การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทาง

CONSOLIDATED SHIPMENT PACKAGE ARRANGEMENT

กัณฐาภรณ์ ทองโสภา
เจษฎา สุดประเสริฐ
ณฐิกา ศรีพานทอง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSOLIDATED SHIPMENT PACKAGE ARRANGEMENT

KANTAPORN THONGSOPA

JESSADA SUTPRASERT

NATIKA SRIPHANTHONG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทาง CONSOLIDATED SHIPMENT PACKAGE ARRANGEMENT
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัณฐาภรณ์ ทองโสภา รหัสนักศึกษา 58050008 นายเจษฎา สุดประเสริฐ รหัสนักศึกษา 58050031 นางสาวณฐิกา ศรีพานทอง รหัสนักศึกษา 58050050
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.พุทธา สักกะพลางกูร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	**ลายมือชื่อ**
อ.ศิริกุล ศิริธีรากุล ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.ละออ บุญเกษม กรรมการ	
รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.พุทธา สักกะพลางกูร กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทาง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัณฐาภรณ์ ทองโสภา รหัสนักศึกษา 58050008
	นายเจษฎา สุดประเสริฐ รหัสนักศึกษา 58050031
	นางสาวณฐิกา ศรีพานทอง รหัสนักศึกษา 58050050
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.พุทธา สักกะพลางกูร

บทคัดย่อ

เนื่องจากต้นทุนโลจิสติกส์และการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจ การพยายามลดต้นทุนเหล่านี้จึงเป็นมูลค่าเพิ่ม การจัดส่งคำสั่งซื้อรวมลงบนรถบรรทุกเพื่อส่งไปยังจุดหมายปลายทางหรือลูกค้าเป็นหนึ่งในการลดต้นทุนที่สามารถทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพได้ดีขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ผลิตภัณฑ์จะถูกใส่ลงในกล่องกระดาษ ซึ่งมีเพียง 2 ขนาดเท่านั้น ---ขนาดใหญ่คือ 30 × 25 × 14 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลบ.ซม.) และขนาดเล็กคือ 15 × 25 × 14 ซม. ในทางปฏิบัติ กล่องขนาดเล็ก 2 กล่อง ใช้พื้นที่ 1 กล่องใหญ่

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้จำนวนกล่องสินค้ารวมที่จะนำไปจัดเรียงบนรถบรรทุกที่จะไปส่งให้ลูกค้าตามจุดส่งของต่างๆ ให้ได้จำนวนกล่องมากที่สุด โดยมีพื้นที่ว่างน้อยที่สุด แบบจำลองการหาค่าเหมาะสมที่สุดและซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Consolideted Shipment Package Arranging	
Students	Ms. Kantaporn Thongsopa	Student ID 58080008
	Mr. Jessada Sutprasert	Student ID 58050031
	Ms. Natika Sriphanthong	Student ID 58050050
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)	
Department	Mathematics	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2018	
Advisor	Assoc.Prof.Dr. Chartchai Leenawong	
C0-advisor	Dr. Puttha Sakkaplangkul	

Abstract

Since logistics and transportation costs are important to businesses, an attempt for reducing these costs are always an added value. Arranging consolidated order shipments onto trucks to deliver to various destinations or customers is one of the cost reduction areas that can be improved more efficiently. In this research, products are put into carton boxes, available in 2 sizes only--- the big size is of 30×25×14 $\textbf{centimeters}^3$ ($\textbf{cm}^3$) and the small size is of 15×25×14 $\textbf{cm}^3$. In practice, 2 small boxes take up the space of 1 big box. The objective of this research is to, according to the order of drop-off points, maximize the numbers of rectangular boxes to be put onto the delivery trucks leaving smallest empty space. Optimization models and computer software are custom-developed in order to achieve the desired optimal solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทางนั้นประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจและทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจเสมอมา จนการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวกัณฐาภรณ์ ทองโสภา
นายเจษฎา สุดประเสริฐ
นางสาวณฐิกา ศรีพานทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ 1
1.3 ขอบเขตของปัญหา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) 4
2.1.1 การใช้แบบจำลองการตัดสินใจ 5
2.1.2 Visual Basic 11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.2.1 การแก้ปัญหาการจัดวางสินค้าโดยใช้อัลกอริทึม 15
2.2.2 การกำหนดปัญหา (Problem Formulation) 16
2.2.3 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบรรจุกล่องในตู้คอนเทนเนอร์ 18
2.2.4 Two dimensional bin packing problem (ปัญหาการบรรจุแบบ 2 มิติ) 22
2.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 26
2.3.1 รถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้) 26
2.3.2 รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง (1เพลา) 26
2.3.3 รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ) 27
2.3.4 ตู้คอนเทนเนอร์ 27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 28
3.1 โจทย์และเงื่อนไข 28
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 35
4.1 การพัฒนาการจัดเรียงสินค้า 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การจัดเรียงสินค้าด้วยโดยให้พนักงานเป็นผู้วางรูปแบบ 35
4.1.2 การจัดเรียงสินค้าโดยใช้โปรแกรม Loading Design Program 35
4.1.3 การจัดเรียงสินค้าโดยใช้โปรแกรม Consolidated Shipment Package Arranging Program 35
4.2 Data Dictionary 36
4.3 โปรแกรม Consolidated Shipment Package Arranging 40
4.3.1 หน้าหลักของโปรแกรม 40
4.3.2 หน้า Business Data 41
4.3.3 หน้า Customer Data 44
4.3.4 หน้า Purchase Order Data 46
4.3.5 หน้า Shipment Planning 49
4.3.6 หน้า Order Reports 53
4.3.6.1 Shipment Reports 53
4.3.6.2 ID Shipment Reports 54
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 56
5.1 สรุปผลดำเนินงาน 56
5.1.1 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ในการสร้าง โปรแกรม 56
5.2 ข้อเสนอแนะ 56
เอกสารอ้างอิง 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 การดำเนินการ 3
4.1 ข้อมูลลูกค้า (Customer) 37
4.2 คำสั่งซื้อ (Order) 38
4.3 ประเภทรถบรรทุก (Car) 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 พื้นที่จัดเก็บแบบเก่า....9

2.2 FCL และ CLR....12

2.3 Visual Studio เป็นชุดพัฒนาที่รวบรวมเครื่องมือต่างๆมาไว้ด้วยกันในที่เดียว....14

2.4 โปรแกรมแบบ Windows-based หรือ Windows Application....14

2.5 โปรแกรมแบบ Web-based หรือ Web Application....15

2.6 Graphical illustration....18

2.7 รูปแสดงการหมุนของกล่องบรรจุภัณฑ์....20

2.8 แสดงตำแหน่งพิกัดที่ (0,0,0) ของตู้คอนเทนเนอร์และบรรจุภัณฑ์....22

2.9 แสดงจุดพิกัดที่สามารถทำการวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป....22

2.10 รูปแสดงคำตอบที่ดีที่สุด....24

2.11 รถบรรทุก 4 ล้อ แบบมีตู้....26

2.12 รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง....26

2.13 รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ)....27

2.14 ตู้คอนเทนเนอร์....27

3.1 ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)....28

3.2 ขนาดของกล่องใหญ่ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)....29

3.3 ขนาดของกล่องเล็ก (หน่วยเป็นเซนติเมตร)....29

3.4 กล่องใหญ่มีขนาดเป็นสองเท่าของกล่องเล็ก....29

3.5 การจัดเรียงกล่องสินค้าแถวแรก....30

3.6 แสดงหน้ากว้าง หน้ายาวของกล่องสินค้าขนาดใหญ่และขนาดเล็ก....30

3.7 อธิบายอสมการที่ (3.9) และ (3.10)....32

3.8 จำนวนกล่องที่วางซ้อนกันตามแนวความสูง....33

4.1 หน้าหลักของโปรแกรม....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แสดงปุ่มhelpในหน้าหลักของโปรแกรม 41
4.3 หน้า Business Data 41
4.4 แสดงขนาดของกล่องใหญ่ 42
4.5 แสดงข้อมูลรถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้) 43
4.6 หน้า Customer Data 44
4.7 การใช้งานเลือกพื้นที่จัดส่ง (Zone) 44
4.8 การเลือกรหัสลูกค้า (Customer Code) 45
4.9 การเพิ่มข้อมูลของลูกค้า 45
4.10 การแสดง Message Box เมื่อเพิ่มข้อมูลของลูกค้า 46
4.11 หน้า Purchase Order Data 46
4.12 แสดงข้อมูลลูกค้าเมื่อใส่ Customer Code A0001 47
4.13 แสดงข้อมูลลูกค้าเมื่อใส่ Order Code O280362A11 48
4.14 Message Box แสดงผลการเพิ่มข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า 48
4.15 หน้า Shipment Planning 49
4.16 แสดงรายการสินค้าที่ต้องจัดส่งในวันและพื้นที่จัดส่งที่เลือก 49
4.17 การเลือกยานพาหนะ (Car type) 50
4.18 ผลลัพธ์การคำนวณสินค้าที่จัดขึ้นบนยานพาหนะที่เลือก 52
4.19 Message Box แสดง ID Shipment 52
4.20 หน้า Report Order 53
4.21 Shipment Reports 53
4.22 ID Shipment Reports S280362A1 54
4.23 การบันทึกหน้า Shipment Reports เป็นไฟล์ PDF 54
4.24 การบันทึกหน้า ID Shipment Reports เป็นไฟล์ Microsoft Word 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการจัดวางสินค้าบนพื้นที่จำกัด มีความสำคัญต่อระบบการขนส่งในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นปัจจัยหนึ่งในการลดต้นทุนการขนส่ง ปัญหาการจัดวางสินค้าคือปัญหาที่กำหนดจำนวนกล่องจัดเรียงเข้าไปในพื้นที่ ให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุด และจัดเรียงกล่องจำนวนสินค้าให้ได้มากที่สุด

โดยงานวิจัยนี้เป็นการคิดโมเดลในการจัดเรียงสินค้าสองขนาดให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุด พร้อมทั้งออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเรียงสินค้า รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการในการจัดส่งกล่องสินค้าหลายปลายทาง ประกอบด้วย การหาขนาดของพื้นที่ การหาขนาดของกล่องบสินค้าทั้งสองขนาด การศึกษาขั้นตอนดำเนินงานการจัดเรียงกล่องสินค้าในพื้นที่ที่กำหนด และโปรแกรมสามารถรายงานการจัดวางกล่องสินค้าให้เกิดพื้นที่สูญเปล่าน้อยที่สุดเพื่อช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง และลดความผิดพลาดในการออกแบบการจัดวางสินค้าซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายในด้านการค้าเช่น เสียค่าปรับในการส่งสินค้าล่าช้า

ปัญหาการออกแบบจัดวางสินค้าลงในพื้นที่จำกัด สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดวางกล่องสินค้าหรือสินค้าลงในพื้นที่ที่มีอย่างจำกัด และลดความผิดพลาดในการออกแบบการจัดวางกล่องสินค้าลงในพื้นที่นั้นๆอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ

1) เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ขนาดของกล่องสินค้าและยานพาหนะหลายรูปแบบสำหรับการขนส่ง
2) สามารถที่จะนำแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ในการสร้างโปรแกรมจัดเรียงกล่องสินค้าสองขนาด ภายในยานพาหนะหลายรูปแบบให้ได้มากที่สุด
3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานสำหรับการจัดการขนส่งสินค้าโดยยานพาหนะหลายรูปแบบ โดยยานพาหนะและจำนวนพนักงานเท่าเดิม แต่ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้มากขึ้น
4) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเลือกลูกค้า ให้สามารถจัดเรียงสินค้าได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1) ศึกษาการจัดเรียงกล่องสินค้าภายในรถขนส่งสินค้า (ดูรายละเอียดในบทที่ 2)
   - รถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้)
   - รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง (1เพลา)
   - รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ)
   - ตู้คอนเทนเนอร์
2) ใช้ขั้นตอนดำเนินการโดย การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research)
3) ศึกษากล่อง 2 ขนาด คือ
   3.1) กล่องใหญ่ ขนาด 25×30×14 ลูกบาศก์เซนติเมตร
   3.2) กล่องเล็ก ขนาด 15×30×14 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) สร้างแบบจำลอง Operations Research โดยใช้กล่องขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจาก กล่องเล็ก 2 กล่อง เท่ากับ กล่องใหญ่ 1 กล่อง
5) การจัดวางกล่องสามารถวางพลิกแนวด้านกว้างหรือด้านยาวเท่านั้น
6) ต้นทุนการขนส่งสินค้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ขนาดของกล่องสินค้าและยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง
2) ได้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมจัดเรียงกล่องสินค้าสองขนาดภายในยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งให้ได้มากที่สุด
3) เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานสำหรับการจัดการขนส่งสินค้าโดยยานพาหนะโดยยานพาหนะและจำนวนพนักงานเท่าเดิม แต่ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้มากขึ้น
4) ตอบสนองความต้องการทั้งผู้ส่งและผู้รับ นั่นคือผู้ส่งก็ลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการขนส่ง ผู้รับก็ได้รับสินค้าไวขึ้นและมากขึ้น โปรแกรมสำหรับการจัดเรียงกล่องจัดเก็บสินค้าบนยานพาหนะสามารถนำมาใช้ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาคุณลักษณะและการดำเนินงานเกี่ยวกับการการจัดเรียงกล่องสินค้าภายในยานพาหนะหลายรูปแบบ
2) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเรียงกล่องสินค้าภายในยานพาหนะ และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของยานพาหนะ ขนาดของกล่องสินค้าทั้ง 2 ขนาดที่นำมาศึกษา และวิธีการจัดเรียงกล่องสินค้าภายในยานพาหนะ
3) พัฒนาแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดเรียง กล่องสินค้า
4) ศึกษาและออกแบบรูปแบบอินพุตและรูปแบบผลลัพธ์โครงสร้างโปรแกรม
5) ออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) และพัฒนาโปรแกรมพร้อมทดสอบการใช้งานโปรแกรม
6) รวบรวมและจัดทำรายงานโครงงานปัญหาพิเศษและเผยแพร่โปรแกรม

การดำเนินการ	ระยะเวลาในการดำเนินการ									
	ปี 2561					ปี 2562				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลและเตรียมการทำปัญหาพิเศษ										
2. ศึกษาขั้นตอน และโปรแกรม ที่เกี่ยวข้อง										
3. ออกแบบอินเตอร์เฟส										
4. ศึกษาและรวบรวมขั้นตอนวิธีการดำเนินการ										
5. ดำเนินการพัฒนาโปรแกรม										
6. เตรียมการนำเสนอและจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ										

ตารางที่ 1.1 การดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีงานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการจะสร้างสมการหรือแบบจำลองขึ้นมาต้องมีการศึกษาข้อมูลหรือความรู้ต่างๆที่เกี่ยวกับหัวข้อที่เราจะใช้โดยการศึกษาจากหนังสือหรือบทความต่างๆที่มีคนเขียนไว้ เราจะนำความคิดมาประยุกต์เพื่อนำมาสร้างสมการที่เราต้องการ และในการสร้างเงื่อนไขเราต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการนำจัดส่งของโรงงาน จึงต้องมีการศึกษาข้อมูลความรู้เพื่อให้ปัญหาพิเศษออกมาได้เป็นอย่างดี

2.1 การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research)

เป็นศาสตร์การคำนวณที่ผสมผสานศาสตร์อื่นๆ เช่น คณิตศาสตร์ สถิติและวิทยาการคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเพื่อเป็นทางเลือกและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ เราสามารถนำการวิจัยดำเนินงานไปประยุกต์ใช้ได้ในทุกเรื่องตั้งแต่การตัดสินใจทั่วไปในชีวิตประจำวัน การตัดใจในด้านเทคนิค ไปจนถึงการตัดใจทางธุรกิจที่มีมูลค่าหลายล้านบาท [1]

การใช้แบบจำลองการตัดสินใจและประโยชน์ที่ได้

เราได้เห็นแล้วว่า เราสามารถนำแบบจำลองการตัดสินใจมาช่วยแก้ปัญหาการลงทุนโดยทั่วไป แต่ละองค์กรมักใช้แบบจำลองการตัดสินใจเพื่อช่วยในการทำงานอยู่ 2 ระดับ ได้แก่

1. การตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Strategic Decisions) เป็นการตัดสินใจเชิงนโยบาย ที่อาจส่งผลกระทบต่อทั้งองค์กรเป็นระยะเวลายาวนาน
2. การตัดสินใจเชิงปฏิบัติการ (Operational Decisions) เป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการวางแผนระยะสั้น มักจะต้องมีการตัดสินใจซ้ำๆ ในลักษณะคล้ายเดิมอยู่เป็นประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของแบบจำลองการตัดสินใจ มีดังนี้

1. ช่วยหาแนวทางการตัดสินใจที่ดีที่สุด ภายใต้สภาวการณ์บางอย่างที่ทำให้มีผลต่อการตัดสินใจ
2. ช่วยวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง โดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในการทำงาน
3. ช่วยในการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของคำตอบที่ดีที่สุดซึ่งหมายถึงการพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากแบบจำลองจะเปลี่ยนไปอย่างไร ถ้าข้อมูลบางอย่างในปัญหามีการเปลี่ยนแปลงโดยมักจะมาจากการตั้งคำถาม ตัวอย่างเช่น จะเกิดอะไรขึ้นกับแผนการลงทุนที่ดีที่สุด ถ้ากองทุนหุ้นให้ผลตอบแทนเพียง 8% (จากเดิม 10%)
4. เป็นกระบวนการที่ช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยรวมขององค์กร เพราะแบบจำลองการตัดสินใจสามารถรวบรวมความต้องการ และเงื่อนไขที่แตกต่างจากหลายๆฝ่ายในองค์กรเข้าไปในแบบจำลอง

2.1.1 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนและเทคนิคทั่วไปในการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2.1 ปัญหาการวางแผนการผลิต

โรงงานเคมีแห่งหนึ่งผลิตสาร 2 ชนิด คือ A_1 และ A_2 ในกระบวนการผลิต สารแต่ละชนิดจะต้องผ่านแผนกการผสมและแผนกการทำสารให้บริสุทธิ์ โรงงานแห่งนี้เปิดทำงาน 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยแผนกการผสมมีพนักงานประจำ 5 คน และมีพนักงานชั่วคราวอีก 2 คน ที่ทำงานเพียง 15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมจะต้องนำไปสกัดในแผนกการทำสารให้บริสุทธิ์ ซึ่งแผนกนี้มีพนักงานประจำ 6 คนและพนักงานชั่วคราวอีก 1 คนซึ่งทำงานเพียง 10 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

