

การออกแบบการขนส่งสินค้าและการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์สำหรับ
บริษัทชิ้นส่วนรถยนต์

TRANSPORTATION DESIGNS AND PACKAGING
ARRANGEMENT FOR CAR PARTS COMPANY



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

การออกแบบการขนส่งสินค้าและการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์สำหรับ
บริษัทชิ้นส่วนรถยนต์

TRANSPORTATION DESIGNS AND PACKAGING
ARRANGEMENT FOR CAR PARTS COMPANY



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSPORTATION DESIGNS AND PACKAGING
ARRANGEMENT FOR CAR PARTS COMPANY



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)
DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การออกแบบการขนส่งสินค้าและจัดเรียงบรรจุภัณฑ์สำหรับบริษัท		
	ชิ้นส่วนรถยนต์		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกฤษณาลี เกษมกิจบัวทอง	รหัสนักศึกษา	55050018
	นางสาวกฤษมา ชันธวัธวงศ์	รหัสนักศึกษา	55050021
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)		
ภาควิชา	คณิตศาสตร์		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ศิริกุล ศิริธีรากล		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
 ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์
 ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.กัมปนาท นามงาม ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.เดชา สมณะ กรรมการ	
อ.ศิริกุล ศิริธีรากล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การออกแบบการขนส่งสินค้าและจัดเรียงบรรจุภัณฑ์สำหรับบริษัท ชิ้นส่วนรถยนต์		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกฤษณ์ เกษมกิจบัวทอง	รหัสนักศึกษา	55050018
	นางสาวกฤษณา ชื่นธีรวงศ์	รหัสนักศึกษา	55050021
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)		
ภาควิชา	คณิตศาสตร์		
คณะ	วิทยาศาสตร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ศิริกุล ศิริธีรากล		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการขนส่งสินค้าและจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ของบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์ให้ได้จำนวนมากที่สุดและมีประสิทธิภาพ โดยการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ของบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์ได้ออกแบบการจัดเรียงในแนวระนาบภายใต้ข้อจำกัดของบรรจุภัณฑ์สำหรับชิ้นส่วนรถยนต์และออกแบบเส้นทางการขนส่งเพื่อคำนวณเส้นทางให้สั้นที่สุด และต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด โดยพิจารณาความจุการบรรทุกของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและจำนวนเส้นทางการขนส่ง ภายใต้เงื่อนไขความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละรายไม่เท่ากัน โดยวิธีปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทาง (Vehicle Routing Problem) ปัญหาเส้นทางของบริษัท มั่งมี จำกัด และใช้วิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) มาช่วยในการคำนวณหาเส้นทางและเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน (Milk run) พบว่า วิธีการคำนวณแบบ Saving Algorithm สามารถลดค่าระยะทางได้มากกว่าวิธีปัจจุบัน

คำสำคัญ : การจัดเรียง ชิ้นส่วนรถยนต์ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ อัลกอริทึมแบบประหยัด
อิวิริสติกส์

Title	Transportation Designs and Packaging Arrangement for car parts Company	
Students	Ms. Kuntalee Ksemkitbuathong	55050018
	Ms. Kusuma Khanworawong	55050021
Degree	Bachelor of Science (APPLIED MATHEMATICS)	
Department	MATHEMATICS	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMIL)	
Academic Year	2015	
Advisor	Mrs.Sirikul Siriteerakul	

Abstract

This special problem aims to design transportation route and arranging the auto-parts packages to maximize number and efficiency. The arranging of auto-parts packaging was design and constraint in a horizontal plane. The shortest route and low transportation cost were calculated. The carrying capacity of the vehicle and route of the transport were considered under the term where needs of each client are different. Also, the route problem, vehicle routing problem, of the Wealthy Co. Ltd. was calculated by Saving Algorithm. The comparison of the current method called Milk Run and this algorithm found that this algorithm, Saving Algorithm, is more efficient in reducing the distance.

Keywords : Packaging Arrangement, car parts, VRP, Saving Algorithm, Heuristic

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ อาจารย์ศิริกุล ศิริธีรากล อาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการปัญหาพิเศษ ที่คอยให้คำปรึกษาดูแลโดยตลอดและได้สละเวลาให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษเล่มนี้ และขอขอบพระคุณกรรมการสอบปัญหาพิเศษ คือ ดร.กัมปนาท นามงาม และ ผศ.ดร.เดชา สมณะ อาจารย์ผู้คุมสอบปัญหาพิเศษนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ข้อแก้ไขตลอดจนแนวคิดต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ คุณกิตติ น้าใส ที่ได้สละเวลาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และบริษัท มั่งมี จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์ ในการการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนการเลี้ยงดูและการอบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งพี่ๆเพื่อนๆและบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวมา คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

คุณทลี เกษมกิจบัวทอง

กุสุมา ชันธวัรงค์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ.....	4
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....	5
1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การหาพื้นที่และปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยม.....	7
2.1.1 ปริซึม.....	7
2.2 ลักษณะมาตรฐานของตู้คอนเทนเนอร์และรถบรรทุก.....	8
2.2.1 ตู้คอนเทนเนอร์.....	8
2.2.2 รถบรรทุก.....	10
2.3 รูปแบบการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์.....	13
2.4.1 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (w, l, h)$	14
2.4.2 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (l, w, h)$	14
2.4.3 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (w, h, l)$	15
2.4.4 การจัดเรียงตามแกน	16
2.4.5 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (h, w, l)$	16
2.2.6 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (h, l, w)$	17
2.5 ประเภทของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	18
2.6 ขนาดของกล่อง พาเลท และแร็คของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	19
2.6.1 กล่อง.....	19
2.6.2 พาเลท.....	20
2.6.3 แร็ค.....	25
2.7 ความรู้พื้นฐานด้านการขนส่ง.....	25
2.7.1 ความหมายของการขนส่ง.....	25
2.7.2 เป้าหมายหลักของการขนส่ง.....	25
2.7.3 รูปแบบการขนส่งสินค้า.....	25
2.8 ปัญหาการออกแบบด้านการขนส่ง.....	26
2.8.1 ทฤษฎีการจัดเส้นทางขนส่ง.....	27
2.8.2 เทคนิคการหาคำตอบการจัดเส้นทางยานพาหนะ.....	27
2.9 แนวคิด Milk run.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.10 แนวคิดอัลกอริทึมแบบประหยัด.....	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	33
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย.....	33
3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูล.....	33
3.2 รายละเอียดข้อมูลและระยะทางของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	34
3.2.1 รายละเอียดข้อมูลของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	34
3.2.2 รายละเอียดระยะทาง.....	35
3.3 วิธีปัจจุบันของบริษัท (Milk run).....	36
3.4 การแก้ปัญหาโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด.....	38
3.5 การออกแบบโปรแกรมการทำงาน.....	41
3.5.1 หน้าจอเข้าโปรแกรม.....	41
3.5.2 หน้าจอโปรแกรมการขนส่งสินค้า.....	42
3.5.3 หน้าจอประเภทบรรจุภัณฑ์.....	42
3.5.4 หน้าจอการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์.....	43
3.5.5 หน้าจอการจัดเรียงการคำนวณแร่ค.....	44
3.5.6 หน้าจอการคำนวณเส้นทาง.....	45
3.6 หน้าจอสรุปผล.....	46
3.6.1 หน้าจอสรุปผลกล่องบรรจุภัณฑ์.....	46
3.6.2 หน้าจอสรุปผลแร่ค.....	46
3.6.3 หน้าจอสรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถ.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	48
4.1 การเปรียบเทียบการจัดเรียงกล่องตัวอย่างของสินค้าขึ้นส่วนรถยนต์.....	48
4.2 การเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คตัวอย่างของสินค้าขึ้นส่วนรถยนต์.....	50
4.3 เส้นทางเดินรถ.....	52
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	53
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	53
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	53
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	53
เอกสารอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรม.....	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน.....	6
2.1 ประเภทรถของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	18
2.2 ขนาดกล่องของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	20
2.3 ขนาดพาเลทของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	20
2.4 ประเภทของแร็คในบริษัท มั่งมี จำกัด.....	21
2.5 แสดงระยะทาง (หน่วย: กิโลเมตร).....	31
2.6 แสดงปริมาณความต้องการของลูกค้า.....	31
2.7 แสดงค่า Savings Value.....	32
3.1 ตารางแสดงระยะทาง (กิโลเมตร).....	35
3.2 ตารางแสดงปริมาณสินค้าของลูกค้า.....	35
3.3 ตารางแสดงระยะทาง (กิโลเมตร).....	36
3.4 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 1 เป็นจุดถัดไป.....	36
3.5 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 2 เป็นจุดถัดไป.....	37
3.6 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 3 เป็นจุดถัดไป.....	37
3.7 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 4 เป็นจุดถัดไป.....	37
3.8 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 4 แล้วกลับไปจุด 0.....	38
3.9 ตารางแสดงค่า Saving Value.....	39
4.1 แสดงเปรียบเทียบการจัดเรียงกล่องของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	49
4.2 แสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	51
4.3 แสดงการเปรียบเทียบแร็คในรถ 4 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 แสดงผลการจัดเส้นทางของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	53
4.5 แสดงผลการจัดเส้นทางของบริษัท มั่งมี จำกัด แบบวิธี Saving Algorithm.....	53



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปปริซึมรูปทรงต่าง.....	7
2.2 ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม.....	8
2.3 คอนเทนเนอร์แบบ Dry Cargoes.....	9
2.4 คอนเทนเนอร์แบบ Refrigerator Cargoes.....	9
2.5 คอนเทนเนอร์แบบ Garment Container.....	9
2.6 คอนเทนเนอร์แบบ Open Top.....	10
2.7 คอนเทนเนอร์แบบ Flat-rack.....	10
2.8 รถบรรทุกลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9.....	11
2.9 รถบรรทุก ลักษณะ 7 และ 8.....	11
2.10 รถบรรทุก ลักษณะ 6 (รถพ่วง).....	12
2.11 กล่องวางบนพาเลทโดยซ้อนกล่องเป็นชั้นๆ.....	12
2.12 กล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก.....	13
2.13 แสดงการจัดเรียงตามแกน (w, l, h)	14
2.14 แสดงการจัดเรียงตามแกน (l, w, h)	14
2.15 แสดงการจัดเรียงตามแกน (w, h, l)	15
2.16 แสดงการจัดเรียงตามแกน (l, h, w)	16
2.17 แสดงการจัดเรียงตามแกน (h, w, l)	16
2.18 แสดงการจัดเรียงตามแกน (h, l, w)	17
2.19 container 40'Dry.....	18
2.20 รถบรรทุก 6 ล้อ.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.21 รถบรรทุก 4 ล้อ.....	19
2.22 กล้องบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์.....	20
2.23 พาเลทไม้.....	20
2.24 แร็คสำหรับบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์.....	21
2.25 Milk Run 1.....	28
2.26 Milk Run 2.....	28
2.27 Milk Run 3.....	29
2.28 การขนส่งแบบ milk run.....	29
2.29 การส่งสินค้า แบบ 1 เทียว ต่อ 1 ลูกค้า.....	30
3.1 ภาพแผนที่แสดงคลังสินค้าของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	34
3.2 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 1.....	39
3.3 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 2.....	39
3.4 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 3.....	40
3.5 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 4.....	40
3.6 หน้าจอเข้าใช้โปรแกรม.....	41
3.7 หน้าจอโปรแกรมขนส่งสินค้า.....	42
3.8 หน้าจอประเภทบรรจุภัณฑ์.....	42
3.9 หน้าจอคำนวณการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์.....	43
3.10 หน้าจอคำนวณการจัดเรียงแร็ค.....	44
3.11 หน้าจอการคำนวณเส้นทาง.....	47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12 หน้าจอสรุปลงกล่องบรรจุภัณฑ์.....	47
3.13 หน้าจอสรุปลผลแร่ค.....	47
3.14 หน้าจอสรุปลผลการจัดเส้นทางเดินรถ.....	48
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงทั้ง 2 แบบของกล่อง.....	49
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร่คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	51
4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร่คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด.....	52



บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และการออกแบบการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุดของบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง นอกจากนี้ยังกล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ วิธีดำเนินการ ตลอดจนระยะเวลาดำเนินการของปัญหาพิเศษฉบับนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การขนส่งสินค้ามีความสำคัญต่อสถานะเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ซึ่งนับเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ประเทศสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก ทั้งการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ยังมีผลต่อประสิทธิภาพการขนส่งระบบอื่นด้วย ในปัจจุบันมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้ผู้ประกอบการต้องการปรับปรุงระบบทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งอื่นๆในตลาดได้ และการบริหารต้นทุนของสินค้าจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งส่งผลให้ในหลายๆบริษัทหันมาให้ความสนใจกับโลจิสติกส์มากขึ้น รวมถึงความต้องการของลูกค้ามีหลากหลายไม่มีขอบเขต ทำให้บริษัทให้ความสนใจด้านโลจิสติกส์มากขึ้น เนื่องจากโลจิสติกส์สามารถลดต้นทุน และสร้างกำไรทางธุรกิจ รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในสินค้าและบริการ ดังนั้นโลจิสติกส์จึงถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการแข่งขันทางธุรกิจ

การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และจัดเส้นทางเดินรถของบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์เป็นส่วนสำคัญที่ต้องพิจารณา ผู้ประกอบการจึงต้องพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้นหรือมีรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดใจผู้บริโภค เนื่องจากมีสินค้าชนิดใหม่อยู่ตลอดเวลา และการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์จะช่วยจัดระเบียบในการขนส่งสินค้าแล้ว รวมถึงจะต้องมีการวางแผนศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งของบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น การศึกษาเส้นทางของที่ตั้ง ร้านค้าที่จะทำการจัดส่ง เพื่อให้การจัดส่งสามารถตรงตามเวลาที่ลูกค้าสั่งสินค้า ช่วยลดระยะเวลาและรอบในการจัดส่ง ในการจัดลำดับก่อนหลังของตำแหน่งในการส่งชิ้นส่วนรถยนต์เป็นปัจจัยที่ส่งผลถึงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลกำไรมากที่สุดและเป็นการลดต้นทุนให้ต่ำลงด้วย ยังทำให้ธุรกิจสามารถจำหน่ายสินค้าได้ในราคาที่สูงขึ้น ในปัจจุบันจึงส่งผลให้ต้องแสวงหาแนวทางในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และจัดเส้นทางให้ขนส่งสินค้าต่อเที่ยวให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด รวมถึงความสามารถในการจัดส่งสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า และเป็นการช่วยลดเวลาในการขนส่งอีกด้วย

