความถี่ที่เกิดขึ้นบ่อยมากน้อยแค่ไหน
- ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) คือเปอร์เซ็นต์ของจำนวนชุดข้อมูล(Item sets) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล ต่อ จำนวนชุดข้อมูล(Item sets) ที่เกิดขึ้นทางด้านซ้ายมือของกฎ ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงโอกาสที่จะเกิดขึ้น เช่น ถ้ามีเงื่อนไขเกิดขึ้น จะมีโอกาสที่จะเกิดผลลัพธ์มีมากน้อยแค่ไหน

- ค่า lift บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกฎหาความสัมพันธ์ ซึ่งจะสามารถบอกความเป็นไปได้ว่า ถ้าเกิดเหตุการณ์ A แล้วจะเกิดเหตุการณ์ B ซึ่งทั้งสองเหตุการณ์นั้นจะต้องขึ้นต่อกันในกรณีที่ค่า lift ที่ได้ออกมามีค่ามาก หมายถึงกฎหาความสัมพันธ์ที่ได้นั้นมีความสำคัญมากและสามารถที่จะนำไปใช้ในการทำนายต่อไป

2.2.3 Apriori อัลกอริทึม

Apriori Algorithm ถูกนำเสนอโดย Agrawal และ Srikant ในปี ค.ศ. 1994 Alsuwaiyel (2021) ได้กล่าวว่า การหา กฎความสัมพันธ์ด้วยวิธี Apriori ใช้ในการออกแบบมาเพื่อดำเนินการกับฐานข้อมูล เช่น รวบรวมข้อมูลของสินค้าที่ลูกค้าซื้อ หรือรายละเอียดของความถี่เว็บไซต์และ IP address ที่ลูกค้าใช้บริการบ่อยๆ

Apriori เป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้หลักการค้นหาแบบวงกว้าง ซึ่งจะทำการสร้างและตรวจสอบชุดข้อมูล (item sets) ที่เกิดขึ้นบ่อยทีละขั้น ซึ่ง Apriori อัลกอริทึม คุณสมบัติจะสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับรายการสินค้าที่ซื้อร่วมกันบ่อยครั้ง