สมมติให้มีวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสารทั้งสองนี้อย่างไม่จำกัด และให้สามารถขายสาร A_1 ได้อย่างไม่จำกัดเช่นกันในขณะที่ A_2 มียอดจำหน่ายสูงสุดไม่เกิน 120,000 แกลลอนต่อสัปดาห์ และผลกำไรของ A_1 และ A_2 เท่ากับ 0.30 และ 0.50 บาทต่อแกลลอน ตามลำดับ จงวางแผนการผลิตสารทั้งสองต่อสัปดาห์เพื่อให้ได้กำไรรวมสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการแปลงปัญหาที่พบไปเป็นแบบจำลองการตัดสินใจ

(Problem Formulation)

มี 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ การระบุตัวแปร การระบุข้อมูลของปัญหา การระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์ การระบุข้อจำกัด ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีวิธีการทำงานโดยละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุตัวแปร (Identifying Decision Variables)

ขั้นตอนแรกในการแปลงปัญหา คือ การระบุตัวแปรการตัดสินใจ โดยในตอนท้ายค่าของตัวแปรเหล่านี้จะเป็นคำตอบที่ต้องการของปัญหา ในข้อนี้ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการผลิตในทั้งสองแผนกก็คือ จำนวนของสาร A_1 และ A_2 ที่ต้องผลิตในแต่ละสัปดาห์

เนื่องจากเรายังไม่ทราบค่าของจำนวนสารที่จะผลิต จึงต้องกำหนดเป็นตัวแปร ซึ่งจะอยู่ในรูปสัญลักษณ์อะไรก็ได้ แต่ก็ควรจะมีส่วนช่วยให้เราจำได้ว่า ตัวแปรนั้นแทนสิ่งใดในปัญหา สำหรับตัวอย่างนี้ เราจะกำหนดให้

A_1 = จำนวนของ A_1 ที่ผลิตในแต่ละสัปดาห์ในหน่วยพันแกลลอน

A_2 = จำนวนของ A_2 ที่ผลิตในแต่ละสัปดาห์ในหน่วยพันแกลลอน

สังเกตว่า หน่วยของตัวแปรการตัดสินใจแต่ละตัวจะต้องชัดเจน เช่น ในที่นี้พันแกลลอน คือไม่ใช่แกลลอน และก็ไม่ใช่ลิตร หากเรานิยามหน่วยตัวแปรไม่ดีพอ อาจทำให้แปลความหมายผิดไปได้ การระบุตัวแปรจะต้องถูกต้องตามความต้องการของปัญหาที่เราวิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการกำหนดตัวแปร สำหรับปัญหาข้อเดียวกัน ผู้สร้างแบบจำลองแต่ละคนอาจกำหนดตัวแปรให้แตกต่างกันได้

ขั้นที่ 2 การระบุข้อมูลของปัญหา (Identifying Problem Data)

เป้าหมายหลักของการแก้ปัญหา คือ การหาค่าที่ดีที่สุดให้กับตัวแปรการตัดสินใจ ดังนั้นเราต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหา เพื่อใช้ในการหาค่าตัวแปรนี้ เช่น ในโจทย์ปัญหาข้อนี้ เราต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับ

- จำนวนชั่วโมงการทำงานในแผนกการผสมและแผนกการทำสารให้บริสุทธิ์
- ผลกำไรต่อหน่วยของสารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเราสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ เหล่านี้ได้ ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากแผนกการผสมมีพนักงานประจำ 5 คน ทำงานคนละ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และพนักงานชั่วคราว 2 คน ทำงานคนละ 15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวมแล้วแผนกการผสมจะมีเวลาทำงานทั้งสิ้นเท่ากับ 5 (40) + 2 (15) = 230 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
2. แผนกการทำสารให้บริสุทธิ์มีพนักงานประจำ 6 คนและพนักงานชั่วคราวซึ่งทำงานเพียง 10 ชั่วโมงต่อสัปดาห์อีก 1 คนรวมแล้วจะมีเวลาทำงานทั้งสิ้นในแผนกนี้เท่ากับ 6 (40) + 1 (10) = 250 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
3. แผนกบัญชีคำนวณผลกำไรของ A_1 ได้เท่ากับ 0.30 บาทต่อแกลลอนและของ A_2 ได้เท่ากับ 0.50 บาทต่อแกลลอน

ข้อมูลข้างต้นเหล่านี้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานจริงเราไม่สามารถควบคุมได้โดยตรงจะเป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองการตัดสินใจที่จะสร้างขึ้น

ขั้นที่ 3 การระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Identifying Objective Function)

การสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของตัวแปรการตัดสินใจและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มี 3 ขั้นตอนย่อยคือ

1. ระบุวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ชัดเจน เช่นในตัวอย่างนี้ วัตถุประสงค์คือต้องการให้ผลกำไรรวมในแต่ละสัปดาห์จากการผลิตสาร A_1 และ A_2 มีค่ามากที่สุด
2. แยกวัตถุประสงค์รวมออกเป็นผลรวมผลต่างหรือผลคูณของสิ่งที่เกี่ยวข้องในตัวอย่างนี้ผลกำไรรวมมาจากการรวมผลกำไรจาก A_1 และ A_2 นั่นคือ ผลกำไรรวม = ผลกำไรของ A_1 + ผลกำไรของ A_2
3. เขียนวัตถุประสงค์ในรูปฟังก์ชันของตัวแปรการตัดสินใจที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลอื่นๆ ของปัญหา

ในการทำขั้นตอนย่อยนี้ เราอาจต้องสมมติค่าให้แก่ตัวแปรเพื่อพิจารณาว่าควรจะคำนวณฟังก์ชันวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น สมมติให้ค่าของ A_1 เท่ากับ 10,000 แกลลอน และค่าของ A_2 เท่ากับ 20,000 แกลลอน (นั่นคือ A_1 = 10, A_2 = 20 ในหน่วยพันแกลลอน) และจากการที่เราทราบว่า A_1 ให้ผลกำไร 0.3 บาทต่อแกลลอน และ A_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลกำไร 0.5 บาทต่อแกลลอน (ซึ่งเท่ากับ 300 บาท และ 500 บาท ต่อพันแกลลอน ตามลำดับ) ดังนั้นเราจะคำนวณหาผลกำไรรวมได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลกำไรจาก } A_1 = 300\,(10) &= 3{,}000 \\ + \text{ผลกำไรจาก } A_2 = 500\,(20) &= \underline{10{,}000} \\ \text{ผลกำไรรวม} &= \underline{13{,}000} \end{aligned}$$

อย่างไรก็ตาม จุดประสงค์ของการใช้ค่าเฉพาะของตัวแปร ไม่ได้เพื่อต้องการทราบผลกำไรรวมของค่าเหล่านั้น หากแต่เพื่อช่วยพิจารณาว่า จะเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ออกมาในรูปของตัวแปรที่ไม่ทราบค่าได้อย่างไร จากตัวอย่างค่าของตัวแปรข้างต้นทำให้เราสามารถเขียนผลกำไรรวมได้เป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ผลกำไรรวม} &= \text{ผลกำไรจาก } A_1 + \text{ผลกำไรจาก } A_2 \\ &= 300\,A_1 + 500\,A_2 \end{aligned}$$

ซึ่งเราต้องการให้มีค่าสูงที่สุด ดังนั้น จะได้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหาข้อนี้เป็น

$$Maximize \quad 300\,A_1 + 500\,A_2$$

ขั้นที่ 4 การระบุข้อจำกัด (Identifying Constrains)

เมื่อพิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาจะพบว่า ถ้าปัญหาไม่มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดใดๆ เลย ค่าของตัวแปรทั้งสองสามารถมีค่ามากเท่าไรก็ได้ ซึ่งก็จะทำให้ได้กำไรรวมมากมายมหาศาลตามขึ้นไปด้วย แต่ในความเป็นจริง ปัญหาส่วนใหญ่จะมีข้อจำกัดซึ่งจะเป็นตัวขัดขวางไม่ให้เราได้เป้าหมายที่ต้องการนั้น ข้อจำกัดหนึ่งที่เห็นได้ชัดในตัวอย่างนี้ก็คือ จำนวนชั่วโมงการทำงานของทั้งสองแผนกที่มีจำกัด จึงทำให้ค่าของตัวแปรทั้งสองต้องถูกจำกัดตามไปด้วย

โดยสรุป ข้อจำกัด (Constrains) หมายถึง เงื่อนไขของปัญหาที่เป็นตัวจำกัดและกำหนดค่าของตัวแปรการตัดสินใจเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อพิจารณาว่าค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ของปัญหาหรือไม่ข้อจำกัดอาจสามารถแบ่งออกได้เป็น

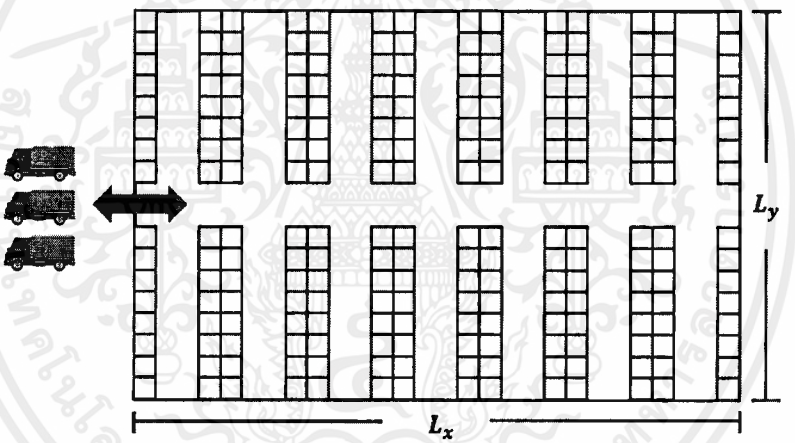
1. ข้อจำกัดด้านกายภาพ (Physical Constraints) ตัวอย่างเช่น จำนวนชั่วโมงการทำงานในแผนกการผสมและแผนกการทำให้สารบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อจำกัดด้านการจัดการ (Managerial Constraints) เช่นผู้บริหารอาจทำสัญญาระบุจำนวนการผลิตที่แน่นอนตามความต้องการของลูกค้าไว้แล้ว
3. ข้อจำกัดจากภายนอก (External Constraints) เช่นเราจะไม่สามารถขาย A_2 ได้มากกว่า 120 พันแกลลอนต่อสัปดาห์ ดังนั้น เราจึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องผลิตมากกว่านี้
4. ข้อจำกัดความสัมพันธ์แฝงระหว่างตัวแปร (Correlation Constraints) เช่นในตัวอย่างปัญหาการลงทุนของปัญญา สัดส่วนของเงินลงทุนทั้งหมดจะต้องเท่ากับ 1

ตัวอย่างที่ 2.2 การกำหนดความกว้าง ความยาว ความสูง ของพื้นที่จัดเก็บ [4]

ในส่วนนี้อธิบายการกำหนดความกว้าง ยาว และสูง ของคลังสินค้า (ดูจากรูป 2.1) วิธีเดียวกันนี้สามารถใช้กับพื้นที่ส่วนอื่นๆ ได้เช่นกัน ตามที่อธิบายไว้ในบทนำ



รูปที่ 2.1 พื้นที่จัดเก็บแบบเก่า

ความสูงของ racks/stacks/drawers จะถูกกำหนดโดยเทคโนโลยีการจัดเก็บ ดังนั้นการเลือกขนาดความกว้าง ความยาว ที่จะนำมาคำนวณ

ให้ m คือ จำนวนสินค้าในคลัง

n_z คือ จำนวนพื้นที่การจัดเก็บทิศทางตาม z โดยมาจากเทคโนโลยีการจัดเก็บ

v คือ ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนย้ายไปจัดเก็บ หรือความเร็วของรถยก

ω_x และ ω_y คือ ความกว้างของช่องเดินด้านข้างและช่องเดินตรงกลางตามลำดับ

α_x และ α_y คือ ความกว้างและความยาวของชั้นวางสินค้า (ตัวอย่าง พาเลท,กล่อง)

ทิศทาง ตามแกน x และ y ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่เราต้องหาคือ n_x พื้นที่ของช่องการจัดเก็บตามแนวแกน x และ n_y คือพื้นที่ของช่องการจัดเก็บตามแนวแกน y

จาก L_x คือความยาวของพื้นที่คลังสินค้าตามแนวแกน x มีสูตรดังนี้

$$L_x = (\alpha_x + \frac{1}{2}\omega_x)n_x$$

ในวิธีที่ง่ายที่สุดเราจะใช้ n_x เป็นจำนวนคู่ ในทำนองเดียวกัน สูตร L_y คือ

$$L_y = \alpha_y n_y + \omega_y$$

ดังนั้น สมมติว่า การดำเนินการประกอบไปด้วย การจัดเก็บหรือการขึ้นสินค้าแบบครั้งเดียว และทุกครั้งจะมีความน่าจะเป็นเดียวกันคือ $2(L_x/2 + L_y/4) = L_x + L_y/2$ ดังนั้นปัญหาในการกำหนดขนาดพื้นที่ในการจัดเก็บ จึงสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$Minimize \qquad \left(\alpha_x + \frac{1}{2}\omega_x\right)\frac{n_x}{v} + \frac{\alpha_y n_y + \omega_y}{2v} \tag{2.1}$$

$$Subject\ to \qquad n_x n_y n_z \geq m \tag{2.2}$$

$$n_x, n_y \geq 0, integer, \tag{2.3}$$

ฟังก์ชัน 2.1 เป็นระยะเวลาเฉลี่ยที่ไม่เท่ากันของการเคลื่อนย้าย
ฟังก์ชัน 2.2 ต้องมีพื้นที่การจัดเก็บมากกว่า m

ปัญหาที่ 2.1 ถึง 2.3 สามารถแก้ไขได้ง่ายโดยการอินทิเกรตเทียบ n_x และ n_y จากนั้นจับสมการมาเท่ากับกัน

$$n_x = \frac{m}{n_y n_z} \tag{2.4}$$

ดังนั้น สามารถแก้ไขปัญหาได้จาก

$$Minimize \qquad \left(\alpha_x + \frac{1}{2}\omega_x\right)\frac{m}{n_y n_z v} + \frac{\alpha_y n_y + \omega_y}{2v} \tag{2.5}$$

$$Subject\ to \qquad n_y \geq 0$$

เนื่องมาจากสมการ 2.5 เป็นฟังก์ชันคอนเวก (convex) ทำให้ค่าต่ำสุดของ n'_y สามารถหาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{d}{d(n_y)}\left((\alpha_x+\frac{1}{2}\omega_x)\frac{n_x}{v}+\frac{\alpha_y n_y+\omega_y}{2v}\right)\Big|_{n_y=n'_y}=0$$

ดังนั้น

$$n'_y=\sqrt{\frac{2m(\alpha_x+\frac{1}{2}\omega_x)}{\alpha_y n_z}} \tag{2.6}$$

สุดท้ายนี้นำค่า n'_y ในสมการ 2.6 ไปแทน n_y ในสมการ 2.4 จะได้ n'_x

$$n'_x=\sqrt{\frac{m\alpha_y}{2n_z(\alpha_x+\frac{1}{2}\omega_x)}} \tag{2.7}$$

ดังนั้น คำตอบสุดท้ายที่เป็นไปได้ $(\bar{n}_x,\bar{n}_y)$ คือ $\bar{n}_x=\lceil n'_x\rceil$ และ $\bar{n}_y=\lceil n'_y\rceil$
อีกคำตอบหนึ่งหาได้จากการกำหนด $\bar{n}_x=\lfloor n'_x\rfloor$ $(\bar{n}_y=\lfloor n'_y\rfloor)$ แล้วใช้แทนในสมการ 2.2

2.1.2 Visual Basic [3]

.NET

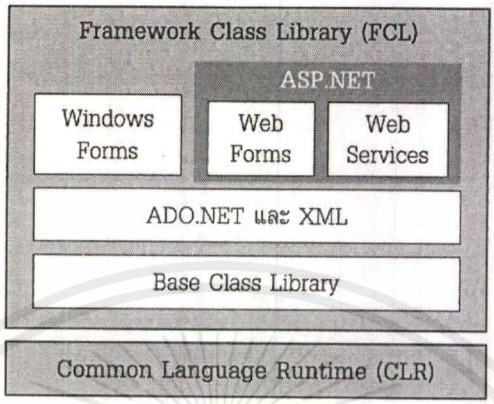
คำว่า .NET (ดอทเน็ต) นั้นเป็นคำที่ค่อนข้างจะคลุมเครืออยู่พอสมควรไมโครซอฟท์ได้ให้คำจำกัดความของคำนี้ไว้ว่า “กลุ่มของเทคโนโลยีทางซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงข้อมูลข่าวสาร,ผู้คน, ระบบและอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน”

อย่างไรก็ตามในแง่ของการเขียนโปรแกรมแล้วคำว่า .NET จะหมายถึง .NET Framework (ซึ่งความจริงเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในคำจำกัดความของไมโครซอฟท์ข้างต้น) ซึ่งคือสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการพัฒนาและการรันโปรแกรมในแบบฉบับของ .NET ไมโครซอฟท์เรียกโปรแกรมที่รันภายใต้สภาพแวดล้อมนี้ว่า Managed Application (แอพพลิเคชั่นที่ถูกบริหารจัดการ) เนื่องจากโปรแกรมที่รันภายใต้ .NET Framework จะถูกบริหารจัดการโดย .NET Framework จะควบคุมการรันโปรแกรมและให้บริการด้านต่างๆแก่โปรแกรมเช่น การโหลดโปรแกรมขึ้นมาทำงาน การจัดการหน่วยความจำ จัดเตรียมไลบรารี (Library) ให้โปรแกรมเรียกใช้งานและอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของ .NET Framework

NET Framework ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ Common Language Runtime (CLR) และ Framework Class Library (FCL) ดังรูป



รูปที่ 2.2 FCL และ CLR

- CLR จะรับผิดชอบในเรื่องการรันโปรแกรมจึงเรียกว่าเป็น Execution Engine ของ .NET Framework
- FCL คือส่วนของไลบรารี (Library) ที่ใช้ทำงานด้านต่างๆเช่นแสดงข้อความบนหน้าจอ, อ่าน/เขียนไฟล์, ติดต่อฐานข้อมูล, สร้าง User Interface (วินโดว์และคอนโทรลต่างๆ) เป็นต้นโดย FCL เป็นไลบรารีในรูปแบบที่เรียกว่าคลาสไลบรารี (Class Library) ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming-OOP) ซึ่งหมายถึงการเขียนโปรแกรมที่กำหนดให้ส่วนต่างๆของโปรแกรมเป็น "วัตถุ" หรือออบเจ็ค (Object) ที่มีคุณสมบัติ (Property) และการกระทำ (Method) อยู่ในตัว

