

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า
กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้า

ชนาพร สีชัยปัญหา

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการระบบการผลิตและโลจิสติกส์แบบสิ้น
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2564

INCREASING EFFICIENCY FOR PRODUCT DELIVERY TO DISTRIBUTION CENTERS
A CASE STUDY OF ELECTRIC APPLIANCE PRODUCT
TRANSPORTATION SERVICE COMPANY

Chanaporn Seechaipanha

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program
in Lean Management System and Logistics Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2021

หัวข้อสารนิพนธ์

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้า

โดย

ชนาพร สีชัยปัญหา

สาขาวิชา

การจัดการระบบการผลิตและโลจิสติกส์แบบสิ้น

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร.คงศักดิ์ สระศรีสม

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์รังสรรค์ เลิศในสัตย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร.คงศักดิ์ สระศรีสม)

ชนาพร สีชัยปัญหา : การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้า. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.คงศักดิ์ สระศรีสม, 94 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้า ลดเวลาในกระบวนการจัดเรียงสินค้าของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง และลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า โดยใช้แนวคิดปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่มีข้อจำกัดน้ำหนักบรรทุกและปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ในอุปกรณ์บรรจุเข้ามาช่วยในการปรับปรุงกระบวนการ

จากการวิเคราะห์ปัญหาของขั้นตอนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าพบว่า กระบวนการจัดเรียงสินค้าเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลานานที่สุด และยังเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความชำนาญของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง จึงได้ปรับปรุงกระบวนการเริ่มจากการสร้างมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า และพัฒนาเป็นแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า โดยใช้ฟังก์ชัน Solver ใน Microsoft Excel จากนั้นทำการเปรียบเทียบข้อมูลการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวนวันจัดส่งสินค้า 61 วัน

การจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง ใช้รถบรรทุกจำนวน 1,076 คัน ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า 4,702,400 บาท จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลา 155 ชั่วโมง ต้นทุนค่าล่วงเวลา 27,900 บาท การจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงสินค้า ใช้รถบรรทุกจำนวน 1,035 คัน ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า 4,515,000 บาท จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลา 124 ชั่วโมง ต้นทุนค่าล่วงเวลา 22,320 บาท จากการเปรียบเทียบข้อมูลในไตรมาส 4 พบว่าการใช้แบบจำลองการจัดเรียงสินค้าสามารถลดจำนวนการใช้รถบรรทุกลงได้ 41 คัน ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าลดลง 187,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.81 และ 3.99 ตามลำดับ ลดชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาลงได้ 31 ชั่วโมง ต้นทุนค่าล่วงเวลาลดลง 5,580 บาท คิดเป็นร้อยละ 20 ประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 91.27 จะเห็นได้ว่าการใช้ฟังก์ชัน Solver เข้ามาช่วยในกระบวนการจัดเรียงสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาสามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่ารูปแบบการทำงานในปัจจุบัน

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา การจัดการระบบการผลิต

และโลจิสติกส์แบบลิ้น

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

CHANAPORN SEECHAIPANHA : INCREASING EFFICIENCY FOR PRODUCT DELIVERY TO DISTRIBUTION CENTERS : A CASE STUDY OF ELECTRIC APPLIANCE PRODUCT TRANSPORTATION SERVICE COMPANY. ADVISOR : DR.KHONGSAK SRASRISOM, 94 PP.

This term paper aims to increase the cargo transportation efficiency, reduce the transport planner's time in the sorting process, and save distribution costs to distribution centers. The concepts of capacitated vehicle routing problem and bin packing problem are used to streamline the processes. From distributing process analysis, the sorting process is not only the most time consuming activity, but it also requires transport planner's expertise. Therefore, the process is improved by, first building the standards in product sorting processes and then developing them to product sorting model with solver function in Microsoft Excel. This study uses 61 days of distributing data from October to December 2021 to test the product sorting standards. The transport planner requires 1,076 trucks; ฿4,702,400 transportation costs; 155 hours of overtime period; and ฿27,900 overtime wages in shipping products to distribution centers during those periods. However, with the product sorting model, the distributing processes require 1,035 trucks; ฿4,515,000 transportation costs; 124 hours of overtime period; and ฿22,320 overtime wages. Therefore, this model can improve distributing efficiency by using 41 trucks less (3.81%); saving ฿187,400 transportation costs (3.99%); reducing 31 hours of overtime period and ฿5,580 overtime wages (20%) during the fourth quarter. The loading utilization per trip is also increased to 91.27%. So, the product sorting model is more efficient than the existing sorting process.

Graduate School
Field of Study Lean Management System
and Logistics Management
Academic Year 2021

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ดร.คงศักดิ์ สระศรีสม อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาช่วยแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการระบบการผลิตและโลจิสติกส์แบบสิ้น สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้ และประสบการณ์อันมีคุณค่าตลอดเวลาที่ศึกษา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณหัวหน้างานและเพื่อนร่วมงานของบริษัทกรณีศึกษา ที่สนับสนุนข้อมูลการทำงานให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้กำเนิด ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และมอบโอกาสทางการศึกษา จนทำให้ผู้เขียนทำได้สำเร็จมาจนถึงจุดนี้

ชนาพร สีชัยปัญหา

TNI

THAI - JAPAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ขั้นตอนการศึกษา.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
การขนส่ง (Transportation).....	5
ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem).....	7
ปัญหาการตัดและการบรรจุ (Cutting and Packing Problem)	12
การใช้ Solver ใน Microsoft Excel	12
การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)	13
การวิเคราะห์แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram).....	15
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
3 วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์.....	20
การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง	20
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
	การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล	21
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	23
	ผลการศึกษา.....	23
	บทสรุป	85
	ข้อเสนอแนะ.....	85
	บรรณานุกรม.....	87
	ภาคผนวก.....	90
	ภาคผนวก ก. การบันทึกข้อมูลเพื่อจัดทำเวลามาตรฐาน	91
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	94

TNI

TAHTI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนการดำเนินการวิจัย	5
2 ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ.....	8
3 ค่าความเฝ้าสำหรับงาน	15
4 จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบ งานส่งสินค้า เข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564	25
5 รายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564 กลุ่ม Hard Line	26
6 รายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564 กลุ่ม Small Appliance.....	26
7 สรุปรายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564	27
8 จำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 5 แห่ง เดือนตุลาคม- ธันวาคม พ.ศ. 2564.....	27
9 สรุปจำนวนเที่ยวรถในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจาย สินค้า P เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564	29
10 ผลการบันทึกเวลาในแต่ละกิจกรรม (ก่อนการปรับปรุง)	32
11 การหาเวลามาตรฐาน (ก่อนการปรับปรุง).....	33
12 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1.....	35
13 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A2.....	38
14 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A3-A4	40
15 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R1	42
16 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R2	44
17 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R3-R6	45
18 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R7	47
19 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W1	49
20 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W2-W4	50
21 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P1	52
22 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P2	53
23 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P3	54
24 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทกาดม้มน้ำ.....	55
25 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทหม้อหุงข้าว.....	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น	58
27 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V1.....	60
28 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V2.....	61
29 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V3.....	62
30 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V4.....	63
31 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจาย สินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง กับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564.....	71
32 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจาย สินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง กับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564.....	73
33 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจาย สินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง กับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564.....	75
34 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H ระหว่าง การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้า โดยใช้แบบจำลอง	77
35 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่าง การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่กับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง	79
36 ผลการบันทึกเวลาในแต่ละกิจกรรม (หลังการปรับปรุง).....	81
37 การหาเวลามาตรฐาน (หลังการปรับปรุง)	82
38 จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบ งานส่งสินค้า เข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า เดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2565.....	82
39 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าระหว่างการจัดเรียง สินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดย ใช้แบบจำลอง.....	83
40 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง.....	85
41 ผลการบันทึกจำนวนครั้งของการจับเวลา (ก่อนการปรับปรุง).....	92
42 ผลการบันทึกจำนวนครั้งของการจับเวลา (หลังการปรับปรุง)	93

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ตัวอย่างแผนผังก้างปลา.....	16
2	ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	21
3	ขั้นตอนการทำงานของฝ่ายขนส่ง	23
4	ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง	24
5	แผนภูมิแสดงจำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าเดือนตุลาคม- ธันวาคม พ.ศ. 2564	28
6	รถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้หีบ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร	29
7	แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าในกิจกรรมการจัดเรียงสินค้า.....	30
8	สภาพสินค้าที่เสียหายระหว่างการขนส่ง	31
9	ขนาดของตู้บรรทุกที่ใช้จัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า	34
10	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1	35
11	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A2	38
12	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A3-A4.....	40
13	การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R1.....	42
14	การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R2.....	44
15	การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R3-R6.....	45
16	การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R7.....	47
17	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W1.....	49
18	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W2-W4	50
19	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P1.....	52
20	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P2.....	53
21	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P3.....	54
22	การจัดเรียงสินค้าประเภทกาต้มน้ำ.....	55
23	การจัดเรียงสินค้าประเภทหม้อหุงข้าว กลุ่ม R1-R2.....	56
24	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น	58
25	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V1	60
26	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V2	61
27	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V3	62
28	การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V4	63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
29	กระบวนการทำงานของแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า	66
30	การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ใน Solver.....	67
31	การนำเข้าข้อมูลเลขที่ Invoice ในระบบ	68
32	ข้อมูลที่ได้รับจาก Export Excel File.....	68
33	แบบจำลองการจัดเรียงสินค้าโดยใช้ Solver.....	68
34	กระบวนการทำงานหลังปรับปรุงของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง.....	70
35	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจาย สินค้า H	77
36	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจาย สินค้า H ในไตรมาส 4	78
37	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์ กระจายสินค้า H ในไตรมาส 4	78
38	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจาย สินค้า P	79
39	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจาย สินค้า P ในไตรมาส 4	80
40	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์ กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4	80
41	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลา ก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง	83
42	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก (จำนวนรถบรรทุก) ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง	84
43	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก (ต้นทุนค่าขนส่ง) ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง	84

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันมีการแข่งขันด้านสินค้าและบริการเป็นอย่างมาก ผู้ประกอบการภาคขนส่งต้องเผชิญกับอัตราการแข่งขันสูง เนื่องจากการเติบโตของธุรกิจด้านโลจิสติกส์ หลายบริษัทมีการนำระบบเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถและสร้างจุดแข็งในการให้บริการลูกค้า การดำเนินธุรกิจใดๆ ย่อมต้องอาศัยกิจกรรมการขนส่งทั้งสิ้น จึงเป็นหนึ่งในกิจกรรมสำคัญของกระบวนการโลจิสติกส์มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการและมีการดำเนินงานที่สอดคล้องกับกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานทุกระดับ การขนส่งจึงมีความสำคัญต่อกิจกรรมการขาย การกระจายสินค้าและการจัดจำหน่ายเป็นอย่างมาก เพราะการขนส่งเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มคุณค่าให้สินค้าและบริการ การที่บริษัทมีระบบการจัดส่งสินค้าที่ดีจะช่วยให้บริษัทบรรลุนโยบายการให้บริการลูกค้าได้ดีขึ้น สามารถจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าปลายทางได้รวดเร็ว สินค้าอยู่ในสภาพที่ดีตามเงื่อนไขการสั่งซื้อ ส่งตรงตามสถานที่และเวลาที่กำหนด สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ซึ่งจะเป็นการเพิ่มยอดขายได้อีกทางหนึ่งด้วย

บริษัทการศึกษาเป็นผู้ให้บริการโลจิสติกส์ด้านการจัดเก็บและกระจายสินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าให้กับศูนย์กระจายสินค้าและตัวแทนจำหน่ายทั่วประเทศ โดยกระบวนการขนส่งสินค้าเริ่มต้นจากการรับเอกสารคำสั่งซื้อจากลูกค้าผ่านระบบ EDI การยืนยันการจัดส่งสินค้ากับลูกค้า การจัดเตรียมเอกสารจัดส่งสินค้า การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า การวางแผนการจัดเรียงสินค้า การรับสินค้ากลับคืนจากลูกค้า และการบริหารจัดการรายได้-ค่าใช้จ่ายประจำเดือน

กระบวนการที่สำคัญที่สุดสำหรับการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าคือ การจัดส่งสินค้าให้ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนดและส่งมอบสินค้าได้ตามจำนวน 100% จากการปฏิบัติงานในปัจจุบันยังพบปัญหาในบางกิจกรรม เช่น การใช้เวลาในการจัดเรียงสินค้าต่อคั่นนาน ทำให้มีชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งสูง ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า ทำให้มีอัตราการคืนสินค้าค่อนข้างสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อคะแนนประเมินผู้ส่งมอบสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าและกระทบกับยอดขายของฝ่ายขาย รวมไปถึงการเพิ่มต้นทุนในการจัดส่งสินค้าใหม่

ผู้วิจัยเห็นว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำงานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า โดยใช้ฟังก์ชัน Solver เข้ามาพัฒนากระบวนการจัดเรียงสินค้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และยังเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในให้บริการแก่ลูกค้า

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้า โดยการสร้างมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า
2. เพื่อลดเวลาในกระบวนการจัดเรียงสินค้าของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง
3. เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง คือ ศูนย์กระจายสินค้า H อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และศูนย์กระจายสินค้า P อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
2. ศึกษาการใช้พื้นที่ภายในตู้รถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้ทึบ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ เป็นข้อมูลของไตรมาส 4 (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) พ.ศ. 2564 โดยที่ปริมาณการจัดส่งสินค้าเฉลี่ยสม่ำเสมอทุกเดือน ไม่มีผลกระทบจากอิทธิพลฤดูกาล (Seasonal Index)

ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน และรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดวิธีการและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการศึกษา
4. กำหนดแนวทางในการปรับปรุงจากการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เลือกใช้
5. ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้
6. เปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุง
7. สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าจากการจัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า
 2. สามารถลดเวลาในกระบวนการจัดเรียงสินค้าของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง
 3. สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า
- เช่น ต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุนค่าล่วงเวลา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง** หมายถึง พนักงานผู้รับผิดชอบกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า เริ่มตั้งแต่การนัดหมายส่งสินค้า การวางแผนการใช้รถ การวางแผนการจัดเรียงสินค้า การติดตามสถานะการขนส่งสินค้า การจัดการสินค้าคืน และการคำนวณรายได้-ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้า

2. **การจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า** หมายถึง การขนส่งสินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า เริ่มต้นที่คลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ตั้งอยู่ที่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ไปยังศูนย์กระจายสินค้าปลายทาง โดยจุดเข้ารับสินค้ามีเพียงจุดเดียว และจุดส่งสินค้ามีเพียงจุดเดียว ส่งสินค้าตามเวลาที่ศูนย์กระจายสินค้ากำหนด

3. **รถบรรทุก** หมายถึง รถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้ทึบ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร น้ำหนักรถบรรทุกไม่เกิน 15,000 กิโลกรัม (น้ำหนักบรรทุกน้ำหนักสินค้า)

4. **กระบวนการจัดเรียงสินค้า** หมายถึง กิจกรรมที่เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งจะทำการจัดสรรสินค้าแต่ละรายการใส่ในพื้นที่รถบรรทุก 1 คัน อ้างอิงรายการสินค้าตามที่ศูนย์กระจายสินค้านำมาขึ้นรถรับสินค้า

5. **มาตรฐานการบรรจุรถบรรทุกสินค้า** หมายถึง การกำหนดจำนวนสินค้า 1 รุ่นต่อพื้นที่รถบรรทุก 1 คัน โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกสินค้าไม่เกิน 5,000 กิโลกรัม การเรียงซ้อนสินค้าไม่เกินมาตรฐานจากโรงงานผลิตที่ระบุข้างกล่องบรรจุภัณฑ์

6. **ปริมาตรสินค้า** หมายถึง การวัดขนาดขนาดของสินค้า กว้าง x ยาว x สูง คำนวณออกมาเป็นหน่วยลูกบาศก์เมตร หรือ CBM. โดยอ้างอิงจากขนาดที่โรงงานผลิตแจ้งมายังฝ่ายคลังสินค้า

7. **การวัดประสิทธิภาพการบรรจุรถบรรทุกสินค้า** หมายถึง การคำนวณการใช้พื้นที่ตู้รถบรรทุก โดยเปรียบเทียบระหว่างการจัดเรียงสินค้ากับมาตรฐานการบรรจุรถบรรทุกสินค้า

8. **การยืนยันการรับสินค้าของศูนย์กระจายสินค้า** หมายถึง การที่ศูนย์กระจายสินค้านำมาขึ้นรถรับสินค้าตาม PO ที่ระบุ และกำหนดเวลานัดหมาย โดยที่พนักงานขับรถจะต้องติดต่อยื่นเอกสารการส่งสินค้าล่วงหน้าอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

9. **Invoice** หมายถึง เอกสารใบกำกับภาษี โดย 1 ชุดจะมีต้นฉบับ 1 แผ่น และสำเนา 5 แผ่น มีเลขที่เอกสารกำกับ เมื่อลูกค้าเซ็นรับสินค้าแล้วจะนำต้นฉบับและสำเนาแผ่นที่ 1 กลับมาเพื่อนำส่งให้ฝ่ายขายสำหรับวางบิล

10. **Job Arrangement** หมายถึง เอกสารจากระบบ DMS ของฝ่ายขนส่ง ระบุเลขที่ Invoice รายการสินค้า รุ่น สี จำนวน สถานที่จัดส่งปลายทาง โดย 1 ชุดจะมีต้นฉบับ 1 แผ่น และสำเนา 2 แผ่น เมื่อพนักงานขนส่งมาขึ้นสินค้าเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งจะเก็บต้นฉบับไว้สำหรับคิดรายได้-ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในทีวานั้น ๆ

แผนงานและระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน				
	ธ.ค. 64	ม.ค. 65	ก.พ. 65	มี.ค. 65	เม.ย. 65
1. ศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน และรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น					
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					
3. กำหนดวิธีการและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการศึกษา					
4. กำหนดแนวทางในการปรับปรุงจากการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เลือกใช้					
5. ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้					
6. เปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุง					
7. สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้รับ					

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า กลุ่มสินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้ทำการศึกษาลักษณะและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำสารนิพนธ์ โดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การขนส่ง (Transportation)
2. ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem)
3. ปัญหาการตัดและการบรรจุ (Cutting and Packing Problem)
4. การใช้ Solver ใน Microsoft Excel
5. การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)
6. การวิเคราะห์แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)
7. เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การขนส่ง (Transportation)

ความหมายของการขนส่ง

การขนส่ง หมายถึง กระบวนการเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสินค้าด้วยอุปกรณ์การขนส่ง จากสถานที่ผลิตสินค้าไปยังสถานที่ที่บริโภคก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า และกระบวนการนั้นก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility) และอรรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility) (เกยูร ไยบัวกลิ่น. 2556 : 140)

หน้าที่ของการขนส่ง

1. เป็นสื่อกลางให้เกิดการผลิตและบริโภค ในด้านการผลิตการขนส่งทำหน้าที่เคลื่อนย้ายปัจจัยในการผลิตที่กระจายอยู่ตามแหล่งต่างๆ ให้มารวมกันเพื่อใช้ในการผลิต ส่วนด้านบริโภค การขนส่งทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าสำเร็จรูปจากแหล่งผลิตออกสู่ตลาดตามความต้องการของผู้บริโภค
2. เป็นการสร้างอรรถประโยชน์เกี่ยวกับสถานที่และเวลา ในด้านอรรถประโยชน์เกี่ยวกับสถานที่ การขนส่งทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังแหล่งที่มีผู้บริโภคที่มีความต้องการสินค้ามาก ทำให้มูลค่าสินค้าเพิ่มขึ้น ส่วนอรรถประโยชน์เกี่ยวกับเวลาเกิดจากการนำสินค้าไปส่งให้ผู้บริโภคตรงตามความต้องการ การขนส่งทำให้ประหยัดเวลาการเดินทางและยังเพิ่มโอกาสในการซื้อขายสินค้า

3. เป็นตัวเชื่อมระหว่างสถานที่หนึ่งกับอีกสถานที่หนึ่ง การขนส่งช่วยให้พื้นที่ที่อยู่ห่างไกลกันสามารถติดต่อกันด้วยความสะดวกและรวดเร็ว

รูปแบบการขนส่ง

การขนส่งทางถนน (Road Transportation) ประเทศไทยมีการใช้รูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนเป็นหลัก เนื่องจากสามารถให้บริการได้ตลอดเวลาขนส่งแบบ Door to Door Service ได้ และยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายหรือเคลื่อนย้ายสินค้า เมื่อเทียบกับการขนส่งทางรางและการขนส่งทางอากาศ

1. ข้อได้เปรียบของการขนส่งทางถนน

1.1 รวดเร็ว (Speed) การขนส่งสินค้าด้วยความรวดเร็ว ทำให้ลดอัตราสินค้าคงคลังของลูกค้า

1.2 เป็นการขนส่งจากที่ถึงที่ (Door to Door Service) สามารถให้บริการจากผู้ส่งถึงบ้านผู้รับสินค้า

1.3 เครือข่ายครอบคลุม (Extensive Network) สามารถให้บริการในอาณาเขตที่กว้าง ครอบคลุมตามพื้นที่ที่มีถนนเชื่อมโยง เกิดความคล่องตัวในการขนส่งสินค้า

1.4 ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความยืดหยุ่นในเรื่องขนาดบรรทุกและการให้บริการ ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดบรรทุกและเส้นทางให้เหมาะสมกับการขนส่งสินค้าได้ง่าย

2. ข้อเสียเปรียบของการขนส่งทางถนน

2.1 ค่าขนส่งสูง (High Cost) ต้นทุนค่าขนส่งส่วนใหญ่แปรผันตามน้ำมันเชื้อเพลิง ยิ่งระยะทางไกล ต้นทุนค่าขนส่งจะยิ่งสูงขึ้น

2.2 บรรทุกสินค้าได้น้อย (Low Capacity) มีข้อจำกัดเรื่องขนาดบรรทุกตามกฎหมาย ทำให้การส่งแต่ละเที่ยวมีปริมาณที่น้อย

2.3 อ่อนไหวต่อสภาพอากาศ (Weather Sensitive) การขนส่งอาจหยุดชะงักจากเหตุการณ์สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย เช่น พายุฝน น้ำท่วม

ต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนค่าขนส่ง คือ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการขนส่ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ต้นทุนที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนแน่นอนในการดำเนินงาน ต้นทุนนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการให้บริการ เช่น ค่าเช่าที่ดินและอาคาร เงินเดือนพนักงาน ค่าประกันภัย ค่าอุปกรณ์ยกขนสินค้า

2. ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ต้นทุนที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับระยะทางหรือปริมาณสินค้าที่จัดส่ง เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุง ค่าอะไหล่

ปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง

การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของต้นทุนการขนส่งมาจาก 2 ปัจจัย ดังนี้

1. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product Related Factors) เป็นปัจจัยลักษณะของสินค้าที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่ง เช่น คุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะด้านการจัดเก็บ ความยากง่ายในการขนถ่าย ความรับผิดชอบหรือการรับประกันสินค้าเสียหาย
2. ปัจจัยด้านตลาด (Market Related Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่ทำการขนส่ง เช่น ที่ตั้งของตลาด การเชื่อมโยงระหว่างช่องทางการขนส่ง ความสมดุลระหว่างสินค้าขาไปและขากลับ

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem)

ความหมายของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาสำคัญในการจัดการด้านโลจิสติกส์ ที่มีการขนส่งวัตถุดิบจากผู้ผลิตไปยังโรงงานผลิตสินค้า หรือการขนส่งสินค้าไปยังคลังสินค้าหรือลูกค้า ซึ่งต้องหาวิธีการกระจายสินค้าและวิธีการขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ประกอบไปด้วยการใช้ยานพาหนะที่น้อยลง การใช้ระยะทางที่น้อยลง การลดความล่าช้าจากการขนส่ง และเพิ่มระดับการให้บริการในการขนส่ง โดยสามารถแบ่งระดับการวางแผนการจัดส่งสินค้าเป็น 3 ระดับ คือ

1. การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) เป็นการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับนโยบายหรือทิศทางในการบริหารงาน เช่น การออกแบบและกำหนดที่ตั้งของคลังสินค้า ขอบเขตพื้นที่การให้บริการ
2. การวางแผนเชิงควบคุม (Tactical Planning) เป็นการวางแผนเพื่อการตัดสินใจคัดเลือกรูปแบบการขนส่ง จำนวน และชนิดของยานพาหนะ
3. การวางแผนเชิงปฏิบัติการ (Operation Planning) เป็นการวางแผนการขนส่งหรือกระจายสินค้า การกำหนดเส้นทาง เพื่อให้มีต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด

ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาพื้นฐานของการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ คือ การกำหนดเส้นทางให้ยานพาหนะแต่ละคันไปให้บริการลูกค้าที่กำหนดไว้ โดยมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด ซึ่งอาจมีลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกัน เช่น การกำหนดให้ยานพาหนะทุกคันจะต้องออกจากโรงจอดรถ และกลับสู่โรงจอดรถเพียงที่เดียว (Single Depot) หรือยานพาหนะจะต้องออกจากโรงจอดรถที่หนึ่งไปยังโรงจอดรถในอื่นๆ ได้ (Multiple Depot) หรือการออกแบบเส้นทางสำหรับให้มียานพาหนะหนึ่งคัน หรือการออกแบบเส้นทางสำหรับยานพาหนะจำนวนหลายคัน ส่วนเวลาการให้บริการและ

ความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะแต่ละคันอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ซึ่งสามารถจำแนกปัญหาการจัดเส้นทางเป็นลักษณะต่างๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ลักษณะของปัญหา	เงื่อนไข
1. จำนวนของยานพาหนะ (Fleet)	จำนวน 1 คัน
	จำนวนหลายคัน
3. ประเภทของยานพาหนะ (Vehicle Type)	ประเภทเดียวกันทั้งหมด
	หลายๆ ประเภท
3. โรงจอดรถ (Depot) หรือคลังสินค้า (Warehouse)	จำนวน 1 ที่ (Single Depot)
	จำนวนหลายที่ (Multiple Depot)
4. ความต้องการในการขนส่ง (Transport Demand)	ความต้องการที่แน่นอน (Deterministic)
	ความต้องการที่ไม่แน่นอน (Stochastic)
5. จุดกำเนิดของความต้องการ (Demand Location)	ที่ตำแหน่ง (Node or Point)
	ที่เส้นทาง (Arc or Route)
	ที่ตำแหน่งและเส้นทาง
6. ความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ (Vehicle Capacity)	เท่ากันหมด
	ไม่เท่ากัน
7. เวลาการขนส่งที่ยอมให้มากที่สุด (Maximum Route Time)	เท่ากันหมด
	ไม่เท่ากัน
8. ข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง (Time Windows)	แบบด้านเดียว (Single-Sided)
	แบบสองด้าน (Double-Sided)

แนวความคิดพื้นฐานของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ เป็นการออกแบบทัวร์ของเส้นทาง (Tour) ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ใช้ระยะทางและเวลาการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านความต้องการปริมาณสินค้า ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะ การจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะเป็นการออกแบบเส้นทางขนส่งเพื่อหาจำนวนของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งจากจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า อาจพิจารณาถึงเงื่อนไขที่มีข้อจำกัดมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาการจัดเส้นทางในลักษณะต่างๆ

ลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า คือ มีจำนวนลูกค้า n ราย ลูกค้ามีความต้องการสินค้า d_i โดย $i = 0, 1, 2, \dots, n+1$ เป็นลำดับลูกค้า โดยลูกค้าทุกรายจะได้รับบริการจากรถขนส่งสินค้าเพียงหนึ่งครั้ง รถขนส่งมีความสามารถในการบรรทุกสูงสุด Q ในการ

แก้ไขปัญหาก็ได้เส้นทางมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับ Q โดยการเดินทางขนส่งสินค้าไปยังจุดลูกค้าที่อยู่บนกราฟ G จะได้ $G = (\text{Node}, \text{Arc}) = (N, R)$

ปัญหาพื้นฐานสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย คือ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem : TSP) โดยลักษณะปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เริ่มต้นเดินทางจากเมืองหนึ่งและแวะเยี่ยมเมืองต่างๆ ไปเพียงเมืองละครั้งด้วยรถคันเดียวกันแล้วกลับมาที่จุดเริ่มต้นที่จุดเดิม มีข้อจำกัดด้านน้ำหนักบรรทุกทุกสินค้า โดยให้ระยะทางการเดินทางทั้งหมดน้อยที่สุด หากเพิ่มข้อจำกัดอื่นๆ เข้าไปในปัญหา TSP เช่น กรอบเวลาการขนส่งที่ต้องส่งสินค้าภายในช่วงเวลาที่กำหนด จะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับพาหนะแบบที่มีเงื่อนไขกรอบเวลา (Vehicle Routing Problem with Time Windows : VRPTW) จะทำให้ปัญหามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขต่างๆ ทำให้เกิดปัญหาการจัดเส้นทางต่างๆ เช่น ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่มีข้อจำกัดน้ำหนักบรรทุก (Capacitated Vehicle Routing Problem : CVRP) ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับพาหนะที่มีการรับและส่งสินค้า (Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivery : VRPDP) ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับพาหนะที่มีคลังสินค้าหลายจุด (Multi Depot Vehicle Routing Problem : MDVRP)

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาขอบข่ายปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่มีข้อจำกัดน้ำหนักบรรทุก (Capacitated Vehicle Routing Problem) โดยมีสมการคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองดังนี้

ดัชนี (Indices)

k คือ ยานพาหนะ โดยที่ $(k = 1, 2, \dots, K)$

i คือ คลังสินค้า โดยที่ $i = 1$

j คือ ศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ $j = 1, 2, \dots, N$

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

C_{ij} คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสินค้าระหว่างลูกค้า i ถึงลูกค้า j

Q_k คือ ความจุของยานพาหนะ

D_i คือ ความต้องการของลูกค้า i

K คือ จำนวนยานพาหนะทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

$X_{ijk} = 1$ เมื่อยานพาหนะ k ขนส่งสินค้าจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Min}Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K C_{ij} X_{ijk} \quad (1)$$

เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

$$\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N X_{ijk} D_i \leq Q_k, \quad 1 \leq k \leq K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^N X_{ijk} = \sum_{j=1}^N X_{ijk} \leq 1, \text{ for } i = 0 \text{ and } k \in \{1, 2, \dots, K\} \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} = 1, \text{ for } j = 1, \dots, N \text{ and } i \neq j \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} = 1, \text{ for } j = 1, \dots, N \text{ and } i \neq j \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} \leq K, \text{ for } i = 0 \quad (6)$$

$$X_{ijk} \in [0, 1], \quad i \neq j \text{ and } i, j \in \{0, 1, \dots, N\} \quad (7)$$

โดยที่สมการที่ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์ มีจุดประสงค์ในการหาเส้นทางการขนส่งที่เกิดต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด สมการที่ (2) เป็นข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับความจุของยานพาหนะ โดยที่ความต้องการของลูกค้าต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะ สมการที่ (3) เป็นเงื่อนไขบังคับสำหรับจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของยานพาหนะ คือคลังสินค้า สมการที่ (4) และ (5) เป็นเงื่อนไขบังคับของการให้บริการของลูกค้า โดยที่ลูกค้าสามารถรับบริการได้จากยานพาหนะเพียงคันเดียว สมการที่ (6) เป็นเงื่อนไขบังคับของจำนวนเส้นทางสูงสุดที่ออกจากคลังสินค้า และสมการที่ (7) เป็นเงื่อนไขบังคับของตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1

วิธีในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีหลากหลายวิธีในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจ โดยในแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะเลือกวิธีการใดมาใช้ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์และปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ โดยมีวิธีในการหาคำตอบทั้งสิ้น 3 วิธี ดังนี้

1. การหาคำตอบที่ให้ค่าที่ดีที่สุด (Exact Method) เป็นรูปแบบปัญหาที่มีความซับซ้อน และเป็นปัญหามหาศาล การแก้ปัญหาคำตอบที่ให้ค่าที่ดีที่สุดโดยอาศัยโครงสร้างการตัดสินใจ 2 แบบ ดังนี้

1.1 วิธีแบบกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming : LP) ใช้แก้ปัญหาคำตอบ จัดเส้นทางเมื่อได้ตัวแปรของแต่ละตัวแล้ว เนื่องจากปัญหาคำตอบจัดเส้นทางต้องเป็นตัวแปรการตัดสินใจต่อเนื่อง ดังนั้น หลังจากที่ได้คำตอบแล้ว อาจต้องทำการปัดเศษของค่าตัวแปรให้ได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มทีละที่สุด (Rounding)

1.2 วิธีแผนภูมิต้นไม้ (Branch and Bound) ใช้แก้ปัญหาคำตอบตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง ค่าคำตอบของตัวแปรการตัดสินใจมีลักษณะเป็นแผนภูมิต้นไม้ สามารถหาคำตอบในทุกๆ ทางเลือกของตัวแปร โดยมีโครงสร้างแบบการแตกกิ่งของต้นไม้ สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคำตอบจัดเส้นทางเดินรถ เช่น การมอบหมายงานพนักงาน การเลือกเส้นทางของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีความซับซ้อนในการหาคำตอบ

2. การหาคำตอบด้วยวิธีแบบฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) เป็นการหาคำตอบที่ดีเพียงพอหรือใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดภายในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะของวิธีการหาคำตอบ ดังนี้

2.1 ฮิวริสติกส์แบบสร้างคำตอบ (Constructive Heuristic)

2.2 ฮิวริสติกส์แบบเนเบอร์ฮูด (Neighborhood Search)

3. การหาคำตอบด้วยวิธีแบบเมตาฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristic Method) เป็นวิธีที่มีการปรับปรุงให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นหรือเพิ่มข้อจำกัดมากขึ้น เพื่อให้สามารถดัดแปลงแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

3.1 วิธีทาบู (Tabu Search)

3.2 วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

3.3 วิธีเลียนแบบการตกผลึกทางเคมี (Simulate Annealing)

วัตถุประสงค์หลักในการแก้ไขปัญหาคำตอบจัดเส้นทางเดินรถ

การแก้ปัญหาคำตอบจัดเส้นทางเดินรถมีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

1. เพื่อลดจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) ทำให้เกิดการใช้นายพาหนะที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
2. เพื่อลดระยะทางและเวลาเดินทางในการขนส่งให้น้อยที่สุด หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost)
3. เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้ทั้งหมด

ปัญหาการตัดและการบรรจุ (Cutting and Packing Problem)

ปัญหาการตัดและการบรรจุเป็นการนำเอาวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้ามาใช้ในการสร้างรูปแบบตามลักษณะของปัญหา แล้วหาวิธีการคำนวณผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น แบ่งออกเป็นลักษณะย่อยตามการบรรจุได้ 5 รูปแบบดังนี้

1. ปัญหาการจัดวางรูปสี่เหลี่ยมในรูปแบบ 2 มิติ (Two Dimensional Rectangular Packing Problem) เป็นปัญหาที่ใช้ในการออกแบบการตัดชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมในแผ่นสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่เพื่อให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีการกำหนดขนาดความกว้าง ความยาวของชิ้นส่วนที่ต้องการ และความกว้าง ความยาวของแผ่นชิ้นส่วนที่ต้องการจะตัด

2. ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์บนพาเลท (Pallet Loading Problem) เป็นปัญหาที่ต้องการบรรจุวัตถุสี่เหลี่ยมที่มีรูปแบบเดียวกันลงในพาเลท โดยต้องการปริมาณบรรจุที่มากที่สุด มีการกำหนดขนาดความกว้าง ความยาวของพาเลท

3. ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ในอุปกรณ์บรรจุ (Bin Packing Problem) เป็นปัญหาที่ต้องการบรรจุวัตถุสี่เหลี่ยมลงในพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ไม่จำกัดความสูง มีการกำหนดความกว้าง ความยาวของวัตถุ จำนวนในการบรรจุ และความกว้าง ความยาวของสถานที่บรรจุและจัดวาง โดยต้องการให้ความสูงในการบรรจุต่ำที่สุด

4. ปัญหาการจัดการบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติ (Three Dimension Packing Problem) เป็นปัญหาที่มีการกำหนดความกว้าง ความยาว ความสูง และจำนวนของบรรจุภัณฑ์เพื่อที่จะบรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาดที่แน่นอน ต้องการให้มีการใช้ความยาวของตู้ให้ได้มากที่สุด

5. ปัญหาการจัดวางชิ้นส่วนที่ไม่ใช่สี่เหลี่ยม (Non-Rectangular Packing Problem) เป็นปัญหาที่ต้องการบรรจุวัตถุที่มีรูปทรงไม่ใช่สี่เหลี่ยมลงในพื้นที่บรรจุ เช่น วงกลม วงรี สามเหลี่ยม โดยไม่จำเป็นต้องเป็นพื้นที่รูปทรงสี่เหลี่ยม

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาขอบข่ายปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ในอุปกรณ์บรรจุ (Bin Packing Problem) ที่ต้องการนำกล่องสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันมาบรรจุในกล่องภาชนะที่มีปริมาตรจำกัด เพื่อต้องการลดจำนวนกล่องภาชนะลง โดยจะเป็นการจำลองการบรรจุสินค้าในตู้บรรจุเพื่อให้สามารถบรรจุสินค้าได้มากที่สุดและเหลือพื้นที่ในตู้บรรจุให้น้อยที่สุด

การใช้ Solver ใน Microsoft Excel

ฟังก์ชัน Solver เป็นหนึ่งในเครื่องมือ Add-ins ของ Microsoft Excel ช่วยให้การหาผลลัพธ์โดยใช้สเปรดชีตทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการใช้งานและการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสเปรดชีต

1. จัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ ข้อมูลที่นำมาใช้ได้แก่ สมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดที่ปรากฏในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Functions) ค่าสมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมดในข้อจำกัด (Constraints) จะต้องกำหนดไว้ในสเปรดชีตและควรจะมีการกำหนดค่าอธิบายของค่าเหล่านี้ด้วย

2. กำหนดเซลล์ในสเปรดชีต สำหรับตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) แต่ละตัว โดยควรจะต้องเลือกวางในตำแหน่งเซลล์ที่สะดวกในการกำหนดสูตร (Formula) สำหรับเซลล์นั้นโดยง่าย และควรจะมีการกำหนดค่าอธิบายสำหรับเซลล์เหล่านั้นด้วย

2.1 กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าที่จะได้จากการหาผลลัพธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และกำหนดสูตรของเซลล์ดังกล่าว โดยการแทนค่าสมประสิทธิ์และตัวแปรตัดสินใจในสูตรที่กำหนดขึ้นด้วยตำแหน่งของเซลล์ที่ระบุค่าดังกล่าว

2.2 กำหนดเซลล์สำหรับเสนอค่าของข้อจำกัดแต่ละอัน และกำหนดสูตรของเซลล์เหล่านี้ โดยการแทนค่าสมประสิทธิ์และตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้วยตำแหน่งเซลล์ที่ระบุค่าเหล่านี้ในสเปรดชีต

การใช้ Solver ในการหาผลลัพธ์

หลังจากที่ได้สร้างแบบจำลองสเปรดชีตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ การหาผลลัพธ์ จะต้องมีการพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญ 3 อย่าง ได้แก่

1. เซลล์เป้าหมาย (Target Cell) เป็นเซลล์ในสเปรดชีตที่เสนอค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์
2. เซลล์ที่ปรับค่าได้ (Changing Cell) เป็นเซลล์ที่แสดงถึงตัวแปรตัดสินใจในสเปรดชีต
3. เซลล์ข้อจำกัด (Constraints Cell) เป็นเซลล์ที่แสดงถึงข้อจำกัดในสเปรดชีต

เมื่อได้มีการกำหนดองค์ประกอบทั้ง 3 อย่างครบถ้วนแล้ว ก็สามารถเรียก Solver ขึ้นมาใช้งานในการประมวลผลแบบจำลอง ซึ่งในการใช้งานก็ต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ (Parameter) และทางเลือก (Options) ให้ถูกต้อง หลังจากนั้น Solver ก็จะสามารถประมวลผลตามพารามิเตอร์และทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ทำให้เซลล์เป้าหมายมีค่าสูงสุด (Maximize) หรือต่ำสุด (Minimize) ตามที่กำหนดไว้ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์

การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เวลามาตรฐานในการทำงาน หมายถึง การหาเวลามาตรฐานการทำงานจากคนงานที่มีระดับการทำงานที่เหมาะสม ด้วยเงื่อนไขสภาพการทำงานที่เหมาะสม โดยเวลามาตรฐานการทำงาน ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญและขาดไม่ได้ในการสร้างมาตรฐานการทำงาน

1. ประโยชน์ที่ได้รับจากเวลามาตรฐานการทำงาน

1.1 ใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานของงานนั้นๆ และใช้เป็นมาตรฐานในการอบรมพนักงานใหม่

1.2 ใช้ในการวางแผนการผลิตและการกำหนดงาน ตลอดจนใช้วางแผนกำลังคน

1.3 ใช้ประเมินค่าใช้จ่ายหรือคิดต้นทุนแรงงานในการผลิต

1.4 ทำให้ทราบถึงกำลังผลิตรวมของโรงงาน

1.5 ใช้เป็นมาตรฐานในการคิดค่าแรงจูงใจหรือการให้เงินรางวัล

1.6 ใช้ออกแบบหรือจัดสมดุลสายการผลิต

1.7 ใช้เปรียบเทียบหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าหรือเร็วกว่าเดิม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

2. ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยวิธี (Direct Time Study)

2.1 เลือกงานที่จะศึกษาเวลา

2.2 ทำความเข้าใจกับคนงานและหัวหน้างาน

2.3 แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย (Elements) และเขียนอธิบายงานย่อยไว้ด้วยว่าแต่ละขั้นตอนทำอะไร

2.4 สังเกตและบันทึกเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อยในเบื้องต้น

2.5 คำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลา

2.6 จับเวลาเพิ่มเติมตามจำนวนรอบที่ต้องการ

2.7 คำนวณหาเวลาเฉลี่ย

2.8 ประเมินอัตราความเร็วในการทำงาน (Rating) และคำนวณหาเวลาปกติ

2.9 กำหนดเวลาเผื่อ (Allowances) และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

3. การกำหนดค่าการประเมินและการหาเวลาปกติ (Normal Time)

ค่าการประเมิน คือ การที่ผู้ศึกษาเวลาเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานที่กำลังถูกศึกษากับอัตราการทำงานมาตรฐานในสายตาของผู้ศึกษาแล้วกำหนดว่า การทำงานของคนงานนั้นสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานและนำมาปรับค่าเวลาเฉลี่ยที่คำนวณได้ เวลาที่ถูกปรับค่าการประเมินแล้วจะเรียกว่าเวลาปกติ (Normal Time)

$$\text{เวลาปกติ (Normal Time)} = \text{เวลาเฉลี่ย} \times \text{ค่าการประเมิน}$$

4. การกำหนดค่าความเผื่อ (Allowance) และการหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

$$\text{เวลามาตรฐาน (Standard Time)} = \text{เวลาปกติ} + (\% \text{ค่าความเผื่อ} \times \text{เวลาปกติ})$$

การกำหนดค่าความเผื่อ (Allowances) จะพิจารณาในเรื่องเวลาเผื่อสำหรับบุคคล เช่น ไปเข้าห้องน้ำ ดื่มน้ำ เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้าอื่นๆ เช่น การปรับตั้ง ค่าเครื่องจักร แสดงได้ดังตารางที่ 3 ค่าความเผื่อจะคิดเป็นร้อยละ ใช้ในการปรับเวลาปกติให้เป็น เวลามาตรฐาน

ตารางที่ 3 ค่าความเผื่อสำหรับงาน

ค่าความเผื่อสำหรับงาน	ร้อยละ
เวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัว	5
เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า	4
ความซ้ำซาก (น้อย ปานกลาง มาก)	0, 1, 4
งานที่ต้องการความใส่ใจ (น้อย ปานกลาง มาก)	0, 2, 5
การใช้สายตา (น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด)	0, 2, 4, 10
ระดับเสียง (น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด)	0, 2, 5, 5

ในการศึกษาเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน จะใช้การปรับค่าเวลาจากทุกๆ งานย่อย ด้วยการประเมินและค่าความเผื่อแล้วรวมเวลามาตรฐานของงานย่อยเข้าด้วยกันกลายเป็นเวลา มาตรฐานหรือจะใช้การหาผลรวมของเวลาปกติแล้วปรับค่าความเผื่อเพื่อให้ได้เวลามาตรฐาน ก็ได้ การคำนวณจำนวนครั้งที่ต้องการในการจับเวลาคำนวณได้จากสมการได้ดังนี้

$$N = \left(\frac{zs}{hx} \right)^2$$

n คือ จำนวนครั้งที่ต้องการบันทึกการจับเวลาที่เหมาะสม

z คือ ค่าระดับความเชื่อมั่น 95% = 1.96

s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่จับมาได้

h คือ ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% = 0.05

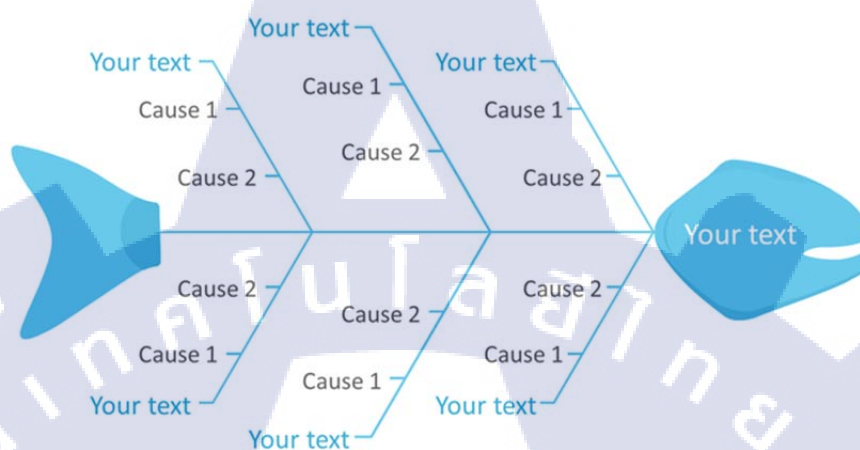
$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่จับมาได้

การวิเคราะห์แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้สำหรับพิสูจน์หาสาเหตุของปัญหาหลักที่ได้จากการสร้างแผนภาพ พาวเรโต้ โดยจะนำปัญหาหลักไว้ที่หัวปลาและจะหาสาเหตุย่อยของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาลงหัวปลาไว้

ที่กำแพงปลา ในแต่ละสาเหตุย่อยอาจจะแตกสาเหตุของสาเหตุย่อยอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งปัจจัยส่วนมากจะประกอบได้ด้วย คน วิธีการ เครื่องจักร วัตถุดิบ สภาพแวดล้อม โดยใช้หลักการ Why Why Analysis