Agrawal and Srikant (1994) กล่าวถึง Apriori อัลกอริทึม ยังถูกกล่าวถึง หลักของ Apriori อัลกอริทึม จะใช้ k-item sets เพื่อหา (k+1)-item sets เริ่มต้นจากการทำงานจะหา 1- item sets โดยการอ่านค่า (Scan) จากฐานข้อมูลเพื่อนำจำนวนหรือความถี่ของแต่ละ items (ข้อมูลหรือรายการสินค้า) เพื่อหา items ที่ผ่านเกณฑ์ของ minimum support ชุดข้อมูล L_{k-1} ที่พบใน (k-1) ข้อมูล จะใช้เพื่อสร้างเซตรายการตัวเลข C_k จากนั้น Item sets ทั้งหมดที่มีเซตย่อย (k-1) ที่ไม่อยู่ใน L_{k-1} จะถูกลบส่งผลไปยัง C_k ดังแสดงในรูปที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
1)  L1 = {large 1-item sets};
2)  for ( k = 2; Lk-1 ≠ ∅ ; k++ ) do begin
3)      Ck = apriori-gen(Lk-1); // New candidates
4)      forall transactions t ∈ D do begin
5)          Ct = subset(Ck, t); // Candidates contained in t
6)          forall candidates c ∈ Ct do
7)              c.count++;
8)      end
9)      Lk = { c ∈ Ck | c.count ≥ minsup}
10) end
11) Answer = ∪k Lk;
```

รูปที่ 12 Apriori อัลกอริทึม (Agrawal และ Srikant, 1994)

2.2.4 งานวิจัยการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis)

การทำเหมืองข้อมูลสามารถใช้เพื่อปรับปรุงกลยุทธ์ในการจัดวางผลิตภัณฑ์บนชั้นวางและใช้อัลกอริทึมในกฎของความสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการซื้อสินค้าร่วมกันของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) ถือเป็นเครื่องมือขุดข้อมูลยอดนิยม และใช้เพื่อปรับปรุงการตัดสินใจทางธุรกิจหลายอย่าง

ศึกษาการปรับปรุงพื้นที่ของบริษัท โดยใช้หลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) และหลักการแบบลีน (Lean) เพื่อกำจัดของเสีย โดยใช้ 5W1H Halim et al. (2019) ศึกษาวิธีการจัดเรียงแผนผังของพื้นที่ใหม่โดยหวังว่าจะมีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าลูกค้าใช้เวลาและใช้จ่ายมากขึ้นโดยการใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) อธิบายและวิเคราะห์การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ในร้านค้าปลีกโดยใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) เพื่อแบ่งกลุ่มลูกค้าและปรับปรุงแคมเปญส่งเสริมการขาย การจัดวางผลิตภัณฑ์ในร้านค้าปลีก Gangurde et al. (2017) ศึกษาหลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมการซื้อและโปรโมชั่นที่ทำกำไรได้มากขึ้น ซึ่งสิ่งนี้ช่วยดึงดูดลูกค้าได้มากขึ้นและเพิ่มมูลค่าของการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) ทำให้บริษัทมีศักยภาพในเชิงรุกแทนที่จะตั้งรับ

Charlet (2012) ศึกษาอัลกอริทึม K-Apriori พบว่ามีการสร้างชุดข้อมูลและหา กฎความสัมพันธ์สำหรับร้านค้า ANANTHA ที่ใช้ข้อมูลบ่อยครั้งอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) เพื่อจัดการรูปแบบการจัดวางผลิตภัณฑ์ในร้านค้า Raorane et al. (2012) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากและความก้าวหน้าในการพัฒนากระบวนการตัดสินใจที่ถูกต้องโดยใช้การทำเหมืองข้อมูลเป็นเครื่องมือ Surjandari and Seruni (2010) ศึกษาอุตสาหกรรมค้าปลีกที่มีการแข่งขันสูง และระบุผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องที่ซื้อร่วมกันในธุรกรรมเดียวโดยใช้ Apriori อัลกอริทึมจากซอฟต์แวร์ WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) สำหรับกระบวนการขุดเหมืองข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้คือ กฎหาความสัมพันธ์ 5 กลุ่ม และกฎหาความสัมพันธ์ อีก 14 กลุ่มย่อย จากนั้นจึงพิจารณารูปแบบการจัดวางผลิตภัณฑ์

Abdullah et al. (2018)ได้กล่าวถึงเป้าหมายที่สำคัญในการทำเหมืองข้อมูลคือการเปิดเผยความรู้ที่ซ่อนอยู่จากข้อมูลและได้มีการเสนออัลกอริทึมต่างๆขึ้น แต่ปัญหาก็คือโดยปกติไม่ใช่กฎทั้งหมดที่น่าสนใจ มีเพียงส่วนเล็กๆ เท่านั้น กฎหาความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นที่สนใจของผู้ใช้รายใดรายหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงมีการเสนอวิธีการมากมายเป็นตัววัด เช่น กำหนดค่า ความมั่นใจ (Confidence) การสนับสนุน (Support) และ lift เพื่อกำหนดและหา กฎความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดหรือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

น่าสนใจที่สุด อย่างไรก็ตาม อัลกอริทึมบางตัวสามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ระดับสูงในการวัดหนึ่ง แต่ในอีกทางหนึ่งอาจจะตัวกำหนดได้ไม่ดี เสนอ Apriori อัลกอริทึม เป็นอัลกอริทึมที่เชื่อมโยงกันของข้อมูลที่เสนอและการพัฒนาในอนาคตการจัดประเภท อัลกอริทึมมีการจำแนกแบบเชื่อมโยงได้ใช้ Apriori อัลกอริทึม เป็นส่วนหนึ่งของเทคนิคในการหา กฎความสัมพันธ์ Apriori อัลกอริทึม ซึ่งเป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้หลักการค้นหาแบบวงกว้าง โดยจะทำการสร้างและตรวจสอบชุดข้อมูล (Item sets) ที่เกิดขึ้นบ่อยทีละขั้น

โดยสรุปงานวิจัยส่วนใหญ่จะเสนอการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) ด้วย Apriori อัลกอริทึม เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) และช่วยให้เข้าใจว่าถ้าลูกค้าซื้อสินค้านี้แล้วมีโอกาสจะซื้อสินค้าอื่นๆร่วมด้วยในเวลาเดียวกัน หลังจากใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) กับการจัดสินค้าตามกฎหาความสัมพันธ์แล้ว ความคาดหวังที่จะได้ออกแบบจัดพื้นที่จัดวางสินค้าในคลังสินค้าให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้ามากขึ้น รวมถึงพิจารณาการปรับปรุงกระบวนในคลังสินค้าต่อไปในอนาคต

2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Warehouse and Location Improvement

Prasetyawan and Ibrahim (2020) ได้นำแนวคิดลีน มาใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการทำงาน โดยจุดประสงค์หลักคือการลดความสูญเสียในกระบวนการทำงาน Garcia (2004) ได้กล่าวและนำเสนอวิธีการปรับปรุงการดำเนินงานคลังสินค้าโดยใช้แนวคิดและเทคนิคแบบลีน (Lean) การปรับปรุงคลังสินค้าจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของวัสดุ การเบิกสินค้าตามใบสั่ง การเพิ่มเติมของและการดำเนินงานท่าเทียบเรือ แม้ว่าเทคนิคแบบลีนแบบดั้งเดิมหลายอย่างอาจนำไปใช้ได้ยาก แต่แนวคิดในการปรับปรุงการไหลของวัสดุและการกำจัดของเสียสามารถ เพื่อปรับปรุงเวลาจากกระบวนการในคลังสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสำคัญคือการลดขั้นตอนที่ไม่มีมูลค่าเพิ่มในคลังสินค้าให้มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Garcia (2004) อธิบายถึงแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) คือการดำเนินการเฉพาะทั้งหมด ทั้งการเพิ่มมูลค่า (VA) และไม่ใช่มูลค่าเพิ่ม (NVA) ซึ่งจำเป็นสำหรับการนำผลิตภัณฑ์ผ่านข้อมูลและขั้นตอนการผลิตของการดำเนินการผลิต แผนที่สตรีมคุณค่า (Value Stream Mapping) เป็นไปตามเส้นทางการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบและแสดงภาพของทุกกระบวนการในเนื้อหาและการไหลของข้อมูลแผนที่แสดงการเชื่อมโยงระหว่างการไหลของข้อมูลและการไหลของสินค้าชนิดนั้นๆ บทสรุปพบว่าการปรับปรุงแบบลีนที่นำมาใช้ในคลังสินค้านี้สามารถลดระยะเวลาในการประมวลผลคำสั่งซื้อลงได้ 50% และลดระยะเวลารอคอยสินค้าลงได้ 25%

แนวคิดแบบลีน (Lean) สามารถนำไปใช้กับสภาพแวดล้อมในคลังสินค้าได้สำเร็จ และการทำแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสำหรับการพัฒนาและดำเนินการปรับปรุงคลังสินค้าแบบลีน

Ketchanchai et al. (2021)ได้กล่าวไว้ว่าการใช้แนวคิดแบบลีนสามารถนำไปสู่การลดเวลาในการประมวลผลคำสั่งซื้อในคลังสินค้าและลดระยะเวลารอคอยสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะเดียวกันกับการปรับปรุงความแม่นยำในการประมวลผลสินค้าคงคลังและคำสั่งซื้อ Prasetyawan and Ibrahim (2020)ได้กล่าวถึงการวิจัยส่วนใหญ่ที่เคยทำมาก่อนนี้ มุ่งเน้นไปที่การกำจัดของเสียเท่านั้นและไม่นับค่าใช้จ่ายที่สามารถบันทึกได้หลังจากการใช้งานแบบลีน วัตถุประสงค์ของเอกสารนี้คือการระบุของเสียที่อาจปรากฏในกระบวนการคลังสินค้าโดยใช้การทำแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) หลังจากระบุของเสียได้สำเร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือแบบลีน (Lean) และนับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโดยใช้การเขียนโปรแกรมเชิงเส้น ผลลัพธ์ของเอกสารนี้คือเลือกเครื่องมือที่ทำให้ต้นทุนการใช้งานลดลงและลดระยะเวลาที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Ketchanchai et al. (2021) ได้กล่าวว่าการศึกษาครั้งนี้ใช้การผลิตแบบลีนเพื่อวิเคราะห์ปรับปรุงและกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นผ่านการทำแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการจัดการคลังสินค้าของ บริษัท ผลิตน้ำตาลในประเทศไทย การวิเคราะห์ปริมาณงานถูกใช้เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมภายในกระบวนการดำเนินงาน การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่าย (Simplify) - ECRS ถูกใช้เพื่อลดความซับซ้อน กำจัดและรวมกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า (NVA) ที่มีบ่อยขึ้นและมีระยะเวลาที่นานขึ้น ได้รับการพิจารณาเพื่อปรับปรุง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากระบวนการดำเนินงานสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 3 คน ลดระยะเวลาในการจัดการคลังสินค้าลง 36% และปริมาณงานทั้งหมดของพนักงานลดลง 48%

จากการศึกษาการทำงานวิจัยข้างต้น โดยสรุปว่าการดำเนินธุรกิจโดนใช้หลักการลีนสามารถช่วยในการพัฒนากระบวนการในคลังสินค้า ลดความสูญเสียทั้ง 8 หัวข้อ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจในการพิจารณาใช้หลักการลีน เพื่อลดต้นทุนและลดรายจ่ายที่ไม่จำเป็น ซึ่งเครื่องมือลีน มีดังนี้

1. Re-layout (การจัดวางสินค้าในคลังใหม่)
2. Material Handling Investment (การลงทุนเครื่องมือที่เคลื่อนย้ายสินค้าในคลัง)
3. Kanban (ระบบควบคุมการผลิตโดยใช้บัตร Kanban)
4. Poka-yoke (ระบบป้องกันความผิดพลาด)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Nanthasamreong et al. (2021) ได้ประยุกต์ลีนซิกส์ซิกมา มาปรับปรุงคลังวัสดุสิ้นเปลือง โดยการปรับปรุงกระบวนการและจัดพื้นที่ในคลังใหม่ ใช้วิธีการติดป้ายชี้บ่งและกำหนดมาตรฐานการผสมสี ทำให้เกิดเวลาเฉลี่ยที่ลดลงและลดต้นทุนวัสดุสิ้นเปลืองลงได้ ยังมีข้อเสนอแนะขั้นตอนนี้นำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆได้ เช่น งานด้านสาธารณสุข งานด้านการเกษตร

Hompel and Schmidt (2007)ได้ทำการศึกษาระบบการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาสำหรับการจัดการปริมาณและสถานที่จัดเก็บ Armindo et al. (2021) โดยทำการศึกษาการปรับปรุงคลังสินค้าอาหาร กรณีศึกษาของกองทัพเรือ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแผนผังของคลังสินค้าในแง่ของการจัดสรรสถานที่จัดเก็บโดยคำนึงถึงการจัดการของในคลังสินค้า มีส่วนช่วยในการปรับปรุงคลังสินค้า นอกจากนี้ยังมีการเสนอย้ายพื้นที่ทำงาน ปรับปรุงการเข้าถึงพื้นที่จัดเก็บและลดระยะทางที่ต้องปฏิบัติงาน

ทำการวิเคราะห์ตำแหน่งจัดเก็บ (Storage Location) ใหม่ในการจัดวางสินค้าโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีกฎความสัมพันธ์ของสินค้า (Association Rules) เพื่อสร้างกลุ่มของสินค้าที่ถูกหยิบร่วมกันร่วมกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มสินค้าโดยเลือกการจัดเรียงตามการเคลื่อนไหวเร็ว ปานกลาง และช้า และใช้ร่วมกับ solver ผลของการจัดวางตำแหน่ง โดยนำหลักการตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programing Method) ตามหลักการสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู (Fast Mover Closest to the Door) ร่วมกับเครื่องมือ Open Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของการจัดวางสินค้า ผลการศึกษาพบว่า การจัดวางตำแหน่งสินค้ารูปแบบใหม่ทำให้ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการคลังสินค้าเพิ่มขึ้น ระยะทางในการหยิบสินค้าลดลง 30.40% ระยะเวลาในการจ้างงานล่วงเวลาลดลง 90.76% ค่าใช้จ่ายในการจ้างงานล่วงเวลาลดลง 50,982 บาทต่อปี และยังสามารถช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพการหยิบสินค้าของพนักงานในการหยิบช่วงการหยิบแบบปกติดีขึ้น 6.82%

Arree et al. (2020) ศึกษาการจัดลำดับของสินค้าคงคลังโดยใช้เทคนิค ABC classification analysis โดยจัดลำดับความสำคัญและแบ่งประเภทของสินค้า ร่วมกับแนวคิดกิจกรรมการจ่ายสินค้าหรือการหยิบสินค้าตามใบสั่ง งานวิจัยนี้ทำการประเมินประสิทธิภาพโดยวัดความพึงพอใจของลูกค้า และยังนำไปสู่การกำหนดนโยบายการจัดการคลังสินค้า

Lin and Ma (2021)ได้อธิบายถึงหลักการใหม่ในการจัดพื้นที่จัดเก็บตามหลักการ ABC (Activity-Base Classification) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ปัญหาแบบ เดลฟาย (Delphi Method) และใช้หลักการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง ANP (Analytic Network Process) เพื่อใช้นำเสนอแผนการปรับปรุงเฉพาะในคลังสินค้าและจัดทำมาตรฐานของคลังสินค้าและยังได้ทำแบบจำลองทดลองกับงานจริง

ศศิวรรณ เสรี (2563) งานวิจัยนี้กล่าวถึงการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานฟอกย้อมเครื่องหนังโดยใช้หลักการ ABC Classification หลักการเข้าก่อนออกก่อน (Fist in First out)ในการจัดกลุ่มสินค้าและใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ เช่น การใช้ระบบบาร์โค้ด (Barcode System) พร้อมทั้งปรับปรุงการทำงานของระบบการบริหารทรัพยากรขององค์กร (ERP) โดยโปรแกรม SAP ทำให้ลดเวลาการทำงานลดได้จริง 50% ลดเวลาของขั้นตอนการจัดเก็บลง 47% ลดข้อผิดพลาดระหว่างขั้นตอนการบันทึก 2% โดยการระบุรายละเอียดของวัตถุดิบ และบาร์โค้ด จากการนำเสนอระบบการควบคุมขั้นตอน และยังลดค่าเช่ารถยกได้ 300,000 บาทต่อปี

Chanpanit and Rungreunganun (2020) ศึกษาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับวัดความพึงพอใจของลูกค้า และการวางกรอบการจัดพื้นที่ในคลังและให้สอดคล้องกับเวลาขนส่งสินค้า การศึกษานี้แนะนำสามขั้นตอนของกรอบการกำหนดตำแหน่งสินค้า ขั้นตอนที่ 1. มีการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลและกระบวนการในอดีต ขั้นตอนที่ 2 มีสองรูปแบบที่กำหนดไว้จากสองขั้นตอนที่แยกจากกัน การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time series forecasting)และการจัดวางชั้นวาง ขั้นตอนสุดท้าย การจำลองตำแหน่งการวางของสินค้าโดยใช้ซอฟต์แวร์ Flexsim เปรียบเทียบเวลาขนส่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งการวางสินค้าใหม่ลดลงเวลาขนส่ง 23.49%

2.3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Research Summary)

จากการศึกษาหลักการทำงานของคลังสินค้า กระบวนการในคลังสินค้า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) และการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า สรุปภาพรวมได้ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคลังสินค้าสำหรับบริษัทกรณีศึกษาต่างๆ ส่วนใหญ่นิยมจะใช้หลักการ ABC analysis ในการจำแนกสินค้าโดยยึดหลักราคาและจำนวนของสินค้า เพื่อจัดระเบียบคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง

2. งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวกับการปรับปรุงพื้นที่ในคลังสินค้าส่วนใหญ่นิยมใช้แนวคิดลีน (Lean) และแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) มาใช้ในกำหนดการวางสินค้าและปรับปรุงพื้นที่ในคลังให้ใช้งานได้มีประสิทธิภาพ เช่น ลดระยะทางการเดินหยิบสินค้าและลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้า เป็นต้น

3. งานวิจัยในอดีตที่กล่าวถึงการใช้การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) และมีการกำหนดสินค้าให้มีความสอดคล้องโดยใช้กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule)มักจะ

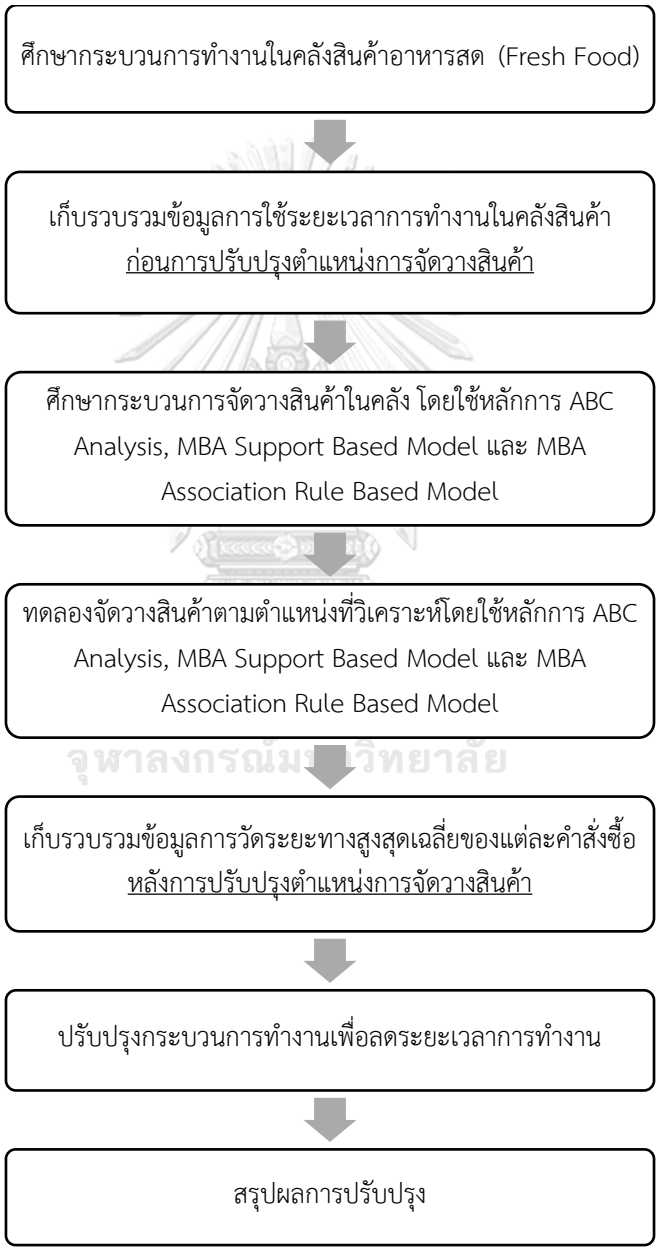
นำไปใช้ในงานด้านการตลาด เช่นการพัฒนาในแง่ของการตอบสนองความต้องการของลูกค้า และปรับปรุงสินค้าในการขายเป็นหลักและยังไม่ได้นิยมการนำหลักแนวคิดไปใช้ในการปรับปรุงตำแหน่งสินค้าในคลังสินค้า

ดังนั้นงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต เนื่องจากมีการนำหลักการ MBA มาใช้กฎหาความสัมพันธ์ (Association Rule) เพื่อจัดตำแหน่งสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) โดยเน้นจัดกลุ่มสินค้าและหาความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า เพื่อให้ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้าเหมาะสมมากขึ้น และทำให้การหยิบสินค้าในคลังสินค้าทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนั้นงานวิจัยนี้จะนำแนวคิดลีน (Lean) และ VSM (Value Stream Mapping) มาใช้ในกำหนดการวางสินค้าและปรับปรุงพื้นที่ในคลังให้ใช้งานได้มีประสิทธิภาพ เช่น ลดระยะทางการเดินหยิบสินค้าและลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้า เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
แนวคิดการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการในการจัดเตรียมสินค้าและกำหนดตำแหน่งของสินค้าในคลังให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อลดเวลาในการจัดเตรียมสินค้าต่อคำสั่งซื้อ จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการทำงานในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

กระบวนการทำงานในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) สามารถแบ่งได้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. รับใบงานสั่งซื้อสินค้า
2. หยิบสินค้าตามใบงานสั่งซื้อ
3. ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า
4. จัดแบ่งสินค้าในตะกร้าแยกแต่ละคำสั่งซื้อ
5. บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์
6. ชั่งน้ำหนักสินค้า
7. จัดส่งสินค้า

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า ก่อนการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1

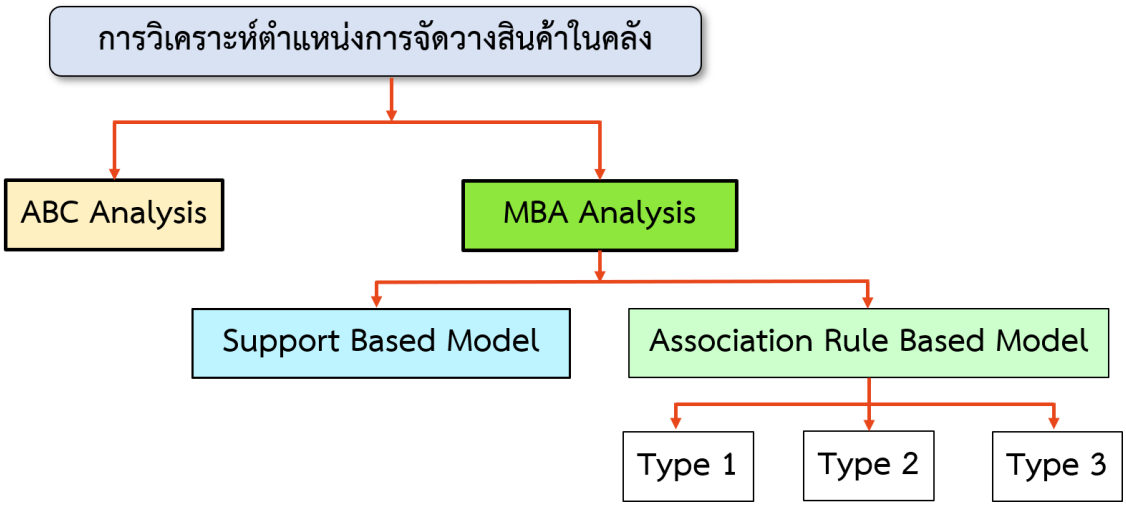
ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	รูปภาพ
1	ออกแบบฟอร์มและทำการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า โดยสุ่มเก็บข้อมูลจำนวน 30 ครั้ง	
2	จับเวลาพนักงาน 1 คนในการทำงานในแต่ละกระบวนการ เป็นเวลา 6 วัน วันละ 5 คำสั่งซื้อ	
3	เรียบเรียงข้อมูลและนำมาประมวลผล	

3.3 วิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า

เนื่องจากคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษา ยังไม่มีรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังอย่างชัดเจน และคลังสินค้าอื่นๆของบริษัทกรณีศึกษาที่ไม่ใช่อาหารสดใช้รูปแบบการจัดวางสินค้าตามหลักการ ABC Analysis ที่แบ่งตามมูลค่าของสินค้าเท่านั้น ทางผู้วิจัยจึงได้เสนอหลักการ Market Basket Analysis (MBA) ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อของลูกค้ามาใช้จัดวางสินค้าในคลังอาหารสด (Fresh Food) ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังอาหารสด เป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 14

1. หลักการ ABC Analysis
2. หลักการ MBA Support Based Model
3. หลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1
4. หลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2
5. หลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3



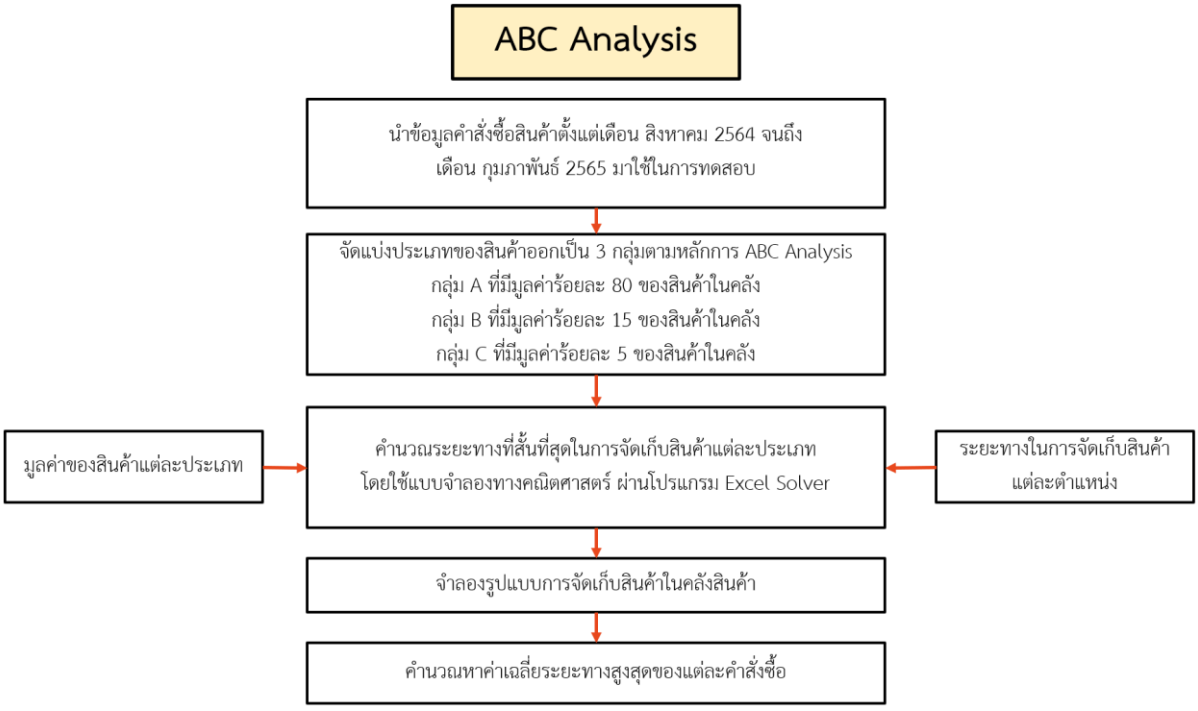
รูปที่ 14 การวิเคราะห์ตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลัง

3.3.1 การจัดตำแหน่งสินค้าโดยใช้หลักการ ABC analysis

หลักการ ABC Analysis ใช้ในการจำแนกสินค้าโดยวิเคราะห์มูลค่าของสินค้า โดยมีหลักการดังนี้

1. กลุ่มสินค้า A มีจำนวนเพียงร้อยละ 15-20 แต่มีมูลค่าร้อยละ 75-80 ของสินค้าในคลัง สินค้าจะถูกจัดเก็บใกล้ประตูทางออกเพื่อการหยิบสินค้าและนำมายังพื้นที่ที่จะบรรจุสินค้าลงกล่องและนำส่งให้ลูกค้าต่อไป
2. กลุ่มสินค้า B จำนวนร้อยละ 30-40 แต่มีมูลค่าเพียงร้อยละ 15 ของสินค้าในคลัง
3. กลุ่มสินค้า C จำนวนร้อยละ 40-50 แต่มีมูลค่าเพียงร้อยละ 5-10 ของสินค้าในคลัง ตำแหน่งการวางสินค้าจะจะอยู่ในตำแหน่งที่ห่างจากพื้นที่การบรรจุกล่องและประตูทางออกตามลำดับ

ซึ่งขั้นตอนการจัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis ดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 ขั้นตอนการจัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis

โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทตามตามหลักการ ABC Analysis ดังแสดงในสมการที่ (8) - (11)

สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function):

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} x_{ij}\, d_{ij}\, m_j \tag{8}$$

เงื่อนไข (Constraint):

1) 1 ตำแหน่ง เก็บได้สูงสุด 3 ประเภทสินค้า (Product category)

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq 3, \forall i \in I \tag{9}$$

2) 1 ประเภทสินค้า (Product category) สามารถเก็บได้ 1 ตำแหน่งหรือมากกว่า

$$\sum_{i \in \mathrm{I}} x_{ij} \geq 1, \forall j \in J \tag{10}$$

3) ที่จัดเก็บจะต้องเท่ากับความต้องการพื้นที่เก็บสินค้า

$$\sum_{i=1}^{M} x_{ij} = q_j, \forall j \tag{11}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$x_{ij} = \{0,1\}$$

กำหนดให้:

พารามิเตอร์ d_{ij} คือ ระยะทางของสินค้า j เมื่อถูกวางที่ตำแหน่ง i

q_j คือ ความต้องการพื้นที่เก็บสินค้า j

m_j คือ มูลค่าของสินค้า j

ตัวแปร x_{ij} คือ 1 เมื่อยอมรับประเภทของสินค้า j ถูกเก็บที่ตำแหน่ง i

คือ 0 เมื่อเป็นกรณีอย่างอื่น

โดย

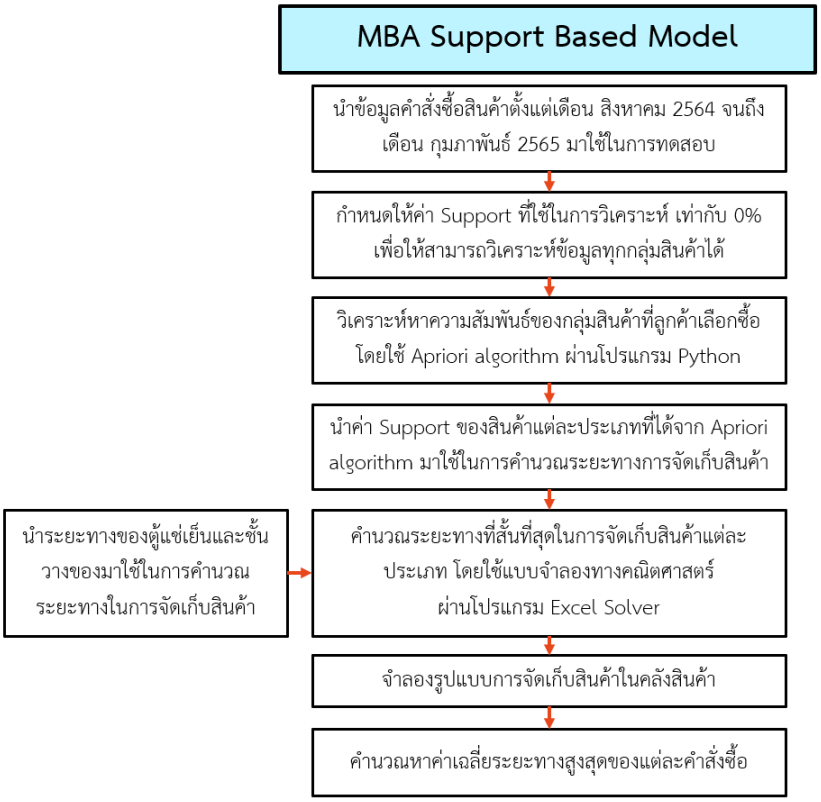
i คือ 1 ถึง M; โดย M คือ พื้นที่การจัดเก็บสินค้าทั้งหมด

j คือ 1 ถึง N; โดย N คือ ประเภทสินค้า (Product category) ทั้งหมด

3.3.2 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis

หลักการ MBA Analysis ใช้ในการจำแนกสินค้าผ่านการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อโดยใช้ Apriori algorithm โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) ไว้ที่ 10% นั่นคือ สินค้าที่มีการซื้อมากกว่าหรือเท่ากับ 10% จะถือว่าเป็นกลุ่มของสินค้าที่มีการซื้อร่วมกันบ่อย (Frequent item sets) ซึ่งสามารถแบ่งการวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis ได้ 2 ส่วน ดังนี้

1. Support Based Model เป็นการใช้ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้ามาเป็นปัจจัยในการหาตำแหน่งจัดวางสินค้าที่เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Support Based Model แสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Support Based Model

โดยมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทตามตามหลักการ MBA Support Based Model ดังแสดงในสมการที่ (12) - (15)

สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function):

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} x_{ij}\, d_{ij}\, s_j \tag{12}$$

เงื่อนไข (Constraint):

1) 1 ตำแหน่ง เก็บได้สูงสุด 3 ประเภทสินค้า (Product category)

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq 3, \forall i \in I \tag{13}$$

2) 1 ประเภทสินค้า (Product category) สามารถเก็บได้ 1 ตำแหน่งหรือมากกว่า

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \geq 1, \forall j \in J \tag{14}$$

3) ที่จัดเก็บจะต้องเท่ากับความต้องการพื้นที่เก็บสินค้า

$$\sum_{i=1}^{M} x_{ij} = q_j, \forall j \tag{15}$$

$$\mathrm{x_{ij}} = \{0,1\}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กำหนดให้:

พารามิเตอร์ d_{ij} คือ ระยะทางของสินค้า j เมื่อถูกวางที่ตำแหน่ง i

q_j คือ ความต้องการพื้นที่เก็บสินค้า j

s_j คือ ค่า Support ของสินค้า j

ตัวแปร x_{ij} คือ 1 เมื่อยอมรับประเภทของสินค้า j ถูกเก็บที่ตำแหน่ง i

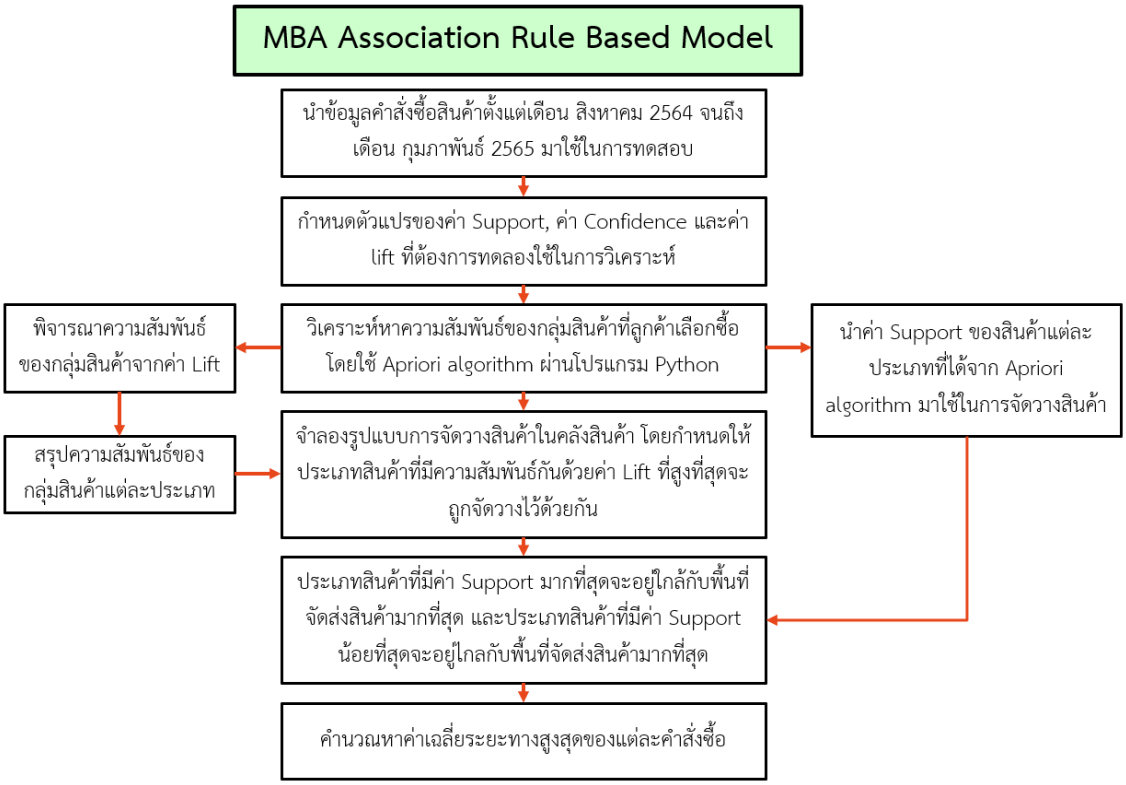
คือ 0 เมื่อเป็นกรณีอย่างอื่น

โดย

i คือ 1 ถึง M; โดย M คือ พื้นที่การจัดเก็บสินค้าทั้งหมด

j คือ 1 ถึง N; โดย N คือ ประเภทสินค้า (Product category) ทั้งหมด

2. Association Rule Based Model เป็นการใช้ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า lift มาเป็นปัจจัยในการตำแหน่งจัดวางสินค้าที่เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แสดงในรูปที่ 17



Chulalongkorn University

รูปที่ 17 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Association Rule Based Model

การคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าตามหลักการ MBA Association Rule Based Model ไม่สามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากเป็นการจัดวางสินค้าตามความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า Lift และค่า Support ที่ได้จาก Apriori algorithm โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า Lift ที่ได้จาก Apriori algorithm โดยจะจับคู่สินค้าที่มีค่า Lift สูงที่สุดในแต่ละคู่ มาจัดวางอยู่ใกล้กัน เช่น เมื่อหยิบผักจะต้องหยิบไข่ไก่โดยมีค่า Lift เท่ากับ 1.5 และเมื่อหยิบผักจะต้องหยิบผลไม้โดยมี

ค่า Lift เท่ากับ 1.3 จะต้องเลือกจัดวางผักคู่กับไข่ไก่ เนื่องจากมีโอกาสที่จะหยิบคู่กัน มากกว่าที่จะหยิบผักคู่ผลไม้ เป็นต้น

2. นำกลุ่มสินค้าที่ได้จับคู่กันตามความสัมพันธ์ของค่า Lift มาเรียงตามค่า Support ของแต่ละกลุ่มสินค้า เพื่อใช้ในจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลัง โดยกำหนดให้ประเภทสินค้าที่มีค่า Support มากที่สุดอยู่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด และประเภทสินค้าที่มีค่า Support น้อยที่สุดอยู่ไกลกับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด เช่น ถ้าผักมีค่า Support เท่ากับ 0.5 ไข่ไก่มีค่า Support เท่ากับ 0.1 และผลไม้มีค่า Support เท่ากับ 0.3 ในกรณีนี้จะผักจะถูกวางคู่กับไข่ไก่ ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด

แต่ทั้งนี้ยังต้องพิจารณาถึงประเภทของสินค้าว่าสามารถวางได้ที่ตู้แช่เย็นหรือชั้นวางของ เช่น ถ้าผักต้องว่าในตู้แช่เย็น ส่วนไข่ไก่ต้องวางที่ชั้นวางของ ก็ไม่สามารถวางสินค้าคู่กันได้

