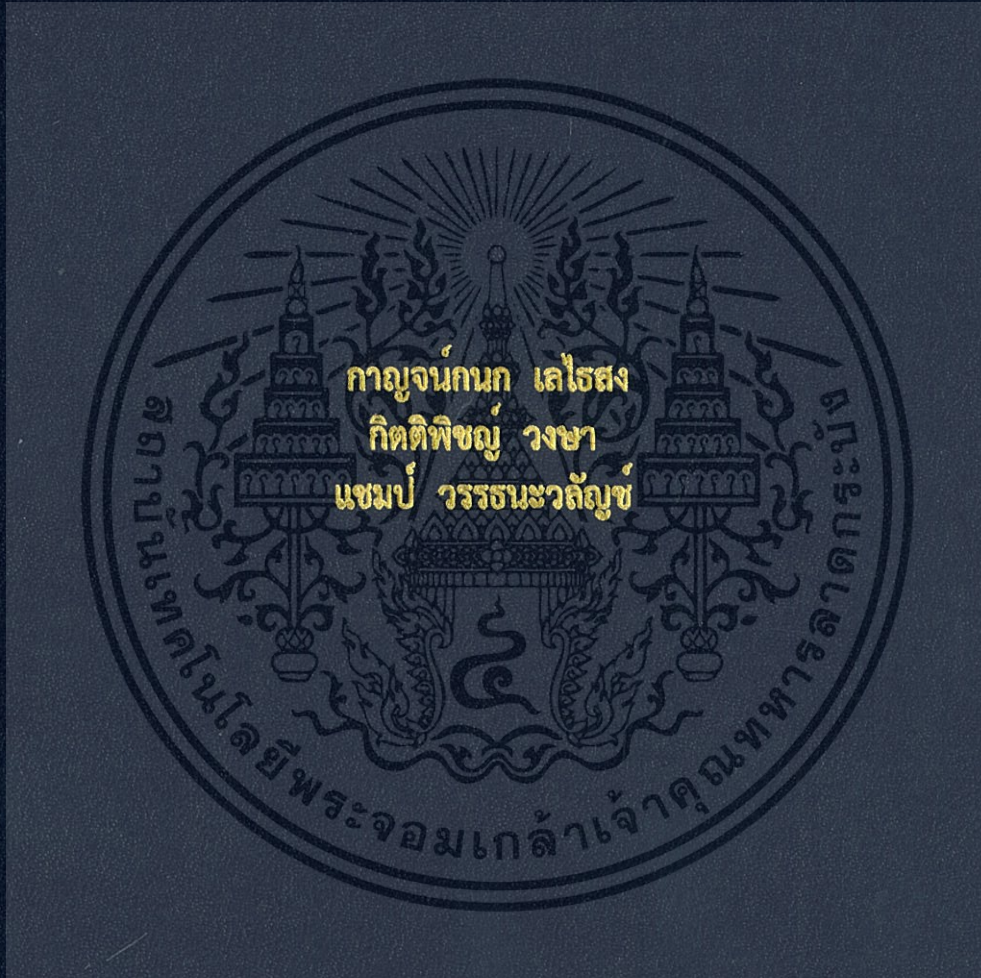


ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดเส้นทาง
เดินรถขนส่งสินค้า

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR
THE TRANSPORTATION ROUTING PROBLEM



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดเส้นทาง
เดินรถขนส่งสินค้า
DECISION SUPPORT SYSTEM FOR
THE TRANSPORTATION ROUTING PROBLEM



กาญจน์กนก เลิธสง
กิตติพิชญ์ วงษา
แชมป์ วรรณะวัลย์

b. 00265074
i.

TB00088

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR
THE TRANSPORTATION ROUTING PROBLEM



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 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า
Decision Support System for the Transportation
Routing Problem

ชื่อนักศึกษา นางสาวกาญจน์กนก เลไธสง รหัสนักศึกษา 55050014
นายกิตติพิชญ์ วงษา รหัสนักศึกษา 55050017
นายแชมป์ วรรณสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 55050041

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชา คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ธวัชชัย คำประภัสสร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์
ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชา สมณะ ประธานกรรมการ	
อาจารย์ศิริกุล ศิริธีรากล กรรมการ	
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร. ธวัชชัย คำประภัสสร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

ลิขสิทธิของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็น่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกาญจน์กนก เลไธสง	รหัสนักศึกษา 55050014
	นายกิตติพิชญ์ วงษา	รหัสนักศึกษา 55050017
	นายแชมป์ วรรณะวัลย์	รหัสนักศึกษา 55050041
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2558	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงค์	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.ธวัชชัย คำประภัสสร	

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดสินค้าขึ้นรถขนส่งตามคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ปลายทาง หากเป็นการขนส่งสินค้าแบบบรรทุกเต็มคันตามปกติ จะขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางโดยไม่มีการรวบรวมสินค้า แต่สำหรับกรณีที่ลูกค้าแต่ละรายมีการสั่งซื้อแบบไม่เต็มคัน จะต้องมีการรวบรวมคำสั่งซื้อจากลูกค้ามากกว่า 1 ราย ซึ่งเป็นปัญหาที่พบของบริษัทกรณีศึกษา จึงจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงลำดับในการขนส่ง โดยต้องเหลือพื้นที่ว่างในกระบวนน้อยที่สุด อีกทั้งต้องมีระยะทางรวมของการเดินทางแต่ละคันต่ำที่สุดไปพร้อมๆ กัน โดยระยะทางระหว่างลูกค้ากับคลังสินค้าและระหว่างลูกค้าด้วยกัน ได้มาจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Google Maps และใช้กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มในการวางแผนจัดสรรสินค้าขึ้นรถขนส่ง และใช้แนวคิดปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems) เพื่อการหาระยะทางรวมในการเดินทางของแต่ละคันต่ำที่สุด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมวิซวลเบสิก (Visual Basic) มาสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจร่วมกับ Excel Solver เพื่อคำนวณหาลำดับในการเดินทางของรถแต่ละคัน พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถจัดลำดับการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเป็นระบบ และจัดสรรพื้นที่ว่างในรถบรรทุกได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการขนส่ง

คำสำคัญ : ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย โปรแกรมวิซวลเบสิก ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Title	Decision Support System for the Transportation Routing Problem
Students	Miss. Karnkanok Lethaisong 55050014 Mr. Kittipish Wongsa 55050017 Mr. Champ wattanawalun 55050041
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Mathematics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2015
Advisor	Assoc. Prof.Dr.Chartchai Leenawong
Co-advisor	Dr. Thawatchai Khumprapussorn

Abstract

In this Special Problem, mathematical models and a decision support system (DSS) are developed for loading customer orders onto delivering trucks according to their shipment volumes and destinations. For the Full Truck Load (FTL) orders, the truck will go directly to the customer location. For the Less Than Truck (LTL) load orders, the orders will be combined to fill up the truck and this is somewhat troublesome for the case-study company. Therefore, a shipment loading and a routing plan for each LTL truck is needed so as to minimize the empty space left in the truck, and at the same time, minimize the overall travel distance to every customer's location. For this purpose, distances between the warehouse and the customers or between the customers are obtained from a Geographic Information System: Google Maps. Integer Programming is used for shipment loading onto the truck incorporating the proximity between the customer locations while the concept of the traveling salesman problem is used to minimize the trucks' driving routes and

thus the total logistics cost. Finally, Visual Basic as well as Excel Solver are tools to the DSS development. The results obtained help distribute consolidated orders to neighboring customers more systematically and efficiently.

Keywords : Travelling Salesman Problems, Visual Basic, Google Maps



กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ รศ.ดร.ฉัฐไชย ลีนาวงศ์ และดร.ธวัชชัย คำประภัสสร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษฉบับนี้ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ขอขอบคุณ คุณนริขพงษ์ สุขสมานวงศ์ ที่ได้สละเวลาให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาดูงานจากบริษัท ซีลด์ แอร์ (ประเทศไทย) จำกัด และขอขอบคุณ คุณภาวิณี คำพิระ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วนของข้อมูลด้านการขนส่งสินค้า ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการทำปัญหาพิเศษ นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

กาญจน์กนก เล้โรสง
กิตติพิชญ์ วงษา
แชมป์ วรธนะวลัญช์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญ (ต่อ).....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
สารบัญรูป (ต่อ).....	ฌ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	2
1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming).....	2
2.1.1 รูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม.....	2
2.1.2 คุณสมบัติของรูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม.....	5
2.1.3 ขั้นตอนการดำเนินการของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม.....	5
2.1.4 การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา.....	5

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems).....	7
2.2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย	7
2.3 โปรแกรม Visual Basic 2010.....	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	14
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา	14
3.1.1 สร้างตารางของระยะทางในการเดินทาง.....	19
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ	21
3.3 ตัวอย่างเชิงตัวเลข และผลลัพธ์ที่ได้จาก Excel Solver	25
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	37
4.1 Flow Chart แสดงการทำงานของระบบ	38
4.2 User Interface ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	39
4.3 ทดสอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.....	43
4.4 การแจ้งเตือนภายในระบบ.....	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	49
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก.....	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงช่วงเวลาดำเนินงานของปัญหาพิเศษ.....	3
ตารางที่ 3.1 รายการสั่งซื้อสินค้า(1).....	25
ตารางที่ 3.2 สรุปผลลัพธ์เส้นทางการเดินทาง.....	34
ตารางที่ 3.3 รายการสั่งซื้อสินค้า(2).....	35



สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Visual Basic.....	10
ภาพที่ 3.1 สินค้าขนาด 300 x 1300 มิลลิเมตร.....	15
ภาพที่ 3.2 สินค้าขนาด 270 x 330 มิลลิเมตร.....	15
ภาพที่ 3.3 สินค้าขนาด 240 x 410 มิลลิเมตร.....	16
ภาพที่ 3.4 สินค้าขนาด 150 x 220 มิลลิเมตร.....	16
ภาพที่ 3.5 สินค้าขนาด 310 x 270 มิลลิเมตร.....	16
ภาพที่ 3.6 รถที่บริษัทใช้ในการขนส่งสินค้า.....	17
ภาพที่ 3.7 เขตพื้นที่ในการขนส่งสินค้า.....	18
ภาพที่ 3.8 แสดงตารางระยะทางในการเดินทาง.....	20
ภาพที่ 3.9 แสดงตารางระยะทางเฉลี่ยในการเดินทาง.....	20
ภาพที่ 3.10 การสร้างตัวแบบฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด และส่วนประกอบต่างๆ.....	27
ภาพที่ 3.11 Solver เพื่อประมวลผล.....	28
ภาพที่ 3.12 หน้าต่างเลือกการแสดงผลลัพธ์.....	29
ภาพที่ 3.13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ.....	29
ภาพที่ 3.14 การสร้างตัวแบบฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด และส่วนประกอบต่างๆ.....	31
ภาพที่ 3.15 Solver เพื่อประมวลผล.....	33
ภาพที่ 3.16 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ.....	34
ภาพที่ 4.1 Flow Chart แสดงการทำงานของระบบ.....	38
ภาพที่ 4.2 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.....	39
ภาพที่ 4.3 หน้าต่างเมนู ABOUT.....	39
ภาพที่ 4.4 หน้าต่างเมนู PRODUCT.....	40
ภาพที่ 4.5 หน้าต่างเมนู HELP.....	40
ภาพที่ 4.6 หน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า.....	41
ภาพที่ 4.7 หน้าต่างแสดงเขตพื้นที่ในการจัดส่งสินค้าของรถแต่ละคัน.....	42
ภาพที่ 4.8 หน้าต่างแสดงลำดับในการเดินทางจัดส่งสินค้าของแต่ละคัน.....	42

สารบัญญรูป (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 4.9 หน้าต่าง Customer Order(1).....	43
ภาพที่ 4.10 หน้าต่าง Customer Order(2).....	44
ภาพที่ 4.11 หน้าต่าง Customer Order(3).....	44
ภาพที่ 4.12 หน้าต่าง Order.....	45
ภาพที่ 4.13 หน้าต่าง Routing.....	45
ภาพที่ 4.14 หน้าต่างการแจ้งเตือน(1).....	46
ภาพที่ 4.15 หน้าต่างการแจ้งเตือน(2).....	46
ภาพที่ 4.16 หน้าต่างการแจ้งเตือน(3).....	47
ภาพที่ 4.17 หน้าต่างการแจ้งเตือน(4).....	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ได้สนใจเรื่องการขนส่งซึ่งการกระจายสินค้าเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นอีกหนึ่งกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ที่มีบทบาทสำคัญ สามารถส่งผลต่อความเจริญก้าวหน้าของธุรกิจได้ จากสภาวะราคาน้ำมันที่ไม่คงที่ เป็นต้น การขนส่งและการกระจายสินค้ามีส่วนต้นทุนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมโลจิสติกส์ด้านอื่นๆ ดังนั้นหากมีการวางแผนและจัดการเส้นทางการขนส่งที่ดี จะเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการลดต้นทุนของธุรกิจและอุตสาหกรรมนั้นๆ

จากการศึกษาบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีสินค้า คือ แผ่นกันกระแทก พบว่ามีปัญหาในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง เนื่องจากในแต่ละวันมีการขนส่งสินค้าตามความต้องการให้แก่ลูกค้าในแต่ละเขตพื้นที่ต่างๆ โดยบริษัทมีพนักงานที่วางแผนการจัดเรียงสินค้าขึ้นรถเท่านั้น แต่ไม่ได้มีการวางแผนด้านการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า สำหรับกรณีที่มีลูกค้าสั่งซื้อสินค้าไม่เต็มคันรถ ทำให้เกิดพื้นที่ว่างในการบรรทุก ซึ่งส่งผลให้การขนส่งสินค้ารอบนั้นๆ ไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงเส้นทางการเดินรถมักจะอาศัยประสบการณ์และความชำนาญของพนักงานขับรถในแต่ละคน ทำให้เส้นทางที่เลือกนั้นไม่สามารถทราบได้ว่าเป็นเส้นทางที่ดีหรือเหมาะสมที่สุด เนื่องจากยังไม่มีระบบการกำหนดเส้นทางในการจัดส่งสินค้าที่แน่นอน จึงทำให้เกิดปัญหาพิเศษนี้ขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการนำไปใช้งานให้สะดวกและสามารถใช้งานได้ง่ายสำหรับผู้ใช้งาน จึงพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic ในการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อช่วยในการจัดเส้นทางสำหรับการเดินรถขนส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถเป็นแนวทางสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถของอุตสาหกรรมการผลิตหรือการบริการที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าประเภทแผ่นกันกระแทกของบริษัทกรณีศึกษาให้เป็นระบบ
- 2) เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า
- 3) เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์อุตสาหกรรมกับธุรกิจจริง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ศึกษาสินค้าประเภทแผ่นกันกระแทก 5 แบบ ซึ่งเป็นสินค้าที่ลูกค้าจะสั่งซื้อไม่เต็มคันรถ
- 2) ศึกษากลุ่มลูกค้าในการขนส่งสินค้าจำนวน 15 เขตพื้นที่ ได้แก่ เขตจตุจักร เขตลาดพร้าว เขตบางกะปิ เขตวังทองหลาง เขตห้วยขวาง เขตดินแดง เขตพญาไท เขตดุสิต เขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตวัฒนา เขตคลองเตย เขตสาทร เขตยานนาวา และ เขตพระโขนง โดยกำหนดให้ 1 เขตพื้นที่เท่ากับ 1 จำนวนลูกค้าเท่านั้น
- 3) สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Visual Basic

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้นำความรู้จากชั้นเรียนไปใช้กับอุตสาหกรรมจริงให้เห็นประจักษ์
- 2) ได้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจไอทีที่ช่วยทำให้ด้านการขนส่งมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพ
- 3) ธุรกิจสามารถมีต้นทุนที่ต่ำที่เหมาะสมที่สุดได้ ซึ่งจะช่วยให้อุตสาหกรรมแข่งขันได้ในตลาดดีขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