Visual Basic .NET

Visual Basic .NET คือภาษาโปรแกรมภาษาหนึ่งที่บริษัทไมโครซอฟท์ได้สร้างขึ้นใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ทำงานภายใต้ .NET Framework จึงกล่าวได้ว่า Visual Basic.NET เป็น "ภาษาของ NET" (NET Language) ภาษาหนึ่งนั่นเอง

Visual Basic .NET จัดว่าเป็นภาษาในตระกูลของภาษา BASIC ซึ่งแรกเริ่มใช้เขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ MS-DOS และต่อมาได้พัฒนามาเป็น Visual Basic สำหรับเขียนโปรแกรมที่มีส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface-GUI) ด้วยสภาพแวดล้อมในการพัฒนาแบบ Visual Programming กล่าวคือนักพัฒนาสามารถออกแบบ User Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ง่ายๆด้วยการลากปุ่มและออบเจ็คต่างๆ มาวางบนฟอร์มทำให้ Visual Basic ได้รับความนิยมอย่างมาก

อย่างไรก็ตาม Visual Basic เวอร์ชั่นก่อน 7.0 ยังไม่ได้สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) อย่างสมบูรณ์และถือเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของภาษา Visual Basic ในยุคนั้นดังนั้นเมื่อไมโครซอฟท์คิดโครงการ .NET ขึ้นมาจึงได้ออกแบบภาษา Visual Basic ใหม่ให้เป็น OOP ที่สมบูรณ์จนกลายมาเป็นภาษา Visual Basic .NET ที่ออกมาพร้อมกับ .NET Framework 1.0 ในปี 2002 ซึ่งนับได้ว่าเป็น Visual Basic เวอร์ชั่น 7.0 (VB 7.0) หลังจากนั้นก็พัฒนาต่อเนื่องมาตามลำดับดังนี้

- Visual Basic .NET 2003 หรือ VB 7.1 ออกมาพร้อมกับ .NET Framework 1.1
- Visual Basic 2005 หรือ VB 8.0 ออกมาพร้อมกับ .NET Framework 2.0 ซึ่งในเวอร์ชั่นนี้ไมโครซอฟท์ได้ตัดคำว่า .NET ออกไปจากชื่อทางการค้าของภาษา Visual Basic จึงกลายเป็น Visual Basic 2005 แทนที่จะเป็น Visual Basic .NET 2005
- Visual Basic 2008 หรือ VB 9.0 ออกมาพร้อมกับ .NET Framework 3.5
- Visual Basic 2010 หรือ VB 10.0 ออกมาพร้อมกับ .NET Framework 4.0

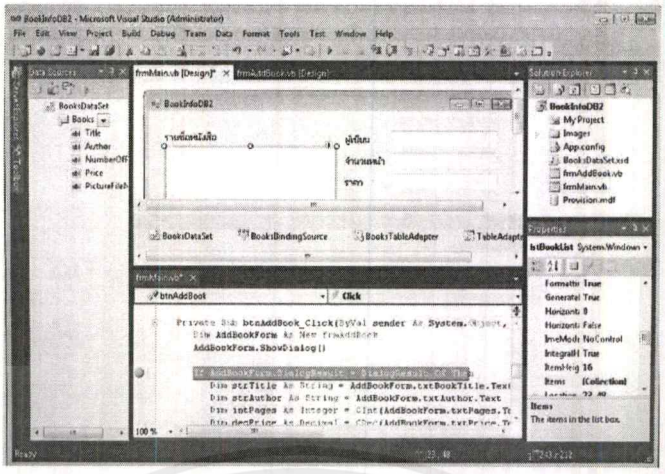
ปัจจุบันแม้ว่าชื่อการค้าของภาษา Visual Basic จะไม่มีคำว่า .NET ต่อท้ายแต่เป็นที่รู้กันว่ามันคือ Visual Basic .NET ที่ถูกสร้างขึ้นมาในยุคของ .NET ซึ่งมีความแตกต่างจาก Visual Basic 6.0 อย่างมากโดย Visual Basic .NET นั้นเหมาะสำหรับนักพัฒนาตั้งแต่มือสมัครเล่นไปจนถึงมืออาชีพ

Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio คือชุดพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic เป็นเครื่องมือ ที่ช่วยให้เราเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic .NET ได้

Visual Studio เป็นชุดพัฒนาแบบ IDE (Integrated Development Environment) ซึ่งหมายถึง สภาพแวดล้อมที่รวบรวมเครื่องมือและคุณสมบัติทุกอย่างที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเข้าไว้ด้วยกันในที่เดียว ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบหน้าจอเขียนโค้ดรันเพื่อทดสอบการทำงานค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดเผยแพร่โปรแกรม ฯลฯ

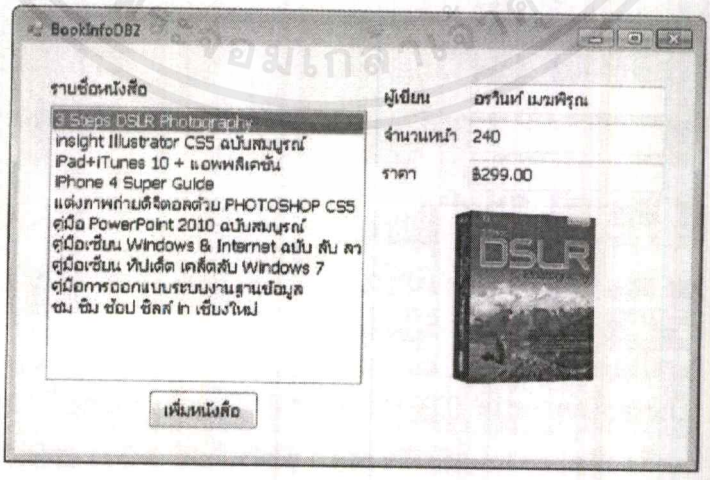
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 Visual Studio เป็นชุดพัฒนาที่รวบรวมเครื่องมือต่างๆมาไว้ด้วยกันในที่เดียว

นอกจากภาษา Visual Basic .NET แล้ว Visual Studio ยังมีภาษาอื่นๆให้ใช้เขียนโปรแกรมได้อีก ได้แก่ ภาษา C#(ซี-ชาร์ป) และภาษา C++ (ซี-พลัส-พลัส) นอกจากนี้ใน Visual Studio 2010 ยังการถใช้ภาษาเหล่านี้พัฒนาโปรแกรมได้ทั้งแบบภาษา F# (เอฟ-ชาร์ป) เพิ่มขึ้นมาอีกภาษาหนึ่ง เราสามารถใช้ภาษาเหล่านี้พัฒนาโปรแกรมได้ทั้งแบบ Windows-based และ Web-based

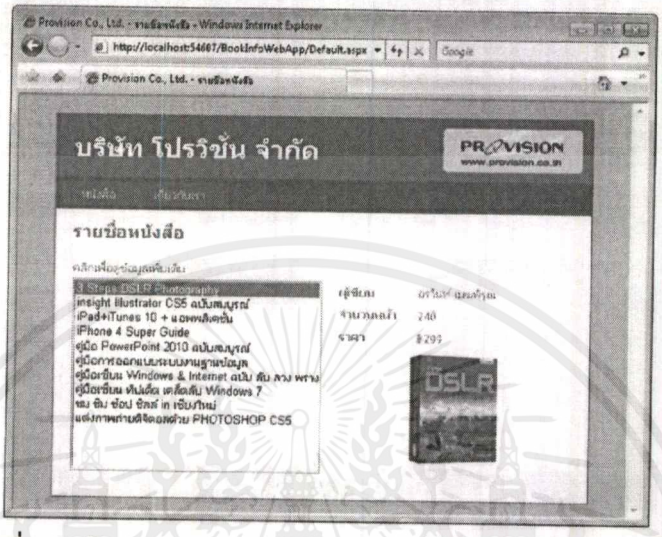
- โปรแกรมแบบ Windows-based (Windows-based Application หรือเรียกว่า Windows Pplication หรือ Desktop Application) คือโปรแกรมที่มีส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ในแบบของระบบปฏิบัติการ Windows และติดตั้งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้โดยตรง



รูปที่ 2.4 โปรแกรมแบบ Windows-based หรือ Windows Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมแบบ Web-based (Web-based Application หรือ Web Application) คือ โปรแกรมที่มี User Interface แบบเว็บและติดตั้งอยู่ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ในอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะเรียกใช้ได้โดยผ่านทางโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ในเครื่องของผู้ใช้



รูปที่ 2.5 โปรแกรมแบบ Web-based หรือ Web Application

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การแก้ปัญหาการจัดวางสินค้าโดยใช้อัลกอริทึม

ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสินค้ามีเป้าหมายเพื่อ จัดวางสินค้าลงบนพื้นที่ที่มีจำกัด อาทิเช่น พื้นที่ภายในตู้คอนเทนเนอร์ เป็นต้น ปัจจุบันวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดวางสินค้าได้รับการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาให้ออกมาดีที่สุด

ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสินค้าคือ การหาพื้นที่ที่น้อยที่สุดในการจัดวางสินค้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและการเคลื่อนย้ายสินค้ามากที่สุด โดยปกติปัญหาส่วนมากที่พบคือ ปัญหาการโหลดลงตู้คอนเทนเนอร์หมายถึง การบรรจุกล่องผลิตภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์ จะเกี่ยวข้องกับการจัดการวัสดุในอุตสาหกรรมการผลิตและการจัดจำหน่าย ตัวอย่างเช่น คนงานท่าเรือต้องการบรรจุกล่องผลิตภัณฑ์มากกว่าหนึ่งชนิดลงในตู้คอนเทนเนอร์ พวกเขาจะมีหลักเกณฑ์ในการจัดการกับปัญหาเหล่านี้ ซึ่งจะมีการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการมากที่สุด

2.2.2 การกำหนดปัญหา (Problem Formulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ n คือ กล่องผลิตภัณฑ์ ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงคงที่ ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพของการบรรจุ คือ การจัด n กล่องเหล่านี้ ภายในตู้คอนเทนเนอร์ให้มีพื้นที่เหลือน้อยที่สุด ให้ x , y และ z เป็นความกว้าง ความยาวและความสูงของตู้คอนเทนเนอร์ ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพของการบรรจุสินค้า มีดังนี้

$Minimize$ xyz

$Subject\ to$ (1) n ทั้งหมดเป็น nonoverlapping (ไม่มีความเหลื่อมกัน)

(2) ทุกกล่อง n อยู่ในช่วงของ x , y และ z

(3) $\underline{x} \le x \le \overline{x}, \underline{y} \le y \le \overline{y}, \underline{z} \le z \le \overline{z}$

($\underline{x}, \underline{y}, \underline{z}, \overline{x}, \overline{y}, \overline{z}$ เป็นค่าคงที่)

มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้ (p_i, q_i, r_i) : i คือ กล่องที่ i

p_i คือ ความยาว

q_i คือ ความกว้าง

r_i คือ ความสูง

และ p_i, q_i, r_i เป็นค่าคงที่ $i \in J$, $J = \{1,2,3,\dots,n\}$ คือชุดของกล่องที่กำหนด

(x, y, z) : ตัวแปรที่ระบุ ความยาว ความกว้าง และความสูง ของคอนเทนเนอร์

(x_i, y_i, z_i) : ตัวแปรที่ระบุพิกัดของมุมซ้ายด้านล่างของกล่อง i

(l_{xi}, l_{yi}, l_{zi}) : ตัวแปร binary ระบุความยาวของกล่อง i จะขนานกับแกน x , y , z ค่าของ l_{xi} เท่ากับ 1 ถ้าความยาวของกล่อง i ขนานไปกับแกน x มิฉะนั้นจะเท่ากับ 0 นั่นคือ $l_{xi} + l_{yi} + l_{zi} = 1$

(W_{xi}, W_{yi}, W_{zi}) : ตัวแปร binary ระบุความกว้างของกล่อง i จะขนานกับแกน x แกน y หรือแกน z ค่าของ W_{xi} เท่ากับ 1 ถ้าความกว้างของกล่อง i ขนานไปกับแกน x มิฉะนั้นจะเท่ากับ 0 นั่นคือ

$$W_{xi} + W_{yi} + W_{zi} = 1$$

(h_{xi}, h_{yi}, h_{zi}) : ตัวแปร binary ระบุความสูงของกล่อง i จะขนานกับแกน x , แกน y หรือ แกน z ค่าของ h_{xi} เท่ากับ 1 ถ้าความสูงของกล่อง i ขนานกับแกน x มิฉะนั้นจะเท่ากับ 0 นั่นคือ $h_{xi} + h_{yi} + h_{zi} = 1$

สำหรับชุดของกล่องบรรจุสินค้า (i, k) ที่ $i < k$ มีชุดของ 0 - 1 เป็นเวกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(a_{ik}, b_{ik}, c_{ik}, d_{ik}, e_{ik}, f_{ik})$ หมายถึง

$a_{ik} = 1$ ถ้าช่อง i อยู่ทางด้านซ้ายของกล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $a_{ik} = 0$

$b_{ik} = 1$ ถ้าช่อง i อยู่ทางด้านขวาของกล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $b_{ik} = 0$

$c_{ik} = 1$ ถ้าช่อง i อยู่ด้านหลังกล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $c_{ik} = 0$

$d_{ik} = 1$ ถ้าช่อง i อยู่หน้ากล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $d_{ik} = 0$

$e_{ik} = 1$ ถ้ากล่อง i อยู่ด้านล่างกล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $e_{ik} = 0$

$f_{ik} = 1$ ถ้ากล่อง i อยู่ด้านบนกล่อง k มิฉะนั้นก็เท่ากับ $f_{ik} = 0$

กล่อง i และ k สองกล่อง ซึ่งกล่อง i ตั้งอยู่ตามความยาวของแกน X และความกว้างขนานไปกับแกน Z และกล่อง k มีความยาวตามแนวแกน Z และความกว้างของขนานไปกับแกน X จากนั้นเราจะมี $l_{xi}, w_{zi}, h_{yi}, l_{zk}, w_{xk}, h_{yk}$ เท่ากับ 1 นอกจากนี้เนื่องจากกล่อง i ตั้งอยู่ทางด้านซ้ายและด้านหน้าของกล่อง k นั่นคือ $a_{ik} = d_{ik} = 1$ และ $b_{ik} = c_{ik} = e_{ik} = f_{ik} = 0$ ปัญหาการบรรจุกล่องสินค้าสามารถกำหนดได้ดังนี้

ปัญหาที่ 1 $Minimize \quad Obj = xyz$ (2.8)

$subject\ to \quad x_i + p_i l_{xi} + q_i w_{xi} + r_i h_{xi} \le x_k + (1 - a_{ik})M\ , \forall_i, k \in J\ , i < k$ (2.9)

$x_k + p_k l_{xk} + q_k w_{xk} + r_k h_{xk} \le x_i + (1 - b_{ik})M\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9a)

$y_i + p_i l_{yi} + q_i w_{yi} + r_i h_{yi} \le y_k + (1 - c_{ik})M\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9b)

$y_k + p_k l_{yk} + q_k w_{yk} + r_k h_{yk} \le y_i + (1 - d_{ik})M\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9c)

$z_i + p_i l_{zi} + q_i w_{zi} + r_i h_{zi} \le z_k + (1 - e_{ik})M\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9d)

$z_k + p_k l_{zk} + q_k w_{zk} + r_k h_{zk} \le z_i + (1 - f_{ik})M\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9e)

$a_{ik} + b_{ik} + c_{ik} + d_{ik} + e_{ik} + f_{ik} \ge 1\ , \forall_i\ , k \in J\ , i < k$ (2.9f)

$x_i + p_i l_{xi} + q_i w_{xi} + r_i h_{xi} \le x\ , \forall_i \in J$ (2.9g)

$y_i + p_i l_{yi} + q_i w_{yi} + r_i h_{yi} \le y\ , \forall_i \in J$ (2.9h)

$z_i + p_i l_{zi} + q_i w_{zi} + r_i h_{zi} \le z\ , \forall_i \in J$ (2.9i)

$l_{xi} + l_{yi} + l_{zi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9j)

$w_{xi} + w_{yi} + w_{zi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9k)

$h_{xi} + h_{yi} + h_{zi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9l)

$l_{xi} + w_{xi} + h_{xi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9m)

$l_{yi} + w_{yi} + h_{yi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9n)

$l_{zi} + w_{zi} + h_{zi} = 1\ , \forall_i \in J$ (2.9o)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

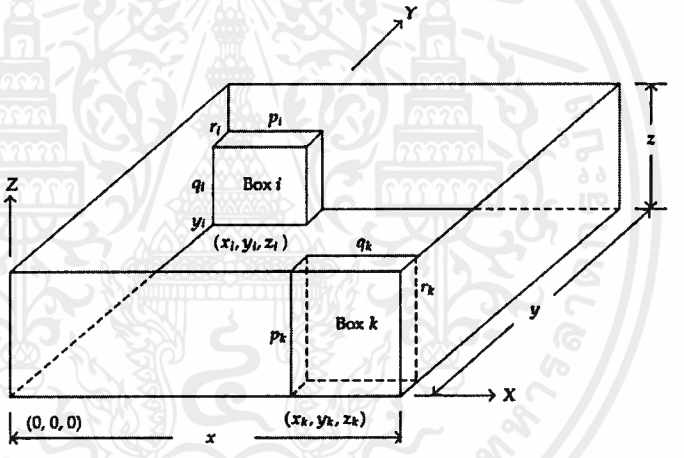
โดยที่ $l_{xi}, l_{yi}, l_{zi}, w_{xi}, w_{yi}, w_{zi}, h_{xi}, h_{yi}, h_{zi}, a_{ik}, b_{ik}, c_{ik}, d_{ik}, e_{ik}, f_{ik}$ มีค่าเป็น 1,0

$M = max\{\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}\}, x_i, y_i, z_i \geq 1, 1 \leq \underline{x} \leq x \leq \overline{x}, \underline{y} \leq y \leq \overline{y}, 1 \leq \underline{z} \leq z \leq \overline{z},$

$\underline{x}, \underline{y}, \underline{z}, \overline{x}, \overline{y}, \overline{z}$ เป็นค่าคงที่ (2.9p)

x, y, z มีค่าเป็นบวก (2.9q)

วัตถุประสงค์ของโมเดลนี้ คือการใช้ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์เพื่อบรรจุกล่องทั้งหมดให้น้อยที่สุด ข้อจำกัด (2.9) – (2.15) เป็นเงื่อนไข nonoverlapping ที่ใช้เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีกล่อง n เหล่านี้ทับซ้อนกันและกัน ข้อจำกัด (2.16) – (2.18) ตรวจสอบให้แน่ใจว่ากล่องทั้งหมดอยู่ภายในตู้คอนเทนเนอร์ ข้อจำกัด (2.19) – (2.24) อธิบายข้อจำกัด การจัดสรรระหว่างตัวแปรที่มีเหตุผล ตัวอย่างเช่น (2.19) หมายถึงความยาวของกล่อง i จะขนานไปกับแกนใดแกนหนึ่ง (2.22) หมายความว่า จะมีเพียงหนึ่งด้านใน ความยาวความกว้างและความสูงของกล่อง i จะขนานไปกับแกน X [2]



รูปที่ 2.6 Graphical illustration.