ซึ่งในการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Association Rule Based Model จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ Support ค่า Confidence และค่า lift โดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- Goh and Ang (2007) อ้างอิงในเอกสารถึงการใช้ค่า Support 1% ค่า Confidence 40%, 50%, 60% และค่า lift 1.0
- Yang et al. (2007)อ้างอิงถึงในเอกสารถึงการใช้ค่า Support 1.3% ค่า Confidence 47.6% และค่า lift 1.0
- Andrej Trnka (2010) อ้างอิงถึงในเอกสารถึงการใช้ค่า Support 4% ค่า Confidence 50% และค่า lift 1.0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยผู้วิจัยได้นำมากำหนดค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อ Association Rule ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน Association Rule ตามค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน

Support	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	1%	4%	7%	1%	4%	7%
Confidence	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	40%	40%	40%	30%	30%	30%
lift	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
No. of Association rule	**13**	**6**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**14**	**3**	**2**	**15**	**4**	**3**

จากตารางที่ 2 จะพบว่าการเพิ่มค่า Support ให้สูงขึ้นจะส่งผลให้จำนวน Association rule ลดลง และเมื่อเพิ่มค่า Confidence ให้สูงขึ้นจะทำให้จำนวน Association rule ลดลงเช่นกัน ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของการทดลองออกเป็น 3 แบบที่มีค่า Support 1%, 2% และ 3% โดยใช้ค่า Confidence 50% เพื่อนำมาทดลองตามหลักการ MBA Association Rule Based Model ให้ครอบคลุมจำนวน Association rule ทั้งสูงและต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ของการทดลองตามหลักการ MBA Association Rule Based Model ของแบบต่างๆ

การทดลอง		**แบบที่ 1**	**แบบที่ 2**	**แบบที่ 3**
ค่าพารามิเตอร์	**Support**	1%	2%	3%
	Confidence	50%	50%	50%
	lift	1.0	1.0	1.0
	Association rule	13	6	2

3.4 จัดวางสินค้าตามตำแหน่งที่เหมาะสม

จำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าตามตำแหน่งที่วิเคราะห์โดยใช้หลักการ ABC Analysis, MBA Support Based Model และ MBA Association Rule Based Model ทั้ง 3 แบบ ใส่ในตู้แช่เย็นและชั้นวางสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 18

รูปที่ 18 ตำแหน่งของตู้แช่เย็นและชั้นวางสินค้า

โดยทำการกำหนดตัวอักษรและตัวเลขของแต่ละตู้แช่เย็นและชั้นวางของ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รูปแบบการกำหนดชื่อของตู้แช่เย็นและชั้นวางของ

ตู้แช่เย็น (R)	ชั้นวางของ (S)
R1 = ตู้แช่เย็นที่ 1	S1 = ชั้นวางของที่ 1
R2 = ตู้แช่เย็นที่ 2	S2 = ชั้นวางของที่ 2
R3 = ตู้แช่เย็นที่ 3	S3 = ชั้นวางของที่ 3
R4 = ตู้แช่เย็นที่ 4	S4 = ชั้นวางของที่ 4
R5 = ตู้แช่เย็นที่ 5	S5 = ชั้นวางของที่ 5
R6 = ตู้แช่เย็นที่ 6	S6 = ชั้นวางของที่ 6
R7 = ตู้แช่เย็นที่ 7	S7 = ชั้นวางของที่ 7
R8 = ตู้แช่เย็นที่ 8	S8 = ชั้นวางของที่ 8
R9 = ตู้แช่เย็นที่ 9	S9 = ชั้นวางของที่ 9
R10 = ตู้แช่เย็นที่ 10	S10 = ชั้นวางของที่ 10
R11 = ตู้แช่เย็นที่ 11	
R12 = ตู้แช่เย็นที่ 12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.5 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า หลังการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า

หลังจากจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าตามตำแหน่งที่วิเคราะห์โดยใช้หลักการ ABC Analysis, MBA Support Based Model และ MBA Association Rule Based Model ทั้ง 3 แบบ ใส่ในตู้แช่เย็นและชั้นวางสินค้า จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยของระยะทางสูงสุดในแต่ละคำสั่งซื้อ ซึ่งเป็นระยะทางจากพื้นที่จัดส่งสินค้าถึงตำแหน่งที่จัดวางสินค้าแต่ละประเภท โดยนำคำสั่งซื้อจำนวน 36,449 รายการของคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ซึ่งมีทั้งหมด 22 กลุ่มประเภทสินค้า ตั้งแต่ A-V ดังแสดงในตารางที่ 5 มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบการจัดวางสินค้าในคลังแบบ ABC Analysis กับการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) เพื่อพิจารณาหารูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการซื้อสินค้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์พื้นที่การจัดเก็บในคลัง (Capacity Analysis)
2. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า ก่อนการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า
3. การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ ABC Analysis ในการจัดวางสินค้า ซึ่งจะนำมูลค่าของสินค้ามาเป็นหลักในการวางสินค้า
4. การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis ซึ่งจะทำการเปลี่ยนค่า Support, Confidence และ lift เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการจัดวางสินค้า
5. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า หลังการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า รวมถึงพิจารณาระยะทางก่อนและหลังการปรับปรุงการปรับปรุงกิจกรรมการทำงานโดยใช้หลักการลีน (Lean) และความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) เพื่อพัฒนากระบวนการในคลังอาหารสด (Fresh Food) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลคำสั่งซื้อจากคลังสินค้าอาหารสด

Order SN	SKU ID	Quantity	Item Price	Category group
210916ENWKGVVE	11132930808_47024892797	3	8	A
210920PQ7XSDKJ	10032918994_67024784627	4	25	B
210920PC0M3THM	11033047971_94367568625	2	32	V
210920PC0M3THM	11220416881_26902688675	1	129	C
210920PC0M3THM	3495384414_111124680785	1	67	P
210920PC0M3THM	4595358281_66571906598	1	58	A
210919P9GY5KFG	10333062479_27311330107	1	46	A
210919P9GY5KFG	10833320610_84375198170	1	9	A
210919P9GY5KFG	10833332559_47031016947	1	20	A
210919P9GY5KFG	11132877703_94362497004	1	20	A
210919P9GY5KFG	11133328615_47030997742	1	13	A
210919P9GY5KFG	11420416884_93663408980	1	19	S
210919P9GY5KFG	11832872555_94362258446	1	22	A
210919P9GY5KFG	4697624798_94375191024	1	13	A
210919P4EH6ADK	11820416896_93663410024	2	12	A
210919P4EH6ADK	2982021216_101124679818	1	126	A
210919P4EH6ADK	3695399156_66571906330	1	44	A
210919P4EH6ADK	4595338718_56571906728	1	34	A
210919P21Y75KR	10032918994_67024784627	1	25	A
210919P21Y75KR	11220416881_26902688675	2	129	S
210919NYK23E2S	10333058301_101707733282	1	25	A
210919NYK23E2S	11033047971_94367568625	2	32	A
210919NYK23E2S	11631608364_84327027109	2	34	A
210919NYK23E2S	11929992036_76982344064	1	86	A
210919NYK23E2S	2982021216_101124679818	1	126	A
210919NYK23E2S	9190331838_111648661931	1	36	A
210919NWKYBYVV	11220416881_26902688675	1	129	S
210919NWKYBYVV	5495357794_36571941784	1	48	S
210919NWKYBYVV	6295336634_111124681760	3	25	A
210919MN01NK1U	10332888631_27308931135	1	32	A
210919MN01NK1U	11120416916_83663408082	1	15	A
210919MN01NK1U	11120416973_83663391933	1	22	A

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1 การวิเคราะห์พื้นที่การจัดเก็บในคลัง (Capacity Analysis)

ทำการศึกษาพื้นที่ในคลังสินค้า เฉพาะพื้นที่ตำแหน่งการจัดวางสินค้าอาหารสด โดยแบ่งพื้นที่การจัดเก็บสินค้าออกเป็น 2 ประเภท

1. พื้นที่การจัดเก็บสินค้าที่ต้องควบคุมอุณหภูมิ โดยกำหนดตู้แช่เย็น เป็นอุปกรณ์ในการจัดเก็บสินค้าประเภทนี้ เช่น ผัก ผลไม้ ของสด และสินค้าที่ต้องควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการเน่าเสีย

2. พื้นที่การจัดเก็บสินค้าที่ไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิ โดยกำหนดชั้นวางของ เป็นอุปกรณ์ในการจัดเก็บสินค้าประเภทนี้

การคำนวณจำนวนสินค้าที่สามารถเก็บในตู้แช่เย็นได้สูงสุด โดยมีจำนวนตู้แช่เย็นทั้งหมด 12 เครื่อง แต่ละตู้แช่เย็นจะมี 5 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นสามารถเก็บสินค้าได้ 4 SKU (Stock Keeping Unit) และ 1 SKU สามารถเก็บสินค้าได้ 10 ชิ้น โดยสรุปสามารถเก็บสินค้าในตู้แช่เย็น 12 เครื่องได้สูงสุด 2,400 ชิ้น ซึ่งข้อมูลการคำนวณจำนวนสินค้าที่สามารถเก็บในตู้แช่เย็นได้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนสินค้าที่เก็บในตู้แช่เย็นทั้งหมด

ตู้แช่เย็น	ชั้น	SKU / ชั้น	จำนวนสินค้า (ชิ้น) / SKU	จำนวน SKU ทั้งหมด	จำนวนสินค้าทั้งหมด (ชิ้น)
12	5	4	10	12x5x4 = 240	12x5x4x10 = 2,400

การคำนวณจำนวนสินค้าที่สามารถเก็บในชั้นวางของได้สูงสุด โดยมีจำนวนชั้นวางของทั้งหมด 10 ชิ้น แต่ละชั้นวางของจะมี 4 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นสามารถเก็บสินค้าได้ 4 SKU (Stock Keeping Unit) และ 1 SKU เก็บสินค้าได้ 10 ชิ้น โดยสรุปสามารถเก็บสินค้าในชั้นวางของ 10 ชิ้นได้สูงสุด 1,600 ชิ้น ซึ่งข้อมูลการคำนวณจำนวนสินค้าที่เก็บในชั้นวาง ดังแสดงในตารางที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 จำนวนสินค้าที่เก็บในชั้นวางของทั้งหมด

ชั้นวางของ	ชั้น	SKU / ชั้น	จำนวนสินค้า (ชิ้น) / SKU	จำนวน SKU ทั้งหมด	จำนวนสินค้าทั้งหมด (ชิ้น)
10	4	4	10	10x4x4 =160	10x4x4x10 = 1,600

ตารางที่ 8 จำนวนสินค้าที่เก็บได้ในคลังอาหารสด (Fresh Food)

ประเภท	ชั้น	SKU / ชั้น	จำนวนสินค้า (ชิ้น) / SKU	จำนวน SKU ทั้งหมด	จำนวนสินค้าทั้งหมด (ชิ้น)
ตู้แช่เย็น 12 เครื่อง	5	4	10	12x5x4 = 240	12x5x4x10 = 2,400
ชั้นวางของ 10 ชิ้น	4	4	10	10x4x4 = 160	20x4x4x10 = 1,600
จำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้				400 SKU	4,000 ชิ้น

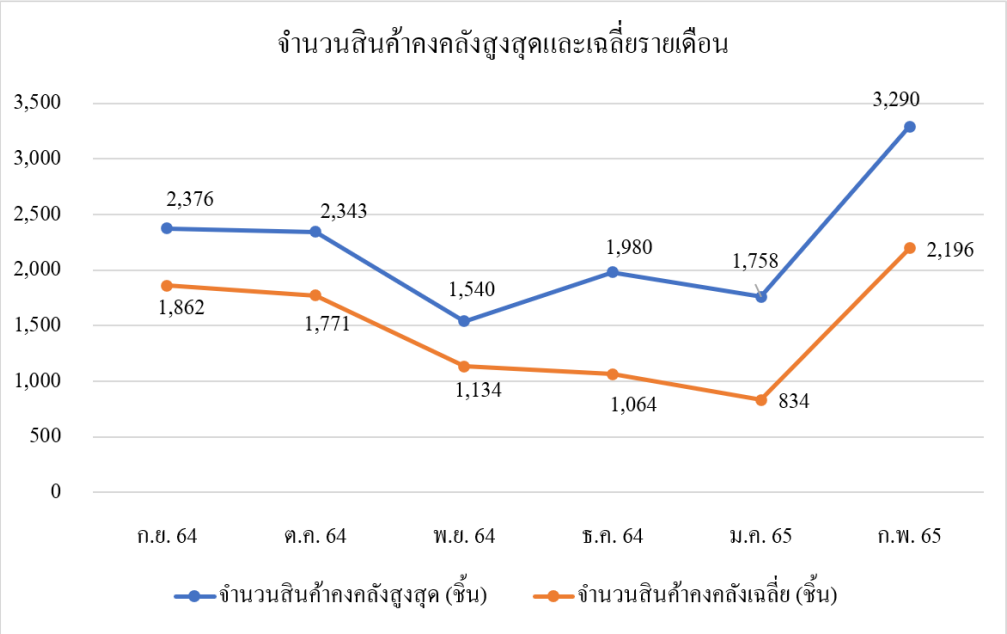
จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงจำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้ในตู้แช่เย็นและชั้นวางของ ซึ่งสามารถเก็บสินค้าได้สูงสุดจำนวน 4,000 ชิ้น

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลสินค้าคงคลังของบริษัทที่ทำการวิจัย ตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2564 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 9 และรูปที่ 19 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน

ตารางที่ 9 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน

จำนวนสินค้าคงคลังรายเดือน	ก.ย. 64	ต.ค. 64	พ.ย. 64	ธ.ค. 64	ม.ค. 65	ก.พ. 65
การใช้พื้นที่ในคลังสินค้า (%)	59%	59%	39%	50%	44%	82%
จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุด (ชิ้น)	2,376	2,343	1,540	1,980	1,758	3,290
จำนวนสินค้าคงคลังเฉลี่ย (ชิ้น)	1,862	1,771	1,134	1,064	834	2,196

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 19 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน

จากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 9 และรูปที่ 19 จำนวนสินค้าคงคลังสูงสุดและเฉลี่ยรายเดือน พบว่าการใช้พื้นที่ในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) แนวโน้มของธุรกิจที่เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากจำนวนสินค้าที่เก็บสูงสุดในแต่ละเดือนจะพบว่าเดือนที่มีการเก็บสินค้าคงคลังน้อยที่สุด คือ 1,980 ชิ้น สูงที่สุด คือ 3,290 ชิ้น และค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2,196 ชิ้น โดยสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ทั้งการจัดเก็บในตู้แช่เย็นและการจัดเก็บบนชั้นวางของ มีพื้นที่จัดเก็บสินค้าเพียงพอกับการจัดเก็บสินค้า เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้ปริมาณ 4,000 ชิ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ระยะเวลาการทำงานในคลังสินค้า ก่อนการปรับปรุงตำแหน่งการจัดวางสินค้า

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1 และผลการเก็บข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเก็บข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า

ระยะเวลาที่ใช้ไป (นาที/คำสั่งซื้อ)	กระบวนการทำงานในคลังสินค้า						
	รับใบงาน	หยิบสินค้าตามตำแหน่ง	ตรวจสอบคุณภาพสินค้า	จัดสินค้าแบ่งใส่ตะกร้า	บรรจุสินค้าลงบรรจุภัณฑ์	ชั่งน้ำหนักสินค้า	ส่งสินค้าออก
ครั้งที่ 1	0.6	6.7	1.5	0.9	4.0	1.1	0.5
ครั้งที่ 2	0.5	8.6	1.2	1.1	3.4	1.0	0.5
ครั้งที่ 3	0.5	5.5	0.8	0.9	3.1	0.9	0.5
ครั้งที่ 4	0.7	6.9	1.2	1.2	3.1	0.9	0.3
ครั้งที่ 5	0.4	5.5	0.7	1.2	3.0	1.1	0.3
ครั้งที่ 6	0.7	7.4	0.9	1.1	3.0	1.1	0.5
ครั้งที่ 7	0.6	7.8	1.7	1.2	3.4	1.0	0.4
ครั้งที่ 8	0.5	8.5	1.4	1.0	2.3	1.1	0.4
ครั้งที่ 9	0.5	6.1	1.1	1.1	2.4	1.1	0.4
ครั้งที่ 10	0.4	7.4	1.3	1.1	2.7	1.0	0.4
ครั้งที่ 11	0.3	8.0	1.3	1.1	3.2	1.0	0.3
ครั้งที่ 12	0.5	6.7	1.3	1.0	3.4	1.1	0.4
ครั้งที่ 13	0.6	6.8	0.9	1.0	2.9	1.1	0.4
ครั้งที่ 14	0.6	7.3	1.6	1.0	2.8	0.9	0.6
ครั้งที่ 15	0.2	7.7	1.0	1.1	2.8	1.0	0.3
ครั้งที่ 16	0.6	6.8	1.0	1.1	3.1	1.0	0.3
ครั้งที่ 17	0.4	5.0	1.1	1.0	2.9	1.1	0.3
ครั้งที่ 18	0.3	7.5	1.2	0.9	3.2	0.9	0.4
ครั้งที่ 19	0.6	5.7	1.1	0.9	2.7	1.0	0.5
ครั้งที่ 20	0.4	7.2	1.7	0.7	3.2	1.0	0.2

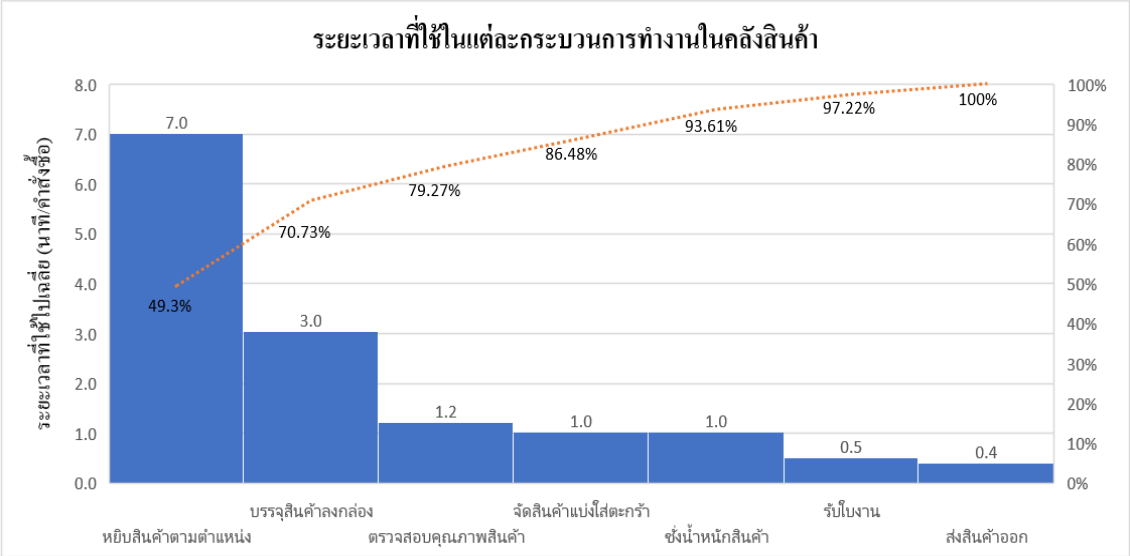
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะเวลาที่ใช้ไป (นาที/คำสั่งซื้อ)	กระบวนการทำงานในคลังสินค้า						
	รับใบงาน	หยิบสินค้าตามตำแหน่ง	ตรวจสอบคุณภาพสินค้า	จัดสินค้าแบ่งใส่ตะกร้า	บรรจุสินค้าลงบรรจุภัณฑ์	ชั่งน้ำหนักสินค้า	ส่งสินค้าออก
ครั้งที่ 21	0.4	6.6	1.1	1.0	3.4	1.0	0.4
ครั้งที่ 22	0.5	6.7	1.6	0.9	3.2	0.9	0.3
ครั้งที่ 23	0.6	7.3	1.1	1.0	3.1	1.1	0.3
ครั้งที่ 24	0.6	8.0	1.2	0.9	3.2	1.1	0.5
ครั้งที่ 25	0.5	7.6	0.9	1.2	3.0	1.0	0.4
ครั้งที่ 26	0.7	7.2	1.6	1.0	3.2	1.0	0.4
ครั้งที่ 27	0.5	7.5	1.4	1.0	2.8	1.2	0.5
ครั้งที่ 28	0.7	6.8	1.0	1.0	3.0	1.0	0.4
ครั้งที่ 29	0.2	6.4	1.0	1.0	3.1	1.0	0.4
ครั้งที่ 30	0.5	7.3	1.6	1.1	3.1	1.0	0.5
ระยะเวลาที่ใช้ไปเฉลี่ย	**0.5**	**7.0**	**1.2**	**1.0**	**3.0**	**1.0**	**0.4**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.1**	**0.8**	**0.3**	**0.1**	**0.3**	**0.1**	**0.1**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 ระยะเวลาเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า

ขั้นตอน	รับใบงาน	หยิบสินค้าตามตำแหน่ง	ตรวจสอบคุณภาพสินค้า	จัดสินค้าแบ่งใส่ตะกร้า	บรรจุสินค้าลงบรรจุภัณฑ์	ชั่งน้ำหนักสินค้า	ส่งสินค้าออก	เวลาที่ใช้ทั้งหมด
เวลาเฉลี่ย (นาที/คำสั่งซื้อ)	0.5	7.0	1.2	1.0	3.0	1.0	0.4	**14.1**



รูปที่ 20 แผนภาพพาเรโตระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการทำงานในคลังสินค้า

โดยกระบวนการทำงานในคลังสินค้าทั้งหมดจะใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ย 14.1 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ซึ่งพบว่ากระบวนการหยิบสินค้าตามตำแหน่งๆ ใช้เวลาเฉลี่ยทั้งสิ้น 7 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็น 49% ของกระบวนการทำงานทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 20 ทั้งนี้ทางบริษัทกรณีศึกษามีคำสั่งซื้อสินค้าประเภทอาหารสดโดยเฉลี่ย 150 คำสั่งซื้อต่อวัน ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการหยิบสินค้าตามตำแหน่งๆ มากถึง 1,050 นาทีต่อวัน หรือ 17.5 ชั่วโมงต่อวัน และจะเพิ่มขึ้นตามคำสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นในอนาคตด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3 การจัดตำแหน่งสินค้าโดยใช้หลักการ ABC analysis

ขั้นตอนการจัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis ดังแสดงในรูปที่ 15 โดยใช้คำสั่งซื้อตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เพื่อนำมูลค่าของสินค้ามาเป็นหลักในการจัดวางสินค้า

4.3.1 การคำนวณหาระยะทางในการหยิบสินค้าภายในคลังสินค้า

ผู้วิจัยทำการประยุกต์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้าโดยพิจารณาระยะทางกับมูลค่าของสินค้าในการกำหนดตำแหน่งการวางของสินค้า โดยกลุ่มสินค้า A เป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่ามากจะถูกกำหนดให้จัดวางใกล้ทางออกมากที่สุด ซึ่งกลุ่มสินค้า B และกลุ่มสินค้า C เป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่ารองลงไป

จะได้รับความสำคัญน้อยลงและไกลออกจากตำแหน่งทางออก ตามลำดับ ซึ่งการ จัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis สามารถจัดแบ่งประเภทของสินค้าได้ ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ข้อมูลจำนวนและมูลค่าของสินค้าแบ่งตามเกณฑ์ ABC Analysis

Category group	Outbound quantity	Total Outbound Value	%Value	%Cumulative Value	ABC Analysis
C	9005	698620	31.84%	32%	A
A	21952	437888	19.96%	52%	A
B	5554	289383	13.19%	65%	A
M	1608	219532	10.01%	75%	A
J	710	100624	4.59%	80%	A
L	1652	98220	4.48%	84%	B
D	1936	72501	3.30%	87%	B
K	239	67469	3.08%	90%	B
I	2273	48569	2.21%	93%	B
O	149	37635	1.72%	94%	B
G	608	29581	1.35%	96%	C
R	81	23468	1.07%	97%	C
N	797	18163	0.83%	98%	C
Q	549	13462	0.61%	98%	C
H	111	11591	0.53%	99%	C
E	189	9890	0.45%	99%	C
V	808	7253	0.33%	100%	C
S	43	6237	0.28%	100%	C
P	72	3028	0.14%	100%	C
U	32	576	0.03%	100%	C
T	9	351	0.02%	100%	C
Total	**48377**	**2194041**	**100%**		

จากตารางที่ 12 พบว่าประเภทของสินค้าจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามหลักการ ABC Analysis ดังนี้

1. กลุ่มสินค้า A ที่มีมูลค่าร้อยละ 80 ของสินค้าในคลัง ประกอบไปด้วยสินค้าประเภท C, A, B, M และ J
2. กลุ่มสินค้า B ที่มีมูลค่าร้อยละ 15 ของสินค้าในคลัง ประกอบไปด้วยสินค้าประเภท L, D, K, I และ O

3. กลุ่มสินค้า C ที่มีมูลค่าร้อยละ 5 ของสินค้าในคลัง ประกอบไปด้วยสินค้าประเภท G, R, N, Q, H, E, V, S, P, U และ T

นำมูลค่าของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้ามาเป็นปัจจัยในการคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 13 และตารางที่ 14 โดยใช้สมการที่ (8) – (11) ผ่านโปรแกรม Excel Solver

ตารางที่ 13 มูลค่าของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็น

		A	B	M	J	D	K	G	Q	H	E
Location	Value / Distance	437888	289383	219532	100624	72501	67469	29581	13462	11591	9890
R1	4.2	1839129.6	1215408.6	922034.4	422620.8	304504.2	283369.8	124240.2	56540.4	48682.2	41538.0
R2	4.8	2101862.4	1389038.4	1053753.6	482995.2	348004.8	323851.2	141988.8	64617.6	55636.8	47472.0
R3	5.4	2364595.2	1562668.2	1185472.8	543369.6	391505.4	364332.6	159737.4	72694.8	62591.4	53406.0
R4	6.0	2627328.0	1736298.0	1317192.0	603744.0	435006.0	404814.0	177486.0	80772.0	69546.0	59340.0
R5	6.6	2890060.8	1909927.8	1448911.2	664118.4	478506.6	445295.4	195234.6	88849.2	76500.6	65274.0
R6	7.2	3152793.6	2083557.6	1580630.4	724492.8	522007.2	485776.8	212983.2	96926.4	83455.2	71208.0
R7	7.8	3415526.4	2257187.4	1712349.6	784867.2	565507.8	526258.2	230731.8	105003.6	90409.8	77142.0
R8	8.4	3678259.2	2430817.2	1844068.8	845241.6	609008.4	566739.6	248480.4	113080.8	97364.4	83076.0
R9	9.0	3940992.0	2604447.0	1975788.0	905616.0	652509.0	607221.0	266229.0	121158.0	104319.0	89010.0
R10	2.0	875776.0	578766.0	439064.0	201248.0	145002.0	134938.0	59162.0	26924.0	23182.0	19780.0
R11	1.4	613043.2	405136.2	307344.8	140873.6	101501.4	94456.6	41413.4	18846.8	16227.4	13846.0
R12	0.8	350310.4	231506.4	175625.6	80499.2	58000.8	53975.2	23664.8	10769.6	9272.8	7912.0

Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 มูลค่าของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของชั้นวางสินค้า

		C	I	L	O	R	N	V	S	P	U	T
Location	Value / Distance	698620	48569	98220	37635	23468	18163	7253	6237	3028	576	351
S1	4.2	2934204.0	203989.8	412524.0	158067.0	98565.6	76284.6	30462.6	26195.4	12717.6	2419.2	1474.2
S2	5.2	3632824.0	252558.8	510744.0	195702.0	122033.6	94447.6	37715.6	32432.4	15745.6	2995.2	1825.2
S3	6.2	4331444.0	301127.8	608964.0	233337.0	145501.6	112610.6	44968.6	38669.4	18773.6	3571.2	2176.2
S4	7.2	5030064.0	349696.8	707184.0	270972.0	168969.6	130773.6	52221.6	44906.4	21801.6	4147.2	2527.2
S5	8.2	5728684.0	398265.8	805404.0	308607.0	192437.6	148936.6	59474.6	51143.4	24829.6	4723.2	2878.2
S6	6.2	4331444.0	301127.8	608964.0	233337.0	145501.6	112610.6	44968.6	38669.4	18773.6	3571.2	2176.2
S7	5.2	3632824.0	252558.8	510744.0	195702.0	122033.6	94447.6	37715.6	32432.4	15745.6	2995.2	1825.2
S8	4.2	2934204.0	203989.8	412524.0	158067.0	98565.6	76284.6	30462.6	26195.4	12717.6	2419.2	1474.2
S9	3.2	2235584.0	155420.8	314304.0	120432.0	75097.6	58121.6	23209.6	19958.4	9689.6	1843.2	1123.2
S10	2.2	1536964.0	106851.8	216084.0	82797.0	51629.6	39958.6	15956.6	13721.4	6661.6	1267.2	772.2

ผลจากการคำนวณจะสามารถระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็นได้ ดังแสดงในตารางที่ 15 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สินค้าประเภท A ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R1, R2, R3, R10, R11 และ R12
- สินค้าประเภท B ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R4, R5 และ R6
- สินค้าประเภท M ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R7
- สินค้าประเภท J ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R7
- สินค้าประเภท D ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R7 และ R8
- สินค้าประเภท K ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R8
- สินค้าประเภท G ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R8
- สินค้าประเภท Q ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9
- สินค้าประเภท H ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9
- สินค้าประเภท E ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9

ตารางที่ 15 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็นโดยวิธี ABC Analysis

Location	A	B	M	J	D	K	G	Q	H	E
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										
R6										
R7										
R8										
R9										
R10										
R11										
R12										

สำหรับการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 16 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สินค้าประเภท C ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S1, S2, S8, S9 และ S10
- สินค้าประเภท I ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S7

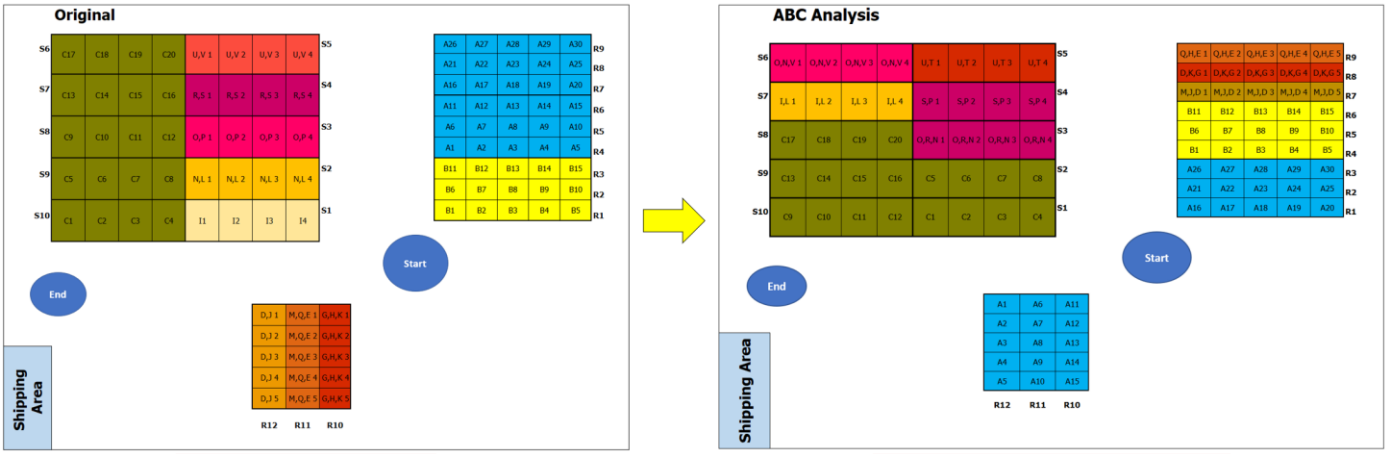
- สินค้าประเภท L ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S7
- สินค้าประเภท O ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S3 และ S6
- สินค้าประเภท R ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S3
- สินค้าประเภท N ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S3 และ S6
- สินค้าประเภท V ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S6
- สินค้าประเภท S ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S4
- สินค้าประเภท P ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S4
- สินค้าประเภท U ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S5
- สินค้าประเภท T ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S5

ตารางที่ 16 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า โดยวิธี ABC Analysis

Location	C	I	L	O	R	N	V	S	P	U	T
S1											
S2											
S3											
S4											
S5											
S6											
S7											
S8											
S9											
S10											

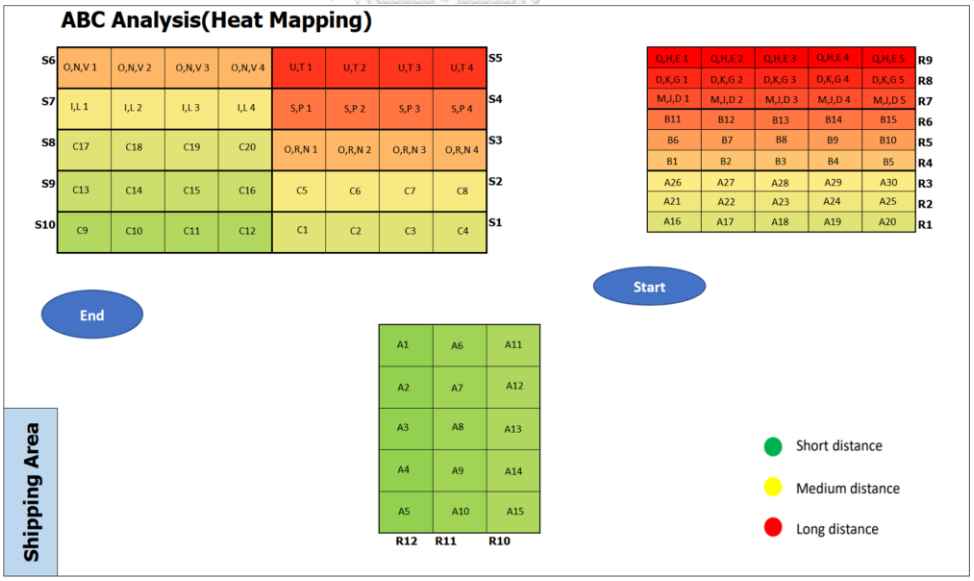
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยสามารถนำผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 15 และตารางที่ 16 มาจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ ABC Analysis ได้ดังแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 รูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ ABC Analysis

รวมถึงยังสามารถสร้าง Heat mapping แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area) โดยกำหนดให้สีเขียวแสดงระยะทางที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุดและสีแดงแสดงระยะทางที่ไกลกับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 22 ABC Analysis (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area)

จากข้อมูลทั้งหมด 36,449 คำสั่งซื้อ สามารถหาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อโดยใช้การจัดตำแหน่งสินค้าตามหลักการ ABC Analysis มีระยะทาง 7.15 เมตรต่อคำสั่งซื้อ

4.4 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis

การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ MBA Analysis ได้ 2 ส่วน ดังนี้

1. MBA Support Based Model มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 16
2. MBA Association Rule Based Model มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 17

4.4.1 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Support Based Model

นำคำสั่งซื้อตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 มาใช้ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งการจัดวางสินค้า โดยกำหนดให้ค่า Support ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามหลักการ MBA Support Based Model เท่ากับ 0% เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทุกกลุ่มสินค้าได้

นำค่า Support มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ โดยใช้ Apriori algorithm ผ่านโปรแกรม Python ดังแสดงในรูปที่ 23