จากโครงการที่เคยดำเนินการวิจัยมาแล้วโดยได้ศึกษาหัวข้อปริณญาณพนธ์ปี 2548 เรื่องการจัดเส้นทางเดินรถของรถรับ-ส่งนักเรียนโดยการใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ของทัศนวรรณ กังฮา และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะ[1] โดยจากแนวคิดนี้ได้มีการพัฒนาอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบที่ดีในคำตอบชุดหนึ่ง ในการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาจัดเส้นทางการเดินทางเดินรถรับ-ส่งนักเรียนโดยใช้ข้อมูลของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี กล่าวคือ เวลาเดินทางรวมของรถทุกคันโดยวิธีอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมมากกว่าจากผลลัพธ์โดยวิธีจัดกลุ่มแล้วใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์เพียง 3.5 เปอร์เซ็นต์อย่างใดก็ตามจะเห็นได้ว่าการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมนี้ต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาก ค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นนี้อาจมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการแก้ปัญหา และอีก 6 ปี ถัดมา ได้ศึกษาในหัวข้อปริณยานิพนธ์ เรื่อง การจัดเส้นทางขนส่งของสำนักพิมพ์ โดยวิธี NNP ของนายปารุส อภิชัยกิจดำรง และนางสาวพรสวรรค์ สกุลพิพัฒน์[2] โดยศึกษากระบวนการที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการขนส่งของสำนักพิมพ์ โดยใช้วิธีฮิวริสติก (Heuristic) แบบ Nearest Neighbor Producer (NNP) ในการแก้ปัญหานี้ และอาศัยความรู้ทางด้านกราฟและเครือข่ายมาช่วยในการพิจารณาเส้นทางขนส่งเพื่อกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุด จากวิธีฮิวริสติกแบบ NNP เป็นวิธีที่รวดเร็วและไม่ซับซ้อนมาพัฒนาเป็นโปรแกรมเพื่อคำนวณหาเส้นทางเดินที่น้อยที่สุด โดยใช้ Visual Studio นอกจากนี้ ยังแนะนำวิธีฮิวริสติก แบบ Nearest Insertion Procedure (NIP) ซึ่งได้ระยะที่สั้นที่สุดดีกว่าแบบ NNP แต่มีความซับซ้อนในการคำนวณ และในปีเดียวกันได้ศึกษาในหัวข้อปริณยานิพนธ์ เรื่องการจัดเส้นทางกระจายโลหิตในเขตกรุงเทพและปริมณฑล กรณีศึกษา: ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ของปภัสสร สุขบุรณ์ และคณะ[3] โดยวิเคราะห์และออกแบบการกระจายโลหิตโดยใช้ระบบการจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์ จากศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ ให้กับโรงพยาบาลต่างๆ ในเขตพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล การวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบัน พบว่าในแต่ละวันมีโรงพยาบาลประมาณ 80 แห่งส่งยานพาหนะมาขอรับโลหิตจากศูนย์ฯ วันละหลายเที่ยว แต่ละเที่ยวได้รับโลหิตไประหว่าง 1 ถึง 300 ถุง จึงเห็นได้ชัดเจนว่าทุกวันจะมีปริมาณรถเที่ยวเปล่าเกิดขึ้นมากมายทั้งขาไปและขากลับ ซึ่งบรรทุกได้น้อยมากเมื่อเทียบกับความจุของยานพาหนะ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดเส้นทางกระจายโลหิต ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Saving algorithm ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และใช้เวลาในการประมวลผลน้อย โดยกำหนดข้อจำกัดทางด้านระยะทาง และความจุของรถขนส่งโลหิตได้ตามที่ต้องการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ระยะทางการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด ผลการวิเคราะห์พบว่าการจัดเส้นทางใหม่ด้วยวิธีการ Heuristic นั้นสามารถลดระยะทางลงได้ถึง 246.84 กิโลเมตร/วัน และมีประสิทธิภาพในการขนส่งเพิ่มขึ้น 24.70% ซึ่งมีผลให้ต้นทุนการขนส่งลดลง อีกทั้ง ยังช่วยประหยัดพลังงาน และเชื้อเพลิงในการขนส่งได้เป็นอย่างดี และปีต่อมานายชินภัทร อ่อนฉิม[4] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งภายในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ของบริษัท เซ็นทรัล มาร์เก็ตติ้ง กรุ๊ป ซึ่งเป็นบริษัทฯ ผู้ผลิต ผู้นำเข้าและตัวแทนจำหน่ายสินค้าประเภท เครื่องแต่งกาย เครื่องสำอาง รองเท้า เครื่องใช้ไฟฟ้า ภายใต้แบรนด์ชั้นนำจากต่างประเทศ โดยนำเสนอวิธีการวางแผนทำงานและการจัดตารางเดินรถให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในรูปแบบการจัด Routing เพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งที่ใช้ในแต่ละวัน และลดต้นทุนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นตามการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนส่ง โดยนำวิธีการหาคำตอบแบบวิธี Saving Algorithm มาใช้เพื่อกำหนดเงื่อนไขการขนส่งสินค้าผ่านโปรแกรม VRP Solver โดยใช้ระยะการขนส่งสินค้า ความสามารถในการบรรทุก และระยะเวลาในการโหลดสินค้าแต่ละจุด Service Time เพื่อกำหนดเวลาและปริมาณการขึ้นสินค้าในรถขนส่งแต่ละคันที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการวิจัยพบว่าวิธี Saving Algorithm นั้นสามารถลดจำนวนเที่ยวขนส่งที่ใช้ ปริมาณจุดส่งและระยะทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถลดได้ร้อยละ 40 และใช้เวลาในการคำนวณที่น้อยกว่า 1 วินาที และในปีเดียวกันได้ศึกษาหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง การจัดวางบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงเรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ของนางสาวรัตติยา เครือเครา และนางสาวโสธรา สุทธิหลวง[5] โดยพิจารณาในเรื่องการจัดวางบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงต่างๆได้แก่ รูปทรงปริซึมสี่เหลี่ยม ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม ทรงกลม และทรงกระบอกลงในกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมที่เป็นรูปแบบมาตรฐานในการขนส่ง โดยใช้ทฤษฎีการหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆรวมทั้งทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งเป็นหนึ่งในทฤษฎีหลักมาช่วยในการคำนวณและออกแบบโปรแกรมคำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดที่บรรจุลงในกล่อง เพื่อนำมาช่วยในการประกอบการตัดสินใจในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และใน 2556 ได้ศึกษาในหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่องการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม จังหวัดสมุทรสงคราม ของปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ และคณะ[6] โดยวิจัยนี้เพิ่มประสิทธิภาพการเดินทางให้สั้นที่สุด และต้นทุนต่ำ ใช้วิธีการแก้ไขปัญหาลำดับเส้นทางเดินของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) จัดการปัญหาเส้นทางการขนส่งน้ำ จัดส่ง15ตำแหน่ง ลูกค้า28ราย ซึ่งใช้วิธีการแก้ไขปัญหาวีธีฮิวริสติกส์แบบการหาคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics) , วิธีการแก้ปัญหาลำดับเส้นทางสำหรับยานพาหนะอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) และวิธีการคำนวณเส้นทางด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (LINGO) ช่วยคำนวณแก้ปัญหาลำดับเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มและเปรียบเทียบพบว่าวิธีLINGO ให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มที่ระยะทางสั้นที่สุด คือ 40.70 กิโลเมตร และต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด 4,066.80 บาทต่อเดือน และใน 2557 ได้ศึกษาในหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่องการแก้ไขปัญหาลำดับเส้นทางในการซ่อมบำรุงเครื่องมือแพทย์ โดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด:กรณีศึกษา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี ของกนกวรรณ สุภักดี และคณะ [7] โดยวิธีโมติไฟล์อัลกอริทึมแบบประหยัด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางวิธีปัจจุบัน วิธีการจัดกลุ่ม ตามอำเภอ และวิธีการจัดเส้นทางแบบอัลกอริทึมแบบประหยัด ผลการวิจัยพบว่า วิธีโมติไฟล์อัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถลด ค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีปัจจุบัน 42.31% วิธีการจัดกลุ่มตามอำเภอ 8.33% และวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด 3.20% และในปีล่าสุด ได้ศึกษาในหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่องการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งโดยใช้เซฟวิงอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม ของนคร ไชยวงศ์ศักดิ์ และคณะโดยเสนอการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม ใช้การแบ่งพื้นที่บริการแล้วใช้การจัดเส้นทางวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม และนำเส้นทางที่จัดลำดับการขนส่งใหม่โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยให้ปัญหามีขนาดที่เล็กลง สามารถแก้ปัญหาโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะให้คำตอบที่ดีที่สุดคือระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทาง ซึ่งผลจากการศึกษาเส้นทางตัวอย่างจากโซนพื้นที่ที่ 1 จำนวน 6 เส้นทาง การจัดเส้นทางโดยตัวแบบปัญหาของพนักงานขายทำให้ระยะทางลดลงกว่าวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม 4.16 %

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เราศึกษาเกี่ยวกับการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ โดยพิจารณารูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่จะจัดเรียงลงในรถบรรทุก 4 ล้อ, 6 ล้อ และตู้คอนเทนเนอร์ นอกจากนี้ยังศึกษาเกี่ยวกับการหาระยะทางในการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุด โดยนำความรู้ในเรื่องปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) และเลือกใช้วิธี Saving Algorithm มาพิจารณาหาเส้นทาง และใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ เพื่อช่วยในการจัดเรียงสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

- 1) ศึกษาเกี่ยวกับรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 2) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในขนาดต่างๆลงในรถบรรทุก
- 3) ศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนรวมหรือค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งสินค้า
- 4) ออกแบบการจัดเส้นทางรถและจัดจำนวนรถ เพื่อลดปริมาณการขนส่งสินค้าให้เหลือน้อยที่สุด
- 5) พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่างๆและคำนวณหาระยะทางที่เหมาะสมที่สุด

1.3 ขอบเขตของปัญหา

- 1) พิจารณาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงในรถบรรทุก 4 ล้อ, 6 ล้อ และตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งบรรจุภัณฑ์มีขนาดเท่ากัน และไม่คิดปัจจัยอื่นภายนอก
- 2) จะพิจารณาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 3) คำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธี Saving Algorithm และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft visual studio 2010 โดยคำนึงถึงปริมาตรของสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถลดต้นทุนและเวลาในการขนส่งสินค้า
- 2) สามารถลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง เช่น น้ำมัน แก๊ส เป็นต้น
- 3) สามารถกำหนดเส้นทางการขนส่งในแต่ละวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ผู้ใช้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อขนส่งสินค้าให้ได้จำนวนมากที่สุด
- 5) ผู้ทดลองสามารถนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้กับองค์กรอื่นๆได้ด้วย

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลในเรื่องรูปทรงสี่เหลี่ยมแบบต่างๆ
- 2) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์และประเภทรถที่ใช้ในการขนส่งสินค้า
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางหรือต้นทุนในการขนส่งของบริษัท รวมถึงปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละบริษัท
- 4) ศึกษาและพิจารณาสินค้าเพียงบางประเภทที่สนใจศึกษา
- 5) ศึกษาวิธีการจัดเส้นทางการเดินทาง และการจัดจำนวนรถ
- 6) ศึกษาโปรแกรมเพื่อนำมาช่วยในการออกแบบการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์
- 7) ออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และการเดินทาง
- 8) วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้และเปรียบเทียบกับวิธีต่างๆ แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
- 9) สรุปและคำนวณหาค่าใช้จ่ายโดยเลือกเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด
- 10) รวบรวมและจัดทำรายงานโครงงานปัญหาพิเศษ

1.6 ระยะเวลาดำเนินการ

กิจกรรม	ระยะเวลาในการดำเนินการ									
	ปี 2558					ปี 2559				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลทั้งในเรื่องการจัดเรียงรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่างๆ										
2. ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลด้านการขนส่ง										
3. ศึกษาโปรแกรมและอุปกรณ์ที่นำมาช่วยพัฒนาแบบจำลอง										
4. ออกแบบระบบงานและจัดเครื่องมือที่เหมาะสม										
5. จัดทำและดำเนินการตามแบบโครงร่างที่วางไว้										
6. แก้ไขปรับปรุงและเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ จัดทำรายงาน										

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

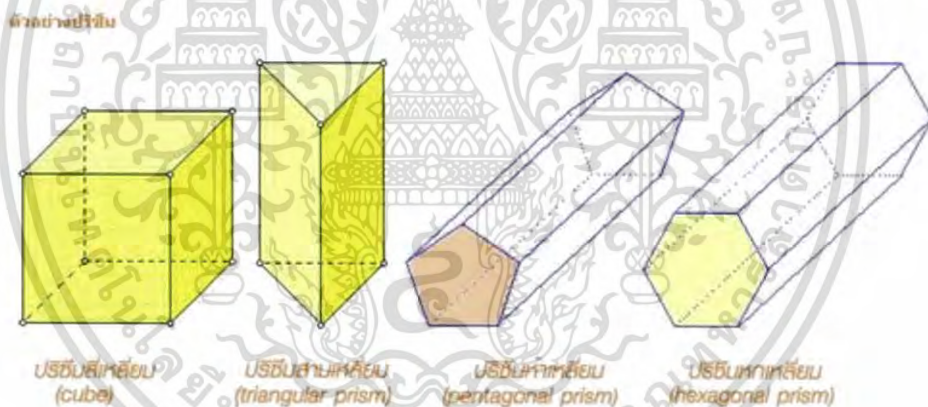
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณหาพื้นที่และปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยม การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ทรงรถประเภทต่างๆ นอกจากนี้ยังนำแนวคิดด้านการจัดเส้นทางยานพาหนะ รวมทั้งยังมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆที่สามารถแก้ปัญหการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะได้

2.1 การหาพื้นที่และปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยม

2.1.1 ปริซึม (prism) คือ ทรงหลายหน้า ที่สร้างจากฐานรูปหลายเหลี่ยมที่เหมือนกันและขนานกันสองหน้า และหน้าด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน พื้นที่หน้าตัดทุกตำแหน่งที่ขนานกับฐานจะเป็นรูปเดิมตลอด ซึ่งปริซึมมีได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับหน้าตัดของรูปนั้นๆ เช่น ปริซึมสี่เหลี่ยม ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมห้าเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม เป็นต้น



รูปที่ 2.1 รูปปริซึมรูปทรงต่างๆ

สูตรคำนวณต่างๆที่เกี่ยวกับปริซึม ดังนี้

ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน $\times$ ความสูง

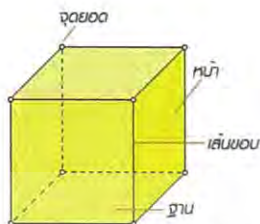
พื้นที่ผิวทั้งหมดของปริซึม = พื้นที่ผิวข้าง + $(2 \times$ พื้นที่หน้าตัด)

พื้นที่ผิวข้างของปริซึม = ความยาวเส้นรอบฐาน $\times$ ความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีนี้จะพิจารณาปริซึมสี่เหลี่ยม ดังนี้

2.1.1.1 ปริซึมสี่เหลี่ยมมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ในกรณีนี้มีหน้าตัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก



รูปที่ 2.2 ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยม = พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม X ความสูง

พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม = กว้าง X ยาว

2.2 ลักษณะมาตรฐานของตู้คอนเทนเนอร์และรถบรรทุก

2.2.1 ตู้คอนเทนเนอร์ เป็นตู้ขนาดมาตรฐานอาจทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียม โดยมีโครงสร้างภายนอกที่แข็งแรงสามารถวางเรียงซ้อนกันได้ไม่น้อยกว่า 10 ชั้น โดยจะมียึด หรือ Slot เพื่อให้แต่ละตู้จะมีการยึดติดกัน โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีประตู 2 บาน ซึ่งจะมีรายละเอียดระบุหมายเลขตู้ (Container Number) น้ำหนักของสินค้าบรรจุสูงสุด ฯลฯ เมื่อปิดตู้แล้วจะมีที่ล็อกตู้ ซึ่งใช้ในการคล้องซีล (Seal) ซึ่งเดิมนั้นเป็นตะกั่ว แต่ปัจจุบันจะเป็น Plastic มีหมายเลขกำกับ สำหรับใช้ในการบ่งชี้สถานะภาพ ซึ่งได้มีการพัฒนาไปถึง Electronic Seal ซึ่งสามารถเข้าไปตรวจสอบทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Tracking) หาตำแหน่งของการเคลื่อนย้ายตู้สินค้า ภายในตู้จะมีพื้นที่สำหรับใช้ในการวางและบรรจุสินค้า ประเภทของตู้สินค้า อาจแบ่งได้เป็น

1. Dry Cargoes เป็นตู้ที่ใส่สินค้าทั่วไปที่มีการบรรจุหีบห่อหรือภาชนะ ต้องเป็นสินค้าที่ไม่ต้องการรักษาอุณหภูมิ โดยสินค้าที่เข้าตู้แล้วจะต้องมีการจัดทำที่กันไม่ให้สินค้าเลื่อนหรือ ขยับ ซึ่งอาจจะใช้ถุงกระดาศที่มีการเป่าลม ที่เรียกว่า Balloon Bags มาวางอัดไว้ในช่องว่างของสินค้ากับตัวตู้ หรืออาจใช้ไม้มาปิดกันเป็นผนังหน้าตู้ ที่เรียกว่า Wooden Partition หากใช้เป็นเชือกในลอนรัดหน้าตู้ก็จะเรียกว่า Lashing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