2.2.3 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบรรจุกล่องในตู้คอนเทนเนอร์ [6]

ขั้นตอนการดำเนินงานในการออกแบบระบบฐานข้อมูลและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดวางกล่องสินค้ามีขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำโครงงานเป็นขั้นตอนในการศึกษาเกี่ยวกับหลักกาทำงานของตัวอย่างโปรแกรมลักษณะปัญหาการบรรจุแบบแนบแซด (Knapsack) การแก้ไขปัญหาโดยวิธีติวริสติและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดวางกล่องสินค้าผู้คำเนินงานได้แบ่งการคำเนินการออกเป็นหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

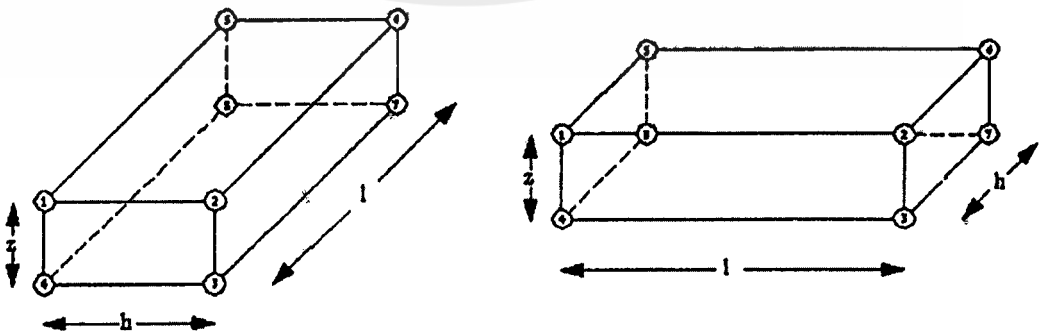
2.1 ออกแบบอัลกอริทึมของฮิวริสติก

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดวางกล่องสินค้าโดยมุ่งเน้นถึงการใช้พื้นที่ในการจัดวางให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดอัลกอริทึมนี้จะเป็นเงื่อนไขต่างๆในการจัดวาง กล่องสินค้าในตัวของโปรแกรมเพื่อทำให้เกิดหลักเกณฑ์ในการจัดวางได้อย่างเป็นระบบโดยมีหลักการจัดวางสินค้าลงในตู้คอนเทนเนอร์ดังต่อไปนี้

1. สร้างวิธีการ (การจัดเรียง) ที่เป็นไปได้
2. เลือกวิธีการที่ดีที่สุด (ปริมาตรของตู้คอนเทนเนอร์ได้คุ้มค่าที่สุด)
3. วิธีการที่ถือว่าดีที่สุดคือวิธีที่จัดเรียงกล่องสินค้าให้มีปริมาตรเหลือน้อยที่สุด ซึ่งในที่นี้จะให้ผู้ใช้กำหนดเป็นร้อยละเพื่อกำหนดขอบเขตของพื้นที่จัดวาง

2.2 กำหนดปัจจัยต่างๆที่นำมาพิจารณาในการแก้ปัญหาทางด้านการบรรจุ

1. กล่องสินค้าที่สามารถวางได้ด้านเดียวโดยปกติแล้วกล่องสินค้าเหล่านั้นจะมีคำเตือนว่า "ด้านนี้ขึ้น (This side up)" บนกล่องสินค้าชนิดนี้
2. จำนวนกล่องสินค้าที่กำหนดให้สามารถวางซ้อนกันได้
3. การพิจารณาการวางกล่องสินค้าซ้อนกันจะต้องมีพื้นที่ฐานไม่เกินกล่องสินค้าที่ได้ถูกวางไว้แล้ว
4. กล่องสินค้าที่กำหนดให้สามารถหมุนได้ 2 ด้านเท่านั้น



รูปที่ 2.7 รูปแสดงการหมุนของกล่องสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การพิจารณาถึงความสำคัญของกล่องสินค้าที่จำเป็นต้องส่งก่อนให้ทำการบรรจุในด้านหน้าสุดของตู้คอนเทนเนอร์

6. สินค้าที่ส่งให้ลูกค้ารายเดียวกันจะถูกจัดวางไว้ชิดกัน

2.3 โครงสร้างในการสร้างโปรแกรมการจัดวางกล่องสินค้า

โครงสร้างในการสร้างโปรแกรมการจัดวางกล่องสินค้าจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆดังต่อไปนี้

1. **ส่วนรับข้อมูลของโปรแกรมจะประกอบด้วย**

1.1 ข้อมูลของพื้นที่ระวางกล่องสินค้าหรือตู้คอนเทนเนอร์

- ขนาด คือ กว้าง (W) ยาว (L) และสูง (H) ของตู้คอนเทนเนอร์
- ความจุ คือ ปริมาตรภายในของตู้คอนเทนเนอร์ที่สามารถบรรจุกล่องสินค้าได้
- น้ำหนัก คือ น้ำหนักของตู้คอนเทนเนอร์ที่สามารถบรรทุกได้

1.2 ข้อมูลของพัสดุหรือกล่องสินค้า

- ชนิด (Box. Type) คือชื่อชนิดของสินค้าและกล่องสินค้า
- จำนวนคือจำนวนกล่องที่ต้องการบรรจุ
- ขนาด (Sine) คือกว้าง (W) ยาว (L) และสูง (H) ของกล่องสินค้า
- น้ำหนัก (Payload) คือน้ำหนักของกล่องสินค้าเมื่อมีสินค้าอยู่ภายในกล่อง
- ลำดับการจัดส่ง (Priority) คือการเรียงลำดับความสำคัญในการจัดส่งของกล่องสินค้า
- สี (Color) คือการกำหนดสีให้กล่องสินค้าแต่ละประเภท

2. **ส่วนการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมการจัดวางกล่องสินค้า**

สำหรับส่วนของการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมการจัดวางกล่องสินค้าจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังต่อไปนี้

- การบอกตำแหน่งการจัดวางกล่องสินค้าแบบเป็นโคออดิเนศ (X, Y, Z)
- ประสิทธิภาพของการจัดวางกล่องสินค้าโดยใช้สมการในการวิเคราะห์โปรแกรมเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมของ สินค้าโดยสามารถคำนวณหาปริมาตรที่เหลือดังสมการที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_C = V_A - \sum V_B \quad (2.10)$$

สมการในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ในการใช้ปริมาตรในการจัดวางกล่องสินค้า ดังสมการที่ 2.28

$$\left[\frac{V_A - V_C}{V_A}\right] \times 100\% \quad (2.11)$$

คำนวณหาน้ำหนักที่บรรจุได้ดังสมการที่ 2.29

$$W_B = (\sum W_C) \quad (2.12)$$

สมการในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ในการใช้น้ำหนักในการจัดวางกล่องสินค้าดังสมการที่ 2.30

$$\left[\frac{W_B}{W_A}\right] \times 100\% \quad (2.13)$$

เมื่อ V_C = ปริมาตรที่เหลือ

V_A = ปริมาตรของพื้นที่จัดวางกล่องสินค้า

$\sum V_B$ = ผลรวมของปริมาตรกล่องสินค้าที่ได้ถูกจัดลงไปในพื้นที่จัดวางกล่องสินค้า

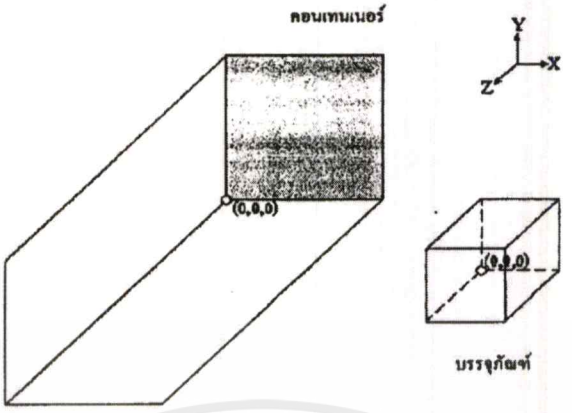
W_B = น้ำหนักที่บรรจุได้

W_A = น้ำหนักที่สามารถรับได้ของตู้คอนเทนเนอร์

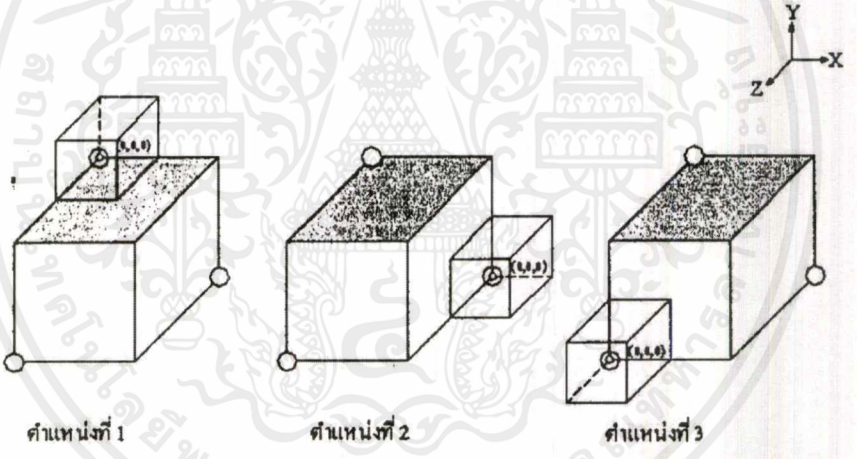
$\sum W_C$ = ผลรวมของน้ำหนักกล่องสินค้าที่ได้ถูกจัดลงไปในพื้นที่จัดวางกล่องสินค้า

- การบอกตำแหน่งการจัดวางกล่องสินค้าแบบภาพกราฟิก 3 มิติ ซึ่งวิธีในการจัดเรียงกล่องสินค้าลงในตู้คอนเทนเนอร์ ทำโดยการกำหนดจุดพิกัดเริ่มต้นสำหรับตู้คอนเทนเนอร์และกล่องสินค้า ดังรูปที่ 2.8 และ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งพิกัดที่ (0,0,0) ของตู้คอนเทนเนอร์และกล่องสินค้า



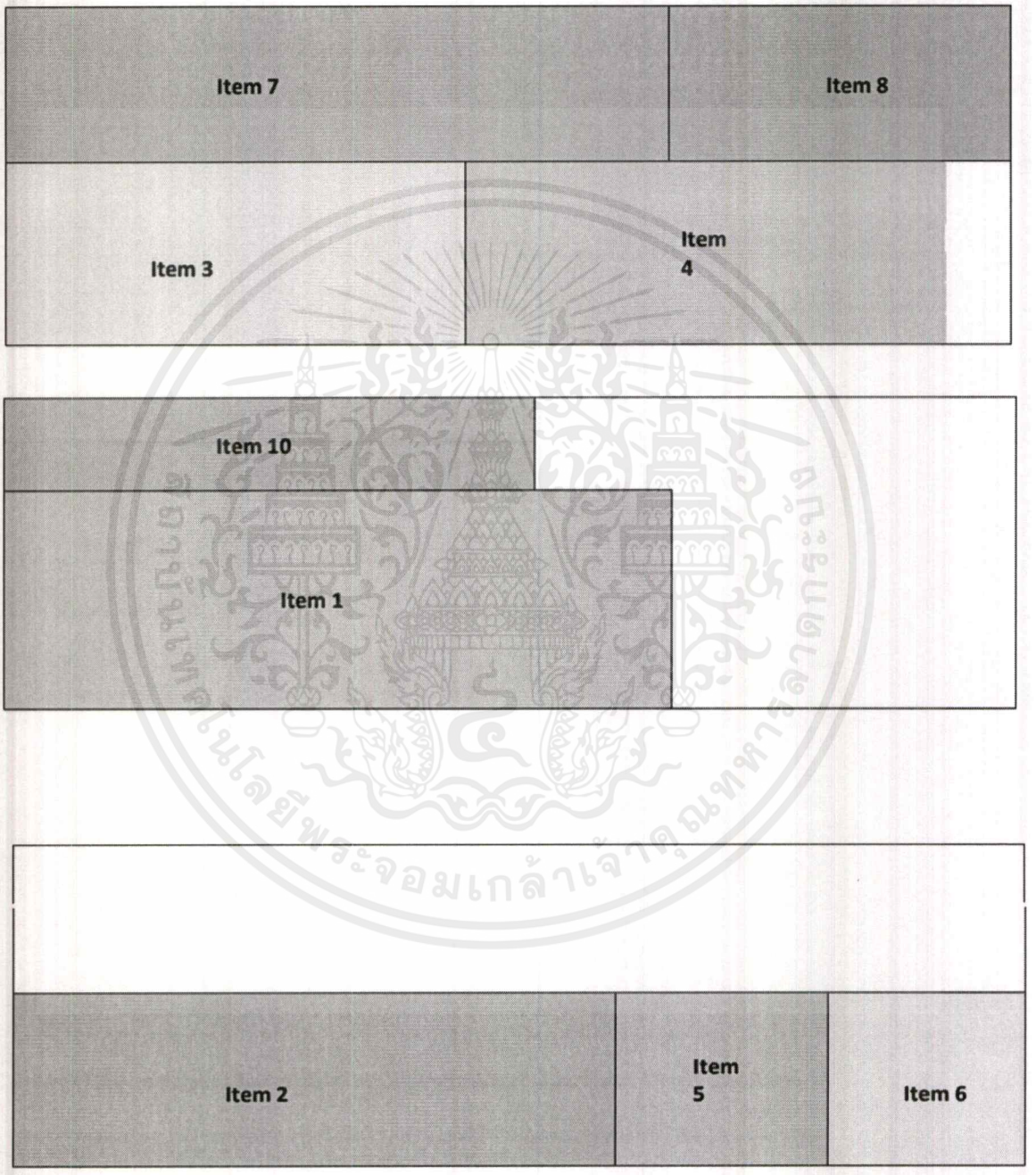
รูปที่ 2.9 แสดงจุดพิกัดที่สามารถทำการวางกล่องสินค้าชิ้นต่อไป

2.2.4 Two Dimensional Bin Packing Problem (ปัญหาการบรรจุแบบ 2 มิติ) [7]

ปัญหาการจัดวางสินค้าแบบสองมิติ เป็นปัญหาเกี่ยวกับการจัดวางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดขนาดกล่องสินค้า $W \times H$ (W คือความกว้างและ H คือความสูง) และให้ n แต่ละรายการมีความกว้างเป็น w_j และความสูงเป็น h_j ปัญหาคือการจัดวางสินค้าให้เหลือพื้นที่น้อยที่สุด เราอธิบายปัญหาโดยใช้ตัวอย่างประกอบคำอธิบายปัญหาการจัดวางสินค้า คือ สมมติมีกล่องขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 x 10 ตารางเซนติเมตร และมีทั้งหมด 10 กล่อง ของกล่องแต่ละกล่องคือ (10,7), (9,5), (7,5), (7,5), (3,5), (3,5), (10,4), (5,4), (5,4) และ (8,3) การจัดเรียงกล่องสินค้าที่ให้ประสิทธิภาพควรจัดเรียงอย่างไร คำตอบหนึ่งที่เป็นไปได้แสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 รูปแสดงคำตอบที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคำตอบข้างต้นใช้จำนวนกล่องทั้งหมด 3 กล่อง เนื่องจากต้องการลดจำนวนกล่องเราสามารถสร้างเงื่อนไขการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อลดจำนวนกล่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณประสิทธิภาพในการจัดวางสินค้า มีดังนี้

$$Minimize \quad \sum_{k=1}^{n} q_k \tag{2.15}$$

$$Subject\ to \quad \sum_{i=1}^{j-1} x_{ij} + y_j = 1 \text{ โดย} \quad j = 1,2,\ldots,n \tag{2.16}$$

$$\sum_{j=i+1}^{n} w_j x_{ij} \leq (W - w_i) y_i \quad i = 1,2,\ldots,n-1 \tag{2.17}$$

$$\sum_{k=1}^{i-1} z_{ki} + q_i = y_i \quad i = 1,2,\ldots,n \tag{2.18}$$

$$\sum_{i=k+1}^{n} h_i z_{ki} \leq (H - h_k) q_k \quad k = 1,2,\ldots,n-1 \tag{2.19}$$

$$Y_i, X_{ij}, q_k, Z_{ki} = 0,1 \tag{2.20}$$

ในสูตรข้างต้น q_k= 1 ถ้ากล่อง k ถูกเลือก ซึ่งหมายความว่าเริ่มต้นด้วยรายการ k ในตำแหน่งด้านล่างซ้าย y_i = 1 ถ้ารายการ i เริ่มต้นระดับ i x_{ij} = 1 ถ้ารายการ j ไปที่ระดับที่เริ่มต้นโดยรายการ i Z_{ki}= 1 ถ้ารายการ i ไปที่ระดับที่เริ่มต้นโดยรายการ k

สมมติฐานบางประการคือ

1. ในแต่ละระดับรายการที่เหลือมากที่สุดคือรายการที่สูงที่สุด
2. ในแต่ละกล่องที่อยู่ล่างสุดคือระดับที่สูงที่สุด
3. รายการถูกจัดเรียงและเรียงลำดับตามลำดับความสูงที่ลดลง (ไม่เพิ่มขึ้น)

การดำเนินงานมีหลายขั้นตอน เช่น

Heuristics for strip packing

อัลกอริทึมการประมาณค่านิยมสำหรับปัญหาการบรรจุลงกล่องขนาด 1 มิติได้รับการประยุกต์ใช้กับปัญหาการบรรจุแบบ 2 มิติ