```
In [63]: frequent_itemsets = apriori(basket_sets, min_support=0  max_len = 6, use_colnames=True)
         frequent_itemsets.sort_values('support', ascending=False).head(15)
```

	support	itemsets
2	0.563187	(C)
0	0.492108	(A)
1	0.283771	(B)
3	0.123980	(D)
7	0.096223	(I)
11	0.092087	(M)
10	0.089365	(L)
12	0.063677	(N)
8	0.050180	(J)
5	0.038206	(G)
20	0.036356	(V)
15	0.035485	(Q)
9	0.014368	(K)
4	0.013933	(E)
13	0.013171	(O)
6	0.010776	(H)
16	0.006858	(R)
14	0.006749	(P)
17	0.004463	(S)
19	0.002721	(U)
18	0.000653	(T)

รูปที่ 23 ค่า Support ในแต่ละประเภทสินค้า

จากรูปที่ 23 แสดงค่า Support ในแต่ละประเภทสินค้า โดยจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยหลักการ MBA Support Based Model ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- สินค้าประเภท C มีค่า Support คือ 0.563 หรือ 56.3%
- สินค้าประเภท A มีค่า Support คือ 0.492 หรือ 49.2%
- สินค้าประเภท B มีค่า Support คือ 0.284 หรือ 28.4%
- สินค้าประเภท D มีค่า Support คือ 0.124 หรือ 12.4%
- สินค้าประเภท I มีค่า Support คือ 0.096 หรือ 9.6%
- สินค้าประเภท M มีค่า Support คือ 0.092 หรือ 9.2%
- สินค้าประเภท L มีค่า Support คือ 0.089 หรือ 8.9%
- สินค้าประเภท N มีค่า Support คือ 0.063 หรือ 6.3%
- สินค้าประเภท J มีค่า Support คือ 0.050 หรือ 5.0%
- สินค้าประเภท G มีค่า Support คือ 0.038 หรือ 3.8%
- สินค้าประเภท V มีค่า Support คือ 0.036 หรือ 3.6%
- สินค้าประเภท Q มีค่า Support คือ 0.035 หรือ 3.5%
- สินค้าประเภท K มีค่า Support คือ 0.014 หรือ 1.4%
- สินค้าประเภท E มีค่า Support คือ 0.014 หรือ 1.4%
- สินค้าประเภท O มีค่า Support คือ 0.013 หรือ 1.3%
- สินค้าประเภท H มีค่า Support คือ 0.011 หรือ 1.1%
- สินค้าประเภท R มีค่า Support คือ 0.007 หรือ 0.7%
- สินค้าประเภท P มีค่า Support คือ 0.007 หรือ 0.7%
- สินค้าประเภท S มีค่า Support คือ 0.004 หรือ 0.4%
- สินค้าประเภท U มีค่า Support คือ 0.003 หรือ 0.3%
- สินค้าประเภท T มีค่า Support คือ 0.001 หรือ 0.1%

คำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภท โดยใช้ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 23 และระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้ามาเป็นปัจจัยในการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 17 และตารางที่ 18 โดยใช้สมการที่ (12) – (15) ผ่านโปรแกรม Excel Solver

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของตู้แช่เย็น

		A	B	D	M	J	G	Q	K	E	H
Location	Support / Distance	49.2%	28.4%	12.4%	9.2%	5.0%	3.8%	3.5%	1.4%	1.4%	1.1%
R1	4.2	2.1	1.2	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
R2	4.8	2.4	1.4	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
R3	5.4	2.7	1.5	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
R4	6	3.0	1.7	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
R5	6.6	3.2	1.9	0.8	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
R6	7.2	3.5	2.0	0.9	0.7	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
R7	7.8	3.8	2.2	1.0	0.7	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
R8	8.4	4.1	2.4	1.0	0.8	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
R9	9	4.4	2.6	1.1	0.8	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
R10	2	1.0	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
R11	1.4	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
R12	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ตารางที่ 18 ค่า Support ของสินค้าแต่ละประเภทและระยะทางในการจัดเก็บสินค้าในแต่ละตำแหน่งของชั้นวางสินค้า

		C	I	L	N	V	O	R	P	S	U	T
Location	Support / Distance	56.3%	9.6%	8.9%	6.4%	3.6%	1.3%	0.7%	0.7%	0.4%	0.3%	0.1%
S1	4.2	2.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S2	5.2	2.9	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S3	6.2	3.5	0.6	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S4	7.2	4.1	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S5	8.2	4.6	0.8	0.7	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
S6	6.2	3.5	0.6	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S7	5.2	2.9	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S8	4.2	2.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S9	3.2	1.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S10	2.2	1.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ผลจากการคำนวณจะสามารถระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็นได้ ดังแสดงในตารางที่ 19 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สินค้าประเภท A ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R1, R2, R3, R10, R11 และ R12
- สินค้าประเภท B ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R4, R5 และ R6
- สินค้าประเภท D ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R7

- สินค้าประเภท M ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R7
- สินค้าประเภท J ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R8
- สินค้าประเภท G ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R8
- สินค้าประเภท Q ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R8
- สินค้าประเภท K ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9
- สินค้าประเภท E ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9
- สินค้าประเภท H ต้องเก็บที่ตู้แช่เย็น R9

ตารางที่ 19 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในตู้แช่เย็น โดยวิธี MBA Support Based Model

Location	A	B	D	M	J	G	Q	K	E	H
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										
R6										
R7										
R8										
R9										
R10										
R11										
R12										

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 20 โดยมีรายละเอียดดังนี้

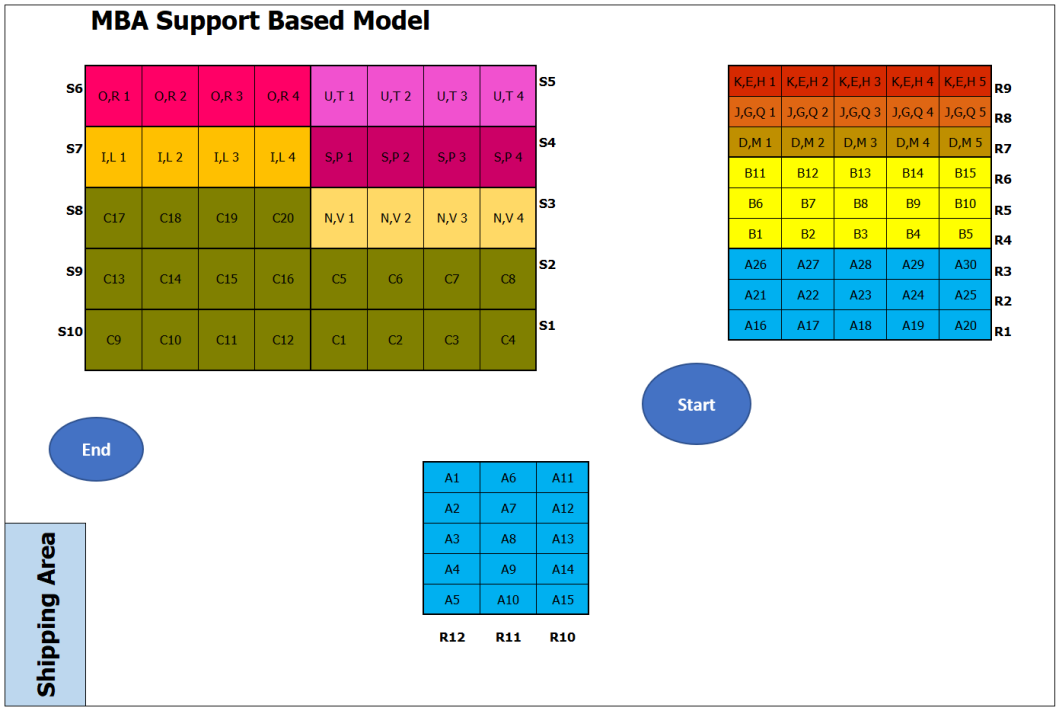
- สินค้าประเภท C ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S1, S2, S8, S9 และ S10
- สินค้าประเภท I ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S7
- สินค้าประเภท L ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S7
- สินค้าประเภท N ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S3
- สินค้าประเภท V ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S3
- สินค้าประเภท O ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S6
- สินค้าประเภท R ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S6
- สินค้าประเภท P ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S4

- สินค้าประเภท S ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S4
- สินค้าประเภท U ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S5
- สินค้าประเภท T ต้องเก็บที่ชั้นวางสินค้า S5

ตารางที่ 20 ผลการระบุตำแหน่งที่มีระยะทางสั้นที่สุดในการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภทในชั้นวางสินค้า โดยวิธี MBA Support Based Model

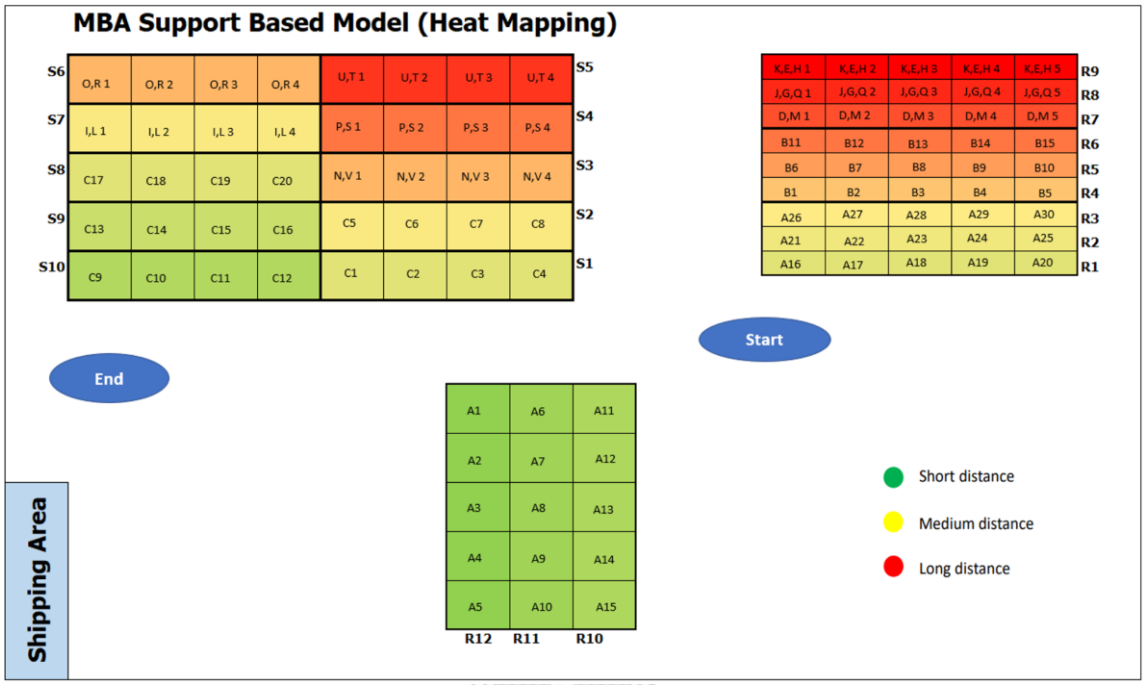
Location	C	I	L	N	V	O	R	P	S	U	T
S1											
S2											
S3											
S4											
S5											
S6											
S7											
S8											
S9											
S10											

โดยสามารถนำผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 19 และตารางที่ 20 มาจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Support Based Model ได้ดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 24 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Support Based Model

รวมถึงยังสามารถสร้าง Heat mapping แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area) โดยกำหนดให้สีเขียวแสดงระยะทางที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด และสีแดงแสดงระยะทางที่ไกลกับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 25



รูปที่ 25 MBA Support Based Model (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากข้อมูลทั้งหมด 36,449 คำสั่งซื้อ สามารถหาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย MBA Support Based Model มีระยะทาง 6.79 เมตรต่อคำสั่งซื้อ

4.4.2 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model

ทำการวิเคราะห์ MBA Association Rule Based Model โดยใช้ข้อมูลในคลังสินค้าตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 จนถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 โดยกำหนดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3 เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างตัวแปรของค่า Support ที่จะมีผลต่อ Association Rule

4.4.2.1 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1

นำค่า Support, ค่า Confidence และค่า lift ของการทดลองแบบที่ 1 Support 1% Confidence 50% Lift 1.0 ดังแสดงในตารางที่ 3 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ โดยใช้ Apriori algorithm ผ่านโปรแกรม Python ดังแสดงในรูปที่ 26