- 1) ศึกษาดูงานและรวบรวมข้อมูลด้านการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา
- 2) ศึกษาทฤษฎีต่างๆ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษ
- 3) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ
- 4) ประยุกต์แบบจำลองกับตัวอย่างเชิงตัวเลขเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของผลลัพธ์ที่ได้
- 5) ออกแบบและสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
- 6) ทดสอบระบบและแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูล
- 7) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ
- 8) นำเสนอปัญหาพิเศษพร้อมทั้งส่งมอบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงช่วงเวลาดำเนินงานของปัญหาพิเศษ

ขั้นตอนการดำเนินงาน วิจัย	ระยะเวลา								
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) ศึกษาดูงานและรวบรวมข้อมูลด้านกรณีส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา									
2) ศึกษาทฤษฎีต่างๆ และงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษ									
3) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ									
4) ประยุกต์แบบจำลองกับตัวอย่างเชิงตัวเลขเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของผลลัพธ์ที่ได้									
5) ออกแบบและสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ									
6) ทดสอบระบบและแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการทดสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล									
7) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ									
8) นำเสนอปัญหาพิเศษพร้อมทั้งส่งมอบงาน									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย โปรแกรม Visual Basic และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ตามลำดับ

2.1 กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming)

กำหนดการเชิงเส้น (นกร , 2548) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลาย และเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่พบเห็นกันทั่วไป การหาคำตอบต่อปัญหาในบางครั้งจะพบว่า เราได้คำตอบที่ไม่มี ความหมายในทางปฏิบัติ ค่าของคำตอบที่ได้ เป็นเศษส่วน หรือจำนวนที่มีทศนิยม บางปัญหาต้องกำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็ม เช่น ปัญหาการเดินทางของรถขนส่ง จะกำหนดว่าถ้าส่งสินค้าเส้นทางใดแล้ว จะให้ตัวแปรแทนการขนส่งผ่านเส้นทางนั้นมีค่าเป็น 1 หากไม่ขนส่งผ่านเส้นทางดังกล่าวตัวแปรนี้จะมีค่าเป็น 0 เป็นต้น ปัญหาในลักษณะนี้จะกำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น ซึ่งจะเรียกปัญหากำหนดการเชิงเส้นนี้ว่า กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) โดยที่ กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม นั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด ในทางธุรกิจและอุตสาหกรรม

2.1.1 รูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม

กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

- 1) มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) คือสมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุนกำไร เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด
- 2) มีข้อจำกัด (Constraints) ซึ่งแสดงเงื่อนไขต่างๆ ของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรืออสมการ โดยที่สมการต่างๆ ทั้งหมดเป็นสมการเชิงเส้น เมื่อเทียบกับตัวแปร คำตอบของข้อจำกัดอาจจะมีได้หลายคำตอบ ซึ่งคำตอบเหล่านี้จะอยู่ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ที่กำหนดให้

2.1.2 คุณสมบัติของรูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม

- 1) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะต้องเป็นเชิงเส้น นั่นคือ ตัวแปรทุกตัวจะต้องมีกำลังเป็น 1 เท่านั้น นอกจากนี้จะต้องเขียนอยู่ในรูปของ การบวกและการลบของตัวแปรต่างๆ เท่านั้น ตัวอย่างเช่น $2x + 3y$ เป็นเชิงเส้น เพราะตัวแปร x และ y มีกำลังเท่ากับ 1 และ ตัวแปรอยู่ในรูปของผลบวก แต่ $2xy$ ไม่เป็นเชิงเส้นเนื่องจากตัวแปรอยู่ในรูปของผลคูณของตัวแปร x และ y
- 2) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะต้องระบุว่าการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุด สมการกำหนดเป้าหมายจะต้องแสดงถึงจุดประสงค์ในการตัดสินใจ เช่น การหาค่ากำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายต่ำสุด
- 3) ข้อจำกัดเป็นเชิงเส้น นอกจากนี้จะต้องเขียนให้อยู่ในรูปของ \leq , \geq หรือ $=$ เท่านั้น (ถ้าสมการอยู่ในรูปของ $<$ หรือ $>$ รูปแบบนี้จะไม่ใช่ปัญหาของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม)

2.1.3 ขั้นตอนการดำเนินการของกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม

- 1) จัดรูปแบบแทนระบบของปัญหา ก่อนอื่นต้องศึกษาข้อมูลองค์ประกอบของปัญหาให้เข้าใจ โดยเลือกเฉพาะองค์ประกอบที่สำคัญและมีอิทธิพลมาก แล้วจัดตั้งตัวแปรแทนส่วนประกอบของปัญหานั้นๆ ให้ถูกต้อง
- 2) การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา

2.1.4 การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา

ในการจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหาโดยใช้กำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม เราต้องทำความเข้าใจและศึกษาปัญหาอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังต้องสามารถระบุสิ่งต่อไปนี้ในปัญหา

- 1) ตัวแปรตัดสินใจ หรือเรียกสั้นๆ ว่า ตัวแปร คือ ตัวแปรที่สำหรับใส่เข้าไปในระบบ และเป็นตัวแปรที่เราสามารถจะควบคุมได้ ตัวแปรนี้เป็นสิ่งสำคัญที่เราจะป้อนเข้าไปในระบบเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตัวอย่างเช่น จำนวนสินค้าที่จะผลิตซึ่งเป็นตัวแปรที่เราควบคุมได้
- 2) พารามิเตอร์เป็นค่าในระบบที่เราไม่สามารถควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น ราคาสินค้าซึ่งขึ้นอยู่กับกลไกตลาด

- 3) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ สมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน กำไร เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด
- 4) ข้อจำกัด ซึ่งแสดงเงื่อนไขต่างๆ ของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรือสมการเมื่อจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหาโดยเขียนให้อยู่รูปแบบทางคณิตศาสตร์

❖ ตัวอย่างปัญหากำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มสำหรับปัญหาการขนส่ง

กำหนดให้มีโรงงาน 2 โรงงานที่มีกำลังการผลิต 230 หน่วย และ 150 หน่วย ต้องการที่จะส่งสินค้าไปยังร้านค้าย่อย 4 กลุ่ม โดยร้านค้าแต่ละร้านมีความต้องการสินค้า 80, 100, 60, และ 130 ตามลำดับ โรงงานแห่งนี้ควรจะจัดส่งสินค้าอย่างไรโดยให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยที่สามารถส่งของให้ร้านค้าย่อยทุกร้านได้ตามความต้องการ ค่าขนส่งจากโรงงานไปยังร้านค้าต่างๆ ได้แสดงในตารางข้างล่างนี้

โรงงาน \ ร้านค้า	1	2	3	4
1	65	40	30	15
2	10	35	40	60

วิธีทำ

กำหนดให้ x_{ij} แทนจำนวนสินค้าที่ส่งจากโรงงาน i ถึงร้านค้า j

ตัวอย่างเช่น x_{13} แทนจำนวนสินค้าที่ส่งจากโรงงาน 1 ไปยังร้านค้า 3

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งคือค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\text{Min } 65x_{11} + 40x_{12} + 30x_{13} + 15x_{14} + 10x_{21} + 35x_{22} + 40x_{23} + 60x_{24}$$

ในการจัดส่งสินค้าจากโรงงานไปยังร้านค้าต่างๆ ปริมาณการขนส่งสินค้าจากโรงงานแต่ละแห่งไม่ควรเกินกำลังการผลิต เราจะเห็นได้ว่า $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14}$ คือ จำนวนสินค้าที่โรงงานที่ 1 ส่งไปยังร้านค้าต่างๆ และเนื่องจากกำลังการผลิตของโรงงานนี้เท่ากับ 230 หน่วย ดังนั้น

$$\text{สมการแสดงความหมายของโรงงานที่ 1 คือ } x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 230$$

$$\text{สมการแสดงความหมายของโรงงานที่ 2 คือ } x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 150$$

นอกจากนี้ข้อจำกัดในการจัดส่งสินค้าคือร้านค้าแต่ละร้านต้องได้รับสินค้าครบตามความต้องการ สำหรับร้านค้าที่ 1 ร้านค้าต้องการสินค้า 80 หน่วย ดังนั้นจำนวนที่ได้รับต้องไม่น้อยกว่า 80 หน่วย นั่นคือ $x_{11} + x_{21} \geq 80$

นอกจากนี้จำนวนสินค้าที่ส่งจากโรงงานไปยังร้านค้าต่างๆ ต้องไม่เป็นลบ ดังนั้น $x_{ij} \geq 0$

ดังนั้นเราสามารถเขียนกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาข้างต้นได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{Min } & 65x_{11} + 40x_{12} + 30x_{13} + 15x_{14} + 10x_{21} + 35x_{22} + 40x_{23} + 60x_{24} \\ \text{ข้อจำกัด } & x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 230 \\ & x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 150 \\ & x_{11} + x_{21} \geq 80 \\ & x_{12} + x_{22} \geq 100 \\ & x_{13} + x_{23} \geq 60 \\ & x_{14} + x_{24} \geq 130 \\ & x_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

2.2 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems)

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (ระพีพันธ์, 2556) เป็นที่รู้จักกันในนาม ทีเอสพี (TSP) โดยปัญหา TSP นี้เป็นปัญหาที่ทำการตัดสินใจหาเส้นทางการเดินทาง เมื่อมีเมืองหรือสถานที่ที่ต้องเดินทางไปจำนวน N เมืองหรือ N สถานที่ การเดินทางจะเริ่มจากเมืองใดเมืองหนึ่งในจำนวน N เมือง โดยเส้นทางการเดินทางนั้นๆ จะต้องเดินทางผ่านเมืองทุกเมืองใน N และกลับมาที่เมืองที่ทำการเริ่มต้นในการเดิน เหมือนการเดินทางวนรอบ เช่น

พนักงานขายเดินทางไปขายสินค้าให้กับลูกค้าจำนวน 10 ราย ได้แก่เมือง 1 ถึงเมือง 10 โดยเมืองที่ 4 เป็นที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าของพนักงานขายรายนี้ พนักงานขายรายนี้จะเดินทางเริ่มต้นจากเมืองที่ 4 แล้วเดินไปตามเส้นทาง ดังนี้ 4-1-10-2-9-3-8-7-5-6-4 ซึ่งเป็นการเดินทางจากเมืองที่ 4 ต่อด้วยการเดินทางไปเมืองที่ 1 และ 10 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งลูกค้าทุกรายได้รับการเยี่ยมชมเยียนจากพนักงานขาย พนักงานขายก็จะย้อนกลับมาที่เมือง 4 เช่นเดิม

2.2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

พารามิเตอร์

- i, j แทน ลูกค้ารายที่ i หรือ j $i, j = 1, 2, \dots, k$
- c_{ij} แทน ต้นทุนในการเดินทางจากลูกค้า i ไปลูกค้า j
- k แทน จำนวนลูกค้า
- s แทน จำนวนลูกค้าที่อยู่ในเส้นทาง

ตัวแปรตัดสินใจ

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อมีการเดินทางจาก } i \text{ ไป } j \\ 0 & \text{เมื่อไม่มีการเดินทางจาก } i \text{ ไป } j \end{cases}$$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับกรณีที่ไม่มีข้อจำกัดทางด้านทรัพยากร

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Min } \sum_{i \neq j} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in s} x_{ij} \leq |s| - 1 \quad (4)$$

สมการที่ (1) ต้นทุนการเดินทางจากเมือง i ไปเมือง j สมการที่ (2) การเดินทางออกจากเมือง i ใดๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (เมืองใดเมืองหนึ่งเดินทางออกได้เพียงครั้งเดียว) ในขณะที่ (3) มีการเดินทางเข้าเมือง j ได้เพียงครั้งเดียว เมื่อ (4) เป็นสมการป้องกันการเกิดการเดินท่างย่อย การเกิดการเดินท่างย่อยหมายความว่า การเดินทางเริ่มต้นจากเมืองใดเมืองหนึ่ง แต่เดินทางไม่ครบทำให้เกิดทัวร์ย่อยขึ้น

ปัจจุบันความรวดเร็วในการตัดสินใจ หรือการดำเนินงานต่างๆ เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อความสำเร็จก้าวหน้าของบริษัทหรืออุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทต่อการทำงานภายในองค์กรและถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ผู้วิจัยจึงอาศัยโปรแกรม Visual Basic ในการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้คนในองค์กรสามารถใช้งานได้ง่ายผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.3 โปรแกรม Visual Basic 2010

Visual Basic (จุฬาลักษณ์, 2550) หรือเรียกว่า VB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ซึ่งหมายถึงชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น ภาษา Basic มีจุดเด่นคือ ผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรม สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว

Visual Basic เวอร์ชันแรกเริ่มมีการเผยแพร่ให้ใช้ตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกยังไม่มี ความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรม บนวินโดวส์ ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถและ เครื่องมือต่างๆ เช่น เครื่องตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การ เขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดวส์ย่อย (MDI) และอื่นๆ อีกมากมาย

Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows ที่ใช้งานได้ง่าย โดยการเลือกเครื่องมือต่างๆ มาออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่จะสร้าง การเขียนโปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่า Visual Programming ซึ่งไม่จำเป็นต้องเขียนคำสั่งต่างๆ มาก นึก และสามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว

❖ ความสามารถของ Visual Basic

- 1) สร้างโปรแกรมทางด้านกราฟิก โปรแกรมจัดการไฟล์ โปรแกรมคำนวณเลขพื้นฐานทั่วไป ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
- 2) สร้างโปรแกรมฐานข้อมูลได้อย่างง่าย เพราะมีเครื่องมือเกี่ยวกับฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน และสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ทันที
- 3) มีคอมโพเนนท์ทางด้าน Active X ได้แก่ Active X Component, Active X Control และ Active X Document ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถนำส่วนของโปรแกรม ที่สร้างไว้ ไปใช้ในโปรแกรมอื่นๆ ได้
- 4) สร้างโปรแกรมที่รันบนอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่าย โดยไม่ต้องเรียนรู้คำสั่งด้วยภาษา HTML หรือภาษาสคริปต์ที่ใช้งานบนอินเทอร์เน็ต

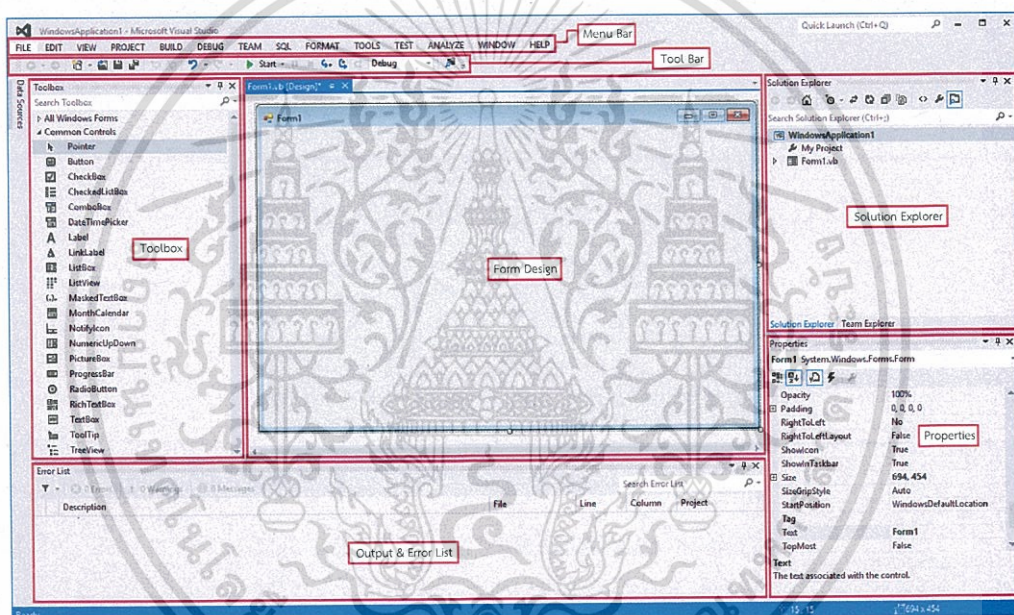
❖ จุดเด่นของ Visual Basic

- 1) มีโครงสร้างภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษามนุษย์ ทำให้เรียนรู้ได้ง่าย
- 2) รวบรวมเครื่องมือที่ช่วยพัฒนา Application ได้อย่างสะดวกรวดเร็วไว้ในตัว
- 3) สามารถสร้างไฟล์ .exe ที่สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง
- 4) ออกแบบส่วนหน้าจอติดต่อผู้ใช้ (Form) ได้ทันที โดยไม่ต้องรอเขียนรหัสโปรแกรม
- 5) ใน Project บันทึกส่วนติดต่อผู้ใช้ และส่วนของรหัสโปรแกรม (Code) แยกกันทำให้ สามารถนำ Form เดิมไปปรับปรุงใช้กับ Project อื่นๆ ได้โดยไม่ต้องสร้างใหม่
- 6) สามารถพัฒนา Application ได้หลายแบบ