Fishbone Diagram



รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนผังกำแพงปลา

ประโยชน์ของแผนผังกำแพงปลา

1. รับรู้สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหลักจากปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายใต้การทำงาน
2. ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น คำชำนาญ และประสบการณ์ของกลุ่มที่ได้เข้าร่วมในการวิเคราะห์ ระบุสาเหตุที่ใช้ในการสร้างแผนผังกำแพงปลา
3. สามารถนำไปใช้ได้กับทุกปัญหาที่เกิดขึ้น
4. สามารถใช้ในการมองภาพรวมและความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ง่าย เนื่องจากลักษณะที่แบ่งเป็นเส้น จึงทำให้ง่ายต่อการเชื่อมความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐิติมา วงศ์อินตา; อนิรุทธ์ ชันธะสะอาด; และกิตติ เจริญสุข (2561) ได้ศึกษาการบริหารรถขนส่งและเส้นทางเดินรถโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษาการขนส่งสินค้าอันตรายประเภทของเหลว โดยเป็นการขนส่งสินค้าจากโรงงานไปยังลูกค้าในพื้นที่ภาคตะวันออก ใช้ข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการลูกค้าล่วงหน้า 8 เดือน นำมาหาค่าเฉลี่ยความต้องการของลูกค้าแต่ละราย จากนั้นทำการวิเคราะห์จำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมและระยะทางในการจัดส่งที่สั้นที่สุด โดยใช้วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method) ผลการศึกษาพบว่า ระยะทางขนส่งจากโรงงานมายังโรงงานปลายทางที่แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ต้นทุนการขนส่งลดลงร้อยละ 76 เมื่อเทียบ

กับการขนส่งรูปแบบเดิม เมื่อโรงงานนำผลลัพ์ที่ได้ไปทดลองใช้งานจริงกับการขนส่งสินค้ากับลูกค้าในพื้นที่ภาคตะวันออก ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าโดยรวมลดลงร้อยละ 27.62 และระยะทางในภาพรวมลดลงร้อยละ 21.64

ธัญธรณ์ ทองรื้อ (2561) ได้ศึกษาวิธีการทางฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าลงตู้สินค้า โดยปัญหาเกิดจากการจัดเรียงสินค้าขึ้นอยู่กับความชำนาญและอาศัยประสบการณ์ของพนักงาน ปราศจากเครื่องมือในการวิเคราะห์จัดเรียงสินค้า จึงได้พัฒนาโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าโดยใช้วิธีการทางฮิวริสติกเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ เปรียบเทียบข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงกับข้อมูลจากโปรแกรม มีขอบเขตการศึกษาพาเลทที่มีความกว้าง ความยาวเท่ากัน มีความสูงแตกต่างกัน 7 แบบ ลงในตู้สินค้าขนาด 40 ฟุต ชนิด High Cube

พาเลทซ้อนกันไม่เกิน 3 ชั้น ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการจัดเรียงสินค้าผ่านโปรแกรมสามารถจัดเรียงได้ถูกต้อง แม่นยำ ประมวลผลเร็วกว่าการใช้พนักงาน สามารถลดจำนวนการใช้ตู้สินค้าน้อยลง 10 และเพิ่มการใช้พื้นที่ตู้สินค้าได้มากขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.33

พงศ์ภูมิ แก้วสูงเนิน (2559) ได้ศึกษาระบบเพื่อช่วยจัดการเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มโดยวิธีเมตริกซ์แบบประหยัด กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตน้ำดื่ม ตำบลขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งประสบปัญหาการรับยอดคำสั่งซื้อและสรุปยอดซื้อขายไม่ครบตามจำนวนปัญหาด้านการจัดส่งสินค้าที่มีรอบการส่งไม่แน่นอน ปริมาณสินค้าต่อรอบไม่เหมาะสม ส่งผลให้ต้นทุนและเวลาในการทำงานเพิ่มสูงขึ้น จึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในการจัดการด้านคำสั่งซื้อและจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มโดยใช้ Google API วิเคราะห์เส้นทางที่ประหยัดที่สุดโดยวิธีเมตริกซ์แบบประหยัด พิจารณาจาก 4 ปัจจัย ได้แก่ ระยะทาง น้ำหนักสินค้า ความสามารถในการบรรทุก และค่าเชื้อเพลิงของรถบรรทุก ผลการศึกษาพบว่า สามารถช่วยลดระยะทางการขนส่งลงเฉลี่ยร้อยละ 7.61 ช่วยลดต้นทุนในการขนส่งลงเฉลี่ยร้อยละ 1.19 ของรถบรรทุกที่ใช้ CNG และร้อยละ 7.84 ของรถบรรทุกที่ใช้ดีเซล

พลอยไพลิน ภูมิโคกรักษ์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง เพื่อหาเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมในการกระจายสินค้าไปยังตัวแทนจำหน่าย 54 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยการประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดในการสร้างคำตอบขั้นต้น จากนั้นทำการปรับปรุงคำตอบตั้งต้นด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมและใช้ Visual Basic for Application (VBA) บน Microsoft Excel เข้ามาช่วยประมวลผลหาคำตอบ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาคำตอบด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมลดระยะทางขนส่งสินค้ารวมได้มากกว่าวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ความแตกต่างของระยะทางรวมร้อยละ 3.53

รัตนพร บุญครอบ; และชวลีกร ชูโชติถาวร (2563) ได้ศึกษาการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางรถขนส่งตู้แช่เย็น กรณีศึกษา บริษัท วิทยุทิพย์ เอ็กซ์เพรส จำกัด โดยการจัดเส้นทางรถขนส่งของลูกค้า บริษัท Bevpro Asia ให้มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด ด้วยวิธีการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวางแผนหาเส้นทางขนส่งสินค้าจากพนักงานขับรถ 3 โซน ผลการศึกษาพบว่า พนักงานขับรถโซนที่ 1 ระยะทางก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 202 กิโลเมตร หลังปรับปรุงอยู่ที่ 149 กิโลเมตร พนักงานขับรถโซนที่ 2 ระยะทางก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 242 กิโลเมตร หลังปรับปรุงอยู่ที่ 218 กิโลเมตร และพนักงานขับรถโซนที่ 3 ระยะทางก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 224 กิโลเมตร หลังปรับปรุงอยู่ที่ 202 กิโลเมตร ในภาพรวมสามารถลดระยะทางขนส่งรวมร้อยละ 14.82

วุฒิชัย ยิ่งรส (2562) ได้ทำการศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายในตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์เข้าตู้คอนเทนเนอร์ ลดต้นทุนในการเช่าตู้ และใช้พื้นที่ของตู้คอนเทนเนอร์ให้คุ้มค่าที่สุด โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 กลุ่มของกล่องสินค้าที่มีความกว้างและความยาวเท่ากัน สามารถวางซ้อนกันได้ เพื่อให้ได้ปริมาตรมากที่สุดต่อสแต็ก แต่ความสูงไม่เกินตู้คอนเทนเนอร์เมื่อเรียงซ้อนกัน โดยใช้วิธีค้นหาแผนผังต้นไม้ (Tree Search Heuristics) และส่วนที่ 2 จัดเรียงสแต็กเข้าตู้คอนเทนเนอร์ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้มีปริมาตรว่างภายในตู้ให้น้อยที่สุด โดยตัวแบบสามารถแสดงชนิดของสแต็กที่นำมาจัดเรียงภายในตู้คอนเทนเนอร์ พิกัดตำแหน่ง และทิศทางในการวางสแต็ก ผลการศึกษาพบว่า เมื่อมีกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด 770 กล่องต่อสัปดาห์ โปรแกรมสามารถลดการเช่าตู้ขนาด 40 ฟุตจัมโบ้จำนวน 1 ตู้ จากทั้งหมด 18 ตู้ คิดเป็นร้อยละ 5.60 ปริมาตร พื้นที่ว่างภายในตู้คงเหลือ 2.8 ลูกบาศก์เมตร จากเดิม 7.8 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 63.30 และใช้เวลาในการคำนวณ 23.50 นาที จากเดิม 83.40 นาที คิดเป็นร้อยละ 71.82

ศิวพร สุกสี; และธารณี มีเจริญ (2562) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุก กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์ เพื่อหาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงและกำหนดปริมาณการขนส่งที่แน่นอนให้กับบริษัทที่ต้องการกระจายสินค้าจากจังหวัดสุรินทร์ไปยังลูกค้าในประเทศ โดยใช้วิธีสถิติ 2 วิธี คือ วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดและอัลกอริทึมแบบประหยักร่วมกับตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ใช้ฟังก์ชัน Solver ใน Microsoft Excel ผลการศึกษาพบว่า วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด มีต้นทุนการขนส่งรวม 20,647.38 บาท ส่วนวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยักร่วมกับตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย มีต้นทุนการขนส่งรวม 21,099.70 บาท จึงควรเลือกใช้วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด

สุวภัทร พันธุนาคิน (2559) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าด้วยตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดความเสียหายของสินค้าระหว่างการขนส่ง โดยใช้แนวคิดโคเช็นมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา จากนั้นทำการคิดคำนวณปริมาตรของสินค้าและปริมาณของสินค้าที่จะบรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสินค้าที่บรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์ในปี พ.ศ. 2558 เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อโอกาสการเกิดความเสียหายของสินค้าภายในตู้ได้ เพราะใช้พื้นที่ภายในตู้คอนเทนเนอร์ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงได้ปรับเพิ่มปริมาณของสินค้าที่ต้องบรรจุเข้าตู้คอนเทนเนอร์ให้ได้มาตรฐานของตู้คอนเทนเนอร์ ทำให้การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ภายในตู้คอนเทนเนอร์เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 88.45 เป็นร้อยละ 95.06 ส่งผลให้สินค้าที่ถูกบรรจุภายในตู้คอนเทนเนอร์ไม่เสียหายระหว่างการขนส่ง

เสกสรรค์ วินยางค์กุล; และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาค้นหาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุสินค้า: กรณีศึกษาบริษัท ธนพิริยะจำกัด เพื่อการจัดสินค้าที่เหมาะสมในการบรรจุ พิจารณาจากปริมาตรสินค้าที่จะจัดส่งไปยังสาขาต่างๆ จำนวน 21 สาขา และลูกค้า 12 สายอำเภอ รถบรรทุกที่มีน้ำหนักบรรทุกแตกต่างกันจำนวน 24 คัน โดยใช้ตัวแบบปัญหา Bin Packing และวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน คือ วิธีซิมเพล็กซ์ วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อหารถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับปริมาณสินค้าและเหลือพื้นที่ในตู้บรรทุกน้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีซิมเพล็กซ์ลดได้ 1,703.98 ลูกบาศก์เมตร วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ลดได้ 1,400.58 ลูกบาศก์เมตร และวิธีเชิงพันธุกรรมลดได้ 1,511.21 ลูกบาศก์เมตร

อักรพล ชุณหะเกียรติสกุล (2559) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทขนส่งกรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้ทฤษฎีปัญหาการเลือกเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing Problem) ด้วยวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด และใช้ Visual Basic for Application (VBA) บน Microsoft Excel จากนั้นทำการทดลองกับข้อมูลการขนส่งจริงในวันที่ 12 ธันวาคม 2559 ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดต้นทุนแปรผันในการขนส่งลงร้อยละ 23.08 สำหรับการกระจายสินค้า 1 เที่ยวบินรถบรรทุกขาเข้า

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นที่การลดเวลาปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

1. ศูนย์กระจายสินค้า 5 แห่ง ได้แก่
 - 1.1 ศูนย์กระจายสินค้า B ตั้งอยู่ที่อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
 - 1.2 ศูนย์กระจายสินค้า H ตั้งอยู่ที่อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 - 1.3 ศูนย์กระจายสินค้า M ตั้งอยู่ที่อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 - 1.4 ศูนย์กระจายสินค้า P ตั้งอยู่ที่อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
 - 1.5 ศูนย์กระจายสินค้า T ตั้งอยู่ที่อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. สินค้ากลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวน 269 รายการ สินค้ากลุ่มพรีเมียม (สินค้าสมนาคุณลูกค้า) 53 รายการ
3. รถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า จำนวน 4 ประเภท ได้แก่
 - 3.1 รถบรรทุก 4 ล้อ (ซุ้มล้อหรือตู้ทึบ)
 - 3.2 รถบรรทุก 6 ล้อ ความยาวตู้สินค้า 5 เมตร
 - 3.3 รถบรรทุก 6 ล้อ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร
 - 3.4 รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ (พ่วงแม่ลูก)

กลุ่มตัวอย่าง

1. ศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง คือ ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P
2. สินค้ากลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวน 147 รายการ
3. รถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้ทึบ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรม Microsoft Excel ฟังก์ชัน Solver
2. แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564
2. ข้อมูลรายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าน้อยกว่า 1 ปี (พ.ศ. 2564) เพื่อนำมาหาน้ำหนัก ขนาดสินค้า และปริมาตรสินค้า สำหรับจัดทำมาตรฐานการบรรจุทุกสินค้า
3. ข้อมูลจำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่จัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานของกระบวนการจัดเรียงสินค้าก่อนปรับปรุงกระบวนการ และหลังปรับปรุงกระบวนการ

2.2 เปรียบเทียบชั่วโมงล่วงเวลาและต้นทุนค่าล่วงเวลาที่เกิดขึ้น โดยก่อนปรับปรุงกระบวนการใช้ข้อมูลเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564 และหลังปรับปรุงกระบวนการใช้ข้อมูลเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2565

2.3 เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนเที่ยวรถบรรทุกและต้นทุนค่าขนส่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ Solver เข้ามาสนับสนุนการตัดสินใจ



TNI

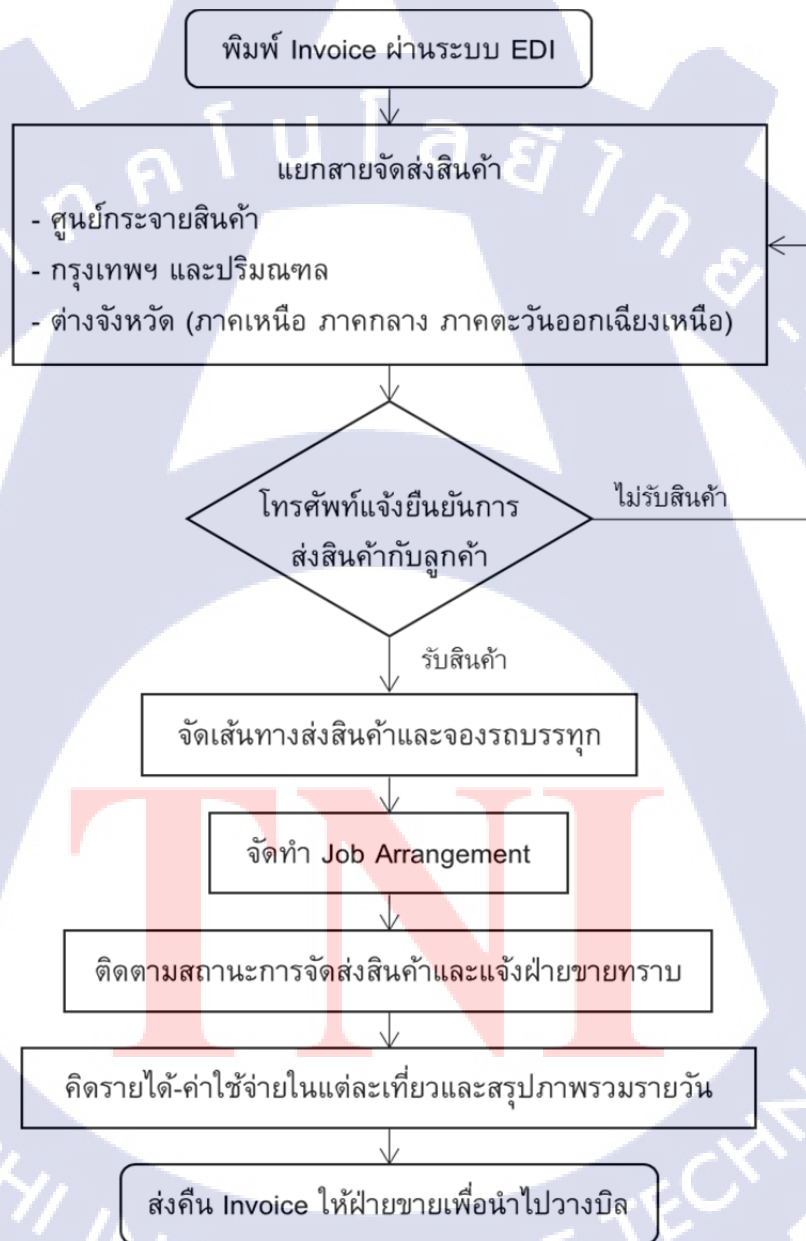
บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษา

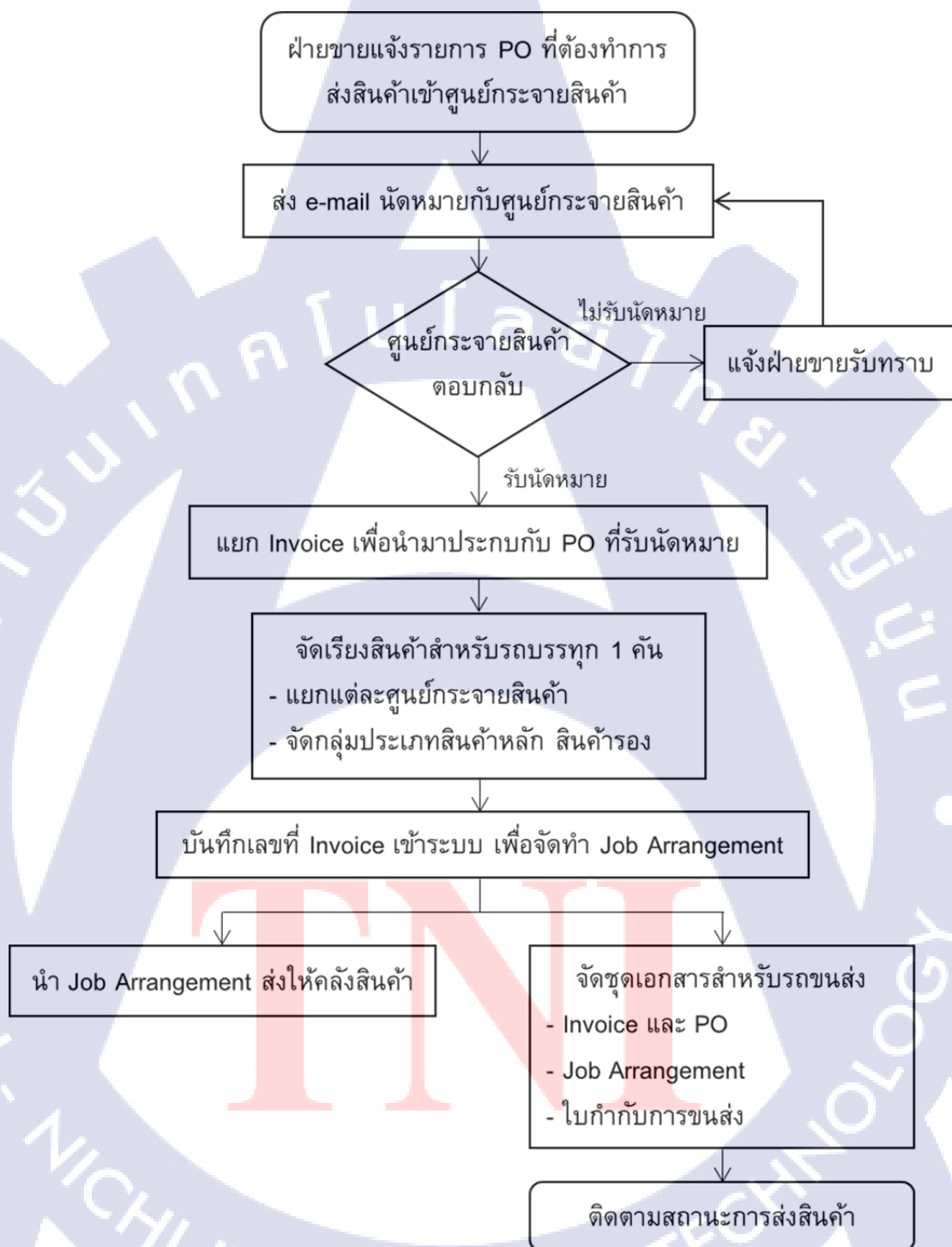
สภาพปัจจุบันและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า

1. ขั้นตอนการทำงานของฝ่ายขนส่ง



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของฝ่ายขนส่ง

2. ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบงานส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง

การทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งในปัจจุบัน จะเริ่มกระบวนการจัดเรียงสินค้าสำหรับส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าหลังเวลา 17.00 น. ซึ่งเป็นเวลาทำงานล่วงเวลา เนื่องจากเวลางานปกติเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งจะต้องคอยติดตามสถานะการจัดส่งสินค้า ติดต่อนัดหมายกับศูนย์กระจายสินค้า จัดเตรียมเอกสาร ตรวจสอบการขึ้นสินค้า และต้องรอ Invoice จากฝ่ายขายที่จะออกภายในเวลา 16.45 น. โดยก่อนที่จะเริ่มจัดเรียงสินค้า เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งจะต้องเช็คจำนวนรถบรรทุกที่สามารถมาขึ้นสินค้าในวันถัดไปได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการจัดเรียงสินค้าของรถแต่ละคัน เนื่องจากรถบรรทุกของแต่ละบริษัทขนส่ง พนักงานขับรถอาจมีทักษะไม่เท่ากัน หากไม่คำนึงในจุดนี้อาจเกิดปัญหาสินค้าถูกตีกลับจากศูนย์กระจายสินค้าได้

ในกระบวนการจัดเรียงสินค้านั้นอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์จากเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งโดยตรง ซึ่งบางส่วนอาจถูกถ่ายทอดมาจากทีมงานที่มีประสบการณ์สูงกว่า และส่วนหนึ่งมาจากการสังเกต ศึกษาจากการขึ้นสินค้าหน้าลานโหลด โดยการจัดเรียงสินค้าของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งแต่ละคนก็จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น จัดตามประเภทสินค้า จัดตามกลุ่มสินค้า จัดตามรายได้รวมต่อเที่ยว ซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับการขึ้นสินค้าของรถขนส่ง หากมีสินค้าคล่องร่นกันมาก ๆ จะทำให้การจัดเรียงสินค้าในรถบรรทุกไม่แน่นหรือมีช่องว่างระหว่างสินค้า อาจเกิดปัญหากล่องบรรจุภัณฑ์ถลอก เสียหาย ฉีกขาดได้ โดยเฉพาะการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าที่จะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมจัดส่งเข้าสาขา และอยู่ในเกณฑ์ที่ศูนย์กระจายสินค้ากำหนดไว้

ในด้านของปริมาณบรรทุก พบว่ายังไม่มีมีการจัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้าต่อคัน ซึ่งเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งก็จะใช้การเทียบเคียงรุ่นหรือขนาดของสินค้าจากข้อมูลในอดีต จากนั้นก็ประมาณจำนวนบรรทุกต่อคัน ซึ่งอาจจะผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริงได้เกิดปัญหาการขึ้นสินค้าไปได้ไม่หมดตามที่ไดวางแผนไว้ ทำให้แผนการจัดส่งสินค้าถูกเลื่อนออกไป แต่หากปัญหานี้เกิดขึ้นกับรถบรรทุกที่จะส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า จะต้องทำการเรียกรถบรรทุกเสริมเพื่อทำการส่งสินค้าให้ได้ตามที่นัดหมายไว้ ส่งผลให้มีต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มสูงขึ้น แต่ประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าลดลง

3. ข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบงานส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 4 จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบงานส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