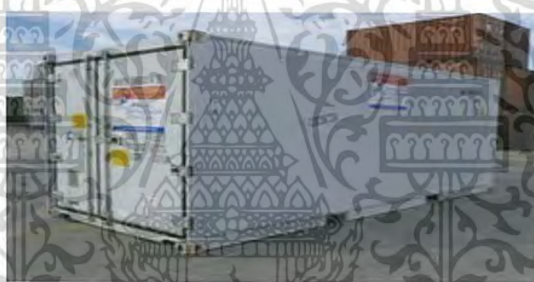


รูปที่ 2.3 คอนเทนเนอร์แบบ Dry Cargoes

ที่มารูปที่ 2.3 :

http://www.cimc.com/res/products_en/container/teus/200912/P020091222613629900233.jpg

2. Refrigerator Cargoes เป็นตู้สินค้าประเภทที่มีเครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิในตัว ซึ่งทำตามมาตรฐานต้องสามารถปรับอุณหภูมิได้อย่างน้อย -18 องศาเซลเซียส โดยเครื่องทำความเย็นนี้อาจจะติดอยู่กับตัวตู้หรือมีปลั๊กใช้กระแสไฟฟ้าเสียบจากนอกตู้ โดยจะต้องมีที่วัดอุณหภูมิแสดงให้เห็นสถานะของอุณหภูมิของตู้สินค้า



รูปที่ 2.4 คอนเทนเนอร์แบบ Refrigerator Cargoes

ที่มารูปที่ 2.4: <http://www.portablerefrigerationstorage.com/images/20-Refrigerated-Container.jpg>

3. Garment Container เป็นตู้สินค้าที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการบรรจุสินค้าที่เป็นเสื้อผ้า โดยมีราวสำหรับแขวนเสื้อ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะใช้กับสินค้าที่เป็น Fashion ซึ่งไม่ต้องการที่จะมีการพับหรือบรรจุใน Packing ซึ่งจะมีผลทำให้เสื้อผ้ามีการยับหรือไม่สวยงาม



รูปที่ 2.5 คอนเทนเนอร์แบบ Garment Container

ที่มารูปที่ 2.5 http://scmo.net/wp-content/uploads/2014/09/garment_container.gif

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Open Top เป็นตู้ซึ่งส่วนใหญ่จะต้องเป็น 40 ฟุต โดยจะออกแบบมาไม่ให้มีหลังคา สำหรับใช้ในการวางสินค้าขนาดใหญ่ เช่น เครื่องจักร ซึ่งไม่สามารถขนย้ายผ่านประตูตู้ได้ จึงต้องขนย้ายโดยการยกส่วนบนของตู้แทน



รูปที่ 2.6 คอนเทนเนอร์แบบ Open Top

ที่มารูปที่ 2.6:

http://www.containerstrade.com/content/images/426s20_Open_Top_Container.jpg

5. Flat-rack เป็นพื้นราบมีขนาดกว้างและยาว ตาม Size ของ Container มาตรฐาน โดยจะเป็นตู้คล้ายกับ Container ที่มีแต่พื้น Platform สำหรับใส่สินค้าที่มีลักษณะเป็นพิเศษ เช่น เครื่องจักร , แท่งหิน , ประติมากรรม , รถแทรกเตอร์ ซึ่งสินค้าเหล่านี้ อาจจะขนส่งด้วยเรือที่เป็น Conventional Ship แต่หากเมื่อขนส่งด้วยเรือระบบ Container แล้วก็ต้องมาวางใน Flat rack เพื่อให้สามารถจัดเรียงกองในรูปแบบที่เป็น Slot ซึ่งเป็นลักษณะของเรือที่เป็น Container



รูปที่ 2.7 คอนเทนเนอร์แบบ Flat-rack

ที่มารูปที่ 2.7: http://www.atscontainers.com/Uploads/Product/Flat_rack_40.jpg

ที่มาข้อมูล 2.2.1: <http://www.ethaitrade.com/blog/303>

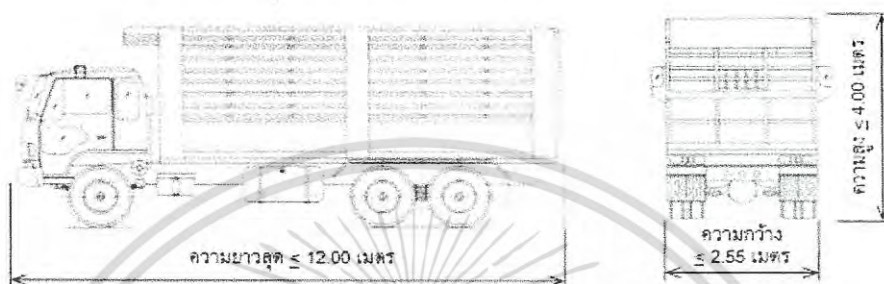
2.2.2 รถบรรทุก

รถบรรทุก คือ “รถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ” ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก จากกฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2524) ได้แบ่งประเภทรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของตาม

เอกสารเป็นเอกสารที่ออกโดยกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ขออนุญาตจากกรมการขนส่งทางบกได้
ลักษณะการใช้งานออกเป็น 9 ลักษณะ ได้แก่ลักษณะ 1) รถกระบะบรรทุก, ลักษณะ 2) รถตู้บรรทุก, ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะ 3) รถบรรทุกของเหลว, ลักษณะ 4) รถบรรทุกวัตถุอันตราย, ลักษณะ 5) รถเฉพาะกิจ, ลักษณะ 6) รถพ่วง, ลักษณะ 7) รถกึ่งพ่วง, ลักษณะ 8) รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว, ลักษณะ 9) รถลากจูง

1) ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9



รูปที่ 2.8 รถบรรทุกลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9

ขนาดสัดส่วนที่กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 กำหนดคือ กว้าง (เมตร) ไม่เกิน 2.55 เมตร และ ตัวถังยื่นเกินขอบทางด้านนอกของกลุ่มเพลาท้ายได้ไม่มากกว่าด้านละ 15 เซนติเมตร, ยาว (เมตร) ไม่เกิน 12.00 เมตร, สูง (เมตร) ไม่เกิน 4.00 เมตร

2) ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 7 (รถกึ่งพ่วง) และ 8 (รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุ

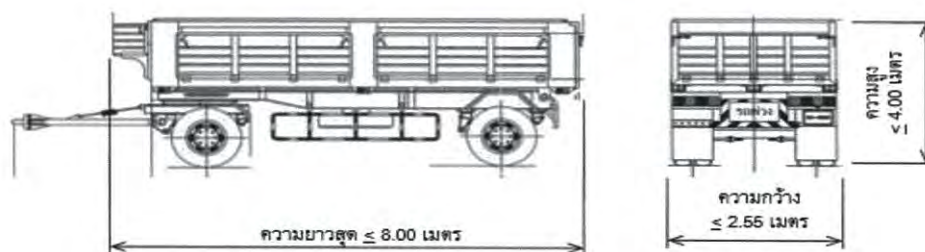
ยาว)



รูปที่ 2.9 รถบรรทุก ลักษณะ 7 และ 8

- ขนาดสัดส่วนที่กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 กำหนดคือ กว้าง (เมตร) ไม่เกิน 2.55 เมตร, ยาว (เมตร) ไม่เกิน 13.60 เมตร, สูง (เมตร) ไม่เกิน 4.00 เมตร ระยะจากสีกพ่วงถึงส่วนท้ายสุด

3) ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 6 (รถพ่วง)



รูปที่ 2.10 รถบรรทุก ลักษณะ 6 (รถพ่วง)

- ขนาดสัดส่วนที่กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 กำหนดคือ กว้าง (เมตร) ไม่เกิน 2.55 เมตร, ยาว (เมตร) ไม่เกิน 8.00 เมตร, สูง (เมตร) ไม่เกิน 4.00 เมตร

ที่มาข้อมูล 2.2.2: กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2552) แก้ไขเพิ่มเติมกฎกระทรวง ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2524)

2.3 รูปแบบการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์

การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์หรือการจัดเรียงลงสู่รถบรรทุกนั้นคือการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนทับกันโดยที่อันบนสุดหรืออันนอกสุดจะถูกหยิบออกก่อนเหมือนกับการปฏิบัติงานของ “สแตค” ที่เป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดเรียงข้อมูลแบบเชิงเส้นที่มีการใส่ข้อมูลเข้า และนำข้อมูลออกเพียงด้านใดด้านหนึ่ง มีกระบวนการทำงานแบบที่เรียกว่า “First In Last Out : FILO” ตัวอย่างที่ดีที่สุดของการจัดเรียงแบบสแตค คือการวางซ้อนกันของจาน ซึ่งจานที่วางก่อนจะอยู่ข้างล่าง และจานที่ถูกวางทีหลังจะอยู่ข้างบน เวลาที่นำจานออกมาใช้ ก็จะใช้ด้านบนสุดก่อน



รูปที่ 2.11 กล่องวางบนพาเลทโดยซ้อนกล่องเป็นชั้นๆ

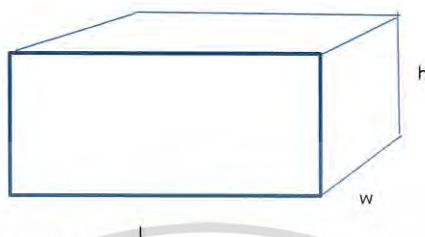
ที่มาข้อมูล 2.3:

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%8B%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99>

เอกสาร <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%8B%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99>) การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงในตู้คอนเทนเนอร์

ในกรณีนี้เราจะพิจารณาเฉพาะรูปทรงปริซึมทรงสี่เหลี่ยม ดังรูป



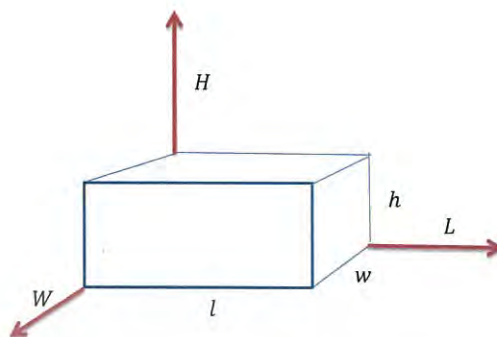
รูปที่ 2.12 กล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

การจัดวางบรรจุภัณฑ์ขนาดเดียวกันลงในตู้คอนเทนเนอร์ เป็นการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ในทุกด้านของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีทั้งหมด 6 แบบ ดังนี้

เมื่อกำหนดให้

- W เป็นความกว้างของตู้คอนเทนเนอร์
- L เป็นความยาวของตู้คอนเทนเนอร์
- H เป็นความสูงของตู้คอนเทนเนอร์
- w เป็นความกว้างของบรรจุภัณฑ์
- l เป็นความยาวของบรรจุภัณฑ์
- h เป็นความสูงของบรรจุภัณฑ์
- N เป็นจำนวนกล่องรวมที่สามารถวางในตู้คอนเทนเนอร์ได้

2.4.1 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (w, l, h)$



รูปที่ 2.13 แสดงการจัดเรียงตามแกน (w, l, h)

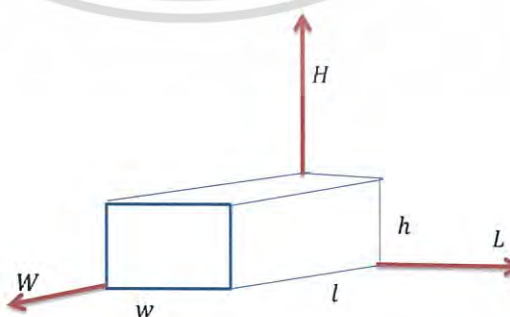
จำนวนกล่องตามด้านกว้าง $N_w = \frac{W}{w}$

จำนวนกล่องตามด้านยาว $N_L = \frac{L}{l}$

จำนวนกล่องตามด้านสูง $N_H = \frac{H}{h}$

ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด $N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right]$

2.4.2 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (l, w, h)$



รูปที่ 2.14 แสดงการจัดเรียงตามแกน (l, w, h)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

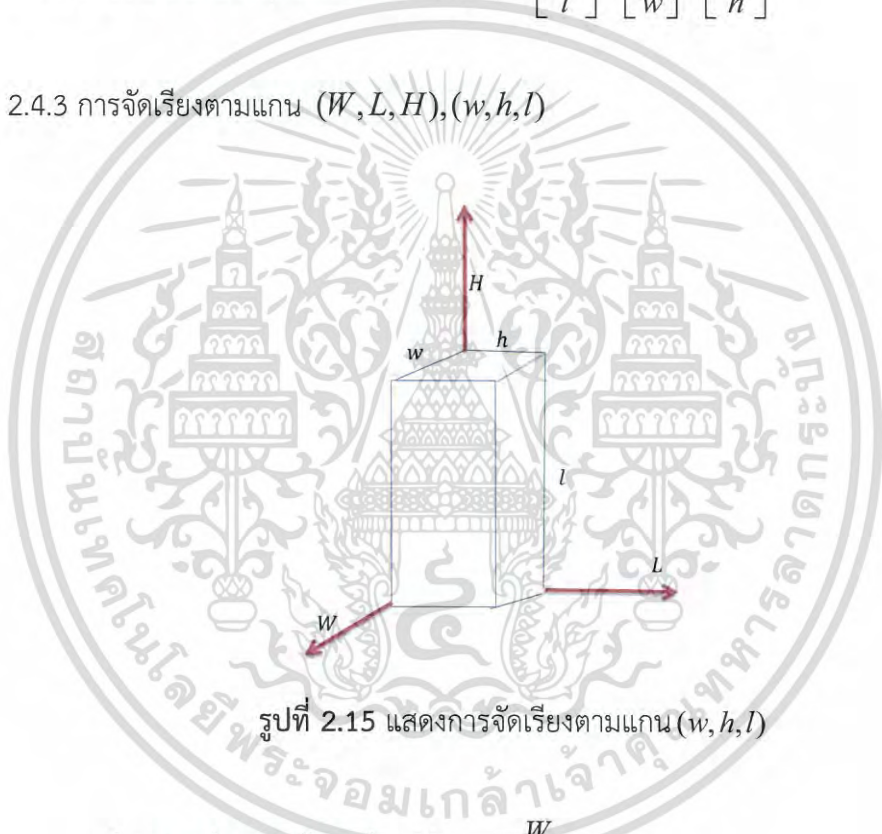
$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{l}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{w}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H}{h}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{l} \right] \times \left[\frac{L}{w} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right]$$

2.4.3 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (w, h, l)$



รูปที่ 2.15 แสดงการจัดเรียงตามแกน (w, h, l)

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{w}$$

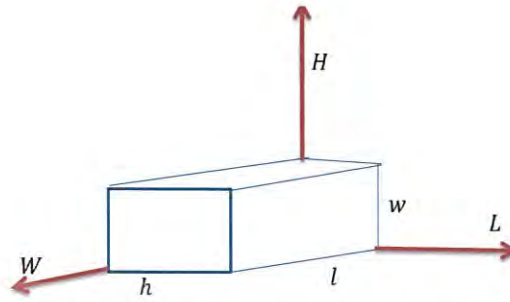
$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{h}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H}{l}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{h} \right] \times \left[\frac{H}{l} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (l, h, w)$



รูปที่ 2.16 แสดงการจัดเรียงตามแกน (l, h, w)

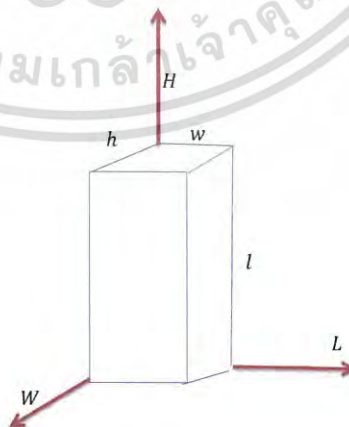
จำนวนกล่องตามด้านกว้าง $N_w = \frac{W}{l}$

จำนวนกล่องตามด้านยาว $N_L = \frac{L}{h}$

จำนวนกล่องตามด้านสูง $N_H = \frac{H}{w}$

ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด $N = \left[\frac{W}{l} \right] \times \left[\frac{L}{h} \right] \times \left[\frac{H}{w} \right]$

2.4.5 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (h, w, l)$



รูปที่ 2.17 แสดงการจัดเรียงตามแกน (h, w, l)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