```
#Support 1% confident50% lift 1.0
frequent_itemsets = apriori(basket_sets, min_support=0.01, max_len = 2, use_colnames=True)
frequent_itemsets.sort_values('support', ascending=False).head()
```

	support	itemsets
2	0.563187	(C)
0	0.492108	(A)
1	0.283771	(B)
17	0.254163	(C, A)
16	0.202133	(A, B)

```
#Support1% confident50% lift 1.0
rules = association_rules(frequent_itemsets, metric="lift", min_threshold=1)
rules[ (rules['lift'] >= 1.0) &
       (rules['confidence'] >= 0.5) ]
rules.sort_values(['lift','confidence','support'], ascending=[False,False,False]).head()
```

	antecedents	consequents	antecedent support	consequent support	support	confidence	lift	leverage	conviction
23	(N)	(I)	0.063677	0.096223	0.021988	0.345299	3.588533	0.015860	1.380443
22	(I)	(N)	0.096223	0.063677	0.021988	0.228507	3.588533	0.015860	1.213650
19	(Q)	(D)	0.035485	0.123980	0.012953	0.365031	2.944282	0.008554	1.379626
18	(D)	(Q)	0.123980	0.035485	0.012953	0.104478	2.944282	0.008554	1.077042
24	(J)	(L)	0.050180	0.089365	0.011320	0.225597	2.524428	0.006836	1.175917

รูปที่ 26 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 1

พิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า lift ดังแสดงในตารางที่ 21 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 26

ตารางที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 1

	Antecedents	Consequents	Support	Confidence	Lift
1	B	A	20.2%	71.2%	1.4475
2	A	B	20.2%	41.1%	1.4475
3	D	A	6.1%	49.3%	1.0009
4	A	D	6.1%	12.4%	1.0009
5	J	A	2.8%	56.4%	1.1461
6	A	J	2.8%	5.8%	1.1461
7	N	I	2.2%	34.5%	3.5885
8	I	N	2.2%	22.9%	3.5885
9	L	D	2.2%	24.6%	1.9845
10	D	L	2.2%	17.7%	1.9845
11	Q	A	2.1%	60.1%	1.2217
12	A	Q	2.1%	4.3%	1.2217
13	D	M	1.7%	13.8%	1.4969
14	M	D	1.7%	18.6%	1.4969
15	D	N	1.6%	13.0%	2.0406
16	N	D	1.6%	25.3%	2.0406
17	J	D	1.5%	29.7%	2.3970
18	D	J	1.5%	12.0%	2.3970
19	I	D	1.4%	14.6%	1.1770
20	D	I	1.4%	11.3%	1.1770
21	Q	D	1.3%	36.5%	2.9443
22	D	Q	1.3%	10.4%	2.9443
23	L	J	1.1%	12.7%	2.5244
24	J	L	1.1%	22.6%	2.5244
25	V	D	1.1%	30.2%	2.4391
26	D	V	1.1%	8.9%	2.4391

จากตารางที่ 21 จะพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า Lift โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มสินค้าประเภท A มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท B ด้วยค่า Lift 1.4475

- กลุ่มสินค้าประเภท A มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท D ด้วยค่า Lift 1.0009 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสินค้า A กับกลุ่มสินค้า B จึงไม่สามารถจับคู่ระหว่างกลุ่มสินค้า A กับกลุ่มสินค้า D ได้
- กลุ่มสินค้าประเภท N มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท I ด้วยค่า Lift 3.5885
- กลุ่มสินค้าประเภท D มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท Q ด้วยค่า Lift 2.9443
- กลุ่มสินค้าประเภท L มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท J ด้วยค่า Lift 2.5244

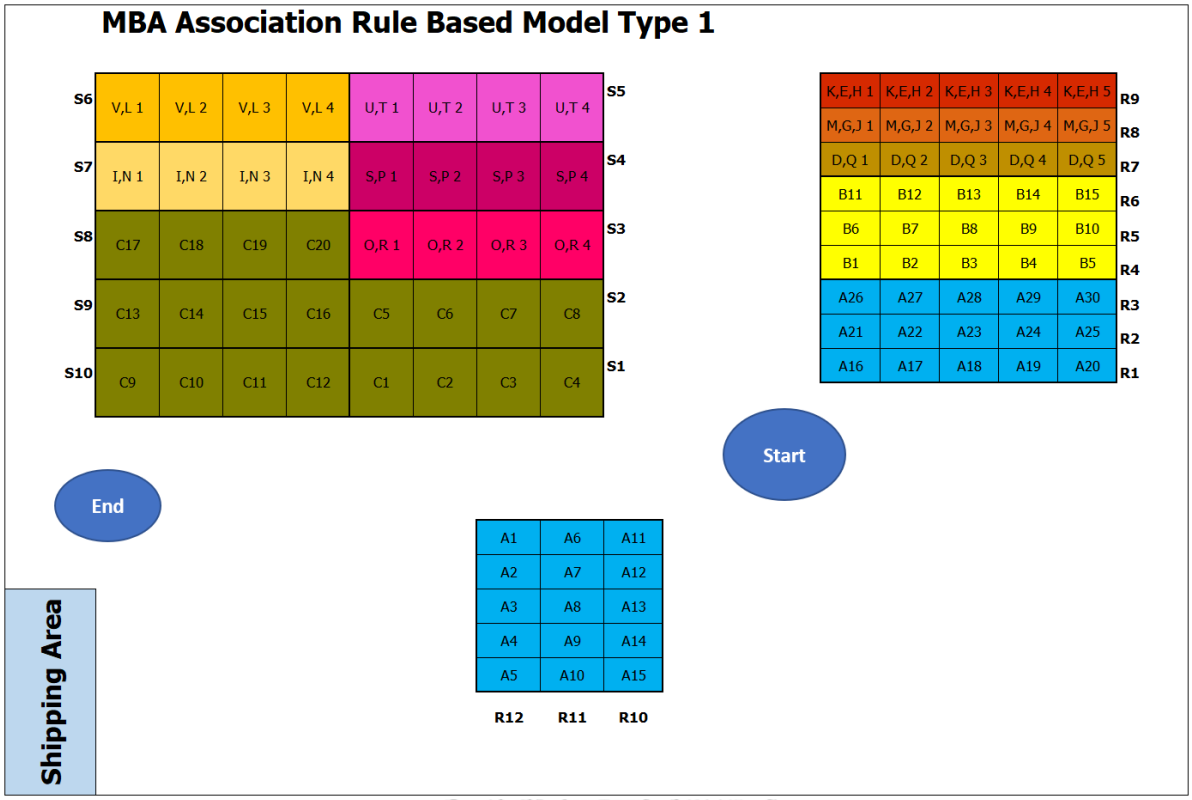
จึงสามารถเขียนสรุปดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 1

Group	Category group
1	C
2	A B
3	D Q
4	I N
5	M
6	L J
7	G
8	V
9	K
10	E
11	O
12	H
13	R
14	P
15	S
16	U
17	T

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

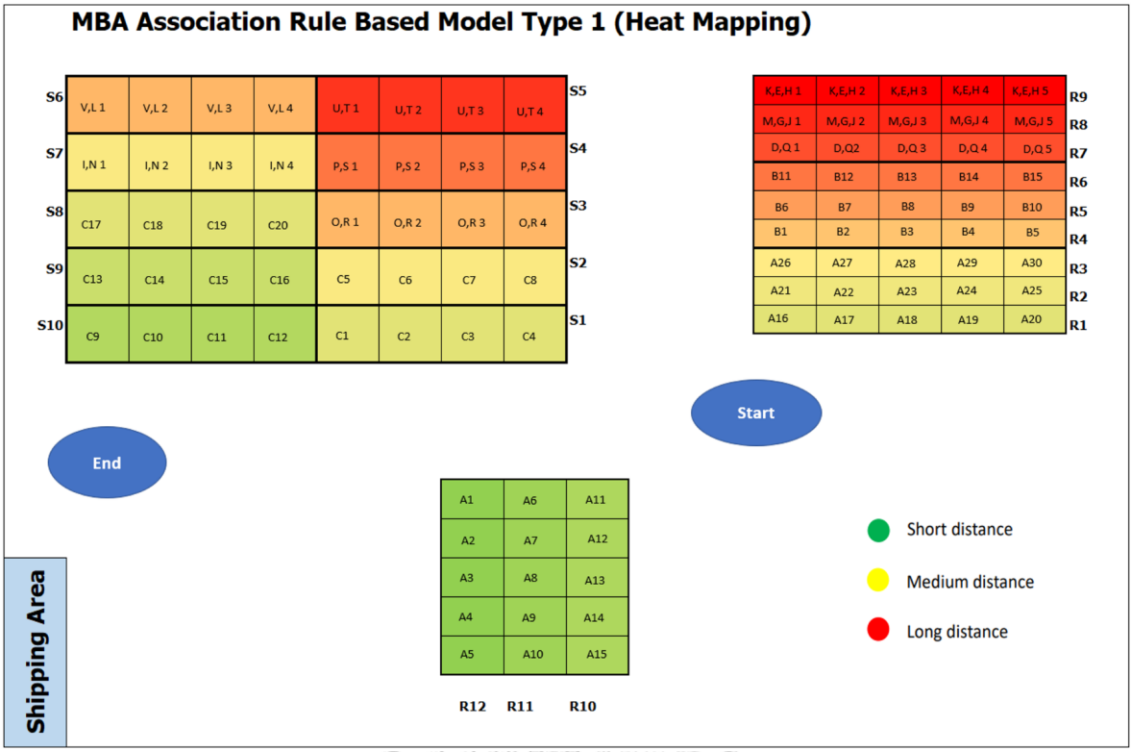
โดยนำข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 22 มาจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 ซึ่งจะกำหนดให้ประเภทสินค้าที่มีค่า Support มากที่สุด อยู่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด และประเภทสินค้าที่มีค่า Support น้อยที่สุด อยู่ไกลกับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1

รวมถึงยังสามารถสร้าง Heat mapping แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area) โดยกำหนดให้สีเขียวแสดงระยะทางที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด และสีแดงแสดงระยะทางที่ไกลกับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 28

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 28 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area)

จากข้อมูลทั้งหมด 36,449 คำสั่งซื้อ สามารถหาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อโดยใช้การวิเคราะห์ด้วย MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 มีระยะทาง 6.81 เมตรต่อคำสั่งซื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2.2 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2

นำค่า Support, ค่า Confidence และค่า lift ของการทดลองแบบที่ 2 Support 2% Confidence 50% Lift 1.0 ดังแสดงในตารางที่ 3 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ โดยใช้ Apriori algorithm ผ่านโปรแกรม Python ดังแสดงในรูปที่ 29