❖ ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม Visual Basic

- 1) สร้างจอภาพของโปรแกรม ในขั้นตอนนี้จะนำ Form มาออกแบบเพื่อใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ หรือที่เรียกว่าการออกแบบ “User Interface” ซึ่งสามารถทำได้ง่าย เพียงแค่นำเอา Control ต่างๆ ใน Toolbox ที่ต้องการใช้งานมาวางลงบน Form
- 2) เขียนโปรแกรม เมื่อวาง Control ต่างๆ ลงบน Form เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดการทำงานให้แก่ละ Object ภายใต้อุเหตุการณ์ (Event) ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น

❖ ส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Visual Basic



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม Visual Basic

- 1) **Menu Bar** เป็นเมนูที่รวมคำสั่งควบคุมการทำงานของ VB โดยจัดเป็นกลุ่มคำสั่งแยกตามประเภทการใช้งาน เช่น File คือ กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการสร้างโปรเจกต์ใหม่ เปิดโปรเจกต์ บันทึกโปรเจกต์ และปิดโปรเจกต์ Edit คือ กลุ่มคำสั่งในการสร้างหรือแก้ไขการทำงานของโปรเจกต์ View คือ กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการแสดงผล
- 2) **Tool Bar** เป็นเครื่องมือที่รวบรวมคำสั่งที่มีการใช้งานบ่อย เพื่อให้เรียกใช้งานคำสั่งในเมนubar ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น New Project คือ การสร้างโปรเจกต์ใหม่ Open File คือ การเปิดไฟล์ที่มีอยู่แล้ว Save คือ บันทึกไฟล์ที่กำลังทำงานอยู่ Save All คือ บันทึกไฟล์ทั้งหมดที่เปิดทำงานอยู่

- 3) **Toolbox** เป็นหน้าต่างที่แสดงคอนโทรลและคอมโพเนนต์ต่างๆ เพื่อสะดวกในการสร้าง แอปพลิเคชัน โดยจะมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้งาน เช่น Common Control เป็นคอนโทรลที่ใช้บ่อย จะประกอบด้วย Button, TextBox, Label, Combo Box
- 4) **Form Design** เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าจอของแอปพลิเคชัน โดยการลาก คอนโทรลต่างๆ จาก Toolbox มาวางบนฟอร์ม Visual Basic จำทำการสร้าง Code การ ออกแบบให้โดยอัตโนมัติ
- 5) **Solution Explorer** เป็นหน้าต่างแสดงรายการของ Item ที่มีอยู่ในโปรเจกต์ทั้งหมด เช่น ฟอร์ม โมดูล คอมโพเนนต์ และ คลาส
- 6) **Properties** เป็นหน้าต่างแสดงและกำหนดคุณสมบัติ หรือลักษณะเบื้องต้นต่างๆ ของ คอนโทรลและออบเจ็ค เช่น ชื่อ สี ขนาด เป็นต้น
- 7) **Output & Error List** เป็นหน้าต่างที่แสดง Output และข้อผิดพลาดทั้งหมดที่เกิดขึ้น ภายในโปรเจกต์ ทั้งข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรม ข้อผิดพลาดจากการติดต่อฐานข้อมูล และข้อผิดพลาดทั้งหมด จะแสดงที่หน้าต่างนี้
- 8) **Code Editor** เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับเขียนโค้ดควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพชรราชูทศ แซ่หลี่และอภิชัย ฤตวิรุฬห์ (2554) ได้สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น จำนวนเต็มผสมสำหรับใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนแรงงานสำหรับการผลิตเชิงตอง เนื่องจาก บริษัทกรณีศึกษาประสบปัญหาในการวางแผนแรงงานการผลิต ทางบริษัทต้องจ้างแรงงานที่มีทักษะ และความชำนาญ จำนวนพนักงานผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของฝ่ายผลิตทำให้ต้องจ้างผู้รับจ้างช่วง และยังเกิดความล่าช้าในการส่งมอบ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตและการจ้างผู้รับจ้างช่วงเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมในการดำเนินการผลิตและการจ้างผู้รับจ้างช่วงต่ำที่สุด โดยใช้ Excel Solver ในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด จากผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ช่วยให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่อเดือนลดลง 273,090 บาท หรือ 8.08 % เมื่อเปรียบเทียบกับ การดำเนินการที่ผ่านมาของ บริษัทกรณีศึกษา

ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบและสมยศ เขียวอักษร (2556) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม โดยมีการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวางแผนการปลูก การเลือกขนาดหน่อลงปลูกในแต่ละไร่ การกำหนดรอบเวลาในการใส่ปุ๋ย และการฉีดสารเร่งดอก หลังจากพบปัญหาผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการในตลาดของสับปะรดพันธุ์เพชรบุรี อันเนื่องมาจากเกษตรกรขาดการวางแผนที่มีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น สามารถช่วยให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการได้ ผลลัพธ์ของแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มแสดงให้เห็นว่าสามารถลดต้นทุนการเพาะปลูกได้ถึง 3.64% เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนก่อนการใช้แบบจำลอง

จิรนนท์ แซ่จิวและชุมพล มณฑาทิพย์กุล (2550) ได้นำเสนอวิธีการจัดเส้นทางการเดินรถแบบใหม่สำหรับเส้นทางการเดินรถขนธนาบัตรของกรณีศึกษาจริง ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยจากโจรกรรม โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เส้นทางการเดินที่ปลอดภัยและมีระยะทางการขนส่งที่สั้นเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการขนส่ง ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ในการหากลุ่มของเส้นทางที่มีระยะการเดินทางรวมต่ำสุด และสำหรับเส้นทางจริงที่ถูกลำดับไปใช้ในแต่ละวันจะถูกเลือกแบบสุ่มจากกลุ่มคำตอบ โดยไม่ให้ซ้ำเส้นทางเดิมเพื่อความปลอดภัย ซึ่งวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั้นถูกทดสอบและนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการปัจจุบันของธนาคารตัวอย่าง พบว่าวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยให้ระยะเดินทางรวมที่ลดลงถึง 42.6 เปอร์เซ็นต์

อนันต์ มุ่งวัฒนาและคณะ (2555) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ซึ่งโดยทั่วไปปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะไม่มีข้อจำกัดด้านความจุเชื้อเพลิงของยานพาหนะ แต่ในสถานการณ์จริง การเดินทางของยานพาหนะถูกจำกัดด้วยความจุเชื้อเพลิง ผู้วิจัยจึงแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างข้อมูลและหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยไม่มีข้อจำกัดใดๆ จากนั้นเป็นการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะอยู่ในส่วนที่ 2 คือนำเส้นทางนั้นมาจัดเรียงลำดับใหม่ แล้วสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเลือกออกเดินทางไปเติมเชื้อเพลิงโดยคำนึงถึงระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด พบว่า เส้นทางที่ได้จากการคำนวณในส่วนที่ 1 คือ 1-5-2-3-4-1 มีระยะทางรวม 158 กิโลเมตร และเมื่อมีข้อจำกัดเพิ่มขึ้นเส้นทางที่ได้ คือ 1-2-3-C-4-5-1 มีระยะทางรวม 169 กิโลเมตร

พัชรลักษณ์ รักธรรมจิรสุข (2557) ได้ทำการพัฒนาให้มีการวางแผนล่วงหน้าก่อนการเดินทางจริงใน 1 สัปดาห์ โดยใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายมาประยุกต์จากการเดินทางในแบบเดิมที่ต้องอาศัยประสบการณ์มาใช้ในการวางแผน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาเส้นทางไปพบลูกค้าให้ได้ระยะทางรวมน้อยที่สุด รวมถึงการลดต้นทุนในการเดินทาง จากผลการวิจัยพบว่า เส้นทางการเดินทางกรณีศึกษาภาคกลางสำหรับสัปดาห์ที่ 1 ได้ระยะทางที่ลดลง 212.85 กิโลเมตร สัปดาห์ที่ 2 ระยะทางที่ลดลง 64.8 กิโลเมตร สัปดาห์ที่ 3 ระยะทางที่ลดลง 147.2 กิโลเมตร และ สัปดาห์ที่ 4 ได้ระยะทางที่ลดลง 315.65 กิโลเมตร ตามลำดับ

ผู้วิจัยจะนำทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังที่ได้กล่าวมานี้ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในบทที่ 3 ต่อไป



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึง การรวบรวมข้อมูลด้านการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อนำมาวางแผนการจัดสรรสินค้าขึ้นรถและการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า โดยการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจในการแก้ปัญหา และทดสอบแบบจำลองกับตัวอย่างเชิงตัวเลข การคำนวณหาผลลัพธ์จาก Excel Solver ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา



บริษัท Sealed Air เป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตวัสดุกันกระแทกชั้นนำของโลก มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และการผลิตอุปกรณ์ การติดตั้งเครื่องมือรวมถึงการให้บริการในด้านต่างๆ ซึ่งมีประสบการณ์ยาวนานมากกว่า 50 ปี มีทีมงานมืออาชีพพร้อมคุณภาพ เช่นเดียวกับการออกแบบ การใช้เทคโนโลยีในการผลิตที่ทันสมัย โดยมีเป้าหมายที่สำคัญเพื่อเพิ่มความคุ้มค่าและความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค สินค้าทั่วโลกจึงได้รับการคุ้มครองและป้องกันให้อยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม แต่เป็นที่น่าแปลกใจที่บริษัท Sealed Air ไม่ได้มีการรองรับมาตรฐานจาก ISO เพราะทางบริษัทมีความมั่นใจและความซื่อสัตย์ในการตรวจเช็คมาตรฐานการผลิตของตน จึงไม่จำเป็นที่จะต้องแข่งขันกับองค์กรอื่นๆนั่นเอง ทางบริษัท Sealed Air ได้ขยายองค์กรออกไปอีกหลายๆ ประเทศ อาทิ ออสเตรเลีย จีน อินเดีย ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ สิงคโปร์ เป็นต้น จนกระทั่งขยายเข้ามาในประเทศไทย

ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลของบริษัทในด้านการขนส่ง สินค้าประเภทแผ่นกันกระแทก โดยรายละเอียดข้อมูลจะมีดังนี้

❖ ประเภทสินค้า

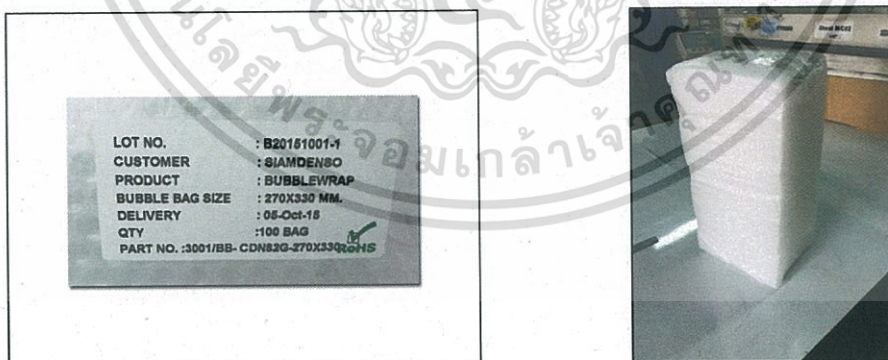
สินค้าที่เป็นกรณีศึกษามีทั้งหมด 5 แบบ โดยมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป

1) Bubble Sheet ขนาด 300 x 1300 มิลลิเมตร (3.64×10^{-1} ลูกบาศก์เมตร)

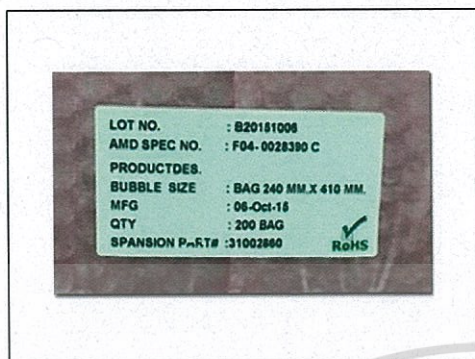


ภาพที่ 3.1 สินค้าขนาด 300 x 1300 มิลลิเมตร

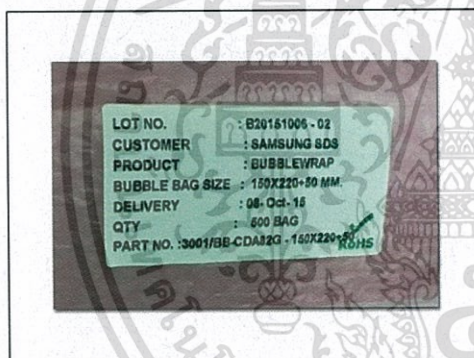
2) Bubble Bag ขนาด 270 x 330 มิลลิเมตร (5.6133×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร)



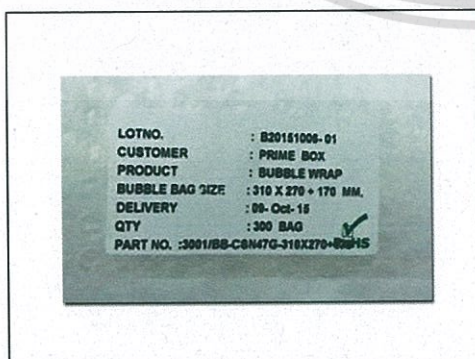
ภาพที่ 3.2 สินค้าขนาด 270 x 330 มิลลิเมตร

3) Bubble Bag ขนาด 240 x 410 มิลลิเมตร (1.16112×10^{-1} ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 3.3 สินค้าขนาด 240 x 410 มิลลิเมตร

4) Bubble Bag ขนาด 150 x 220 มิลลิเมตร (9.636×10^{-2} ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 3.4 สินค้าขนาด 150 x 220 มิลลิเมตร

5) Bubble Bag ขนาด 310 x 270 มิลลิเมตร (1.6524×10^{-1} ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 3.5 สินค้าขนาด 310 x 270 มิลลิเมตร