The next fit decreasing Height (NFDH) algorithm

เรานำรายการปัจจุบันวางไว้ด้านซ้ายสุด มิฉะนั้นเราจะสร้างระดับใหม่(เพิ่มกล่อง) กับรายการปัจจุบัน เราใช้อัลกอริทึมนี้เป็นตัวอย่างแรกของเรา เราสร้างระดับแรกด้วยรายการที่ 1 ซึ่งมีขนาด (10, 7) เราสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่สองด้วยรายการที่ 2 ซึ่งมีขนาด (9 x 5) เราสร้างระดับ 3 ด้วยรายการที่สาม (7 x 5) รายการที่ 4 เหมาะสมกับระดับนี้ รายการ 5 และ 6 พอดีในระดับถัดไป รายการที่ 7 และ 8 ทำให้ระดับถัดไปและรายการ 9 และ 10 เป็นระดับสุดท้าย ผลรวมของความสูงของแต่ละระดับซึ่งเป็น 7 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4 = 30 ถ้าความสูง normalised เป็น 1 จะแสดงให้เห็นว่าอัลกอริธึมสำหรับ instance จะมี NFDH (I) ≤ 2 OPT (I) + 1

The Best fit decreasing Height (BFDH) algorithm

ที่นี่เราแพ็ครายการด้านซ้ายถูกต้องในระดับที่เหมาะกับและที่ตกค้างในแนวนอนต่ำสุด มิฉะนั้นเราจะสร้างระดับใหม่กับรายการปัจจุบันในนั้น เราได้คำตอบเดียวกับ FFDH สำหรับตัวอย่างของเรา

The bottom left (BL) algorithm

ที่นี่รายการจะถูกจัดเรียงตามความกว้างที่ไม่ลดลงและจะอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ด้านซ้าย ได้แสดงให้เห็นว่าอัลกอริธึมนี้สำหรับตัวอย่าง I มี BL (I) ≤ 3 OPT (I)

มีความเป็นไปได้ที่จะขยายขั้นตอนวิธีบรรจุกล่องสินค้าลงในอัลกอริธึมการบรรจุแบบ 2 มิติ เราสามารถใช้อัลกอริธึม FFDH สำหรับปัญหาการบรรจุแถบเพื่อให้ได้ระดับและใช้การคำนวณพฤติกรรม First Fit Detection (FFD) เพื่อบรรจุสินค้าในแต่ละระดับ การค้นพบนี้เรียกว่า heuristic แบบผสม Hybrid (HFF) ถ้าความสูงเป็นปกติที่ 1 สำหรับตัวอย่าง I, HFF (I) ≤ 17/8 OPT (I) + 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 รถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้)

- ความสูง 2.00 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 1.30 เมตร
- ความยาว 2.10 เมตร

รูปที่ 2.11 รถบรรทุก 4 ล้อ แบบมีตู้ (ที่มา : www.bwlogistics.co.th)

2.3.2 รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง (1เพลา)

- ความสูง 1.3 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 2.5 เมตร
- ความยาว 6 เมตร

รูปที่ 2.12 รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง (ที่มา : www.bwlogistics.co.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ)

- ความสูง 2.65 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 2.40 เมตร
- ความยาว 7.10 เมตร

รูปที่ 2.13 รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ) (ที่มา : www.bwlogistics.co.th)

2.3.4. ตู้คอนเทนเนอร์

- ความสูง 2.38 เมตร
- ความกว้าง 2.35 เมตร
- ความยาว 5.88 เมตร

รูปที่ 2.14 ตู้คอนเทนเนอร์ (ที่มา : www.bwlogistics.co.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

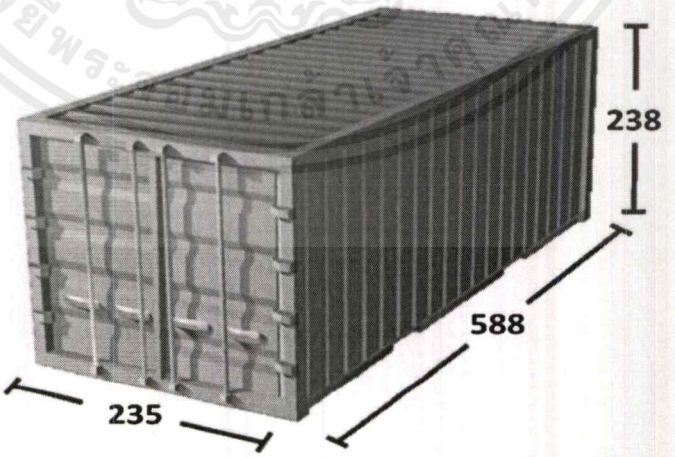
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การขนส่งสินค้าในปัจจุบันเป็นการขึ้นสินค้าแบบพาเลทหรือแท่นสำหรับวางสินค้าเพื่อให้ทำการขนย้ายสินค้าได้สะดวก แต่ยังมีการขนส่งในบางส่วนที่ไม่ต้องการการขนส่งแบบดังกล่าว เนื่องจากการจัดการกับพาเลทต้องมีการยืมและส่งคืนพาเลทให้กับทางบริษัท ยิ่งไปกว่านั้นในการขนส่งสินค้าไปยังต่างประเทศจะใช้การขึ้นสินค้าแบบไม่มีพาเลท เพราะการขนส่งสินค้าไปยังต่างประเทศจะเป็นเรื่องที่ยากในการจัดส่งพาเลทกลับคืน ดังนั้นการขนส่งสินค้าแบบไม่มีพาเลทบนตู้คอนเทนเนอร์เป็นที่นิยมใช้เป็นอย่างมาก จึงต้องมีการใช้แบบแกะจ่าย (แกะจ่าย คือ คำศัพท์ที่ใช้ภายในบริษัทคือการนำสินค้าที่เป็นกล่องมาจัดเรียงบนตู้คอนเทนเนอร์ หรือยานพาหนะที่จะนำไปส่งของให้ลูกค้า) เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าบางรายที่ไม่สะดวกใช้พาเลท [5]

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำการจัดเรียงสินค้าขึ้นยานพาหนะได้หลายขนาด ตัวอย่างขนาดของตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด สูง 2.38 เมตร กว้าง 2.35 เมตร ยาว 5.88 เมตร และกล่องสินค้ามีขนาด กว้าง×ยาว×สูง คือ 15×25×14 (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร)

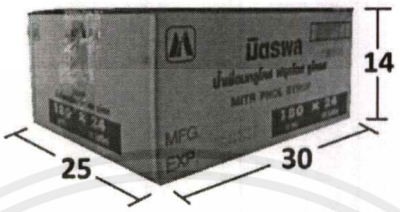
3.1 โจทย์และเงื่อนไข



รูปที่ 3.1 ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

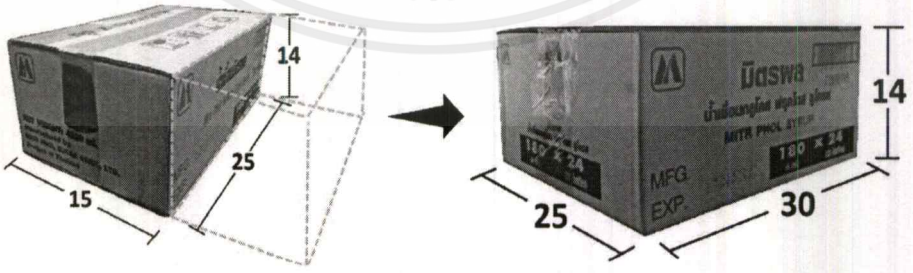
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ในส่วนของการคิด ต้องการให้จัดเรียงสินค้าให้ได้เต็มพื้นที่มากที่สุด ซึ่งนอกจากจะลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่ง แล้วยังลดต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยอีกด้วย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Service Solution) โดยการคิดของเรามีดังนี้



รูปที่ 3.2 ขนาดของกล่องใหญ่ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

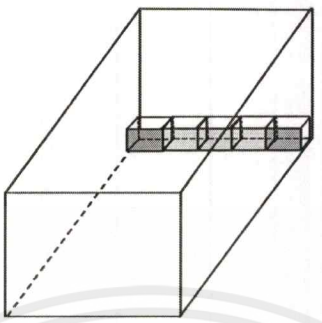
รูปที่ 3.3 ขนาดของกล่องเล็ก (หน่วยเป็นเซนติเมตร)



รูปที่ 3.4 กล่องใหญ่มีขนาดเป็นสองเท่าของกล่องเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 คิดจากแถวแรกว่าจัดเรียงแบบไหนถึงจะได้มากที่สุด จากนั้นก็จัดเรียงแถวอื่นๆเหมือนแถวแรกจนเต็ม



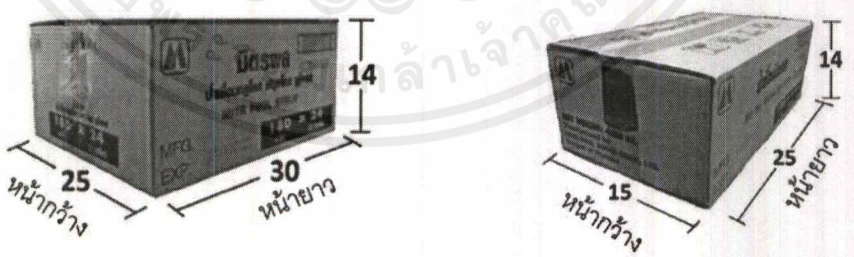
รูปที่ 3.5 การจัดเรียงกล่องสินค้าแถวแรก

1.2 กล่องสินค้ามีสองขนาด ซึ่งมีความสูงเท่ากันแต่ความยาวของกล่องขนาดแรกจะเป็นสองเท่าของกล่องขนาดที่สอง

1.3 ในการคำนวณเราจะคิดเพียงกล่องขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจากมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของกล่องใหญ่

1.4 สามารถบอกจำนวนกล่องเล็กและกล่องใหญ่ได้เมื่อจัดเรียงเต็มพื้นที่แล้ว

1.5 พาหนะขนส่งมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานต้องการเลือกพาหนะชนิดใดในการขนส่ง



รูปที่ 3.6 แสดงหน้ากว้าง หน้ายาวของกล่องสินค้าขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา 3.1 ในกรณีที่ผู้ใช้งานเลือกยานพาหนะมีการปิดที่มิดชิด (ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์ : รูปที่ 10) ในการใช้ยานพาหนะที่มีการปิดมิดชิด จะต้องการวางหน้ากว้างมากกว่าหน้ายาว เพื่อให้เกิดความสมดุล ดังนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในกรณีนี้ คือ

ตัวแปร p คือ จำนวนกล่องที่วางหน้ากว้าง (หน้ากว้างสินค้าขนาดเล็ก)
q คือ จำนวนกล่องที่วางหน้ายาว (หน้ายาวสินค้าขนาดเล็ก)

$$Maximize \quad 15p + 25q \tag{3.1}$$
$$Subject\ to \quad 15p + 25q \leq 235 \tag{3.2}$$
$$p \geq 15 \tag{3.3}$$
$$p, q \text{ = เป็นจำนวนเต็มบวก} \tag{3.4}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ (3.1) ฟังก์ชันแสดงพื้นที่มากที่สุดที่จัดเรียงสินค้าได้หรือมีพื้นว่างน้อยที่สุด
อสมการที่ (3.2) เงื่อนไขการวางไม่ให้เกินความกว้างของพื้นที่
อสมการที่ (3.3) เงื่อนไขการจัดเรียง ต้องเรียงด้านกว้าง มากว่าหรือเท่ากับ15กล่อง มากจาก เอา ความกว้างของตู้หารความกว้างของกล่อง เนื่องจากยานพาหนะที่มีการปิดมินชิดต้องเรียงด้านกว้างมากกว่าด้านยาว
สมการที่ (3.4) p และ q เป็นจำนวนเต็ม เพราะกล่องไม่สามารถแบ่งได้

ปัญหา 3.2 ในกรณีที่ยานพาหนะไม่มีคอกหรือไม่มีแผงปิดด้านข้าง (ขนาดรถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง)

ในการใช้รถไม่มีแผงปิดข้าง รถจะมีแผงกั้นแค่ข้างหน้าและข้างหลังของรถ ดังนั้นเราจึงวางด้านยาวมากกว่าด้านข้าง เพื่อให้เกิดความสมดุล ถ้าหากเกิดการล่วงหล่นของสินค้าจะหล่นไปด้านหน้าหรือด้านหลังที่มีแผงกั้น

ตัวแปร p คือ จำนวนกล่องที่วางหน้ากว้าง (หน้ากว้างสินค้าขนาดเล็ก)
q คือ จำนวนกล่องที่วางหน้ายาว (หน้ายาวสินค้าขนาดเล็ก)

$$Maximize \quad 15p + 25q \tag{3.5}$$
$$Subject\ to \quad 15p + 25q \leq 250 \tag{3.6}$$
$$q \geq 15 \tag{3.7}$$
$$p, q \text{ = เป็นจำนวนเต็มบวก} \tag{3.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ (3.5) ทำให้ได้คำตอบที่ได้ใช้พื้นที่มากที่สุดที่จะจัดเรียงสินค้าเข้าไปได้ หรือคือ การให้เหลือพื้นว่างให้น้อยที่สุด

อสมการที่ (3.6) เหมือนสมการที่ (3.2) แต่เปลี่ยนเป็นขนาดของรถบรรทุก 10 ล้อ

อสมการที่ (3.7) เหมือนกับสมการที่ (3.3) แต่เอาความกว้างคอนเทนเนอร์มาหารความยาวของด้านยาวเพื่อให้คำตอบออกด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง

สมการที่ (3.8) เหมือนสมการที่ (3.4)

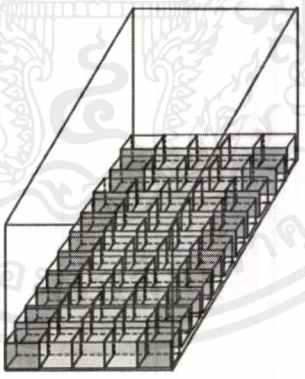
จากปัญหาที่ 3.1

- ในส่วนนี้จะคิดต่อ เมื่อหาว่า 1 คัน สามารถขนส่งได้ทั้งหมดกี่กล่อง โดยคิดจากกล่องขนาดเล็ก
- หาว่าใน 1 ชั้น บรรจุกล่องเล็กได้กี่กล่อง

$$(588 \div 25) \times p \tag{3.9}$$

$$(588 \div 15) \times q \tag{3.10}$$

อสมการที่ (3.9) 25 คือ ความยาวของแต่ละแถวตามแนวยาว p คือ จำนวนแถวที่วางด้านกว้าง ทำให้รู้ว่าใน 1 ชั้น จะมีกล่องที่วางด้านกว้างกี่กล่อง (โดยในการคิดในส่วนของคำตอบในวงเล็บเราต้องปัดเศษลงแล้วนำไปยัง P) ดูได้จากรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.7 อธิบายอสมการที่ (3.9) และ (3.10)

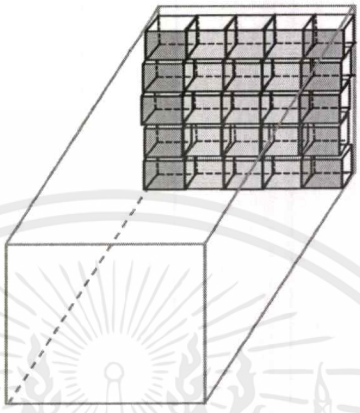
อสมการที่ (3.10) เหมือนกับ (3.9) แต่เป็นการคูณกล่องที่วางด้านยาว

- การคิดตามความสูง (ความสูงของตู้คอนเทนเนอร์คือ 238 CM) และความสูงของกล่องคือ 19 CM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$h = \frac{238}{14} \tag{3.11}$$

อสมการที่ (3.11) h คือ จำนวนกล่องที่วางซ้อนกันตามแนวความสูงว่าจะวางได้กี่กล่อง (คำตอบที่ได้ต้องปัดเศษลง) ดูได้จากรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.8 จำนวนกล่องที่วางซ้อนกันตามแนวความสูง

- นำอสมการ (3.9),(3.10),(3.11) ที่ได้มารวมกัน เพื่อหาว่าตู้คอนเทนเนอร์สามารถบรรจุกล่องได้ทั้งหมดกี่กล่อง

$$\left[\left[(588 \div 25) \times p\right] + \left[(588 \div 15) \times \mathrm{q}\right]\right] \times h \tag{3.12}$$

อสมการที่ (3.12) คำตอบที่ได้จะทำให้เราทราบว่าภายในตู้คอนเทนเนอร์ 1 ตู้ จะบรรจุสินค้าได้ทั้งหมดกี่กล่อง (กล่องขนาดเล็ก)

2. ส่วนนี้เราจะคิดว่าต้องนำสินค้าของลูกค้ารายใดบ้างที่จะทำการจัดส่งในพาหนะเดียวกัน เพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพและตอบสนองลูกค้ามากที่สุด

    2.1 ต้องเลือกลูกค้าให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

    2.2 ในการเลือกลูกค้า ลูกค้าทุกคนจะอยู่ใกล้กัน ดังนั้น การขนส่งระยะทางไหนก่อน-หลัง จึงไม่ใช่ปัญหา เพราะจะถือว่าลูกค้าทุกคนอยู่ในบริเวณเดียวกันทั้งหมด

ปัญหา 3.3 การตัดสินใจเลือกลูกค้าที่ดีที่สุด

นอกจากข้อจำกัดทางด้านจัดเรียงสินค้าขึ้นรถแล้ว ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการเลือกคำสั่งซื้อของลูกค้า จากหลายๆคำสั่ง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเลือกผสมคำสั่งซื้อ (Order) จะทำให้การจัดเรียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าเพื่อการขนส่งมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า กล่าวคือต้องการจัดเรียงกล่องสินค้าของลูกค้ารายใดบ้างในพาหนะขนส่งเดียวกันให้ได้จำนวนมากที่สุดและมีจำนวนลูกค้ามากที่สุดในวิจัยนี้ถ้าลูกค้าอยู่ใกล้กันลำดับการจัดส่งสินค้าและระยะทางของการขนส่งจะไม่นำมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขในแบบจำลอง เพราะถือว่าลูกค้าทุกคนอยู่ในบริเวณเดียวกัน

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการตัดสินใจเลือกผสมคำสั่งซื้อของลูกค้าเพื่อจัดเรียงสินค้าให้เหลือพื้นที่ว่างน้อยที่สุด คือ

ตัวแปร

$$C_i = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อคำสั่งซื้อลูกค้าคนที่ } i \text{ ถูกเลือกเพื่อจัดส่ง} \\ 0 & \text{เมื่อคำสั่งซื้อลูกค้าคนที่ } i \text{ ไม่ถูกเลือกเพื่อจัดส่ง} \end{cases}$$

โดยที่ i = 1,2,3,4...,n (n คือ จำนวนลูกค้าที่มีทั้งหมด)

w_{ij} คือ จำนวนของสินค้าของลูกค้าที่ i โดยที่ i = 1,2,3,...,n

j คือ สินค้าที่ลูกค้าสั่ง โดยที่ j = 1,2 ; 1 คือ ลูกค้าที่สั่งกล่องเล็ก และ 2 คือ ลูกค้าที่สั่งกล่องใหญ่