```
In [4]: #Support2% confident50% lift 1.0

frequent_itemsets = apriori(basket_sets, min_support=0.02, max_len = 2, use_colnames=True)

rules = association_rules(frequent_itemsets, metric="lift", min_threshold=1)

rules[ (rules['lift'] >= 1.0) &
       (rules['confidence'] >= 0.5) ]

rules.sort_values(['lift','confidence','support'], ascending=[False,False,False]).head(50)
```

Out[4]:

	antecedents	consequents	antecedent support	consequent support	support	confidence	lift	leverage	conviction
11	(N)	(I)	0.063677	0.096223	0.021988	0.345299	3.588533	0.015860	1.380443
10	(I)	(N)	0.096223	0.063677	0.021988	0.228507	3.588533	0.015860	1.213650
8	(L)	(D)	0.089365	0.123980	0.021988	0.246041	1.984532	0.010908	1.161895
9	(D)	(L)	0.123980	0.089365	0.021988	0.177349	1.984532	0.010908	1.106951
1	(B)	(A)	0.283771	0.492108	0.202133	0.712313	1.447472	0.062488	1.765431
0	(A)	(B)	0.492108	0.283771	0.202133	0.410750	1.447472	0.062488	1.215493
7	(Q)	(A)	0.035485	0.492108	0.021334	0.601227	1.221737	0.003872	1.273636
6	(A)	(Q)	0.492108	0.035485	0.021334	0.043353	1.221737	0.003872	1.008225
5	(J)	(A)	0.050180	0.492108	0.028301	0.563991	1.146071	0.003607	1.164866
4	(A)	(J)	0.492108	0.050180	0.028301	0.057509	1.146071	0.003607	1.007777
3	(D)	(A)	0.123980	0.492108	0.061065	0.492537	1.000872	0.000053	1.000845
2	(A)	(D)	0.492108	0.123980	0.061065	0.124088	1.000872	0.000053	1.000123

รูปที่ 29 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า lift ดังแสดงในตารางที่ 23 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 29

ตารางที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 2

	Antecedents	Consequents	Support	Confidence	Lift
0	N	I	2.1%	34.5%	**3.58**
1	I	N	2.1%	22.8%	**3.58**
2	L	D	2.1%	24.6%	**1.98**
3	D	L	2.1%	17.7%	**1.98**
4	B	A	20.2%	71.2%	**1.44**
5	A	B	20.2%	41.0%	**1.44**
6	Q	A	2.1%	60.1%	**1.22**
7	A	Q	2.1%	4.3%	**1.22**
8	J	A	2.8%	56.3%	**1.14**
9	A	J	2.8%	5.7%	**1.14**
10	D	A	6.1%	49.2%	**1.00**
11	A	D	6.1%	12.4%	**1.00**

จากตารางที่ 23 จะพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า Lift โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มสินค้าประเภท I มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท N ด้วยค่า Lift 3.58
- กลุ่มสินค้าประเภท A มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท B ด้วยค่า Lift 1.44
- กลุ่มสินค้าประเภท L ต้องจัดเก็บที่ชั้นวาง ส่วนกลุ่มสินค้าประเภท D ต้องจัดเก็บที่ตู้แช่เย็น จึงไม่สามารถจัดวางคู่กันได้

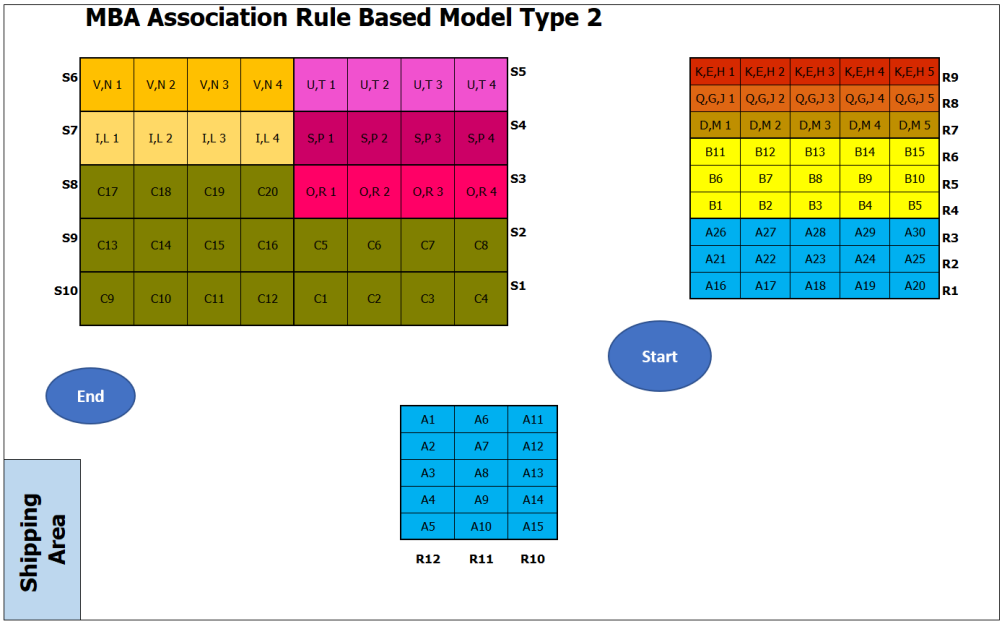
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จึงสามารถเขียนสรุปดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 2

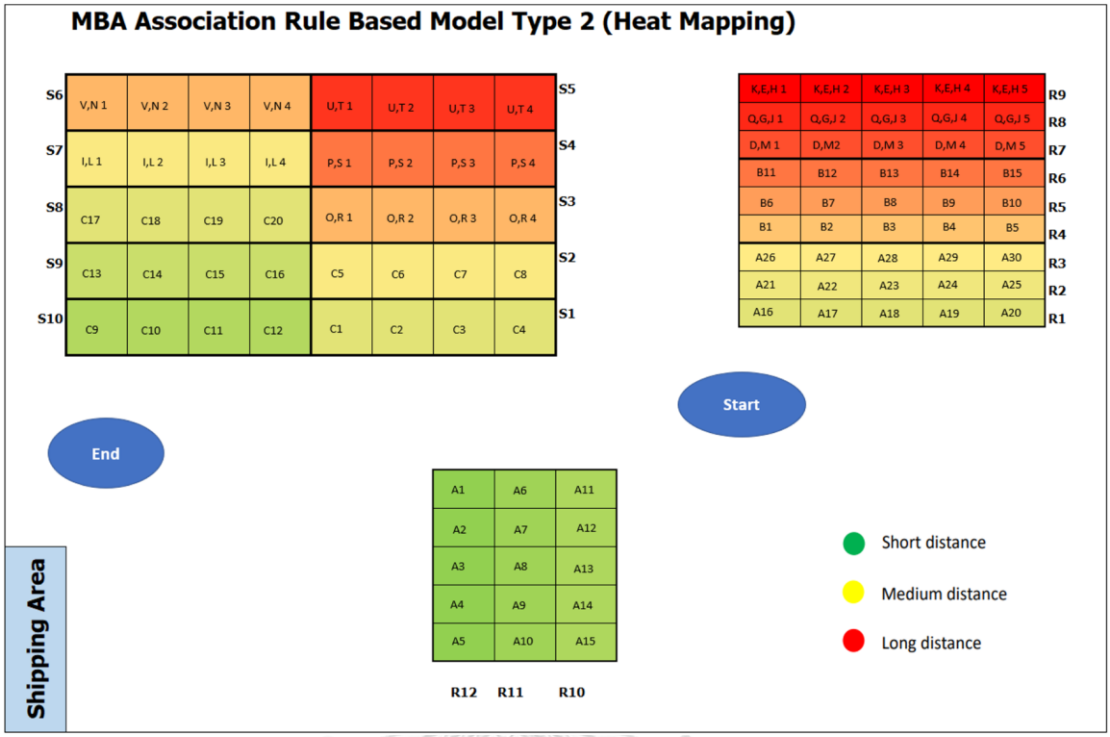
Group	Category Group
1	C
2	A B
3	D
4	L
5	I N
6	M
7	J
8	G
9	V
10	Q
11	K
12	E
13	O
14	H
15	R
16	P
17	S
18	U
19	T

โดยนำข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 24 มาจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2 ซึ่งจะกำหนดให้ประเภทสินค้าที่มีค่า Support มากที่สุด อยู่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด และประเภทสินค้าที่มีค่า Support น้อยที่สุด อยู่ไกลกับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 30



รูปที่ 30 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2

รวมถึงยังสามารถสร้าง Heat mapping แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area) โดยกำหนดให้สีเขียวแสดงระยะทางที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด และสีแดงแสดงระยะทางที่ไกลกับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 31



รูปที่ 31 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลทั้งหมด 36,449 คำสั่งซื้อ สามารถหาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2 มีระยะทาง 6.99 เมตรต่อคำสั่งซื้อ

4.4.2.3 วิเคราะห์โดยวิธี MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3

นำค่า Support, ค่า Confidence และค่า lift ของการทดลองแบบที่ 3 Support 3% Confidence 50% Lift 1.0 ดังแสดงในตารางที่ 3 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าที่ลูกค้าเลือกซื้อ โดยใช้ Apriori algorithm ผ่านโปรแกรม Python ดังแสดงในรูปที่ 32

```
In [6]: #Support3% confident50% lift 1.0

frequent_itemsets = apriori(basket_sets, min_support=0.03, max_len = 2, use_colnames=True)

rules = association_rules(frequent_itemsets, metric="lift", min_threshold=1)

rules[ (rules['lift'] >= 1.0) &
       (rules['confidence'] >= 0.5) ]