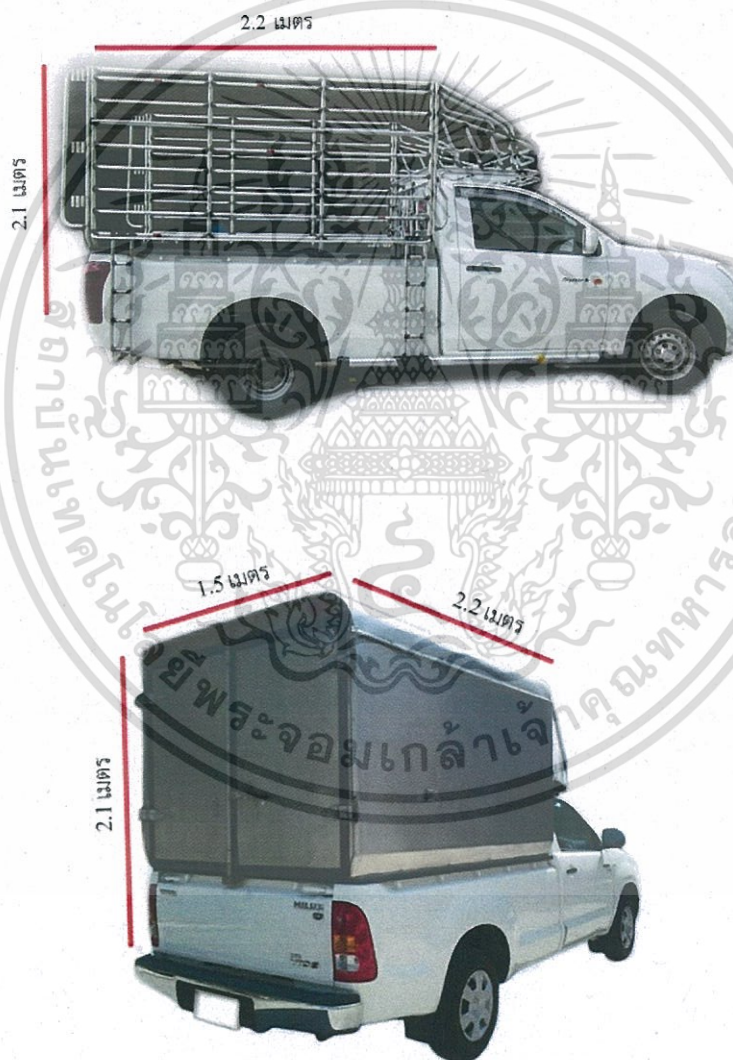
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

❖ ประเภทรถ

รถที่บริษัทใช้ในการขนส่งสินค้า เป็นรถกระบะที่มีการติดตั้งโครงหลังคาหรือโครงเหล็กเพิ่มเติม

- ความกว้าง 1.5 เมตร
- ความสูง 2.1 เมตร
- ความยาว 2.2 เมตร

คิดเป็นปริมาตรที่สามารถบรรจุทุกสินค้าได้เท่ากับ 6.93 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1 คันรถ

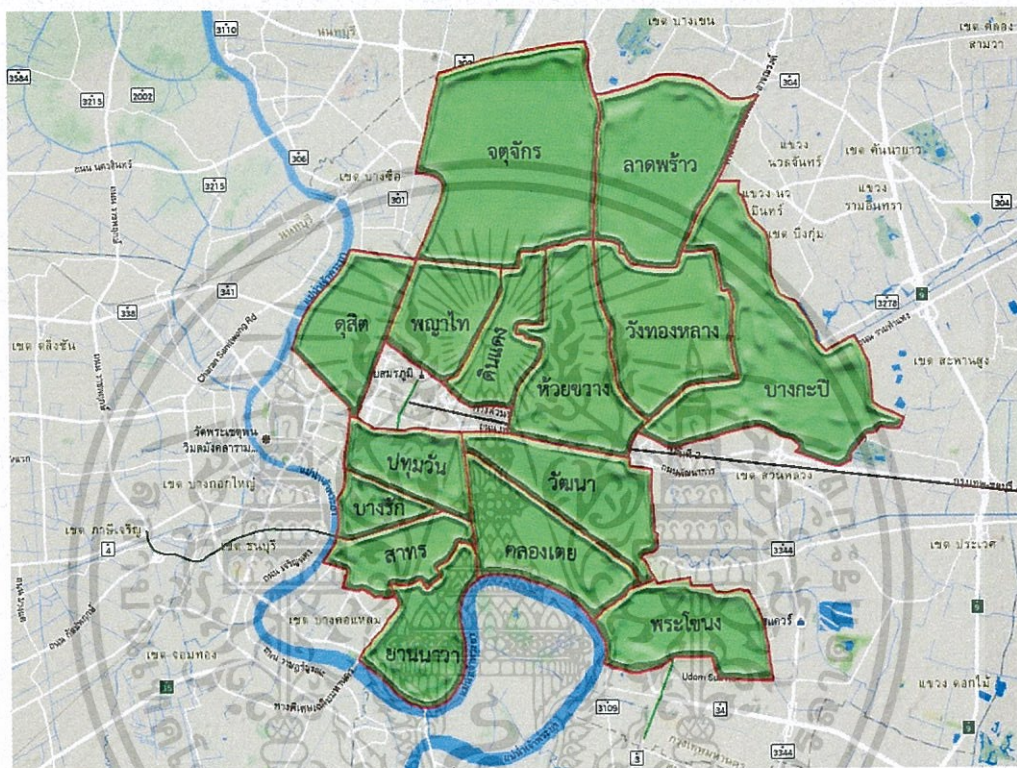


ภาพที่ 3.6 รถที่บริษัทใช้ในการขนส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

❖ พื้นที่ในการขนส่งสินค้า

ในสายการขนส่งสินค้าของทางบริษัทกรณีศึกษามีหลากหลายเขตพื้นที่ด้วยกัน แต่ทางผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเฉพาะกลุ่มลูกค้าจำนวน 15 เขตพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่ที่พบปัญหาในการขนส่งสินค้ามากที่สุด (1 เขตพื้นที่ : 1 ลูกค้า)



ภาพที่ 3.7 เขตพื้นที่ในการขนส่งสินค้า

โดยแสดงรายชื่อแต่ละเขต ได้ดังต่อไปนี้

- | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| (1) เขตจตุจักร | (2) เขตลาดพร้าว | (3) เขตบางกะปิ |
| (4) เขตวังทองหลาง | (5) เขตห้วยขวาง | (6) เขตดินแดง |
| (7) เขตพญาไท | (8) เขตดุสิต | (9) เขตปทุมวัน |
| (10) เขตวัฒนา | (11) เขตคลองเตย | (12) เขตสาทร |
| (13) เขตบางรัก | (14) เขตยานนาวา | (15) เขตพระโขนง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 สร้างตารางของระยะทางในการเดินทาง

ผู้วิจัยได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือโปรแกรม Google map เพื่อหาข้อมูลระยะทาง (กิโลเมตร) ทั้งหมด ระหว่างลูกค้ากับคลังสินค้าและระหว่างลูกค้าด้วยกัน จากนั้นสร้างตารางเมตริกซ์ ระยะทางขนาด 15x15 แล้วบันทึกลงบน Microsoft Excel ซึ่งการเลือกเส้นทางที่นำมาใช้คำนวณ ของผู้วิจัย จะพิจารณาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดโดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาของการเดินทาง เนื่องจากระยะเวลาของการเดินทางนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดตามสถานการณ์ในแต่ละวัน เช่น ปัญหาจราจรติดขัดอันเนื่องมาจากการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นต้น ซึ่งจะแสดงระยะทาง ที่ได้ ดังนี้



Factory	Bang Kapi	Bang Rak	Chauchak	Lad Phrao	Wang Thong Lang	Dusit	Phaya Thai	Dm Daeng	Hua Kiwang	Wattana	Klong Toey	Pathumwan	Sathorn	Yannawa	Pra Khanong
Factory	37.5	41.2	28.6	29.7	34.7	35.5	30.7	34.5	34.7	44.8	40.9	41.2	43.8	44.1	47.7
Bang Kapi	45.5	-	15.5	10.5	8.9	18.4	17.4	12.7	11.5	9.6	16.7	16.9	22.8	22.1	14.2
Bang Rak	49.1	22	18.6	26.9	20	8.3	10.6	10.6	14.5	11.4	6.6	2.5	3.7	6.7	13.3
Chauchak	33.3	12.7	17.8	9	12.2	15.4	7.3	13.3	9.9	21.6	19.7	20	21	22.9	26.5
Lad Phrao	39.9	11.5	22.8	8.4	8.3	20.1	11.9	16	12.4	15.3	22.5	21.2	25.6	28	21.5
Wang Thong Lang	43.2	3	18.7	7.2	-	17.5	11.7	10.5	8	11.2	18.4	17.1	23.8	21.3	17.3
Dusit	46.5	18.5	13.3	12.2	15.7	17.5	5.8	5.8	11	14	12.8	6.5	9.6	13.1	19.6
Phaya Thai	38.2	17	10.4	8.1	10.6	5.7	-	4.5	6.8	11.8	11	7	11.4	14.1	17.7
Dm Daeng	41.6	13.3	6.4	11.5	10.6	5.8	5.7	-	5.6	9.9	11.5	4.8	11.2	15.9	18.2
Hua Kiwang	41.7	8.4	11.3	11.4	5.6	12.6	6.6	5.2	-	8	14.5	9.7	16.2	17.6	16
Wattana	52.4	10.5	19.3	15.5	8.5	14.1	15.7	8.4	8.5	-	4.5	10.2	12.2	11.5	7
Klong Toey	48.1	18.6	18	23.8	15.3	12.3	13	7	10	5	-	5.5	6.4	7.4	7.6
Pathumwan	45.2	17.6	2.8	21.7	14.3	6.3	6.9	5.8	9.4	8.5	6.8	-	-	9.9	13.5
Sathorn	49.5	23.6	3.3	27.8	20.9	9.6	11.1	11.8	16.6	14.9	7.1	5	-	4	14.5
Yannawa	51.2	23.7	6.1	21.2	20.4	13.7	15.6	13.9	16.8	13.1	6.8	9.3	4	-	13.8
Pra Khanong	54	16.7	23.9	21.8	14.9	18.2	18.9	16.7	16.9	5.8	6.8	12	14	13.3	-

ภาพที่ 3.8 ตารางระยะทางในการเดินทาง

Factory	Bang Kapi	Bang Rak	Chauchak	Lad Phrao	Wang Thong Lang	Dusit	Phaya Thai	Dm Daeng	Hua Kiwang	Wattana	Klong Toey	Pathumwan	Sathorn	Yannawa	Pra Khanong
Factory	41.5	45.15	30.95	34.8	38.95	41	34.45	33.05	38.2	48.6	44.5	43.2	47.65	47.65	50.85
Bang Kapi	-	-	14.1	11	5.95	18.45	17.2	13	9.95	10.05	17.85	17.25	23.2	22.9	15.45
Bang Rak	-	21.3	18.2	24.85	19.35	4.55	10.45	8.5	13	10.4	5.95	2.65	3.5	6.4	12.65
Chauchak	-	-	-	8.7	12.2	14.35	7.7	12.4	10.6	20.45	18.85	17.55	20.25	22.05	23.2
Lad Phrao	-	-	-	-	7.75	21.4	13.1	17.55	11.9	15.4	23.15	21.45	26.65	27.95	21.65
Wang Thong Lang	-	-	-	-	-	16.6	11.15	10.35	6.8	9.85	16.85	15.7	22.35	20.85	16.1
Dusit	-	-	-	-	-	-	5.75	5.1	11.8	14.05	12.55	6.4	9.55	13.4	18.85
Phaya Thai	-	-	-	-	-	-	-	5.1	6.7	13.75	12	6.95	11.25	14.85	18.3
Dm Daeng	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	9.15	9.25	5.3	11.5	14.9	17.45
Hua Kiwang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.25	12.25	9.55	16.4	17.2	16.45
Wattana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.75	9.35	13.55	12.3	6.4
Klong Toey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.15	7.05	7.1	7.2
Pathumwan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	9.6	12.75
Sathorn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	14.25
Yannawa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.55
Pra Khanong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ภาพที่ 3.9 ตารางระยะทางเฉลี่ยในการเดินทาง

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้มีการแบ่งลักษณะของปัญหาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ปัญหาการจัดสินค้าขึ้นรถขนส่ง เนื่องจากตัวสินค้ามีน้ำหนักที่เบาจึงคิดเป็นปริมาตรเพื่อสะดวกต่อการคำนวณ โดยที่ผลรวมปริมาตรของสินค้าต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถที่มีการขนส่งในแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้ระยะทางที่เท่ากันระหว่างลูกค้าต่างๆ จึงใช้ระยะทางเฉลี่ยของขาไปและขากลับ

2) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ การเดินรถขนส่งสินค้าของแต่ละคันจะต้องมีระยะทางรวมในการเดินรถต่ำที่สุด

โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองทั้ง 2 ส่วน เป็นดังนี้

m	แทน	จำนวนรถทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง
n	แทน	จำนวนเขตพื้นที่ทั้งหมดในการขนส่ง
i, j	แทน	ลูกค้าเขตที่ i หรือ j โดยที่ $i, j = 1, 2, \dots, n$
d_{ij}	แทน	ระยะทางในการเดินทางจากลูกค้าเขตที่ i ไปลูกค้าเขตที่ j
a_{ij}	แทน	ระยะทางเฉลี่ยระหว่างลูกค้าเขตที่ i กับลูกค้าเขตที่ j
k	แทน	รถคันที่ k โดยที่ $k = 1, 2, \dots, m$
w_i	แทน	ปริมาตรการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าเขตที่ i
q_k	แทน	ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถคันที่ k

1) แบบจำลองกำหนดการจำนวนเต็มสำหรับการจัดสินค้าขึ้นรถขนส่งเพื่อรวมคำสั่งซื้อจากลูกค้ามากกว่า 1 ราย

ตัวแปรการตัดสินใจ

$$y_i^k \quad \text{แทน} \quad \begin{cases} 1 & \text{เมื่อรถคันที่ } k \text{ มีการขนส่งสินค้าไปเขตที่ } i \\ 0 & \text{เมื่อรถคันที่ } k \text{ ไม่มีการขนส่งสินค้าไปเขตที่ } i \end{cases}$$

หรือเขียนได้ในรูป

$$\text{Min } \sum_{i \neq j} d_{ij} x_{ij} \quad (5)$$

ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} 1. \quad & x_{2,1} + x_{3,1} + \dots + x_{p,1} = 1 \\ & x_{1,2} + x_{3,2} + \dots + x_{p,2} = 1 \\ & x_{1,3} + x_{2,3} + \dots + x_{p,3} = 1 \\ & \vdots \\ & x_{1,p} + x_{2,p} + \dots + x_{p-1,p} = 1 \end{aligned}$$

หรือเขียนในรูปแบบ

$$\sum_{i=1}^p x_{ij} = 1 \quad \text{สำหรับ } j=1, 2, \dots, p \quad \text{โดยที่ } i \neq j \quad (6)$$

$$\begin{aligned} 2. \quad & x_{1,2} + x_{1,3} + \dots + x_{1,p} = 1 \\ & x_{2,1} + x_{2,3} + \dots + x_{2,p} = 1 \\ & x_{3,1} + x_{3,2} + \dots + x_{3,p} = 1 \\ & \vdots \\ & x_{p,1} + x_{p,2} + \dots + x_{p,p-1} = 1 \end{aligned}$$

หรือเขียนในรูปแบบ

$$\sum_{j=1}^p x_{ij} = 1 \quad \text{สำหรับ } i=1, 2, \dots, p \quad \text{โดยที่ } i \neq j \quad (7)$$

$$3. \quad \sum_{i \in c} x_{ij} \leq |c| - 1 \quad (8)$$

• สมการที่ (5) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เพื่อให้ระยะทางรวมในการเดินทางขนส่งสินค้าของแต่ละคันต่ำที่สุด

• สมการข้อจำกัดที่ (6) กำหนดให้มีการเดินทางเข้าเขตที่ j ใดๆ ได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

• สมการข้อจำกัดที่ (7) กำหนดให้มีการเดินทางออกจากเขตที่ i ใดๆ ได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

• สมการข้อจำกัดที่ (8) ใช้สำหรับการป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย

3.3 ตัวอย่างเชิงตัวเลข และผลลัพธ์ที่ได้จาก Excel Solver

หลังจากที่ได้เสนอแบบจำลองการตัดสินใจที่ตั้งไว้ได้กล่าวไปข้างต้น เพื่อให้เข้าใจในตัวแบบจำลองมากขึ้น ผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างเชิงตัวเลขสำหรับกรณีที่มีการสั่งซื้อสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ

❖ ตัวอย่างที่ 1 : กำหนดให้มีการสั่งซื้อแผ่นกันกระแทกจาก 4 เขตพื้นที่ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 รายการสั่งซื้อสินค้า(1)

Location	Order Quantity for Each Product					Results
	BS(300x1300)	BB(270x330)	BB(240x410)	BB(150x220)	BB(310x270)	
Bang Kapi	10	0	0	0	0	3.64
Bang Rak	0	0	10	10	10	3.777
Chatuchak	0	0	0	30	0	2.892
Lad Phrao	0	10	10	10	0	2.686