เดือน	วันทำงาน	จำนวนชั่วโมง	ค่าล่วงเวลาต่อชั่วโมง	ต้นทุนค่าล่วงเวลา
ตุลาคม	21	53	180	9,450.00
พฤศจิกายน	22	55	180	9,900.00
ธันวาคม	19	48	180	8,550.00
รวมทั้งสิ้น	62	155		27,900.00

4. ข้อมูลรายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564

4.1 สินค้ากลุ่ม Hard Line (เครื่องใช้ไฟฟ้าชิ้นใหญ่)

ตารางที่ 5 รายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564 กลุ่ม Hard Line

เครื่องปรับอากาศ	ตู้เย็น			เครื่องซักผ้า	
AKH10	RR49.B	RRGX340	RRMAG600.G	WBD100	WPS100.C
ANH10	RR49.G	RRGX350.G	RRMAG600.M	WBD120	WPS100.M
APH10	RR49.N	RRGX350.M	RRMX600.G	WBD70	WPS140
AUH10	RR49.R	RRX350	RRMX600.W	WBD80	WPS170.D
AKH13	RR49.V	RRS38	RRMX600.R	WBDD80	WPS170.N
ANH13	RR64.L	RRGX400.G	RRS600	WBD90	
APH13	RR64.B	RRGX400.M	RRSX600	WSF105	
AUH13	RR64.G	RRX400	RRV600	WSF125	
AKH18	RR64.N	RRWB410.K	RRWBP640	WSF130	
ANH18	RR64.R	RRWB410.W	RRWB640.K	WSF140C	
APH18	RR64.V	RRV450	RRWB640.G	WSF140E	
AUH18	RRH200.K	RRG450	RRWBX640.W	WSF150	
AKH24	RRH200.B	RRWB470.K	RRWBX640.M	WSF160	
ANH24	RRH230.K	RRWB470.W	RRWX670.K	WSF170	
AUH24	RRH230.B	RRV510	RRWX670.W	WSF200	
APH30	RRH300.K	RRV550	RRV700	WSF220	
	RRH300.B	RRG500	RRZXC740	WSF250	
	RRS32	RRW550		WSF250AD	
	RRG340	RRWX550		WSF80	

4.2 สินค้ากลุ่ม Small Appliance (เครื่องใช้ไฟฟ้าชิ้นเล็ก)

ตารางที่ 6 รายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564 กลุ่ม Small Appliance

เครื่องฟอกอากาศ	กาต้มน้ำ	หม้อหุงข้าว	เครื่องทำน้ำอุ่น	เครื่องดูดฝุ่น
AP3000.B	KHE60	RDG10	SHV35.C	VCF16.B
AP3000.R		RDV10.D	SHV35.S	VCF16.L
AP3000.W		RDV10.O	SHV35.W	VCF18.B
APN50		RDX10	SHVD35	VCF18.R
AP5000		RZH10	SHVDS35.G	VCF20.B
AP6000		RDG18	SHVDS35.I	VCE22.B
AP7000		RDV18.D	SHVS35.G	VCS220.D
AP9000		RDV18.O	SHVS35.S	VPX220.C
		RDW18	SHV45.W	VCE23.D
		RDX18	SHVDS45.G	VCE230.O
		RGH18	SHVS45.G	VPX300.C
		RZH18	SHVS45.S	VPXK90.P
			SHB35.B	VPXE90.P
			SHB48.B	VPXH900.C
			SHBD48.B	VCF950.B
				VCF960.P

จากข้อมูลในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 มีจำนวนรายการสินค้า 147 รายการ แบ่งเป็นสินค้ากลุ่ม Hard Line จำนวน 95 รายการ คิดเป็นร้อยละ 64.63 และสินค้ากลุ่ม Small Appliance จำนวน 52 รายการ คิดเป็นร้อยละ 35.37 สามารถสรุปรายการสินค้าได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปรายการสินค้าที่จัดส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในปี พ.ศ. 2564

กลุ่มสินค้า	ประเภทสินค้า	จำนวนรายการ	ร้อยละ
Hard Line	เครื่องปรับอากาศ	16	10.88%
Hard Line	ตู้เย็น	55	37.41%
Hard Line	เครื่องซักผ้า	24	16.33%
Small Appliance	เครื่องฟอกอากาศ	8	5.44%
Small Appliance	กาต้มน้ำ	1	0.68%
Small Appliance	หม้อหุงข้าว	12	8.16%
Small Appliance	เครื่องทำน้ำอุ่น	15	10.20%
Small Appliance	เครื่องดูดฝุ่น	16	10.88%
	รวมทั้งสิ้น	147	100.00%

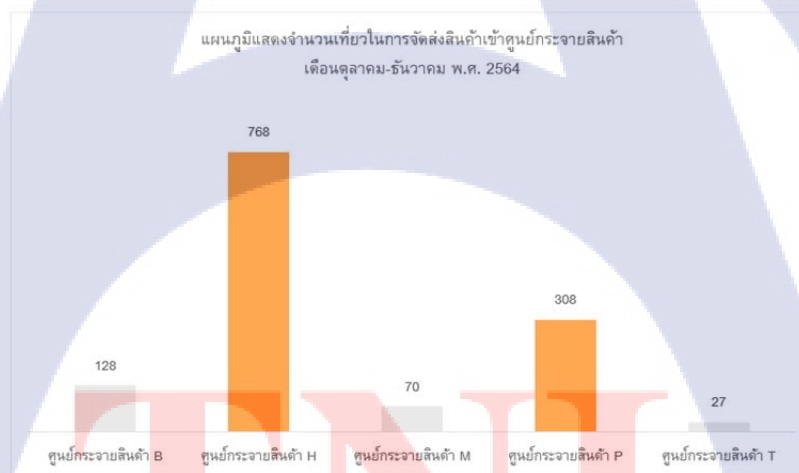
5. ข้อมูลการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 5 แห่ง เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 8 จำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 5 แห่ง เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

เดือน	ศูนย์กระจายสินค้า	จำนวนเที่ยว	ร้อยละ
ตุลาคม	ศูนย์กระจายสินค้า B	33	9.51%
	ศูนย์กระจายสินค้า H	193	55.62%
	ศูนย์กระจายสินค้า M	19	5.48%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	93	26.80%
	ศูนย์กระจายสินค้า T	9	2.59%
	Total	347	100.00%
พฤศจิกายน	ศูนย์กระจายสินค้า B	48	9.94%
	ศูนย์กระจายสินค้า H	285	59.01%
	ศูนย์กระจายสินค้า M	34	7.04%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	108	22.36%
	ศูนย์กระจายสินค้า T	8	1.66%
	Total	483	100.00%

ตารางที่ 8 จำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 5 แห่ง เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564 (ต่อ)

เดือน	ศูนย์กระจายสินค้า	จำนวนเที่ยว	ร้อยละ
ธันวาคม	ศูนย์กระจายสินค้า B	47	9.98%
	ศูนย์กระจายสินค้า H	290	61.57%
	ศูนย์กระจายสินค้า M	17	3.61%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	107	22.72%
	ศูนย์กระจายสินค้า T	10	2.12%
	Total	471	100.00%
ไตรมาส 4	ศูนย์กระจายสินค้า B	128	9.84%
	ศูนย์กระจายสินค้า H	768	59.03%
	ศูนย์กระจายสินค้า M	70	5.38%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	308	23.67%
	ศูนย์กระจายสินค้า T	27	2.08%
	Grand Total	1,305	100.00%



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงจำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P มีปริมาณเที่ยวสะสมในไตรมาสที่ 4 ร้อยละ 59.03 และ 23.67 ตามลำดับ อีกทั้งฝ่ายขายยังได้ให้ความสำคัญกับการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 2 แห่ง ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะนำข้อมูลการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 2 แห่งนี้มาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปจำนวนเที่ยวของศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปจำนวนเที่ยวรถในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564

เดือน	ศูนย์กระจายสินค้า	จำนวนเที่ยว	ร้อยละ
ตุลาคม	ศูนย์กระจายสินค้า H	193	67.48%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	93	32.52%
	Total	286	100.00%
พฤศจิกายน	ศูนย์กระจายสินค้า H	285	72.52%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	108	27.48%
	Total	393	100.00%
ธันวาคม	ศูนย์กระจายสินค้า H	290	73.05%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	107	26.95%
	Total	397	100.00%
ไตรมาส 4	ศูนย์กระจายสินค้า H	768	71.38%
	ศูนย์กระจายสินค้า P	308	28.62%
	Total	1,076	100.00%

รายละเอียดของรถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า มีดังนี้

1. รถบรรทุกที่ใช้ในการส่งสินค้า เป็นรถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้ทึบ ความยาวตู้สินค้า ขนาด 7 เมตร น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมายกำหนดไม่เกิน 15,000 กิโลกรัม แบ่งเป็นน้ำหนักรถ รวมน้ำหนักตู้บรรทุกและอุปกรณ์ส่วนเสริมตามประกาศของกรมขนส่งทางบกไม่เกิน 10,000 กิโลกรัม และน้ำหนักบรรทุกสินค้าไม่เกิน 5,000 กิโลกรัม โดยมีขนาดตู้บรรทุก ความกว้าง 2.30 เมตร ความยาว 7.20 เมตร ความสูง 2.30 เมตร ปริมาตรบรรทุกสินค้า 30 ลูกบาศก์เมตร (CBM.)



รูปที่ 6 รถบรรทุก 6 ล้อ ประเภทตู้ทึบ ความยาวตู้สินค้า 7 เมตร

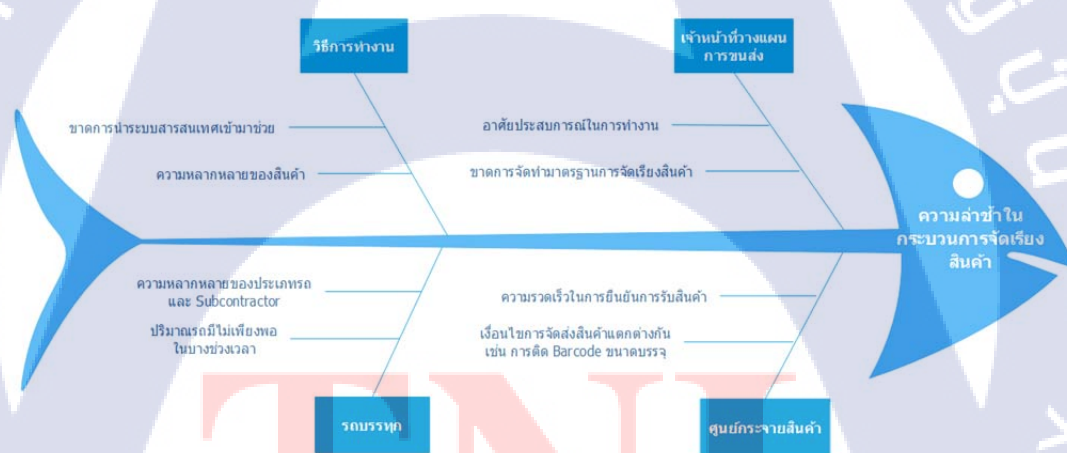
2. อัตราค่าขนส่งสินค้าคิดแบบเหมาเที่ยว (Trip Rate) ค่าเฉลี่ยน้ำมันดีเซลไม่เกิน 29.99 บาทต่อลิตร รับสินค้าจากคลังสินค้าและส่งสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง ราคานี้รวมค่าพนักงานขับรถ พนักงานยกสินค้า และค่าทางด่วนเรียบร้อยแล้ว

2.1 ศูนย์กระจายสินค้า H ค่าขนส่งสินค้า 5,000 บาทต่อเที่ยว

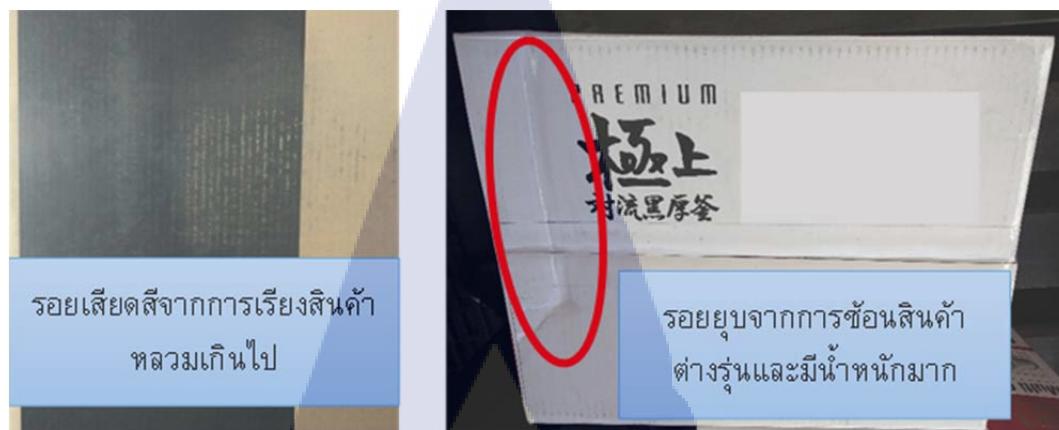
2.2 ศูนย์กระจายสินค้า P ค่าขนส่งสินค้า 2,800 บาทต่อเที่ยว

วิเคราะห์กิจกรรมและค้นหาสาเหตุของปัญหา

จากสภาพการทำงานในปัจจุบัน การจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าเกิดความล่าช้า ในกระบวนการการจัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน ทำให้ชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งอยู่ในอัตราสูง เพิ่มต้นทุนการดำเนินงาน อีกทั้งระบบการทำงานยังพึ่งพาประสบการณ์การทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งเป็นหลัก ส่งผลให้การจัดเรียงสินค้าของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งแต่ละคนมีลักษณะที่แตกต่างกัน ประกอบกับความหลากหลายของประเภทสินค้า รุ่นสินค้า จึงต้องใช้เวลาในการจัดกลุ่มสินค้านานขึ้น เพื่อป้องกันปัญหาสินค้าเสียหายระหว่างการขนส่ง สามารถสรุปได้เป็นแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าในกิจกรรมการจัดเรียงสินค้า



รูปที่ 8 สภาพสินค้าที่เสียหายระหว่างการขนส่ง

จากการวิเคราะห์แผนผังก้างปลา พบว่าความล่าช้าในกระบวนการจัดเรียงสินค้ามีสาเหตุมาจาก

1. ขาดการจัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า
2. ขาดการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วย
3. อาศัยประสบการณ์ในการทำงาน
4. ความหลากหลายของสินค้า
5. เงื่อนไขการจัดส่งสินค้าแตกต่างกัน เช่น การติด Barcode ขนาดบรรจุ

เมื่อได้ทราบปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในกิจกรรมการจัดเรียงสินค้าแล้ว จึงได้ทำการแบ่งกิจกรรมหลักออกเป็นกิจกรรมย่อยเพื่อบันทึกเวลาการทำงานในแต่ละกิจกรรมสำหรับจัดทำเวลามาตรฐาน โดยบันทึกเวลาการทำงานจำนวน 10 ครั้ง กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ในการคำนวณหาจำนวนครั้งตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการของการจับเวลาแสดงได้ดังตารางที่ 10 (สามารถดูข้อมูลการจับเวลาได้ในตารางที่ 41 ของภาคผนวก ก.)

จำนวนครั้งที่เหมาะสมของการบันทึกการจับเวลา สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$N = \left(\frac{zs}{hx} \right)^2$$

n คือ จำนวนครั้งที่ต้องการบันทึกการจับเวลาที่เหมาะสม

z คือ ค่าระดับความเชื่อมั่น 95% = 1.96

s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่จับมาได้

h คือ ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% = 0.05

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่จับมาได้

ตารางที่ 10 ผลการบันทึกเวลาในแต่ละกิจกรรม (ก่อนการปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	SD	จำนวนครั้งขั้นต่ำของ การจับเวลา (n)
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	27	1.93	8
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	0.52	4
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	161	9.31	5
4	ประกบคู่ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	209	15.94	9
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	57	3.81	7
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	217	9.65	3
7	จัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน	3,926	202.19	4
8	ทำสายคางงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	816	11.93	1
9	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	2,000	142.28	8
10	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	0.52	4
11	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,247	63.79	4
12	แนบใบกำกับการขนส่งในชุดงาน	59	4.29	8
13	เดินนำงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	79	2.42	1
14	เดินกลับมายังที่ทำงาน	67	2.27	2
รวมระยะเวลา		8,884		

เมื่อทำการบันทึกเวลาและคำนวณจำนวนตัวอย่างการจับเวลาที่เหมาะสมแล้ว จึงได้ทำการหาเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอน โดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่ใช้เป็นตัวอย่างในการจับเวลามีประสบการณ์การทำงานด้านการบริหารจัดการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้ามากกว่า 5 ปี มีความชำนาญในการจัดงาน จึงได้กำหนดค่าประเมินอัตราการทำงาน 100% และจำนวน Invoice ที่ส่งเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าในแต่ละวันมีปริมาณไม่เท่ากัน อีกทั้งลักษณะงานถือเป็นงานที่ต้องการความใส่ใจมาก จึงได้กำหนดค่าเผื่อสำหรับผู้ปฏิบัติงานไว้ที่ 5% ผลของการคำนวณเวลามาตรฐานแสดงได้ดังตารางที่ 11

เวลามาตรฐานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{เวลาปกติ} = \text{เวลาเฉลี่ย} \times \text{ค่าการประเมิน}$$

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + (\% \text{ค่าความเผื่อ} \times \text{เวลาปกติ})$$

ตารางที่ 11 การหาเวลามาตรฐาน (ก่อนการปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าประเมิน อัตราการ ทำงาน	ค่าความ เผื่อ	เวลา มาตรฐาน (วินาที)
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	27	100%	5%	28
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	100%	5%	10
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	161	100%	5%	170
4	ประกอบคู่ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	209	100%	5%	220
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	57	100%	5%	60
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	217	100%	5%	228
7	จัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน	3,926	100%	5%	4,132
8	ทำสายคาตงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	816	100%	5%	859
9	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	2,000	100%	5%	2,105
10	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	100%	5%	10
11	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,247	100%	5%	1,313
12	แนบใบกำกับกับการขนส่งในชุดงาน	59	100%	5%	62
13	เดินนำงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	79	100%	5%	83
14	เดินกลับมายังที่ทำงาน	67	100%	5%	71
รวมระยะเวลา		8,884			9,352

จากการหาเวลามาตรฐานในแต่ละกิจกรรมย่อย พบว่าในกระบวนการจัดเรียงสินค้า ปัจจุบันใช้เวลารวม 9,352 วินาที หรือประมาณ 156 นาที จึงได้ใช้ค่าเวลานี้เป็นค่าเวลามาตรฐาน ก่อนปรับปรุงของการศึกษาในครั้งนี้

กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

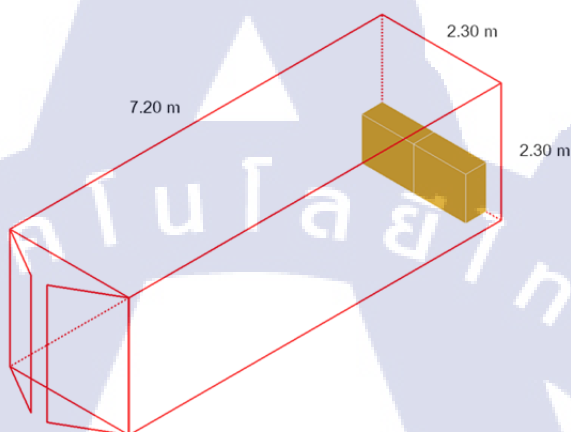
จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถทำได้โดยการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องการจัดเรียงสินค้า เริ่มจากการจัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า และสร้างแบบจำลองการจัดเรียงสินค้าที่จะบรรทุกในรถ 1 คัน จากนั้นประยุกต์ใช้ฟังก์ชัน Solver ใน Microsoft Excel เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นวิธีการจัดเรียงสินค้าที่เหมาะสม ใช้เวลาในการทำงานที่รวดเร็วมากขึ้น ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปพัฒนาต่อไปได้

สร้างแบบจำลองเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

การสร้างแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า เป็นการจำลองรูปแบบการจัดเรียงสินค้าในสถานการณ์จริง โดยการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม แล้วจึงสร้างแบบจำลองใน Microsoft Excel

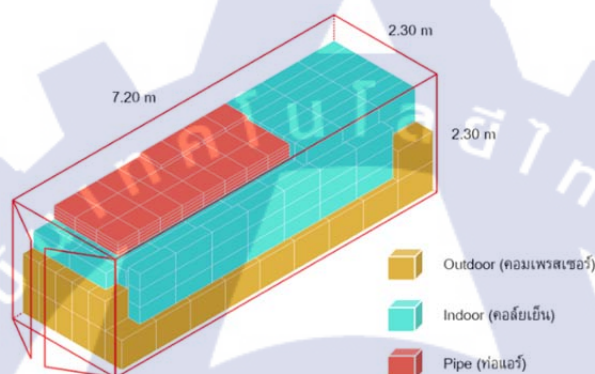
1. การจัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า

เริ่มจากการขอข้อมูลขนาดสินค้ารวมกล่องบรรจุภัณฑ์ น้ำหนัก และปริมาตรสินค้า (CBM.) จากฝ่ายคลังสินค้าที่ได้รับมาจากโรงงานผลิต เข้าไปดูสินค้าจริงในคลังสินค้าเพื่อเก็บข้อมูลการเรียงซ้อนสินค้าที่ระบุดังกล่าว จากนั้นทำการจำลองการจัดเรียงสินค้าในรถบรรทุก โดยกำหนดเงื่อนไขน้ำหนักบรรทุกสินค้าไม่เกิน 5,000 กิโลกรัม สามารถสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 9 ขนาดของตู้บรรทุกที่ใช้จัดทำมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า

1.1 สิ้นค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ ใน 1 ชุด ประกอบไปด้วย Outdoor (คอมเพรสเซอร์) Indoor (คอยล์เย็น) และ Pipe (ท่อแอร์) รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเริ่มจากคอมเพรสเซอร์เรียงปูพื้น นำคอยล์เย็นมาเรียงซ้อน และเรียงท่อแอร์ช่วงท้ายรถ



รูปที่ 10 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1

ตารางที่ 12 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1

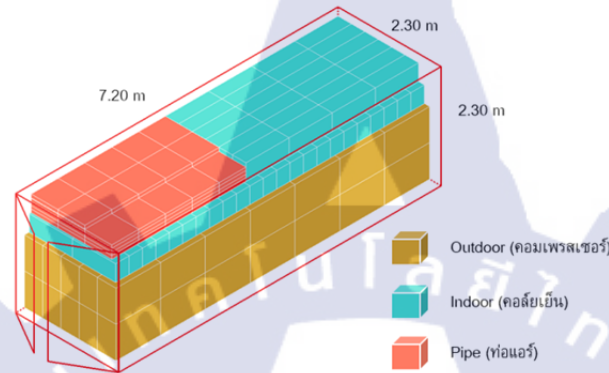
ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงซ้อน สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH10				0.2483	38.00	100	3,800	
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH10 - Indoor	810	325	260	0.0684	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH10 - Outdoor	775	370	575	0.1649	24.00			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH10 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10

ตารางที่ 12 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH10				0.2483	38.00	100	3,800	
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH10 - Indoor	810	325	260	0.0684	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH10 - Outdoor	775	370	575	0.1649	24.00			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH10 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH10				0.2483	38.00	100	3,800	
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH10 - Indoor	810	325	260	0.0684	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH10 - Outdoor	775	370	575	0.1649	24.00			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH10 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH10				0.2483	38.00	100	3,800	
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH10 - Indoor	810	325	260	0.0684	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH10 - Outdoor	775	370	575	0.1649	24.00			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH10 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH13				0.2839	39.80	100	3,980	
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH13 - Indoor	850	360	340	0.1040	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH13 - Outdoor	775	370	575	0.1649	25.80			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	AKH13 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH13				0.2839	39.80	100	3,980	
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH13 - Indoor	850	360	340	0.1040	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH13 - Outdoor	775	370	575	0.1649	25.80			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	ANH13 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10