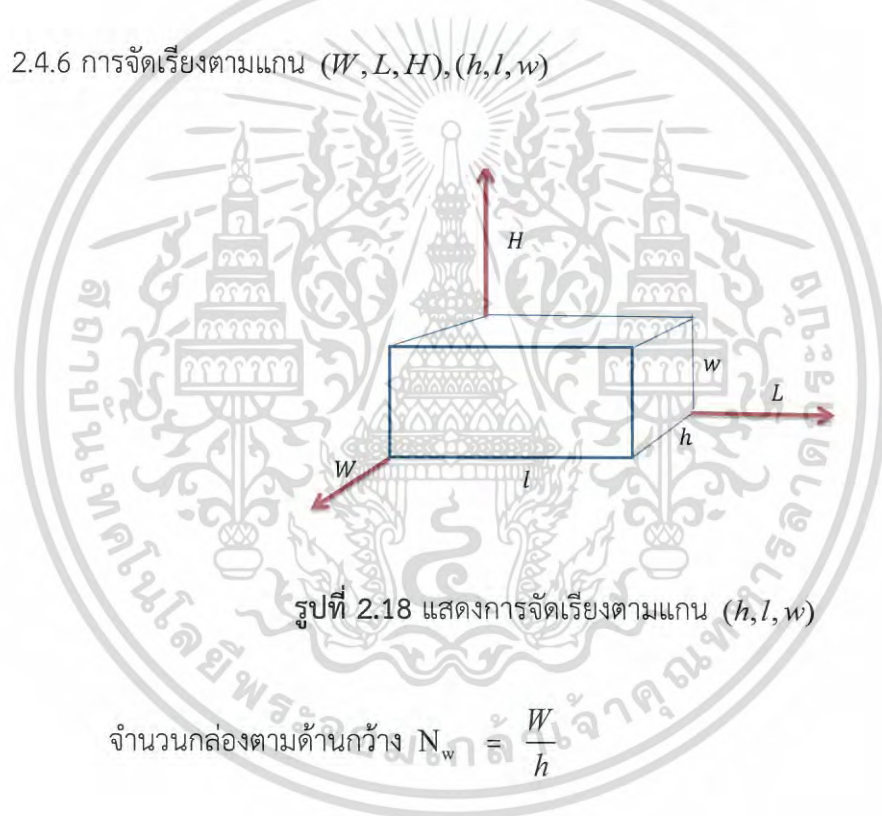
$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{h}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{w}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H}{l}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{h} \right] \times \left[\frac{L}{w} \right] \times \left[\frac{H}{l} \right]$$

2.4.6 การจัดเรียงตามแกน $(W, L, H), (h, l, w)$



รูปที่ 2.18 แสดงการจัดเรียงตามแกน (h, l, w)

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{h}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{l}$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H}{w}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{h} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{w} \right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ประเภทรถของบริษัท มั่งมี จำกัด

ประเภทรถ	ขนาด			รับน้ำหนักสินค้า ได้ (กิโลกรัม)
	ยาว (มิลลิเมตร)	กว้าง (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)	
container 40'Dry	11900	2280	2280	26000
รถบรรทุก 6 ล้อ	7200	2300	2400	5000
รถบรรทุก 4 ล้อ	3200	1600	2000	3000

ตารางที่ 2.1 ประเภทรถของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 2.19 container 40'Dry

ที่มารูปที่ 2.19: http://www.laroma-plascon.com/upload/images/Image/3452023_orig.jpg



รูปที่ 2.20 รถบรรทุก 6 ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 รถบรรทุก 4 ล้อ

2.6 ขนาดของกล่อง พาเลท และแร็คของบริษัท มั่งมี จำกัด

2.6.1 กล่อง

ขนาดกล่องบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์มีหลากหลายขนาด ดังนั้นผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างกล่องบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์ที่นิยมใช้ในบริษัท มั่งมี จำกัด ดังตารางข้างล่างนี้

ลำดับ	รหัสสินค้า	ขนาด			น้ำหนักสูงสุด ต่อกล่อง (กิโลกรัม)
		ยาว (มิลลิเมตร)	กว้าง (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)	
1	IMC010	140	240	120	15
2	IMC020	140	240	240	15
3	IMC030	280	240	120	15
4	IMC040	280	240	240	15
5	IMC050	280	480	120	15
6	IMC060	280	480	240	15
7	IMC070	560	240	120	15
8	IMC080	560	240	240	15
9	IMC090	560	480	120	15
10	IMC100	560	480	240	30
11	IMC110	560	480	480	60
12	IMC120	560	960	120	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รหัสสินค้า	ขนาด			น้ำหนักสูงสุด ต่อกล่อง (กิโลกรัม)
		ยาว (มิลลิเมตร)	กว้าง (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)	
12	IMC120	560	960	120	30
13	IMC130	560	960	240	60
14	IMC133	560	960	280	60
15	IMC136	560	960	360	60

ตารางที่ 2.2 ขนาดกล่องของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 2.22 กล่องบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์

2.6.2 พาเลท

ขนาดพาเลทโดยส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ของบริษัทมั่งมี จำกัด

ประเภทพาเลท	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)
พาเลทไม้	1,140	980	123

ตารางที่ 2.3 ขนาดพาเลทของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 2.23 พาเลทไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในองค์กรซึ่งหากหน่วยงานใดไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 แร็ค

ประเภทของแร็คขนาดต่างๆ แร็คที่บริษัทมั่งมี จำกัด นิยมใช้ดังตารางข้างล่างนี้

ประเภทแร็ค	ขนาด		
	กว้าง (มิลลิเมตร)	ยาว (มิลลิเมตร)	สูง (มิลลิเมตร)
G-Tech	1,140	1,520	1,020
G-Tech	1,140	1,890	935
Yorozu	1,550	1,120	1,140
Ingress	1,100	1,100	120

ตารางที่ 2.4 ประเภทของแร็คในบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 2.24 แร็คสำหรับบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์

จากข้อมูลขนาดของกล่อง พาเลทและแร็คของบริษัท มั่งมี จำกัด ต้องการออกแบบการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงในรถบรรทุกหรือตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อให้ได้จำนวนกล่องมากที่สุด โดยปัญหาพิเศษนี้สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้ทั้งหมด 2 แบบ ซึ่งจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดเรียง

ตัวอย่างการจัดเรียงกล่อง รหัส IMC010

pallet = (W,L,H) = (980,1140,2157)

IMC010 = (w,l,h) = (140,240,120)

หมายเหตุ

1. ความสามารถในการซ้อนทับของรหัส IMC010 คือ 8
2. ขนาดของคอนเทนเนอร์เมื่อวาง pallet

การจัดเรียงในแบบที่ 1

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{w} = \frac{980}{240} = 4$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{l} = \frac{1140}{140} = 8$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = 8$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 25$$

การจัดเรียงในแบบที่ 2

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W}{w} = \frac{980}{140} = 7$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L}{l} = \frac{1140}{240} = 4$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H}{h} = 8$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 224$$

สรุปได้ว่าการจัดเรียงในแบบที่ 1 สามารถจัดเรียงสินค้าได้มากกว่า คือ 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการจัดเรียงแร็ค รหัส G-Tech1

G-Tech1 = (w,l,h)=(1140,1520,1020)

รถบรรทุก 6 ล้อ = (W₁,L₁,H₁) = (7200,2300,2400)

รถบรรทุก 4 ล้อ = (W₂,L₂,H₂) = (3200,1800 ,2150)

สมมติ ต้องการขนส่งสินค้ารหัส G-Tech1 เป็นจำนวน 100 ชิ้น

การจัดเรียงในแบบที่ 1 ในรถบรรทุก 6 ล้อ

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W_1}{w} = \frac{7200}{1140} = 6$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L_1}{l} = \frac{2300}{1520} = 1$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H_1}{h} = \frac{2400}{1020} = 2$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 12$$

การจัดเรียงในแบบที่ 2 ในรถบรรทุก 6 ล้อ

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W_1}{w} = \frac{7200}{1520} = 4$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L_1}{l} = \frac{2300}{1140} = 2$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H_1}{h} = \frac{2400}{1020} = 2$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 16$$

สรุปได้ว่า การจัดเรียงแบบที่ 2 ในรถบรรทุก 6 ล้อ สามารถจัดเรียงได้มากกว่าการจัดเรียงแบบที่ 1 จากต้องการส่งสินค้ารหัส G-Tech1 เป็นจำนวน 100 แร็ค จะต้องใช้จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ

$100 \div 16 = 6$ คัน ดังนั้น เหลือจำนวนสินค้ารหัส G-Tech1 เป็นจำนวน $100 - (16 \times 6) = 4$ แร็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเรียงในแบบที่ 1 ในรถบรรทุก 4 ล้อ

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W_2}{w} = \frac{1600}{1140} = 1$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L_2}{l} = \frac{3200}{1520} = 2$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H_2}{h} = \frac{2000}{1020} = 1$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 2$$

การจัดเรียงในแบบที่ 2 ในรถบรรทุก 4 ล้อ

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านกว้าง } N_w = \frac{W_2}{w} = \frac{1600}{1520} = 1$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านยาว } N_L = \frac{L_2}{l} = \frac{3200}{1140} = 2$$

$$\text{จำนวนกล่องตามด้านสูง } N_H = \frac{H_2}{h} = \frac{2000}{1020} = 1$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนกล่องบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด } N = \left[\frac{W}{w} \right] \times \left[\frac{L}{l} \right] \times \left[\frac{H}{h} \right] = 2$$

สรุปได้ว่า การจัดเรียงทั้งสองรูปแบบมีค่าเท่ากัน

ดังนั้น ต้องใช้จำนวนรถบรรทุก 4 ล้อ คือ $4 \div 2 = 2$ คัน แต่หากใช้รถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 2 คัน เป็นการสิ้นเปลืองเวลา

ฉะนั้นสินค้ารหัส G-Tech1 เป็นจำนวน 100 แร็ค ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ทั้งหมด 7 คัน

2.7 ความรู้พื้นฐานด้านการขนส่ง

2.7.1 ความหมายของการขนส่ง

คำว่า “การขนส่ง (Transportation)” หมายถึง การเคลื่อนย้ายคน (People) สินค้า (Goods) หรือบริการ (Services) จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ในกรณีของการเคลื่อนย้ายคนนั้นจะเป็นเรื่องของการขนส่งผู้โดยสารเสียเป็นส่วนใหญ่ในบริบทของหลักสูตรการจัดการการขนส่งนี้จะเน้นที่การขนส่งสินค้าหรือบริการเป็นสำคัญ

2.7.2 เป้าหมายหลักของการขนส่ง

- 1) เพื่อลดต้นทุน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการจัดการด้านโลจิสติกส์ รวมทั้งการขนส่งด้วย ซึ่งอาจจะเป็นค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าแรงงาน ระยะเวลา หรือค่าบำรุงรักษา
- 2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการทำงาน เมื่อมีการจัดการการขนส่งที่ดีด้วยจำนวนทรัพยากรที่เท่าเดิม ประสิทธิภาพการทำงานจะสูงขึ้น เช่น จำนวนรถบรรทุกและพนักงานเท่าเดิมแต่ส่งสินค้าให้ลูกค้าได้มากขึ้น เป็นต้น
- 4) เพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า ทำให้ส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ถ้ามีการจัดการการขนส่งที่ดี
- 5) เพื่อเพิ่มรายได้ เมื่อมีการจัดการการขนส่งที่ดีจะสามารถสร้างรายได้เพิ่มให้แก่บริษัท ไม่ว่าจะเป็นจากกลุ่มลูกค้าเดิมที่ยอมจ่ายแพงขึ้นเพื่อแลกกับบริการที่รวดเร็วขึ้นพิเศษขึ้นหรือละเอียดถูกต้องมากขึ้นหรือรายได้จากกลุ่มลูกค้าใหม่ที่เข้ามาใช้บริการ
- 6) เพื่อเพิ่มกำไร โดยจะมองว่ากำไรที่ได้จากการจัดการขนส่งลดต้นทุนลง เป็นการพิจารณาสองทางไปพร้อมๆ กัน คือสร้างรายได้เพิ่มและลดต้นทุน

2.7.3 รูปแบบการขนส่งสินค้า

การขนส่งในประเทศไทยมีอยู่ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย

1. การขนส่งทางบก (Land Transportation) สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1.1 การขนส่งทางถนน (Road Transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีปริมาณสูงที่สุด และเป็นรูปแบบการขนส่งหลักที่หล่อเลี้ยงสังคมและชุมชนมาโดยตลอด การขนส่งทางถนนกระทำได้โดยการใช้อัตรรถบรรทุก 4 ล้อ 6 ล้อ 10 ล้อ หรือมากกว่า 10 ล้อ เป็นยานพาหนะในการเคลื่อนย้ายสินค้า อาจกล่าวได้ว่าสินค้าทุกชนิดสามารถขนส่งได้โดยการขนส่งทางถนน

1.2 การขนส่งทางราง (Rail Transportation) เป็นรูปแบบการเดินทางที่อยู่คู่สังคมไทยมา นับตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 สินค้าที่ขนส่งทางรางมักจะเป็นสินค้าที่มีการขนย้ายคราวละมากๆ เช่น ข้าว น้ำตาล ปูนซีเมนต์ ถ่านหิน ก๊าซและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การขนส่งทางน้ำ (Water Transportation) เป็นการขนส่งที่มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุดในบรรดาทางเลือกการขนส่งทั้งหมด ซึ่งไม่จำเป็นต้องสร้างเส้นทางขึ้นมา โดยอาศัยเพียงเส้นทางที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติเป็นสำคัญเช่น คลอง แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร อย่างไรก็ตามการขนส่งทางน้ำเป็นการขนส่งที่ช้าที่สุด ดังนั้นจึงเหมาะกับสินค้าที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาส่งมอบสินค้า มักจะเป็นสินค้าที่มีมูลค่าต่อหน่วยต่ำและขนส่งในปริมาณมากๆ เช่น วัสดุก่อสร้างจำพวกอิฐ, หิน, ปูน, หิน, ทราย เป็นต้น

3. การขนส่งทางอากาศ (Air Transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ได้ไกลที่สุดและรวดเร็วที่สุด แต่มีต้นทุนต่อหน่วยแพงที่สุด ซึ่งจำเป็นต้องก่อสร้างโครงสร้างสาธารณูปโภคจำนวนมากเพื่อรองรับรูปแบบการขนส่งทางอากาศทั้งระบบ อีกทั้งต้องอาศัยระบบขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อให้นำสินค้าไปถึงลูกค้าที่ปลายทางตามพื้นที่ต่างๆ ได้

4. การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transportation) เป็นระบบการขนส่งที่มีลักษณะเฉพาะเนื่องจากสินค้าที่ขนส่งต้องอยู่ในรูปของเหลว เป็นการขนส่งทางเดียวจากแหล่งผลิตไปยังปลายทาง ไม่มีการขนส่งเที่ยวกลับสินค้าที่นิยมขนส่งทางท่อ ได้แก่ น้ำ น้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ

จากรูปแบบการขนส่งสินค้าข้างต้นนี้ งานวิจัยฉบับนี้จะเน้นการขนส่งทางบก โดยเฉพาะการขนส่งทางถนนเป็นหลัก ซึ่งการขนส่งทางถนนนี้ทางผู้วิจัยจะใช้รถบรรทุก 4 ล้อ 6 ล้อ และตู้คอนเทนเนอร์เป็นยานพาหนะในการขนส่งสินค้า

2.8 ปัญหาการออกแบบด้านการขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem : VRP) เป็นปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ซึ่งเป็นการออกแบบเส้นทางเดินรถในแต่ละคันให้มีความเหมาะสมที่สุดทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายและ ข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ปริมาณความจุของรถบรรทุก เวลาในการเดินรถ เวลาในการขนส่งสินค้าขึ้น หรือลงจากรถ โดยที่ทราบปริมาณสินค้าและตำแหน่งของลูกค้าในแต่ละราย โดยมีข้อจำกัดว่าปริมาณสินค้าที่จัดส่งหรือไปรับต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกสูงสุดของรถขนส่งนั้นๆ และลูกค้าแต่ละรายจะได้รับหรือจ่ายสินค้าจากการขนส่งสินค้าจากคันเดียวหรือหลายคันก็ได้