จากรายการสั่งซื้อสินค้าจะได้

- (1) เขตบางกะปิสั่งซื้อแผ่นกันกระแทก
 - แบบ BS(300x1300) 10 ชิ้น
- (2) เขตบางรักสั่งซื้อแผ่นกันกระแทก
 - แบบ BB(240x410) 10 ชิ้น
 - แบบ BB(150x220) 10 ชิ้น
 - แบบ BB(310x270) 10 ชิ้น
- (3) เขตจตุจักรสั่งซื้อแผ่นกันกระแทก
 - แบบ BB(150x220) 30 ชิ้น
- (4) เขตลาดพร้าวสั่งซื้อแผ่นกันกระแทก
 - แบบ BB(270x330) 10 ชิ้น
 - แบบ BB(240x410) 10 ชิ้น
 - แบบ BB(150x220) 10 ชิ้น

จะเห็นว่าลูกค้าแต่ละรายนั้น สั่งซื้อสินค้าที่มีปริมาณไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงทำการรวมปริมาตรของสินค้าทั้งหมดที่ถูกสั่งซื้อ ได้เท่ากับ 12.995 ลูกบาศก์เมตร สามารถกำหนดได้ว่าควรใช้รถขนส่งจำนวน 2 คัน จะได้

รถคันที่ $k = 1, 2$ และ ลูกค้าเขตที่ $i = 1, 2, 3, 4$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Min } y_1^1 y_2^1 (21.3) + y_1^1 y_3^1 (14.1) + y_1^1 y_4^1 (11) + y_2^1 y_3^1 (18.2) + y_2^1 y_4^1 (24.85) + y_3^1 y_4^1 (8.7) + \\ y_1^2 y_2^2 (21.3) + y_1^2 y_3^2 (14.1) + y_1^2 y_4^2 (11) + y_2^2 y_3^2 (18.2) + y_2^2 y_4^2 (24.85) + y_3^2 y_4^2 (8.7)$$

ข้อจำกัด

1. ผลรวมปริมาตรสินค้าของรถแต่ละคัน ≤ 6.93 ลูกบาศก์เมตร

$$\text{รถคันที่ 1 : } (3.64)y_1^1 + (3.777)y_2^1 + (2.892)y_3^1 + (2.686)y_4^1 \leq 6.93$$

$$\text{รถคันที่ 2 : } (3.64)y_1^2 + (3.777)y_2^2 + (2.892)y_3^2 + (2.686)y_4^2 \leq 6.93$$

2. ผลรวมเส้นทางเข้าของรถในแต่ละเขต = 1

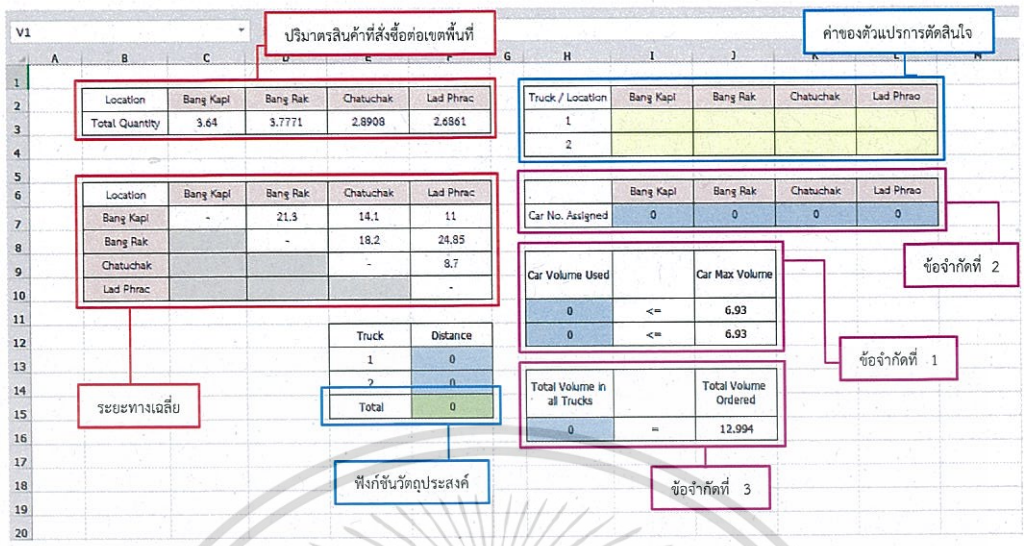
$$\text{เขตที่ 1 (บางกะปิ) : } y_1^1 + y_1^2 = 1 \quad \text{เขตที่ 3 (จตุจักร) : } y_3^1 + y_3^2 = 1$$

$$\text{เขตที่ 2 (บางรัก) : } y_2^1 + y_2^2 = 1 \quad \text{เขตที่ 4 (ลาดพร้าว) : } y_4^1 + y_4^2 = 1$$

3. ผลรวมปริมาตรสินค้าที่จัดส่ง = ผลรวมปริมาตรสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ

$$(3.64)y_1^1 + (3.777)y_2^1 + (2.892)y_3^1 + (2.686)y_4^1 + (3.64)y_1^2 + (3.777)y_2^2 + (2.892)y_3^2 + (2.686)y_4^2 \\ = 3.64 + 3.777 + 2.892 + 2.686$$

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Excel Solver ในการคำนวณ เพื่อให้ได้ความแม่นยำและความรวดเร็วของคำตอบมากขึ้น ซึ่งในการจัดวางตำแหน่งของตัวแบบจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ามีความชอบหรือชำนาญอย่างไร โดยผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.10 การสร้างตัวแบบฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด และส่วนประกอบต่างๆ

กำหนดตัวแปรการตัดสินใจ ให้เซลล์ I3, J3, K3, L3, I4, J4, K4 และ L4 แทนตัวแปรการตัดสินใจ $x_1^1, x_2^1, x_3^1, x_4^1, x_1^2, x_2^2, x_3^2, x_4^2$ ตามลำดับ

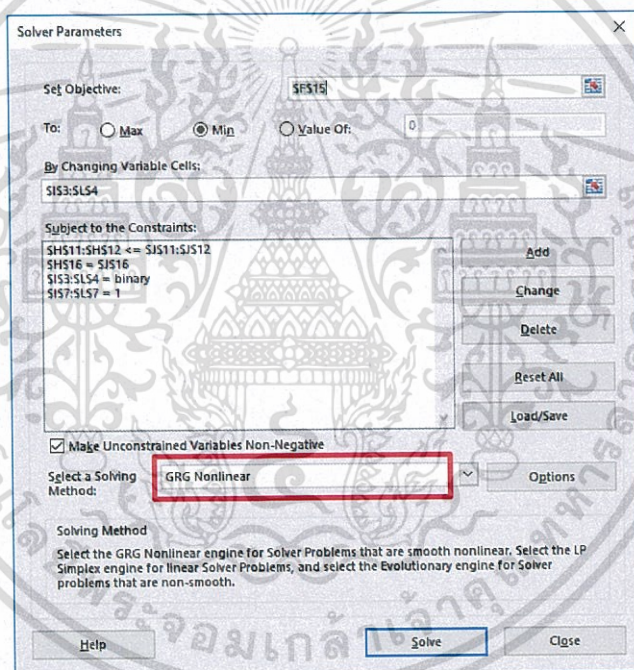
- สร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์อยู่ที่เซลล์ F15 มีสูตร คือ $=SUM(F13,F14)$ และ

$$F13 := (I3*J3*D7) + (I3*K3*E7) + (I3*L3*F7) + (J3*K3*E8) + (J3*L3*F8) + (K3*L3*F9)$$

$$F14 := (I4*J4*D7) + (I4*K4*E7) + (I4*L4*F7) + (J4*K4*E8) + (J4*L4*F8) + (K4*L4*F9)$$
 ซึ่ง F13 และ F14 คือ ระยะทางในการเดินทางของรถคันที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
- สร้างข้อจำกัดที่ 1
 - เซลล์ H11 คือ ปริมาณสินค้าที่รถคันที่ 1 บรรทุก มีสูตร คือ $=SUMPRODUCT(C3:F3,I3:L3)$
 - เซลล์ H12 คือ ปริมาณสินค้าที่รถคันที่ 2 บรรทุก มีสูตร คือ $=SUMPRODUCT(C3:F3,I4:L4)$
- สร้างข้อจำกัดที่ 2 จำนวนรถที่เดินทางไปเขตพื้นที่ใดๆ คำนวณจาก ผลรวมจำนวนการเดินทางไปเขตพื้นที่นั้นของรถคันที่ 1 และ 2 โดยจำนวนรถที่เดินทางไป
 - เขตบางกะปิ อยู่ที่เซลล์ I7 มีสูตร คือ $=SUM(I3:I4)$
 - เขตบางรัก อยู่ที่เซลล์ J7 มีสูตร คือ $=SUM(J3:J4)$
 - เขตจตุจักร อยู่ที่เซลล์ K7 มีสูตร คือ $=SUM(K3:K4)$
 - เขตลาดพร้าว อยู่ที่เซลล์ L7 มีสูตร คือ $=SUM(L3:L4)$

- 4) สร้างข้อจำกัดที่ 3 ปริมาตรสินค้าที่จัดส่ง หรือ ผลรวมของปริมาตรสินค้าที่บรรจุอยู่ในรถคันที่ 1 และ 2 ซึ่งอยู่ที่เซลล์ H16 มีสูตร คือ =SUM(H11:H12)
- 5) ระยะทางเฉลี่ย ได้มาจาก ระยะทางเฉลี่ยของขาไปและขากลับ เช่น ระยะทางจากเขตบางกะปิไปเขตบางรัก เท่ากับ (ระยะทางจากเขตบางกะปิไปเขตบางรัก + ระยะทางจากเขตบางรักไปเขตบางกะปิ)/2 จะได้ $(22+20.6)/2=21.3$

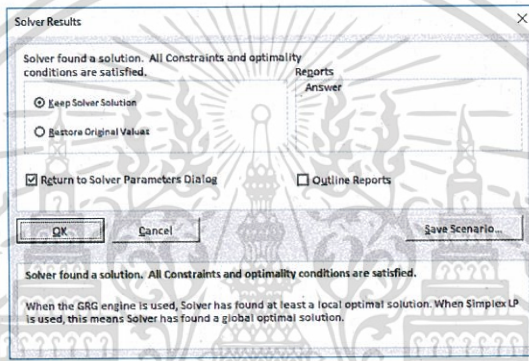
เมื่อทำการสร้างตัวแบบและส่วนประกอบต่างๆ แล้ว ลำดับต่อมาจะเป็นการกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรการตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และข้อจำกัด ลงใน Solver ซึ่งใช้วิธี GRG Nonlinear ในการประมวลผลผลลัพธ์ เนื่องจาก ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นนอนลิเนียร์ฟังก์ชันที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่อง



ภาพที่ 3.11 Solver เพื่อประมวลผล

- 6) ช่อง Set Objective เป็นช่องสำหรับกำหนดว่าเซลล์ใด เป็นค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ในที่นี้คือเซลล์ F15 และกำหนดทิศทางของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในช่อง To : ในที่นี้ เลือก Min เพราะเราต้องการหาค่าต่ำสุด
- 7) กำหนดเซลล์ของตัวแปรการตัดสินใจ โดยจะต้องระบุไว้ในช่องของ By Changing Variable Cells ซึ่งก็คือ เซลล์ I3, J3, K3, L3, I4, J4, K4 และ L4

- 8) การกำหนดข้อจำกัด ทำได้โดยการกดที่ปุ่ม Add และ ทำการใส่ข้อจำกัดแต่ละข้อลงไป
- ข้อจำกัดที่ 1 กำหนดให้ $H11:H12 \leq J11:J12$ โดยที่ J11:J12 คือ ปริมาตรสินค้าที่รถแต่ละคันบรรทุกได้
 - ข้อจำกัดที่ 2 กำหนดให้ $I3:L4 = 1$ ในที่นี้ 1 หมายถึง มีรถคันเดียวที่เดินทางไปยังเขตพื้นที่นั้น
 - ข้อจำกัดที่ 3 กำหนดให้ $H16 = J16$ โดยที่ J16 คือ ผลรวมปริมาตรสินค้าที่ถูกสั่งซื้อ
 - ต้องกำหนดให้ค่าของตัวแปรการตัดสินใจเป็น binary เพราะคำตอบต้องเป็น 0 กับ 1
- แล้วกดปุ่ม Solve จากนั้นจะมีหน้าจอปรากฏ ดังภาพ 3.12 แล้วให้กดปุ่ม OK



ภาพที่ 3.12 หน้าต่างเลือกการแสดงผลลัพธ์

V1					เขตพื้นที่ ที่รถคันที่ 1 และ 2 ต้องเดินทางไปยัง			
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Location	Bang Kapi	Bang Rak	Chatuchak	Lad Phrac		Truck / Location
3		Total Quantity	3.64	3.7771	2.8908	2.6861		Bang Kapi
4								Bang Rak
5								Chatuchak
6		Location	Bang Kapi	Bang Rak	Chatuchak	Lad Phrac		Lad Phrac
7		Bang Kapi	-	21.3	14.1	11		Car No. Assigned
8		Bang Rak		-	19.2	24.95		Bang Kapi
9		Chatuchak			-	8.7		Bang Rak
10		Lad Phrac				-		Chatuchak
11								Lad Phrac
12								Car Volume Used
13								Car Max Volume
14								6.6679
15								6.3261
16								<=
17								6.93
18								<=
19								6.93
20								

Truck	Distance
1	18.2
2	11
Total	29.2

Total Volume in all Trucks	Total Volume Ordered
12.994	=
	12.994

ผลรวมระยะทางระหว่างเขตพื้นที่ที่สั้นที่สุดของคันที่ 1 และ 2

ภาพที่ 3.13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3.13 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ ดังนี้ ผลรวมระยะทางระหว่างเขตพื้นที่ที่สั้นที่สุดของ รถคันที่ 1 และ 2 คือ 29.2 กิโลเมตร ซึ่งรถคันที่ 1 ต้องเดินทางไปส่งสินค้าที่เขตบางรัก และเขต จตุจักร รถคันที่ 2 ต้องเดินทางไปส่งสินค้าที่เขตบางกะปิ และเขตลาดพร้าว

หลังจากที่ได้จัดสรรสินค้าลงรถขนส่ง ขั้นตอนต่อไปจะเข้าแบบจำลองที่ 2 เพื่อหาลำดับใน การเดินทางรถขนส่งสินค้าของแต่ละคัน โดยกำหนดให้ ลูกข่ายเขตที่ $i, j = 1, 2, 3$ โดย $i = 1$ คือ โรงงาน

รถคันที่ 1 : จัดส่งเขตบางรัก และเขตจตุจักร

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Min } (49.1)x_{1,2} + (33.3)x_{1,3} + (41.2)x_{2,1} + (17.8)x_{2,3} + (28.6)x_{3,1} + (18.6)x_{3,2}$$

ข้อจำกัด

1. ผลรวมเส้นทางเข้า = 1

แทน $j = 1$ (โรงงาน) : $x_{2,1} + x_{3,1} = 1$

แทน $j = 2$ (บางรัก) : $x_{1,2} + x_{3,2} = 1$

แทน $j = 3$ (จตุจักร) : $x_{1,3} + x_{2,3} = 1$

2. ผลรวมเส้นทางออก = 1

แทน $i = 1$ (โรงงาน) : $x_{1,2} + x_{1,3} = 1$

แทน $i = 2$ (บางรัก) : $x_{2,1} + x_{2,3} = 1$

แทน $i = 3$ (จตุจักร) : $x_{3,1} + x_{3,2} = 1$

3. การป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย ≤ 3

$$(49.1)x_{1,2} + (33.3)x_{1,3} + (41.2)x_{2,1} + (17.8)x_{2,3} + (28.6)x_{3,1} + (18.6)x_{3,2} \leq |4| - 1$$

รถคันที่ 2 : จัดส่งเขตบางกะปิ และเขตลาดพร้าว

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Min } (45.5)x_{1,2} + (39.9)x_{1,3} + (37.5)x_{2,1} + (11.5)x_{2,3} + (29.7)x_{3,1} + (10.5)x_{3,2}$$