ค่าพารามิเตอร์

M คือ จำนวนสินค้าที่วางในตู้ได้มากที่สุด (กล่องเล็ก)
(คำตอบที่ได้มาจาก อสมการ (3.12))

N คือ จำนวนกล่องเล็กที่ไม่สามารถรวมเป็นกล่องใหญ่ได้
(คำตอบที่ได้มาจาก อสมการ (3.10))

$$Maximum \quad \sum_{i=1}^{n}(w_{i1} + 2w_{i2})c_i \tag{3.13}$$

$$Subject\ to \quad \sum_{i=1}^{n}(w_{i1} + 2w_{i2})c_i \leq M \tag{3.14}$$

$$\sum_{i=1}^{n}(w_{i1})c_i \geq N \tag{3.15}$$

$$c_1, c_2, c_3, \dots, c_n = 0,1 \tag{3.16}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (3.13) คือ ฟังก์ชันที่แสดงคำสั่งการจัดส่งสินค้าของลูกค้า เพื่อให้ได้จำนวนสินค้าที่ดีที่สุด

อสมการที่ (3.14) คือ เงื่อนไขที่สามารถบรรจุสินค้าทั้งหมดไม่เกินขนาดของตู้คอนเทนเนอร์

อสมการที่ (3.15) คือ เงื่อนไขจำนวนกล่องสินค้า (กล่องเล็ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการคิดแบบจำลองในการจัดเรียงสินค้าสองขนาดให้ได้เต็มพื้นที่มากที่สุดโดยพัฒนาการจัดเรียงสินค้า พร้อมทั้งออกแบบโปรแกรมที่ใช้บนคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ในการจัดส่งหลายปลายทางโดยมีการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการของโปรแกรมดังต่อไปนี้

4.1 การพัฒนาการจัดเรียงสินค้า

ในส่วนนี้ทำการพัฒนาผลที่ได้จากการจัดเรียงสินค้าขึ้นยานพาหนะขนส่ง โดยพัฒนาจาก การจัดเรียงสินค้าด้วยโดยให้พนักงานเป็นผู้วางรูปแบบ ไปสู่ โปรแกรม Loading Design Program และโปรแกรม Consolidated Shipment Package Arranging Program

4.1.1 การจัดเรียงสินค้าด้วยโดยให้พนักงานเป็นผู้วางรูปแบบ

ในทางอุตสาหกรรมสิ่งสำคัญสำหรับการขนส่ง คือ การขนส่งสินค้าให้ถึงปลายทางเร็วที่สุดและประหยัดต้นทุนการขนส่งให้มากที่สุด ซึ่งการจัดเรียงสินค้าด้วยต้นเองอาจทำให้เกิดความล่าช้าในการคำนวณสินค้าจำนวณมาก เมื่อเทียบกับเวลาที่จำกัด และผู้ที่ทำการจัดเรียงสินค้าต้องมีความชำนาญเฉพาะด้านเป็นอย่างมาก อาจทำให้ต้องเสียต้นทุนในการจ้างผู้ชำนาญการหลายๆคนอีกด้วย

4.1.2 การจัดเรียงสินค้าโดยใช้โปรแกรม Loading Design Program

โปรแกรมนี้สามารถใช้ได้จริงกับกล่องเพียงขนาดเดียวและการขนส่งกับตู้คอนเทนเนอร์เท่านั้น แต่ก็เป็นประโยชน์ทั้งในด้านการป้องกันสินค้าเสียหายสำหรับการขึ้นสินค้าแบบไม่เต็มตู้ ลดต้นทุนพนักงาน และประหยัดเวลาในการคำนวณอีกด้วย

4.1.3 การจัดเรียงสินค้าโดยใช้โปรแกรม Consolidated Shipment Package Arranging Program

โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาจากโปรแกรม Loading Design Program โดยเพิ่มขนาดกล่องเป็นสองขนาดและเพิ่มยานพาหนะในการขนส่งให้มีหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น การใช้โปรแกรมนี้ในการคำนวณการจัดเรียงสินค้าจะช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณและให้ผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องสินค้าขึ้นยานพาหนะให้เหลือพื้นที่น้อยสุด โดยที่ผู้จัดเรียงสินค้าไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญเฉพาะด้าน เพียงศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรมก็จะสามารถจัดเรียงสินค้าได้ ทั้งนี้โปรแกรมสามารถรายงานผลการจัดส่งในแต่ละครั้งเพื่อป้องกันการตกหล่นของลูกค้าและเป็นหลักฐานยืนยันการจัดส่งสินค้าไปยังปลายทางตามคำสั่งของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 Data Dictionary

Data Dictionary [8] คือ พจนานุกรมข้อมูล อาจกล่าวได้ว่าเป็นแฟ้มที่เก็บบันทึกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ภายในฐานข้อมูล (Database) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ ทำให้สามารถค้นหารายละเอียดที่ต้องการได้โดยสะดวก ถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดเก็บรายละเอียดของข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบเนื่องจากทุกฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับข้อมูล (metadata) ภายในฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น โครงร่างของฐานข้อมูลระดับภายนอก (external schema) โครงร่างของฐานข้อมูลระดับแนวคิด (conceptual schema) และโครงร่างของฐานข้อมูลระดับภายใน (internal schema) เป็นต้น ซึ่งส่วนที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลลักษณะดังกล่าวคือ พจนานุกรมข้อมูลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า System Catalog พจนานุกรมนี้เป็นการผสมผสานระหว่างรูปแบบของพจนานุกรมโดยทั่วไปกับรูปแบบของข้อมูลในระบบงานคอมพิวเตอร์เพื่อทำการอธิบายชนิดของข้อมูลแต่ละตัวว่าเป็น ตัวเลข (number หรือ numeric) ตัวอักขระ (character) ข้อความ (text) หรือวันที่ (date หรือ date/time) เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการอ้างอิง หรือค้นหารายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลทั้งหมด ตลอดจนความหมายของแต่ละชื่อที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในพจนานุกรมข้อมูลนี้ประกอบด้วย

1.ชื่อข้อมูล (name and aliases of the data item)

2.คำอธิบายข้อมูล (description of the data item)

3.ชนิดข้อมูล (Data Type)

4.ขนาดของข้อมูล (length of item)

5.ระบุข้อมูลที่มีความเป็นเอกลักษณ์ (Key)

6.รายละเอียดอื่นๆ (Reference)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของพจนานุกรมข้อมูล

1.ควบคุมการใช้ฐานข้อมูลพร้อมกันจากผู้ใช้หลายคน เช่น ในระบบฐานข้อมูลมีผู้เข้ามาใช้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน ซึ่งแต่ละคนจะสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้พร้อมๆกัน แต่มีคนที่สามารถเพิ่มเติม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลได้เพียงคนเดียวด้วยการ lock ข้อมูล

2.รักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยระบบพจนานุกรมข้อมูลสามารถกำหนดให้ผู้ที่มาใช้ ว่าใคร คนใดคนหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่จะสามารถ เพิ่มเติม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลได้ เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลเสียหาย

3.ควบคุมการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล

data dictionary ที่ใช้ในโปรแกรม

ตารางข้อมูลลูกค้า (Customer)

Name	Description	Data type	Length	Key	Reference
Cus-code	รหัสลูกค้า	Char	5	Primary Key	
Cus-zone	พื้นที่จัดส่ง	Varchar	255		
Cus- name	ชื่อ	Varchar	255	Secondary Key	
Cus-address	ที่อยู่	Varchar	255		
Cus-phone	เบอร์ติดต่อ	Char	10		

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลลูกค้า (Customer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่งซื่อ (Order)

Name	Description	Data type	Length	Key	Reference
Or-code	รหัสคำสั่งซื้อ	Char	10	Primary key	
Cus-code	รหัสลูกค้า	Char	5	Foreign key, Secondary Key	ตารางข้อมูลลูกค้า (Customer)
Or-big	จำนวนสั่งกล่องใหญ่	Int	100		
Or-small	จำนวนสั่งกล่องเล็ก	Int	100		
Or-sum	จำนวนสั่งรวม	Int	100		
Or-dateD	วันที่สั่ง	Int	2		
Or-dateM	เดือนที่สั่ง	Int	2		
Or- dateY	ปีที่สั่ง	Int	4		
Or- status	รหัสการนำจัดเรียงขึ้นรถ	Varchar	255		
Or-carType	ประเภทรถบรรทุก	Varchar	255		

ตารางที่ 4.2 คำสั่งซื่อ (Order)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางประเภทรถบรรทุก (Car)

Name	Description	Data type	Length	Key	Reference
ID	รหัสรถ	Char	10	Secondary Key	
Name	ชื่อ	Varchar	255	Primary key	
MaxValue	จำนวนสูงสุดที่บรรจุสินค้าได้	Varchar	255		

ตารางที่ 4.3 ประเภทรถบรรทุก(Car)

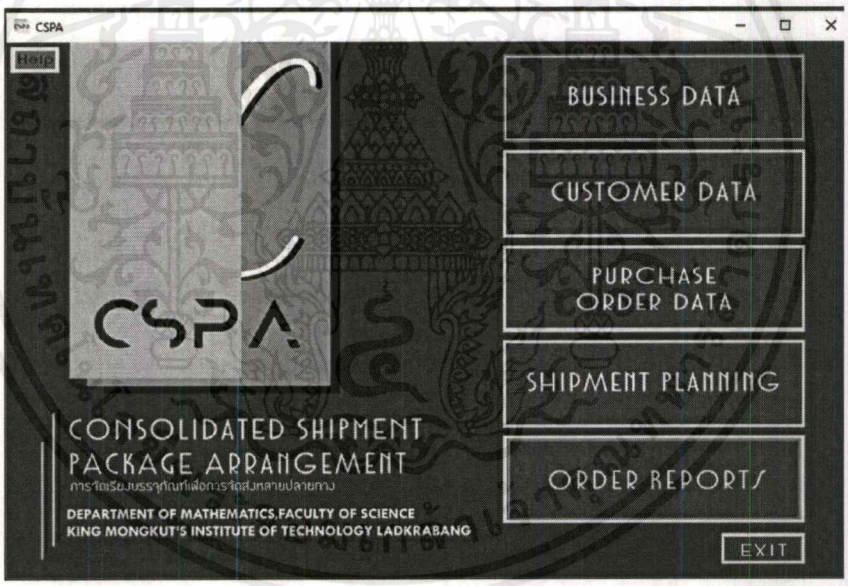
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรม Consolidated Shipment Package Arrangement

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงโปรแกรม Consolidated Shipment Package Arranging ที่ได้พัฒนาขึ้นจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุด ก่อนถูกนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา Visual Basic [3] ซึ่งจะมีส่วนต่างๆของโปรแกรมดังต่อไปนี้

4.3.1 หน้าหลักของโปรแกรม

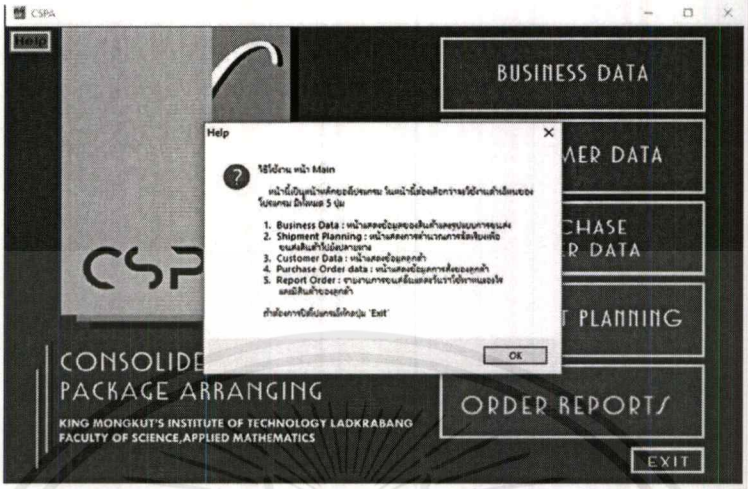
หน้าหลักของโปรแกรมใช้เพื่อแสดงว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีการดำเนินงานอย่างไรบ้างในหน้าหลักของโปรแกรมประกอบด้วย หน้าแสดงข้อมูลของสินค้าและรูปแบบการขนส่ง (Business Data) หน้าแสดงข้อมูลลูกค้า (Customer Data) หน้าแสดงข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า (Purchase Order Data) หน้าแสดงการคำนวณการจัดเรียงเพื่อขนส่งสินค้าไปยังปลายทาง (Shipment Planning) และรายงานการขนส่งสินค้า (Order Report)



รูป 4.1 หน้าหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

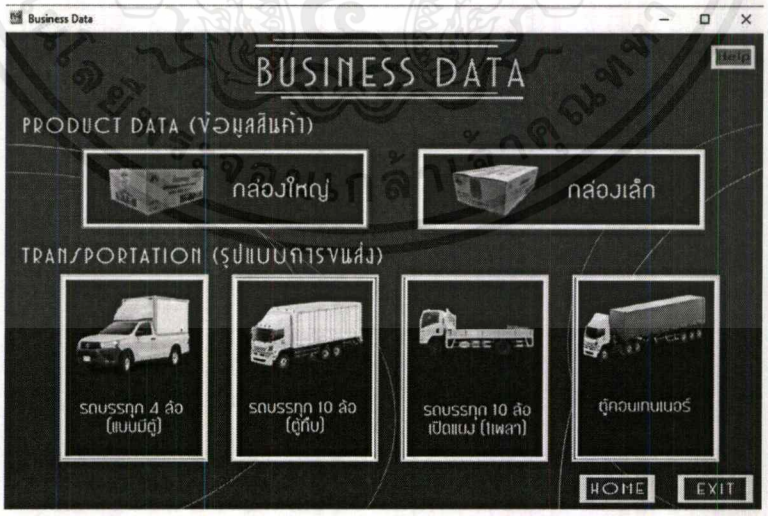
ในส่วนของโปรแกรมทุกหน้ามี ปุ่ม Help ไว้สำหรับช่วยเหลือหรือแนะนำการใช้งานของโปรแกรมในแต่ละหน้า โดยจะยกตัวอย่างปุ่ม Help ในหน้าหลักของโปรแกรม



รูป 4.2 แสดงปุ่มhelpในหน้าหลักของโปรแกรม

4.3.2 หน้า Business Data

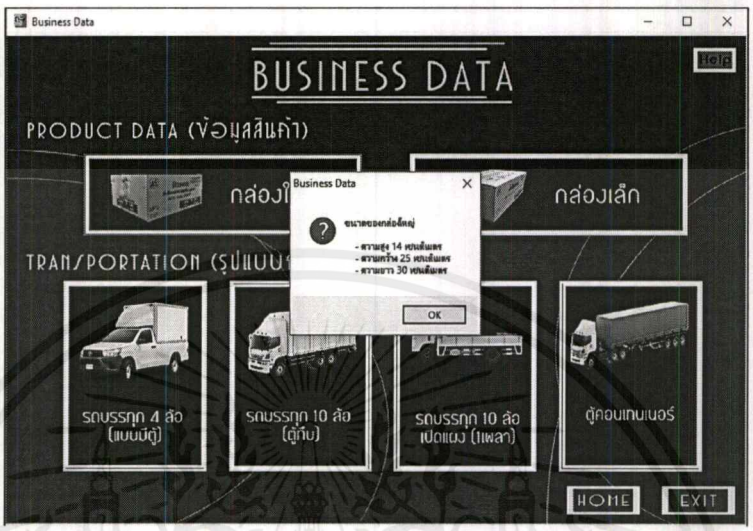
หน้า Business Data ใช้อธิบายถึงข้อมูลทางธุรกิจภายในโปรแกรม ได้แก่ กล่องสินค้าทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ข้อมูลของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งซึ่งระบุขนาดของยานพาหนะแต่ละประเภทรวมทั้งปริมาณมากที่สุดที่สามารถขนส่งสินค้าขนาดเล็ก เนื่องจากกล่องสินค้าขนาดใหญ่มีขนาดเป็นสองเท่าของกล่องสินค้าขนาดเล็กโดยไม่สูญเสียนัยสำคัญในการคำนวณจะใช้กล่องสินค้าขนาดเล็กเท่านั้น



รูป 4.3 หน้า Business Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้เป็นการแสดงขนาดของกล่องใหญ่ที่มีขนาด ความสูง 14 เซนติเมตร ความกว้าง 25 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร กล่องขนาดเล็กมีขนาด ความสูง 14 เซนติเมตร ความกว้าง 15 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร



รูป 4.4 แสดงขนาดของกล่องใหญ่

เมื่อทำการเลือกยานพาหนะชนิดต่างๆโปรแกรมแสดงผลเป็นขนาดของยานพาหนะที่เลือก ในที่นี้คำนวณเพียงกล่องขนาดเล็กเท่านั้น โปรแกรมจึงบอกเพียงว่ายาพาหนะสามารถบรรจุกล่องเล็กได้กี่กล่อง โดยแสดงข้อมูล ดังนี้

รถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้)

- ความสูง 2.00 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 1.30 เมตร
- ความยาว 2.10 เมตร
- บรรจุกล่องเล็กได้ 896 กล่อง

รถบรรทุก 10 ล้อ (ตู้ทึบ)

- ความสูง 2.65 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 2.40 เมตร
- ความยาว 7.10 เมตร
- บรรจุกล่องเล็กได้ 8064 กล่อง

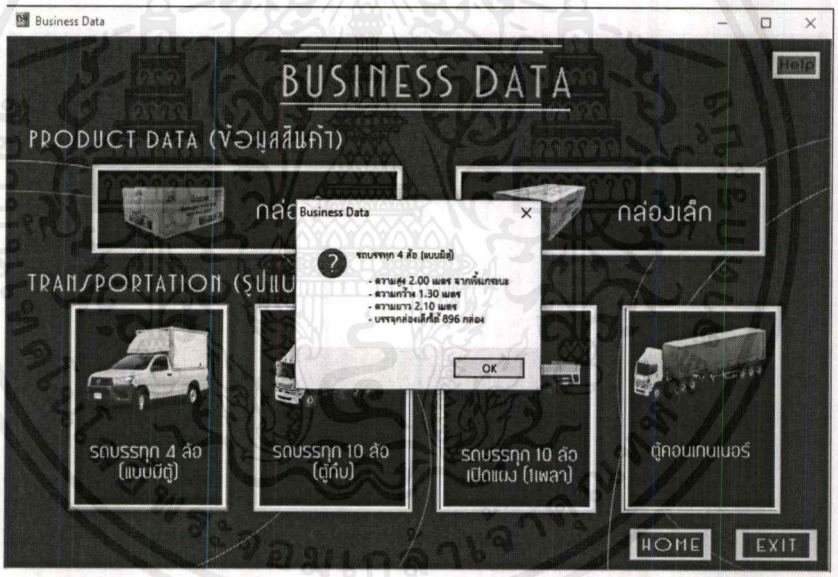
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง (1เพลา)