Golden et al. (1977) ได้เสนอปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ซึ่งมีปริมาณความต้องการแตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไขคือ ระยะทางต่ำที่สุด และทุกๆ ยานพาหนะจะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้ากลาง โดยมีข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและระยะเวลาสูงสุดในการขนส่งหนึ่งรอบของเส้นทางจัดส่ง ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัดในระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง จะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem : VRP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ทฤษฎีการจัดเส้นทางขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางที่เหมาะสมมีพื้นฐานเริ่มจากการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่อยู่ตามจุดต่าง ๆ โดยอาจมีข้อจำกัดด้านปริมาณการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และระยะทางรวมของการขนส่งในแต่ละเที่ยว การแก้ปัญหาดังกล่าวเริ่มจากการจำแนกรูปแบบปัญหา และข้อจำกัดของปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้มีการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางไว้มากมาย แต่ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับปัญหาพิเศษนี้สามารถจำแนกประเภทของปัญหาได้ 2 ประเภทดังนี้

1) ปัญหาการเดินทางของเซลส์แมน (Traveling Salesman Problem: TSP) เป็นการจัดเส้นทางขนส่งโดยให้มีการขนส่งสินค้าจากบริษัทไปยังลูกค้าทุกรายให้มีระยะทางรวมในการขนส่งที่น้อยที่สุด โดยรวมระยะทางการเดินทางของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้ากลับมายังบริษัทด้วย

2) ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าโดยหาจำนวนพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมกับปริมาณสินค้าพร้อมทั้งหาเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม ภายใต้ข้อกำหนดในเรื่องของค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด

2.8.2 เทคนิคของการหาคำตอบการจัดเส้นทางยานพาหนะ

เทคนิคการหาคำตอบของปัญหาสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

2.8.2.1 เทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)

วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดนี้จะได้อาคำตอบที่ดีที่สุด โดยมีพื้นฐานมาจาก Mathematical Programming แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณมาก และใช้เวลาในการคำนวณสูงซึ่งถ้าเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ อาจไม่สามารถทำได้ในเชิงปฏิบัติ เทคนิคที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ที่รู้จักกันดี คือ Branch and Bound ซึ่งประยุกต์กับปัญหาที่มีคำตอบเป็นจำนวนเต็มบวกซึ่งเรียกว่าปัญหา Integer Programming เนื่องจากคำตอบที่เป็นไปได้จะประกอบด้วยค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการใช้หรือการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ อย่างมีประสิทธิภาพเป้าหมายเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรเรียกว่า ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) กำหนดในเทอมการหาค่าสูงสุดหรือการหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน โดยมีข้อจำกัดในการใช้ทรัพยากร อันได้แก่ กำลังคน เงินทุน วัตถุดิบ เครื่องจักร ฯลฯ

2.8.2.2 เทคนิคการหาคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมมากที่สุด (Near Optimal Solution)

การหาคำตอบประเภทนี้ ใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้าช่วย มีวิธีที่สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี โดยคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้น วิธีนี้จึงได้รับความนิยมมากกว่าวิธีแบบแม่นยำ (Exact Solution) เพราะความยุ่งยากในการคำนวณมีน้อย สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็วกว่า ใช้เนื้อที่ในการประมวลผลและหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์น้อยกว่า และสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่า

ปัญหาพิเศษนี้ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะมาใช้วิเคราะห์การออกแบบเส้นทางที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุด เพื่อการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ

2.9 แนวคิด Milk run

ระบบการขนส่งแบบ Milk Run มุ่งเน้นให้เกิดการขนส่งชิ้นงานในปริมาณน้อยแต่หลายเที่ยว โดยแนวคิดนี้เลียนแบบมาจากระบบการขนส่งนมในสหรัฐอเมริกาโดยที่ในทุกๆเช้าของวันฟาร์มนมจะจัดรถรับ-ส่งนมไปจอดรออยู่ที่หน้าบ้านในแต่ละหลัง ที่มีการนำขวดนมเปล่ามาวางไว้หน้าบ้านตามจำนวนที่ต้องการเพื่อเป็นสัญลักษณ์ว่าบ้านหลังนี้ต้องการรับนมจำนวนกี่ขวด หลังจากนั้นรถรับ-ส่งนมจะนำขวดนมใหม่มาเปลี่ยนให้กับลูกค้า แล้วทำการเก็บขวดนมเปล่ากลับขึ้นรถไปยังฟาร์มนม ซึ่งจะเป็นอย่างนี้ในตอนเช้าของทุกวัน

ปัจจุบันการจัดส่งหรือหน่วยงานด้านการขนส่งในระบบอุตสาหกรรมนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบด้วยกันคือ

1. ระบบ Milk Run คือ ระบบที่บริษัทผู้ผลิต (Manufacturer) จัดรถบรรทุกมารับวัตถุดิบ-สินค้าของบริษัทของผู้จัดหาวัตถุดิบ-สินค้า (Supplier) เอง ซึ่งบริษัทผู้ผลิตที่ริเริ่มใช้ระบบนี้แห่งแรกคือ บริษัท โตโยต้า จำกัด แบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้

1.1 รวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายหรือคลังสินค้าหลายแห่ง และส่งให้กับลูกค้าแต่ละราย



รูปที่ 2.25 Milk Run 1

1.2 รวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละรายหรือคลังสินค้าแต่ละแห่ง และส่งให้กับลูกค้าหลายราย



รูปที่ 2.26 Milk Run 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 รวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายหรือคลังสินค้าหลายแห่ง และส่งให้กับลูกค้าหลายราย



รูปที่ 2.27 Milk Run 3

ที่มารูปภาพ milk run https://fbexternal-a.akamaihd.net/safe_image.php?d=AQAqT-HM3sUQiiCx&w=158&h=158&url=http%3A%2F%2Fwww.logisticafe.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2009%2F08%2Fmilk_run.png&cfs=1&upscale=1

2. ระบบ Non Milk Run คือ ระบบที่ผู้จัดหาวัตถุดิบ-สินค้า (Supplier) จะจัดส่งวัตถุดิบ-สินค้าไปให้กับบริษัทผู้ผลิต (Manufacturer) เอง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้ผลิตส่วนมากจะนิยมใช้ระบบนี้



รูปที่ 2.28 การขนส่งแบบ milk run

ที่มารูปที่ 2.28:

<http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=8910§ion=9&rcount=Y>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 แนวคิดอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm)

Clarke and Wright 1964 ได้นำเสนออัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) โดยพิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับความต้องการของลูกค้าหลายแห่ง ยานพาหนะมีความจุหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียว ซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งของยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

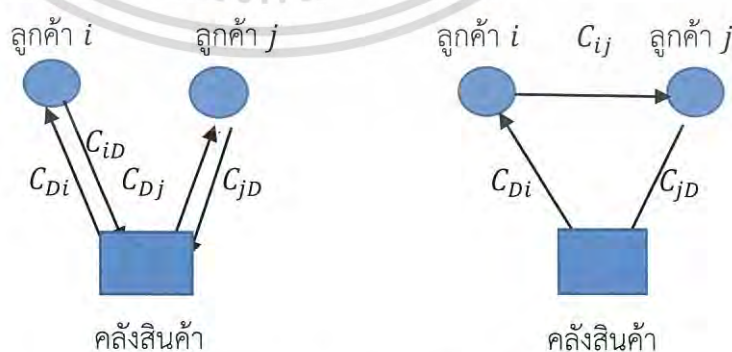
1. สร้างเมทริกซ์ระยะทาง
2. คำนวณค่าระยะทางการขนส่งสินค้า (Saving Cost) ระหว่างลูกค้า 2 คน คือลูกค้า i และลูกค้า j จากสมการ $S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$ โดยที่ $i, j = 1, 2, \dots, n$ และ $i \neq j$ กำหนดให้

S_{ij} = ค่าความประหยัดของระยะทางในการขนส่งสินค้าระหว่างลูกค้า 2 คน คือ ลูกค้า i และลูกค้า j

C_{i0} = ระยะทางในการขนส่งสินค้าระหว่างคลังสินค้าและลูกค้า i และคลังสินค้า

C_{0j} = ระยะทางในการขนส่งสินค้าระหว่างคลังสินค้าและลูกค้า j

C_{ij} = ระยะทางในการขนส่งสินค้าระหว่างลูกค้า i และลูกค้า j
3. เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย
4. สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมจุดลูกค้า i และลูกค้า j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน
5. ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด



รูปที่ 2.29 การส่งสินค้า แบบ 1 เทียบ ต่อ 1 ลูกค้า

จากรูปที่ 2.29 ถ้าใช้รถ 1 คัน วิ่งส่งสินค้าให้ลูกค้า 2 รายคือลูกค้า i และลูกค้า j ในเที่ยวเดียวกันระยะทางทั้งหมดจะลดลงเท่ากับ

$$S(i,j) = [2C(i,0) + 2C(0,j)] - [C(i,0) + C(i,j) + C(0,j)] \\ = C(i,0) + C(0,j) - C(i,j)$$

ค่า Saving $S(i,j)$ ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้ หากระยะทางระหว่างลูกค้าใด ทำให้เกิดค่า Saving สูงก็หมายความว่า สามารถลดระยะทางได้มาก

ตัวอย่าง จงพิจารณาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของลูกค้าทั้งหมด 5 ราย และระยะทางระหว่างลูกค้าทั้งหมด 5 ราย มีดังตารางข้างล่างนี้

	0	1	2	3	4	5
0	-	28	31	20	25	34
1	28	-	21	29	26	20
2	31	21	-	38	20	32
3	20	29	38	-	30	27
4	25	26	20	30	-	25
5	34	20	27	27	25	-

ตารางที่ 2.5 แสดงระยะทาง (หน่วย: กิโลเมตร)

ความต้องการของลูกค้าดังตารางข้างล่างนี้ โดยความจุของยานพาหนะ 100 กิโลกรัม

ลูกค้า	ปริมาณสินค้า (กิโลกรัม)
1	37
2	35
3	30
4	25
5	32

ตารางที่ 2.6 แสดงปริมาณความต้องการของลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน 1 การคำนวณค่าอัลกอริทึมแบบประหยัด

$$\text{จากสมการ } S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

S_{ij}	i	j	C_{i0}	C_{0j}	C_{ij}	Saving Value
S_{12}	1	2	28	31	21	38
S_{13}	1	3	28	20	29	19
S_{14}	1	4	28	25	26	27
S_{15}	1	5	28	34	20	42
S_{23}	2	3	31	20	38	13
S_{24}	2	4	31	25	20	36
S_{25}	2	5	31	34	32	33
S_{34}	3	4	20	25	30	15
S_{35}	3	5	20	34	27	27
S_{45}	4	5	25	34	25	34

ตารางที่ 2.7 แสดงค่า Savings Value

หมายเหตุ: $S_{ij} = S_{ji}$

ขั้นตอน 2 เรียงค่า S_{ij} จากมากไปน้อย

จะได้ $S_{15}, S_{12}, S_{24}, S_{45}, S_{25}, S_{14}, S_{35}, S_{13}, S_{34}, S_{23}$

สรุปได้ว่า 1. 0-1-5-3-0 = 69 กิโลกรัม

2. 0-2-4-0 = 36 กิโลกรัม

ระยะทางของเส้นทาง 1. $28 + 20 + 27 + 20 = 95$ กิโลเมตร

2. $31 + 20 + 25 = 76$ กิโลเมตร

ดังนั้น ระยะทางรวมทั้งหมด $95 + 76 = 171$ กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายการวิเคราะห์และการออกแบบปัญหาพิเศษ โดยอธิบายขั้นตอนการออกแบบถึงที่ทำการจัดเรียงบรรณภัณฑ์รูปทรงปริซึมทรงสี่เหลี่ยม รวมถึงการวางแผนการออกแบบเส้นทางการเดินรถของการขนส่งสินค้า เพื่อพัฒนาโปรแกรมแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

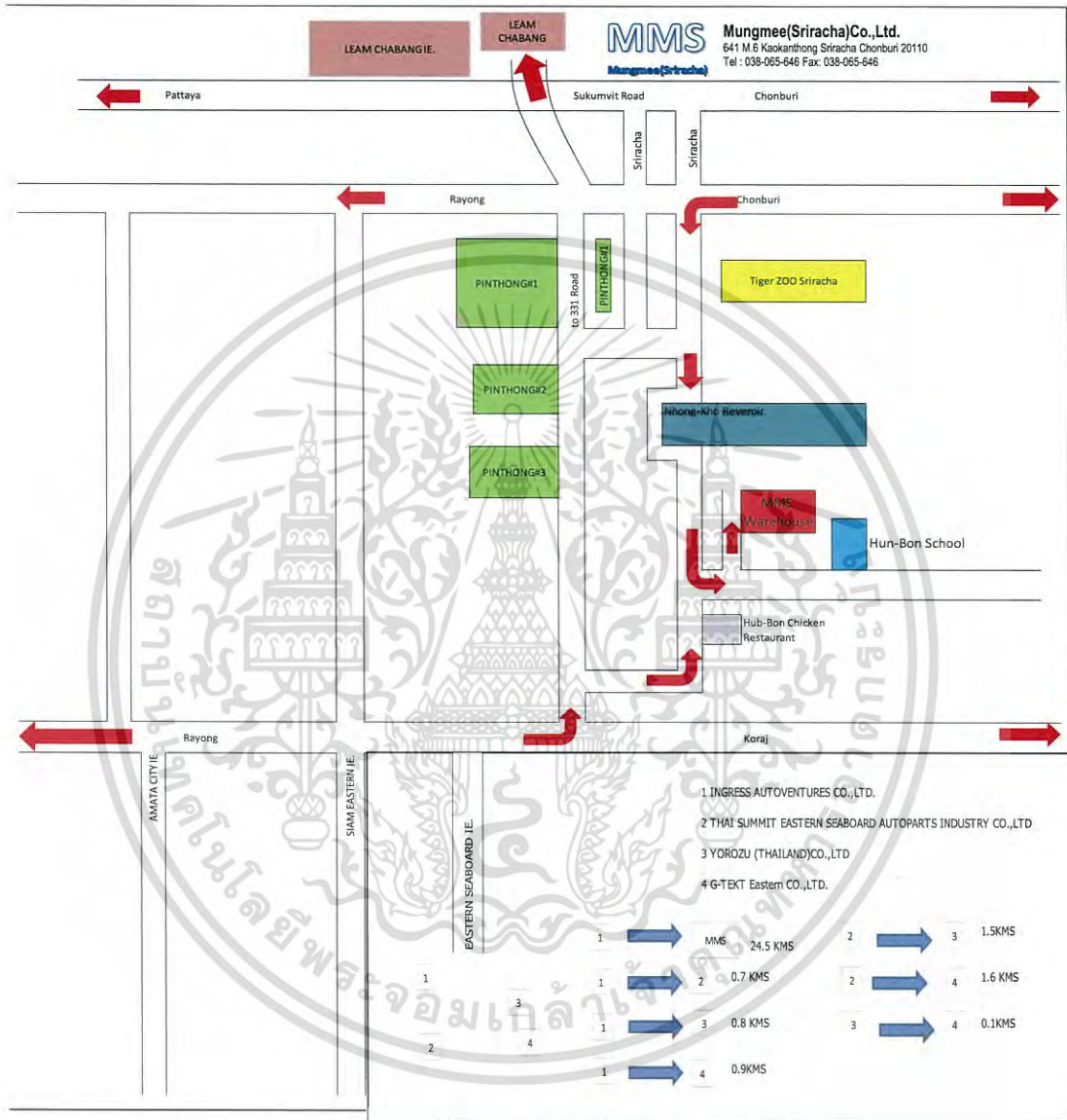
โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิจัยเพื่อจัดเรียงบรรณภัณฑ์และแก้ปัญหาการเดินรถของบริษัทขนส่งส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง

3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยการสัมภาษณ์หรือสอบถามจากเจ้าของบริษัทขนส่งส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งโดยตรง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ หนังสือ บทความ วารสาร เอกสารประกอบการเรียน ข้อมูลทาง Internet รวมถึงข้อมูลอื่นๆจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 รายละเอียดข้อมูลและระยะทางของบริษัท มั่งมี จำกัด

3.2.1 รายละเอียดข้อมูลของบริษัท มั่งมี จำกัด จากคลังสินค้าไปยังบริษัทต่างๆ



รูปที่ 3.1 ภาพแผนที่แสดงคลังสินค้าของบริษัท มั่งมี จำกัด

จากรูปที่ 3.1

คลังสินค้า คือ MMS Warehouse

จุดที่ 1 คือ INGRESS AUTOVENTURES CO.,LTD.