ข้อจำกัด

1. ผลรวมเส้นทางเข้า = 1

แทน $j = 1$ (โรงงาน) : $x_{2,1} + x_{3,1} = 1$

แทน $j = 2$ (บางกะปิ) : $x_{1,2} + x_{3,2} = 1$

แทน $j = 3$ (ลาดพร้าว) : $x_{1,3} + x_{2,3} = 1$

2. ผลรวมเส้นทางออก = 1

แทน $i = 1$ (โรงงาน) : $x_{1,2} + x_{1,3} = 1$

แทน $i = 2$ (บางกะปิ) : $x_{2,1} + x_{2,3} = 1$

แทน $i = 3$ (ลาดพร้าว) : $x_{3,1} + x_{3,2} = 1$

3. การป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย ≤ 3

$$(45.5)x_{1,2} + (39.9)x_{1,3} + (37.5)x_{2,1} + (11.5)x_{2,3} + (29.7)x_{3,1} + (10.5)x_{3,2} \leq |4| - 1$$

โดยผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบ ดังต่อไปนี้

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Car No.1				ระยะทาง		
3							
4			Factory	Bang Rak	Chatuchak		
5	Factory	9999		49.1	33.3		
6	Bang Rak	41.2	9999		17.8		
7	Chatuchak	28.6	18.6	9999			
8							
9			Factory	Bang Rak	Chatuchak		
10	Factory						ค่าของตัวแปร
11	Bang Rak						การตัดสินใจ
12	Chatuchak						
13							
14	Entry	0	0	0			ข้อจำกัดที่ 1
15	Depart	0	0	0			ข้อจำกัดที่ 2
16							
17	Prevention of sub Paths.		0				ข้อจำกัดที่ 3
18	Distance (km)			0			ฟังก์ชันวัตถุประสงค์
19							

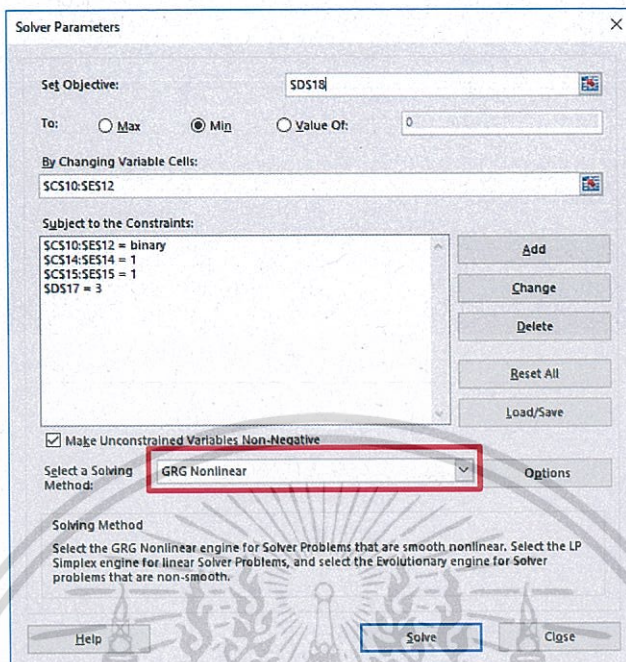
ภาพที่ 3.14 การสร้างตัวแบบฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ข้อจำกัด และส่วนประกอบต่างๆ

กำหนดตัวแปรการตัดสินใจ ให้เซลล์ D10, E10, C11, E11, C12 และ D12 แทนตัวแปรการตัดสินใจ $x_2^1, x_3^1, x_1^2, x_3^2, x_1^3, x_2^3$ โดยไม่ต้องกำหนดให้เซลล์ C10, D11 และ E12 หรือเซลล์ทแยงมุม เป็นตัวแปรการตัดสินใจ

- 1) สร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์อยู่ที่เซลล์ F18 มีสูตร คือ

$$=SUMPRODUCT(C5:E7,C10:E12)$$
- 2) สร้างข้อจำกัดที่ 1
 - เซลล์ C14 คือ จำนวนรถที่เดินทางไปยังโรงงาน สูตร คือ $=SUM(C10:C12)$
 - เซลล์ D14 คือ จำนวนรถที่เดินทางไปยังเขตบางรัก สูตร คือ $=SUM(D10:D12)$
 - เซลล์ E14 คือ จำนวนรถที่เดินทางไปยังเขตจตุจักร สูตร คือ $=SUM(E10:E12)$
- 3) สร้างข้อจำกัดที่ 2
 - เซลล์ C15 คือ จำนวนรถที่เดินทางออกจากโรงงาน สูตร คือ $=SUM(C10:E10)$
 - เซลล์ D15 คือ จำนวนรถที่เดินทางออกจากเขตบางรัก สูตร คือ $=SUM(D11:D11)$
 - เซลล์ E15 คือ จำนวนรถที่เดินทางออกจากเขตจตุจักร สูตร คือ $=SUM(E12:E12)$
- 4) สร้างข้อจำกัดที่ 3 คือ ป้องกันไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนของเส้นทาง เมื่อรถเดินทางเข้าไปยังเขตพื้นที่ใดๆ แล้ว รถคันนั้นไม่สามารถเดินทางเข้าไปยังเขตพื้นที่นั้นได้อีก ซึ่งข้อจำกัดที่ 3 อยู่ที่เซลล์ D17 มีสูตร คือ $=SUM(C10:E12)$
- 5) ระยะเวลา จะเห็นว่าเซลล์ C5, D6 และ E7 เป็นระยะทางจากโรงงานไปโรงงาน ระยะทางจากเขตบางรักไปเขตบางรัก และระยะทางจากเขตจตุจักรไปเขตจตุจักร ตามลำดับ ระยะทางเหล่านี้ไม่มีค่าของระยะทาง หรือเป็น 0 นั่นเอง แต่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต้องการหาระยะทางต่ำสุด ซึ่งเราต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เลือกระยะทางเหล่านั้น จึงกำหนดให้มีค่าเป็น 9999

เมื่อทำการสร้างตัวแบบและส่วนประกอบต่างๆ แล้ว ลำดับต่อมาจะเป็นการกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรการตัดสินใจ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ลงใน Solver เพื่อประมวลผล



ภาพที่ 3.15 Solver เพื่อประมวลผล

- 6) ช่อง Set Objective เป็นช่องสำหรับกำหนดว่าเซลล์ใด เป็นค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ในที่นี้คือเซลล์ D18 และกำหนดทิศทางของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในช่อง To : ในที่นี้ เลือก Min เพราะเราต้องการหาค่าต่ำสุด
- 7) กำหนดเซลล์ของตัวแปรการตัดสินใจ โดยจะต้องระบุไว้ในช่องของ By Changing Variable Cells ซึ่งก็คือเซลล์ D10, E10, C11, E11, C12 และ D12
- 8) การกำหนดข้อจำกัด ทำได้โดยการกดที่ปุ่ม Add และ ทำการใส่ข้อจำกัดแต่ละข้อลงไป
 - ข้อจำกัดที่ 1 กำหนดให้ C14:E14 = 1 ในที่นี้ 1 คือจำนวนรถที่เดินทางไปยังเขตพื้นที่นั้นๆ หมายความว่าต้องมีเพียง 1 คันเท่านั้น
 - ข้อจำกัดที่ 2 กำหนดให้ C15:E15 = 1 ในที่นี้ 1 คือ จำนวนรถที่เดินทางออกจากพื้นที่นั้นๆ หมายความว่าต้องมีเพียง 1 คันเท่านั้น
 - ข้อจำกัดที่ 3 กำหนดให้ D17 = 3 ในที่นี้ 3 คือจำนวนเขตพื้นที่ทั้งหมด นั่นก็คือ โรงงาน เขตบางรัก และเขตจตุจักร

จากนั้นกดปุ่ม Solve แล้วให้กดปุ่ม OK เช่นเดียวกับแบบจำลองที่ 1

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Car No.1					
3							
4			Factory	Bang Rak	Chatuchak		
5		Factory	9999	49.1	33.3		
6		Bang Rak	41.2	9999	17.8		
7		Chatuchak	28.6	18.6	9999		
8							
9			Factory	Bang Rak	Chatuchak		
10		Factory	0	0	1		
11		Bang Rak	1	0	0		
12		Chatuchak	0	1	0		
13							
14		Entry	1	1	1		
15		Depart	1	1	1		
16							
17		Prevention of sub Paths		3			
18		Distance (km)		93.1			
19							

ภาพที่ 3.16 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ

จากภาพที่ 3.16 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ ดังนี้ ระยะทางในการเดินทางต่ำที่สุดของรถคันที่ 1 เท่ากับ 93.1 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน – เขตจตุจักร – เขตบางรัก – โรงงาน ซึ่งการคำนวณหาผลลัพธ์ของรถคันที่ 2 มีขั้นตอนวิธีเดียวกัน แสดงผลลัพธ์ที่ได้ ดังนี้ ระยะทางในการเดินทางต่ำที่สุดของรถคันที่ 2 เท่ากับ 86.7 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน – เขตบางกะปิ – เขตลาดพร้าว – โรงงาน สรุปได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปผลลัพธ์เส้นทางการเดินทาง

รถคันที่	ลำดับการในการเดินทาง	ระยะทางในการเดินทาง
1	โรงงาน → จตุจักร → บางรัก → โรงงาน	93.1
2	โรงงาน → บางกะปิ → ลาดพร้าว → โรงงาน	86.7

❖ ตัวอย่างที่ 2 : กำหนดให้มีการสั่งซื้อแผ่นกันกระแทกจาก 15 เขตพื้นที่ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 รายการสั่งซื้อสินค้า(2)

Location	Order Quantity for Each Product					Results
	BS(300x1300)	BB(270x330)	BB(240x410)	BB(150x220)	BB(310x270)	
Bang Kapi	0	10	8	2	0	1.683
Bang Rak	5	0	5	0	0	2.401
Chatuchak	0	0	0	15	0	1.445
Lad Phrao	0	5	0	5	5	1.589
Wang Thong Lang	2	0	5	10	2	2.603
Dusit	0	10	10	0	0	1.722
Phaya Thai	4	0	0	0	5	2.282
Din Daeng	0	0	0	18	0	1.734
Huai Khwang	5	0	0	0	0	1.820
Wattana	0	0	10	10	2	2.455
Klong Toey	2	2	2	2	2	1.596
Pathumwan	0	3	5	10	0	1.713
Sathorn	0	5	10	10	0	2.405
Yannawa	10	0	0	0	0	3.640
Phra Khanong	0	8	8	2	0	1.571

จากรายการสั่งซื้อสินค้าข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวมปริมาตรของสินค้าทั้งหมดที่ถูกสั่งซื้อเท่ากับ 30.659 ลูกบาศก์เมตร สามารถกำหนดได้ว่าควรใช้รถขนส่งจำนวน 5 คัน โดยวิธีการคำนวณและขั้นตอนต่างๆ ในการหาผลลัพธ์ของตัวอย่างที่ 2 จะมีวิธีการเดียวกัน ดังตัวอย่างที่ 1 แสดงผลลัพธ์ในการจัดส่งสินค้าที่ได้ ดังนี้

- ระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดของรถคันที่ 1 เท่ากับ 108 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน - สาทร - วังทองหลาง - โรงงาน
- ระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดของรถคันที่ 2 เท่ากับ 114.6 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน - ลาดพร้าว - คลองเตย - ยานนาวา - โรงงาน
- ระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดของรถคันที่ 3 เท่ากับ 112.7 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน - วัฒนา - พระโขนง - บางรัก - โรงงาน
- ระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดของรถคันที่ 4 เท่ากับ 96 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน - จตุจักร - ห้วยขวาง - ปทุมวัน - ดุสิต - โรงงาน

- ระยะทางในการเดินรถต่ำที่สุดของรถคันที่ 5 เท่ากับ 94.1 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินรถคือ โรงงาน - พญาไท - ดินแดง - บางกะปิ - โรงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

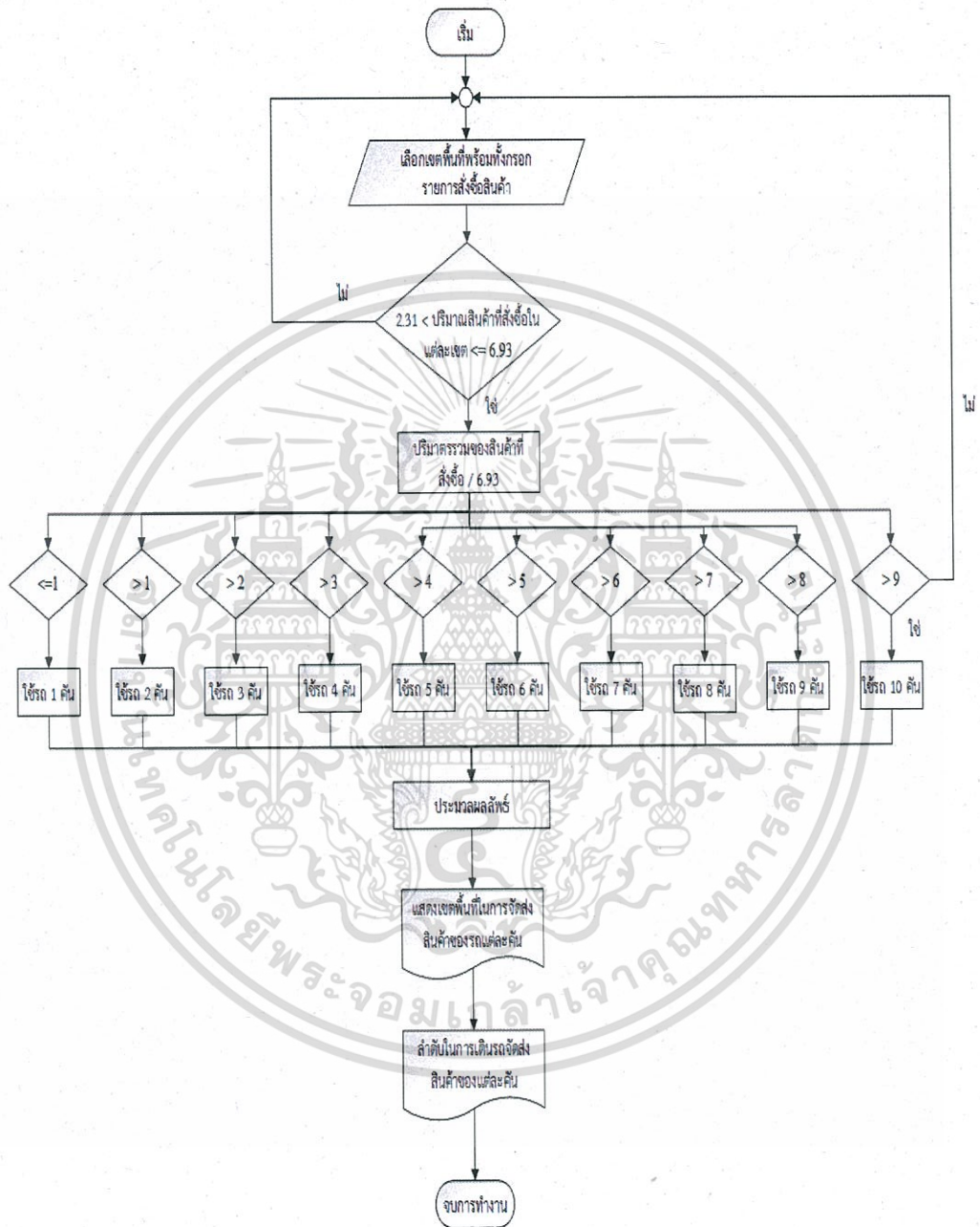
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้ได้เสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน จะเห็นว่าในบทที่ 3 สำหรับการนำเอาปัญหาต่างๆ ไปสร้างตัวแบบและหาผลลัพธ์นั้น มีหลายขั้นตอน อาจทำให้ส่วนสำคัญบางส่วนในการสร้างตัวแบบถูกละเลย หรือมีข้อผิดพลาดได้ ดังนั้น ผู้วิจัย จึงได้นำ Visual Basic มาเขียนพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยการหาผลลัพธ์นั้น จะทำงานภายใต้ Excel Solver ซึ่งระบบสนับสนุนหรือโปรแกรมต้นแบบที่ได้สร้างขึ้น มีข้อจำกัด และเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