- ความสูง 1.3 เมตร จากพื้นกระบะ
- ความกว้าง 2.5 เมตร
- ความยาว 6 เมตร
- บรรจุกล่องเล็กได้ 3600 กล่อง

ตู้คอนเทนเนอร์

- ความสูง 2.38 เมตร
- ความกว้าง 2.35 เมตร
- ความยาว 5.88 เมตร
- บรรจุกล่องเล็กได้ 6256 กล่อง

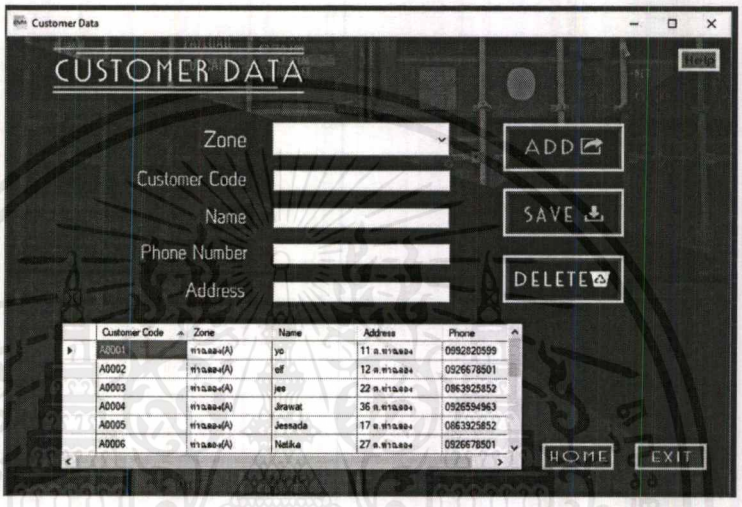


รูป 4.5 แสดงข้อมูลรถบรรทุก 4 ล้อ (แบบมีตู้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

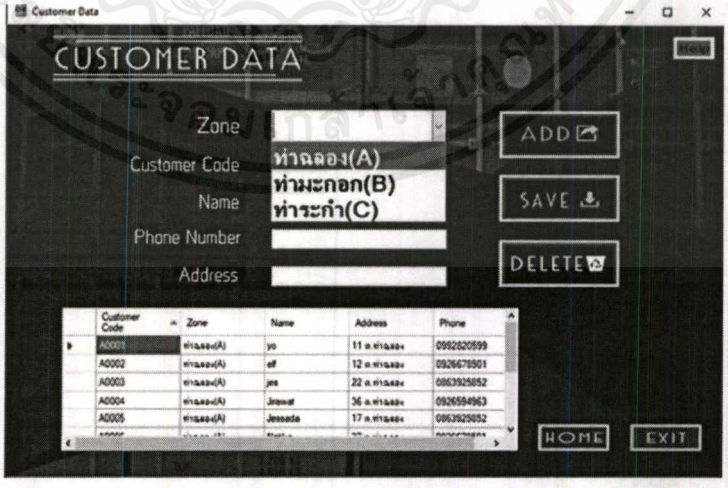
4.3.3 หน้า Customer Data

หน้า Customer Data ใช้เพื่อให้ผู้จัดส่งสินค้ากรอกรายละเอียดของลูกค้า ได้แก่ เลือกพื้นที่ในการจัดส่งสินค้า (Zone) รหัสประจำตัวลูกค้า (Customer Code) เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลลูกค้าในการสั่งซื้อครั้งถัดไปโดยที่ไม่ต้องกรอกข้อมูลซ้ำ ชื่อของลูกค้าหรือบริษัทที่ต้องการจัดส่ง (Name) เบอร์ที่ใช้สำหรับติดต่อลูกค้า (Phone Number) และที่อยู่ของลูกค้าที่ต้องการจัดส่ง (Address) โดยสามารถเพิ่ม แก้ไข หรือ ลบข้อมูล และบันทึกไว้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลได้



รูป 4.6 หน้า Customer Data

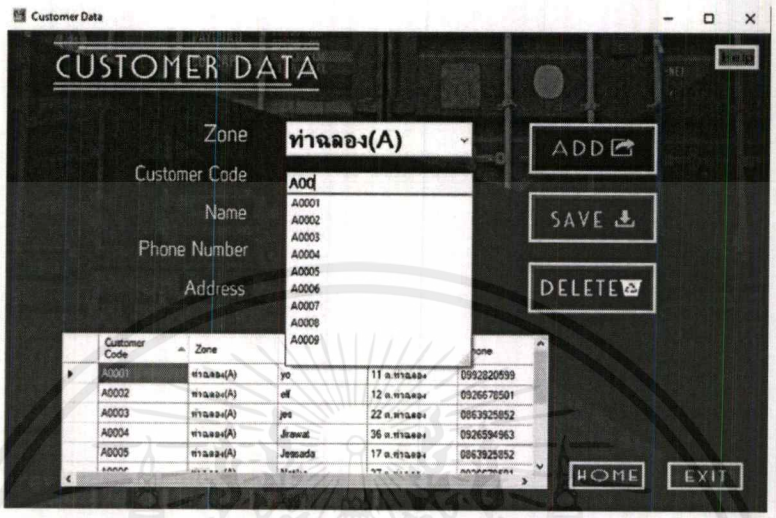
ในช่อง Zone ผู้ใช้ต้องทำการเลือก Zone โดยเลือกจากรายการใน Pull-Down Menu



รูป 4.7 การใช้งานเลือกพื้นที่จัดส่ง (Zone)

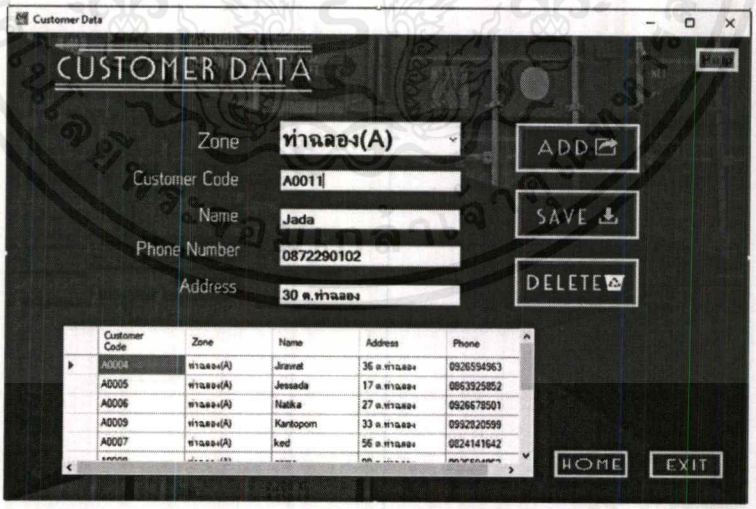
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อค้นหารหัสลูกค้า (Customer Code) โปรแกรมแสดงรายละเอียดของลูกค้าที่ได้ทำการบันทึกไว้ในรูปของฐานข้อมูล ซึ่งรหัสลูกค้าผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นในที่นี้ A0001 หมายถึงลูกค้าคนที่ 1 Zone A



รูป 4.8 การเลือกรหัสลูกค้า (Customer Code)

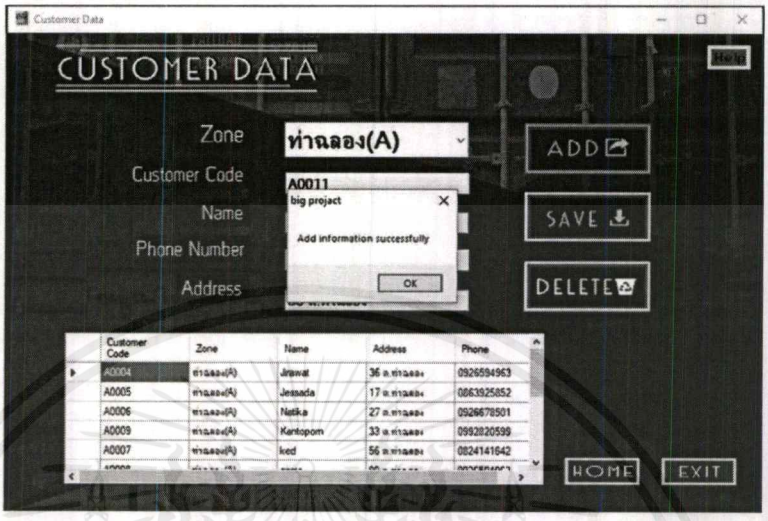
ในส่วนนี้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลลูกค้าได้โดยการกรอกรายละเอียดต่างๆตามที่โปรแกรมกำหนดจากนั้นกด Add เพื่อเป็นการเพิ่มข้อมูล หรือสามารถแก้ไขข้อมูลได้ทุกครั้งแล้วกด Save เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว



รูป 4.9 การเพิ่มข้อมูลของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

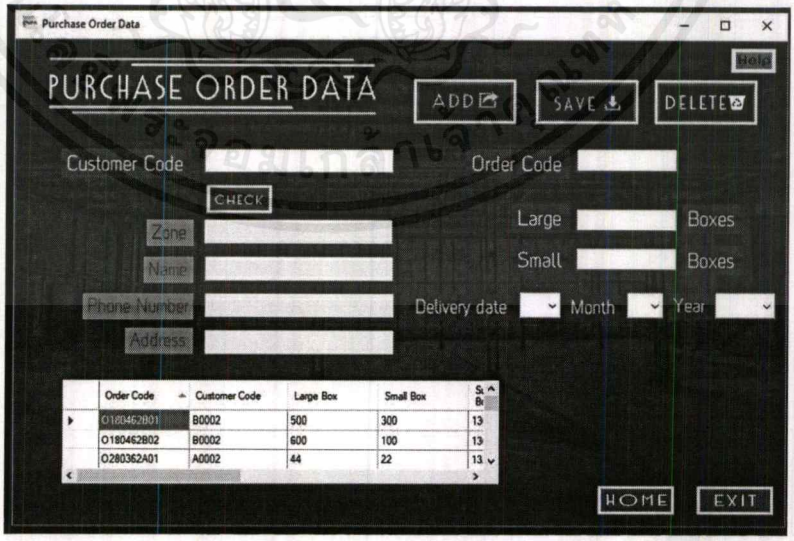
เมื่อทำการเพิ่มข้อมูลลูกค้าโปรแกรมแสดง Message Box เพื่อยืนยันว่าได้ทำการเพิ่มข้อมูลลูกค้าลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว



รูป 4.10 การแสดง Message Box เมื่อเพิ่มข้อมูลของลูกค้า

4.3.4 หน้า Purchase Order Data

หน้า Purchase Order Data ใช้เพื่อบันทึกคำสั่งซื้อของลูกค้าลงในฐานข้อมูล สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือ ลบข้อมูลได้ โดยกรอกเพียง Order Code ก็สามารถทราบรายละเอียดลูกค้าจากหน้า Customer Data และมีการแสดงข้อมูลที่ได้บันทึกการสั่งซื้อของลูกค้าให้เห็นในรูปแบบของฐานข้อมูลอีกด้วย

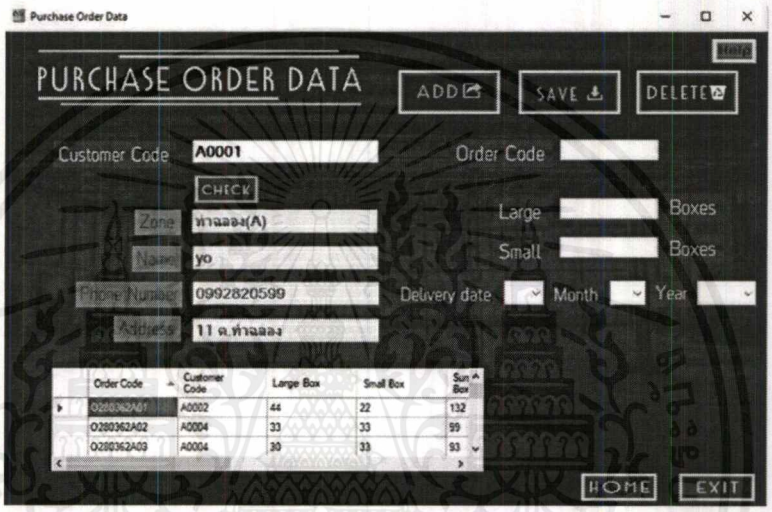


รูป 4.11 หน้า Purchase Order Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใส่ Costumer Code ข้อมูลหรือรายละเอียดของลูกค้าปรากฏขึ้น ดังรูป 4.12 ในที่นี้ Costumer Code คือ A0001 ให้ผลลัพธ์ดังนี้

- Zone ท่าฉลอง(A)
- Name yo
- Phone 0992820599
- Address 11 ต.ท่าฉลอง



รูป 4.12 แสดงข้อมูลลูกค้าเมื่อใส่ Customer Code A0001

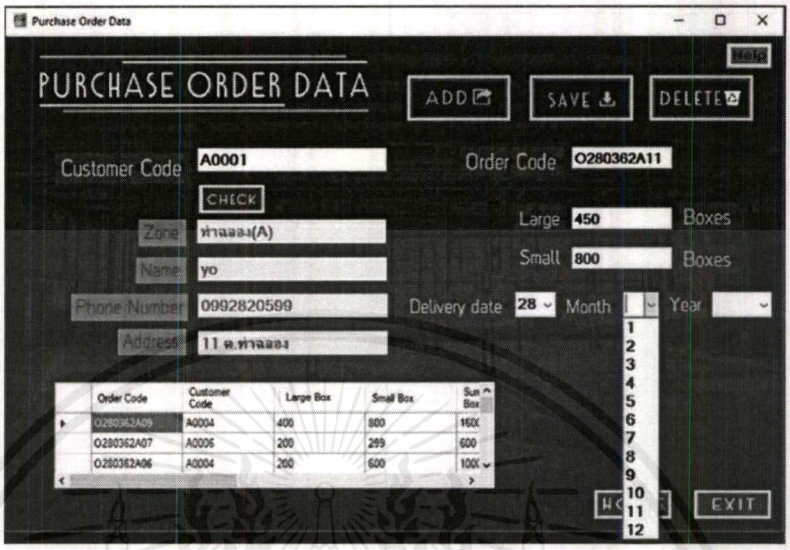
จากนั้นผู้ใช้งานกำหนด Order Code โดย Order Code ประกอบด้วย 10 ตัวอักษรหลัก โดยที่

- หลักที่ 1 ขึ้นต้นด้วย O เพื่อระบุคำว่า Order Code
- หลักที่ 2-7 ระบุวันที่จัดส่งซึ่งมีรูปแบบ วัน/เดือน/ปี
- หลักที่ 8 ระบุพื้นที่จัดส่ง
- หลักที่ 9-10 ระบุลำดับรายการสินค้า

ตัวอย่างเช่น O280362A11 หมายถึง Order จัดส่งวันที่ 28 มีนาคม 2562 Zone ท่าฉลอง(A) สินค้ารายการที่ 11

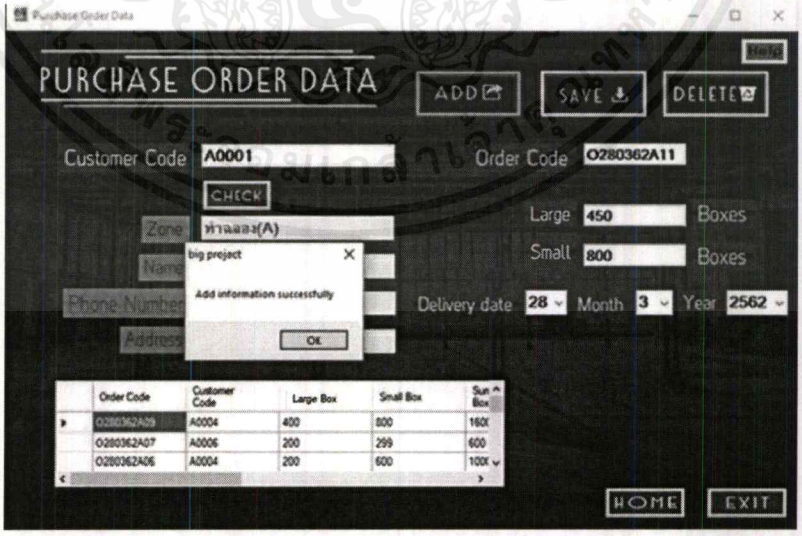
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นใส่รายการสินค้าที่ลูกค้าทำการสั่ง เช่น กล่องใหญ่ 450 กล่อง กล่องเล็ก 800 กล่อง และใส่วันที่จัดส่งตาม Order Code



รูป 4.13 แสดงข้อมูลลูกค้าเมื่อใส่ Order Code O280362A11

เมื่อใส่ข้อมูลครบเรียบร้อยแล้วนั้นให้กด ADD เพื่อเป็นการเพิ่มข้อมูลลงในโปรแกรมและมี Message Box แสดงผลการเพิ่มข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

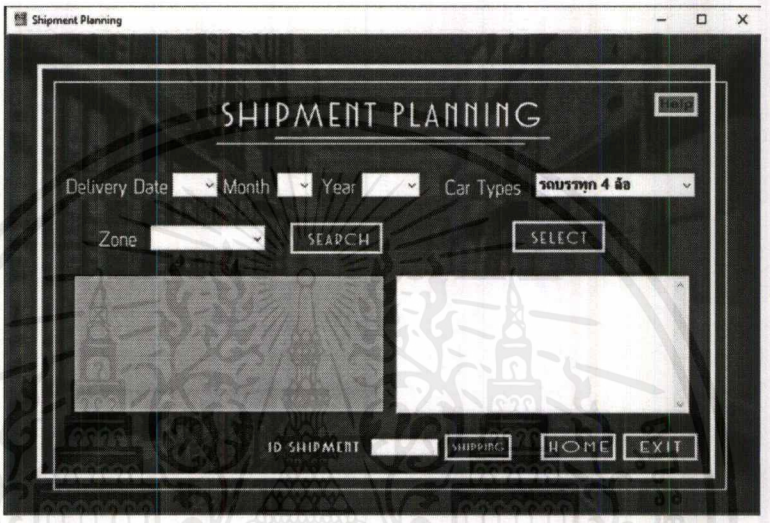


รูป 4.14 Message Box แสดงผลการเพิ่มข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 หน้า Shipment Planning

หน้า Shipment Planning ใช้คำนวณการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน ซึ่งแสดงผลการค้นหาลูกค้าที่ต้องการจัดส่งสินค้า ใน วัน/เดือน/ปี ที่ทำการเลือก ในรูปแบบของฐานข้อมูล และมีการเลือกพาหนะที่ใช้ในการจัดส่ง หลังจากแสดงผลการคำนวณแล้ว จะมีตัวเลขที่ระบุสินค้าขณะจัดเรียงบนยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง (ID Shipment)



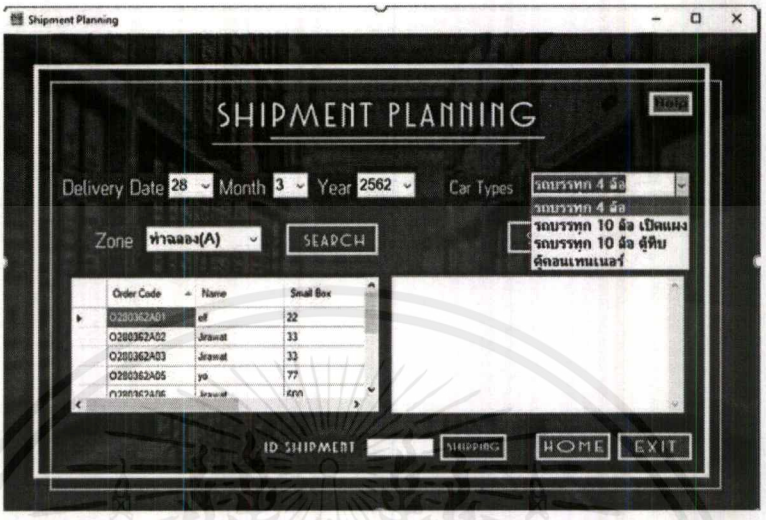
รูป 4.15 หน้า Shipment Planning

เมื่อใส่วันที่ต้องการจัดส่งสินค้า และเลือกพื้นที่ (Zone) โปรแกรมแสดงข้อมูลรายการสินค้าที่ต้องการจัดส่งในวันนั้น ในที่นี้แสดงรายการสินค้าที่ต้องจัดส่งในวันที่ 28 มีนาคม 2562 Zoneท่าฉลอง(A)

รูป 4.16 แสดงรายการสินค้าที่ต้องจัดส่งในวันและพื้นที่จัดส่งที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้หลังจากเลือกวันที่จัดส่งและพื้นที่ในการจัดส่งเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกยานพาหนะ(Car Types) ได้ เนื่องจากทราบว่าในวันดังกล่าวรถคันใดสามารถทำการขนส่งได้บ้าง



รูป 4.17 การเลือกยานพาหนะ (Car type)

ในส่วนนี้แสดงการคำนวณของโปรแกรมเมื่อทำการเลือกยานพาหนะ จากรูป 4.18 เมื่อผู้ใช้งานเลือกรถบรรทุก 10 ล้อเปิดแผง ผลลัพธ์แสดงเป็น Message Box ว่าสินค้ารายการใดบ้างที่ถูกนำขึ้นรถและสินค้ารายการใดบ้างที่นำขึ้นรถไม่ได้ ดังนี้

สินค้านำขึ้นรถจำนวน 4 รายการ

1. Order Code : O280362A07
   Customer Code : A0006
   Customer name : Natika
   Lode : 600
2. Order Code : O280362A06
   Customer Code : A0004
   Customer name : Jirawat
   Lode : 1000
3. Order Code : O280362A10
   Customer Code : A0001
   Customer name : yo
   Lode : 1700

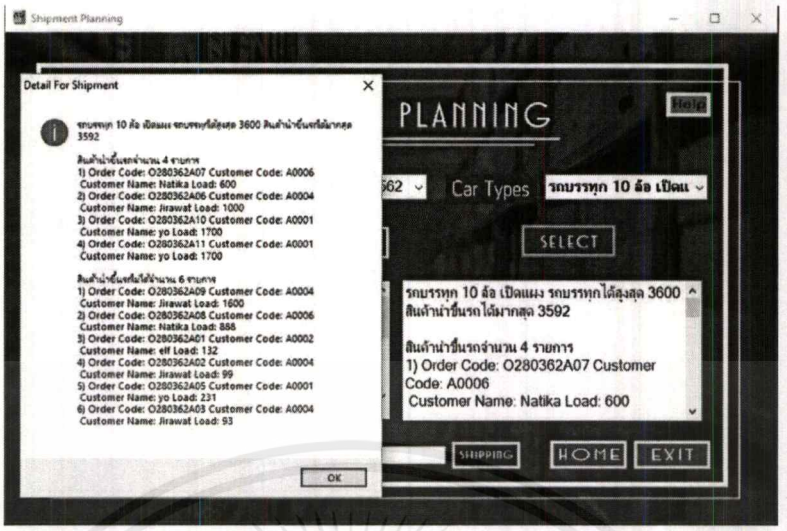
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Order Code : O280362A11
   Customer Code : A0006
   Customer name : Natika
   Lode : 1700

สินค้านำขึ้นรถไม่ได้จำนวน 6 รายการ

1. Order Code : O280362A09
   Customer Code : A0004
   Customer name : Jirawat
   Lode : 1600
2. Order Code : O280362A08
   Customer Code : A0006
   Customer name : Natika
   Lode : 888
3. Order Code : O280362A01
   Customer Code : A0002
   Customer name : elf
   Lode : 132
4. Order Code : O280362A02
   Customer Code : A0004
   Customer name : Jirawat
   Lode : 99
5. Order Code : O280362A05
   Customer Code : A0001
   Customer name : yo
   Lode : 231
6. Order Code : O280362A03
   Customer Code : A0004
   Customer name : Jirawat
   Lode : 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

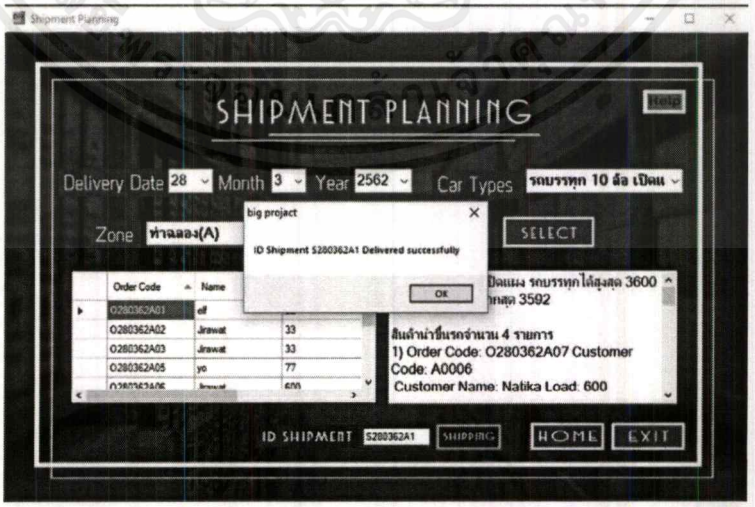


รูป 4.18 ผลลัพธ์การคำนวณสินค้าที่จัดขึ้นบนยานพาหนะที่เลือก

หลังจากเลือกยานพาหนะที่ใช้จัดส่งแล้วผู้ใช้กำหนด ID Shipment โดยที่ ID Shipment ประกอบด้วยตัวอักษร 9 หลัก โดยที่

- หลักที่ 1 ขึ้นต้นด้วย S เพื่อระบุคำว่า Shipment
- หลักที่ 2-7 ระบุวันที่จัดส่งซึ่งมีรูปแบบ วัน/เดือน/ปี
- หลักที่ 8 ระบุพื้นที่จัดส่ง
- หลักที่ 9 ระบุรอบบิล

ตัวอย่างเช่น S280362A1 หมายถึง ID Shipment วันที่ 28 มีนาคม 2562 จัดส่งที่ท่าฉลอง(A) รอบบิลที่ 1



รูป 4.19 Message Box แสดง ID Shipment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

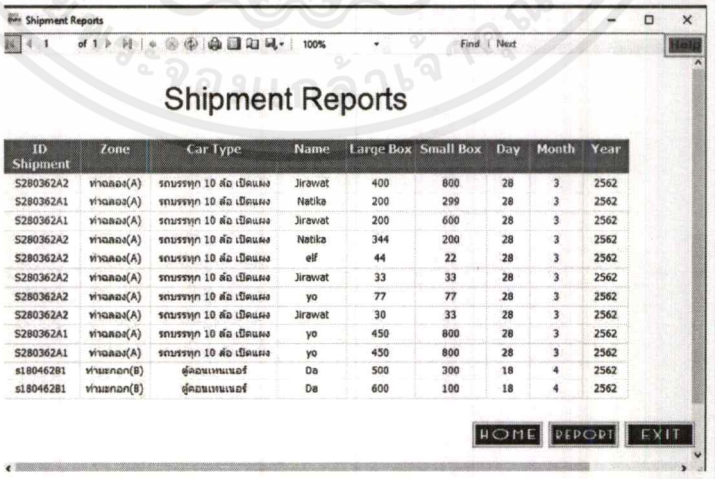
4.3.6 หน้า Order Reports

หน้า Order Reports ใช้รายงานการขนส่งสินค้าในแต่ละวันรวมทั้งสามารถระบุชนิดของยานพาหนะเพื่อใช้ขนส่งและจำนวนสินค้าของลูกค้าเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ดำเนินการจัดสินค้าขึ้นบนยานพาหนะที่ใช้จัดส่งไปยังปลายทาง

รูป 4.20 หน้า Report Order

4.3.6.1 Shipment Reports

Shipment Reports เป็นการรายงานการจัดส่งสินค้าทั้งหมดที่ผ่านการคำนวณโดยโปรแกรมแล้ว ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการจัดเรียงสินค้าในรูปแบบของ Shipment Reports



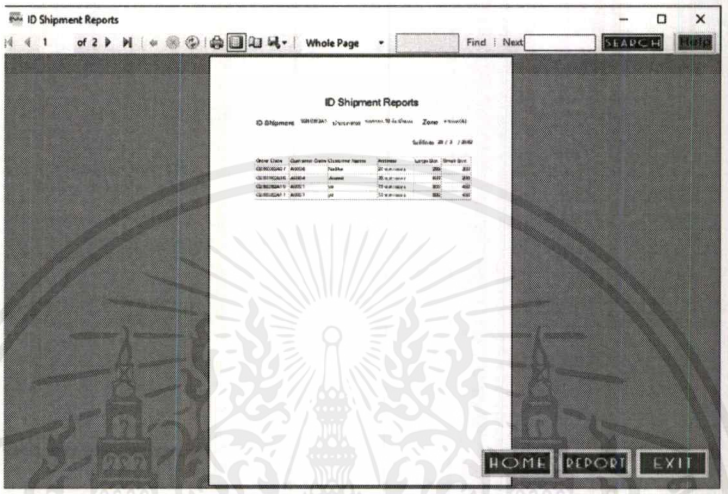
ID Shipment	Zone	Car Type	Name	Large Box	Small Box	Day	Month	Year
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Jirawat	400	800	28	3	2562
S280362A1	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Natika	200	299	28	3	2562
S280362A1	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Jirawat	200	600	28	3	2562
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Natika	344	200	28	3	2562
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	elf	44	22	28	3	2562
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Jirawat	33	33	28	3	2562
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	yo	77	77	28	3	2562
S280362A2	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	Jirawat	30	33	28	3	2562
S280362A1	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	yo	450	800	28	3	2562
S280362A1	ท่าฉลอง(A)	รถบรรทุก 10 ล้อ เปิดแผง	yo	450	800	28	3	2562
s18046281	ท่าเรือกอก(B)	ตู้คอนเทนเนอร์	Da	500	300	18	4	2562
s18046281	ท่าเรือกอก(B)	ตู้คอนเทนเนอร์	Da	600	100	18	4	2562

รูป 4.21 Shipment Reports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

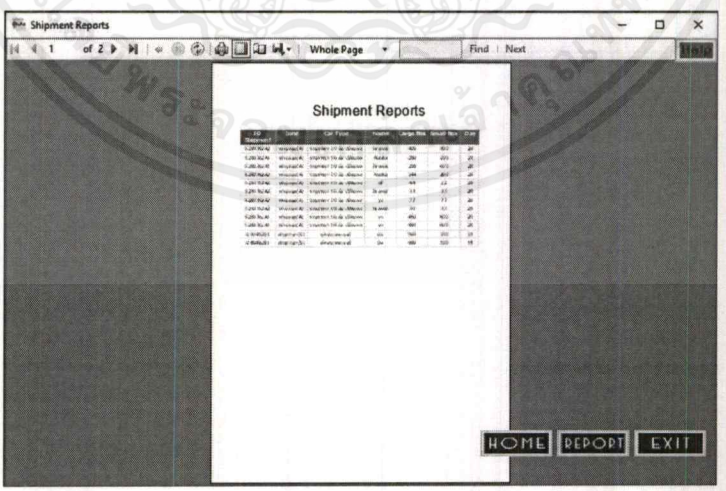
4.3.6.2 ID Shipment Reports

ID Shipment Reports เป็นการแสดงผลการจัดเรียงสินค้าเฉพาะ ID Shipment ที่ค้นหา ซึ่งในส่วนนี้เป็นการแสดงผล เมื่อค้นหาด้วย ID Shipment S280362A1 จากหน้า Shipment Planning



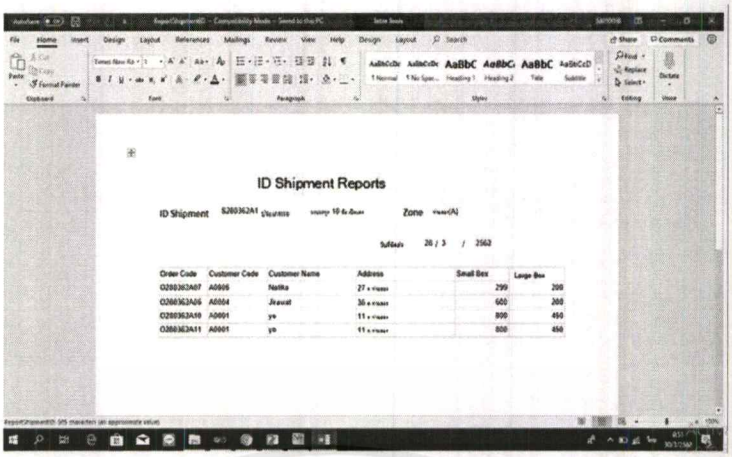
รูป 4.22 ID Shipment Reports S280362A1

นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถบันทึกหน้า Report ในรูปแบบของไฟล์ PDF หรือ Microsoft Word เพื่อให้ในการเก็บข้อมูลหรือพิมพ์ออกมาได้



รูป 4.23 การบันทึกหน้า Shipment Reports เป็นไฟล์ PDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ID Shipment Reports

Order Code	Customer Code	Customer Name	Address	Small Box	Large Box
O2803E3A07	A0005	Nattka	27 x [illegible]	299	200
O2803E3A06	A0004	Jirawat	36 x [illegible]	600	300
O2803E3A10	A0001	ya	11 x [illegible]	800	450
O2803E3A11	A0001	ya	11 x [illegible]	800	450

รูป 4.24 การบันทึกหน้า ID Shipment Reports เป็นไฟล์ Microsoft Word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ในการจัดทำปัญหาพิเศษหัวข้อ การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทาง สามารถสรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลดำเนินงาน

การนำแบบจำลองการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization Models) มาใช้ในการสร้างโปรแกรมจัดเรียงกล่องสินค้า 2 ขนาดภายในยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งให้ได้มากที่สุด โดยยานพาหนะและจำนวนพนักงานเท่าเดิม แต่ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้มากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการทั้งผู้ส่งและผู้รับ นั่นคือ ผู้ส่งก็ลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการขนส่ง ผู้รับก็ได้รับสินค้าไวขึ้นและลดการชำรุดเสียหายของตัวสินค้า อีกทั้งโปรแกรมที่สร้างขึ้นสำหรับการจัดเรียงกล่องจัดเก็บสินค้าบนยานพาหนะสามารถนำมาใช้ได้จริง

5.1.1 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ในการสร้างโปรแกรม

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นการแปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ในที่นี้คือ ปัญหาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อการจัดส่งหลายปลายทาง ให้อยู่รูปแบบของสมการ เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ และเป็นประโยชน์ต่อการนำสมการมาใช้ในการสร้างโปรแกรมจัดเรียงกล่องสินค้าสองขนาดภายในยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งให้ได้มากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. หากโปรแกรมสามารถเลือกภาษาได้มากขึ้น ก็อาจเป็นที่สนใจสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมของชาวต่างชาติได้อีกด้วย
2. การเพิ่มรูปแบบกล่องสินค้าจากสองขนาดเป็นการระบุตามความต้องการของผู้ใช้สามารถใช้ได้กับทุกโรงงานอุตสาหกรรม
3. ในอนาคตอาจนำมาประยุกต์ใช้กับการขนส่งสินค้าประเภทอื่นมากขึ้น
4. ประยุกต์ใช้กับการจัดเรียงกล่องได้หลายขนาดหรือหลายรูปแบบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ประยุกต์ใช้กับการขนส่งหลายประเภทเช่น การขนส่งทางเรือ หรือ การขนส่งทางอากาศฯลฯ
6. พัฒนาโปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบของแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือเพื่อความสะดวกสำหรับการใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์. (2560). การวิจัยดำเนินงาน. หจก. มีน เซอร์วิส ซัพพลาย

[2] Hu, N. Z., Li, H. L., & Tsai, J. F. (2012). Solving packing problems by a distributed global optimization algorithm. Mathematical Problems in Engineering, 2012.

[3] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2554). VISUAL BASIC 2010. บริษัท วิพริ้นท์ (1991) จำกัด

[4] Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). Introduction to logistics systems planning and control. John Wiley & Sons.

[5] Ting Nong Pallet. (2556). Pallet ส่วนช่วยสนับสนุนกิจกรรมโลจิสติกส์. Retrived December 04, 2018,From,https://deoku.blogspot.com/2013/08/pallet.html?m=1&fbclid=IwAR3hNWAxGmpVmFFHJT4CE0jYTVREcCZq9dM8klOzTqmJaaRryTxCsyMA9y4

[6] คณาพจน์ สงวนรักษ์. นัตพร นุชขุนแผน. และ ศิริชัย พุ่มจันทร์./"การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการบรรจุกล่องในตู้คอนเทนเนอร์." / สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2548"

[7] Lodi, A., Martello, S., & Vigo, D. (2002). Recent advances on two-dimensional bin packing problems. Discrete Applied Mathematics, 123(1-3), 379-396.

[8] mind php. (2560). Data Dictionary คืออะไร. Retrived April 18, 2019,From, https://www.mindphp.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้