จุดที่ 2 คือ THAI SUMMIT EASTERN SEABOARD AUTOPARTS INDUSTRY

จุดที่ 3 คือ YOROZU (THAILAND) CO.,LTD

จุดที่ 4 คือ G-TEKT EASTERN CO.,LTD.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 รายละเอียดระยะทาง

บริษัท มั่งมี จำกัด เป็นบริษัทเกี่ยวกับชิ้นส่วนรถยนต์ โดยจะรับชิ้นส่วนรถยนต์ และ จัดแพ็ค ลงกล่องเพื่อขนส่งสินค้าไปบริษัทต่างๆดังนี้ ซึ่งจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง ระหว่างคลังสินค้าของบริษัท มั่งมี จำกัด กับบริษัทต่างๆ และระยะทางระหว่างบริษัทต่างๆ ดังนี้

	คลังสินค้า	INGRESS AUTOVENTU	THAI SUMMIT EASTERN	YOROZU (THAILAND)	G-TEKT EASTERN
คลังสินค้า	0	24.5	25.2	25	25.1
INGRESS AUTOVENTU	24.5	0	0.7	0.8	0.9
THAI SUMMIT EASTERN	25.2	0.7	0	1.5	1.6
YOROZU (THAILAND)	25	0.8	1.5	0	0.1
G-TEKT EASTERN	25.1	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะทาง (กิโลเมตร)

กำหนดให้ ความจุของยานพาหนะเท่ากับ 5000 กิโลกรัม

ลูกค้า	ปริมาณสินค้า (กิโลกรัม)
1	1000
2	1500
3	800
4	1800

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงปริมาณสินค้าของลูกค้า

จากข้อมูลระยะทางและปริมาณสินค้าของบริษัท มั่งมี จำกัด โดยต้องการออกแบบเส้นทางเดินรถจากคลังสินค้าไปยังบริษัทต่างๆ เพื่อให้ได้ระยะทางรวมน้อยที่สุด และจัดเส้นทางยานพาหนะให้เหมาะสม

จากปัญหาของงานวิจัยนี้ พบว่าสอดคล้องกับรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem, VRP) จึงนำวิธีฮิวริสติกส์ แบบ Saving Algorithm มาช่วยในการหาคำตอบด้านการคำนวณเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุด โดยไม่ต้องคำนวณทุกเส้นทางที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งวิธีนี้ช่วยลดความซับซ้อนในการคำนวณได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม การนำวิธีนี้ไปใช้จริงยังต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ของปัญหาจริง เช่น ความจุของยานพาหนะ เวลาในการเดินทาง และต้นทุนการดำเนินงาน เป็นต้น

3.3 วิธีป้จจุบันของบริษัท (Milk run)

จากตารางที่ 3.3 กำหนดให้

- จุดที่ 0 แทน คลังสินค้า MMS
- จุดที่ 1 แทน INGRESS AUTOVENTURES CO.,LTD.
- จุดที่ 2 แทน THAI SUMMIT EASTERN SEABOARD AUTOPARTS INDUSTRY
- จุดที่ 3 แทน YOROZU (THAILAND) CO.,LTD
- จุดที่ 4 แทน G-TEKT EASTERN CO.,LTD.

เขียนเป็นตารางได้ ดังนี้

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25	25.1
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25	0.8	1.5	0	0.1
4	25.1	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงระยะทาง (กิโลเมตร)

ขั้นตอนที่ 1 จากจุด 0 ไปยัง จุดที่ 1

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25.3	25.4
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25.3	0.8	1.5	0	0.1
4	25.4	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 1 เป็นจุดถัดไป

ขั้นตอนที่ 2 จะได้ว่า จากจุดที่ 1 ไปยัง จุดที่ 2

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25.3	25.4
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25.3	0.8	1.5	0	0.1
4	25.4	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 2 เป็นจุดถัดไป

ขั้นตอนที่ 3 จากจุดที่ 2 ไปยัง จุดที่ 3

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25.3	25.4
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25.3	0.8	1.5	0	0.1
4	25.4	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 3 เป็นจุดถัดไป

ขั้นตอนที่ 4 จากจุดที่ 3 ไปยัง จุดที่ 4

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25.3	25.4
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25.3	0.8	1.5	0	0.1
4	25.4	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 4 เป็นจุดถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 จากจุดที่ 4 กลับไปยังคลังสินค้า

	0	1	2	3	4
0	0	24.5	25.2	25.3	25.4
1	24.5	0	0.7	0.8	0.9
2	25.2	0.7	0	1.5	1.6
3	25.3	0.8	1.5	0	0.1
4	25.4	0.9	1.6	0.1	0

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงการเลือกจุดที่ 4 แล้วกลับไปจุด 0

สรุปได้ว่า เส้นทางที่ได้ คือ 0-1-2-3-4-0

1. 0-1-2-3-0 = 3300 กิโลกรัม

2. 0-4-0 = 1800 กิโลกรัม

ระยะทางของเส้นทาง 1. $24.5 + 0.7 + 1.5 + 0.1 + 25 = 51.7$ กิโลเมตร

2. $25.1 + 25.1 = 50.2$ กิโลเมตร

ดังนั้น ระยะทางทั้งหมด $51.7 + 50.2 = 101.9$ กิโลเมตร

3.4 การแก้ปัญหาโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างเมทริกซ์ระยะทางและคำนวณอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving)

$$\text{จากสมการ } S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

จะได้ดังตารางนี้

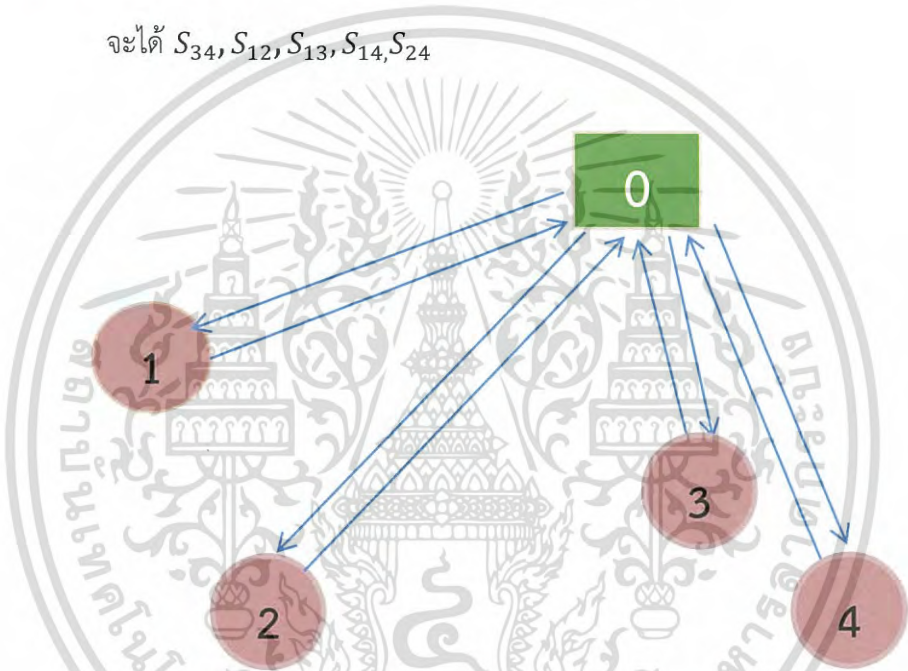
S_{ij}	i	j	C_{i0}	C_{0j}	C_{ij}	Saving Value
S_{12}	1	2	24.5	25.2	0.7	49
S_{13}	1	3	24.5	25	0.8	48.7
S_{14}	1	4	24.5	25.1	0.9	48.7
S_{21}	2	1	25.2	24.5	0.7	49
S_{23}	2	3	25.2	25	1.5	48.7
S_{24}	2	4	25.2	25.1	1.6	48.7
S_{31}	3	1	25	24.5	0.8	48.7
S_{32}	3	2	25	25.2	1.5	48.7

S_{ij}	i	j	C_{i0}	C_{0j}	C_{ij}	Saving Value
S_{34}	3	4	25	25.1	0.1	50
S_{41}	4	1	25.1	24.5	0.9	48.7
S_{42}	4	2	25.1	25.2	1.6	48.7
S_{43}	4	3	25.1	25	0.1	50

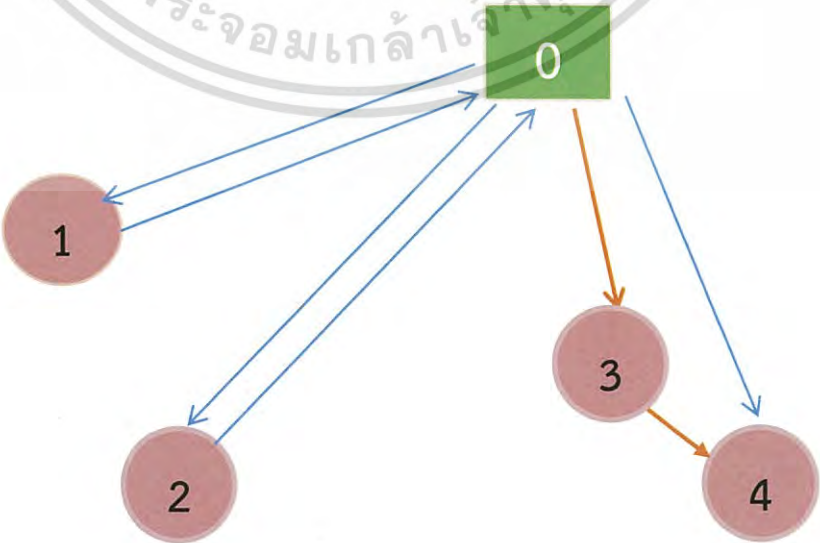
ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงค่า Saving Value

ขั้นตอนที่ 2 เรียงลำดับ S_{ij} จากมากไปน้อย

จะได้ $S_{34}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{24}$

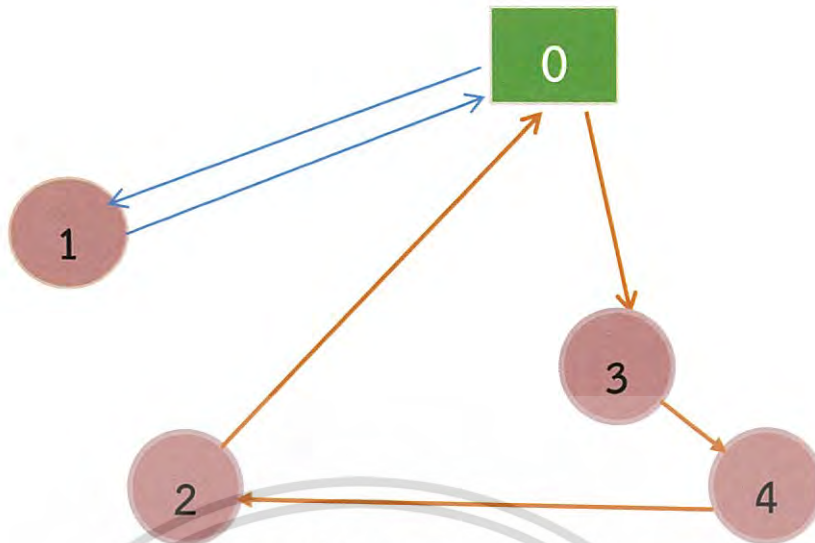


รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 1

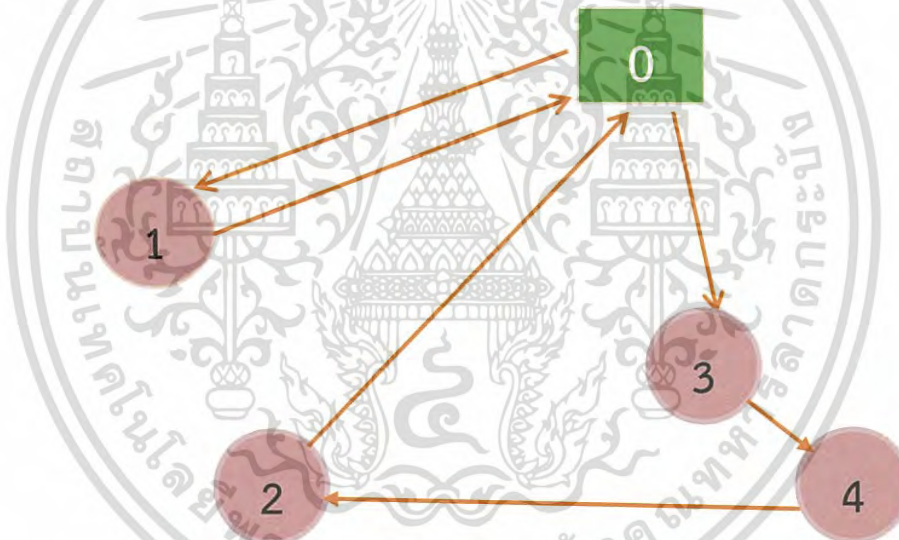


รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 3



รูปที่ 3.5 แสดงแสดงขั้นตอนวิธี Saving Algorithm 4

ดังนั้นจะได้ เส้นทางที่ได้ 1. 0-3-4-2-0 = 4100 กิโลกรัม

2. 0-1-0 = 1000 กิโลกรัม

ระยะทางของเส้นทาง 1. $25 + 0.1 + 1.6 + 25.2 = 51.9$ กิโลเมตร

2. $24.5 + 24.5 = 49$ กิโลเมตร

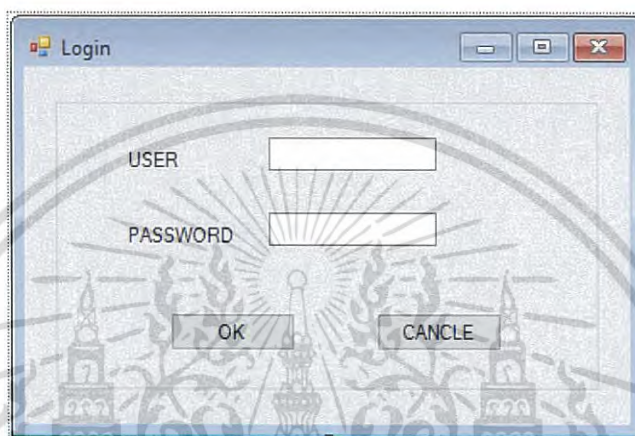
ดังนั้น ระยะทางรวมทั้งหมด $51.9 + 49 = 100.9$ กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโปรแกรมการทำงาน

ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Microsoft visual studio 2010 ในการออกแบบโปรแกรม

3.5.1. หน้าจอเข้าโปรแกรม



รูปที่ 3.6 หน้าจอเข้าใช้โปรแกรม

หน้าจอเข้าโปรแกรม มีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนแรก

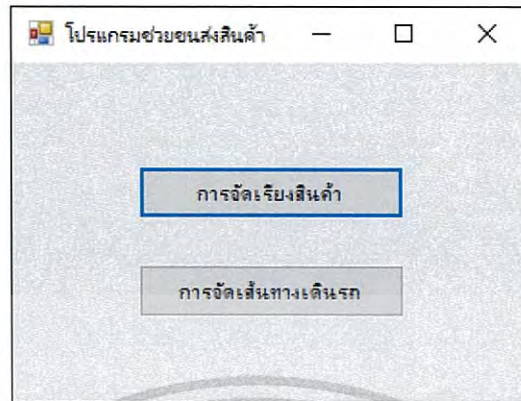
- ช่อง USER ให้กรอกชื่อผู้ใช้ โดยผู้เขียนกำหนดเป็นตัวอักษร user
- ช่องPASSWORD ให้กรอกรหัสผ่านของผู้ใช้ โดยผู้เขียนกำหนดเป็นตัวเลข 4321

ขั้นตอนสุดท้าย

- เลือกกดปุ่ม “OK” เมื่อกรอกข้อมูลเบื้องต้นครบถ้วน
- เลือกกดปุ่ม “CANCLE” เมื่อต้องการปิดหน้าจอ หรือ ออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2. หน้าจอโปรแกรมขนส่งสินค้า