- รถที่ใช้สำหรับขนส่งสินค้ามีจำนวน 10 คัน ซึ่งรถทั้ง 10 คันนี้ ทางบริษัทได้ทำการจ้างให้ขนส่งสินค้าเป็นประจำ ถ้ามีจำนวนการสั่งซื้อเกินความสามารถในการขนส่งของรถ 10 คัน บริษัท จะทำการเช่ารถมาเพิ่มในภายหลัง ผู้วิจัยจึงไม่นำเอารถที่เพิ่มเติมภายหลังมาคิดคำนวณ
- เขตพื้นที่ที่ต้องการสั่งซื้อสินค้าต้องมีปริมาตรสินค้าที่สั่ง มากกว่า 2.31 ลูกบาศก์เมตร และไม่เกิน 6.93 ลูกบาศก์เมตร เพื่อไม่ให้เกิดการสั่งซื้อสินค้าที่ปลีกย่อย ซึ่งจะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น และให้เหมาะสมกับความเป็นจริงของทางบริษัท

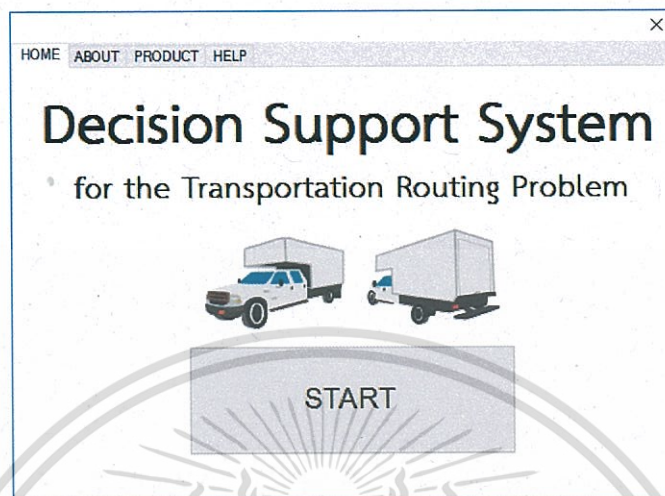
4.1 Flow Chart แสดงการทำงานของระบบ



ภาพที่ 4.1 Flow Chart แสดงการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 User Interface ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

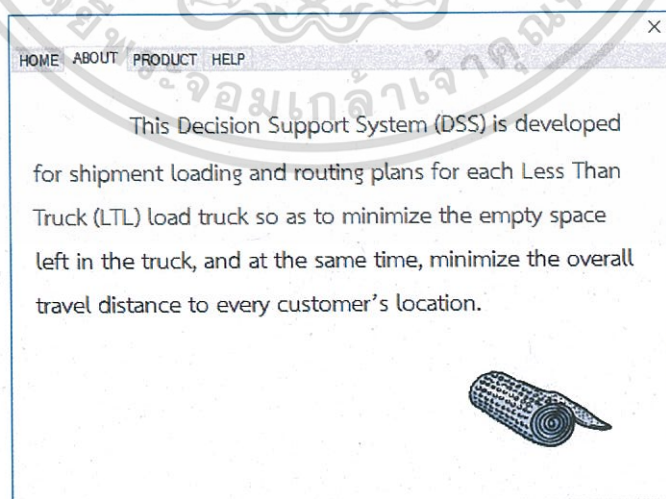


ภาพที่ 4.2 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

หน้าต่างเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (เมนู HOME) จะมีแถบเมนูทั้งหมด 3 แถบเมนูที่จะนำผู้เข้าใช้ไปสู่หน้าต่างย่อยอื่นๆ ได้แก่ เมนู ABOUT PRODUCT และ HELP โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- **เมนู ABOUT**

แนะนำรายละเอียดของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

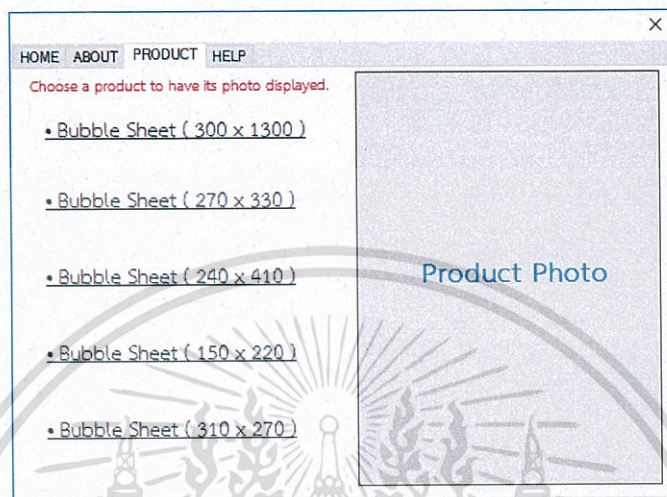


ภาพที่ 4.3 หน้าต่างเมนู ABOUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมนู PRODUCT

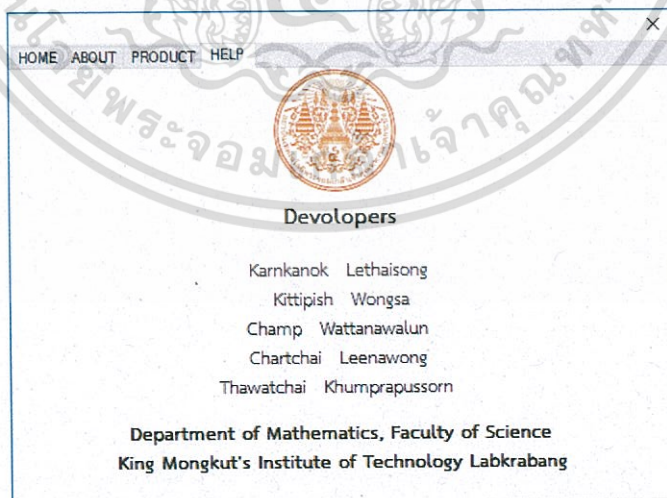
แสดงรูปแบบของสินค้าทั้งหมด 5 แบบ โดยผู้ใช้สามารถคลิกที่ชื่อสินค้าเพื่อแสดงรูปสินค้า



ภาพที่ 4.4 หน้าต่างเมนู PRODUCT

- เมนู HELP

แสดงรายชื่อผู้จัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ



ภาพที่ 4.5 หน้าต่างเมนู HELP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.2 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (เมนู HOME) ผู้ใช้งานสามารถคลิกที่ปุ่ม “START” เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า

The screenshot shows a 'Customer Order' window with the following components:

- 1**: Location dropdown menu.
- 2**: Order Quantity for each Product section with input fields for BS(300x1300), BB(270x230), BB(240x410), BB(150x220), and BB(310x270).
- 3**: No. of Trucks section with an 'Edit' checkbox and a numeric input field set to 1.
- 4**: A table with columns: #, Location, BB (300x1300), BB (270x230), BB (240x410), BB (150x220), BB (310x270), and Total Volume.
- 5**: Add button.
- 6**: Solve button.
- 7**: Back button.

ภาพที่ 4.6 หน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า

หน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า แสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 : เลือกเขตพื้นที่

หมายเลข 2 : กรอกจำนวนสินค้า

หมายเลข 3 : แสดงจำนวนรถที่ใช้ ระบบจะคำนวณให้อัตโนมัติ หากต้องการแก้ไขจำนวนรถให้เลือกที่ช่อง “Edit”

หมายเลข 4 : แสดงรายการสั่งซื้อ

หมายเลข 5 : เพิ่มรายการสั่งซื้อ

หมายเลข 6 : คำนวณหาผลลัพธ์

หมายเลข 7 : กลับไปยังหน้าต่างเมนู Home

หน้าต่างแสดงลำดับในการเดินรถจัดส่งสินค้าของแต่ละคัน แสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 : แสดงลำดับในการเดินรถจัดส่งสินค้าและระยะทางรวมของรถแต่ละคัน

หมายเลข 2 : ระยะทางทั้งหมดของการจัดส่งสินค้า

หมายเลข 3 : กลับไปยังหน้าต่างแสดงเขตพื้นที่ในการจัดส่งสินค้าของรถแต่ละคัน

4.3 ทดสอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ผู้วิจัยทำการทดสอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จากตัวอย่างเชิงตัวเลขในบทที่ 3 โดยการนำรายการสั่งซื้อสินค้ามากรอกลงระบบเพื่อทำการคำนวณ

Location	Order Quantity for each Product					No. of Truck
	BS(300x1300)	BB(270x230)	BB(240x410)	BB(150x220)	BB(310x270)	<input type="checkbox"/> Enable Truck
#						1
Wang Thong Lang	BB (300x1300)	BB (270x230)	BB (240x410)	BB (150x220)	BB (310x270)	Total Volume
Dusit						
Phaya Thai						
Din Daeng						
Huai Khwang						
Wattana						
Klong Toey						
Pathumwan						
Sathorn						
Yanawa						
Phra Khanong						

ภาพที่ 4.9 หน้าต่าง Customer Order(1)

จากภาพที่ 4.8 หน้าต่าง Customer Order ให้คลิกที่ “Location” ระบบจะแสดงรายชื่อเขตพื้นที่ทั้งหมด 15 เขต จากนั้นทำการเลือกเขตพื้นที่ที่มีการสั่งซื้อสินค้า เริ่มจากรายการแรก คือ เขตบางกะปิ พร้อมกรอกจำนวนสินค้าที่ต้องการสั่งซื้อ ดังภาพที่ 4.10

Customer Order

28 March 2016

Location:

Order Quantity for each Product

BS(300x1300)	BB(270x230)	BB(240x410)	BB(150x220)	BB(310x270)
<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

No. of Truck: Enable Truck

#	Location	BB (300x1300)	BB (270x230)	BB (240x410)	BB (150x220)	BB (310x270)	Total Volume

Add Solve Back

ภาพที่ 4.10 หน้าต่าง Customer Order(2)

จากนั้นเพิ่มเติมรายการสั่งซื้อให้ครบถ้วนตามความต้องการ ดังภาพที่ 4.11 ระบบจะแสดงจำนวนรถที่ต้องใช้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงปริมาตรสินค้าของแต่ละเขตพื้นที่ที่ต้องจัดส่ง

Customer Order

28 March 2016

Location:

Order Quantity for each Product

BS(300x1300)	BB(270x230)	BB(240x410)	BB(150x220)	BB(310x270)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

No. of Truck: Enable Truck

#	Location	BB (300x1300)	BB (270x230)	BB (240x410)	BB (150x220)	BB (310x270)	Total Volume
1	Bang Kapi	10	0	0	0	0	3.64
2	Bang Flak	0	0	10	10	10	3.7771
3	Chatuchak	0	0	0	30	0	2.8908
4	Lad Phrao	0	10	10	10	0	2.6961

Add Solve Back

ภาพที่ 4.11 หน้าต่าง Customer Order(3)

เมื่อกรอกรายการสั่งซื้อครบถ้วนแล้ว ให้คลิกที่ “Solve” เพื่อทำการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order Assignment		
Order Assignment to Trucks		
18 April 2016		
Truck	Orders from Locations	Shipment
1	Bang Rak - Chatuchak	6.6679
2	Bang Kapi - Lad Phrao	6.3261
Total Weight: 12.994 Cubic meters		Routing Back

ภาพที่ 4.12 หน้าต่าง Order

จากภาพที่ 4.12 หน้าต่าง Order แสดงผล รถคันที่ 1 ต้องเดินทางไปส่งสินค้าที่เขตบางรัก และเขตจตุจักร มีปริมาตรสินค้ารวม เท่ากับ 6.6679 ลูกบาศก์เมตร รถคันที่ 2 ต้องเดินทาง ไปส่งสินค้าที่เขตบางกะปิ และเขตลาดพร้าว มีปริมาตรสินค้ารวม เท่ากับ 6.3261 ลูกบาศก์เมตร

Routing		
Truck Routing		
18 April 2016		
Truck	Route	Travel Distance
1	Factory - Chatuchak - Bang Rak - Factory	93.1 Kilometer
2	Factory - Bang Kapi - Lad Phrao - Factory	86.7 Kilometer
Total travel Distance: 179.8 Kilometers		Back

ภาพที่ 4.13 หน้าต่าง Routing

จากภาพที่ 4.13 หน้าต่าง Routing แสดงผล รถคันที่ 1 มีระยะทางการเดินทาง เท่ากับ 93.1 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน เขตจตุจักร เขตบางรัก โรงงาน ตามลำดับ รถคันที่ 2 มี ระยะทางการเดินทาง เท่ากับ 86.7 กิโลเมตร โดยมีลำดับในการเดินทาง คือ โรงงาน เขตบางกะปิ เขตลาดพร้าว โรงงาน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การแจ้งเตือนภายในระบบ

- กรณีที่กรอกจำนวนสินค้าไม่เป็นตัวเลข

The screenshot shows the 'Customer Order' window with the date '18 April 2016'. The 'Location' is set to '- Select Locations'. Under 'Order Quantity for each Product', there are five input fields for products BS(300x1300), BB(270x230), BB(240x410), BB(150x220), and BB(310x270). The 'No. of Trucks' is set to 1. A table below has columns for '#', 'Location', 'BB (300x1300)', 'BB', 'BB (310x270)', and 'Total Volume'. An error dialog box is displayed in the center with the message 'Integer Number Only.' and an 'OK' button.

ภาพที่ 4.14 หน้าต่างการแจ้งเตือน(1)

การกรอกสัญลักษณ์ ตัวอักษร หรือตัวเลขที่เป็นทศนิยมลงในช่องจำนวนสินค้า จะมีข้อความ “Integer Number Only” แจ้งเตือนผู้ใช้งาน และผู้ใช้งานต้องทำการแก้ไขจำนวนสินค้าให้เป็นจำนวนเต็มบวกเท่านั้น เช่น 14, 5, 2, 20 และ 37 เป็นต้น

- กรณีที่สั่งซื้อสินค้าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

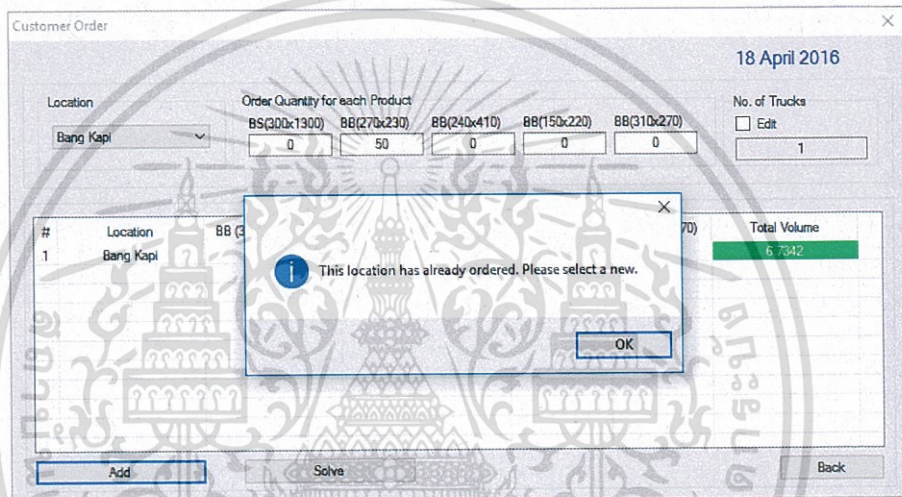
The screenshot shows the 'Customer Order' window with the date '18 April 2016'. The 'Location' is set to 'Bang Kapi'. Under 'Order Quantity for each Product', the input fields contain the values 1, 2, 1, 3, and 1. The 'No. of Trucks' is set to 1. An error dialog box is displayed in the center with the message 'Total Order Quantity is not qualified for delivery by Sealed Air. Therefore, this quantity will not be included in our DSS.' and an 'OK' button.