ตารางที่ 12 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A1 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงซ้อน สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH13				0.2839	39.80	100	3,980	
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH13 - Indoor	850	360	340	0.1040	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH13 - Outdoor	775	370	575	0.1649	25.80			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	APH13 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH13				0.2839	39.80	100	3,980	
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH13 - Indoor	850	360	340	0.1040	10.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH13 - Outdoor	775	370	575	0.1649	25.80			3
เครื่องปรับอากาศ	A1	AUH13 - Pipe	480	480	65	0.0150	4.00			10



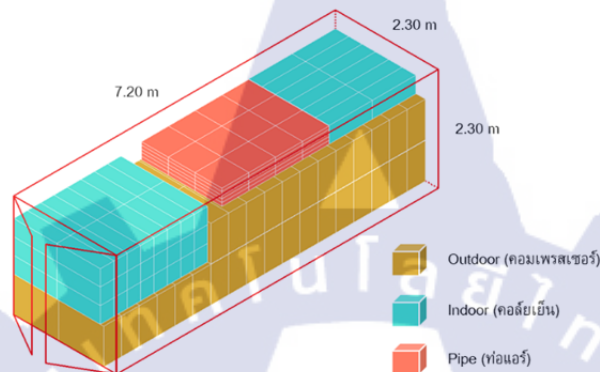
รูปที่ 11 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A2

ตารางที่ 13 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A2

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18				0.4164	60.70	70	4,249	
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Indoor	965	360	300	0.1042	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Outdoor	1,000	410	700	0.2870	40.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A2	ANH18				0.4164	60.70	70	4,249	
เครื่องปรับอากาศ	A2	ANH18 - Indoor	965	360	300	0.1042	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A2	ANH18 - Outdoor	1,000	410	700	0.2870	40.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10

ตารางที่ 13 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A2 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A2	APH18				0.4164	60.70	70	4,249	
เครื่องปรับอากาศ	A2	APH18 - Indoor	965	360	300	0.1042	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A2	APH18 - Outdoor	1,000	410	700	0.2870	40.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A2	AUH18				0.4164	60.70	70	4,249	
เครื่องปรับอากาศ	A2	AUH18 - Indoor	965	360	300	0.1042	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A2	AUH18 - Outdoor	1,000	410	700	0.2870	40.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A2	AKH18 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10



รูปที่ 12 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A3-A4

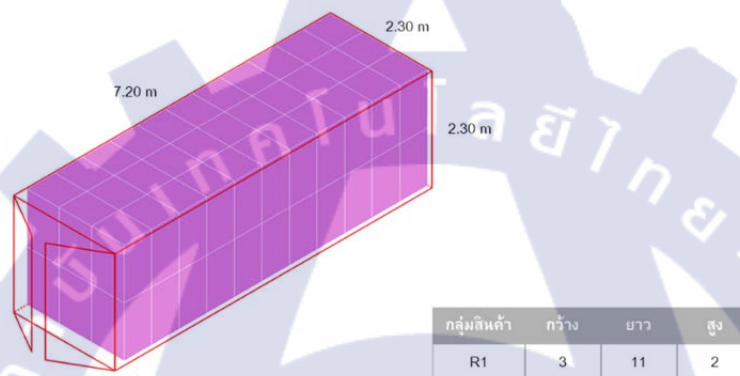
ตารางที่ 14 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A3-A4

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชิ้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A3	AKH24				0.4475	68.70	60	4,122	
เครื่องปรับอากาศ	A3	AKH24 - Indoor	970	360	300	0.1048	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A3	AKH24 - Outdoor	1,005	400	790	0.3176	48.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A3	AKH24 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A3	ANH24				0.4475	68.70	60	4,122	
เครื่องปรับอากาศ	A3	ANH24 - Indoor	970	360	300	0.1048	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A3	ANH24 - Outdoor	1,005	400	790	0.3176	48.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A3	ANH24 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10

ตารางที่ 14 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องปรับอากาศ กลุ่ม A3-A4 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องปรับอากาศ	A3	AUH24				0.4475	68.70	60	4,122	
เครื่องปรับอากาศ	A3	AUH24 - Indoor	970	360	300	0.1048	14.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A3	AUH24 - Outdoor	1,005	400	790	0.3176	48.70			3
เครื่องปรับอากาศ	A3	AUH24 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10
เครื่องปรับอากาศ	A4	APH30				0.4959	80.00	50	4,000	
เครื่องปรับอากาศ	A4	APH30 - Indoor	1,155	365	325	0.1370	17.00			2
เครื่องปรับอากาศ	A4	APH30 - Outdoor	1,005	400	830	0.3337	57.00			3
เครื่องปรับอากาศ	A4	APH30 - Pipe	600	600	70	0.0252	6.00			10

1.2 สินค้าประเภทตู้เย็น แบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 7 กลุ่ม รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงขนานตามด้านกว้าง ซึ่งจะเป็นด้านที่มีสายรัดสินค้า คาดกล่องบรรจุภัณฑ์



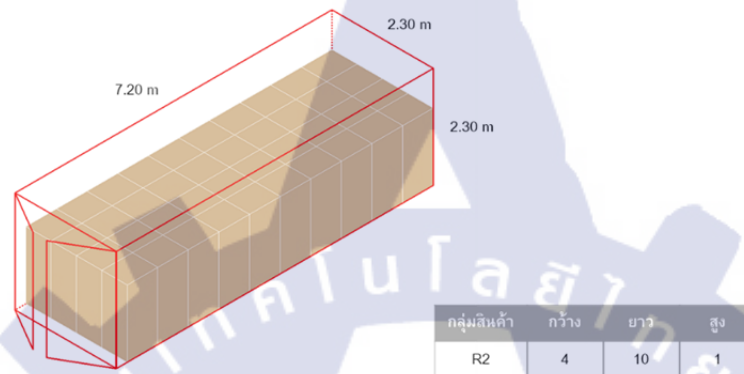
รูปที่ 13 การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R1

ตารางที่ 15 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R1

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R1	RR49.B	627	736	1,069	0.4933	30.00	66	1,980	2
ตู้เย็น	R1	RR49.G	627	736	1,069	0.4933	30.00	66	1,980	2
ตู้เย็น	R1	RR49.N	627	736	1,069	0.4933	30.00	66	1,980	2
ตู้เย็น	R1	RR49.R	627	736	1,069	0.4933	30.00	66	1,980	2
ตู้เย็น	R1	RR49.V	627	736	1,069	0.4933	30.00	66	1,980	2

ตารางที่ 15 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R1 (ต่อ)

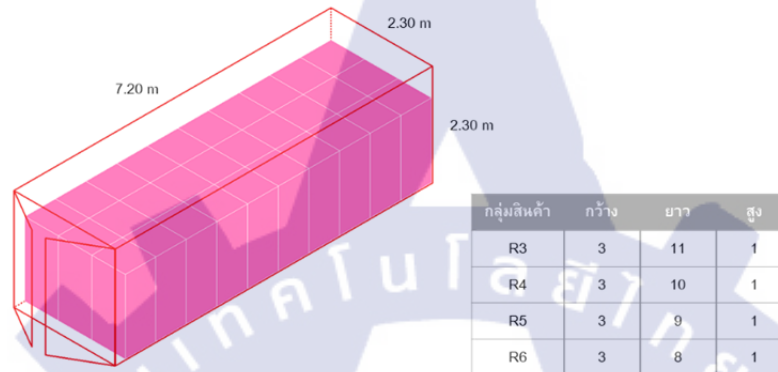
ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R1	RR64.B	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2
ตู้เย็น	R1	RR64.G	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2
ตู้เย็น	R1	RR64.L	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2
ตู้เย็น	R1	RR64.N	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2
ตู้เย็น	R1	RR64.R	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2
ตู้เย็น	R1	RR64.V	627	736	1,140	0.5261	39.00	66	2,574	2



รูปที่ 14 การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R2

ตารางที่ 16 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R2

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R2	RRH200.B	574	695	1,521	0.6068	49.00	40	1,960	1
ตู้เย็น	R2	RRH200.K	574	695	1,521	0.6068	49.00	40	1,960	1
ตู้เย็น	R2	RRH230.B	574	695	1,647	0.6570	52.00	40	2,080	1
ตู้เย็น	R2	RRH230.K	574	695	1,647	0.6570	52.00	40	2,080	1



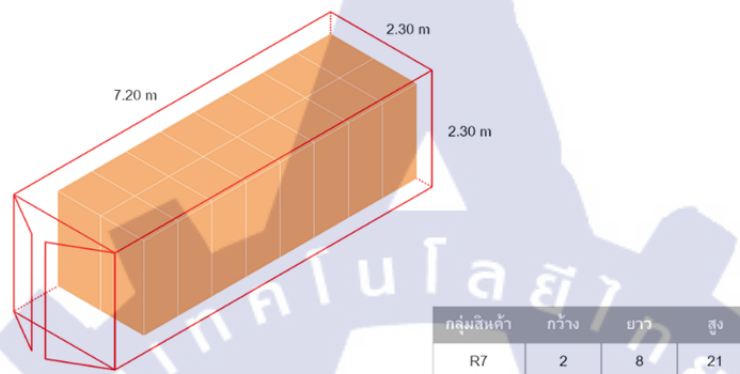
รูปที่ 15 การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R3-R6

ตารางที่ 17 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R3-R6

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R3	RRH300.B	650	710	1,720	0.7938	59.00	33	1,947	1
ตู้เย็น	R3	RRH300.K	650	710	1,720	0.7938	59.00	33	1,947	1
ตู้เย็น	R3	RRS32	575	710	1,765	0.7206	68.00	33	2,244	1
ตู้เย็น	R3	RRS38	625	710	1,875	0.8320	77.00	33	2,541	1
ตู้เย็น	R4	RRG340	695	750	1,670	0.8705	60.00	33	1,980	1
ตู้เย็น	R4	RRGX340	695	750	1,670	0.8705	60.00	33	1,980	1
ตู้เย็น	R4	RRGX350.G	695	760	1,670	0.8821	68.00	30	2,040	1
ตู้เย็น	R4	RRGX350.M	695	760	1,670	0.8821	68.00	30	2,040	1
ตู้เย็น	R4	RRGX400.G	695	760	1,670	0.8821	74.00	30	2,220	1
ตู้เย็น	R4	RRGX400.M	695	760	1,670	0.8821	74.00	30	2,220	1

ตารางที่ 17 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R3-R6 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R4	RRX350	695	760	1,670	0.8821	68.00	30	2,040	1
ตู้เย็น	R4	RRX400	730	760	1,850	1.0264	74.00	30	2,220	1
ตู้เย็น	R5	RRG450	770	775	1,895	1.1308	92.00	27	2,484	1
ตู้เย็น	R5	RRV450	770	775	1,895	1.1308	86.00	27	2,322	1
ตู้เย็น	R6	RRG500	910	775	1,895	1.3364	105.00	24	2,520	1
ตู้เย็น	R6	RRV510	910	775	1,820	1.2836	94.00	24	2,256	1
ตู้เย็น	R6	RRV550	910	775	1,895	1.3364	98.00	24	2,352	1
ตู้เย็น	R6	RRW550	910	775	1,895	1.3364	107.00	24	2,568	1
ตู้เย็น	R6	RRWB410.K	730	830	1,850	1.1209	78.00	24	1,872	1
ตู้เย็น	R6	RRWB410.W	730	830	1,850	1.1209	78.00	24	1,872	1
ตู้เย็น	R6	RRWB470.K	800	830	1,850	1.2284	95.00	24	2,280	1
ตู้เย็น	R6	RRWB470.W	800	830	1,850	1.2284	95.00	24	2,280	1
ตู้เย็น	R6	RRWX550	910	775	1,895	1.3364	107.00	24	2,568	1
ตู้เย็น	R6	RRWX670.K	880	805	1,900	1.3460	141.00	24	3,384	1
ตู้เย็น	R6	RRWX670.W	880	805	1,900	1.3460	141.00	24	3,384	1



รูปที่ 16 การจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R7

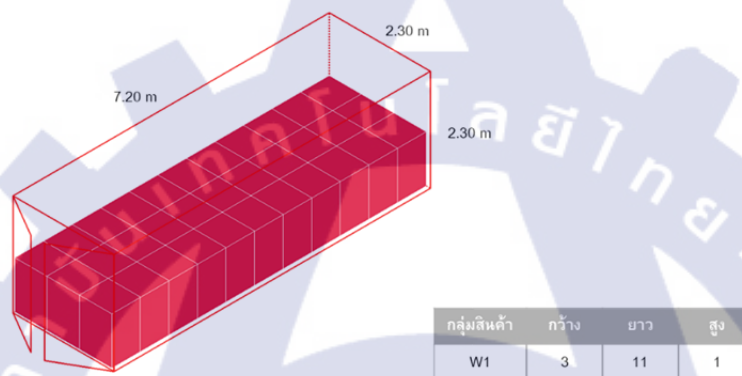
ตารางที่ 18 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R7

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงซ้อน สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R7	RRMAG600.G	977	775	1,875	1.4197	130.00	16	2,080	1
ตู้เย็น	R7	RRMAG600.M	977	775	1,875	1.4197	130.00	16	2,080	1
ตู้เย็น	R7	RRMX600.G	977	775	1,875	1.4197	130.00	16	2,080	1
ตู้เย็น	R7	RRMX600.R	977	775	1,875	1.4197	130.00	16	2,080	1
ตู้เย็น	R7	RRMX600.W	977	775	1,875	1.4197	130.00	16	2,080	1
ตู้เย็น	R7	RRS600	977	775	1,875	1.4197	105.00	16	1,680	1
ตู้เย็น	R7	RRSX600	977	775	1,875	1.4197	105.00	16	1,680	1
ตู้เย็น	R7	RRV600	965	775	1,895	1.4172	105.00	16	1,680	1
ตู้เย็น	R7	RRV700	965	855	1,895	1.5635	114.00	16	1,824	1

ตารางที่ 18 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทตู้เย็น กลุ่ม R7 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงซ้อน สินค้า (ชั้น)
ตู้เย็น	R7	RRWB640.G	910	850	1,895	1.4658	137.00	16	2,192	1
ตู้เย็น	R7	RRWB640.K	910	850	1,895	1.4658	137.00	16	2,192	1
ตู้เย็น	R7	RRWBP640	910	850	1,895	1.4658	137.00	16	2,192	1
ตู้เย็น	R7	RRWBX640.M	910	850	1,895	1.4658	137.00	16	2,192	1
ตู้เย็น	R7	RRWBX640.W	910	850	1,895	1.4658	137.00	16	2,192	1
ตู้เย็น	R7	RRZXC740	815	965	1,840	1.4471	155.00	16	2,480	1

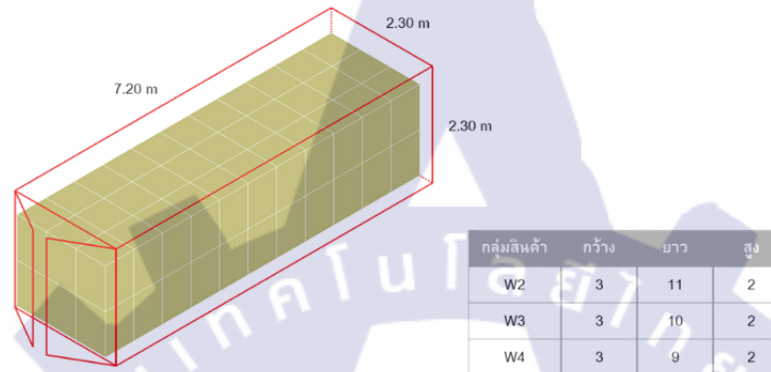
1.3 สิ้นค้าประเภทเครื่องซักผ้า แบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 4 กลุ่ม รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงขนานตามด้านกว้าง ซึ่งจะเป็นด้านที่มีสายรัด
สินค้าคาดคล้องบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 17 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W1

ตารางที่ 19 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W1

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องซักผ้า	W1	WBD100	650	1,070	735	0.5112	74.00	33	2,442	1
เครื่องซักผ้า	W1	WBD120	650	1,070	735	0.5112	74.00	33	2,442	1



รูปที่ 18 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W2-W4

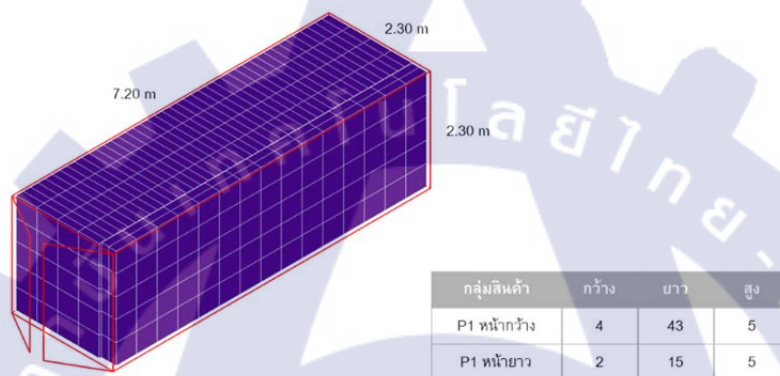
ตารางที่ 20 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W2-W4

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องซักผ้า	W2	WBD70	650	575	885	0.3308	70.00	66	4,620	2
เครื่องซักผ้า	W2	WBD80	650	670	900	0.3920	70.00	66	4,620	2
เครื่องซักผ้า	W2	WBD90	677	646	931	0.4072	72.00	66	4,752	2
เครื่องซักผ้า	W2	WBDD80	650	670	900	0.3920	72.00	66	4,752	2
เครื่องซักผ้า	W2	WSF105	623	670	1,070	0.4466	45.00	66	2,970	2
เครื่องซักผ้า	W2	WSF125	623	670	1,070	0.4466	44.00	66	2,904	2
เครื่องซักผ้า	W2	WPS100.C	900	520	1,050	0.4914	38.00	66	2,508	2
เครื่องซักผ้า	W2	WPS100.M	900	520	1,050	0.4914	38.00	66	2,508	2

ตารางที่ 20 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องซักผ้า กลุ่ม W2-W4 (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องซักผ้า	W2	WSF80	560	580	1,024	0.3326	35.00	66	2,310	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF130	692	728	1,116	0.5622	52.00	60	3,120	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF140C	692	728	1,116	0.5622	52.00	60	3,120	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF140E	720	720	1,120	0.5806	52.00	60	3,120	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF150	692	728	1,156	0.5824	54.00	60	3,240	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF160	692	728	1,156	0.5824	53.00	60	3,180	2
เครื่องซักผ้า	W3	WSF170	692	728	1,156	0.5824	54.00	60	3,240	2
เครื่องซักผ้า	W4	WSF200	755	770	1,160	0.6744	73.00	54	3,942	2
เครื่องซักผ้า	W4	WSF220	755	770	1,160	0.6744	73.00	54	3,942	2
เครื่องซักผ้า	W4	WSF250	755	770	1,175	0.6831	76.00	54	4,104	2
เครื่องซักผ้า	W4	WSF250AD	755	770	1,175	0.6831	76.00	54	4,104	2
เครื่องซักผ้า	W4	WPS140	1,005	590	1,163	0.6896	51.00	54	2,754	2
เครื่องซักผ้า	W4	WPS170.D	1,005	590	1,163	0.6896	51.00	54	2,754	2
เครื่องซักผ้า	W4	WPS170.N	1,005	590	1,163	0.6896	51.00	54	2,754	2

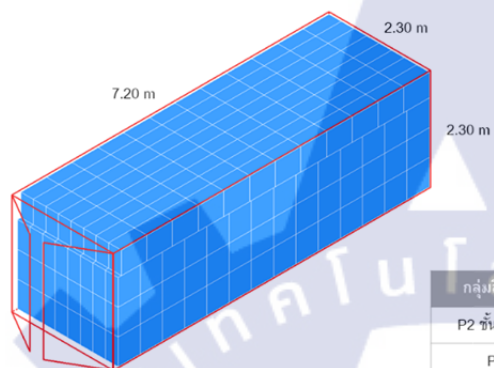
1.4 สิ้นค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงจะเริ่มจากเรียงตามด้านกว้าง หากยังมีช่องว่างเหลือจึงจะเรียงตามด้านยาว



รูปที่ 19 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P1

ตารางที่ 21 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P1

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องฟอกอากาศ	P1	AP3000.B	450	165	470	0.0349	4.60	1,010	4,646	5
เครื่องฟอกอากาศ	P1	AP3000.R	450	165	470	0.0349	4.60	1,010	4,646	5
เครื่องฟอกอากาศ	P1	AP3000.W	450	165	470	0.0349	4.60	1,010	4,646	5

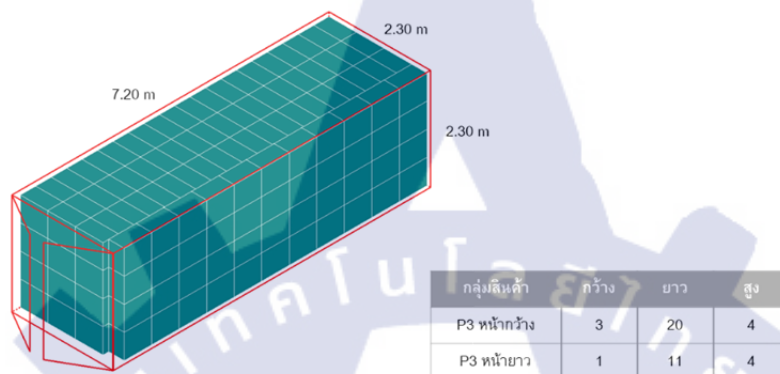


กลุ่มสินค้า	กว้าง	ยาว	สูง
P2 ชั้นเบส	8	12	1
P2	8	14	3

รูปที่ 20 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P2

ตารางที่ 22 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P2

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องฟอกอากาศ	P2	AP5000	505	283	583	0.0833	9.50	432	4,104	4
เครื่องฟอกอากาศ	P2	AP6000	505	283	583	0.0833	11.00	432	4,752	4
เครื่องฟอกอากาศ	P2	APN50	502	285	580	0.0830	8.36	432	3,612	4

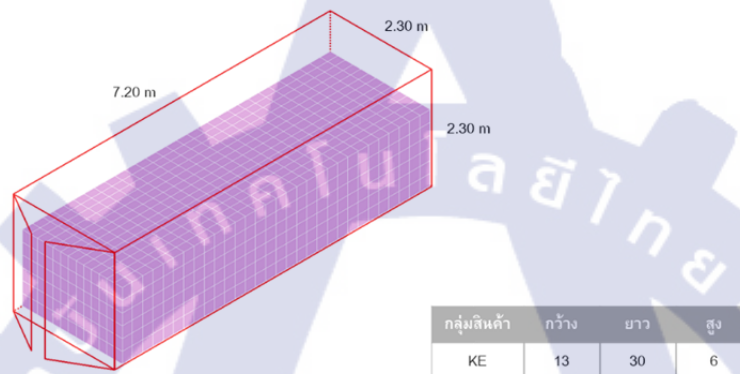


รูปที่ 21 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P3

ตารางที่ 23 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องฟอกอากาศ กลุ่ม P3

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องฟอกอากาศ	P3	AP7000	552	350	625	0.1208	11.00	284	3,124	4
เครื่องฟอกอากาศ	P3	AP9000	410	310	720	0.0915	14.00	284	3,976	4