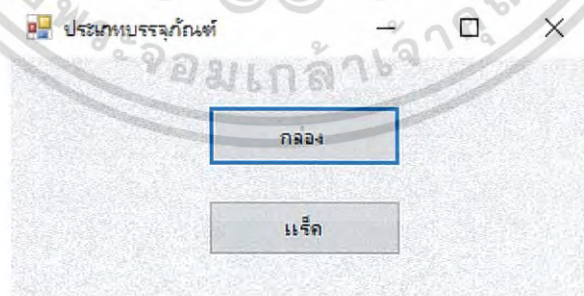


รูปที่ 3.7 หน้าจอโปรแกรมขนส่งสินค้า

หน้าจอโปรแกรมการขนส่ง มีดังต่อไปนี้

- เลือกกดปุ่ม “การจัดเรียงสินค้า” เมื่อต้องการเข้าหน้าจอโปรแกรมเลือกประเภทบรรจุกัญท์การคำนวณการจัดเรียงสินค้า
- เลือกปุ่ม “การจัดเส้นทางเดินรถ” เมื่อต้องการเข้าหน้าจอโปรแกรมการคำนวณการจัดเส้นทางเดินรถ

3.5.3 หน้าจอประเภทบรรจุกัญท์



รูปที่ 3.8 หน้าจอประเภทบรรจุกัญท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอโปรแกรมเลือกประเภทบรรจุภัณฑ์การคำนวณ มีดังต่อไปนี้

- เลือกกดปุ่ม “กล่อง” เมื่อต้องการเข้าหน้าจอโปรแกรมเลือกประเภทบรรจุภัณฑ์เป็นประเภทกล่องในการคำนวณการจัดเรียงสินค้าลงในตู้คอนเทนเนอร์ 40'DRY
- เลือกกดปุ่ม “แร็ค” เมื่อต้องการเข้าหน้าจอโปรแกรมประเภทบรรจุภัณฑ์เป็นประเภทแร็คในการคำนวณการจัดเรียงสินค้าลงในตู้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ หรือรถบรรทุกขนาด 4 ล้อ

3.5.4 หน้าจอการคำนวณการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์

รูปที่ 3.9 หน้าจอคำนวณการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์

หน้าจอโปรแกรมการคำนวณกล่องบรรจุภัณฑ์ มีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

- เลือกรหัสกล่องในช่องรหัสสินค้า ซึ่งเป็นตัวอย่างขนาดกล่องของบริษัทที่ใช้บรรจุชิ้นส่วนรถยนต์ และกรอกข้อมูลดังต่อไปนี้
 - ช่องกรอกข้อมูลจำนวนกล่องที่ต้องการให้กรอกข้อมูลจำนวนกล่องที่ต้องการขนส่งสินค้า
 - ช่องกรอกข้อมูลการซ้อนทับให้กรอกข้อมูลการซ้อนทับของกล่อง หากไม่กรอกจะใช้ข้อมูลที่พื้นที่สามารถซ้อนทับตามข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 หน้าจอการคำนวณการจัดเรียงแร่

รูปที่ 3.10 หน้าจอคำนวณการจัดเรียงแร่

หน้าจอโปรแกรมการคำนวณบรรจุภัณฑ์ประเภทแร่ มีดังต่อไปนี้

- เลือกรหัสแร่ในช่องรหัสสินค้า ซึ่งเป็นตัวอย่างขนาดกล่องของบริษัทที่ใช้บรรจุชิ้นส่วนรถยนต์ และกรอกข้อมูลดังต่อไปนี้
 - กรอกข้อมูลจำนวนแร่ที่ต้องการในช่อง “จำนวนแร่ที่ต้องการ”
- หากไม่มีรหัสสินค้าให้เลือกในช่องรหัสสินค้าเป็น “อื่นๆ” และกรอกข้อมูลดังต่อไปนี้
 - ช่องกรอกข้อมูลด้านกว้างให้กรอกข้อมูลด้านกว้างของแร่
 - ช่องกรอกข้อมูลด้านยาวให้กรอกข้อมูลด้านยาวของแร่
 - ช่องกรอกข้อมูลด้านสูงให้กรอกข้อมูลด้านสูงของแร่
 - กรอกข้อมูลจำนวนแร่ที่ต้องการในช่อง “จำนวนแร่ที่ต้องการ”
- เลือกกดปุ่ม “คำนวณ” เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วน และต้องคำนวณการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ประเภทแร่ลงในตู้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ และ 4 ล้อ ให้เหมาะสม
- เลือกกดปุ่ม “ยกเลิก” เมื่อต้องการปิดหน้าจอโปรแกรมการคำนวณการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับจัดระเบียบบรรจุภัณฑ์ประเภทแร่เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 หน้าจอการคำนวณเส้นทาง

รูปที่ 3.11 หน้าจอการคำนวณเส้นทาง

หน้าจอโปรแกรมการคำนวณการจัดเส้นทางเดินรถ

- เลือกประเภทการคำนวณในการจัดเส้นทาง
- เลือกจำนวนสถานที่ที่จะขนส่งสินค้า
- กรอกข้อมูลระยะเส้นทางของการขนส่งสินค้าในแกนสมมาตรด้านบน
 - เลือกกดปุ่ม “copy” เมื่อต้องการคัดลอกข้อมูลในแกนสมมาตรด้านบนไว้ฝั่งแกนสมมาตรด้านล่าง
- กรอกน้ำหนักของแต่ละสถานที่ที่รับ/ส่ง ที่กำหนด
- กรอกข้อมูลน้ำหนักสุทธิที่รถบรรทุกบรรทุกได้
- เลือกช่องของบริษัท เมื่อต้องการคำนวณการจัดเส้นทางของบริษัท
- เลือกกดปุ่ม “Calculate” เมื่อต้องการคำนวณการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธี Saving Algorithm
- เลือกกดปุ่ม “Clear” เมื่อต้องการล้างข้อมูลระยะทางของเส้นทางทั้งหมด
- เลือกกดปุ่ม “Exit” เมื่อต้องการปิดหน้าจอการคำนวณการจัดเส้นทางเดินรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 หน้าจอสรุปผล

3.6.1 หน้าจอสรุปผลกล่องบรรจุภัณฑ์

กว้าง	140	มิลลิเมตร
ยาว	240	มิลลิเมตร
สูง	120	มิลลิเมตร

1 ตู้ใส่ได้	12	พาเลท
1 ตู้ใส่ได้	3072	กล่อง

1 พาเลทใส่ได้	256	กล่อง
ใช้พาเลททั้งหมด	1	พาเลท

กว้าง	8	กล่อง
ยาว	4	กล่อง
สูง	8	กล่อง

ย้อนกลับ

รูปที่ 3.12 หน้าจอสรุปผลกล่องบรรจุภัณฑ์

3.6.2 หน้าจอสรุปผลแร็ค

การจัดเรียง 6 ล้อ	กว้าง	4	แร็ค
	ยาว	2	แร็ค
	สูง	2	แร็ค

การจัดเรียง 4 ล้อ	กว้าง	1	แร็ค
	ยาว	2	แร็ค
	สูง	1	แร็ค

กว้าง	1520	มิลลิเมตร
ยาว	1140	มิลลิเมตร
สูง	1020	มิลลิเมตร

จำนวนรถ 6 ล้อ	1	คัน
จำนวนรถ 4 ล้อ	1	คัน

ย้อนกลับ

รูปที่ 3.13 หน้าจอสรุปผลแร็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 หน้าจอสรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถ

สรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถ

ประเภทการคำนวณ: ระยะทาง ☒ ทัศนวิสัยเส้นทางแบบอัตโนมัติ ☐ Vehicle Capacity (kg) : 5000

จำนวนสถานีที่ขนส่งสินค้า: 4

Distance	Inv.	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4
Inv.	0	0	0	0	0
Comp.1	0	0	49	48.7	48.7
Comp.2	0	49	0	48.7	48.7
Comp.3	0	48.7	48.7	0	50
Comp.4	0	48.7	48.7	50	0

Customers	Quantity (kg)
Cus. 1	1000
Cus. 2	1500
Cus. 3	800
Cus. 4	1800

Buttons: Calculate, Copy, Clear, Exit

Result

Sort Distance

50 : 3 - 4
49 : 1 - 2
48.7 : 1 - 4
48.7 : 2 - 3
48.7 : 1 - 3
48.7 : 2 - 4

Sort Route

3 - 4
1 - 2
2 - 4

0 - 3 - 4 - 2 - 0 weight : 4100 kg
0 - 1 - 0 weight : 1000 kg

Total distance : 100.9 km
Total weight : 5100 kg
Minimum route : 1.02 round

รูปที่ 3.14 หน้าจอสรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถ

จากโปรแกรมข้างต้นข้างต้นผู้ใช้นสามารถนำมาช่วยในการตัดสินใจในการจัดเรียงสินค้าและการจัดเส้นทางในการเดินรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

ในบทนี้จะวิเคราะห์การคำนวณรูปแบบการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์และการจัดเส้นทางเดินรถใช้วิธี Saving Algorithm โดยนำรูปแบบการคำนวณจากโปรแกรม Microsoft visual studio 2010 มาช่วยในการหาคำตอบ

4.1 การเปรียบเทียบการจัดเรียงกล่องตัวอย่างของสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์

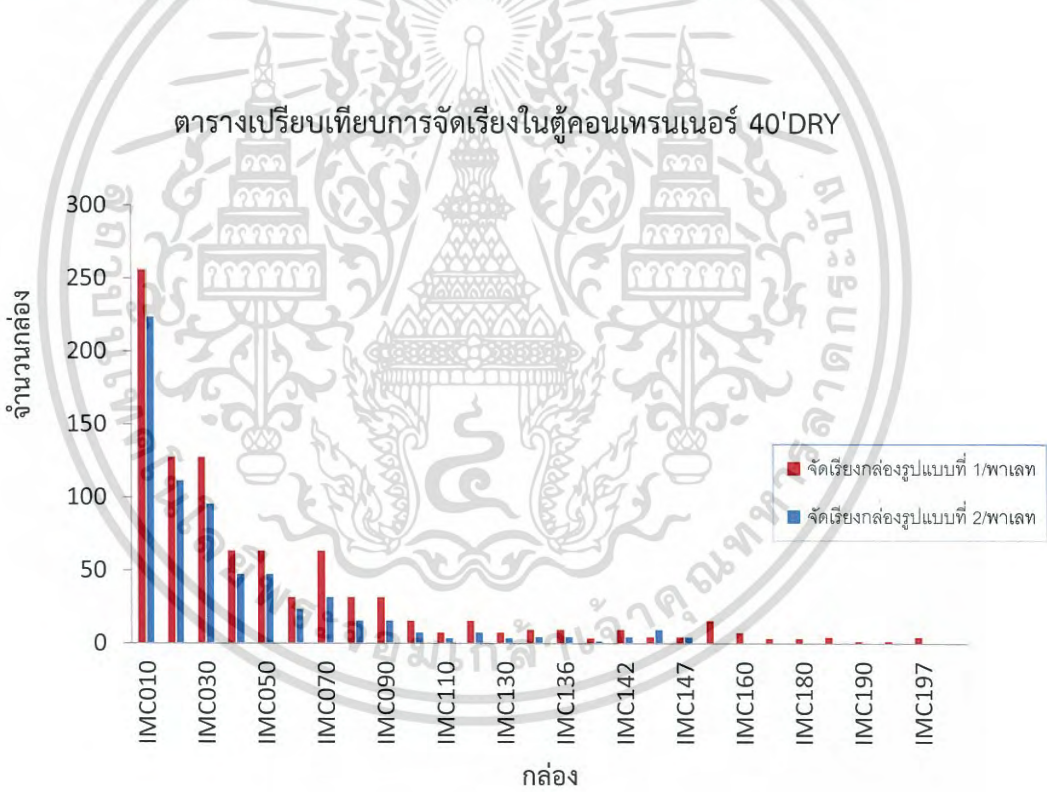
ตารางการเปรียบเทียบการจัดเรียงสองรูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์ลงในพาเลท เพื่อบรรทุกลงคอนเทนเนอร์ขนาด 40 'DRY

รหัสกล่อง	จัดเรียงกล่องรูปแบบที่ 1/พาเลท	จัดเรียงกล่องรูปแบบที่ 2/พาเลท
IMC010	256	224
IMC020	128	112
IMC030	128	96
IMC040	64	48
IMC050	64	48
IMC060	32	24
IMC070	64	32
IMC080	32	16
IMC090	32	16
IMC100	16	8
IMC110	8	4
IMC120	16	8
IMC130	8	4
IMC133	10	5
IMC136	10	5
IMC140	4	2
IMC142	10	5
IMC144	5	10
IMC147	5	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสกล่อง	จัดเรียงกล่องรูปแบบที่ 1/พาเลท	จัดเรียงกล่องรูปแบบที่ 2/พาเลท
IMC150	16	0
IMC160	8	0
IMC170	4	0
IMC180	4	0
IMC186	5	0
IMC190	2	0
IMC193	2	0
IMC197	5	0
IMC200	1	0

ตารางที่ 4.1 แสดงเปรียบเทียบการจัดเรียงกล่องของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงทั้ง 2 แบบของกล่อง

สรุปผลได้ว่า กล่องบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆของบริษัทส่วนใหญ่แล้วจะจัดเรียงในรูปแบบที่ 1 ได้มากกว่าการจัดเรียงแบบที่ 2 แต่รหัสสินค้า IMC147 จัดเรียงในรูปแบบที่ 2 ได้มากกว่าการจัดเรียงแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คตัวอย่างของสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์

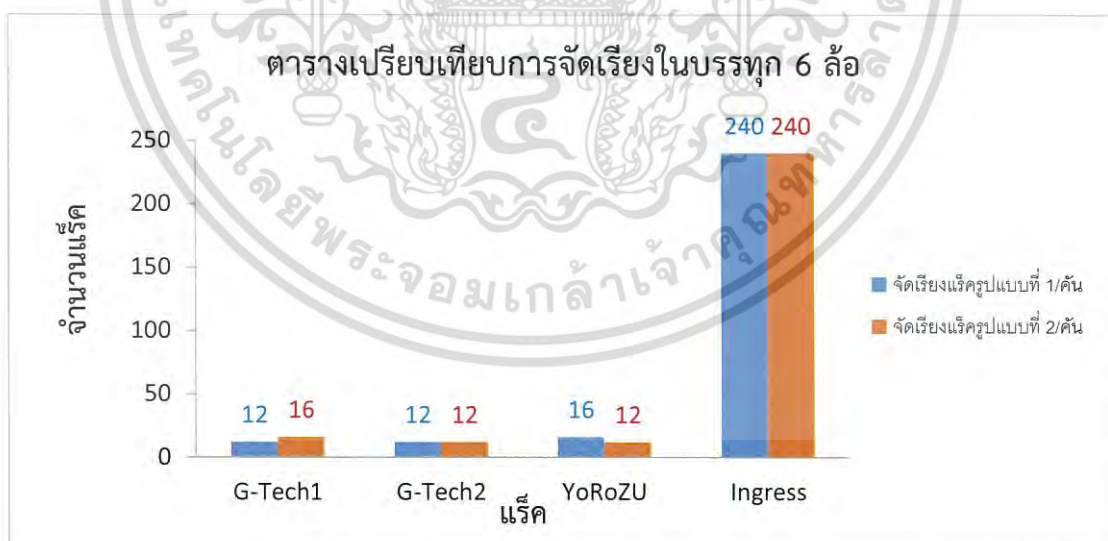
การเปรียบเทียบการจัดเรียงมีวิธีการจัดเรียง 2 รูปแบบ โดยจะพิจารณาการจัดเรียงในรถบรรทุก 6 ล้อ ให้เต็มแล้วจะพิจารณาสินค้าที่เหลือในรถบรรทุก 4 ล้อ ดังนี้

4.2.1 การจัดเรียงในรถ 6 ล้อ

ตารางเปรียบเทียบการจัดเรียงด้วยวิธีจัดเรียงตามสองรูปแบบของสินค้า ในรถบรรทุกขนาด 6 ล้อ ดังนี้

รหัสแร็ค	จัดเรียงแร็ครูปแบบที่ 1/คัน	จัดเรียงแร็ครูปแบบที่ 2/คัน	ความต่าง
G-Tech1	12	16	-4
G-Tech2	12	12	0
YoRoZU	16	12	4
Ingress	240	240	0