ภาพที่ 4.15 หน้าต่างการแจ้งเตือน(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละเขตพื้นที่ หากมีปริมาตรสินค้าน้อยกว่า 2.32 ลูกบาศก์เมตร จะมีข้อความ “Total Order Quantity is not qualified for delivery by Sealed Air. Therefore, this quantity will not be included in our DSS.” แจ้งเตือนผู้ใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานต้องทำการแก้ไขจำนวนสินค้าเพื่อให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือ มากกว่า 2.31 ลูกบาศก์เมตรนั่นเอง

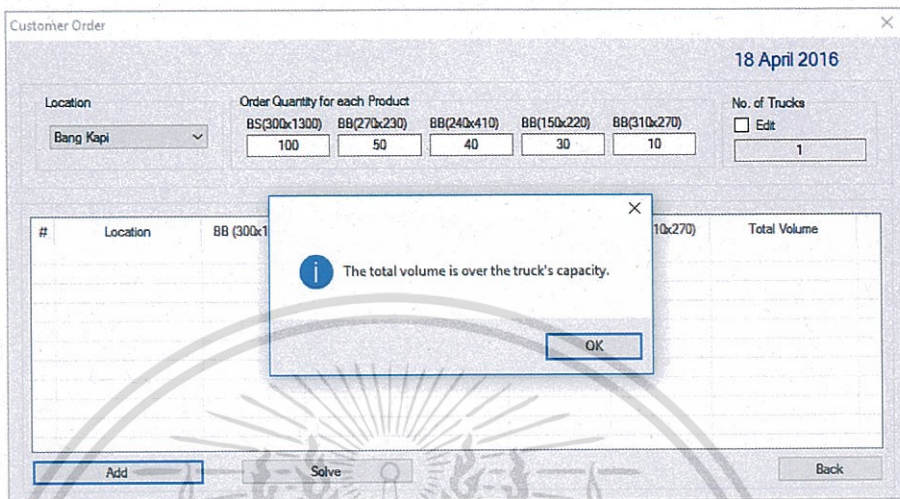
- กรณีที่เลือกเขตพื้นที่ซ้ำ



ภาพที่ 4.16 หน้าตาการแจ้งเตือน(3)

เมื่อมีการ Add เขตพื้นที่ซ้ำ จะแสดงข้อความ “This location has already ordered. Please select a new” แจ้งเตือน ให้ผู้ใช้งานเลือกเขตพื้นที่ใหม่ที่ยังไม่ถูก Add

- กรณีที่สั่งสินค้าเกินปริมาตรที่รถสามารถบรรทุกได้



ภาพที่ 4.17 หน้าต่างการแจ้งเตือน(4)

เมื่อปริมาตรของรายการสั่งซื้อเกินความสามารถในการบรรทุกของรถ ระบบจะแสดงข้อความ “The total volume is over the truck’s capacity.” แจ้งเตือนผู้ใช้งาน ให้ผู้ใช้งานแก้ไขจำนวนสินค้าให้มีปริมาตรสินค้าไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถ หรือต้องไม่เกิน 6.93 ลูกบาศก์เมตร (การดาวน์โหลดโปรแกรมและการใช้งานสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลด้านการขนส่งสินค้าของทางบริษัทกรณีศึกษา และได้พบปัญหาการจัดส่งสินค้ากรณีที่ไม่เต็มคันรถ ผู้วิจัยจึงนำปัญหานี้มาสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็ม และนำแนวคิดปัญหาการเดินทางของพนักงานขายมาช่วยในการแก้ปัญหา โดยนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปคำนวณหาผลลัพธ์ใน Excel Solver และทางผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญในการนำไปใช้งานที่ง่าย และสะดวก จึงได้สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียน ซึ่งทำงานร่วมกับ Excel Solver สำหรับการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้คาดหวังไว้เป็นอย่างดี สามารถวางแผน และจัดการเส้นทางการเดินทางขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างเป็นระบบ แม้ว่าข้อมูลที่ได้นำมาเป็นกรณีศึกษา เป็นเพียงส่วนจากทางบริษัท แต่ผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาที่ได้ ก็สามารถเป็นแนวทางให้กับบริษัทกรณีศึกษาที่จะนำไปปรับปรุงเพิ่มเติมในการจัดเส้นทางเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ทางบริษัทกรณีศึกษาได้ให้ข้อมูลของสินค้าและเขตพื้นที่ของลูกค้ามาเพียงบางส่วนเท่านั้น ส่งผลให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมถึงปัญหาที่นอกเหนือจากนี้ สำหรับผู้ที่จะนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจไปพัฒนาต่อ ควรเพิ่มเติมตัวแบบสินค้า รวมถึงเขตพื้นที่ในการขนส่ง เพื่อการครอบคลุมถึงการแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมจริงสามารถคำนวณได้มากขึ้น และเพิ่มเติมฟังก์ชันเสริม เช่น การบอกค่าใช้จ่ายในการขนส่ง แสดงแผนที่ในการเดินทาง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ณกร อินทร์พวง. (2548). การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์.
กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- จิรนนท์ แซ่จิว และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. (2550). การหาเส้นทางการเดินทางรถขนธันบัตรเพื่อเติมตู้
เอทีเอ็ม. *การศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*
- ณัฐไชย์ สีนาวงศ์. (2556). *การวิจัยดำเนินงาน*. กรุงเทพฯ: หจก. มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- ชัยมงคล ลี้มเพียรชอบ และ สมยศ เขียวอักษร. (2556). การลดต้นทุนโลจิสติกส์การเพาะปลูก
สับปะรดพันธุ์ควีนโดยประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม. *วิจัยและพัฒนา มจร.*,
36, 287-298.
- จุฬาลักษณ์ ภาไชยลา. (2550). หลักการเขียนโปรแกรม. สืบค้นจาก
<http://www.vcharkam.com/varticle/18966>
- ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2556). หัวข้อเฉพาะทางด้านการจัดการการดำเนินงาน. สืบค้นจาก
<https://www.tci-thaijo.org/index.php/lttech/article/download/.../25393>
- พัชรลักษณ์ รักธรรมจิรสข. (2557). การศึกษารูปแบบการกำหนดเส้นทางเพื่อทำการวางแผนการการ
เดินทางของพนักงานขาย. *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ*, 7, 185-
192.
- วิจิตร ตัณฑสุทธิ, วันชัย ริจิรวนิช, และ ทองประเสริฐ ศิริจันทร์. (2548). *การวิจัยดำเนินงาน*.
กรุงเทพฯ: บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด.
- อนันต์ มุ่งวัฒนา, ปุณยนุช ชัยเจริญธาดา, และ ชัชพันธ์ ขาญาติ. (2555). ปัญหาการเดินทางของ
พนักงานขายเมื่อมีข้อจำกัดด้านการเติมเชื้อเพลิง. *การประชุมวิชาการหน่วยงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรม*, 104-109.
- อภิชัย ฤตวิรุฬห์, และ เพชรายุทธ แซ่หลี. (2554). แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มผสม
สำหรับการวางแผนแรงงานในการผลิตชিংตอง. *การวิจัยดำเนินงาน*, 3, 14-21.



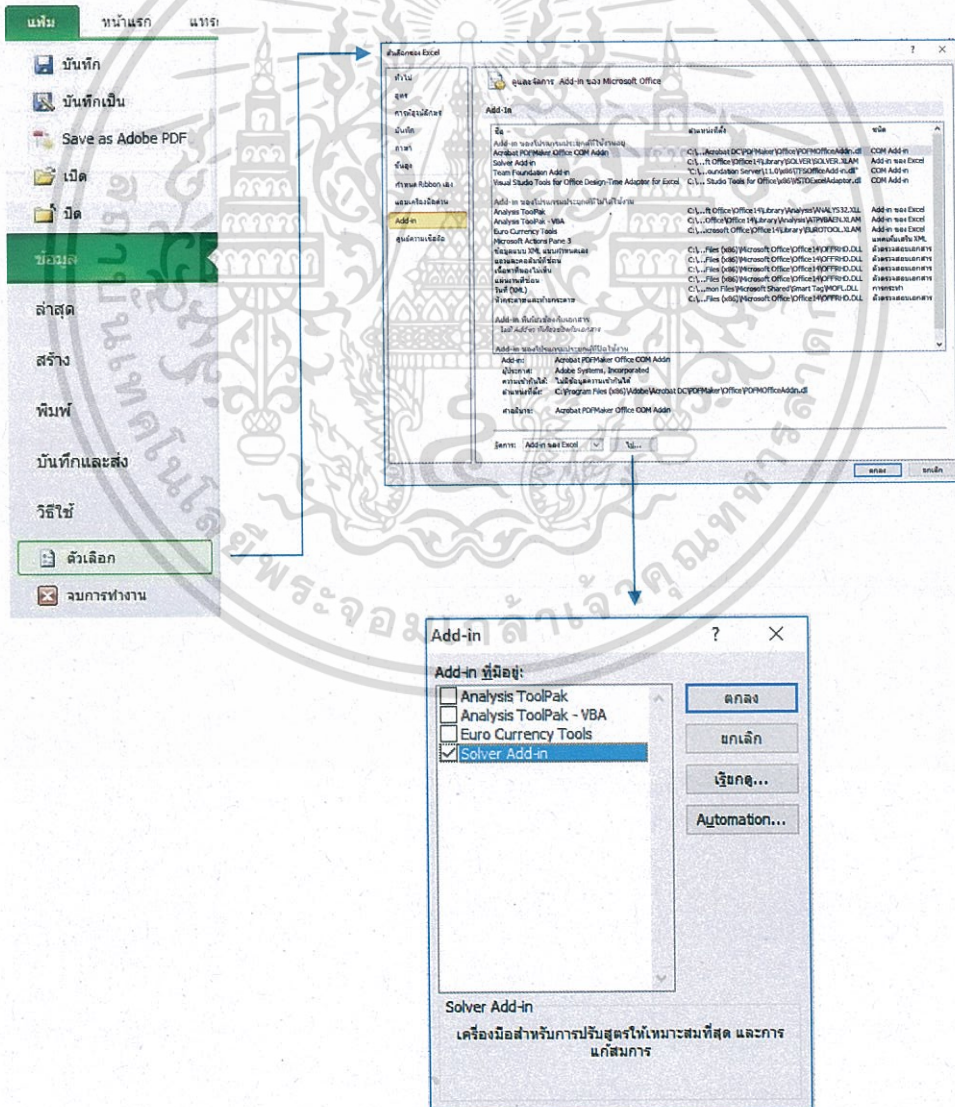
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การตั้งค่า Add-in solver Excel

การกำหนดใน Excel 2010 มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

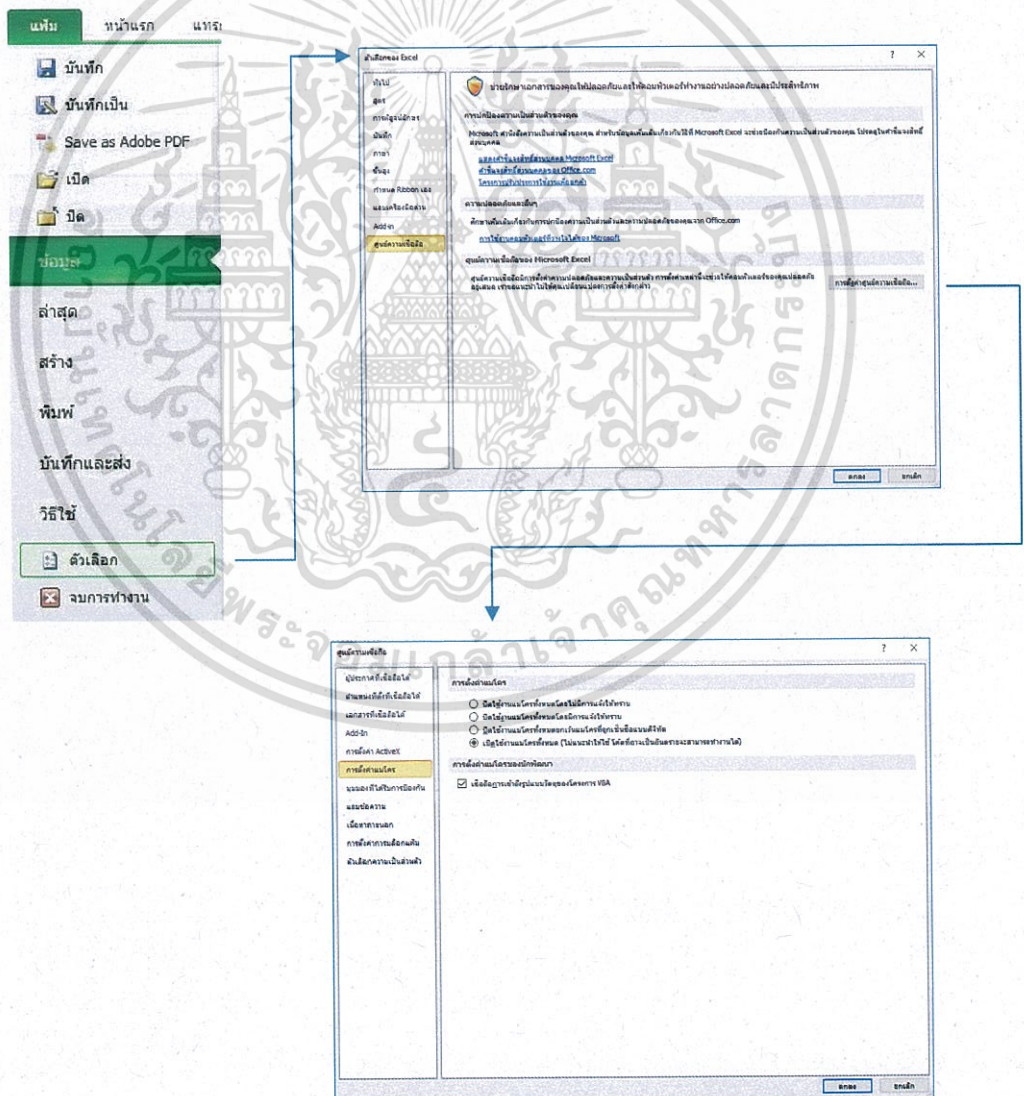
- คลิกแถบเมนู แฟ้ม > ตัวเลือก จะปรากฏหน้าต่าง ตัวเลือกของ Excel
- คลิกเมนู “Add-in” ที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ
- เลือกจัดการ เป็น Add-in ของ Excel
- คลิก ไป จะปรากฏหน้าต่าง “Add-in”
- เลือกที่ Solver Add-in
- คลิกปุ่มตกลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การตั้งค่าแม่โคร

- คลิกแถบเมนู เพิ่ม > ตัวเลือก จะปรากฏหน้าต่าง ตัวเลือกของ Excel
- คลิกเมนู ศูนย์ความเชื่อถือ ที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ
- คลิกปุ่ม การตั้งค่าศูนย์ความเชื่อถือ จะปรากฏหน้าต่าง ศูนย์ความเชื่อถือ
- คลิกเมนู “การตั้งค่าแม่โคร”
- เลือก “เปิดการใช้แม่โครทั้งหมด”
- เลือกที่ “เชื่อถือการเข้าถึงรูปแบบวัตถุของโครงการ VBA”
- คลิกปุ่มตกลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การลงโปรแกรม

- ดาวน์โหลดโปรแกรมที่
<https://www.dropbox.com/s/dssddzswb7lhzm2/T.R.P.rar?dl=0>
- แยกไฟล์ T.R.P.rar จะได้ไฟล์เดอร์ T.R.P
- ดับเบิลคลิกที่ไฟล์เดอร์ T.R.P
- คลิกขวา Run as administrator ที่ “xProject.exe”
- คลิกปุ่ม Yes
- เริ่มโปรแกรม

ตัวโปรแกรมนี้จะสามารถทำงานร่วมกับ Solver Add-in Excel ที่อยู่ใน C:\Program Files (x86)\Microsoft\Office\Office14\Library\SOLVER\SOLVER.XLAM