1.5 สินค้าประเภทกาต้มน้ำ

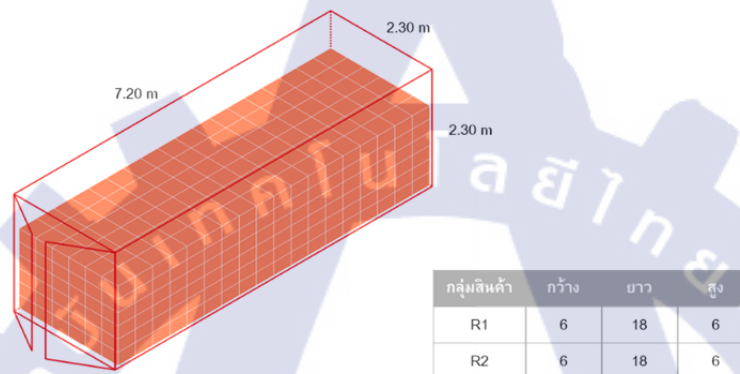


รูปที่ 22 การจัดเรียงสินค้าประเภทกาต้มน้ำ

ตารางที่ 24 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทกาต้มน้ำ

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
กาต้มน้ำ	KE	KHE60	233	175	250	0.0102	1.20	2,340	2,808	6

1.6 สินค้าประเภทหม้อหุงข้าว รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงสินค้าตามด้านกว้างเท่านั้น



รูปที่ 23 การจัดเรียงสินค้าประเภทหม้อหุงข้าว กลุ่ม R1-R2

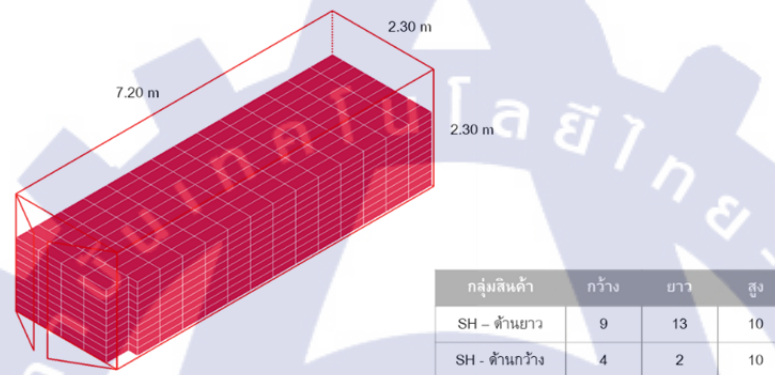
ตารางที่ 25 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทหม้อหุงข้าว

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
หม้อหุงข้าว	R1	RDG10	393	375	260	0.0383	3.75	648	2,430	6
หม้อหุงข้าว	R1	RDV10.D	293	375	260	0.0286	4.17	648	2,702	6
หม้อหุงข้าว	R1	RDV10.O	293	375	260	0.0286	4.17	648	2,702	6
หม้อหุงข้าว	R1	RDX10	393	375	260	0.0383	3.90	648	2,527	6
หม้อหุงข้าว	R1	RZH10	293	375	240	0.0264	3.14	648	2,035	6

ตารางที่ 25 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทหม้อหุงข้าว (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงซ้อน สินค้า (ชั้น)
หม้อหุงข้าว	R2	RDG18	330	410	285	0.0386	4.75	630	2,993	6
หม้อหุงข้าว	R2	RDV18.D	330	410	303	0.0410	5.45	630	3,434	6
หม้อหุงข้าว	R2	RDV18.O	330	410	303	0.0410	5.45	630	3,434	6
หม้อหุงข้าว	R2	RDW18	330	410	303	0.0410	5.67	630	3,572	6
หม้อหุงข้าว	R2	RDX18	330	410	285	0.0386	4.99	630	3,144	6
หม้อหุงข้าว	R2	RZH18	335	410	270	0.0371	4.10	630	2,583	6
หม้อหุงข้าว	R2	RGH18	320	430	265	0.0365	6.30	630	3,969	6

1.7 สินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงสินค้าแนวนอนเท่านั้น โดยวางตามด้านกว้างก่อน แกวสุดท้ายจึงวางเรียงตามด้านยาว เพื่อป้องกันสินค้าไหลระหว่างการขนส่ง



รูปที่ 24 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น

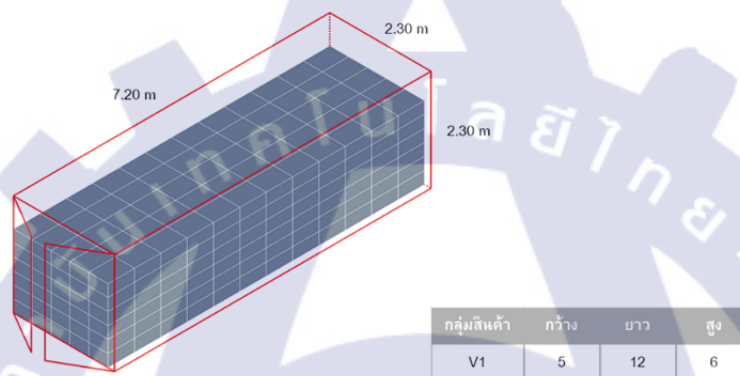
ตารางที่ 26 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHB35.B	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHB48.B	252	145	515	0.0188	3.20	1,250	4,000	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHBD48.B	252	145	515	0.0188	3.40	1,250	4,250	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHV35.C	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHV35.S	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10

ตารางที่ 26 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องทำน้ำอุ่น (ต่อ)

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHV35.W	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHV45.W	252	145	515	0.0188	3.20	1,250	4,000	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVD35	252	145	515	0.0188	3.30	1,250	4,125	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVDS35.G	252	145	515	0.0188	3.30	1,250	4,125	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVDS35.I	252	145	515	0.0188	3.30	1,250	4,125	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVDS45.G	252	145	515	0.0188	3.40	1,250	4,250	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVS35.G	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVS35.S	252	145	515	0.0188	3.10	1,250	3,875	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVS45.G	252	145	515	0.0188	3.20	1,250	4,000	10
เครื่องทำน้ำอุ่น	SH	SHVS45.S	252	145	515	0.0188	3.20	1,250	4,000	10

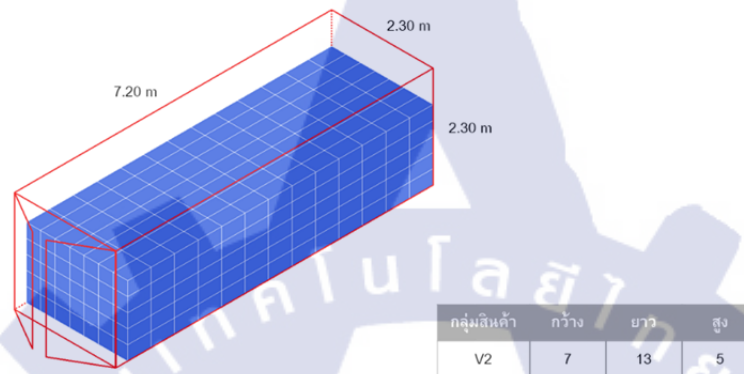
1.8 สินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม รูปแบบการจัดเรียงสินค้าจะเรียงจะเริ่มจากเรียงตามด้านกว้าง หากยังมีช่องว่างเหลือจึงจะเรียงตามด้านยาว



รูปที่ 25 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V1

ตารางที่ 27 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V1

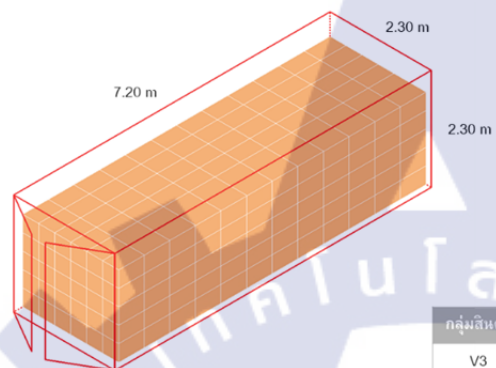
ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุทุก เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องดูดฝุ่น	V1	VPX220.C	430	600	275	0.0710	4.00	360	1,440	6
เครื่องดูดฝุ่น	V1	VPX300.C	250	580	210	0.0305	4.50	360	1,620	6
เครื่องดูดฝุ่น	V1	VPXE90.P	430	600	275	0.0710	4.94	360	1,778	6
เครื่องดูดฝุ่น	V1	VPXH900.C	290	610	245	0.0433	3.10	360	1,116	6
เครื่องดูดฝุ่น	V1	VPXK90.P	430	600	275	0.0710	3.10	360	1,116	6



รูปที่ 26 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V2

ตารางที่ 28 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V2

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องดูดฝุ่น	V2	VCF16.B	309	466	278	0.0400	5.10	455	2,321	5
เครื่องดูดฝุ่น	V2	VCF16.L	309	466	278	0.0400	5.10	455	2,321	5
เครื่องดูดฝุ่น	V2	VCF18.B	328	533	317	0.0554	7.20	455	3,276	5
เครื่องดูดฝุ่น	V2	VCF18.R	328	533	317	0.0554	7.20	455	3,276	5
เครื่องดูดฝุ่น	V2	VCF20.B	328	533	317	0.0554	7.20	455	3,276	5

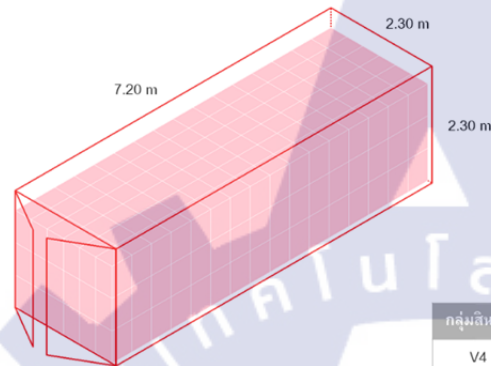


กลุ่มสินค้า	กว้าง	ยาว	สูง
V3	6	12	5

รูปที่ 27 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V3

ตารางที่ 29 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V3

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชิ้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องดูดฝุ่น	V3	VCE22.B	328	533	317	0.0554	8.00	360	2,880	5
เครื่องดูดฝุ่น	V3	VCE23.D	364	583	367	0.0779	9.20	360	3,312	5
เครื่องดูดฝุ่น	V3	VCE230.O	328	614	317	0.0638	8.60	360	3,096	5
เครื่องดูดฝุ่น	V3	VCS220.D	364	583	367	0.0779	10.70	360	3,852	5



กลุ่มสินค้า	กว้าง	ยาว	สูง
V4	6	16	3

รูปที่ 28 การจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V4

ตารางที่ 30 มาตรฐานการจัดเรียงสินค้าประเภทเครื่องดูดฝุ่น กลุ่ม V4

ประเภทสินค้า	กลุ่ม	รุ่นสินค้า	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสูง (มิลลิเมตร)	ปริมาตร (CBM.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปริมาณบรรจุ เต็มคัน (ชั้น)	น้ำหนักสินค้า เต็มคัน (กิโลกรัม)	การเรียงชั้น สินค้า (ชั้น)
เครื่องดูดฝุ่น	V4	VCF950.B	368	450	592	0.0980	8.60	288	2,477	3
เครื่องดูดฝุ่น	V4	VCF960.P	368	450	636	0.1053	9.30	288	2,678	3

2. การสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลองการจัดเรียง

สินค้า

การจัดทำแบบจำลองการจัดเรียงสินค้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบรรทุกสินค้ามากที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องน้ำหนักบรรทุกสินค้า รายละเอียดตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ข้อกำหนดเบื้องต้น ดัชนี ตัวแปรทราบค่า ตัวแปรตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขบังคับ แสดงได้ดังนี้

ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. ปริมาณสินค้ามีเพียงพอต่อความต้องการเสมอ
2. จำนวนรถบรรทุกมีเพียงพอต่อความต้องการเสมอ
3. รูปแบบการขนส่งเป็นแบบ Full Truck Load (FTL)
4. การจัดเรียงสินค้าเป็นไปตามมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 5,000 กิโลกรัม และคำนึงถึงประเภทสินค้าในกลุ่มเดียวกันเป็นลำดับแรก
5. การเรียงซ้อนสินค้าที่กำหนดในมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า คือการเรียงซ้อนสินค้าในรุ่นเดียวกัน จะไม่มีการนำสินค้าชั้นเล็กไปวางซ้อนบนสินค้ากลุ่ม Hard Line (ตู้เย็น เครื่องซักผ้า และเครื่องปรับอากาศ) เนื่องจากเป็นข้อกำหนดของศูนย์กระจายสินค้า เพื่อป้องกันกล่องบรรจุภัณฑ์เสียหาย

ดัชนี (Indices)

k คือ ยานพาหนะ โดยที่ $(k = 1, 2, \dots, K)$

i คือ คลังสินค้า โดยที่ $i = 1$

j คือ ศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ $j = 1, 2, \dots, N$

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

C_{ij} คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าระหว่าง i ถึง j (บาท)

Q_k คือ ความจุของยานพาหนะ

D_i คือ ความต้องการของลูกค้า i

K คือ จำนวนยานพาหนะทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

$X_{ijk} = 1$ เมื่อยานพาหนะ k ขนส่งสินค้าจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Min}Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K C_{ij} X_{ijk} \quad (1)$$

เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

$$\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N X_{ijk} D_i \leq Q_k, \quad 1 \leq k \leq K \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^N X_{ijk} = \sum_{j=1}^N X_{ijk} \leq 1, \text{ for } i = 0 \text{ and } k \in \{1, 2, \dots, K\} \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} = 1, \text{ for } j = 1, \dots, N \text{ and } i \neq j \quad (4)$$

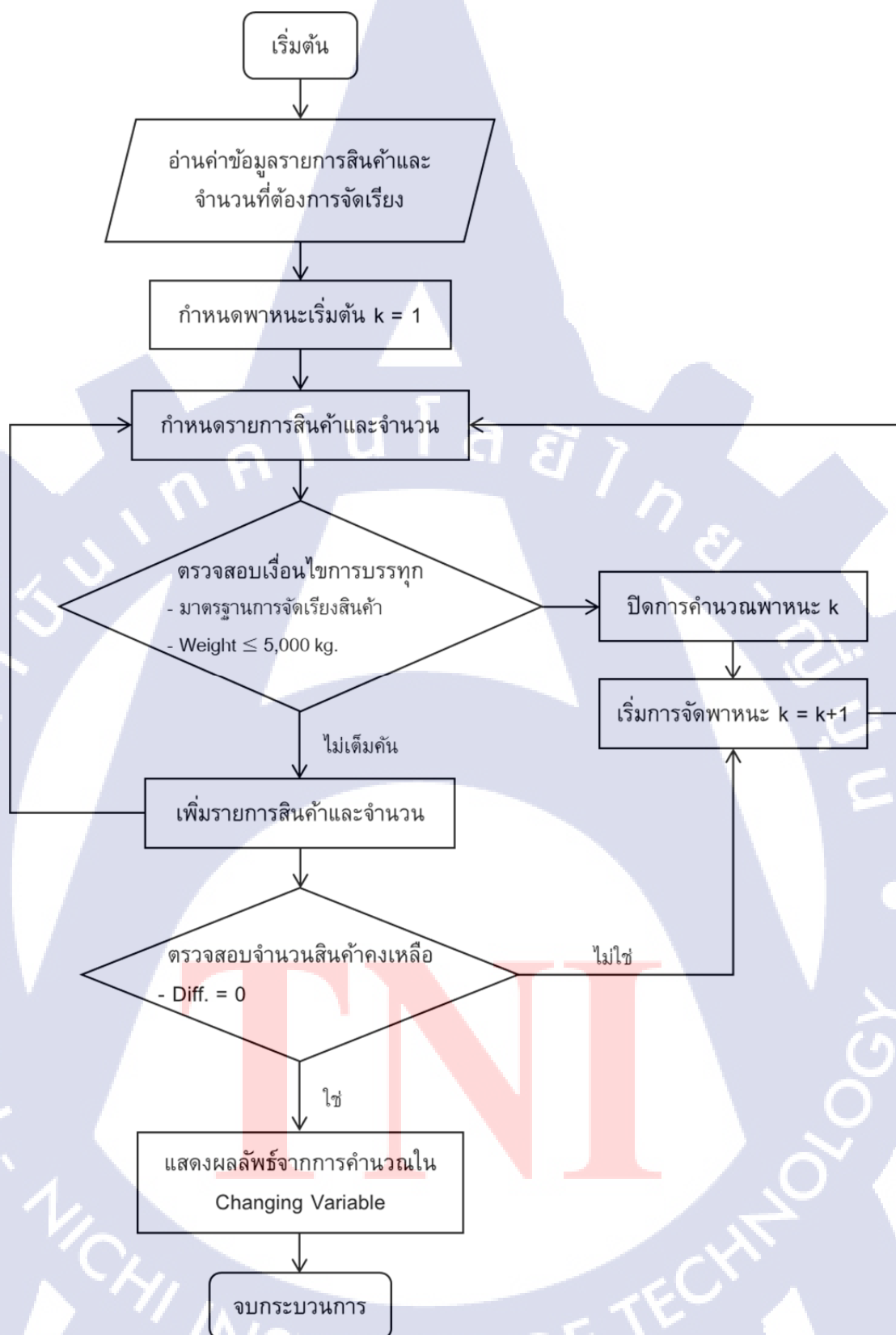
$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} = 1, \text{ for } j = 1, \dots, N \text{ and } i \neq j \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^N X_{ijk} \leq K, \text{ for } i = 0 \quad (6)$$

$$X_{ijk} \in [0, 1], \quad i \neq j \text{ and } i, j \in \{0, 1, \dots, N\} \quad (7)$$

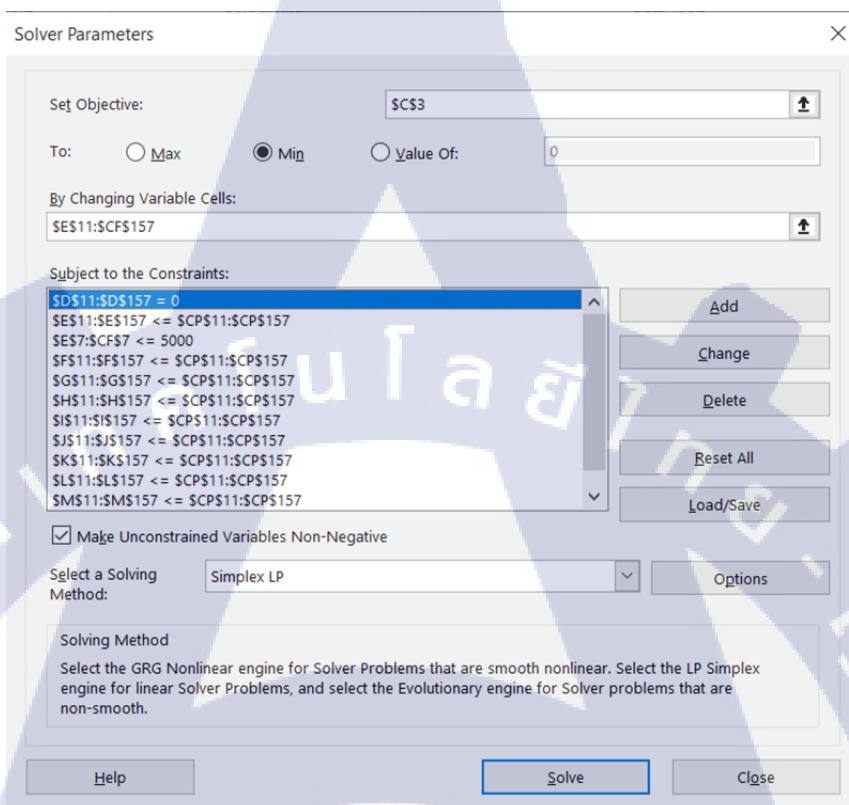
โดยสมการที่ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์ มีจุดประสงค์ในการคำนวณต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด สมการที่ (2) เป็นข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับความจุของยานพาหนะ โดยที่ความต้องการของคลังสินค้าต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะ สมการที่ (3) เป็นเงื่อนไขบังคับสำหรับจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของยานพาหนะ คือคลังสินค้า สมการที่ (4) และ (5) เป็นเงื่อนไขบังคับของการให้บริการของคลังสินค้า โดยที่คลังสินค้าสามารถให้บริการได้จากยานพาหนะเพียงคันเดียว สมการที่ (6) เป็นเงื่อนไขบังคับของจำนวนเส้นทางสูงสุดที่ออกจากคลังสินค้า และสมการที่ (7) เป็นเงื่อนไขบังคับของตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1

จากข้อมูลตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 29



รูปที่ 29 กระบวนการทำงานของแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า

จากรูปที่ 29 สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเรียงสินค้าได้ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ใน Solver



รูปที่ 30 การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ใน Solver

โดยมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

1. Set Objective (ฟังก์ชันวัตถุประสงค์) : จำนวนรถที่ใช้ (Number of Truck ส่วนที่ 3 ของรูปที่ 33) กำหนดค่า Min เพื่อให้ใช้จำนวนรถบรรทุกน้อยที่สุด
2. By Changing Variable Cells (ตัวแปรตัดสินใจ) : รายการสินค้าที่จะถูกจัดเรียงในรถบรรทุกแต่ละคัน (ส่วนที่ 7 ของรูปที่ 33)
3. Subject to the Constraints (เงื่อนไขบังคับ) : สินค้าทุกรายการจะต้องถูกนำมาจัดเรียง (คอลัมน์ Diff. ส่วนที่ 2 ของรูปที่ 33) น้ำหนักบรรทุกสินค้าต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 กิโลกรัม (แถว Weight ส่วนที่ 6 ของรูปที่ 33) และจำนวนสินค้าของรถแต่ละคันต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า
4. Select a Solving Method (อัลกอริทึมในการแก้ไขปัญหา) : เลือกใช้วิธี Simplex LP เนื่องจากตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

ขั้นตอนที่ 2 การนำเข้าข้อมูลเลขที่ Invoice ในระบบและ Export File

Book Date : 01/02/2022 Total 1 Booking

Search by : -- Please Select -- Search

Reverse Edit Print Confirm In Plan Date : 01/02/2022 Area : -- Please Select -- Trip : -- Please Select --

Seq	Book No.	Invoice	Route	Dealer ID	Dealer Name	Destination	Address	CBM/BNV	CBM/Truck	By	Truck Type
1	8822020001	1220103257	A6	1786	บริษัท	บริษัท	อ.วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา	51.3200	51.3200	Salit	GVV

รูปที่ 31 การนำเข้าข้อมูลเลขที่ Invoice ในระบบ

ชื่อศูนย์กระจายสินค้า	วันที่จัดส่งสินค้า	รุ่นสินค้า.สีสินค้า	จำนวนสินค้า
DC	DeliveryDate	ModelID	Quan
H	27/12/2021	RRG500	48
H	27/12/2021	RRG500	47
H	27/12/2021	RRG500	5
H	27/12/2021	RRX400	20
H	27/12/2021	RRX400	30
H	27/12/2021	RRGX350.G	25
H	27/12/2021	WPS100.C	50

รูปที่ 32 ข้อมูลที่ได้รับจาก Export Excel File

ขั้นตอนที่ 3 การใช้ Solver ในการสร้างแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า

Distribution Center	H
Delivery Date	27/12/2021
Number of Truck	8
Transportation Cost	40,000

Solver	Filter Q.	Unfilter Q.
--------	-----------	-------------

No. of Product	4
Total Quantity	225
Avg. Utilization	92.66

%Utilization	99.90	99.90	99.87	99.84	99.84	99.84	66.56	75.50
Weight (kg)	2,070	2,220	2,370	2,520	2,520	2,520	1,680	1,900
% of CBM	90.61%	102.64%	104.78%	106.92%	106.92%	106.92%	71.28%	81.90%
CBM	27.1843	30.7914	31.4331	32.0748	32.0748	32.0748	21.3832	24.5700

Product	Quantity	Diff.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
RRGX350.G	25		25							
RRX400	50		5	30	15					
RRG500	100				12	24	24	24	16	
WPS100.C	50									50

รูปที่ 33 แบบจำลองการจัดเรียงสินค้าโดยใช้ Solver

โดยมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงรูนสินค้าและจำนวนสินค้าที่ได้จาก Export File

ส่วนที่ 2 แสดงผลต่างระหว่างจำนวนสินค้ากับผลรวมจำนวนสินค้าที่ได้จากผลลัพธ์ของ

Solver

ส่วนที่ 3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของศูนย์กระจายสินค้า

- 1) Distribution Center : ชื่อศูนย์กระจายสินค้าปลายทาง
- 2) Delivery Date : วันที่จัดส่งสินค้า
- 3) Number of Truck : จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ทั้งหมด (คัน)
- 4) Transportation Cost : ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าทั้งหมด (บาท)

ส่วนที่ 4 แสดงปุ่มควบคุมการทำงาน

- 1) Solver : เริ่มคำนวณการจัดเรียงสินค้า
- 2) Filter Q. : กรองจำนวนสินค้าที่มีค่ามากกว่า 0
- 3) Unfilter Q. : ยกเลิกการกรองจำนวนสินค้า

ส่วนที่ 5 แสดงภาพรวมของการจัดส่งสินค้า

- 1) Number of Product : จำนวนรวมของรูนสินค้า (รูน)
- 2) Total Quantity : จำนวนรวมของสินค้า (ชิ้น)
- 3) Avg. Utilization : ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อคัน

ส่วนที่ 6 แสดงผลตัวชี้วัดของรถบรรทุกแต่ละคัน

- 1) %Utilization : ประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อคัน (ร้อยละ)
- 2) Weight : น้ำหนักบรรทุกสินค้าต่อคัน (กิโลกรัม)
- 3) % of CBM. : ร้อยละของผลรวมปริมาตรสินค้าต่อคันเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

(30 CBM.)

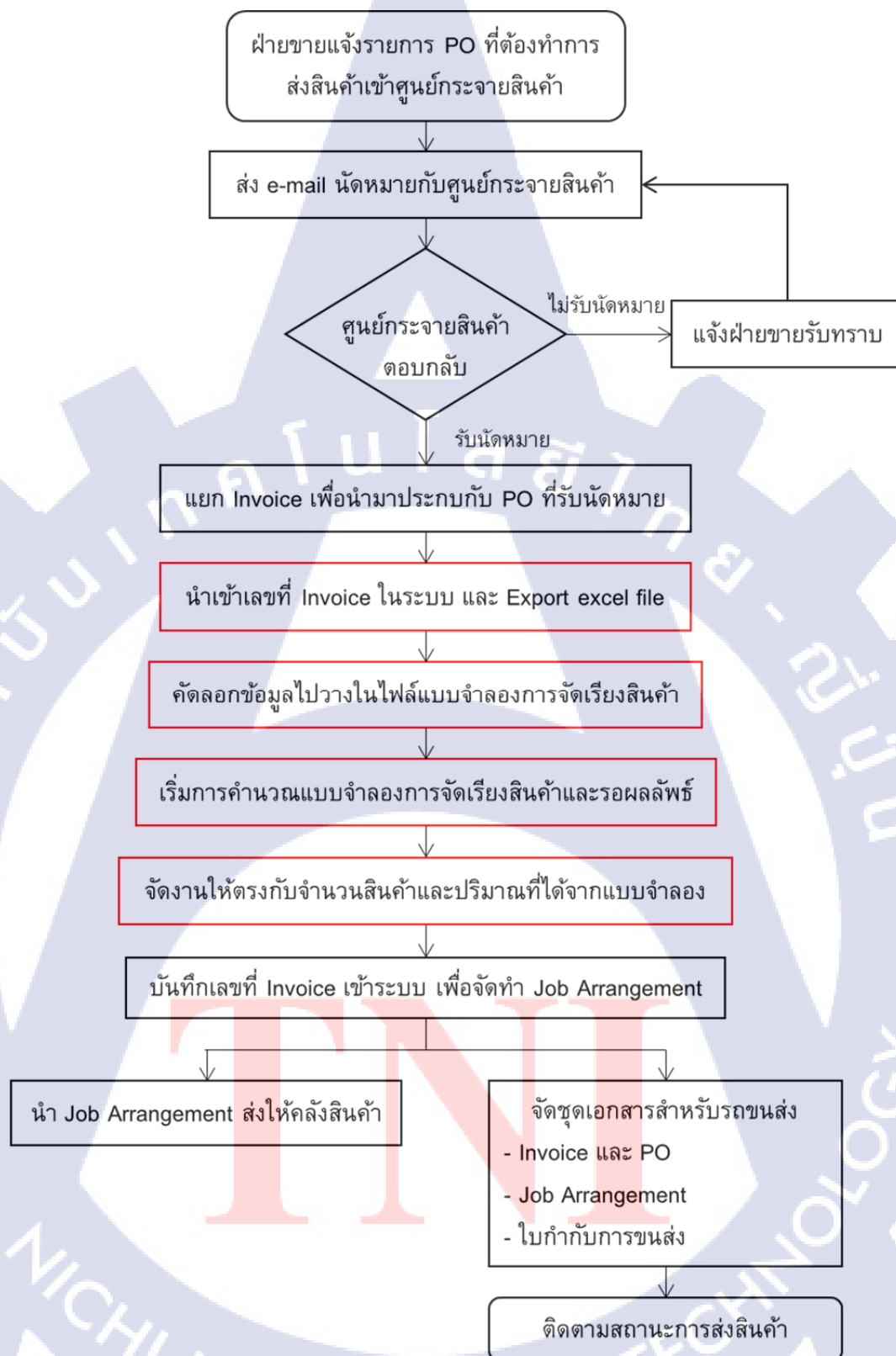
- 4) CBM. : ผลรวมปริมาตรสินค้าต่อคัน

ส่วนที่ 7 แสดงจำนวนสินค้าต่อรูนต่อคันที่ได้จากการคำนวณ Solver

3. การปรับเปลี่ยนขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่

เมื่อพัฒนาแบบจำลองการจัดเรียงสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งจะมีการเพิ่มขั้นตอนในส่วนของการคำนวณการจัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน โดยเพิ่มขั้นตอนในส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากระบบ จำนวน 4 ขั้นตอน แสดงได้ในรูปที่ 34 ดังนี้

1. การนำเข้าเลขที่ Invoice ในระบบ และ Export excel file
2. การคัดลอกข้อมูลที่ได้จากข้อ 1. ไปวางในแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า
3. การคำนวณการจัดเรียงสินค้าโดยใช้ Solver
4. การจัดรายงานสินค้าให้ตรงกับผลลัพธ์จาก Solver



รูปที่ 34 กระบวนการทำงานหลังปรับปรุงของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง

ดำเนินการทดสอบแบบจำลองและเปรียบเทียบผลการทดสอบ

เริ่มจากการนำข้อมูลการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4 (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) พ.ศ. 2564 มาใช้ในการทดสอบตัวแบบจำลอง จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองการจัดเรียงสินค้าไปเปรียบเทียบกับ การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564

[illegible]

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 (ต่อ)

วันที่ส่ง สินค้า	ศูนย์กระจายสินค้า H					ศูนย์กระจายสินค้า P				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง			การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
14/10/2021	11	55,000	10	50,000	87.99	6	16,800	6	16,800	84.12
15/10/2021	11	55,000	10	50,000	97.85	5	14,000	5	14,000	94.10
16/10/2021	4	20,000	4	20,000	92.00					
17/10/2021										
18/10/2021	17	85,000	16	80,000	96.15	10	28,000	10	28,000	98.90
19/10/2021	2	10,000	2	10,000	97.64	4	11,200	4	11,200	86.43
20/10/2021	18	90,000	17	85,000	96.24	2	5,600	2	5,600	99.83
21/10/2021	4	20,000	4	20,000	85.88	2	5,600	2	5,600	97.95
22/10/2021	10	50,000	10	50,000	97.85	3	8,400	3	8,400	72.10
23/10/2021										
24/10/2021										
25/10/2021	27	135,000	25	125,000	98.73	2	5,600	2	5,600	75.50
26/10/2021	9	45,000	9	45,000	94.83	9	25,200	9	25,200	93.48
27/10/2021	11	55,000	11	55,000	91.90	3	8,400	3	8,400	81.39
28/10/2021	9	45,000	9	45,000	99.29	5	14,000	5	14,000	83.70
29/10/2021	15	75,000	14	70,000	99.39	8	22,400	8	22,400	90.04
30/10/2021										
31/10/2021										
Total	193	965,000	184	920,000	92.10	93	260,400	90	252,000	87.65

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564

วันที่ส่ง สินค้า	ศูนย์กระจายสินค้า H					ศูนย์กระจายสินค้า P				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่ วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง			การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่ วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
01/11/2021										
02/11/2021	2	10,000	2	10,000	56.38					
03/11/2021						5	14,000	5	14,000	82.94
04/11/2021						5	14,000	5	14,000	85.43
05/11/2021	2	10,000	2	10,000	66.03	7	19,600	6	16,800	96.30
06/11/2021										
07/11/2021										
08/11/2021	21	105,000	20	100,000	98.98	7	19,600	7	19,600	91.78
09/11/2021	11	55,000	10	50,000	97.24	7	19,600	6	16,800	99.24
10/11/2021	5	25,000	4	20,000	86.23	5	14,000	5	14,000	93.21
11/11/2021	6	30,000	6	30,000	89.12	14	39,200	13	36,400	96.41
12/11/2021	17	85,000	16	80,000	96.33	3	8,400	3	8,400	87.80
13/11/2021										
14/11/2021										
15/11/2021	31	155,000	29	145,000	97.05	4	11,200	4	11,200	89.40
16/11/2021	7	35,000	6	30,000	96.80	3	8,400	3	8,400	76.30
17/11/2021	19	95,000	18	90,000	99.52	1	2,800	1	2,800	79.06
18/11/2021	20	100,000	19	95,000	98.47	8	22,400	8	22,400	90.44
19/11/2021	16	80,000	14	70,000	98.03	2	5,600	2	5,600	93.52

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 (ต่อ)

วันที่ส่ง สินค้า	ศูนย์กระจายสินค้า H					ศูนย์กระจายสินค้า P				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง			การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
20/11/2021										
21/11/2021										
22/11/2021	29	145,000	28	140,000	99.25	10	28,000	10	28,000	95.35
23/11/2021	32	160,000	31	155,000	97.07	7	19,600	7	19,600	91.99
24/11/2021	23	115,000	22	110,000	96.56	7	19,600	7	19,600	90.65
25/11/2021	21	105,000	21	105,000	99.43	3	8,400	3	8,400	99.99
26/11/2021	10	50,000	10	50,000	99.56	3	8,400	3	8,400	99.06
27/11/2021						3	8,400	3	8,400	87.12
28/11/2021										
29/11/2021	13	65,000	13	65,000	97.79	4	11,200	4	11,200	99.61
30/11/2021										
Total	285	1,425,000	271	1,355,000	92.77	108	302,400	105	294,000	91.28

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564

[illegible]

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (ต่อ)

วันที่ส่ง สินค้า	ศูนย์กระจายสินค้า H					ศูนย์กระจายสินค้า P				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง			การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
20/12/2021	38	190,000	36	180,000	98.13	6	16,800	6	16,800	91.25
21/12/2021	28	140,000	27	135,000	99.46	8	22,400	8	22,400	92.59
22/12/2021	23	115,000	22	110,000	98.69	7	19,600	7	19,600	92.56
23/12/2021	12	60,000	12	60,000	99.66	8	22,400	8	22,400	97.63
24/12/2021	13	65,000	13	65,000	97.78	5	14,000	5	14,000	96.33
25/12/2021	7	35,000	7	35,000	94.21					
26/12/2021										
27/12/2021	8	40,000	8	40,000	92.66					
28/12/2021	1	5,000	1	5,000	29.67					
29/12/2021										
30/12/2021										
31/12/2021										
Total	290	1,450,000	280	1,400,000	91.17	107	299,600	105	294,000	92.32

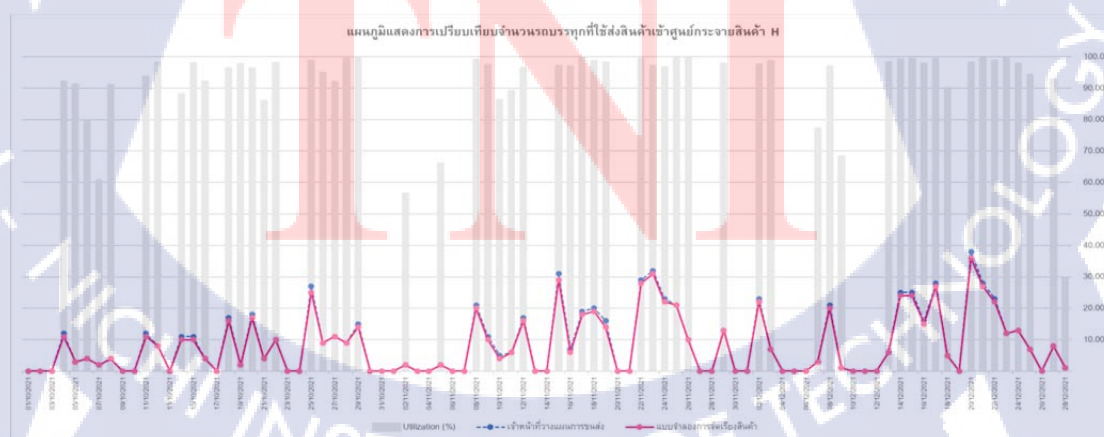
จากตารางที่ 31-33 สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบข้อมูลการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4 (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) พ.ศ. 2564 จำนวนวันจัดส่งสินค้า 61 วัน ได้ดังนี้

1. ศูนย์กระจายสินค้า H

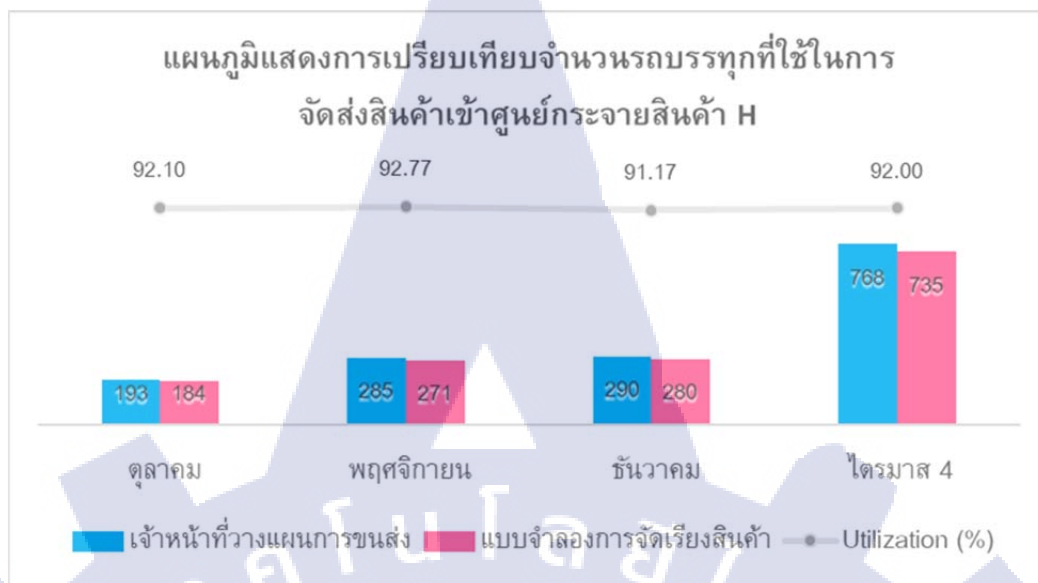
การจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง มีการใช้รถบรรทุกจำนวน 768 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 3,840,000 บาท ในขณะที่การจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง มีการใช้รถบรรทุกจำนวน 735 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 3,675,000 บาท เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดเรียงสินค้าทั้ง 2 รูปแบบแล้ว สามารถสรุปได้ว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง สามารถลดจำนวนรถบรรทุกลงจำนวน 33 คัน ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 165,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 4.30 และมีประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 92.00

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง

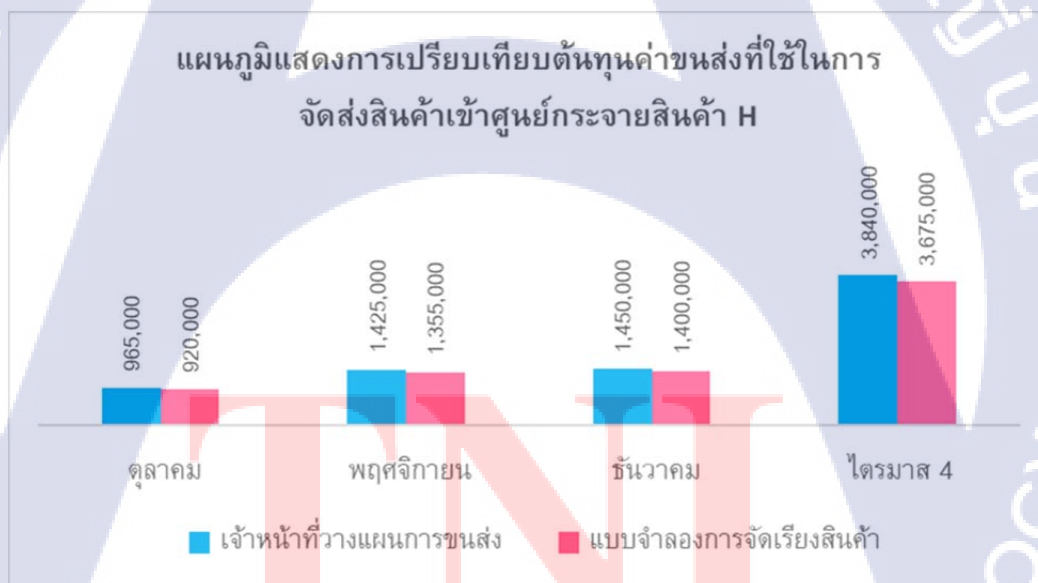
เดือน	ศูนย์กระจายสินค้า H				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
ตุลาคม	193	965,000	184	920,000	92.10
พฤศจิกายน	285	1,425,000	271	1,355,000	92.77
ธันวาคม	290	1,450,000	280	1,400,000	91.17
ไตรมาส 4	768	3,840,000	735	3,675,000	92.00



รูปที่ 35 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H



รูปที่ 36 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H ในไตรมาส 4



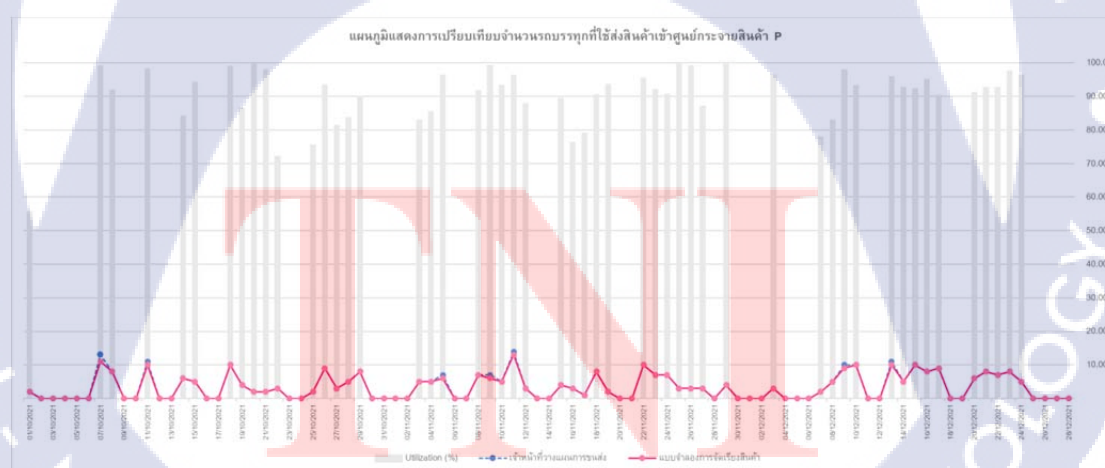
รูปที่ 37 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า H ในไตรมาส 4

2. ศูนย์กระจายสินค้า P

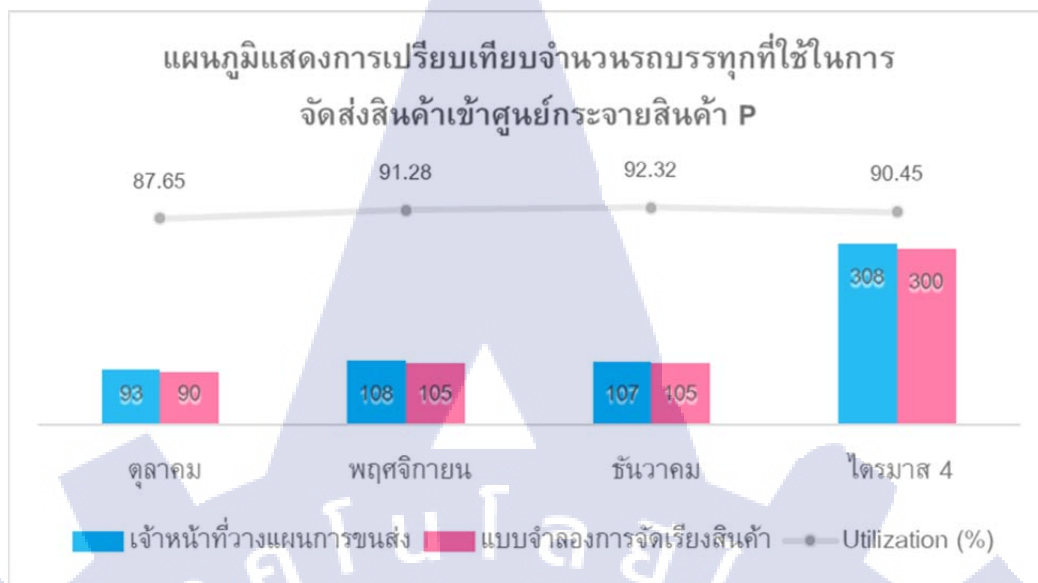
การจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง มีการใช้รถบรรทุกจำนวน 308 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 862,400 บาท ในขณะที่การจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองมีการใช้รถบรรทุกจำนวน 300 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 840,000 บาท เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดเรียงสินค้าทั้ง 2 รูปแบบแล้ว สามารถสรุปได้ว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง สามารถลดจำนวนรถบรรทุกลงจำนวน 8 คัน ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 22,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.60 และมีประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 90.45

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่กับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง

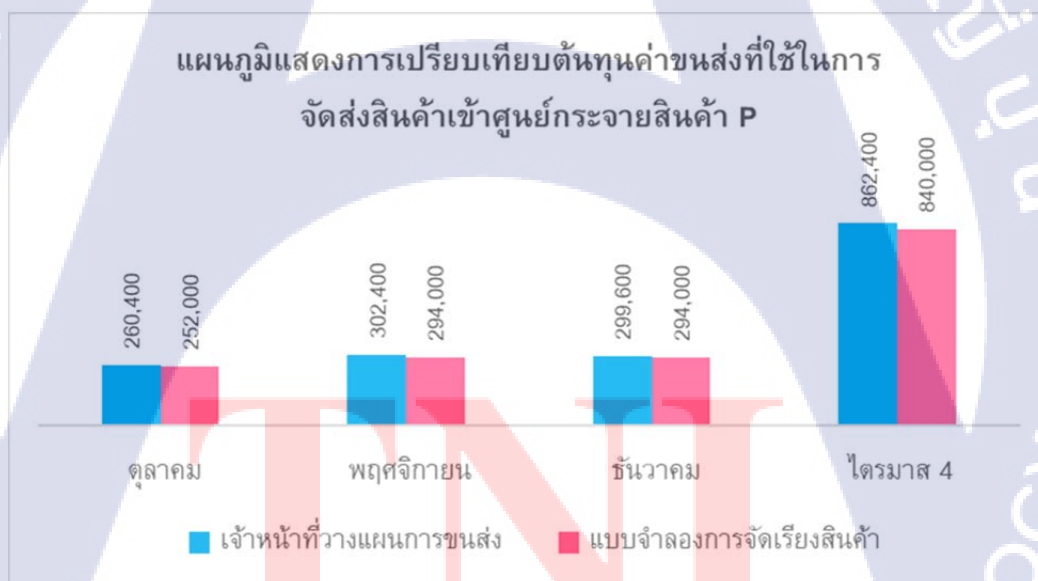
เดือน	ศูนย์กระจายสินค้า P				
	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
ตุลาคม	93	260,400	90	252,000	87.65
พฤศจิกายน	108	302,400	105	294,000	91.28
ธันวาคม	107	299,600	105	294,000	92.32
ไตรมาส 4	308	862,400	300	840,000	90.45



รูปที่ 38 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า P



รูปที่ 39 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4



รูปที่ 40 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประสิทธิภาพด้านเวลา

หลังจากการพัฒนาแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า มีกิจกรรมเพิ่มจากเดิมจำนวน 4 กิจกรรม ได้จัดทำเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุง โดยบันทึกเวลาการทำงานจำนวน 10 ครั้ง กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ในการคำนวณหาจำนวนครั้งตัวอย่างข้อมูลที่ต้องการของการจับเวลา แสดงได้ดังตารางที่ 36 (สามารถดูตารางการบันทึกเวลาได้ในตารางที่ 42 ของภาคผนวก ก.) จากนั้นได้ทำการหาเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอน โดยกำหนดค่าประเมินอัตราการทำงาน 100% และกำหนดค่าเผื่อสำหรับผู้ปฏิบัติงานไว้ที่ 5% แสดงได้ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 36 ผลการบันทึกเวลาในแต่ละกิจกรรม (หลังการปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	SD	จำนวนครั้งขั้นต่ำของ การจับเวลา (n)
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	28	1.65	5
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	0.52	4
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	159	4.63	1
4	ประกบคู่ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	209	7.56	2
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	57	2.37	3
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	211	11.02	4
7	นำเข้าเลขที่ Invoice และ Export File	213	14.60	7
8	คัดลอกข้อมูลจาก Export File ไปวางในแบบจำลอง	20	1.49	8
9	เริ่มการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลอง	52	2.02	2
10	ดึง Invoice ให้ตรงกับผลลัพธ์จากแบบจำลอง	307	9.20	1
11	จัดเรียงสินค้าสำหรับบรรทุก 1 คัน (ศูนย์กระจาย สินค้าอื่นๆ)	934	25.04	1
12	ทำสาลาดงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	800	14.94	1
13	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	1,949	53.67	1
14	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	0.48	4
15	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,234	27.60	1
16	แนบใบกำกับการขนส่งในชุดงาน	57	1.85	2
17	เดินนำงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	78	1.49	1
18	เดินกลับมายังที่ทำงาน	68	1.35	1
รวมระยะเวลา		6,396		

ตารางที่ 37 การหาเวลามาตรฐาน (หลังการปรับปรุง)

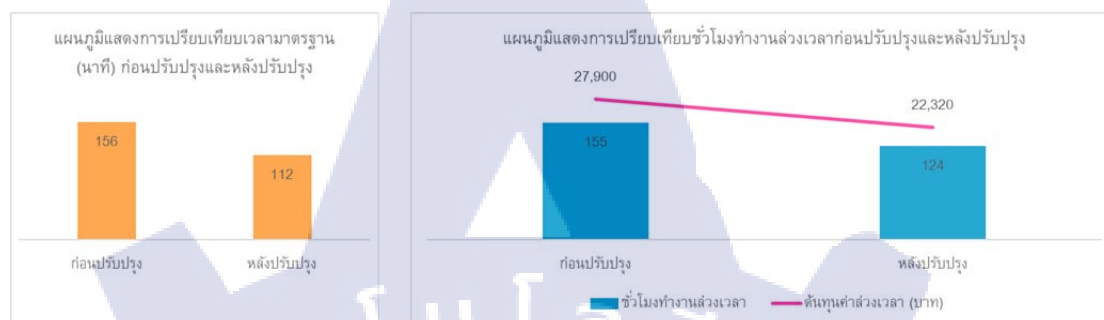
ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าประเมิน อัตราการ ทำงาน	ค่าความ เผื่อ	เวลา มาตรฐาน (วินาที)
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	28	100%	5%	29
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	100%	5%	10
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	159	100%	5%	167
4	ประกอบคู่ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	209	100%	5%	220
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	57	100%	5%	60
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	211	100%	5%	222
7	นำเข้าเลขที่ Invoice และ Export File	213	100%	5%	224
8	คัดลอกข้อมูลจาก Export File ไปวางในแบบจำลอง	20	100%	5%	21
9	เริ่มการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลอง	52	100%	5%	55
10	ดึง Invoice ให้ตรงกับผลลัพธ์จากแบบจำลอง	307	100%	5%	323
11	จัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน (ศูนย์กระจาย สินค้าอื่น ๆ)	934	100%	5%	983
12	ทำสายคางงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	800	100%	5%	842
13	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	1,949	100%	5%	2,051
14	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	100%	5%	10
15	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,234	100%	5%	1,299
16	แนบใบกำกับการขนส่งในชุดงาน	57	100%	5%	60
17	เดินงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	78	100%	5%	82
18	เดินกลับมายังที่ทำงาน	68	100%	5%	71
รวมระยะเวลา		6,394			6,730

จากข้อมูลเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ลดลงจากเดิม 9,352 วินาที เหลือ 6,730 วินาที ลดลง 2,622 วินาที คิดเป็นร้อยละ 28.03 และได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง เพื่อนำมาวัดผลการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2565 จำนวนวันทำงาน 62 วัน สรุปได้ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งที่รับผิดชอบงานส่งสินค้าเข้าศูนย์กระจายสินค้า เดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2565

เดือน	วันทำงาน	จำนวนชั่วโมง	ค่าล่วงเวลาเฉลี่ย	ต้นทุนค่าล่วงเวลา
มกราคม	19	38	180	6,840.00
กุมภาพันธ์	20	40	180	7,200.00
มีนาคม	23	46	180	8,280.00
รวมทั้งสิ้น	62	124		22,320.00

จากข้อมูลชั่วโมงทำงานล่วงเวลาหลังการปรับปรุงกระบวนการมีจำนวนลดลงจากเดิม 155 ชั่วโมง เหลือ 124 ชั่วโมง ลดลง 31 ชั่วโมง ในส่วนของต้นทุนค่าล่วงเวลา มีจำนวนลดลงจากเดิม 27,900 บาท เหลือ 22,320 บาท ลดลง 5,580 บาท คิดเป็นร้อยละ 20



รูปที่ 41 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

2. ประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก

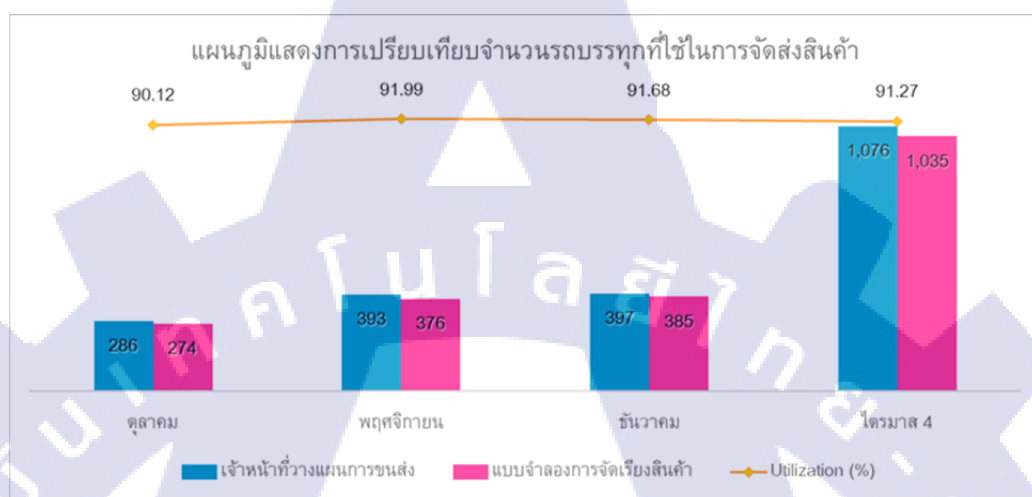
หลังจากการพัฒนาแบบจำลองการจัดเรียงสินค้า ได้ทำการเปรียบเทียบจำนวนรถบรรทุกที่ใช้และต้นทุนค่าขนส่งเข้าศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ระหว่างการจัดเรียงโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงโดยใช้แบบจำลอง ใช้ข้อมูลจัดส่งสินค้าที่เกิดขึ้นจริงในเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวนวันส่งสินค้า 61 วัน สรุปได้ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าเข้าศูนย์กระจายสินค้าระหว่างการจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่งกับการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง

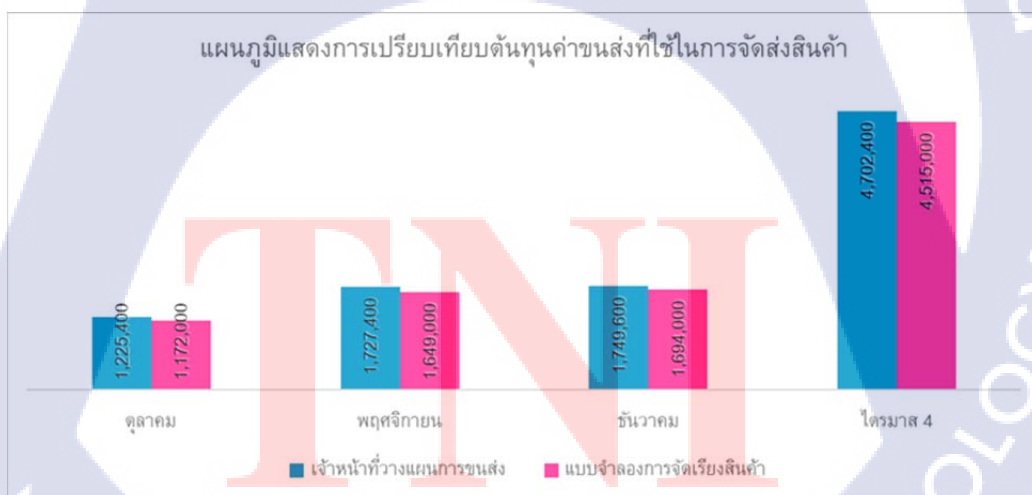
เดือน	การจัดเรียงสินค้าโดยเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง		การจัดเรียงสินค้าโดยแบบจำลอง		
	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	จำนวนรถที่ใช้	ต้นทุนค่าขนส่ง	Utilization (%)
ตุลาคม	286	1,225,400	274	1,172,000	90.12
พฤศจิกายน	393	1,727,400	376	1,649,000	91.99
ธันวาคม	397	1,749,600	385	1,694,000	91.68
ไตรมาส 4	1,076	4,702,400	1,035	4,515,000	91.27

จากตารางที่ 39 พบว่า การขนส่งสินค้าเข้าศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P ในไตรมาส 4 (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) พ.ศ. 2564 การจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง มีการใช้รถบรรทุกทั้งสิ้นจำนวน 1,076 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 4,702,400 บาท ในขณะที่การจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลอง มีการใช้รถบรรทุกทั้งสิ้นจำนวน 1,035 คัน ต้นทุนค่าขนส่ง 4,515,000 บาท เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดเรียงสินค้าทั้ง 2 รูปแบบแล้ว สามารถ

สรุปได้ว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง สามารถลดจำนวนการใช้รถบรรทุกลงจำนวน 41 คัน ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 187,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.81 และ 3.99 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 91.27



รูปที่ 42 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก (จำนวนรถบรรทุก) ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง



รูปที่ 43 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้รถบรรทุก (ต้นทุนค่าขนส่ง) ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

บทสรุป

จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า กลุ่มตัวอย่างศูนย์กระจายสินค้า H และศูนย์กระจายสินค้า P เริ่มตั้งแต่การสร้างมาตรฐานการจัดเรียงสินค้า จากนั้นได้นำฟังก์ชัน Solver ใน Microsoft Excel เข้ามาช่วยในกระบวนการจัดเรียงสินค้า โดยการสร้างแบบจำลองการจัดเรียงสินค้ามาช่วยในการค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ผลการจัดเรียงสินค้าจากข้อมูลจริงในเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2564 มีวันจัดส่งสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าทั้งสิ้น 61 วัน แสดงได้ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ร้อยละ
เวลามาตรฐาน (นาทีก)	156	112	44	28.04
จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลา (ชั่วโมง)	155	124	31	20.00
ต้นทุนค่าล่วงเวลา (บาท)	27,900	22,320	5,580	20.00
จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ (คัน)	1,076	1,035	41	3.81
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท)	4,702,400	4,515,000	187,400	3.99

จากตารางที่ 40 สามารถสรุปได้ว่าการจัดเรียงสินค้าโดยใช้แบบจำลองการจัดเรียงสินค้ามีการใช้รถบรรทุกจำนวน 1,035 คัน เกิดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจำนวน 4,515,000 บาท จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลา 124 ชั่วโมง เกิดต้นทุนค่าล่วงเวลาจำนวน 22,320 บาท ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปเปรียบเทียบการจัดเรียงสินค้าโดยใช้เจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง มีการใช้รถบรรทุกจำนวน 1,076 คัน เกิดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจำนวน 4,702,400 บาท จำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลา 155 ชั่วโมง เกิดต้นทุนค่าล่วงเวลาจำนวน 27,900 บาท จะพบว่าสามารถลดจำนวนการใช้รถบรรทุกลงได้ 41 คัน ทำให้ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าลดลง 187,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.81 และ 3.99 ตามลำดับ สามารถลดจำนวนชั่วโมงทำงานล่วงเวลาลงได้ 31 ชั่วโมง ทำให้ต้นทุนค่าล่วงเวลาลดลง 5,580 บาท คิดเป็นร้อยละ 20 มีประสิทธิภาพการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวเฉลี่ยร้อยละ 91.27 ส่งผลให้บริษัทมีกำไรจากการดำเนินงานเพิ่มสูงขึ้น จึงถือได้ว่าการใช้ฟังก์ชัน Solver เข้ามาช่วยในกระบวนการจัดเรียงสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาสามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่ารูปแบบการทำงานในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้แบบจำลองการจัดเรียงสินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น อาจมีการเพิ่มตัวเลือกขนาดรถบรรทุก เช่น รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ โดยพิจารณาจากค่า Utilization เพื่อลดเวลาในการตรวจสอบผลลัพธ์ของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง

2. เพื่อรองรับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของตัวแทนจำหน่าย อาจพัฒนาแบบจำลองเส้นทางขนส่งที่สั้นที่สุด โดยใช้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (VRP) ในกรณีเงื่อนไขต่างๆ เข้ามาช่วยในการคำนวณผลลัพธ์

3. ควรพัฒนาขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเลขที่ Invoice ของสินค้าที่ได้จากผลลัพธ์ของ Solver ให้เชื่อมโยงในระบบ เพื่อลดเวลาการจัดทำ Job Arrangement ของเจ้าหน้าที่วางแผนการขนส่ง ซึ่งจะลดเวลาการจัดการด้านเอกสารลงได้อีกมาก

4. ควรพัฒนาโปรแกรมจำลองการจัดเรียงสินค้าภายในตู้รถบรรทุก เพื่อสร้างองค์ความรู้และมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ลดการพึ่งพาประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ (Checker) และทักษะเฉพาะด้านของพนักงานขับรถ ในอนาคตยังสามารถใช้เป็นหัวข้อการฝึกอบรมพนักงานขับรถก่อนเริ่มปฏิบัติงานได้



TNI

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- เกยูร ไบบักลีน. (2556). การบริหารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. กรุงเทพฯ : ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- โกศล ดีศีลธรรม. (2547). เทคนิคการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชนในโลกธุรกิจยุคใหม่. กรุงเทพฯ : อินฟอร์มีเดีย บุ๊คส์.
- จิตติมา วงศ์อินตา; อนิรุทธ์ ชันธะสะอาด; และกิตติ เจริญสุข. (2561, มิถุนายน-พฤษภาคม). การบริหารรถขนส่งและเส้นทางเดินรถโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา รถขนส่งสินค้าอันตรายประเภทของเหลว. วารสารการขนส่งและโลจิสติกส์. 8(11) : 99-116.
- ณกร อินทร์พยุ. (2548). การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมรถขนส่งและโลจิสติกส์ (Discrete Optimization in Transport and Logistics). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ธัญญธรณ์ ทองริ้ว. (2561). วิธีการทางฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าลงตู้สินค้า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประจวบ กล่อมจิตร. (2556). โลจิสติกส์-โซ่อุปทาน : การออกแบบและจัดการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พงศ์ภูมิ แก้วสูงเนิน. (2559). ระบบเพื่อช่วยจัดการเส้นทางการขนส่งน้ำดื่ม โดยวิธีเมตริกซ์แบบประหยัด กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตน้ำดื่ม ตำบลขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารประยุกต์). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- พลอยไพลิน ภูมิโคกรักษ์. (2560). การพัฒนาระบบการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : หอปก.
- รัตนพร บุญครอบ; และชุลีกร ชูโชติถาวร. (2563). การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางการขนส่งตู้แช่เย็น กรณีศึกษาบริษัท ัญญทิพย์ เอ็กซ์เพรส จำกัด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วุฒิชัย ยิงรส. (2562). **ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายในตู้คอนเทนเนอร์**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศุขสุเมฆ. (2557). **สร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ (Optimization Modeling) ด้วย Excel (Solver)**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ศิวพร สุกสี; และธาริณี มีเจริญ. (2562, มกราคม-เมษายน). การลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางรถ กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต**. 9(1) : 69-84.
- เสกสรรค์ วินยางค์กุล; และคณะ. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การหาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุสินค้า กรณีศึกษาบริษัท ธนปริยะจำกัด. **วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน**. 6(1) : 16-33.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). **รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2563**. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2564, จาก https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=11803.
- สุรินทร์ ทวีอักษรพันธ์. (2549). **หาคำตอบทางธุรกิจ ด้วย Solver จาก Microsoft Excel**. กรุงเทพฯ : วิตตี้ กรุ๊ป.
- สุวัชร พันธนาคิน. (2559). **การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าด้วยตู้คอนเทนเนอร์**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัศรพล ชุนทเกียรติ์สกุล. (2559). **การลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทขนส่ง กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเพชรบุรี**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Anbuudayasankar Ganesh; and Sanjay Mohapatra. (2014). **Models for Practical Routing Problems in Logistics : Design and Practices**. Switzerland : Springer.
- Nacima Labadie Christian Prins; and Caroline Prodhon. (2016). **Metaheuristics for Vehicle Routing Problems Volume 3**. USA : Wiley.
- Paolo Toth; and Daniele Vigo. (2014). **Vehicle Routing : Problems, Methods, and Applications**. 2nd ed. USA : Siam.

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

การบันทึกข้อมูลเพื่อจัดทำเวลายามาตรฐาน

TNI

การบันทึกข้อมูลเพื่อจัดทำเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 41 ผลการบันทึกจำนวนครั้งของการจับเวลา (ก่อนการปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายละเอียด	ผลของการบันทึกเวลาในแต่ละครั้ง (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	25	26	30	24	28	27	25	28	26	29	27
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	9	10	10	9	10	10	9	10	9	10
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	150	162	144	157	162	171	159	163	168	175	161
4	ประกอบ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	197	193	202	191	215	223	234	196	231	207	209
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	54	57	59	55	60	50	55	61	57	63	57
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	224	204	226	217	208	226	219	230	211	204	217
7	จัดเรียงสินค้าสำหรับรถบรรทุก 1 คัน	3,745	3,619	3,842	3,674	3,915	4,095	3,981	4,122	4,219	4,046	3,926
8	ทำสายคางงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	789	805	820	796	815	819	821	835	840	818	816
9	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	1,815	1,780	1,950	2,014	1,906	2,115	1,986	2,069	2,148	2,219	2,000
10	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	9	10	10	9	10	9	10	10	9	10	10
11	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,189	1,204	1,308	1,215	1,155	1,245	1,196	1,315	1,324	1,318	1,247
12	แนบใบกำกับการณ์ขนส่งในชุดงาน	62	65	50	56	60	63	58	56	59	61	59
13	เดินงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	75	80	81	78	83	80	76	78	81	79	79
14	เดินกลับมายังที่ทำงาน	65	66	70	65	65	68	66	69	71	69	67
รวมระยะเวลา		8,409	8,280	8,802	8,561	8,691	9,201	8,896	9,241	9,454	9,307	8,884

ตารางที่ 42 ผลการบันทึกจำนวนครั้งของการจับเวลา (หลังการปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายละเอียด	ผลของการบันทึกเวลาในแต่ละครั้ง (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Print e-mail ยืนยันการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า	26	29	26	27	29	25	29	27	30	28	28
2	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	9	10	10	10	9	10	10	9	10	9	10
3	แยก Invoice ที่รับนัดหมาย	155	161	163	150	161	162	160	165	160	154	159
4	ประกบคู่ Po กับ Invoice ที่รับนัดหมาย	219	199	204	211	201	213	206	222	207	204	209
5	แยก Invoice ตามศูนย์กระจายสินค้า	58	61	57	58	53	60	57	59	56	55	57
6	แยก Invoice ตามกลุ่มสินค้า	208	211	201	215	196	216	224	231	204	201	211
7	นำเข้าเลขที่ Invoice และ Export file	198	227	196	204	216	235	208	233	209	199	213
8	คัดลอกข้อมูลจาก Export File ไปวางในแบบจำลอง	21	19	23	20	19	20	22	18	21	20	20
9	เริ่มการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลอง	55	50	51	50	54	51	52	50	51	55	52
10	ดึง Invoice ให้ตรงกับผลลัพธ์จากแบบจำลอง	305	293	314	307	299	319	301	317	300	318	307
11	จัดเรียงสินค้าสำหรับบรรทุก 1 คัน (ศูนย์กระจายสินค้าอื่นๆ)	909	968	980	913	924	945	922	910	948	921	934
12	ทำสายคาดงาน เขียนรายละเอียดการจัดส่งสินค้า	799	786	805	781	811	819	789	805	780	820	800
13	จัดทำ Job Arrangement ในระบบและพิมพ์เอกสาร	1,945	1,886	1,857	1,921	1,938	1,966	1,985	1,974	1,968	2,049	1,949
14	เดินไปหยิบเอกสารจาก Printer	10	10	9	10	10	10	9	10	10	9	10
15	ตรวจสอบความถูกต้องของ Job Arrangement และแยกเอกสารของแต่ละชุด	1,215	1,198	1,188	1,218	1,253	1,261	1,268	1,244	1,250	1,249	1,234
16	แนบใบกำกับการขนส่งในชุดงาน	55	57	56	58	56	55	60	58	60	56	57
17	เดินงานไปวางที่จุดรับงานด้านนอก และส่ง Job Arrangement ให้ฝ่ายคลังสินค้า	76	79	80	77	79	78	76	79	77	76	78
18	เดินกลับมายังที่ทำงาน	70	66	68	67	68	66	66	69	68	67	68
รวมระยะเวลา		6,333	6,310	6,288	6,297	6,376	6,511	6,444	6,480	6,409	6,490	6,394