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด

สรุปได้ว่า การจัดเรียงแบบที่ 3 ในรถ 6 ล้อต่อคัน ได้มากกว่า การจัดเรียงในรูปแบบที่ 1 คือ G-Tech1, YoRoZU แต่รหัสสินค้า Ingress, G-Tech2 จัดเรียงรูปแบบ 1 หรือ 2 มีค่าเท่ากัน

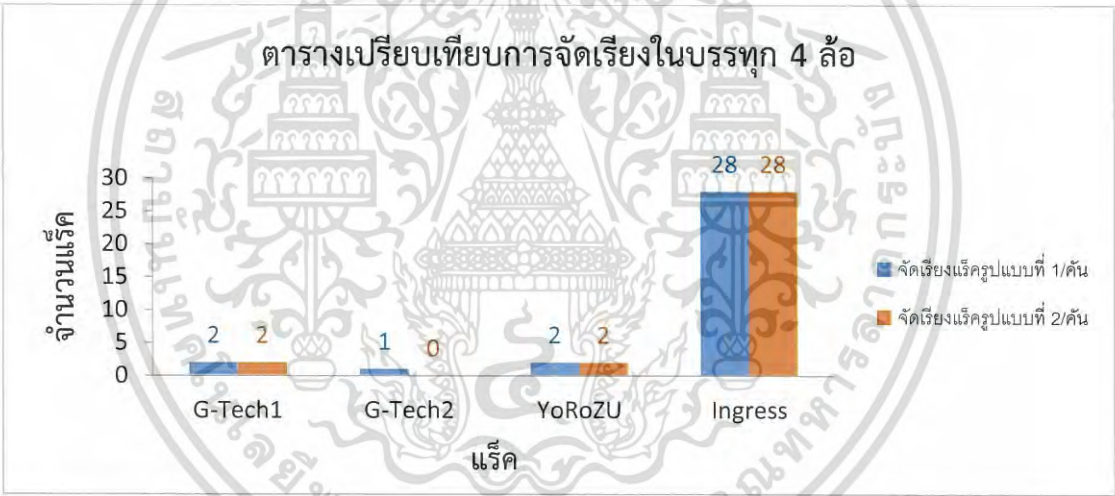
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การจัดเรียงในรถ 4 ล้อ

ตารางเปรียบเทียบการจัดเรียงด้วยวิธีจัดเรียงตามสองรูปแบบของสินค้า ในรถบรรทุกขนาด 6 ล้อ ดังนี้

รหัสแร็ค	จัดเรียงแร็ครูปแบบที่ 1/คัน	จัดเรียงแร็ครูปแบบที่ 2/คัน	ความต่าง
G-Tech1	2	2	0
G-Tech2	1	0	1
YoRoZU	2	2	0
Ingress	28	28	0

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบแร็คในรถ 4 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการจัดเรียงแร็คในรถ 6 ล้อของบริษัท มั่งมี จำกัด

สรุปได้ว่า G-Tech1, YoRoZU, Ingress มีค่าการจัดเรียงทั้งสองรูปแบบเท่ากัน แต่ G-Tech2 การจัดเรียงในรูปแบบที่ 1 มีค่ามากกว่าจัดเรียงรูปแบบที่ 2

4.3 เส้นทางรถเดินรถ

4.3.1 เส้นทางที่ได้จากวิธีปัจจุบันของบริษัท (Milk run)

ลำดับ	เส้นทาง	น้ำหนักการบรรทุก (กิโลกรัม)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	0-1-2-3-0	3300	51.7
2	0-4-0	1800	50.2
รวม			101.9

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการจัดเส้นทางของบริษัท มั่งมี จำกัด

จะเห็นว่าเส้นทางรถขนส่งที่ได้มีทั้งหมด 2 ทาง มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 101.9 กิโลเมตร

4.3.2 เส้นทางที่ได้จากวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm)

ลำดับ	เส้นทาง	น้ำหนักการบรรทุก (กิโลกรัม)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	0-3-4-2-0	4100	51.9
2	0-1-0	1000	49
รวม			100.9

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการจัดเส้นทางของบริษัท มั่งมี จำกัด แบบวิธี Saving Algorithm

จะเห็นว่าเส้นทางรถขนส่งที่ได้มีทั้งหมด 2 ทาง มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 100.9 กิโลเมตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การออกแบบการขนส่งสินค้าและการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์สำหรับบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และออกแบบการจัดเส้นทางเดินรถ เพื่อให้ขนส่งสินค้าได้มากที่สุดและมีประสิทธิภาพ โดยนำเอาแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ การจัดเรียง การขนส่ง และการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ นำมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ

จากผลการวิจัยการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์และการจัดเส้นทางของการขนส่งของบริษัท มังมี จำกัด โดยขนส่งสินค้าไปตามบริษัทของลูกค้า จำนวน 4 แห่ง ซึ่งทำการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ด้วยรูปแบบการจัดเรียง 2 แบบ พบว่าการจัดเรียงในรูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์จะจัดเรียงในรูปแบบที่ 1 ได้ดีกว่ารูปแบบที่ 2 แต่แรกที่บรรจุบรรจุภัณฑ์ส่วนมากทั้ง 2 รูปแบบจะมีการจัดเรียงที่เท่ากัน และการจัดเส้นทางโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) คำนวณเส้นทางได้เท่ากับ 100.9 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน สามารถลดระยะทางได้ 1 กิโลเมตรต่อ 1 เที่ยว

5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

5.2.1 ปัจจัยด้านต้นทุนที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะต้นทุนในส่วนของระยะทางเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนที่แท้จริงของการเดินรถบรรทุก

5.2.2 ในส่วนของปัจจัยด้านปริมาณของสินค้าที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปริมาณจำนวนสินค้าไม่เกินของความจุของรถบรรทุก

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ผู้ใช้ควรมีความรู้วิธีใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางเดินรถและการจัดเรียงสินค้า
- 2) ควรพัฒนาโปรแกรมให้ครอบคลุมกับข้อจำกัดของการป้อนข้อมูลตัวเลข
- 3) ควรพัฒนาโปรแกรมให้สะดวกต่อการใช้ โดยอาจจะพัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน เพื่อสะดวกต่อการเรียกใช้
- 4) โปรแกรมควรอธิบายวิธีใช้โปรแกรมเพื่อให้สะดวกและง่ายต่อผู้ใช้ที่จะศึกษา
- 5) ควรทำการจัดเส้นทางแบบเดิมด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Nearest Neighbor Heuristic) เพื่อให้มีความหลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศนวรรณ กังฮา และคณะ. (2548). “การจัดเส้นทางเดินรถของรถรับ-ส่งนักเรียนโดยการใช้ อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม”. ปรินูญานิพนธ์, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- [2] นายปารุส อภิชัยกิจดำรง และนางสาวพรสวรรค์ สกุลพิพัฒน์. (2554). “การจัดเส้นทางขนส่งของสำนักพิมพ์ โดยวิธี NNP”. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [3] ปัสสร สุชาบุรณ์ และคณะ. (2554). “การจัดเส้นทางกระจายโลหิตในเขตกรุงเทพและปริมณฑล กรณีศึกษา: ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย”. ปรินูญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [4] นายชินภัทร อ่อนนิม. (2555). “ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งภายในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ของบริษัท เซ็นทรัล มาร์เก็ตติ้ง กรุ๊ป”. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- [5] นางสาวรัตติยา เครือเครา และนางสาวโสธยา สุทธหลวง. (2555). “การจัดวางบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงเรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด”. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [6] ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ และคณะ. (2556). “การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่ม จังหวัดสมุทรสงคราม”. ปรินูญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [7] กนกวรรณ สุภักดี นัธพวงศ์ นันทลำเรียง และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. “การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางสำหรับหน่วยซ่อมบำรุงเครื่องมือแพทย์”. เอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 4; 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2556; โรงแรมรามาร์กเด้นส์. กรุงเทพฯ; 2556. 300-307.
- [8] G. Clarke and J.V. Wright , Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points, *Operations Research*, Vol. 12, pp. 568–581, 1964.
- [9] Golden, B., A. Assad, L. Levy, F. Gheysens. The fleet size and mix vehicle routing problem, *Comput. Oper.* 1984; Res. 11. pp. 49–66
- [10] บัญชา ปะสีละเตสัง. สร้าง Windows application ด้วย Visual Basic 2015. กรุงเทพฯ : บริษัทวี. พริน (1991) จำกัด, 2558

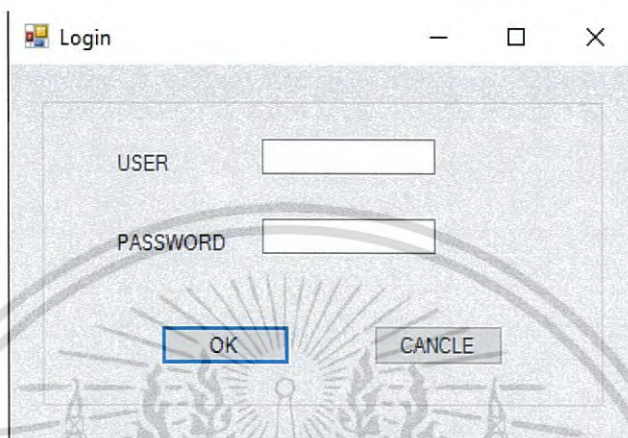
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

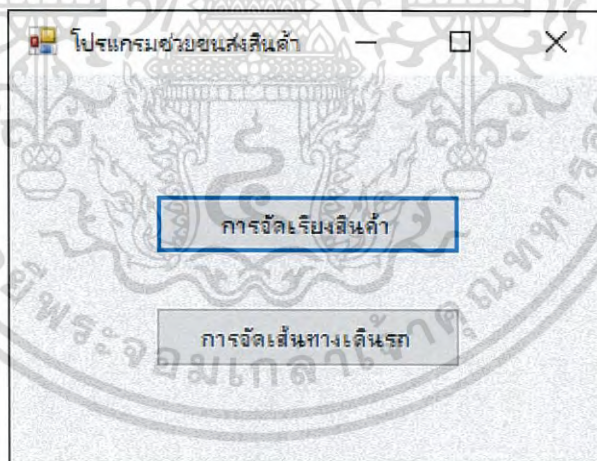
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรม



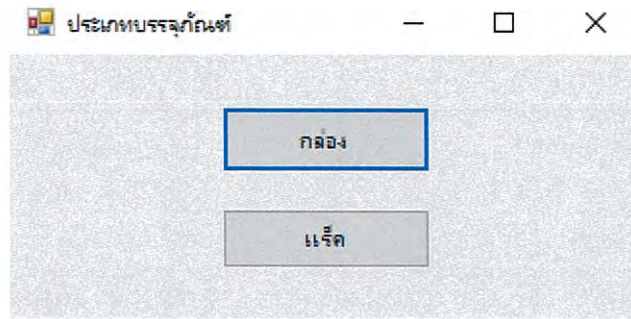
Double click Microsoft visual studio 2010 เพื่อใช้งานโปรแกรม

กรอก USER และ PASSWORD แล้วกดปุ่ม OK เพื่อเข้าใช้งาน



หน้าจอโปรแกรมช่วยขนส่งสินค้า จะประกอบด้วย การจัดเรียงสินค้าและการจัดเส้นทางเดินรถ โดย
ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากหน้าจอโปรแกรมช่วยขนส่งสินค้า ถ้าเลือกการจัดเรียงสินค้า จะได้หน้าจอโปรแกรมประเภทบรรจุภัณฑ์ จากนั้นเลือกกล่อง

กล่อง	กิโลกรัม
1 พาเลทใส่ได้	12
1 ตู้ใส่ได้	12
1 ตู้ใส่ได้	12
น้ำหนักกล่อง 1 ตู้	กิโลกรัม

หน้าจอคำนวณการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์ ผู้ใช้สามารถเลือกรหัสสินค้าและกรอกข้อมูลในช่องว่างให้ครบถ้วนแล้วกดปุ่มคำนวณ

กล่อง	กิโลกรัม
1 พาเลทใส่ได้	256
1 ตู้ใส่ได้	12
1 ตู้ใส่ได้	3072
น้ำหนักกล่อง 1 ตู้	1536 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้า ตัวอย่างการกรอกข้อมูลของหน้าจอคำนวณการจัดเรียงกล่องบรรจุภัณฑ์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสสินค้า (ถ้าไม่มีรหัสโปรดเลือกอื่นๆ)

กว้าง (w)		มิติเมตร	จำนวนแฉกที่ต้องการ		แฉก
ยาว (l)		มิติเมตร	น้ำหนักแฉกต่อ		แฉก
สูง (h)		มิติเมตร	รท 6 ส่อใสได้		แฉก
			รท 4 ส่อใสได้		แฉก
			น้ำหนักรวม		กิโลกรัม

จากหน้าจอโปรแกรมประเภทบรรจุภัณฑ์ เมื่อเลือกแร็ค จะได้หน้าจอคำนวณการจัดเรียงแร็ค ผู้ใช้สามารถเลือกรหัสสินค้าและกรอกข้อมูลในช่องว่างให้ครบถ้วนแล้วกดปุ่มคำนวณ

รหัสสินค้า (ถ้าไม่มีรหัสโปรดเลือกอื่นๆ)

กว้าง (w)	1140	มิติเมตร	จำนวนแฉกที่ต้องการ	16	แฉก
ยาว (l)	1520	มิติเมตร	น้ำหนักแฉกต่อ	5	แฉก
สูง (h)	1020	มิติเมตร	รท 6 ส่อใสได้	16	แฉก
			รท 4 ส่อใสได้	2	แฉก
			น้ำหนักรวม	80	กิโลกรัม

ตัวอย่างการกรอกข้อมูลหน้าจอคำนวณการจัดเรียงแร็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน้าจอโปรแกรมช่วยขนส่งสินค้า ถ้าเลือกการจัดเส้นทางเดินรถ จะได้หน้าจอการจัดเรียงเส้นทาง ผู้ใช้สามารถเลือกกรอกข้อมูลในช่องว่างให้ครบถ้วนแล้วกดปุ่มคำนวณ โดยข้อมูลแสดงผลจะอยู่ในช่อง Result

หน้าจอสรุปผลกล่องบรรจุภัณฑ์แรก โดยจะแสดงผลของข้อมูลในการช่วยตัดสินใจในการจัดเรียงสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเรียง 6 ล้อ

กว้าง	4	แบริด
ยาว	2	แบริด
สูง	2	แบริด

การจัดเรียง 4 ล้อ

กว้าง	1	แบริด
ยาว	2	แบริด
สูง	1	แบริด

กว้าง 1520 มิลลิเมตร

ยาว 1140 มิลลิเมตร

สูง 1020 มิลลิเมตร

จำนวนรถ 6 ล้อ 1 คัน

จำนวนรถ 4 ล้อ 1 คัน

ย้อนกลับ

หน้าจอสรุปผลแรก โดยจะแสดงผลของข้อมูลในการช่วยตัดสินใจในการจัดเรียงสินค้า

โปรแกรมการคำนวณ

ประเภทการคำนวณ: ระยะทาง

จำนวนสถานที่เริ่มต้น: 4

Vehicle Capacity (kg): 5000

คำนวณเป็นเส้นทางเฉพาะจุดที่มีน้ำหนัก

Distance	Inv	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4
Inv	0	0	0	0	0
Comp. 1	0	0	49	48.7	48.7
Comp. 2	0	49	0	48.7	48.7
Comp. 3	0	48.7	48.7	0	50
Comp. 4	0	48.7	48.7	50	0

Customers Quantity (kg)

Cus. 1: 1000

Cus. 2: 1500

Cus. 3: 800

Cus. 4: 1800

Calculate

Copy

Clear

Exit

Result

Sort Distance

50 : 3 - 4

49 : 1 - 2

48.7 : 1 - 4

48.7 : 2 - 3

48.7 : 1 - 3

48.7 : 2 - 4

Sort Route

3 - 4

1 - 2

2 - 4

0 - 3 - 4 - 2 - 0 weight : 4100 kg

0 - 1 - 0 weight : 1000 kg

Total distance : 100.9 km

Total weight : 5100 kg

Minimum route : 1.02 round

หน้าจอสรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถ เมื่อป้อนข้อมูลและกด Calculate โปรแกรมจะทำการแสดงการขั้นตอนการคำนวณอย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้