rules.sort_values(['lift','confidence','support'], ascending=[False,False,False]).head(50)
```

Out[6]:

	antecedents	consequents	antecedent support	consequent support	support	confidence	lift	leverage	conviction
1	(B)	(A)	0.283771	0.492108	0.202133	0.712313	1.447472	0.062488	1.765431
0	(A)	(B)	0.492108	0.283771	0.202133	0.410750	1.447472	0.062488	1.215493
3	(D)	(A)	0.123980	0.492108	0.061065	0.492537	1.000872	0.000053	1.000845
2	(A)	(D)	0.492108	0.123980	0.061065	0.124088	1.000872	0.000053	1.000123

รูปที่ 32 ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าตามตัวอย่างการทดลอง แบบที่ 3

พิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า lift ดังแสดงในตารางที่ 25 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 32

ตารางที่ 25 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 3

	Antecedents	Consequents	Support	Confidence	Lift
0	B	A	20.2%	71.2%	1.45
1	A	B	20.2%	41.1%	1.45
2	A	D	6.1%	12.4%	1.00
3	D	A	6.1%	49.3%	1.00

จากตารางที่ 25 จะพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าจากค่า Lift โดยมีรายละเอียดดังนี้

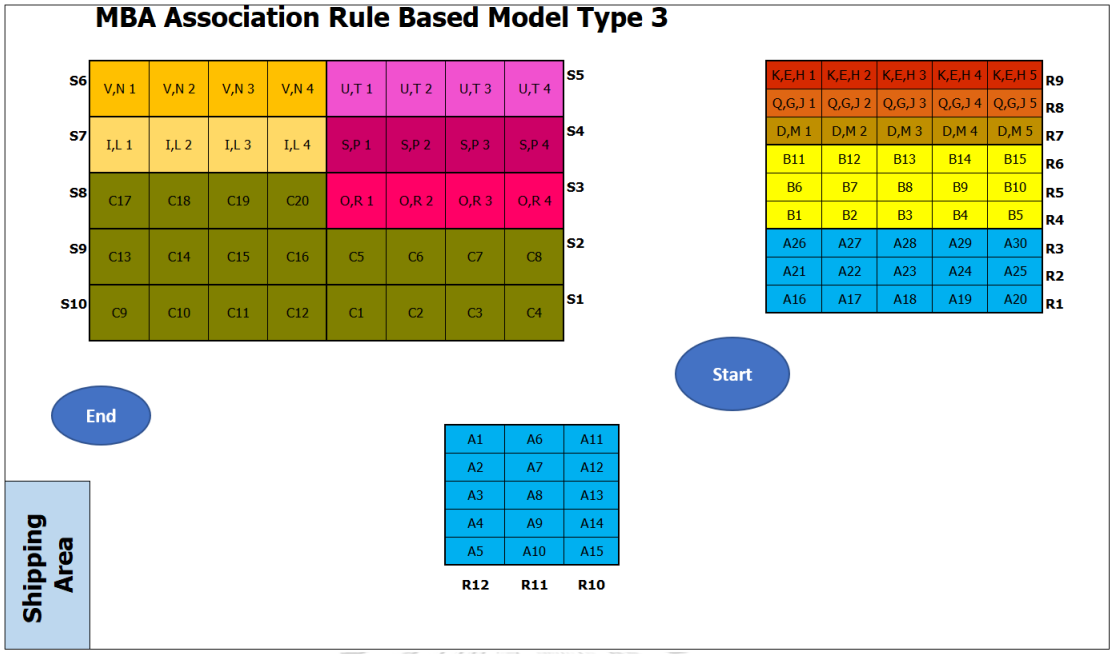
- กลุ่มสินค้าประเภท A มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท B ด้วยค่า Lift 1.4475
- กลุ่มสินค้าประเภท A มีความสัมพันธ์ในการซื้อคู่กับสินค้าประเภท D ด้วยค่า Lift 1.0009 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสินค้า A กับกลุ่มสินค้า B จึงไม่สามารถจับคู่ระหว่างกลุ่มสินค้า A กับกลุ่มสินค้า D ได้

จึงสามารถเขียนสรุปดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 สรุปความสัมพันธ์ของกลุ่มสินค้าแต่ละประเภท แบบที่ 3

Group	Category group
1	C
2	A B
3	D
4	I
5	M
6	L
7	N
8	J
9	G
10	V
11	Q
12	K
13	E
14	O
15	H
16	R
17	P
18	S
19	U
20	T

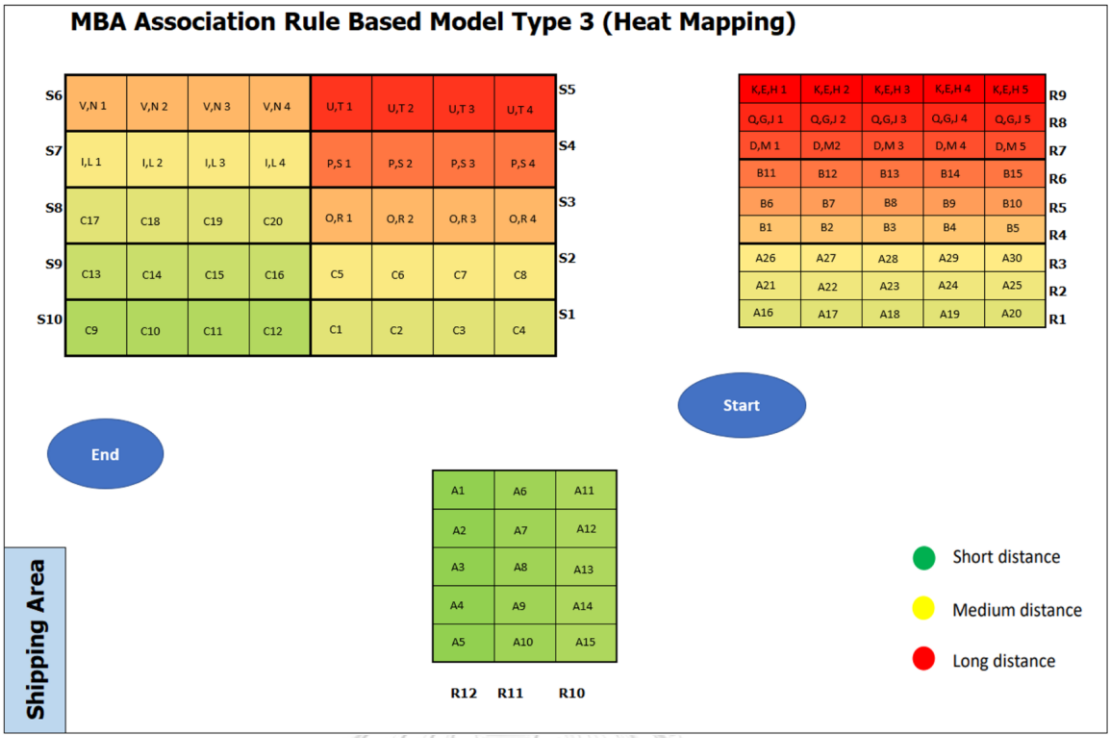
โดยนำข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 26 มาจำลองรูปแบบการจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3 ซึ่งจะกำหนดให้ประเภทสินค้าที่มีค่า Support มากที่สุด อยู่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด และประเภทสินค้าที่มีค่า Support น้อยที่สุด อยู่ไกลกับพื้นที่จัดส่งสินค้ามากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 33



รูปที่ 33 การจัดวางสินค้าในคลังตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3

รวมถึงยังสามารถสร้าง Heat mapping แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area) โดยกำหนดให้สีเขียวแสดงระยะทางที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด และสีแดงแสดงระยะทางที่ไกลกับพื้นที่จัดส่งมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 34 MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3 (Heat Mapping) แสดงระยะทางจากตำแหน่งของสินค้าจนถึงบริเวณพื้นที่จัดส่ง (Shipping area)

จากข้อมูลทั้งหมด 36,449 คำสั่งซื้อ สามารถหาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อโดยใช้การวิเคราะห์ด้วย MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3 มีระยะทาง 6.99 เมตรต่อคำสั่งซื้อ

ผลการวิเคราะห์สามารถนำมาเปรียบเทียบระยะทางก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้ง 5 รูปแบบ ได้ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้า

	ก่อนการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้า	ABC Analysis	MBA Support Based Model	MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1	MBA Association Rule Based Model แบบที่ 2	MBA Association Rule Based Model แบบที่ 3
ค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ	7.45 เมตร	7.15 เมตร	6.97 เมตร	6.81 เมตร	6.99 เมตร	6.99 เมตร
ระยะทางที่ลดลง(%)		4.03%	6.44%	8.59%	6.17%	6.17%

4.5 การปรับปรุงกิจกรรมการทำงานโดยใช้หลักการลีน (Lean) และ 7 Waste

4.5.1 การปรับปรุงกิจกรรมโดยใช้หลักการลีน (Lean)

เพื่อพัฒนากระบวนการในคลังอาหารสด (Fresh Food) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้นำแนวคิดลีน มาประยุกต์ใช้การปรับปรุงกระบวนการในคลังอาหารสด เพื่อลดระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นในคลังอาหารสด (Fresh Food) โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยแผนผังสายธารคุณค่าเพื่อแสดงถึงกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน

โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานในคลังสินค้า ซึ่งมีกิจกรรมดังนี้

1. รับใบงานสั่งซื้อสินค้า
2. หยิบสินค้าต่างๆ ตามใบงานสั่งซื้อ
3. ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า
4. จัดแบ่งสินค้าในตะกร้าแยกแต่ละคำสั่งซื้อ
5. บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์
6. ชั่งน้ำหนักสินค้า
7. จัดส่งสินค้า

รวมถึงทำการวิเคราะห์กระบวนการย่อย โดยบันทึกระยะเวลาในการทำงานแต่ละกระบวนการย่อยและวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Value-Added Analysis ดังแสดงในตารางที่ 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Value-Added Analysis ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ

ขั้นตอนที่	กิจกรรม	ขั้นตอนย่อย	กระบวนการย่อย	ระยะเวลาก่อนการปรับปรุง (นาที/คำสั่งซื้อ)	จำแนกกระบวนการตามหลักการ VSM (นาที/คำสั่งซื้อ)		
					VA	NVA	NNVA
1	รับใบงานสั่งซื้อสินค้า	1.1	หยิบใบงานและตรวจสอบรายละเอียดของใบสั่งซื้อ	0.5			0.2
		1.2	บันทึกซื้อรับรองการตรวจสอบคำสั่งซื้อ		0.1		
		1.3	นำใบงานไปวางในชั้นวางเอกสาร			0.2	
2	หยิบสินค้าต่างๆ ตามใบงานสั่งซื้อ	2.1	หยิบเอกสารจากชั้นวางเอกสาร	7.0	0.5		
		2.2	ตรวจสอบตำแหน่งของสินค้า				2.5
		2.3	เดินไปหยิบสินค้า				2.0
		2.4	เดินกลับมาที่โต๊ะทำงาน				2.0
3	ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า	3.1	ตรวจสอบสินค้าในตะกร้าตาม SOP	1.2	0.5		
		3.2	ในกรณีสินค้ามีปัญหา จะทำการแยกสินค้าออก				0.3
		3.3	แจ้งพนักงาน ให้นำสินค้าชิ้นอื่นมาทดแทนชิ้นที่มีปัญหา			0.2	
		3.4	บันทึกข้อมูลลงในรายงานสินค้าเสียหาย		0.2		
4	จัดแบ่งสินค้าในตะกร้าแยกแต่ละคำสั่งซื้อ	4.1	เดินไปหยิบสินค้าใส่ตะกร้า	1.0	0.5		
		4.2	แยกประเภทสินค้าเปียกและสินค้าแห้ง				0.3
		4.3	เดินไปยังพื้นที่บรรจุสินค้า				0.2
5	บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์	5.1	นำสินค้าออกจากตะกร้า	3.0		0.5	
		5.2	จัดเตรียมกล่องบรรจุภัณฑ์		1.7		
		5.3	บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์		0.5		
		5.4	ปิดกล่องสินค้า		0.3		
6	ชั่งน้ำหนักสินค้า	6.1	ชั่งน้ำหนักกล่องสินค้า	1.0	0.3		
		6.2	ติดฉลากที่กล่องสินค้า		0.7		
7	จัดส่งสินค้า	7.1	นำกล่องสินค้าที่พร้อมวางบน Pallet	0.4	0.1		
		7.2	พนักงานขนส่งทำการตรวจสอบกล่องสินค้า		0.2		
		7.3	สินค้าถูกส่งออกจากคลังสินค้า				0.1
			ระยะเวลา	14.10	5.6	0.9	7.6
			Percentage		39.72%	6.38%	53.90%

จากตารางที่ 28 มีกิจกรรมทั้งหมด 7 กิจกรรม ประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย 23 กระบวนการ ซึ่งสามารถจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis ได้ดังแสดงในตารางที่ 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ

กิจกรรม	จำนวนกิจกรรม	เวลา (นาที)	สัดส่วน (%)
VA	12	5.6	39.72%
NVA	3	0.9	6.38%
NNVA	8	7.6	53.90%
รวม	**23**	**14.1**	**100%**

- กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added หรือ VA) มีจำนวน 12 กระบวนการ ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 5.6 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 39.72 ของกิจกรรมทั้งหมด

- กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added หรือ NVA) มีจำนวน 3 กระบวนการ ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 0.9 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 6.38 ของกิจกรรมทั้งหมด
- กระบวนการที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (Necessary Non-Value Added หรือ NNVA) มีจำนวน 8 กระบวนการ ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 7.6 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 53.9 ของกิจกรรมทั้งหมด

4.5.1.1 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในกระบวนคลังสินค้า

จากตารางที่ 28 พบว่ากิจกรรมที่ใช้ระยะเวลามาก คือ การหยิบสินค้าต่างๆ ตามใบงานสั่งซื้อ ใช้เวลาเฉลี่ย 7 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 49.6 ของกิจกรรมทั้งหมด โดยมีแนวทางแก้ไขปัญหา คือ จัดรูปแบบการวางสินค้าในคลังอาหารสดและกำหนดแผนผังเส้นทางการเดินค้นหาสินค้าในคลังให้ชัดเจน ทำให้สามารถรู้ตำแหน่งของสินค้าล่วงหน้าและลดการสูญเสียเวลาในการค้นหาสินค้าจากตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้า รวมทั้งยังตัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) และลดกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (NNVA) ซึ่งสามารถลดระยะเวลาของกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า จาก 14.1 นาทีต่อคำสั่งซื้อ เหลือ 9.55 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ได้ดังแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์โดยใช้หลักการ Value-Added Analysis หลังการปรับปรุงกระบวนการ

ขั้นตอนที่	กิจกรรม	ขั้นตอนย่อย	กระบวนการย่อย	ระยะเวลาก่อนการปรับปรุง (นาที/คำสั่งซื้อ)	จำแนกกระบวนการตามหลักการ VSM (นาที/คำสั่งซื้อ)			ระยะเวลาหลังการปรับปรุง (นาที/คำสั่งซื้อ)
					VA	NVA	NNVA	
1	รับใบงานสั่งซื้อสินค้า	1.1	หยิบใบงานและตรวจสอบรายละเอียดของใบสั่งซื้อ	0.5			0.2	0.2
		1.2	บันทึกชื่อรับรองการตรวจสอบคำสั่งซื้อ		0.1			0.1
		1.3	นำใบงานไปวางในชั้นวางเอกสาร			0.2		0
2	หยิบสินค้าต่างๆ ตามใบงานสั่งซื้อ	2.1	หยิบเอกสารจากชั้นวางเอกสาร	7.0	0.5			0.5
		2.2	ตรวจสอบตำแหน่งของสินค้า				2.5	1.0
		2.3	เดินไปหยิบสินค้า				2.0	1.0
		2.4	เดินกลับมาที่โต๊ะทำงาน				2.0	1.0
3	ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า	3.1	ตรวจสอบสินค้าในตะกร้าตาม SOP	1.2	0.5			0.5
		3.2	ในกรณีสินค้ามีปัญหา จะทำการแยกสินค้าออก				0.3	0.3
		3.3	แจ้งพนักงาน ให้นำสินค้าชิ้นอื่นมาทดแทนชิ้นที่มีปัญหา			0.2		0
		3.4	บันทึกข้อมูลลงในรายงานสินค้าเสียหาย		0.2			0.2
4	จัดแบ่งสินค้าในตะกร้าแยกแต่ละคำสั่งซื้อ	4.1	เดินไปหยิบสินค้าใส่ตะกร้า	1.0	0.5			0.5
		4.2	แยกประเภทสินค้าเปียกและสินค้าแห้ง				0.3	0.15
		4.3	เดินไปยังพื้นที่บรรจุสินค้า				0.2	0.2
5	บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์	5.1	นำสินค้าออกจากตะกร้า	3.0		0.5		0
		5.2	จัดเตรียมกล่องบรรจุภัณฑ์		1.7			1.7
		5.3	บรรจุสินค้าลงกล่องบรรจุภัณฑ์		0.5			0.5
		5.4	ปิดกล่องสินค้า		0.3			0.3
6	ชั่งน้ำหนักสินค้า	6.1	ชั่งน้ำหนักกล่องสินค้า	1.0	0.3			0.3
		6.2	ติดฉลากที่กล่องสินค้า		0.7			0.7
7	จัดส่งสินค้า	7.1	นำกล่องสินค้าที่พร้อมวางบน Pallet	0.4	0.1			0.1
		7.2	พนักงานขนส่งทำการตรวจสอบกล่องสินค้า		0.2			0.2
		7.3	สินค้าถูกส่งออกจากคลังสินค้า				0.1	0.1
			ระยะเวลา	14.10	5.6	0.9	7.6	9.55
			Percentage		39.72%	6.38%	53.90%	

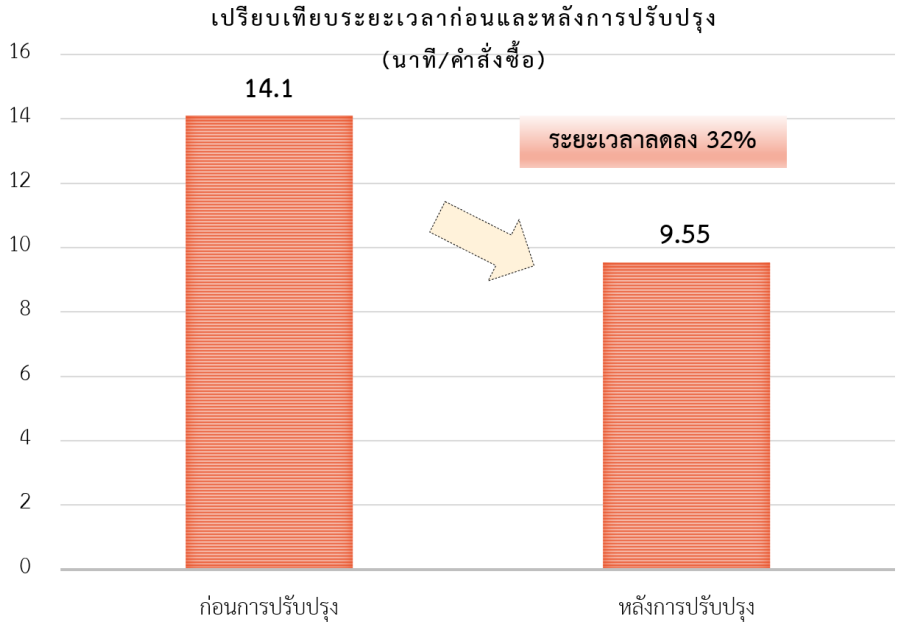
ซึ่งสามารถจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis ได้ดังแสดงในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมจำแนกตามหลักการ Value-Added Analysis

หลังการปรับปรุงกระบวนการ

กิจกรรม	จำนวนกิจกรรม	เวลา (นาที)	สัดส่วน (%)
VA	12	5.55	58.11%
NVA	0	0	0%
NNVA	8	4.0	41.88%
รวม	**20**	**9.55**	**100%**

- กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added หรือ VA) มีจำนวน 12 กระบวนการ ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 5.55 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 58.11 ของกิจกรรมทั้งหมด
- กระบวนการที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (Necessary Non-Value Added หรือ NNVA) มีจำนวน 8 กระบวนการ ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 4.0 นาทีต่อคำสั่งซื้อ คิดเป็นร้อยละ 41.88 ของกิจกรรมทั้งหมด



รูปที่ 35 เปรียบเทียบระยะเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ

4.5.2 การปรับปรุงกิจกรรมโดยใช้หลักการ 7 Waste

ผู้วิจัยได้นำหลักการ 7 Waste มาใช้ในการวิเคราะห์และ ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานที่มีความสูญเสีย ซึ่งแบ่งความสูญเสียได้ทั้งหมด 7 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป
2. ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น
3. ความสูญเสียจากการขนส่งและขนย้าย
4. ความสูญเสียกระบวนการที่ขาดประสิทธิผล
5. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว
6. ความสูญเสียจากการรอคอยและการว่างงาน
7. ความสูญเสียจากการผลิตของเสียหรือแก้ไขงานเสีย

ผู้วิจัยทำการศึกษาปัญหาและจัดทำแผนเพื่อลดความสูญเสีย โดยมีความสูญเสียที่สามารถปรับปรุงได้ทั้งสิ้น 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

จากการศึกษาวิธีการปรับปรุงความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นทำให้เกิดการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าที่ไม่มีความจำเป็น ส่งผลให้เกิดต้นทุนจมและวัสดุเสื่อมคุณภาพ การปรับตัวตามตลาดที่เปลี่ยนแปลงเป็นไปได้ยาก และต้องเพิ่มทรัพยากรอื่นๆ เพื่อการจัดการ เช่น อุปกรณ์ขนถ่าย พนักงาน คอมพิวเตอร์ควบคุม และอื่นๆ อีกทั้งการการเก็บของที่ไม่จำเป็นยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากความไม่เป็นระเบียบในการจัดเก็บสินค้า

<u>การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น</u>

การลดความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น จะกำหนดมาตรฐานในการจัดเก็บสินค้า เช่น จุดสูงสุดในการเก็บสินค้า จุดต่ำสุดในการเก็บสินค้า และจุดสั่งซื้อสินค้า รวมถึงการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) โดยการทำป้ายระบุตำแหน่ง มีการจัดทำ Standard Operation Procedure (SOP) ของการแพ็คสินค้า และกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพสินค้า (QC Checking standard) ดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 การปรับปรุงกระบวนการลดความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

Action	Picture
1. กำหนดปริมาณมาตรฐานในการจัดเก็บ (จุดสูงสุด, จุดต่ำสุด และจุดสั่งซื้อ)	
2. การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) โดยการทำป้ายระบุตำแหน่ง รวมถึงอุปกรณ์ที่ต้องมีการควบคุม	
3. จัดทำ Standard Operation Procedure (SOP) ของการแพ็คสินค้า รวมถึงกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพสินค้า (QC Checking standard)	

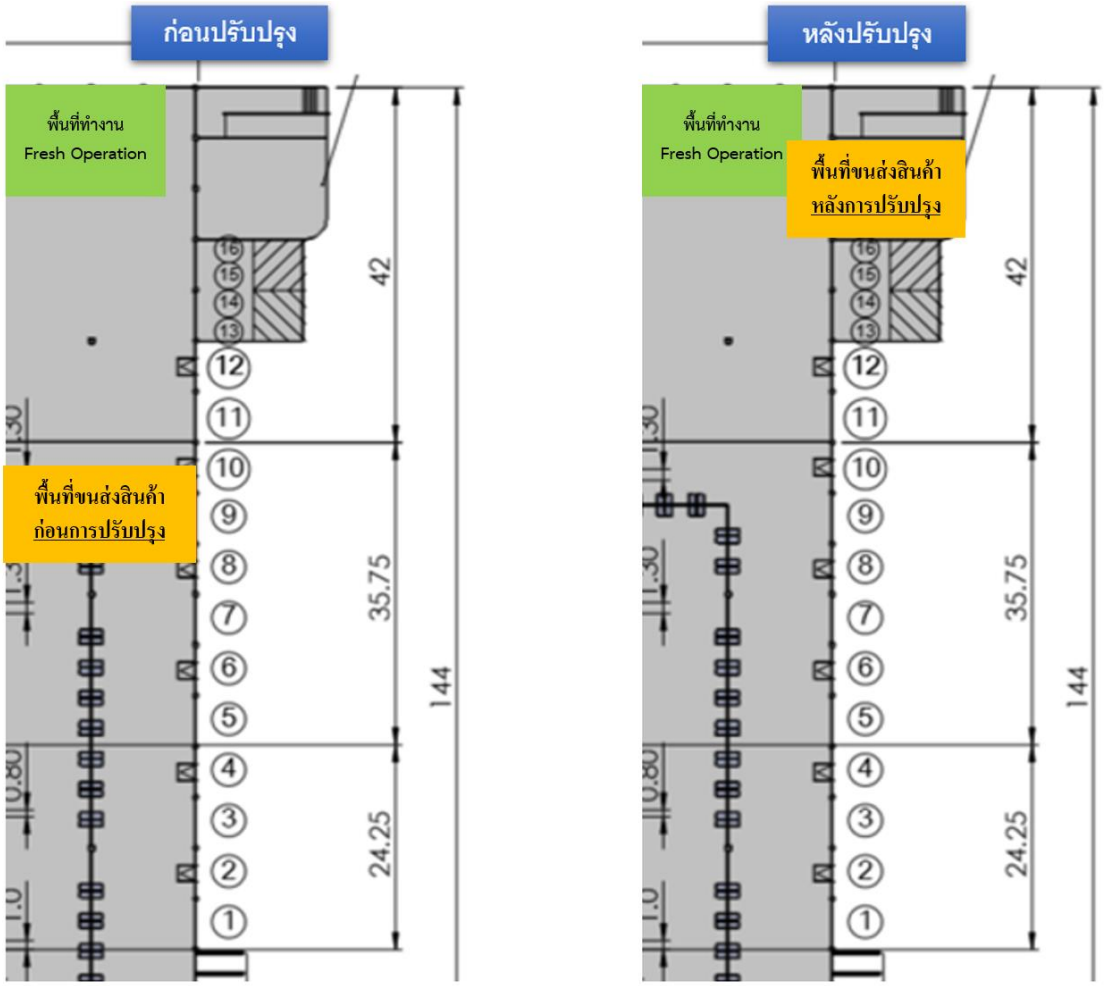
2. ความสูญเสียจากการขนส่งและขนย้าย

จากการศึกษากระบวนการทำงานของพนักงานพบว่าพื้นที่ทำงานของพนักงานในคลังสินค้าอาหารสดอยู่ไกลจากพื้นที่ขนส่งสินค้าเป็นระยะทางประมาณ 42 เมตร ซึ่งส่งผลต่อความเหนื่อยล้าและอาจเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงกระทบกับระยะเวลาในการทำงาน

<u>การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียจากการขนส่งและขนย้าย</u>

ผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของพื้นที่ขนส่งสินค้า (Shipping area) ให้ใกล้กับพื้นที่ทำงานในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Operation) เหลือเพียง 5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 36 ปรับเปลี่ยนตำแหน่งของพื้นที่ขนส่งสินค้า (Shipping area) ให้ใกล้กับพื้นที่ทำงานของคลังอาหารสด (Fresh Food) Operation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว

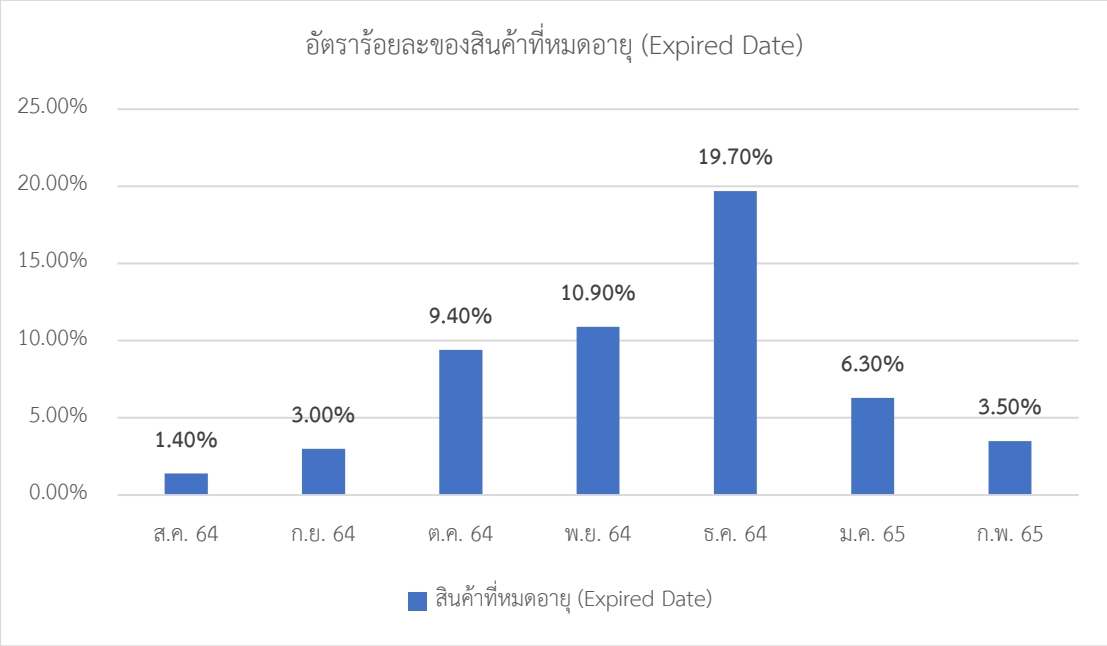
พิจารณาจากแผนผังในคลังสินค้า ตั้งแต่กระบวนการรับใบงานจนถึงขั้นตอนการส่งออก พบว่าการเดินหยิบสินค้าของพนักงาน สามารถวัดเป็นระยะทางที่ไกลสุด มีระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 7.45 เมตร

<u>การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียจากการขนส่งและขนย้าย</u>

จากการศึกษาด้านความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว สามารถนำหลักการ MBA Analysis มาใช้ในการปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 28 ซึ่งจากการคำนวณและจำลองการจัดวางสินค้าโดยใช้หลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 สามารถลดระยะทางจาก 7.45 เมตร เหลือ 6.81 เมตรได้ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 8.59

4. ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) และสินค้าหมดอายุ (Expired Date)

จากการศึกษากระบวนการทำงานของคลังสินค้า ของเสียจะไม่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน แต่ของเสียจะเกิดจากการเก็บสินค้าจนหมดอายุ (Expired date) จากข้อมูลอัตราร้อยละของสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date) ดังแสดงในรูปที่ 37 โดยมีข้อมูลตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 พบว่ามีสินค้าที่หมดอายุเฉลี่ย 7.74% ซึ่งข้อมูลเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 และเดือน กันยายน พ.ศ. 2564 ที่มีอัตราร้อยละสินค้าที่หมดอายุต่ำเนื่องจากมีคำสั่งซื้อน้อยมาก และทางบริษัทกรณีศึกษาได้ทำการกำหนดขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าเข้าคลัง ดังแสดงในรูปที่ 38 พบว่ามีต้นทุนสูญเสีย ทั้งเรื่องของวัตถุดิบและแรงงาน เพราะต้องมีการตรวจสอบสินค้าตามเวลาที่กำหนด ทำการคัดแยกของเสียและทำลาย รวมทั้งอาจทำให้การส่งมอบสินค้าล่าช้า เพราะไม่มีสินค้าในคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า รวมถึงยังสิ้นเปลืองสถานที่เก็บและกำจัดของเสีย



รูปที่ 37 อัตราร้อยละของสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date)

<u>การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียจากการสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date)</u>

การสั่งสินค้าเข้ามาเก็บสต็อกในคลังจะดำเนินการเมื่อตรวจสอบสินค้าคงคลังประจำเดือน ซึ่งพบว่าวันหมดอายุของสินค้าเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อปริมาณสินค้าที่หมดอายุ โดยกระบวนการเดิม ทางแผนกจัดซื้อจะสั่งซื้อสินค้าโดยไม่คำนึงถึงวันหมดอายุของสินค้า หรือ

สถานที่ในการจัดเก็บสินค้า โดยเปรียบเทียบกับการนำวิธีการ Cross Docking มาใช้ซึ่งจะเป็นการรับสินค้าเข้าและส่งสินค้าออกในเวลาเดียวกันหรือใช้เวลาสั้นที่สุดที่จะเก็บของในคลังสินค้าไม่จำเป็นต้องเก็บสินค้าในคลังไว้นาน ก่อนไปสู่กระบวนการกระจายสินค้าผ่านศูนย์กระจายสินค้า

จากระบบเดิมที่มีการสั่งซื้อ ผู้จัดจำหน่าย (Supplier) จะใช้เวลา 42 ชั่วโมงในการจัดส่งสินค้า โดยรายละเอียดของขั้นตอนการสั่งซื้อ ดังแสดงในรูปที่ 38 ซึ่งระบบใหม่มีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการสั่งซื้อโดยใช้วิธีการ Cross Docking ซึ่งสามารถลดการจัดเก็บสินค้าในคลังได้และทำให้สินค้าคงคลังที่จะหมดอายุลดน้อยลง รวมถึงใช้เวลาเพียง 31 ชั่วโมงในการจัดส่งสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 39

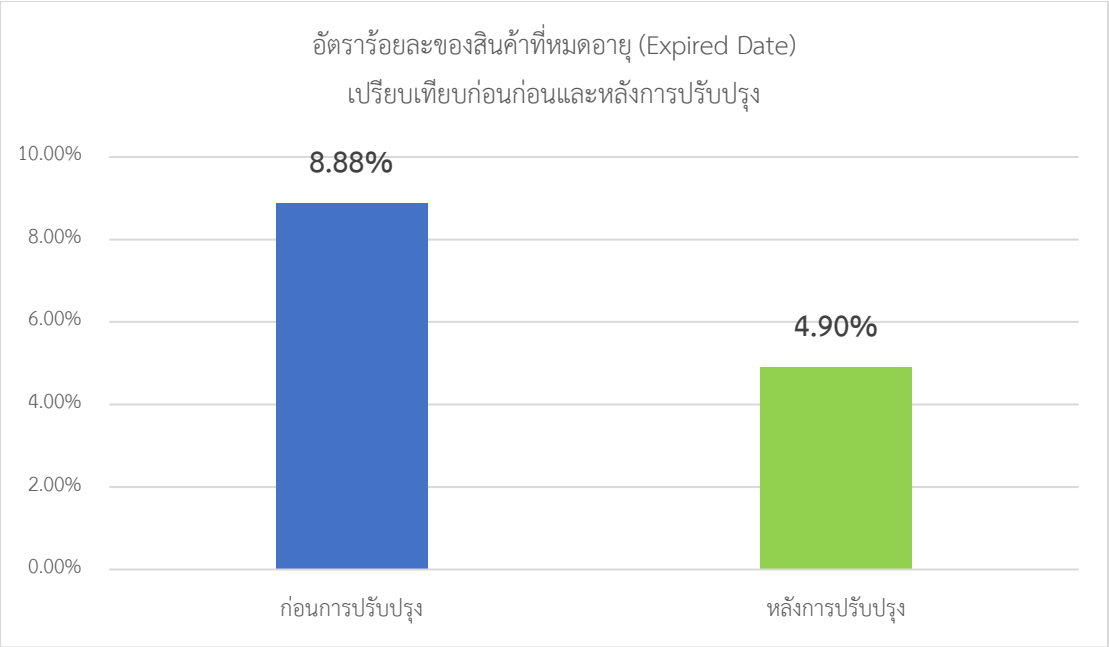
Chulalongkorn University

รูปที่ 38 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าเข้าคลัง ก่อนการปรับปรุง

รูปที่ 39 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าเข้าคลัง หลังการปรับปรุง

จากการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานส่งผลให้สินค้าที่หมดอายุลดลงจาก 8.88% (เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564) เหลือ 4.90% (เดือน มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565) ซึ่งแสดงให้ว่าสามารถลดอัตราการเกิดสินค้าที่หมดอายุลงได้ 44.82% ดังแสดงในรูปที่ 40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 40 อัตราร้อยละของสินค้าที่หมดอายุ (Expired Date) เปรียบเทียบก่อนก่อนและหลังการปรับปรุง

สรุปการปรับปรุงความสูญเสียในกระบวนการ 7 ประการในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ได้ศึกษากระบวนการทำงาน รวมถึงการวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้น เนื่องจากคลังสินค้าอาหารสดของบริษัทกรณีศึกษายังมีขนาดเล็กและอยู่ในช่วงการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงสามารถทำได้เลยโดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต พูดคุยกับพนักงานและข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยสามารถวัดผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 33 สรุปการกำหนดรายการตัวชี้วัดและเป้าหมาย เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงานที่มีความสูญเสียทั้ง 7 ประการ

ประเภทความสูญเสีย	วัตถุประสงค์	ตัวชี้วัดเพื่อลดความสูญเสีย	หน่วยวัด	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	หมายเหตุ
การผลิตมากเกินไป	-	-	-	-	-	
การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น	เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าคงคลัง	สินค้าเสื่อมคุณภาพ การปรับตัวตามตลาดที่เปลี่ยนแปลงเป็นไปได้ยาก	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	
การขนส่งและขนย้าย	เพื่อลดระยะทาง	ระยะทางการเดินในคลังสินค้า	เมตร	42	5	
กระบวนการที่ขาดประสิทธิผล	-	-	-	-	-	
การเคลื่อนไหว	เพื่อลดระยะทาง	ระยะทางการเดินในคลังสินค้า	เมตร	7.45	6.81	
การรอคอย	-	-	-	-	-	
สินค้าหมดอายุ ของเสีย (Expired Date)	เพื่อลดจำนวนสินค้าที่ต้องทำลายทิ้ง	อัตราร้อยละสินค้าที่หมดอายุ (Expired date)	ร้อยละ	8.88	4.90	

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน Work Instruction สำหรับกระบวนการหยิบสินค้าในคลัง เพื่อกำหนดแผนผังเส้นทางการเดินค้นหาสินค้าภายในคลังให้ชัดเจน ทำให้สามารถรู้ตำแหน่งของสินค้าได้ล่วงหน้าและลดการสูญเสียระยะเวลาในการค้นหาสินค้าจากตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้าที่มีการจัดเก็บอย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

WORK INSTRUCTION	
Document #: WI001 ตำแหน่งการหยิบสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)	**Revision**: 01

1. วัตถุประสงค์ (Purpose)

1.1. เพื่อใช้บ่งชี้ตำแหน่งในการหยิบสินค้าต่าง ๆตามตู้แช่เย็นและชั้นวางของในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

2. ขอบเขต (Scope)

2.1. เพื่อใช้ในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

3. คำนิยาม/ตัวย่อ (Definitions/Abbreviation)

3.1. R = ตู้แช่เย็น

3.2. S = ชั้นวางของ

3.3. A – V = ประเภทของสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

4. เอกสารอ้างอิง (Reference Documents)

4.1. SOP 001 Warehouse Management

5. ขั้นตอนการทำงาน	**Responsible**
1. หยิบเอกสารจากชั้นวางเอกสาร 2. ตรวจสอบตำแหน่งสินค้า 3. เดินไปหยิบสินค้า 4. เดินกลับมาที่โต๊ะ	พนักงานหยิบสินค้า (Picker)

6. แผนผังตำแหน่งตู้แช่เย็นและชั้นวางของในคลัง

Location	Product
R1-R3	B
R4-R9	A
R10	G, H, K
R11	M, Q, E
R12	D, J
S1	F, I
S2	L, N
S3	O, P
S4	R, S
S5	U, V
S6-S10	C

The information contained in this document is Confidential and Proprietary Business Information and is uncontrolled if printed or downloaded.

รูปที่ 41 คู่มือปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการหยิบสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

บทที่ 5
สรุปผลการปรับปรุงและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์” มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงกระบวนการในการจัดเตรียมสินค้าและกำหนดตำแหน่งของสินค้าในคลังให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อลดเวลาในการจัดเตรียมสินค้าต่อคำสั่งซื้อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการทำงานของคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) เพื่อรองรับการเติบโตของธุรกิจในอนาคต ซึ่งได้ศึกษารูปแบบการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้ากรณีศึกษาโดยส่วนใหญ่จะนำเครื่องมือ ABC Analysis มาใช้ในการจัดการในคลังและจัดสินค้า โดยผู้วิจัยได้นำหลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด หรือ Market Basket Analysis (MBA) มาใช้ในการวิเคราะห์กลุ่มสินค้าที่มีโอกาสจะซื้อร่วมกันและนำมาทำการจัดตำแหน่งสินค้าในคลัง เพื่อช่วยบริหารจัดการในจัดเก็บสินค้าได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วมากขึ้น รวมทั้งยังใช้ประโยชน์ในการวางแผนการตลาดล่วงหน้าหรือวางแผนการจัดทำโปรแกรมส่งเสริมการขายเพื่อรองรับการเติบโตของธุรกิจในอนาคต

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์พื้นที่การจัดเก็บสินค้าในคลังอากหารสดจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บ 2 ประเภทคือตู้แช่เย็น และชั้นวางของ 1.ตู้แช่เย็นจะใช้เก็บ ผัก ผลไม้ อาหารสด และมีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันการเน่าเสียของสินค้า 2. ชั้นวางของที่ตั้งอยู่ภายในคลังและไม่มีการควบคุมอุณหภูมิให้เก็บอาหารแห้ง จากการคำนวณจำนวนสินค้าที่สามารถจัดเก็บในตู้แช่เย็น สามารถเก็บสินค้าได้มากสุด 2,400 ชิ้นโดยมีจำนวนตู้แช่เย็นทั้งหมด 12 เครื่อง แต่ละตู้แช่เย็นจะมี 5 ชั้น ซึ่ง 1 ชั้นสามารถเก็บสินค้าได้ 4 SKU (Stock Keeping Unit) และ1 SKU สามารถเก็บสินค้าได้ 10 ชิ้น สำหรับชั้นวางของสามารถเก็บสินค้าได้ 1,600 ชิ้นโดยมีจำนวนชั้นวางของทั้งหมด 10 ตัว แต่ละชั้นวางของจะมี 4 ชั้น ซึ่ง 1 ชั้นสามารถเก็บสินค้าได้ 4 SKU (Stock Keeping Unit) และ1 SKU สามารถเก็บสินค้าได้ 10 ชิ้น รวมจำนวนสินค้าที่สามารถจัดเก็บได้ทั้งหมด 4,000 ชิ้น จากข้อมูลสินค้าคงคลังของบริษัท ทำให้ทราบถึงจำนวนสินค้าที่จะจัดเก็บในคลังสินค้า โดยมีจำนวนต่ำที่สุดคือ 1,980 ชิ้น จำนวนสูงที่สุด คือ 3,290 ชิ้น และมีค่าเฉลี่ย คือ 2,196 ชิ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับจำนวนสูงสุดที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คลังสินค้าสามารถจัดเก็บสินค้าได้คือ 4000 ชิ้น ซึ่งสามารถรองรับกับจำนวนคำสั่งซื้อของลูกค้าในปัจจุบันได้

2. การจัดตำแหน่งสินค้าโดยใช้หลักการ ABC Analysis เพื่อจำแนกประเภทของสินค้า โดยนำข้อมูลคำสั่งซื้อของสินค้าตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 โดยใช้มูลค่าของสินค้ามาเป็นหลักในการจัดเก็บสินค้า ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้ สินค้ากลุ่ม A ที่มีสินค้าคงคลังอยู่ที่ 15-20% และมีมูลค่ารวมประมาณ 75-80% จะประกอบไปด้วยสินค้า 5 ประเภท คือ C, A, B, M และ J สินค้ากลุ่ม B ที่มีสินค้าคงคลังอยู่ที่ 30-40% และมีมูลค่ารวมประมาณ 15% จะประกอบไปด้วยสินค้า 5 ประเภท คือ L, D, K, I และ O สินค้ากลุ่ม C ที่มีสินค้าคงคลังอยู่ที่ 40-50% และมีมูลค่ารวมประมาณ 5-10% จะประกอบไปด้วยสินค้า 11 ประเภท คือ G, R, N, Q, H, E, V, S, P, U และ T ซึ่งค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ คือ 7.15 เมตร
3. วิเคราะห์การจัดวางสินค้าอาหารสดโดยใช้หลักการ MBA Analysis ซึ่งแบ่งแนวคิดย่อยออกเป็น 2 แบบ ดังนี้
    3.1 Support Based Model โดยใช้ค่า Support ของแต่ละประเภทสินค้ากับระยะทางในการจัดเก็บสินค้ามาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ ซึ่งค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ คือ 6.97 เมตร
    3.2 Association Rule Based Model โดยใช้ค่า Lift ของแต่ละประเภทสินค้ากับระยะทางในการจัดเก็บสินค้ามาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ รวมถึงต้องพิจารณาว่าสินค้าที่มีความสัมพันธ์กันสามารถวางคู่กันที่ตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้าได้หรือไม่ ซึ่งแบ่งการทดสอบ MBA Association Rule Based Model ออกเป็น 3 แบบ ดังนี้
        3.2.1 แบบที่ 1 ทดลองจากค่า Support 1%, Confidence 50% และ lift 1.0 มีค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ คือ 6.81 เมตร
        3.2.2 แบบที่ 2 ทดลองจากค่า Support 2%, Confidence 50% และ lift 1.0 มีค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ คือ 6.99 เมตร
        3.2.3 แบบที่ 3 ทดลองจากค่า Support 3%, Confidence 50% และ lift 1.0 มีค่าเฉลี่ยระยะทางสูงสุดของแต่ละคำสั่งซื้อ คือ 6.99 เมตร

เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะทางก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงทั้ง 5 รูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าการจัดวางสินค้าตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 สามารถลดระยะทางในการเดินหยิบสินค้าในคลังได้มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่สุด แต่ก็จะมีความซับซ้อนในการวิเคราะห์และการกำหนดพื้นที่จัดวางสินค้ามากกว่าหลักการ MBA Support Based Model ที่ให้ผลลัพธ์ของระยะทางใกล้เคียงกัน

4. การปรับปรุงกระบวนการและแผนผังในคลังสินค้าโดยใช้หลักการลีน (Lean) ได้จัดรูปแบบการวางสินค้าในคลังอาหารสดและกำหนดแผนผังเส้นทางการเดินค้นหาสินค้าในคลังให้ชัดเจน ทำให้สามารถรู้ตำแหน่งของสินค้าล่วงหน้าและลดการสูญเสียเวลาในการค้นหาสินค้าจากตู้แช่เย็นหรือชั้นวางสินค้า รวมทั้งยังตัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) และลดกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (NNVA) ซึ่งสามารถลดระยะเวลาของกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า จาก 14.1 นาทีต่อคำสั่งซื้อ เหลือ 9.55 นาที คิดเป็นร้อยละ 32 เมื่อเทียบกับระยะเวลาก่อนการปรับปรุง

ส่วนการปรับปรุงกิจกรรมโดยใช้หลักการ 7 Waste มีความสูญเสียที่สามารถปรับปรุงได้ทั้งสิ้น 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

   กำหนดมาตรฐานในการจัดเก็บสินค้า เช่น จุดสูงสุดในการเก็บสินค้า จุดต่ำสุดในการเก็บสินค้า และจุดสั่งซื้อสินค้า รวมถึงการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) โดยการทำป้ายระบุตำแหน่ง มีการจัดทำ Standard Operation Procedure (SOP) ของการแพ็คสินค้า และกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพสินค้า (QC Checking standard)

2. ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น

   ทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของพื้นที่ขนส่งสินค้า (Shipping area) ให้ใกล้กับพื้นที่ทำงานในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Operation) มากขึ้น จากระยะทาง 42 เมตร เหลือเพียง 5 เมตร

3. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว

   ผลการทดลองตามหลักการ MBA Association Rule Based Model แบบที่ 1 พบว่าการบริหารจัดการสินค้าในคลังสามารถลดระยะทางจาก 7.45 เมตร เหลือ 6.81 เมตร คิดเป็น 8.59% รวมทั้งยังเป็นการปรับปรุงแผนผังของการวางสินค้า ลดการทำงานซ้ำซ้อน และสามารถจัดวางสินค้าที่ลูกค้าต้องการอยู่ใกล้กัน ทำให้พนักงานเดินหยิบได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น

4. ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) และสินค้าหมดอายุ (Expired Date)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการสั่งซื้อโดยใช้วิธีการ Cross Docking ซึ่งสามารถลดการจัดเก็บสินค้าในคลังได้และทำให้สินค้าคงคลังที่จะหมดอายุลดน้อยลง รวมถึงลดระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าจาก 42 ชั่วโมง เหลือ 31 ชั่วโมง ส่งผลให้สินค้าที่หมดอายุลดลงจาก 8.88% เหลือ 4.90% ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 44.82

จึงสามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงการจัดวางสินค้าในคลังสินค้าตามหลักการ MBA (Market Basket Analysis) จะสามารถกำหนดตำแหน่งการจัดวางของสินค้าตามความต้องการของลูกค้าและเข้าใจพฤติกรรมของลูกค้า รวมถึงยังมีระยะทางในการจัดเก็บสินค้าน้อยกว่าการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าตามหลักการ ABC Analysis ที่จะมุ่งเน้นมูลค่าของสินค้าเป็นหลัก ในส่วนของการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้หลักการลีนเพื่อให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า (NVA) รวมทั้งใช้หลักการ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่าย (Simplify) – ECRS เพื่อรวบรวมบ้างกิจกรรมเข้าด้วยกัน ในส่วนของการกำจัดความสูญเสีย 7 ประการเป็นอีกหลักการหนึ่งที่นำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อเพิ่มผลผลิต (Productivity) และเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่ามากขึ้น

5.2 การอภิปรายผล

จากาการศึกษาวิจัย เรื่องการปรับปรุงตำแหน่งการวางอาหารสดและกระบวนการขาออกสำหรับคลังสินค้าของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ พบว่าระบบการจัดเก็บสินค้ารูปแบบ MBA (Market Basket Analysis) เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับบริษัทที่ต้องการจัดเก็บสินค้าที่มีความสัมพันธ์กันอยู่ใกล้กันตามกฎความสัมพันธ์ ซึ่งการจัดเก็บสินค้าที่มีระยะทางใกล้กับพื้นที่จัดส่ง มีความสำคัญเป็นอย่างมากและยังเพิ่มประสิทธิผลในการทำงานของพนักงานได้ โดยมีรายละเอียดการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ตำแหน่งการวางสินค้าบริษัทกรณีศึกษา พบว่าไม่ได้คำนึงถึงตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า ทำให้เกิดความล่าช้าในการหยิบสินค้าจากตู้แช่เย็นจนถึงพื้นที่จัดส่ง ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของ ศศิวรรณ เสรี (2563) กล่าวถึงการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานฟอกย้อมเครื่องหนัง โดยใช้หลักการ ABC Classification และหลักการเข้าก่อนออกก่อน (Fist in First out) ในการจัดกลุ่มสินค้า ทำให้ลดเวลาการทำงานลดได้จริง 50%, ลดเวลาขั้นตอนการจัดเก็บลง 47% และ ลดข้อผิดพลาดระหว่างขั้นตอนการบันทึก 2%

2. งานวิจัยส่วนใหญ่จะกล่าวถึงการนำหลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) และกฎความสัมพันธ์ (Association Rule) เพื่อนำไปใช้พัฒนาในแง่ของการตอบสนองพฤติกรรมและความต้องการของลูกค้า ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำประโยชน์ของหลักการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) และกฎความสัมพันธ์ (Association Rule) มาประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า
3. การปรับปรุงกระบวนการแบบลีน (Lean) และ7 Waste ในคลังสินค้า ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของ วทัญญู ทัศนเอี่ยม (2556) อธิบาย คำว่า “Lean” แปลว่าไม่มีไขมัน ในที่นี้การผลิตแบบลีนจะหมายถึง การผลิตโดยปราศจากความสูญเสียในทุกกระบวนการเกิดจากการปรับลดหรือตัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก โดยมุ่งเน้นในเรื่องการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยทำการขจัดความสูญเสีย (Waste) ต่างๆของงานและเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction) และเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Ketchanchai et al. (2021) ได้กล่าวว่าการศึกษาครั้งนี้ใช้การผลิตแบบลีนเพื่อวิเคราะห์ปรับปรุงและกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นผ่านการทำแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการจัดการคลังสินค้าของบริษัท ผลิตน้ำตาลในประเทศไทย การวิเคราะห์ปริมาณงานถูกใช้เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมภายในกระบวนการดำเนินงาน การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่าย (Simplify) - ECRS ถูกใช้เพื่อลดความซับซ้อน กำจัดและรวมกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า (NVA) ที่มีบ่อยขึ้นและมีระยะเวลาที่นานขึ้นได้รับการพิจารณาเพื่อปรับปรุง จากผลงานวิจัยนี้การนำหลักการลีนและการลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในกระบวนการดำเนินงานสามารถลดลงคิดเป็นร้อยละ 32 เมื่อเทียบกับระยะเวลาก่อนการปรับปรุง
4. การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) สามารถตรวจพบความสูญเสียได้ดังนี้คือ 1.มีสินค้าคงคลังมากเกินไป 2.การขนส่งและขนย้าย 3.การเคลื่อนไหว 4.ของเสียที่เกิดจากสินค้าหมดอายุ (Expired Date) ซึ่งการกำจัดความสูญเสียบางเรื่องยังไม่สามารถทำได้ จากการลดความสูญเสียในกระบวนการทำงานของคลังสินค้า ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิต (Productivity) ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้คุ้มค่ามากที่สุด และยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานภายในคลังสินค้าทำให้สามารถส่งสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การบริหารจัดการคลังสินค้า โดยใช้หลักการในการจัดกลุ่มสินค้า เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งในจัดวางสินค้าในคลังสินค้านับว่ามีความสำคัญอย่างมาก เพราะนอกจากจะช่วยลดระยะทางในการจัดเก็บสินค้า ยังส่งผลดีต่อธุรกิจในด้านอื่นๆด้วย เช่น การบริหารจำนวนพนักงานที่เหมาะ, การใช้พื้นที่ในคลังสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด, การบริหารจัดการสิ่งค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพและที่สำคัญจะช่วยให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการซื้อของลูกค้า เพื่อการแข่งขันในธุรกิจ

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. เนื่องจากคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) เพิ่งเริ่มต้นทำธุรกิจในช่วงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 จึงทำให้ข้อมูลคำสั่งซื้อที่นำมาใช้ยังมีจำนวนไม่มาก
2. การคำนวณพื้นที่จัดเก็บสินค้าในคลัง (Capacity) ใช้หลักการคำนวณอย่างง่าย
3. การนำหลักการ MBA Association Rule Based Model ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นอาจจะต้องคำนึงถึงกลุ่มสินค้าที่หลากหลายหรือจำนวนคำสั่งซื้อที่มากขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. งานวิจัยนี้ใช้หลักการ MBA (Market Basket Analysis) ในการออกแบบแผนผังในคลังสินค้าอาหารสด ซึ่งสามารถนำหลักการ MBA (Market Basket Analysis) ไปประยุกต์กับคลังสินค้าและธุรกิจประเภทอื่นได้
2. งานวิจัยในอนาคต หากมีการทดลองนำระยะทางที่ใช้เดินหยิบสินค้าจริงมาวัดผลจะทำให้สามารถประเมินผลการจัดตำแหน่งใหม่ด้วยวิธี MBA Support Based Model และ MBA Association Rule Based Model ได้ชัดเจนมากขึ้น
3. กรณีที่มีกลุ่มสินค้าหรือจำนวนคำสั่งซื้อเพิ่มมากขึ้น การคำนวณระยะทางตามหลักการ MBA Association Rule Based Model จะมีประโยชน์มากขึ้น และสามารถจัดวางสินค้าได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย
4. กรณีที่มีจำนวนคำสั่งซื้อมากขึ้น สามารถทดลองแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้สำหรับสอน (Training) และทดสอบ (Testing) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลได้ชัดเจนมากขึ้น
5. เพื่อให้การปรับปรุงเห็นผลและสามารถใช้ในระยะยาว การพิจารณาลดความสูญเสีย 7 ประการ (7 waste) ควรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการตรวจสอบ (Audit) ทุกๆเดือนและมีการให้คะแนนพนักงานทุกคนที่มีส่วนรวมในการพัฒนา เพื่อรองรับการเติบโตของธุรกิจในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

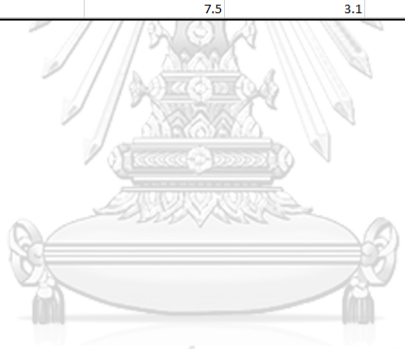
ข้อมูลคำสั่งซื้อและการคำนวณหาระยะทาง

ตารางที่ ก-1 ตัวอย่างของชุดข้อมูลคำสั่งซื้อตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

Order SN	Quantity	Item Price	Category group
210916ENWKGVVE	3	8	A
210920PQ7XSDKJ	4	25	B
210920PC0M3THM	2	32	V
210920PC0M3THM	1	129	C
210920PC0M3THM	1	67	P
210920PC0M3THM	1	58	A
210919P9GY5KFG	1	46	A
210919P9GY5KFG	1	9	A
210919P9GY5KFG	1	20	A
210919P9GY5KFG	1	20	A
210919P9GY5KFG	1	13	A
210919P9GY5KFG	1	19	S
210919P9GY5KFG	1	22	A
210919P9GY5KFG	1	13	A
210919P4EH6ADK	2	12	A
210919P4EH6ADK	1	126	A
210919P4EH6ADK	1	44	A
210919P4EH6ADK	1	34	A
210919P21Y75KR	1	25	A
210919P21Y75KR	2	129	S
210919NYK23E2S	1	25	A
210919NYK23E2S	2	32	A
210919NYK23E2S	2	34	A
210919NYK23E2S	1	86	A
210919NYK23E2S	1	126	A
210919NYK23E2S	1	36	A
210919NWKYBYVV	1	129	S
210919NWKYBYVV	1	48	S
210919NWKYBYVV	3	25	A
210919MN01NK1U	1	32	A
210919MN01NK1U	1	15	A
210919MN01NK1U	1	22	A
210919MN01NK1U	1	20	A
210919MN01NK1U	1	27	A
210919MN01NK1U	2	9	A
210919MN01NK1U	1	23	A
210919MN01NK1U	1	21	A
210919MG3X9AX2	2	9	A

ตารางที่ ก-2 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูก mapping ด้วยผลของระยะทางที่ถูกจัดขึ้นใหม่ในแต่ละ condition

Order SN	Quantity	Item Price	Category group	Current distance	ABC	MBA (Support)	MBA (Associate) - 1	MBA (Associate) - 2
210916ENWKGVVE	3	8	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210920PQ7XSDKJ	4	25	B	4.8	6.6	6.6	6.6	6.6
210920PC0M3THM	2	32	V	8.2	6.2	6.2	6.2	6.2
210920PC0M3THM	1	129	C	4.2	3.8	3.8	3.8	3.8
210920PC0M3THM	1	67	P	6.2	7.4	7.2	7.2	7.2
210920PC0M3THM	1	58	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	46	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	9	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	20	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	20	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	13	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	19	S	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2
210919P9GY5KFG	1	22	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P9GY5KFG	1	13	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P4EH6ADK	2	12	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P4EH6ADK	1	126	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P4EH6ADK	1	44	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P4EH6ADK	1	34	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P21Y75KR	1	25	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919P21Y75KR	2	129	S	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2
210919NYK23E2S	1	25	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NYK23E2S	2	32	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NYK23E2S	2	34	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NYK23E2S	1	86	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NYK23E2S	1	126	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NYK23E2S	1	36	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919NWKYBYVV	1	129	S	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2
210919NWKYBYVV	1	48	S	7.2	7.4	7.2	7.2	7.2
210919NWKYBYVV	3	25	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	1	32	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	1	15	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	1	22	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	1	20	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	1	27	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1
210919MN01NK1U	2	9	A	7.5	3.1	3.1	3.1	3.1



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณการหาระยะทางสูงสุดของสินค้า

รูปที่ ข-1 ภาพตัวอย่างการหาระยะทางสูงสุดจากตำแหน่งสินค้าปัจจุบันของแต่ละ คำสั่งซื้อ โดยใช้เครื่องมือPivot

Original

Order SN	Category group	Current distance
210916ENWKGVVE	A	7.5
210920PQ7XSDKJ	B	4.8
210920PC0M3THM	V	8.2
210920PC0M3THM	C	4.2
210920PC0M3THM	P	6.2
210920PC0M3THM	A	7.5
210919P9GY5KFG	A	7.5
210919P9GY5KFG	S	7.2
210919P4EH6ADK	A	7.5
210919P21Y75KR	A	7.5
210919P21Y75KR	S	7.2
210919NYK23E2S	A	7.5
210919NWKYBYVV	S	7.2
210919NWKYBYVV	A	7.5
210919MN01NK1U	A	7.5
210919MG3X9AX2	A	7.5
210919MG3X9AX2	S	7.2
210916EP9JNEVB	A	7.5
210919M22SNHVA	A	7.5
210919M22SNHVA	S	7.2
210918HQX1U0PX	S	7.2
210919KUY6RPVB	S	7.2
210918KHGSEBA6	S	7.2
210918KHGSEBA6	A	7.5
210917H15URYJG	A	7.5
210917H15URYJG	S	7.2
210917F2ENY1U6	A	7.5
210917F2ENY1U6	S	7.2
210918JTY8U6BK	A	7.5
210918JT4SD5JW	A	7.5
210918JT4SD5JW	S	7.2
210918JE4HMM7N	A	7.5
210918HMSN3R5P	A	7.5
210918HMSN3R5P	S	7.2

Order SN	Max of Current distance
2.11227E+13	8.2
2108313CB3XYBD	8.2
2108313DPJ8TXA	8.2
2108313F4A2D8B	8.2
2109013RTSJ5TS	8.2
2109013S2WW3PX	7.5
2109013S4EJ00M	7.2
2109014N3TM706	7.5
2109014QVE5DG8	8.2
21090152WADHF1	8.2
21090155CJDBHN	7.2
21090156F6BBPQ	7.2
21090156HSJ886	8.2
21090157MM9V5F	7.2
210901592RRVMN	8.2
2109015E48B20N	8.2
2109015G7YBSMQ	8.2
2109015MATWNAD	8.2
2109015UTKC1U2	8.2
210901607M22B9	8.2
21090161DEY64Y	8.2
21090161JF8S67	8.2
21090161MG17CM	7.2
21090265DF76V7	7.2
21090268DB065B	8.2
21090268Y5C1FH	8.2
21090269BD71AK	7.2
2109026AKH69B4	8.2
2109026APEJPKB	8.2
2109026BC0YT8P	7.2
2109027255GXT2	7.2
21090276ND8QTC	8.2
21090276XP3C2Y	7.2

รูปที่ ข-2 ตัวอย่างการหาระยะทางสูงสุดจากตำแหน่งสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อที่ถูกจัดเรียงตามหลักการ ABC ของคลังสินค้ากรณีศึกษา โดยใช้เครื่องมือ Pivot

ABC Condition

Order SN	Category group	ABC
210916ENWKGVVE	A	3.1
210920PQ7XSDKJ	B	6.6
210920PC0M3THM	V	6.2
210920PC0M3THM	C	3.8
210920PC0M3THM	P	7.4
210920PC0M3THM	A	3.1
210919P9GY5KFG	A	3.1
210919P9GY5KFG	S	7.4
210919P4EH6ADK	A	3.1
210919P21Y75KR	A	3.1
210919P21Y75KR	S	7.4
210919NYK23E2S	A	3.1
210919NWKYBYVV	S	7.4
210919NWKYBYVV	A	3.1
210919MN01NK1U	A	3.1
210919MG3X9AX2	A	3.1
210919MG3X9AX2	S	7.4
210916EP9JNEVB	A	3.1
210919M22SNHVA	A	3.1
210919M22SNHVA	S	7.4
210918HQX1U0PX	S	7.4
210919KUY6RPVB	S	7.4
210918KHGSEBA6	S	7.4
210918KHGSEBA6	A	3.1
210917H15URYJG	A	3.1
210917H15URYJG	S	7.4
210917F2ENY1U6	A	3.1
210917F2ENY1U6	S	7.4
210918JTY8U6BK	A	3.1
210918JT4SD5JW	A	3.1
210918JT4SD5JW	S	7.4
210918JE4HMM7N	A	3.1
210918HMSN3R5P	A	3.1
210918HMSN3R5P	S	7.4

Row Labels	Max of ABC
2.11227E+13	6.2
2108313CB3XYBD	8.2
2108313DPJ8TXA	8.2
2108313F4A2D8B	8.2
2109013RTSJ5TS	8.2
2109013S2WW3PX	3.1
2109013S4EJ00M	7.4
2109014N3TM706	3.1
2109014QVE5DG8	8.2
21090152WADHF1	8.2
21090155CJDBHN	7.4
21090156F6BBPQ	7.4
21090156HSJ886	8.2
21090157MM9V5F	7.4
210901592RRVMN	8.2
2109015E48B20N	8.2
2109015G7YBSMQ	8.2
2109015MATWNAD	8.2
2109015UTKC1U2	8.2
210901607M22B9	8.2
21090161DEY64Y	8.2
21090161JF8S67	8.2
21090161MG17CM	7.4
21090265DF76V7	7.4
21090268DB065B	8.2
21090268Y5C1FH	8.2
21090269BD71AK	7.4
2109026AKH69B4	8.2
2109026APEJPKB	8.2
2109026BC0YT8P	7.4
2109027255GXT2	7.4
21090276ND8QTC	8.2
21090276XP3C2Y	7.4
2109027AV3V5F3	8.2

รูปที่ ข-3 ตัวอย่างการหาระยะทางสูงสุดจากตำแหน่งสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อที่ถูกจัดเรียงโดยค่า Support ตามหลักทฤษฎี Apriori ของ MBA โดยใช้เครื่องมือ Pivot

MBA (Support)

Order SN	Category group	MBA (Support)
210916ENWKGVVE	A	3.10
210920PQ7XSDKJ	B	6.60
210920PC0M3THM	V	6.20
210920PC0M3THM	C	3.80
210920PC0M3THM	P	7.20
210920PC0M3THM	A	3.10
210919P9GY5KFG	A	3.10
210919P9GY5KFG	S	7.20
210919P4EH6ADK	A	3.10
210919P21Y75KR	A	3.10
210919P21Y75KR	S	7.20
210919NYK23E2S	A	3.10
210919NWKYBYVV	S	7.20
210919NWKYBYVV	A	3.10
210919MN01NK1U	A	3.10
210919MG3X9AX2	A	3.10
210919MG3X9AX2	S	7.20
210916EP9JNEVB	A	3.10
210919M22SNHVA	A	3.10
210919M22SNHVA	S	7.20
210918HQX1U0PX	S	7.20
210919KUY6RPVB	S	7.20
210918KHGSEBA6	S	7.20
210918KHGSEBA6	A	3.10
210917H15URYJG	A	3.10
210917H15URYJG	S	7.20
210917F2ENY1U6	A	3.10
210917F2ENY1U6	S	7.20
210918JTY8U6BK	A	3.10
210918JT4SD5JW	A	3.10
210918JT4SD5JW	S	7.20
210918JE4HMM7N	A	3.10
210918HMSN3R5P	A	3.10
210918HMSN3R5P	S	7.20

Order SN	Max of MBA (Support)
2.11227E+13	6.2
2108313CB3XYBD	8.2
2108313DPJ8TXA	8.2
2108313F4A2D8B	8.2
2109013RTSJ5TS	8.2
2109013S2WW3PX	3.1
2109013S4EJ00M	7.2
2109014N3TM706	3.1
2109014QVE5DG8	8.2
21090152WADHF1	8.2
21090155CJDBHN	7.2
21090156F6BBPQ	7.2
21090156HSJ886	8.2
21090157MM9V5F	7.2
210901592RRVMN	8.2
2109015E48B20N	8.2
2109015G7YBSMQ	8.2
2109015MATWNAD	8.2
2109015UTKC1U2	8.2
210901607M22B9	8.2
21090161DEY64Y	8.2
21090161JF8S67	8.2
21090161MG17CM	7.2
21090265DF76V7	7.2
21090268DB065B	8.2
21090268Y5C1FH	8.2
21090269BD71AK	7.2
2109026AKH69B4	8.2
2109026APEJPKB	8.2
2109026BC0YT8P	7.2
2109027255GXT2	7.2
21090276ND8QTC	8.2
21090276XP3C2Y	7.2
2109027AV3V5F3	8.2

รูปที่ ข-4 ตัวอย่างการหาระยะทางสูงสุดจากตำแหน่งสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อที่ถูกจัดเรียงโดยค่า Support และ Association Rule ตามหลักทฤษฎี Apriori ของ MBA โดยใช้เครื่องมือ Pivot

MBA (Associate) - 1		
Order SN	Category group	MBA (Associate) - 1
210916ENWKGVVE	A	3.1
210920PQ7XSDKJ	B	6.6
210920PC0M3THM	V	6.2
210920PC0M3THM	C	3.8
210920PC0M3THM	P	7.2
210920PC0M3THM	A	3.1
210919P9GY5KFG	A	3.1
210919P9GY5KFG	S	7.2
210919P4EH6ADK	A	3.1
210919P21Y75KR	A	3.1
210919P21Y75KR	S	7.2
210919NYK23E2S	A	3.1
210919NWKYBYVV	S	7.2
210919NWKYBYVV	A	3.1
210919MN01NK1U	A	3.1
210919MG3X9AX2	A	3.1
210919MG3X9AX2	S	7.2
210916EP9JNEVB	A	3.1
210919M22SNHVA	A	3.1
210919M22SNHVA	S	7.2
210918HQX1U0PX	S	7.2
210919KUY6RPVB	S	7.2
210918KHGSEBA6	S	7.2
210918KHGSEBA6	A	3.1
210917H15URYJG	A	3.1
210917H15URYJG	S	7.2
210917F2ENY1U6	A	3.1
210917F2ENY1U6	S	7.2
210918JTY8U6BK	A	3.1
210918JT4SD5JW	A	3.1
210918JT4SD5JW	S	7.2
210918JE4HMM7N	A	3.1
210918HMSN3R5P	A	3.1
210918HMSN3R5P	S	7.2
210917GY29RYMQ	S	7.2

Order SN	Max of MBA (Associate) - 1
2.11227E+13	6.2
2108313CB3XYBD	8.2
2108313DPJ8TXA	8.2
2108313F4A2D8B	8.2
2109013RTSJ5TS	8.2
2109013S2WW3PX	3.1
2109013S4EJ00M	7.2
2109014N3TM706	3.1
2109014QVE5DG8	8.2
21090152WADHF1	8.2
21090155CJDBHN	7.2
21090156F6BBPQ	7.2
21090156HSJ886	8.2
21090157MM9V5F	7.2
210901592RRVMN	8.2
2109015E48B20N	8.2
2109015G7YBSMQ	8.2
2109015MATWNAD	8.2
2109015UTKC1U2	8.2
210901607M22B9	8.2
21090161DEY64Y	8.2
21090161JF8S67	8.2
21090161MG17CM	7.2
21090265DF76V7	7.2
21090268DB065B	8.2
21090268Y5C1FH	8.2
21090269BD71AK	7.2
2109026AKH69B4	8.2
2109026APEJPKB	8.2
2109026BC0YT8P	7.2
2109027255GXT2	7.2
21090276ND8QTC	8.2
21090276XP3C2Y	7.2
2109027AV3V5F3	8.2

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ข-5 ตัวอย่างการหาระยะทางสูงสุดจากตำแหน่งสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อที่ถูกจัดเรียงโดยค่า Support และ Association Rule ตามหลักทฤษฎี Apriori ของ MBA โดยใช้เครื่องมือ Pivot

MBA - 2

Order SN	Category group	MBA (Associate) - 2
210916ENWKGVVE	A	3.1
210920PQ7XSDKJ	B	6.6
210920PC0M3THM	V	6.2
210920PC0M3THM	C	3.8
210920PC0M3THM	P	7.2
210920PC0M3THM	A	3.1
210919P9GY5KFG	A	3.1
210919P9GY5KFG	S	7.2
210919P4EH6ADK	A	3.1
210919P21Y75KR	A	3.1
210919P21Y75KR	S	7.2
210919NYK23E2S	A	3.1
210919NWKYBYVV	S	7.2
210919NWKYBYVV	A	3.1
210919MN01NK1U	A	3.1
210919MG3X9AX2	A	3.1
210919MG3X9AX2	S	7.2
210916EP9JNEVB	A	3.1
210919M22SNHVA	A	3.1
210919M22SNHVA	S	7.2
210918HQX1U0PX	S	7.2
210919KUY6RPVB	S	7.2
210918KHGSEBA6	S	7.2
210918KHGSEBA6	A	3.1
210917H15URYJG	A	3.1
210917H15URYJG	S	7.2
210917F2ENY1U6	A	3.1
210917F2ENY1U6	S	7.2
210918JTY8U6BK	A	3.1
210918JT4SD5JW	A	3.1
210918JT4SD5JW	S	7.2
210918JE4HMM7N	A	3.1
210918HMSN3R5P	A	3.1
210918HMSN3R5P	S	7.2

Order SN	Max of MBA (Associate) - 2
2.11227E+13	6.2
2108313CB3XYBD	8.2
2108313DPJ8TXA	8.2
2108313F4A2D8B	8.2
2109013RTSJ5TS	8.2
2109013S2WW3PX	3.1
2109013S4EJ00M	7.2
2109014N3TM706	3.1
2109014QVE5DG8	8.2
21090152WADHF1	8.2
21090155CJDBHN	7.2
21090156F6BBPQ	7.2
21090156HSJ886	8.2
21090157MM9V5F	7.2
210901592RRVMN	8.2
2109015E48B20N	8.2
2109015G7YBSMQ	8.2
2109015MATWNAD	8.2
2109015UTKC1U2	8.2
210901607M22B9	8.2
21090161DEY64Y	8.2
21090161JF8S67	8.2
21090161MG17CM	7.2
21090265DF76V7	7.2
21090268DB065B	8.2
21090268Y5C1FH	8.2
21090269BD71AK	7.2
2109026AKH69B4	8.2
2109026APEJPKB	8.2
2109026BC0YT8P	7.2
2109027255GXT2	7.2
21090276ND8QTC	8.2
21090276XP3C2Y	7.2
2109027AV3V5F3	8.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเอกสารที่ใช้ปนะกอบการพัฒนากระบวนการในคลังสินค้า

รูปที่ ค-1 ตัวอย่าง Work Instruction ตู้แช่เย็นและชั้นวางของในคลัง

WORK INSTRUCTION	
Document #: WI001 ตำแหน่งการหยิบสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)	**Revision**: 01

1. วัตถุประสงค์ (Purpose)

1.1. เพื่อใช้บ่งชี้ตำแหน่งในการหยิบสินค้าต่าง ๆตามตู้แช่เย็นและชั้นวางของในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

2. ขอบเขต (Scope)

2.1. เพื่อใช้ในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food) ของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

3. คำนิยาม/ตัวย่อ (Definitions/Abbreviation)

3.1. R = ตู้แช่เย็น

3.2. S = ชั้นวางของ

3.3. A – V = ประเภทของสินค้าในคลังสินค้าอาหารสด (Fresh Food)

4. เอกสารอ้างอิง (Reference Documents)

4.1. SOP 001 Warehouse Management

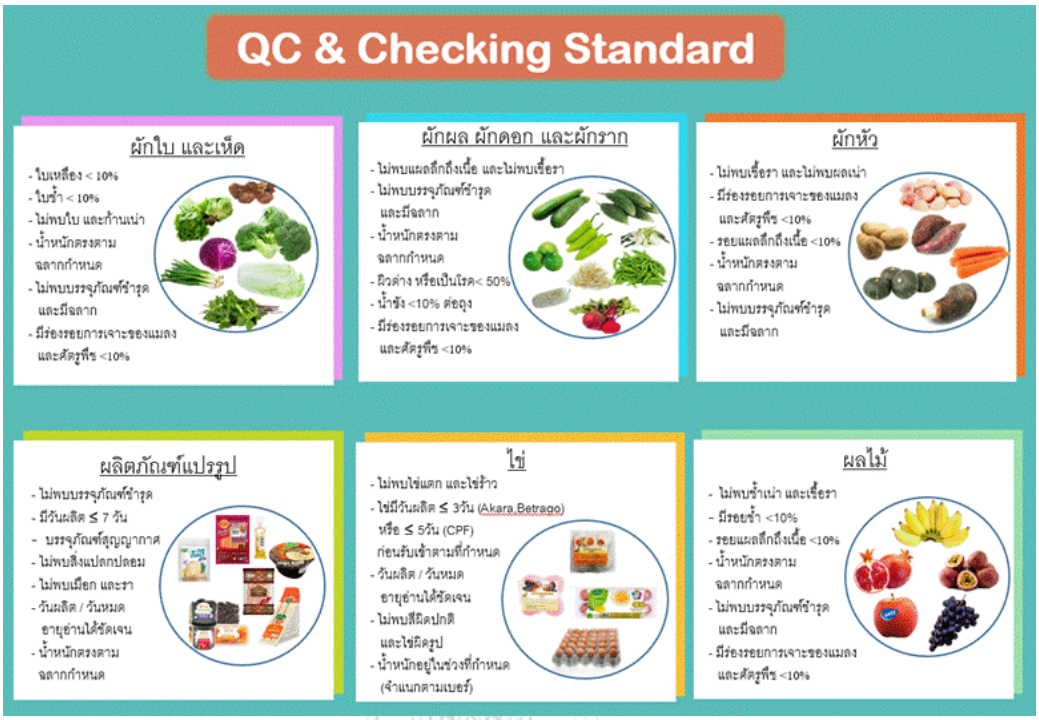
5. ขั้นตอนการทำงาน	**Responsible**
1. หยิบเอกสารจากชั้นวางเอกสาร 2. ตรวจสอบตำแหน่งสินค้า 3. เดินไปหยิบสินค้า 4. เดินกลับมาที่โต๊ะ	พนักงานหยิบสินค้า (Picker)

6. แผนผังตำแหน่งตู้แช่เย็นและชั้นวางของในคลัง

Location	Product
R1-R3	B
R4-R9	A
R10	G, H, K
R11	M, Q, E
R12	D, J
S1	F, I
S2	L, N
S3	O, P
S4	R, S
S5	U, V
S6-S10	C

The information contained in this document is Confidential and Proprietary Business Information and is uncontrolled if printed or downloaded.

รูปที่ ค-2 ตัวอย่าง มาตรฐานการตรวจสอบด้านคุณภาพ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ค-3 ขั้นตอนการแพ็คสินค้า Standard Operation Procedure (SOP)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Abdullah, A. G., Tarigan, U., Tarigan, U. P. P., Rahman, I. H., Rizkya, I., & Nandiyanto, A. B. D. (2018). Design of facility layout with lean service and market basket analysis method to simplification of service process in the supermarket. *MATEC Web of Conferences*, *197*. https://doi.org/10.1051/matecconf/201819714006

Aggarwal, C. C. (2015). *Data mining: the textbook* (Vol. 1). Springer.

Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB,

Aguinis, H., Forcum, L. E., & Joo, H. (2013). Using market basket analysis in management research. *Journal of Management*, *39*(7), 1799-1824.

Alsuwaiyel, M. H. (2021). *Algorithms: design techniques and analysis* (Vol. 15). World Scientific.

Armindo, F., Rodrigo, D., & Pedro, B. Á. (2021). Operations Engineering for Food Warehousing Improvement: A case study from the Navy [article]. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, *12*(3), 206-215. https://doi.org/10.24867/IJIEM-2021-3-288

Arree, W., Chammuangpak, W., Saelim, P., & Sawisit, N. (2020). การ ประยุกต์ ใช้ เทคนิค ABC classification analysis เพื่อ การ จัด สินค้า คงคลัง กลุ่ม เครื่องปรุง รส และ อาหาร แห้ง: กรณี ศึกษา ห้าง สรรพ สินค้า XYZ. *RMUTSB ACADEMIC JOURNAL (HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES)*, *5*(2), 153-166.

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

Chanpanit, T., & Rungreunganun, V. (2020). Location Assignment Framework of Tools Warehouse for Chemical Industry. 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2020,

Charlet, L. (2012). Market basket analysis for a supermarket based on frequent itemset mining.

Electronic Transactions Development Agency. (2020). *e-Commerce* ไทย ยุคหลัง *COVID-19*

Perspective on Future of e-Commerce: How e-Commerce

Will Change in the Post-Covid and Beyond. https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/Knowledge-Sharing/Perspective-on-Future-of-e-Commerce.aspx

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Gangurde, R., Kumar, B., & Gore, S. (2017). Building prediction model using market basket analysis. *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng*, *5*(2), 1302-1309.

Garcia, F. C. (2004). Applying lean concepts in a warehouse operation. IIE Annual Conference and Exhibition,

Goh, D. H., & Ang, R. P. (2007). An introduction to association rule mining: An application in counseling and help-seeking behavior of adolescents. *Behavior Research Methods*, *39*(2), 259-266.

Gorunescu, F. (2011). *Data Mining: Concepts, models and techniques* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.

Halim, S., Octavia, T., & Alianto, C. (2019). Designing Facility Layout of an Amusement Arcade using Market Basket Analysis. *Procedia Computer Science*, *161*, 623-629.

Hompel, M., & Schmidt, T. (2007). *Warehouse Management. [electronic resource] : Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems* [Electronic Non-fiction]. Springer Berlin Heidelberg. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b2022478&site=eds-live

http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-35220-4

Ketchanchai, P., Tangchaidee, K., & Kongprasert, N. (2021). Lean Warehouse Management through Value Stream Mapping: A Case Study of Sugar Manufacturing Company in Thailand. In (pp. 192-196): IEEE.

Lin, H. L., & Ma, Y. Y. (2021). A New Method of Storage Management Based on ABC Classification: A Case Study in Chinese Supermarkets' Distribution Center. *SAGE Open*, *11*(2). https://doi.org/10.1177/21582440211023193

Nanthasamreong, N., Payatham, P., & Suwandee, M. (2021). การ ประยุกต์ ลี น ซิก ส์ ซิก มา โล จิ สติ ก ส์ ใน การ ปรับปรุง คลัง วัสดุ สิ้น เปลือง ใน ศูนย์ ซ่อม ตัว ถัง และ สี. *RMUTI JOURNAL Science and Technology*, *14*(2), 14-27.

Prasetyawan, Y., & Ibrahim, N. (2020). Warehouse improvement evaluation using lean warehousing approach and linear programming. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Raorane, A., Kulkarni, R., & Jitkar, B. (2012). Association rule–extracting knowledge using market basket analysis. *Research Journal of Recent Sciences ISSN*, *2277*, 2502.

Richards, G. (2011). *Warehouse management : a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse* [Non-fiction]. Kogan Page. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1886674&site=eds-live

Surjandari, I., & Seruni, A. (2010). Design of product placement layout in retail shop using market basket analysis. *Makara Journal of Technology*, *9*(2), 43-47.

Svetina, M., & ZupanČiČ, J. (2005). How to increase sales in retail with market basket analysis. *Systems Integration*, 418-428.

Tarigan, U., Tarigan, U. P. P., Rahman, I. H., & Rizkya, I. (2018). Design of facility layout with lean service and market basket analysis method to simplification of service process in the supermarket. MATEC Web of Conferences,

Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1988). *The warehouse management handbook* [Handbooks Non-fiction]. McGraw-Hill,1988. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1213850&site=eds-live

Trnka, A. (2010). Market basket analysis with data mining methods. 2010 International Conference on Networking and Information Technology,

Yang, R., Tang, J., & Kafatos, M. (2007). Improved associated conditions in rapid intensifications of tropical cyclones. *Geophysical research letters*, *34*(20).

Zhang, C., & Zhang, S. (2002). *Association rule mining: models and algorithms*. Springer.

Zhao, X., & Keikhosrokiani, P. (2021). Sales Prediction and Product Recommendation Model Through User Behavior Analytics. *Computers, Materials & Continua*, *70*(2), 3855-3874. https://doi.org/10.32604/cmc.2022.019750

เสรี, ศ. (2563). การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานฟอกย้อมเครื่องหนังสำเร็จรูป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/77275

จุฑาภรณ์ แก้วสุด. (2562). การ ปรับปรุง กระบวนการ ผลิต ด้วย การ ประยุกต์ ใช้ แนวคิด ลี น กรณี ศึกษา: โรงงาน ผลิต ถุงมือ ยาง จ. สงขลา มหาวิทยาลัย สงขลา นครินทร์].

ธนิชกาญจน์ ภูภัทรกิจ. (2561). *Warehouse Management Improvement For A Female Underwear Factory* Chulalongkorn University]. Bangkok. http://cuir.car.chula.ac.th.chula.idm.oclc.org/handle/123456789/63685

ปรัชญา นวนแก้ว. (2562). *221203* เทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์ทางธุรกิจ *3 (2-2-5)*. http://www.pratya.nuankaew.com/wp-content/uploads/2019/01/2561_2_221203_02.pdf

ภาวิณี นิลวัชราภรณ์. (2552). การพัฒนาพื้นที่การจัดเก็บแบบยืดหยุ่นของชิ้นส่วนยานยนต์ [Eng - Theses, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Bangkok. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/18154

วทัญญู ทัศนเอี่ยม. (2556). *A comparison of process improvement between lean approach and Lean-TQM approach in a wood furniture plant* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. กรุงเทพ. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/49644

ศศิวรรณ เสรี. (2563). การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังในโรงงานฟอกย้อมเครื่องหนังสำเร็จรูป [Thesis, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/77275

อรรคเดช อุบลไทร และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์. (2564). การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางตำแหน่งสินค้าภายในคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัทจัดจำหน่ายสินค้าบรรจุภัณฑ์ขนมและอาหารแห่งหนึ่ง. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงานปีที่ *9* ฉบับที่ *2 (*กรกฎาคม - ธันวาคม *2564)*, 21-35.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางภัทราพร จิระภัทรศิลป
วัน เดือน ปี เกิด	9 มีนาคม 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	B.Eng. in Mech. Eng. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	308/52 หมู่ที่ 3 อุดมเดช8(ขวา) ต.บางเมืองใหม่ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY