การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์

โดย
นายดรัณภพ เทพาลุน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์

โดย
นายดรัณภพ เทพาลุน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

VEHICLE ROUTING ARRANGEMENT : A CASE STUDY OF MEDICAL EQUIPMENT COMPANY

By

MR. Daranpob TAPALUN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering ENGINEERING MANAGEMENT

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์
โดย	นายดรัณภพ เทพาลุน
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร) เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ)

650920016 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การจัดเส้นทาง,ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

นาย ดรัณภพ เทพาลุน: การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า โดยกำหนดเส้นทางการขนส่งสินค้าเริ่มต้นจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้า เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า จากเดิมปัญหาที่พบ คือ แผนการขนส่งสินค้าถูกกำหนดโดยเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงาน ระหว่างพนักงานขับรถกับฝ่ายขาย โดยใช้วิธีการคาดคะเนจากการสื่อสารระหว่างพนักงานขับรถและเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงาน ซึ่งมีเส้นทางที่ต้องจัดส่งสินค้าทั้งหมด 4 เส้นทาง งานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทาง 2 วิธี ได้แก่ Travelling Salesman Problem (TSP) โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel solver และ วิธี Large neighborhood search (LNS) โดยใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม

ผลการศึกษา ทางผู้วิจัยได้เสนอการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วย Solving Travelling Salesman Problem (TSP) ให้กับบริษัทกรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่า เส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 35.70 คิดเป็นผลประหยัดที่ได้ร้อยละ 14.5 เส้นทางที่ 2 สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 5.92 คิดเป็นผลประหยัดที่ได้ร้อยละ 2.64 และการขนส่งส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 6.08 คิดเป็นผลประหยัดที่ได้ร้อยละ3.91 เส้นทางที่ 2 สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 5.67 คิดเป็นผลประหยัดที่ได้ร้อยละ 3.51

650920016 : Major ENGINEERING MANAGEMENT
Keyword : Routing Travelling Salesman Problem

MR. Daranpob TAPALUN : VEHICLE ROUTING ARRANGEMENT : A CASE STUDY OF MEDICAL EQUIPMENT COMPANY Thesis advisor : Associate Professor Prachuab Klomjit, Ph.D.

This research focuses on freight transport routing by specifying the transportation route, starting from the case study company to the customer, to reduce transportation costs from the beginning. The problem encountered was that the coordination staff between the driver and the sales department determined the transportation plan. I use a prediction method based on communication between the driver and the coordination officer. There are a total of four routes that need to be delivered. This research therefore used two methods to solve the routing problem: The Traveling Salesman Problem (TSP) using Microsoft Excel solver and the Large Neighborhood Search (LNS) method using VRP spreadsheet solver for finding appropriate shipping routes.

Results of the Study: The researcher proposes arranging freight routing using the Solving Traveling Salesman Problem (TSP) for the case study company. The results of the study found that from the original freight transport route in Bangkok, Route 1, the distance can be reduced by 35.70 percent, representing a savings of 14.5 percent. Route 2 can reduce the distance by 5.92 percent, representing a savings of 2.64 percent. And transporting goods in provincial areas, Route 1, the distance can be reduced by 6.08 percent, representing a savings of 3.91 percent. Route 2 can reduce the distance by 5.67 percent, representing a savings of 3.51 percent.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่แหล่ม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ได้เปิดโอกาสเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้อีกทั้งขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้กำลังใจช่วยเหลือและผลักดัน อีกทั้งคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการทุกท่านที่ได้ชี้แนะแนวทางการศึกษาด้วยดี หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจในเรื่องดังกล่าวไม่มากก็น้อย อีกทั้งเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต

ดรัณภพ เทพาลุน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 2

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย 3

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 แนวคิดทฤษฎีการขนส่งสินค้า 4

2.2 แนวคิดทฤษฎีการจัดเส้นทางขนส่ง 6

2.3 ประเภทของวิธีการแก้ปัญหาแบบ VRP 7

2.4 ต้นทุนการขนส่ง 9

2.5 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า 9

2.6 โปรแกรม Microsoft Excel Solver 10

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 13
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย 14
3.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนก่อนปรับปรุง 18
3.3 ขั้นตอนก่อนปรับปรุงการจัดเส้นทางการขนส่งใหม่ 22
3.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบระยะทางรวมและต้นทุนในการขนส่ง 30
3.4 สรุปผล 30
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ 31
4.1 วิธีการจัด Routing และผลดำเนินการวิจัย 31
4.2 วิธีการ Saving Algorithm และผลดำเนินการวิจัย 38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผล 47
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย 48
5.3 ข้อเสนอแนะ 48
รายการอ้างอิง 49
ประวัติผู้เขียน 51

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 อัตราการใช้น้ำมันของรถขนส่ง (กิโลเมตรต่อลิตร)..... 16

ตารางที่ 2 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 1 18

ตารางที่ 3 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 2 19

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 1 19

ตารางที่ 5 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 2 20

ตารางที่ 6 สรุปเส้นทางการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)..... 20

ตารางที่ 7 ต้นทุนค่าในการส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม) . 21

ตารางที่ 8 สรุปเส้นทางการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)..... 21

ตารางที่ 9 ต้นทุนค่าในการส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)... 22

ตารางที่ 10 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 28

ตารางที่ 11 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2..... 29

ตารางที่ 12 แสดงระยะทางระหวางแต่ละจุดการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1..... 29

ตารางที่ 13 แสดงระยะทางระหวางแต่ละจุดการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2..... 29

ตารางที่ 14 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตกรุงเทพมหานคร (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม VRP..... 34

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมเขตกรุงเทพมหานคร ก่อน-หลังการปรับปรุง... 34

ตารางที่ 16 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตต่างจังหวัด (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม VRP..... 37

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ก่อน-หลังการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม VRP 37

ตารางที่ 18 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตกรุงเทพมหานคร (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver 41

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมในเขตกรุงเทพมหานคร ก่อน-หลังการปรับปรุงด้วย โปรแกรม Microsoft Excel Solver 41

ตารางที่ 20 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตพื้นที่ต่างจังหวัด (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม โปรแกรม Microsoft Excel Solver 44

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ก่อน-หลังการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver 44

ตารางที่ 22 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า 45

ตารางที่ 23 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1 (หลังการปรับปรุง) 45

ตารางที่ 24 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่2 (หลังการปรับปรุง) 46

ตารางที่ 25 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่1 (หลังการปรับปรุง) 46

ตารางที่ 26 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่2 (หลังการปรับปรุง) 46

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย 13

ภาพที่ 2 รถบรรทุกสินค้า 14

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของฝ่าย Purchasing & Logistics ตั้งแต่ลูกค้าสั่งสินค้าจนถึงได้รับสินค้า 15

ภาพที่ 4 แบบบันทึกการปฏิบัติงานของพนักงานพนักงานขนส่ง 17

ภาพที่ 5 การกรอกค่าใน Parameter 22

ภาพที่ 6 การหาจุดตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า 23

ภาพที่ 7 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 (เดิม) 23

ภาพที่ 8 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 (เดิม) 24

ภาพที่ 9 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 (เดิม) 24

ภาพที่ 10 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2 (เดิม) 25

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการจัดเส้นทางใหม่ 25

ภาพที่ 12 ตัวอย่างการสร้างตาราง Matrix 26

ภาพที่ 13 ตัวอย่างหาระยะห่างระหว่างจุดด้วยโปรแกรม Visual Basic 27

ภาพที่ 14 แสดงการใส่ข้อมูลพิกัดที่ตั้งของลูกค้า 31

ภาพที่ 15 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 หลังการปรับปรุง 32

ภาพที่ 16 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 32

ภาพที่ 17 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 หลังการปรับปรุง 33

ภาพที่ 18 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 33

ภาพที่ 19 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 หลังการปรับปรุง 35

ภาพที่ 20 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 35
ภาพที่ 21 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่2 หลังการปรับปรุง 36
ภาพที่ 22 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2 36
ภาพที่ 23 การใช้ใช้ฟังก์ชัน INDEX 38
ภาพที่ 24 การใช้ใช้ฟังก์ชัน Solver 39
ภาพที่ 25 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1 39
ภาพที่ 26 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 40
ภาพที่ 27 แสดงค่า Saving แสดงลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 40
ภาพที่ 28 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 40
ภาพที่ 29 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่1 42
ภาพที่ 30 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 42
ภาพที่ 31 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2 43
ภาพที่ 32 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2 43
ภาพที่ 33 กราฟสรุปเส้นทางขนส่งสินค้า ก่อนการปรับปรุง และ หลังการปรับปรุง 47

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขนส่งสินค้าทางถนนยังเป็นสิ่งจำเป็นและมีผลต่อประสิทธิภาพการขนส่งระบบอื่นด้วย และแต่ละบริษัทต้องประสบปัญหากับการแข่งขันทางธุรกิจ ต้นทุนดำเนินงานสูงขึ้น รวมถึงความต้องการของลูกค้ามากขึ้น และในปัจจุบันสภาวะเศรษฐกิจที่น้ำมันแพงทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบการขนส่งสินค้า เพราะว่าราคาสินค้าเท่าเดิมระยะทางในการขนส่งเท่าเดิมแต่ค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นผลเนื่องจากราคาน้ำมันกับสูงขึ้นทำให้ผู้ผลิตต้องแบกรับภาระราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทุกวัน ในอุตสาหกรรมทุกอุตสาหกรรมหนึ่งในนั้นก็คือ การขนส่งสินค้าอุปกรณ์การแพทย์และเครื่องมือแพทย์ ซึ่งประโยชน์จะเกิดแก่โรงงานในเรื่องการมีรายได้จากการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งลง

บริษัทกรณีศึกษา ดำเนินธุรกิจในรูปแบบของการนำเข้าและจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์เครื่องมือแพทย์ให้กับลูกค้า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงพยาบาล คลินิก รวมไปถึงตัวแทนขายปลีกซึ่งกระจายอยู่ในต่างจังหวัดบางส่วน โดยปกติแล้วธุรกิจประเภทนี้จะมีคู่แข่งอยู่เป็นจำนวนมาก ทางบริษัทจึงจำเป็นต้องควบคุมราคาสินค้าขายไม่ให้สูงมากจนเกินไป แล้วหันไปให้ความสำคัญใน เรื่องของกิจกรรมการลดต้นทุนของกระบวนการโลจิสติกส์แทน โดยปัจจุบันทางบริษัทนั้นมีลูกค้าที่ต้องจัดส่งสินค้าเป็นประจำทุกเดือน มากกว่า 15 บริษัท มีรถที่ใช้ในการขนส่งจำนวน 2 คัน ใช้เวลาในการโหลดสินค้าประมาณ 15-30 นาทีต่อจุดขนส่งสินค้า โดยทางบริษัทกำลังประสบกับปัญหาต้นทุนการขนส่งสินค้าสูง โดยสาเหตุหลักมาจากการขาดการวางแผนการขนส่งที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพหลายส่วน ส่วนสำคัญ คือ ขาดการจัดเส้นทางการขนส่งที่ทำให้เกิด ต้นทุนขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด สำหรับเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาที่ใช้อยู่ปัจจุบันนั้น ถูกกำหนดโดยเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงานระหว่างพนักงานขับรถกับฝ่ายขาย ซึ่งใช้วิธีการคาดคะเนจากการสื่อสารระหว่างพนักงานขับรถและเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงานดังกล่าว แล้วกำหนดเส้นทางเพื่อจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าตามจุดหมาย อย่างไรก็ตามเราพบปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับจำนวนเที่ยวและสินค้าที่บรรทุกในรถขนส่งแต่ละรอบไม่เหมาะสม ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่นในแต่ละสัปดาห์ทางบริษัทวางแผนการขนส่งไว้เส้นทางละ 1 ครั้งต่อเดือน อันเนื่องมาจากมีสินค้าที่ขาดส่งหรือส่งไม่ทันในเวลาที่ทางเจ้าหน้าที่ได้วางแผนไว้ ทำให้เกิดต้นทุน ในการขนส่งเพิ่มขึ้นซึ่งเมื่อตรวจสอบข้อมูลแล้วพบว่าเราสามารถจัดการให้ สินค้าที่ส่งไม่ทันนั้น สามารถนำไปรวมไปกับรถ บางรอบที่มีพื้นที่ว่างได้แต่ทางเจ้าหน้าที่ผู้วางแผน และ พนักงานขับรถแจ้งว่าสินค้าที่ขาดส่งนั้นอยู่คนละเส้นทางกับ

เส้นทางที่ได้วางแผนไว้ อาจจะเกิดผลกระทบกับลูกค้า จุดอื่นๆ ได้ ที่ไม่สามารถรวมไปกับสินค้าในรอบนั้นๆ ได้ จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะลดต้นทุนด้วยการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งใหม่ขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้มีการศึกษา การวางแผนเส้นทางการขนส่งสินค้า และการลดต้นทุนการขนส่งอุปกรณ์การแพทย์ และ เครื่องมือแพทย์ เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนด้านการขนส่งที่ไม่คุ้มทุนและให้พนักงานของบริษัทนำแนวทางและหลักการการขนส่ง ประยุกต์ใช้ให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อกำหนดเส้นทางการเดินรถจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้าที่กำหนด
2. เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. วางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าในกรณีที่มีสถานที่ส่งสินค้าไม่เกิน 50 จุด และมีข้อจำกัดด้านปริมาณการส่งสินค้าต่อรอบได้
2. การกำหนดค่าต่างๆ ในระบบ เช่น สถานที่ตั้งของโนดความต้องการสถานที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าได้ ความต้องการของโนด และ กรอบเวลาของโนด ความต้องการนั้นจะสร้างจากตัวเลขจริง
3. เปรียบเทียบต้นทุนในการขนส่งก่อนและหลังการปรับปรุง
4. จำนวนรถบรรทุกในการขนสินค้า จำนวน 2 คัน
5. ใช้ข้อมูลการวางแผนการขนส่งในเดือน พฤศจิกายน 2566 ถึง เดือน มกราคม 2567 มาจัดเส้นทางการขนส่งใหม่โดยใช้
6. เวลาทำงาน 08:00 ถึง 18:00 น. หากเกินเวลาที่กำหนดจะได้ค่าทำงานล่วงเวลาชั่วโมงละ 100 บาท

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูล และปัญหาที่พบ ในเรื่องการวางแผนการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผลวิจัยให้มีคุณค่าและที่สำคัญเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมทั้งในเชิงวิชาการและในเชิงวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยศึกษาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้โมเดลต้นแบบของการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา

4. เก็บข้อมูลเส้นทางการเดินรถ ค้นหาตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด ในแอป Google Maps ทั้งหมดที่ต้องการส่งเพื่อหาระยะระหว่างจุดขนส่งเรียงลำดับข้อมูลระยะเวลาในการส่งสินค้าแต่ละจุด ลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำ Matrix ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกจุด และตรวจสอบข้อมูลจากแบบจำลอง
5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค VRP โดยใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver และ Microsoft Excel Solver
6. สรุปผลการวิจัยกละข้อเสนอแนะ
7. จัดทำรูปเล่มงานวิจัย

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อจำกัดของงานวิจัยมีดังนี้

1. ข้อจำกัดด้านการบรรทุก ซึ่งไม่ได้ได้คำนึงความสามารถในการบรรทุกสินค้า เนื่องจากสินค้าที่จัดส่งในแต่ละเส้นทางมีปริมาตรรวมไม่เกินความจุของรถบรรทุกสินค้า

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1. ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า
2. ลดเวลาและระยะทางรวมในการขนส่งสินค้า

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยหัวข้อการจัดเส้นทางขนส่งสินค้ากรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูล แนวคิด ทฤษฎี ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวข้อง เพื่อนำ มาเป็นแนวทางในการดำเนินการศึกษาโดยมีเนื้อหาที่ครอบคลุมตามลำดับ โดยสามารถแบ่งหัวข้อได้ ดังนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีการขนส่งสินค้า

การขนส่ง คือ กิจกรรมที่เคลื่อนย้ายสินค้า หรือสิ่งมีชีวิตจากสถานที่ต้นทางไปยังสถานที่ปลายทาง (Talley, 1983) ความหมายของสินค้าที่ถูกเคลื่อนย้าย สินค้า หรือสิ่งของต่าง ๆ ได้แก่ สินค้าประเภทอุปโภค บริโภค เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ฯลฯ สินค้าอุตสาหกรรม เช่น วัตุดิบและชิ้นส่วน (Material and parts) สินค้าสำเร็จรูป (Goods) เป็นต้น และกิจกรรมที่เคลื่อนย้ายสิ่งมีชีวิต ได้แก่ บุคคลที่เป็นบุคคลเดี่ยว หรือบุคคลที่เป็นแบบ กลุ่ม และสัตว์ โดยลักษณะผู้ขนส่งและการบริการขนส่งสามารถแยกประเภทเป็น 5 ประเภท คือ

2.1.1 การขนส่งทางบก (Road or motor transportation)

แบ่งเป็น 2 รูปแบบหลัก คือ

2.1.1.1 การขนส่งรูปแบบรถยนต์ หรือรถบรรทุก

เป็นการขนส่งที่นิยมกันมากใน ปัจจุบัน ใช้สำหรับการขนส่งสินค้าขนาดกลางจนถึงสินค้าขนาดใหญ่ มีความสะดวก รวดเร็ว และ สามารถดำเนินการขนส่งสินค้าได้ตลอดเวลา ทำให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ เหมาะกับการขนส่งระยะทางสั้นจนถึงระยะทางกลาง หรือขนส่งสินค้าภายในประเทศ

2.1.1.2 การขนส่งรูปแบบรถจักยานยนต์

เหมาะกับการขนส่งสินค้าขนาดเล็กจนถึงสินค้า ขนาดกลาง ไม่เหมาะกับการขนส่งระยะทางไกล เหมาะกับการขนส่งที่ต้องการความรวดเร็ว

2.1.2 การขนส่งทางน้ำ (Water transportation)

การขนส่งโดยใช้เส้นทางการขนส่งที่เป็นแม่น้ำลำคลอง หรือเส้นทางที่เป็นทางทะเล การขนส่งทางน้ำมักจะใช้สำหรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เหมาะกับการขนส่งสินค้าที่มีปริมาณมาก ใช้ระยะเวลาในการขนส่งที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ระหว่างการขนส่งสินค้าที่นิยมใช้การขนส่งทางน้ำ ได้แก่ สินค้าที่เสียหายยาก เช่น แร่ เหล็ก ทรายรถยนต์ เครื่องจักร เป็นต้น

2.1.3 การขนส่งทางอากาศ (Air transportation)

เป็นการขนส่งสินค้าที่ต้องการความรวดเร็วในการขนส่ง เหมาะกับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เป็นสินค้าที่มีราคาสูง หรือสินค้าที่เน่าเสียง่าย เช่น ผัก ผลไม้ เพชร เงิน เป็นต้น ไม่เหมาะกับสินค้าที่มีน้ำหนักมากและขนาดสินค้าที่ใหญ่ อัตราค่าบริการสินค้าจะสูงกว่าการขนส่งประเภทอื่น

2.1.4 การขนส่งทางราง (Railway transportation)

เป็นการขนส่งที่สำคัญที่สุด เหมาะกับการขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักเยอะ และปริมาณมาก ๆ ขนส่งสินค้าได้หลายรูปแบบ มีความรวดเร็วในการขนส่ง สามารถกำหนดระยะเวลาในการขนส่งได้ชัดเจน อัตราค่าบริการถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการขนส่งประเภทอื่น มีเส้นทางการขนส่งที่แน่นอน

2.1.5 การขนส่งทางท่อ (Pipeline transportation)

เป็นการขนส่งสินค้าประเภทของเหลวและก๊าซ เช่น น้ำประปา น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ลักษณะการขนส่งจะเป็นตัวสินค้าเองที่เคลื่อนย้ายจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยเส้นทางการขนส่งทางท่อจะอยู่บนดิน ใต้ดินหรือใต้น้ำ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัจจัยการขนส่ง สามารถกำหนดระยะเวลาการขนส่งได้ชัดเจน มีความปลอดภัยในการขนส่ง ใช้เฉพาะธุรกิจบางกลุ่มเท่านั้น

องค์ประกอบที่สำคัญของการขนส่ง 4 ประการ คือ

2.1.5.1 เส้นทาง (The way)

เส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง ได้แก่ เส้นทางน้ำ เป็นเส้นทางที่ใช้ เดินเรือทั้งในและระหว่างประเทศโดยจะเดินเรือผ่านแม่น้ำ ทะเล และ มหาสมุทร เส้นทางบกเป็นเส้นทางรถยนต์และเส้นทางทางรถไฟ ลักษณะการขนส่งจะอยู่บนพื้นดิน เส้นทางอากาศเป็นเส้นทางที่สามารถติดต่อทั้งในและระหว่างประเทศ นอกจากเส้นทางการขนส่งที่กล่าวมาข้างต้นยังมีการขนส่งแบบท่อที่ใช้ในการขนส่งก๊าซ หรือน้ำมัน เป็นต้น

2.1.5.2 พาหนะ (The vehicle)

เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในขนส่งผู้โดยสารหรือขนส่งสินค้า ชนิด ของพาหนะมีทั้งคน สัตว์ และเครื่องจักร ได้แก่ รถยนต์ รถบรรทุก เครื่องบิน เรือ เป็นต้น

2.1.5.3 สถานี (The terminal)

จุดที่อยู่ ณ ต้นทางหรือปลายทางของการขนส่งแต่ละสถานีก็ขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ขนส่ง ชนิดของสินค้าที่ขนส่ง และพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ตัวอย่างสถานีการขนส่ง เช่น สถานีการขนส่งทางบก สถานีรถไฟ ท่าเรือ และสนามบิน

2.1.5.4 ผู้ประกอบการ (The carrier)

ผู้ที่ให้บริการขนส่ง เช่นรับจ้างขนส่ง ดำเนินการ ขนส่ง อาจจะเป็นรัฐบาลหรือเอกชน ผู้ให้บริการจะได้รับค่าจ้างดำเนินการขนส่ง หรือจะไม่ได้รับ ค่าจ้างดำเนินการก็ได้ขึ้นอยู่กับการให้บริการ

2.2 แนวคิดทฤษฎีการจัดเส้นทางขนส่ง

การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าเป็นหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการขนส่ง โดยเป็นกระบวนการที่จะกระจายสินค้าจากกลุ่มผู้ผลิตไปยังกลุ่มผู้บริโภค หรือการสร้างเส้นทางโดยสารจากจุดต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางแบบการกระจายสินค้าจะเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่ของกลุ่มอุตสาหกรรมจะมาจากการขนส่งเป็นหลัก (สุดารัตน์ สุ่มมาตย์, 2547, หน้า 1) กระบวนการขนส่งส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การจัดการให้ส่งสินค้าไปให้ถึงลูกค้าให้เร็วที่สุดตามเวลาที่ตกลงกับลูกค้า ซึ่งกระบวนการข้างต้นอาจจะทำให้การขนส่งสินค้าไม่มีประสิทธิภาพ เพราะไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งที่เพิ่มขึ้น โดยมีรูปแบบการขนส่ง ดังนี้

2.2.1. การขนส่งทางตรง (Direct shipment) คือ การขนส่งสินค้าจากโรงงานผู้ผลิตแบบเต็มคันรถ ไปยังลูกค้าแต่ละรายโดยตรง ซึ่งสินค้าจะไม่มีกระบวนการผ่านคลังสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้าและพาหนะที่ใช้ขนส่งจะเป็นพาหนะเดี่ยว ไม่มีการเปลี่ยนระหว่างการขนส่ง

2.2.2 การขนส่งทางตรงแบบ Milk runs คือ การขนส่งทางตรงโดยใช้พื้นที่ของพาหนะให้เต็มประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

2.2.2.1 การขนส่งทางตรงแบบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปส่งให้ลูกค้ารายเดียว (Direct shipment with milk runs from multiple suppliers) คือ การขนส่งสินค้าแบบไม่พักสินค้าที่คลังสินค้าหรือเก็บรักษา ทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้าและความรวดเร็วในการส่งมอบเหมาะกับการขนส่งสินค้าที่มีปริมาณเต็มคันรถ แต่ถ้าการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถก็มีสามารถใช้วิธีนี้ได้โดยจะรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายจนเต็มคันรถแล้วไปส่งยังโรงงานลูกค้าแต่ละราย

2.2.2.2 การขนส่งทางตรงแบบจากโรงงานไปยังลูกค้าหลายราย (Direct shipment with milk runs to multiple customers) คือ การขนส่งทางตรงจากโรงงานผู้ผลิตไปยังลูกค้า หากปริมาณ การขนส่งไม่เต็มคันก็จะรวบรวมการสั่งซื้อสินค้าแต่ลูกค้าหลายรายให้สินค้าเต็มคันรถ และขนส่งไปยังลูกค้าแต่ละราย จะสามารถลดต้นทุนการขนส่งและเพิ่มความพึงพอใจในการบริการของลูกค้า

2.2.2.3 การขนส่งแบบรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตสินค้าหลายรายไปส่งให้กับลูกค้าหลายราย การขนส่งแบบหลายต้นทางและหลายปลายทาง (Multi-Pickup and Multi-Drop Shipping) การจัดการขนส่งแบบนี้มีข้อดีหลายประการ โดยเฉพาะในแง่ของการประหยัดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง รวมถึงการลดต้นทุนเที่ยวกลับ (Back Haul Cost) ด้วย

2.2.2.4 การขนส่งแบบใช้ศูนย์กระจายสินค้าเป็นจุดผ่าน (Transportation with cross docking) เป็นกลยุทธ์ในระบบโลจิสติกส์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและลดต้นทุน โดยการขนส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) เพียงชั่วคราวเพื่อการจัดเรียงและรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายราย ก่อนที่จะขนส่งไปยังลูกค้าหรือปลายทางสุดท้ายอย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องเก็บสินค้าค้างในคลังสินค้าเป็นเวลานาน

2.2.2.5 การขนส่งแบบ Cross docking กับ Milk runs (Cross docking shipment with milk runs) มี 2 รูปแบบการขนส่ง ดังนี้ Cross Docking เป็นกระบวนการที่ สินค้าถูกนำเข้ามายังศูนย์กระจายสินค้าเพื่อจัดเรียงใหม่ และขนส่งต่อไปยังปลายทางโดยตรงโดยไม่ต้องเก็บไว้ในคลังสินค้าระยะยาว ซึ่งช่วยลดเวลาการเก็บรักษาและค่าใช้จ่ายในการจัดการคลังสินค้าMilk Runs เป็นการรวบรวมสินค้าจากหลายผู้ผลิตหรือผู้จัดส่งในเส้นทางเดียวกัน โดยมีการรับสินค้าจากหลายจุดและขนส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าหรือปลายทางในเที่ยวเดียวกัน เป็นแนวคิดที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ยานพาหนะและลดต้นทุนการขนส่ง

2.3 ประเภทของวิธีการแก้ปัญหาแบบ VRP

Exact algorithm เป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยจะหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่เนื่องจากระดับความยากของปัญหา VRP จะต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก การใช้วิธีการนี้ในการแก้ปัญหาจะใช้สำหรับขนาด Node ไม่เกิน 50 Node โดยวิธีการแก้ปัญหาแบบ Exact algorithm ได้แก่ Branch and Bound (B&B), Dynamic Programing (DB), และ Cutting Plane Algorithm และยังมีวิธี Set partitioning ที่เสนอโดย Agarwal et al. (1989) อีกด้วย

Heuristic method เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบได้ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดจะใช้เวลาในคำนวณไม่นาน โดย Clarke and Wright (1964) ได้เสนอ Saving method ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ใช้เส้นทาง ที่ประหยัดที่สุด เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน และเป็นที่นิยมใช้กัน

Gillett and Miller (1974) เสนอ Sweep algorithm เพื่อแก้ปัญหา VRP ทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยแบ่ง Node ต่าง ๆ ออกเป็น หลาย ๆ เส้น และนำเส้นทางแต่ละเส้นที่แบ่งออกมาคำนวณหาคำตอบจนกว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด

Thangiah (1997) เสนอการใช้ TS เพื่อแก้ปัญหา VRP ที่เป็นปัญหาแบบ Soft time

windows และนำมาปรับให้สามารถใช้กับ Hard time windows โดยจะเพิ่มค่าปรับล่วงเวลาให้มีค่าสูงขึ้นอย่างมาก และต่อมาใช้ Exchange procedure การเปลี่ยนลำดับการส่งสินค้า ของเส้นทาง 2 เส้นทาง และใช้ Selection procedure ในการเลือกหาคำตอบที่ดีที่สุด ที่สามารถหาออกมาได้เป็นขั้นตอนสุดท้าย

2.3.1 วิธีการแก้ปัญหาของ VRP

2.3.1.1 วิธีการแม่นตรง (Exact method) เป็นวิธีที่นำโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาใช้ ซึ่งโปรแกรมจำนวนเต็มและวิธีการอื่นที่จะทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุด

2.3.1.2 ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการนี้จะหาค่าที่ดี แต่คำตอบที่หาได้จะไม่ใช่ คำตอบที่ดีที่สุด กระบวนการคำนวณจะใช้เวลารวดเร็ว แม่นยำสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่

2.3.1.3 การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นการใช้แบบจำลองหาปัญหาส่วนใหญ่ ใช้ กับปัญหาที่ไม่มีความแน่นอน เช่น ความต้องการที่ไม่แน่นอน ระยะเวลาของการบริการที่ไม่แน่นอน

2.3.2 จัดกลุ่มตามลักษณะของความต้องการของลูกค้า

2.3.2.1 ค่าความต้องการของลูกค้าต้องทราบค่าและแน่นอน (Deterministic demand) มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งดำเนินการภายใต้ความต้องการที่ทราบความแน่นอนของลูกค้า โดยจะมีการ เก็บข้อมูลอาจจะเป็นความต้องการที่แน่นอนในการสั่งซื้อสินค้าคาดการณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ย

2.3.2.2 ค่าความต้องการของลูกค้าที่ไม่ทราบทางในการขนส่งการม (Stochastic demand) คือ จะทราบค่าความต้องการของลูกค้า แต่ไม่มีความแน่นอนลักษณะการแก้ปัญหาจะต่างจากข้อ 2.3.2.1

2.3.2.3 ไม่สามารถทราบความต้องการของลูกค้า (Probilistic demand)

คือค่าความ ต้องการของลูกค้าที่ไม่ทราบข้อมูลในระหว่างวางแผนดำเนินงาน แต่จะทราบข้อมูลเมื่อไปถึงลูกค้า

2.3.3 ข้อจำกัดด้านเวลา (Time windows)

คือข้อจำกัดที่มีความสำคัญที่สุดกับการจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งบางครั้งช่วงเวลาที่ให้บริการกับลูกค้า หรือระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งจะมี ผลกระทบต่อเส้นทางที่ได้จัดขึ้นตามวิธีต่าง ๆ

2.4 ต้นทุนการขนส่ง

ดร.คำนาย อภิปรัชญากุล (2550) กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนของการจัดหาวัตถุดิบการผลิต การขายและการจำหน่าย ในหลายธุรกิจต้นทุนของการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์/บริการโดยต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

2.4.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

(Supakdee et al., 2019) ต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิตหรือระดับกิจกรรมทางธุรกิจในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งต่างจากต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิตหรือกิจกรรมทางธุรกิจ ต้นทุนคงที่ยังคงต้องจ่ายแม้ว่าจะไม่มีการผลิตหรือกิจกรรมเกิดขึ้นเลย

2.4.2 ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)

ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิตหรือระดับกิจกรรมทางธุรกิจ ต้นทุนแปรผันจะแปรผันตามปริมาณสินค้าหรือบริการที่ผลิตหรือขาย โดยเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามปริมาณการผลิตหรือกิจกรรม

2.4.3 ต้นทุนรวม (Total Cost)

ผลรวมของต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งรวมทั้งต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) และต้นทุนแปรผัน (Variable Costs) ต้นทุนรวมเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์กำไรและการตัดสินใจด้านการผลิต การตั้งราคา และกลยุทธ์ทางธุรกิ

2.4.4. ต้นทุนเที่ยวกลับ (Back Haul Cost)

ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งเมื่อยานพาหนะหรือรถบรรทุกกลับจากการส่งสินค้าหรือให้บริการเสร็จสิ้น โดยมักหมายถึงการกลับมาโดยที่ไม่มีสินค้าหรือมีสินค้าน้อยกว่าเที่ยวไป ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อบริษัทขนส่งไม่สามารถหาสินค้าหรือการขนส่งเพิ่มเติมสำหรับการเดินทางกลับได้

2.5 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

ปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าพัฒนามาจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travel Salesman Problem; TSP) ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คือ การหาเส้นทางที่สามารถบริการลูกค้าทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ และกลับมาที่จุดเริ่มต้น โดยให้ระยะในการเดินทางทั้งหมดน้อยที่สุด ปัญหาลักษณะนี้จะไม่มีข้อจำกัดความจุของรถเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.6 โปรแกรม Microsoft Excel Solver

โปรแกรม Microsoft Excel Solver เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาที่อยู่ในชุดคำสั่งของ Microsoft Excel เป็นการวิเคราะห์แบบ What-If (Goldberg, 1989; Ragsdale, 2015) ซึ่งเป็นการใช้ชุดค่าที่แตกต่างกันหลายชุดจากสูตรอย่างน้อยหนึ่งสูตร เพื่อสำรวจผลลัพธ์ต่างๆทั้งหมด การแก้ไขด้วยโปรแกรมนี้สามารถค้นหาค่าที่ดีที่สุด (ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด) (Ragsdale, 2015)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(อิงคไพโรจน์ et al., 2022) การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดรถขนส่งสินค้าเนื่องจากปัจจุบันธุรกิจในด้านโลจิสติกส์มีการแข่งขันที่สูงขึ้นส่งผลให้ภาคธุรกิจในกลุ่มโลจิสติกส์ต่างๆต้องหาวิถีทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดต้นทุนและทำกำไรให้ได้มากที่สุด โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้นำกรณีศึกษาของบริษัทขนส่งน้ำอัดลม “บริษัทไทยน้ำทิพย์” ที่มีการบริหารจัดการการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า ห้างร้านในพื้นที่ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งในการศึกษาได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางของบริษัทไทยน้ำทิพย์ โดยในแต่ละวันมีคำสั่งซื้อที่ไม่แน่นอนทำให้ไม่สามารถส่งตรงตามแผนการจัดส่งได้ สร้างผลกระทบต่อความพึงพอใจของลูกค้า อาจรวมถึงทำให้เสียโอกาสในการขายและทำให้บริษัทสูญเสียกำไร และเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูงขึ้นตามลำดับ ดังนั้นเพื่อให้เกิดการวางแผนการจัดรถขนส่งเพื่อให้ความคุ้มค่าในแต่ละเที่ยว งานวิจัยนี้จึงได้นำทฤษฎีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ Vehicle Routing Problem (VRP) และโปรแกรมจัดรถขนส่ง VRP Spreadsheet Solver มาพัฒนาการจัดเส้นทางการเดินรถให้มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการขนส่งโดยมีเป้าหมายในการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าทันกำหนดระยะเวลา ทำให้ระยะทางในการเดินรถมีจำนวนน้อยลง ลดต้นทุนในการขนส่งสินค้าถูกลงไปด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าหลังการจัดเส้นทางด้วยวิธี VRPTW สามารถลดระยะทางได้ถึง 38% และลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 39 % ต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า 103,860 บาทต่อเดือน

(Intakarn, 2022) งานวิจัยฉบับนี้มีจัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอวิธีแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม VRP งานวิจัยฉบับนี้แก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือสองชนิดคือ แบบจำลองจำนวนเต็มผสมเชิงเส้น และ visual basic application (VBA) บน Microsoft Excel ผลการศึกษาพบว่า สามารถนำคำตอบที่ได้ไปใช้ในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้าได้ ซึ่งการทดลองนี้จะทราบผลรวดเร็วกว่าจากการจัดด้วยประสบการณ์ของพนักงาน นอกจากนี้ ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการหาคำตอบจะเกิด sub contour ขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งยากที่จะแก้ไขด้วยผู้วิจัย งานวิจัยนี้จึงจะต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ค้นหา และแก้ sub contour อาจจะใช้เวลานานในการเขียนโปรแกรม แต่จะมีความสะดวกรวดเร็วกว่า

(สำราญหันต์ et al., 2023) การขนส่งในระยะทางสุดท้ายสำหรับนักท่องเที่ยวจากสนามบินนานาชาติภูเก็ตไปยังโรงแรม มีความสำคัญต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางในการเชื่อมต่อระยะสุดท้ายระหว่างสนามบินนานาชาติภูเก็ตไปยังโรงแรม 2) ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้รถร่วมกันในการเดินทางด้วยเงื่อนไขด้านระยะทาง เวลา และค่าใช้จ่าย และ 3) เสนอแนวคิดการนำหลักการเดินทางด้วยรถร่วมกันเพื่อปรับปรุงบริการการเชื่อมต่อระยะสุดท้าย การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งแบบละติจูด (Latitude และลองจิจูด (Longitude) ราคาค่าที่พัก และยอดการรีวิวของโรงแรม ที่พักที่เก็บรวบรวมจากเว็บไซต์จองที่พัก และดึงข้อมูลแบบออนไลน์ด้วยชุดคำสั่ง Instant Data Scraper เพื่อทำการวิเคราะห์แก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งโดยวิธีแบบประหยัด ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการแบ่งรถตู้โดยสารควรแบ่งออกเป็นสองคันต่อรอบเพื่อปฏิบัติตามข้อจำกัดด้านเวลาในการขับขี่ และควบคุมระยะเวลาการเดินทางที่เหมาะสมเพื่อความพึงพอใจและปลอดภัย 2) ผลจากการจัดเส้นทางด้วยหลักการแบบประหยัดตามเงื่อนไขด้านระยะทาง และเวลาที่กำหนด ช่วยลดระยะเดินทางรวมได้ร้อยละ 77.80 ซึ่งแสดงถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพที่สำคัญ 3) ผลด้านต้นทุนขนส่ง การโดยสารรถร่วมกันนั้นมีความคุ้มค่ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเดินทางคนเดียว โดยกรณีที่นักท่องเที่ยวแยกกันเดินทาง 10 ราย จะมีค่าขนส่งเฉลี่ย 4,376.41 บาทต่อรอบการเดินทาง หากใช้รถร่วมกัน 1 คัน มีต้นทุนขนส่งเฉลี่ย 613.43 บาทต่อรอบการเดินทาง และหากใช้รถร่วมเดินทาง 2 คัน จะมีต้นทุนเฉลี่ย 1,060.72 บาทต่อรอบการเดินทาง ผู้เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริการขนส่งในระยะทางสุดท้ายสำหรับนักท่องเที่ยวจากศูนย์กลางสถานีขนส่งไปยังโรงแรมได้ต่อไป

(Boonmee et al., 2017) บทความนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งซึ่งถือเป็นปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถที่มีความซับซ้อนสูงปัญหาหนึ่ง เนื่องจากข้อจากัดด้านคุณภาพของสินค้าประเภทน้ำแข็งที่หากมีการใช้เวลาในการขนส่งมากเกินไปจะส่งผลน้ำแข็งเกิดการละลายและรวมตัวเป็นก้อนเดียวกัน ส่งผลให้ต้องมีข้อจำกัดด้านเวลาที่ใช้ในการขนส่งภายใต้กรอบเวลาที่ลูกค้าต้องการ รวมไปถึงความหลากหลายของรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งน้ำแข็ง ดังนั้น งานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาแนวทางในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคทางฮิวริสติกส์มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการในการวิจัยและพัฒนาในวงการโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทานในปัจจุบัน

(Puchongkawarin & Ransikarbum, 2020) การศึกษาที่พบว่าเทคนิคการจัดเส้นทางสำหรับรถประจำทางไฟฟ้าในจังหวัดอุบลราชธานีสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเชิงนโยบายได้ มีความสำคัญและสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจและวิเคราะห์การจัดเส้นทางการเดินรถสาธารณะได้ต่อไป โดยใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในกระบวนการดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าการเลือกเส้นทางรถโดยสารประจำทางไฟฟ้าเป็นหนึ่งในทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักในการตัดสินใจดังกล่าวที่มีค่าเท่ากับ 0.23

(จิตต์เอื้อ, 2018) การจัดเส้นทางการขนส่งเป็นปัญหาที่ท้าทายและซับซ้อนที่สุดในวงการโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน ซึ่งมีลักษณะและความยากลำบากต่างกันไปตามลักษณะของปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด ดังนั้น การศึกษาและวิจัยในเชิงนี้มีการแบ่งประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งออกเป็นหลายแบบตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบดั้งเดิม (Traditional Vehicle Routing Problem) ปัญหาแบบนี้เป็นการจัดเส้นทางของยานพาหนะให้มีความประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาเพียงเส้นทางเดียวที่ผ่านทุกจุดในเครือข่ายและกลับไปยังจุดเริ่มต้น และปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าที่ซับซ้อนขึ้น (Complex Vehicle Routing Problem) ปัญหาแบบนี้มีเงื่อนไขที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การให้บริการแบบเวลาที่แตกต่างกัน การรวมการขนส่งร่วม (Consolidated Transport) และการจัดส่งแบบเข้าศูนย์คลัง (Cross-Docking) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจะพิจารณาถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละประเภท การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง การสำรวจแนวทางการคำนวณที่ใช้ในงานวิจัย เช่น การใช้วิธีการอัลกอริธึมแบบต่าง ๆ เพื่อค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในเชิงคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในส่วนของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนั้น เริ่มจากขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูลปัจจุบัน ได้แก่ ข้อมูลลูกค้า ตำแหน่งลูกค้าตามแผนที่ จำนวนสินค้าที่ลูกค้าสั่ง และเส้นทางการขนส่งปัจจุบัน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการปรับปรุงการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีใหม่ และ จึงนำผลของการจัดเส้นทางใหม่ไปใช้ในงานจริง หลังจากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทาง รายละเอียดของขั้นตอนงานวิจัย แสดงดังภาพที่1

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีผลต่อการวางแผนเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้า เพื่อนำไปพิจารณาในการวางแผนการจัดเส้นทาง โดยมีการเก็บ รวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังนี้

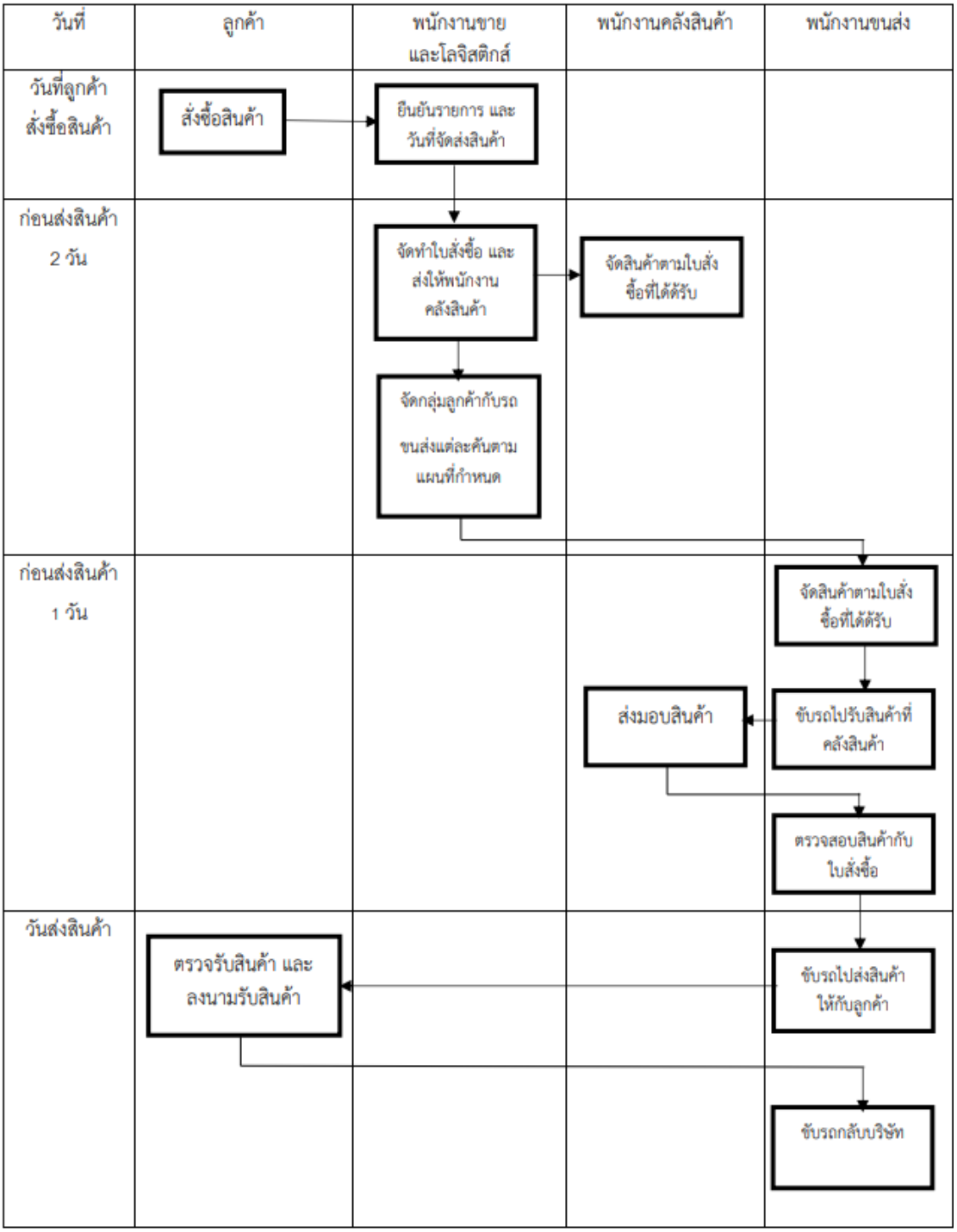
3.1.1 ด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ เพื่อนำไปพิจารณาการวางแผนการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ประกอบไปด้วย

- บริษัทกรณีศึกษา มีศูนย์กระจายสินค้าเพียง 1 แห่ง
- ลูกค้าที่จัดส่งสินค้าประจำทุก ๆ เดือน ในเขตกรุงเทพมหานคร และ ต่างจังหวัด รวมทั้งหมด 26 ราย
- รถยนต์ที่ใช้ในการขนส่งสินค้า จำนวน 2 คัน โดยขนส่งสินค้าในบริเวณกรุงเทพมหานคร 1 คัน และ ขนส่งสินค้าต่างจังหวัด 1 คัน ซึ่งรถบรรทุกสินค้าสามารถจุสินค้าได้โดยประมาณทั้งหมด 5,250,000 ลบ.ซม. (ขนาดความจุกระบะกว้าง 150 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 200 ซม.) โดยสินค้าที่จะทำการขนส่ง จะบรรจุอยู่ในกล่องกระดาษที่มีขนาดต่างกัน
- พนักงานคันละ 2 คน ประกอบด้วย พนักงานขับรถขนส่งสินค้า และ พนักงานช่วยยกสินค้า รวมทั้งหมด 6 คน

ภาพที่ 2 รถบรรทุกสินค้า

เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงการออกแบบเส้นทางการเดินรถขนส่ง ดังนั้น ฝ่ายงานหลักที่เกี่ยวข้อง คือ ฝ่าย Purchasing & Logistics ทางผู้วิจัยจึงทำการศึกษากระบวนการทำงานของฝ่ายดังกล่าวอย่างละเอียด และได้เขียนขั้นตอน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของฝ่าย Purchasing & Logistics ตั้งแต่ลูกค้าสั่งสินค้าจนถึงได้รับสินค้า

ภาพที่3 แสดงขั้นตอนการทำงานของพนักงานจัดซื้อ ฝ่าย Purchasing & Logistics โดยกระบวนการเริ่มต้นจากลูกค้าสั่งสินค้าผ่านพนักงานจัดซื้อโดยตรงหรือสั่งซื้อผ่านพนักงานขาย โดยต้องสั่งล่วงหน้าอย่างน้อย 5 วันทำการก่อนถึงวันส่งสินค้า จากนั้นพนักงานจัดซื้อจะสรุปคำสั่งซื้อสินค้าและวันที่ใช้ในการจัดส่งสินค้ากับลูกค้า ตลอดจนการออกใบคำสั่งซื้อ ก่อนถึงวันที่ต้องไปส่งสินค้า 2 วัน พนักงานจัดซื้อจะต้องทำการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าในแต่ละเส้นทาง โดยรถขนส่งสินค้าจะต้องขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าตามที่บริษัทกำหนด

3.1.2 ด้านการขนส่ง

บริษัทมีการจัดทำรายงานอัตราการใช้น้ำมันของรถขนส่งแต่ละคันในทุกๆ เดือน โดยจากรายงานอัตราการใช้น้ำมันประจำปี พ.ศ. 2565 (ตารางที่1) พบว่ารถขนส่งมีอัตราการใช้น้ำมันเฉลี่ยอยู่ที่ 9.8 กิโลเมตรต่อลิตร ซึ่งจะนำข้อมูลนี้ไปคำนวณต่อเป็นค่าน้ำมัน และต้นทุนในการขนส่งสินค้า

ตารางที่ 1 อัตราการใช้น้ำมันของรถขนส่ง (กิโลเมตรต่อลิตร)

รถคันที่	ม.ค.	ก.พ	มี.ค	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ค่าเฉลี่ย
1	9.7	10.1	9.8	9.7	10.1	9.6	9.8	10.2	9.5	10	10.2	9.7	9.84
2	9.8	10	9.7	9.8	10.2	9.7	9.8	10	9.7	10	10	9.8	9.84

นอกจากนี้ในระหว่างการเดินทางไปส่งสินค้าให้กับลูกค้ายังสถานที่ต่างๆ สิ่งหนึ่งที่พนักงานขนส่งต้องทำคือ การจดบันทึกการปฏิบัติงานของพนักงานขับรถ (Driver's Daily Work Report) โดยมีข้อมูลหลักที่ต้องบันทึก ได้แก่

1. จุดเริ่มต้น (Point of Departure) อาจเป็นคลังสินค้าหลังจากที่ไปรับสินค้า หรือชื่อลูกค้าหลังจากที่ทำการส่งสินค้าเรียบร้อยแล้ว

2. เวลาที่ออกจากจุดเริ่มต้นในข้อที่ 1

3. จุดหมายปลายทาง (Destination) อาจเป็นคลังสินค้าเพื่อนำรถขนส่งไปจอด และจบงานตอนลิ้นวัน หรือ ชื่อลูกค้าที่ต้องไปล่าสินค้า

4 เวลาที่ถึงจุดหมายปลายทางในข้อที่ 3

5. เลขระยะทางรถเริ่มต้น บันทึกในขณะที่กำลังจะออกจากจุดเริ่มต้น

6. เลขระยะรถเมื่อถึงจุดหมายปลายทาง บันทึกเมื่อขับรถถึงจุดหมายปลายทาง

เพื่อเป็นการบันทึกว่าในวันนั้นได้เดินทางไปยังลูกค้ารายใดบ้าง ถึงที่หมายเวลากี่นาฬิกา และใช้ระยะเวลาในกระบวนการขนส่งสินค้านานเท่าใด ตลอดจนการบันทึกระยะทางในการวิ่งรถโดยการบันทึกเลขระยะทางของรถขณะที่กำลังออกเดินทาง และบันทึกอีกครั้งเมื่อถึงจุดหมาย เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการคำนวณค่าใช้จ่ายของบริษัท ดังแสดงในภาพที่4

ใบบันทึกการปฏิติงานพนักงานขับรถ				
วันที่	จุดเริ่มต้น	จุดหมายปลายทาง	เลขไมล์เริ่มต้น	เลขไมล์ปลายทาง
	DC (Distribution center)			

ภาพที่ 4 แบบบันทึกการปฏิบัติงานของพนักงานพนักงานขนส่ง

บันทึกการปฏิบัติงานของพนักงานพนักงานขนส่งจะนำไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ตรวจสอบประวัติการดำเนินงานของพนักงานขับรถ และใช้เป็นหลักฐานในกรณีที่มีข้อร้องเรียนต่างๆ

3.1.3 ด้านพื้นที่

การวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้า 26 แห่ง มีพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานคร และ พื้นที่ต่างจังหวัด โดยแผนที่ระยะทางที่นำมาใช้อ้างอิงจาก Google Maps ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาจะใช้เส้นทางในการขนส่งสินค้าเฉพาะเส้นทางหลักเท่านั้น

3.1.4 ด้านข้อมูล

การวางแผนการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาจำเป็นจะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะส่งผลต่อการจัดเส้นทางการขนส่งระยะทางรวม และ ต้นทุนสำหรับเส้นทางปัจจุบัน โดยเส้นทางการขนส่งปัจจุบันนั้นจัดโดยใช้วิธีการคาดคะเนจากการสื่อสารระหว่างพนักงานขับรถ เจ้าหน้าที่ฝ่ายขาย และเจ้าหน้าที่ประสานงาน โดยใช้เวลาในการขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้นที่บริษัทกรณีศึกษา เมื่อจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าเรียบร้อย จึงเดินทางกลับมาจุดเริ่มต้นที่บริษัทกรณีศึกษาอีกครั้ง ซึ่งการขนส่งสินค้าจะแบ่งเป็นในกรุงเทพมหานคร 2 เส้นทาง และในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด 2 เส้นทาง (ใช้เวลาการขนส่ง 1 เส้นทาง ต่อ 1 วัน)

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนก่อนปรับปรุง

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ตั้งของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหาคร และ เขตพื้นที่ต่างจังหวัดในแต่ละเส้นทางมาหาตำแหน่งของละติจูด และ ลองติจูด ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 1

จุด	ละติจูด:ลองติจูด	ปริมาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	เวลาในการลงสินค้า (นาที)
DC	13.879121623986979, 100.645591111779	ที่ตั้งบริษัทกรณีศึกษา	
Customer 1	13.80534900444326, 100.57517290930645	376128	15
Customer 2	13.751374593901753, 100.53065372774094	318422	15
Customer 3	13.739251293583415, 100.53361269584755	200928	15
Customer 4	13.73559315287971, 100.48022221861287	626372	30
Customer 5	13.6688711112826, 100.42820033698486	256434	15
Customer 6	13.673976038032842, 100.63530622972802	290020	15
Customer 7	13.7213442208842, 100.59496306396731	482060	30
Customer 8	13.716817412234272, 100.6570433946585	261072	15

ตารางที่ 3 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 2

จุดที่	ละติจูด:ลองติจูด	ปริมามาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	เวลาในการลงสินค้า (นาที)
DC	13.879121623986979, 100.645591111779	ที่ตั้งบริษัทกรณีศึกษา	
Customer 1	13.80453262863938, 100.6155307093217	412788	25
Customer 2	13.806293416820742, 100.56388832898993	439464	30
Customer 3	13.80417726577081, 100.57698290815097	145442	20
Customer 4	13.788051544023508, 100.60640705047778	118766	20
Customer 5	13.769077607949182, 100.56837802755166	237636	20
Customer 6	13.771543656187134, 100.58391407931393	348688	25
Customer 7	13.754887862329767, 100.66643400058281	351028	30
Customer 8	13.79430673281032, 100.68884022349644	177124	20

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 1

จุด	ละติจูด:ลองติจูด	ปริมาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	เวลาในการลงสินค้า (นาที)
DC	13.879121623986979, 100.645591111779	ที่ตั้งบริษัทกรณีศึกษา	
Customer 1	13.920152529576187, 100.43642195526998	257494	20
Customer 2	13.580083993519578, 100.65516359261244	561252	20
Customer 3	13.635293648239314, 100.66808707858031	374144	20
Customer 4	13.748259951725286, 101.35107626324088	597576	30
Customer 5	13.918100732714006, 101.5741151227654	404006	20

ตารางที่ 5 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ปริมาตรสินค้าที่ต้องส่ง และเวลาที่ใช้ในการลงสินค้า เส้นทางที่ 2

จุด	ละติจูด:ลองติจูด	ปริมาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	เวลาในการลงสินค้า (นาที)
DC	13.879121623986979, 100.645591111779	ที่ตั้งบริษัทกรณีศึกษา	
Customer 1	14.317402963285533, 100.63914310982703	399708	20
Customer 2	15.1190673697235 15, 100.2586697035063	673206	30
Customer 3	15.939586358566503, 99.9724987540443	493928	20
Customer 4	15.663885927287241, 100.15574939212854	400122	20
Customer 5	15.361823867270095, 100.36178306019367	308804	15

จากตารางที่ 2-5 แสดงข้อมูลการเดินทางในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยจะแบ่งเป็นในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 จำนวน 8 ราย เส้นทางที่ 2 จำนวน 8 ราย และในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่1จำนวน 5 ราย และเส้นทางที่2 จำนวน 5 ราย โดยสามาถสรุปเส้นทางการขนส่งเดิมระยะทางทางรวม ดังตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6 สรุปเส้นทางการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)

ลำดับ	เส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ปริมามาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	ประมาณเวลาในการลงสินค้า (นาที)
เส้นทางที่ 1	DC -1 - 2 -3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	107	2230936	190
เส้นทางที่ 2	Dc - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	131.8	2811436	150
ระยะทางรวม		238.8	5042372	340

จากตารางที่ 6 เส้นทางที่ 1 เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษา ไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ ทั้งหมด 8 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ระยะทางรวมทั้งหมด 107 กิโลเมตร ใช้เวลาในการลงสินค้า ทั้งหมด 190 นาที และ เส้นทางที่ 2 เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษา ไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆทั้งหมด 8 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ระยะทางรวมทั้งหมด 131.8 กิโลเมตร ใช้เวลาในการลงสินค้า ทั้งหมด 150 นาที และมีต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำใช้ในการคิดต้นทุนค่าเบี้ยงเลี้ยง 150 บาทต่อคน ค่าผ่านทางพิเศษ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) โดยอ้างอิงราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ณ วันที่ 2 ธันวาคม 2566 อยู่ที่ราคา 29.94 บาทต่อลิตร สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (บาท/กม.)} = \frac{\text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร)}} \quad (1)$$

เมื่อแทนค่าจะได้ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ 25.94 / 9.8 = 2.65 บาท/กม.

ตารางที่ 7 ต้นทุนค่าในการส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)

ลำดับ	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุนน้ำมัน (บาท/กิโลเมตร)	ค่าผ่านทางพิเศษ (บาท)	ค่าเบี้ยเลี้ยงรวม (บาท)	ต้นทุนรวมต่อเดือน (บาท)	ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)
เส้นทางที่ 1	107	2.65	115	300	524.65	6295.8
เส้นทางที่ 2	131.8	2.65	135	300	569.45	6833.4

จากตารางที่7 สามารถหาต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานครต่อเดือน โดยนำ ต้นทุนในการขนส่งสินค้า = (ระยะทางรวม(กิโลเมตร)*ต้นทุนน้ำมัน (บาท/กิโลเมตร))+ค่าผ่านทางพิเศษ(บาท)+ค่าเบี้ยเลี้ยงรวม(บาท) เช่น ต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าเส้นทางที่ 1 เท่ากับ (107*2.65)+115+300 ได้ต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 524.65 บาทต่อเดือน หรือ 6,295.8 บาทต่อปี และเส้นทางที่ 2 ระยะทางรวมทั้งหมด 131.8 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 6,833.4 บาทต่อปี

ตารางที่ 8 สรุปเส้นทางการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)

ลำดับ	เส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ปริมาตรสินค้า (ลบ.ซม.)	ประมาณเวลาในการลงสินค้า (นาที)
เส้นทางที่ 1	DC - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	395	2194472	110
เส้นทางที่ 2	Dc - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	600	2275768	105
ระยะทางรวม		995	4470240	215

จากตารางที่ 8 เส้นทางที่ 1 เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษา ไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆทั้งหมด 5 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ระยะทางรวมทั้งหมด 395 กิโลเมตร ใช้เวลาในการลงสินค้า ทั้งหมด 110 นาที และ เส้นทางที่ 2 เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษา ไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆทั้งหมด 5 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ระยะทางรวมทั้งหมด 600 กิโลเมตร ใช้เวลาในการลงสินค้า ทั้งหมด 105 นาที และต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำใช้ในการคิดต้นทุนการขนส่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) โดยอ้างอิงราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ณ วันที่ 2 ธันวาคม 2566 อยู่ที่ราคา 29.94 บาทต่อลิตร สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (บาท/กม.)} = \frac{\text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร}} \quad (1)$$

เมื่อแทนค่าจะได้ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ 25.94 / 9.8 = 2.65 บาท/กม.

ตารางที่ 9 ต้นทุนค่าในการส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2 (เดิม)

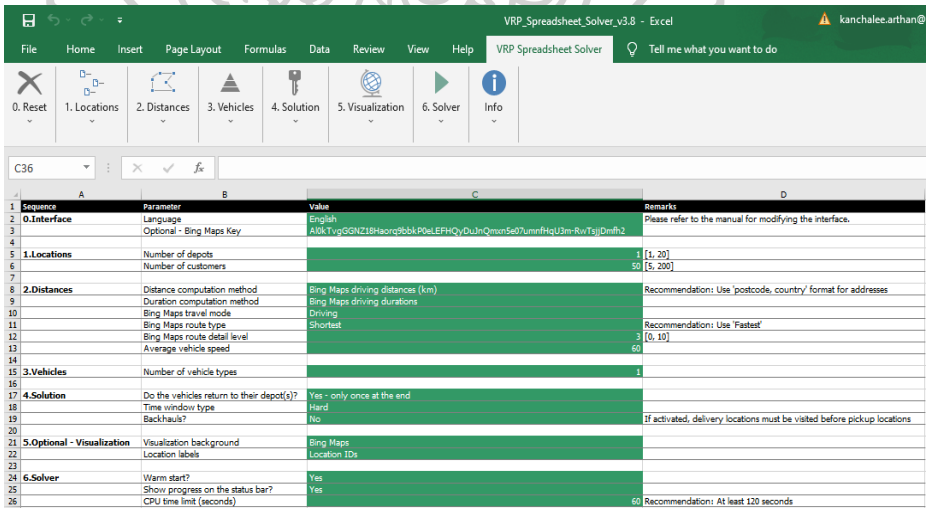
ลำดับ	ระยะทางรวม	ต้นทุนน้ำมัน (บาท/กิโลเมตร)	ค่าผ่านทางพิเศษ (บาท)	ค่าเบี้ยเลี้ยงรวม (บาท)	ค่าทำงานล่วงเวลา (บาท)	ต้นทุนรวมต่อเดือน (บาท)	ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)
เส้นทางที่ 1	395	2.65	80	300	200	1626.75	19521
เส้นทางที่ 2	600	2.65	80	300	600	2570	30840

จากตารางที่ 9 สามารถหาต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัดต่อเดือน โดยนำ ต้นทุนในการขนส่งสินค้า = (ระยะทางรวม*ต้นทุนน้ำมันรวม) + ค่าผ่านทางพิเศษ + ค่าเบี้ยเลี้ยงรวม+ค่าทำงานล่วงเวลา เช่น เส้นทางที่ 1 ต้นทุนในการขนส่งสินค้า = (395*2.65)+80+300+200 เท่ากับ 1626.75 บาทต่อเดือน หรือ 19,521 บาทต่อปี และในเส้นทางที่ 2 จากระยะทางรวม 600 กิโลเมตร สามารถคิดต้นทุนในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 2,570 บาทต่อเดือน หรือ 30,840 บาทต่อปี

3.3 ขั้นตอนก่อนปรับปรุงการจัดเส้นทางการขนส่งใหม่

3.3.1 การใช้โปรแกรม VRP Spreadsheets Solver

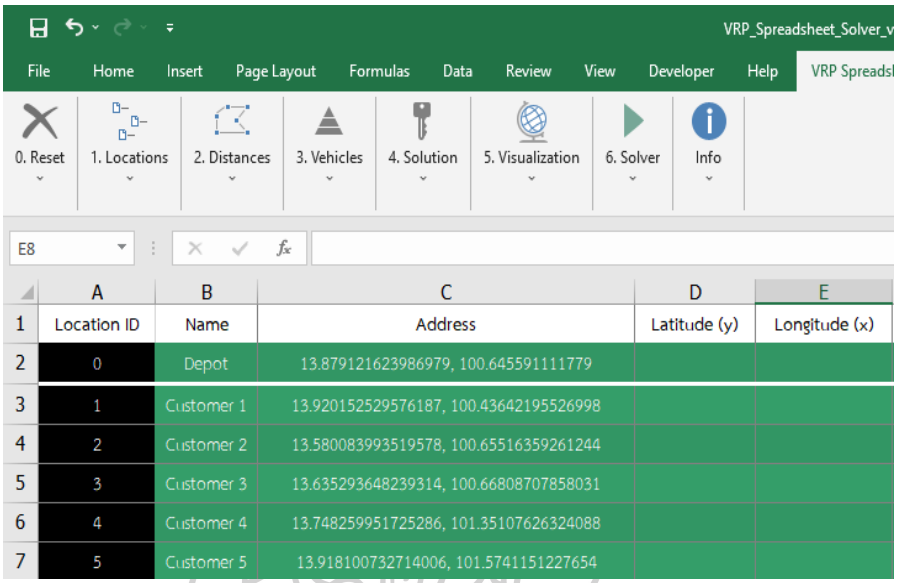
ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวางแผนการเดินทางปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา โดยนำตำแหน่งที่ได้จาก google mapของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และ เขตพื้นที่ต่างจังหวัด ไปใส่ในพารามิเตอร์ของโปรแกรม โดยทำการจัดเส้นทางทั้ง ตามข้อมูล Shipment เดิมและจัดเส้นทางโดยกด RUN ผลลัพธ์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าโปรแกรมที่ใช้สามารถ เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนได้หรือไม่ ดังภาพที่5



ภาพที่ 5 การกรอกค่าใน Parameter

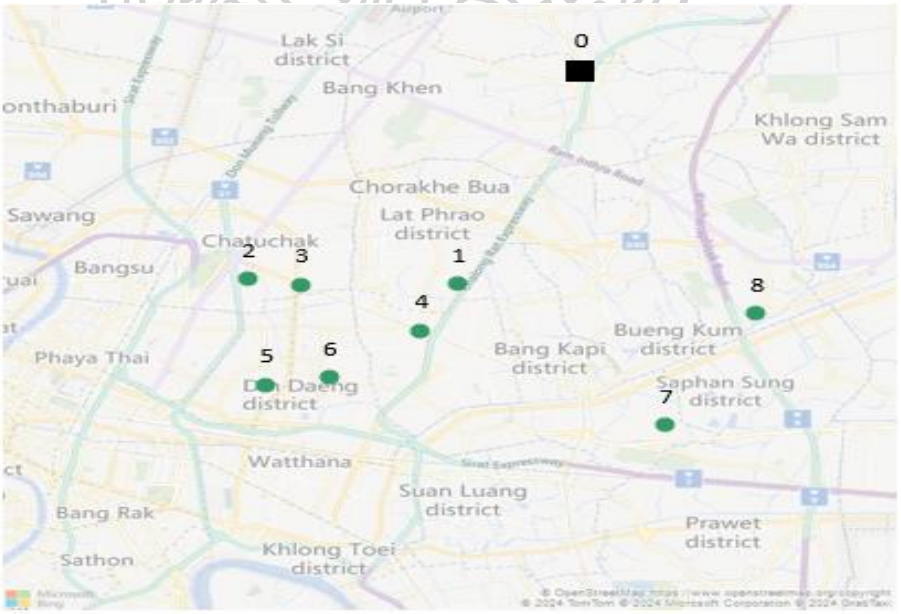
3.3.1.1 การหาจุดตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า

กรอกข้อมูลตำแหน่งละติจูดและลองติจูด ในช่อง Address ดังภาพที่6 จากนั้นกดค้นหาตำแหน่ง โปรแกรมจะคำนวณ และแสดงจุดลูกค้าต่างๆ ดังภาพที่7-10

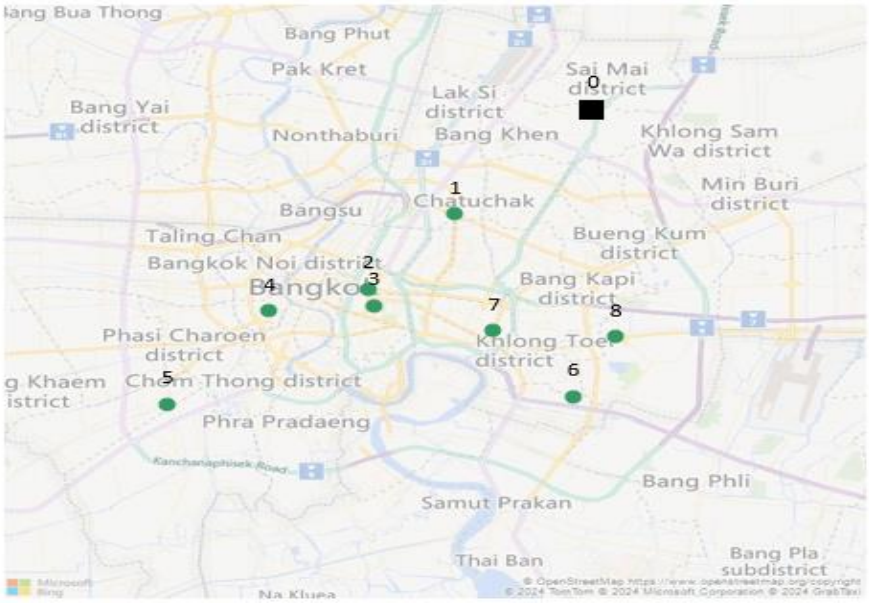


	A	B	C	D	E
1	Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)
2	0	Depot	13.879121623986979, 100.645591111779		
3	1	Customer 1	13.920152529576187, 100.43642195526998		
4	2	Customer 2	13.580083993519578, 100.65516359261244		
5	3	Customer 3	13.635293648239314, 100.66808707858031		
6	4	Customer 4	13.748259951725286, 101.35107626324088		
7	5	Customer 5	13.918100732714006, 101.5741151227654		

ภาพที่ 6 การหาจุดตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า

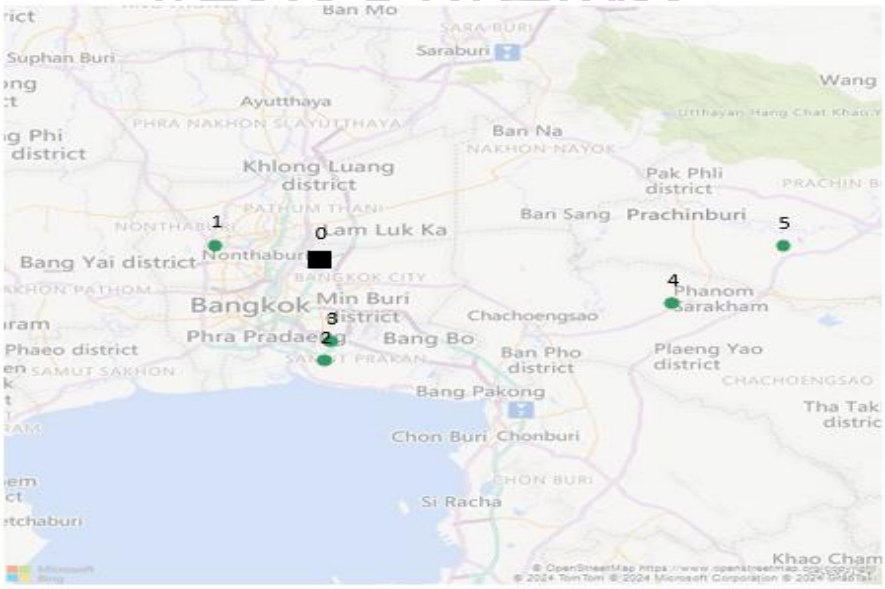


ภาพที่ 7 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 (เดิม)

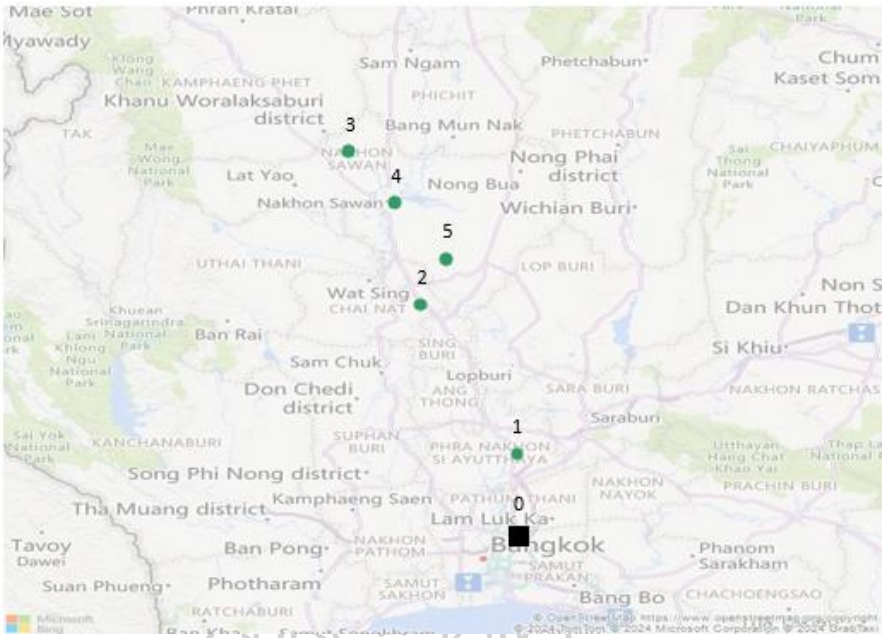


ภาพที่ 8 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 (เดิม)

จากภาพที่ 7-8 จะเห็นได้ว่า เส้นทางที่1 และเส้นทางที่ 2 มีการวางแผนการขนส่งสินค้าที่ไม่เหมาะสม โดยบางตำแหน่งจะต้องย้อนไปมา ทางผู้วิจัยเห็นว่า การใช้โปรแกรมในการคำนวณเส้นทาง จะสามารถลดระยะทาง ต้นทุนในการขนส่งสินค้าได้ต่อไป

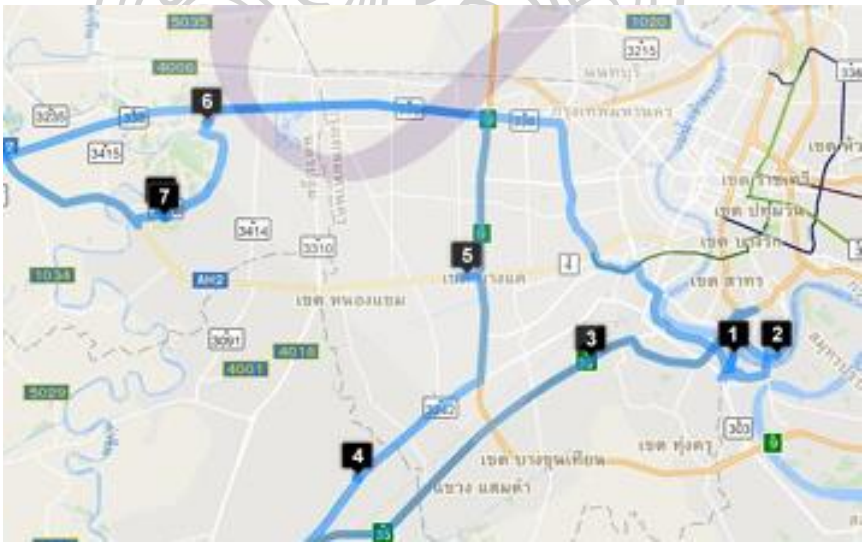


ภาพที่ 9 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 (เดิม)



ภาพที่ 10 ตำแหน่งของลูกค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2 (เดิม)

หลังจากนั้น ให้ทำการคำนวณเส้นทางใหม่ทั้งหมด จะได้เส้นทางใหม่ที่เกิดขึ้น ดังภาพที่11 และ สรุปผลระยะทางรวมการขนส่งสินค้า ต้นทุนในการขนส่งก่อน และ หลังการปรับปรุง



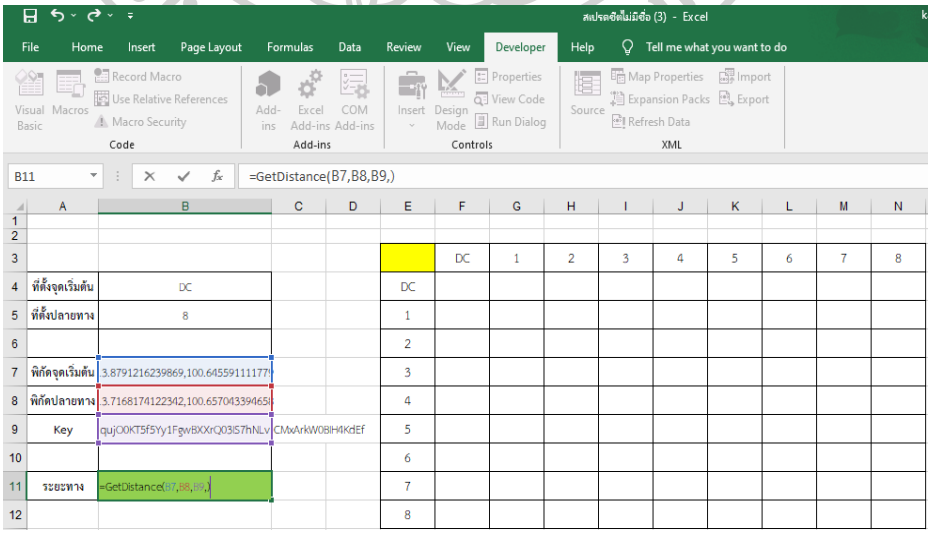
ภาพที่ 11 ตัวอย่างการจัดเส้นทางใหม่

3.3.2 การใช้โปรแกรม Microsoft excel Solver

3.3.2.1 การหาระยะทางระหว่างจุด

การหาระยะทางระหว่างจุดลูกค้ากับลูกค้า และ ลูกค้ากับศูนย์กระจายสินค้า เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งอุปกรณ์การแพทย์ และ เครื่องมือแพทย์ของบริษัทกรณีศึกษาที่ถือเป็นจุดกระจายสินค้า (Distribution center, DC) กับ ลูกค้าในแต่ละพื้นที่ โดยจะต้องสร้างตาราง Matrix ซึ่งการสร้างตาราง Matrix ต้องกำหนดพิกัดจุดเริ่มต้นและพิกัดจุดปลายทาง ดังภาพที่12 ซึ่งการหาระยะทางระหว่างจุดนั้นจะต้องใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ในการเขียนโค้ดของฟังก์ชัน Get Distance โดยโค้ดที่ใช้ในการเขียน มีดังนี้

```
Public Function GetDistance(start As String, dest As String, key As Strin
   Dim firstVal As String, secondVal As String, lastVal As String
   firstVal = "https://dev.virtualearth.net/REST/v1/Routes/DistanceMatrix?origins="
   secondVal = "&destinations="
   lastVal = "&travelMode=driving&o=xml&key=" & key & "&distanceUnit=mi"
Set objHTTP = CreateObject("MSXML2.ServerXMLHTTP")
Url = firstVal & start & secondVal & dest & lastVal objHTTP.Open "GET", Url, False
objHTTP.SetRequestHeader "User-Agent", "Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows
NT 5.0)" objHTTP.Send ("")
    GetDistance = Round(Round(WorksheetFunction.FilterXML(objHTTP.ResponseText,
"//TravelDistance"), 3) * 1.609, 0)
End Function
```

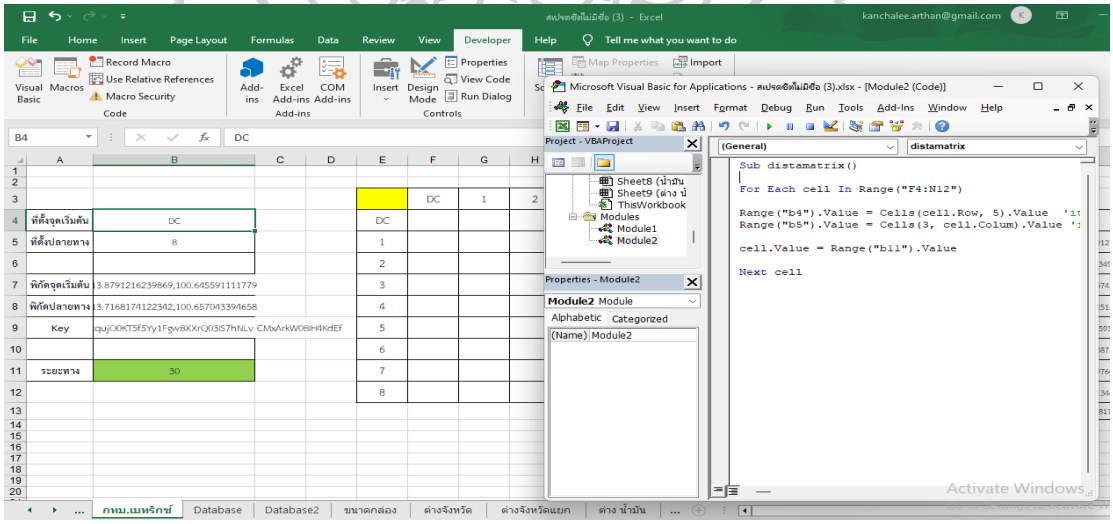


ภาพที่ 12 ตัวอย่างการสร้างตาราง Matrix

3.3.2.2 การออกแบบพัฒนาโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA)

การออกแบบพัฒนาโปรแกรม Visual Basic for Application สำหรับงานวิจัยนี้นั้นจะทำการพัฒนาออกแบบคำสั่งด้วยภาษาวิบีเอ ในการหาคำตอบของระยะทางระหว่างจุด โดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ในการประมวลผลซึ่งจะทำให้ได้คำตอบที่ต้องการ ดังตารางที่ 3.9 ซึ่งรหัสคำสั่งของการออกแบบพัฒนาโปรแกรม Visual Basic for Application ในขั้นตอนการหาคำตอบของการวิจัยนี้ แสดงดังดังนี้

```
Sub distamatrix()

For Each cell In Range("F4:N12") โดย F4:N12 คือ ค่า Matrix ที่ต้องการแสดงผล

Range("b4").Value = Cells(cell.Row, 5).Value  'it is pasting the location name in B4 which is source cell โดย b4 คือ ช่องแสดงผลของพิกัดเริ่มต้น

Range("b5").Value = Cells(3, cell.Column).Value 'it is pasting the location name in B4 which is source cell โดย b5 คือ ช่องแสดงผลของพิกัดปลายทาง

cell.Value = Range("b11").Value โดย b11 คือ ช่องแสดงผลของระยะห่างระหว่างจุดสองจุด

Next cell

End Sub
```



ภาพที่ 13 ตัวอย่างหาระยะห่างระหว่างจุดด้วยโปรแกรม Visual Basic

เมื่อใส่รหัสคำสั่งของการออกแบบพัฒนาโปรแกรม Visual Basic for Application เสร็จแล้ว กด Run Program ผลลัพธ์ที่ได้ของ Matrix ระยะทาง แสดงดังตารางที่ 10-13

ตารางที่ 10 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1

	Customer 1	Customer 2	Customer 3	Customer 4	Customer 5	Customer 6	Customer 7	Customer 8	DC
Customer 1	0	16	10	4	12	9	19	16	14
Customer 2	9	0	7	6	7	7	22	32	17
Customer 3	8	2	0	5	5	5	19	29	16
Customer 4	2	10	7	0	12	8	10	11	17
Customer 5	13	7	6	8	0	4	16	26	27
Customer 6	7	7	8	7	4	0	16	25	21
Customer 7	18	24	12	11	16	18	0	9	32
Customer 8	13	34	15	14	26	19	10	0	23
DC	17	18	21	19	25	19	29	22	0

จากตารางที่10 สามารถคำนวณวิธีการ Saving Algorithm จากระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่ง แสดงตัวอย่างการคำนวณหาระยะทางประหยัดจาก ตำแหน่งขนส่ง ตำแหน่งที่ 1 ไปตำแหน่งที่ 2 ดังนี้

กำหนดให้ Sij แทนค่าความประหยัดของระยะทางในการขนส่งขยะระหว่าง จุด i และ จุด j

Sij = ค่า saving จากตำแหน่ง i ไปโหนด j

$d_{0,i}$ = ระยะทางจากตำแหนงเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง i

$d_{0,j}$ = ระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง j

$d_{i,j}$ = ระยะทางจากตำแหน่ง i ไปตำแหน่ง j

สามารถคำนวณได้ดังนี้ $S_{ij} = (d_{0,i} + d_{0,j}) - d_{i,j}$ เมื่อ i, j = 0, 1, 2,...,n (2)

จากสูตร $S_{ij} = (d_{0,1} + d_{0,2}) - d_{1,2}$

แทนค่าในสมการ $S_{ij} = (15+17) - 16 = 16$

ดังนั้น ผลลัพธ์ของระยะทางเส้นทางอื่นๆ ในแต่ละจุดการขนส่งสินค้า สามารถหาได้จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้น

ตารางที่ 11 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2

	Customer 1	Customer 2	Customer 3	Customer 4	Customer 5	Customer 6	Customer 7	Customer 8	DC
Customer 1	0	14	16	23	35	27	17	21	20
Customer 2	11	0	3	13	24	19	12	18	28
Customer 3	16	2	0	12	25	16	10	24	34
Customer 4	27	13	12	0	12	28	22	32	42
Customer 5	32	23	22	13	0	31	24	40	50
Customer 6	30	22	20	31	36	0	9	9	39
Customer 7	14	14	10	21	26	10	0	11	25
Customer 8	18	19	22	32	38	7	8	0	30
DC	17	28	31	41	51	33	24	30	0

ตารางที่ 12 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1

	Customer 1	Customer 2	Customer 3	Customer 4	Customer 5	DC
Customer 1	0	70	56	137	175	28
Customer 2	64	0	11	100	139	48
Customer 3	56	10	0	98	137	41
Customer 4	139	101	95	0	39	118
Customer 5	178	139	134	39	0	157
DC	29	48	41	117	156	0

ตารางที่ 13 แสดงระยะทางระหว่างแต่ละจุดการขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2

	Customer 1	Customer 2	Customer 3	Customer 4	Customer 5	DC
Customer 1	0	106	217	172	148	63
Customer 2	106	0	117	72	49	166
Customer 3	215	118	0	52	106	274
Customer 4	173	76	55	0	64	232
Customer 5	146	49	108	64	0	206
DC	69	165	276	231	208	0

หลังจากได้ผลลัพธ์ของระยะทางระหว่างจุดในแต่ละเมทริกซ์ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลในแต่ละเมทริกซ์ ทั้งหมด 4 เส้นทาง ไปหาเส้นทางที่ดีที่สุด ในหัวข้อถัดไป

3.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบระยะทางรวมและต้นทุนในการขนส่ง

หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลระยะทางรวม และต้นทุนในการขนส่งของแผนงานปัจจุบันก่อนทำการปรับปรุง พบว่า การขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 ระยะทางรวม 107 กิโลเมตร ต้นทุนในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 698.55 บาทต่อเดือน หรือ 8,382.6 บาทต่อปี เส้นทางที่ 2 ระยะทางรวม 131.8 กิโลเมตร ต้นทุนในการขนส่งสินค้า เท่ากับ 784.27 บาทต่อเดือน หรือ 9,411.24 บาทต่อปี

การขนส่งในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 ระยะทางรวม 395 กิโลเมตร คิดต้นทุนในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 1626.75บาทต่อเดือน หรือ 19,521 บาทต่อปี ในเส้นทางที่ 2 ระยะทางรวม 600 กิโลเมตร สามารถคิดต้นทุนในการขนส่งสินค้าเท่ากับ 2,570 บาทต่อเดือน หรือ 30,840 บาทต่อปี ผู้วิจัยนำต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดในการจัดเส้นทางการขนส่งแบบเก่า และ การปรับปรุงเส้นทางใหม่ที่เกิดขึ้น เพื่อหาเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่ดีที่สุด

3.4 สรุปผล

ผู้วิจัยได้นำวิธีการ Travelling Salesman Problem โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel solver และ วิธี Large neighborhood search โดยใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม และนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบผลประหยัดที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการสรุปและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับปรุงเส้นทางการขนส่ง แสดงในหัวข้อถัดไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

จากการศึกษาและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัยของกรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์ ปัญหาที่เกิดขึ้นในเรื่องของระบบการทำงาน วิธีการต่างๆ โดยผู้วิจัยได้นำวิธีการจัด Routing และ การประยุกต์วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดโดยคำนวณด้วยโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า และลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

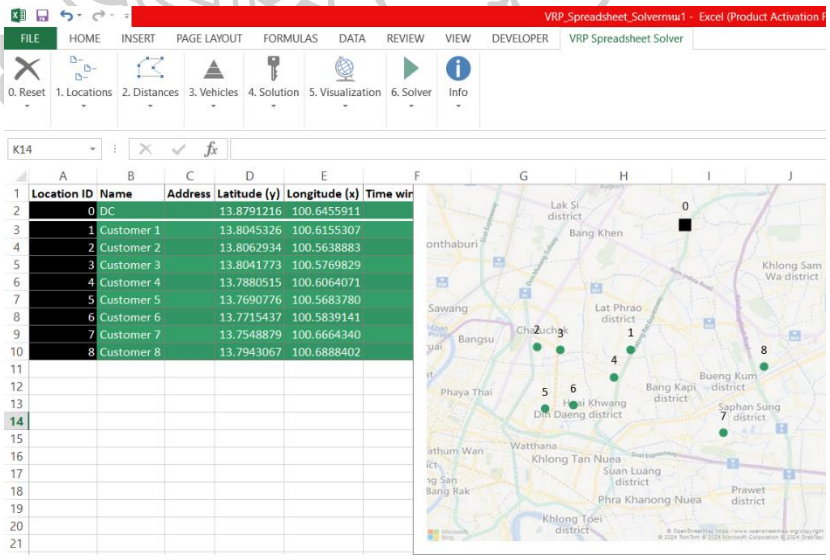
4.1 วิธีการจัด Routing และผลดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยนำได้ข้อมูลละติจูดและลองติจูดของสถานที่ตั้งของลูกค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตพื้นที่ต่างจังหวัดแต่ละเส้นทางมาหาระยะทางขนส่งสินค้าที่สั้นที่สุด ดังต่อไปนี้

4.1.1 นำพิกัดสถานที่ตั้งของลูกค้ามา Run เพื่อค้นหาระยะทางที่สั้นที่สุด

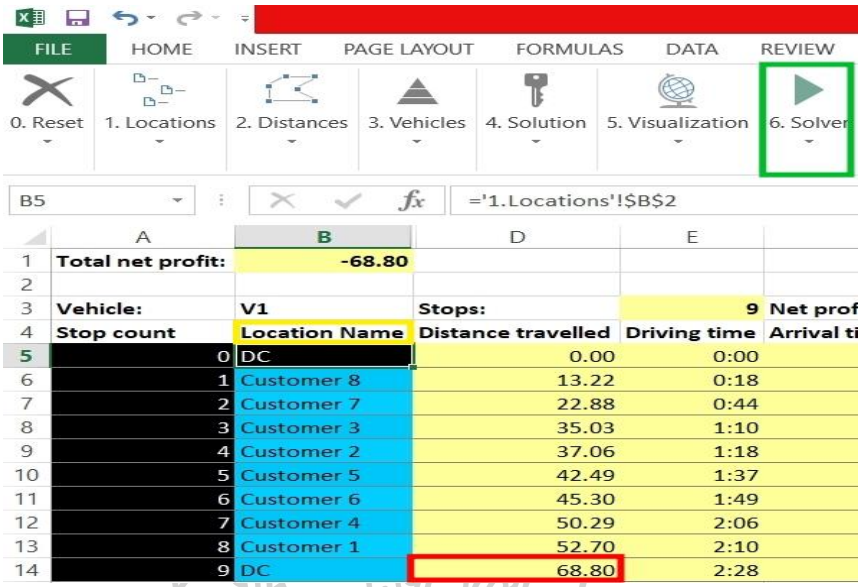
ขั้นตอนที่ 1 นำพิกัด X,Y ที่ได้จากที่ลูกแต่ละราย มาลงในช่อง Parameter ต่างๆ ดังภาพที่4.1

ขั้นตอนที่ 2 กด Solver โปรแกรมจะคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดและแสดงลำดับเส้นทางเริ่มต้นจากบริษัทไปยังลูกค้าตำแหน่งต่างๆในช่อง Local name ดังภาพที่14



ภาพที่ 14 แสดงการใส่ข้อมูลพิกัดที่ตั้งของลูกค้า

4.1.2 ผลการดำเนินการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2



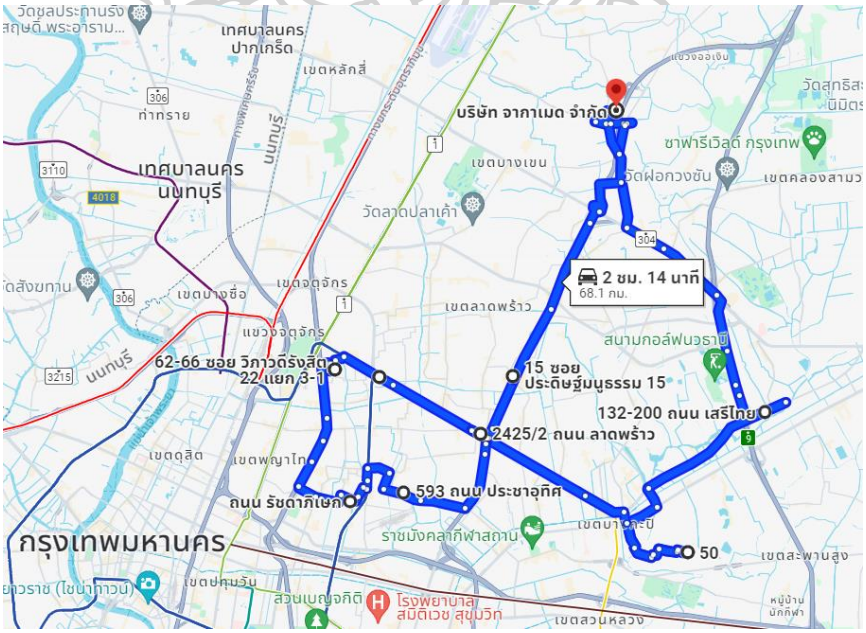
FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW

0. Reset | 1. Locations | 2. Distances | 3. Vehicles | 4. Solution | 5. Visualization | 6. Solver

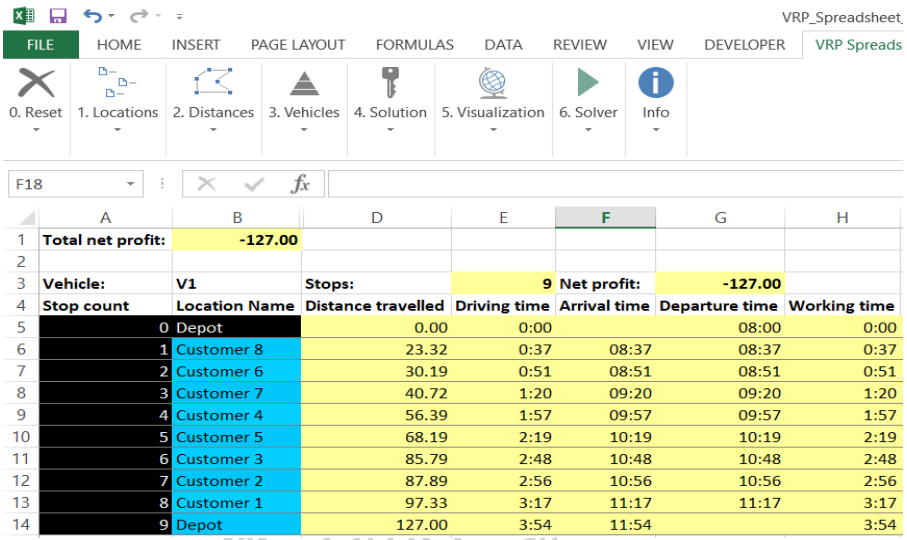
B5 ='1.Locations'!B2

	A	B	D	E	
1	**Total net profit:**	**-68.80**			
2					
3	**Vehicle:**	**V1**	**Stops:**	**9**	**Net prof**
4	**Stop count**	**Location Name**	**Distance travelled**	**Driving time**	**Arrival ti**
5	0	DC	0.00	0:00	
6	1	Customer 8	13.22	0:18	
7	2	Customer 7	22.88	0:44	
8	3	Customer 3	35.03	1:10	
9	4	Customer 2	37.06	1:18	
10	5	Customer 5	42.49	1:37	
11	6	Customer 6	45.30	1:49	
12	7	Customer 4	50.29	2:06	
13	8	Customer 1	52.70	2:10	
14	9	DC	68.80	2:28	

ภาพที่ 15 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 16 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1



VRP_Spreadsheet

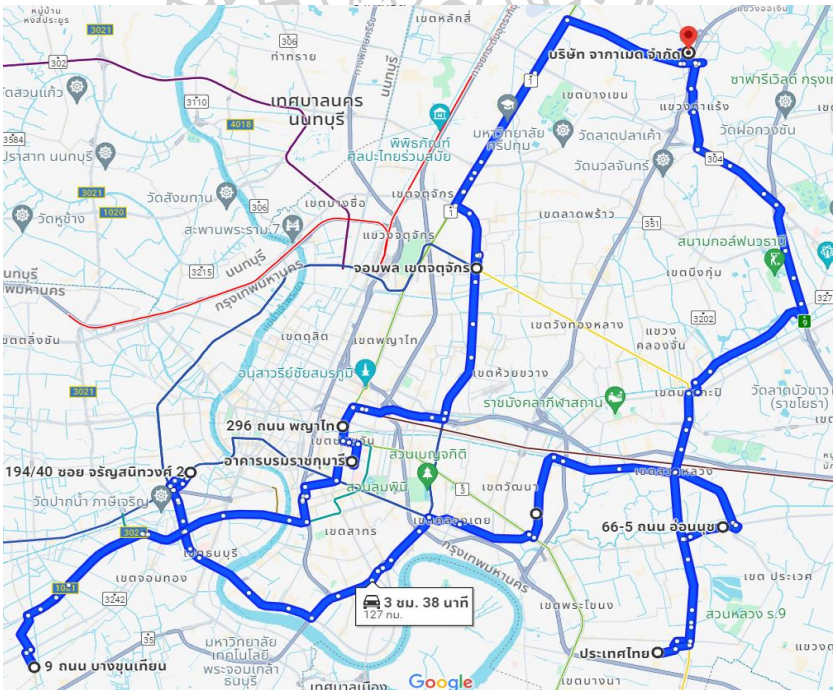
FILE | HOME | INSERT | PAGE LAYOUT | FORMULAS | DATA | REVIEW | VIEW | DEVELOPER | VRP Spreads

0. Reset | 1. Locations | 2. Distances | 3. Vehicles | 4. Solution | 5. Visualization | 6. Solver | Info

F18

	A	B	D	E	F	G	H
1	**Total net profit:**	**-127.00**					
2							
3	**Vehicle:**	**V1**	**Stops:**	**9**	**Net profit:**	**-127.00**	
4	**Stop count**	**Location Name**	**Distance travelled**	**Driving time**	**Arrival time**	**Departure time**	**Working time**
5	0	Depot	0.00	0:00		08:00	0:00
6	1	Customer 8	23.32	0:37	08:37	08:37	0:37
7	2	Customer 6	30.19	0:51	08:51	08:51	0:51
8	3	Customer 7	40.72	1:20	09:20	09:20	1:20
9	4	Customer 4	56.39	1:57	09:57	09:57	1:57
10	5	Customer 5	68.19	2:19	10:19	10:19	2:19
11	6	Customer 3	85.79	2:48	10:48	10:48	2:48
12	7	Customer 2	87.89	2:56	10:56	10:56	2:56
13	8	Customer 1	97.33	3:17	11:17	11:17	3:17
14	9	Depot	127.00	3:54	11:54		3:54

ภาพที่ 17 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2 หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 18 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2

จากภาพที่15-18 ได้ผลลัพธ์เส้นทางเรียงตามจุดขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1 คือ DC>8>7>3>2>5>6>4>1>DC และเส้นทางที่2 คือ DC>8>6>7>4>5>3>2>1>Dc สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนรวมในการขนส่งดังตารางที่14

ตารางที่ 14 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตกรุงเทพมหานคร (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม VRP

โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
เส้นทางที่ 1	DC -8 - 7 -3 - 2 - 5 - 6 - 4 - 1 - DC	68.8	7167.84
เส้นทางที่ 2	Dc - 8 - 6 - 7 - 4 - 5 - 3 - 2 - 1 - DC	127	9258.6

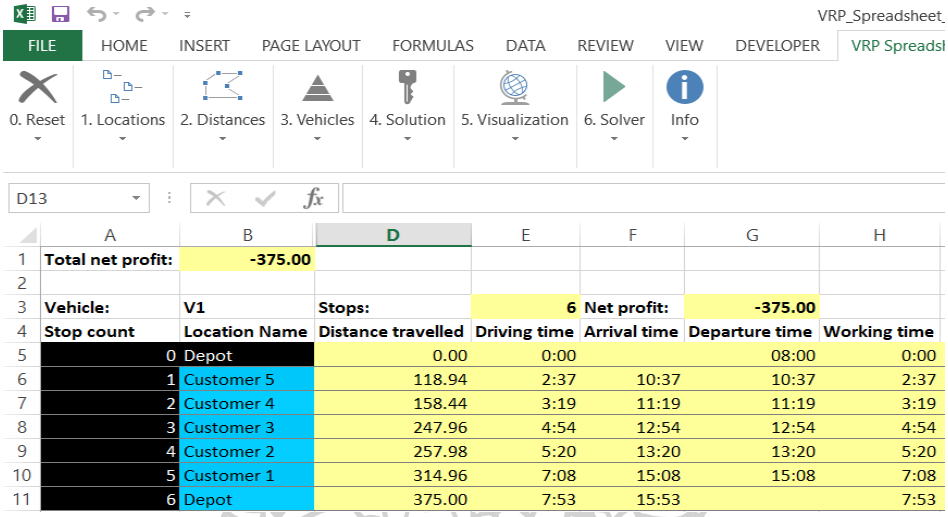
จากตารางที่ 14 สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร หลังปรับปรุง เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ ทั้งหมด 8 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ เส้นทางที่ 1 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 68.80 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 7,167.84 บาทต่อปี และเส้นทางที่ 2 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 127 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 9,258.6 บาทต่อปี ผู้วิจัยนำผลการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับปรุงได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมเขตกรุงเทพมหานคร ก่อน-หลังการปรับปรุง

เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC -1 - 2 -3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	107	8382.6
โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	DC -8 - 7 -3 - 2 - 5 - 6 - 4 - 1 - DC	68.8	7167.84
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		38.2	1214.76
เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC -1 - 2 -3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	131.8	9411.24
โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	Dc - 8 - 6 - 7 - 4 - 5 - 3 - 2 - 1 - DC	127	9258.6
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		4.8	152.64

จากตารางที่15 แสดงผลลัพธ์ของระยะทางรวมในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 จากเดิม 107 กิโลเมตร เหลือ 68.80 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 38.2 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 1,214.76 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 14.5 และเส้นทางที่ 2 จากเดิม 131.8 กิโลเมตร เหลือ 127 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทาง อยู่ที่ 4.8 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 152.64 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 1.62

4.1.3 ผลการดำเนินการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2



VRP_Spreadsheet_

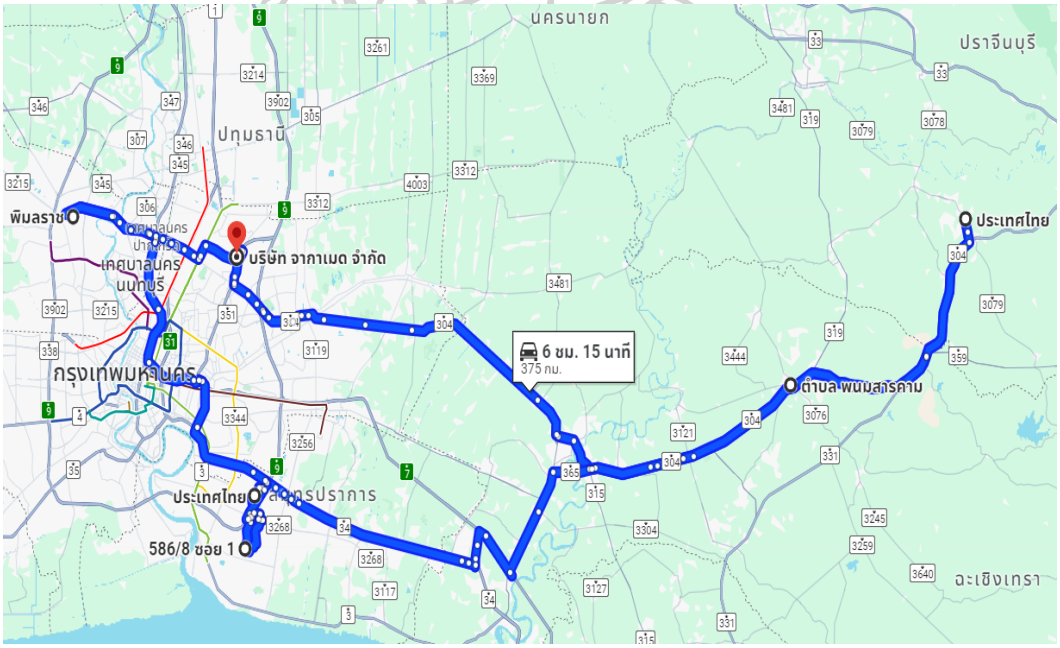
FILE | HOME | INSERT | PAGE LAYOUT | FORMULAS | DATA | REVIEW | VIEW | DEVELOPER | VRP Spreadsl

0. Reset | 1. Locations | 2. Distances | 3. Vehicles | 4. Solution | 5. Visualization | 6. Solver | Info

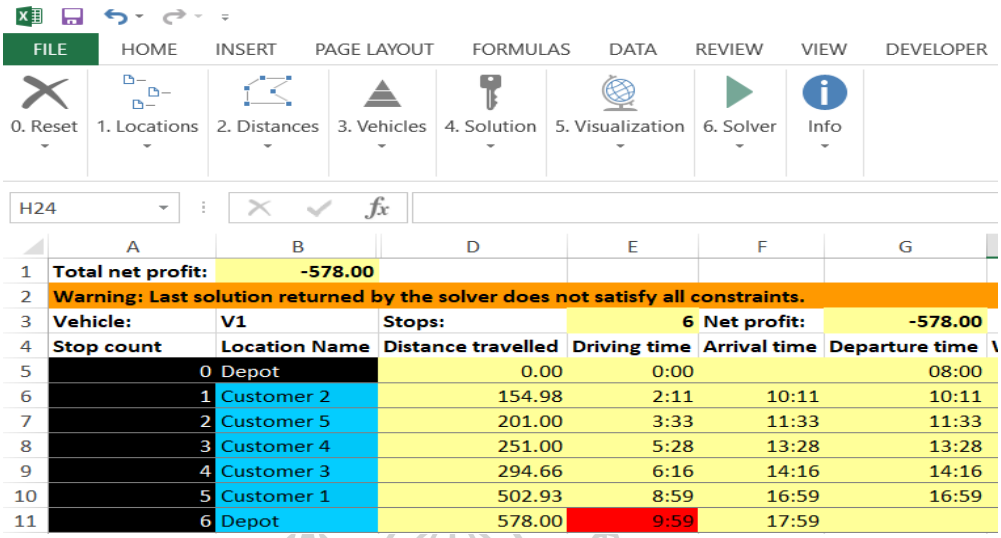
D13

	A	B	D	E	F	G	H
1	**Total net profit:**	**-375.00**					
2							
3	**Vehicle:**	**V1**	**Stops:**	**6**	**Net profit:**	**-375.00**	
4	**Stop count**	**Location Name**	**Distance travelled**	**Driving time**	**Arrival time**	**Departure time**	**Working time**
5	0	Depot	0.00	0:00		08:00	0:00
6	1	Customer 5	118.94	2:37	10:37	10:37	2:37
7	2	Customer 4	158.44	3:19	11:19	11:19	3:19
8	3	Customer 3	247.96	4:54	12:54	12:54	4:54
9	4	Customer 2	257.98	5:20	13:20	13:20	5:20
10	5	Customer 1	314.96	7:08	15:08	15:08	7:08
11	6	Depot	375.00	7:53	15:53		7:53

ภาพที่ 19 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 20 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1



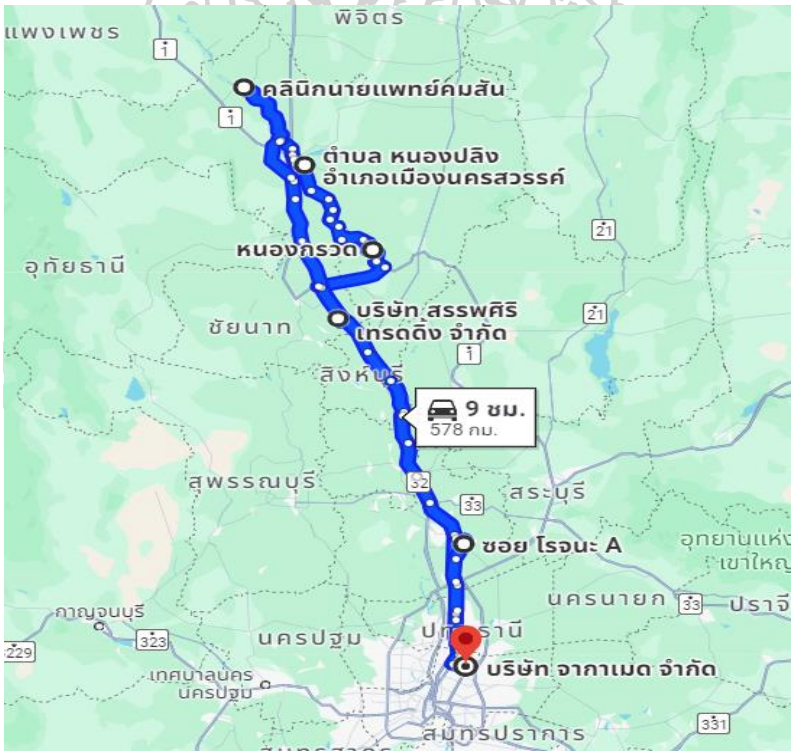
FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW DEVELOPER

0. Reset | 1. Locations | 2. Distances | 3. Vehicles | 4. Solution | 5. Visualization | 6. Solver | Info

H24

	A	B	D	E	F	G
1	**Total net profit:**	**-578.00**				
2	**Warning: Last solution returned by the solver does not satisfy all constraints.**					
3	**Vehicle:**	**V1**	**Stops:**	**6**	**Net profit:**	**-578.00**
4	**Stop count**	**Location Name**	**Distance travelled**	**Driving time**	**Arrival time**	**Departure time**
5	0	Depot	0.00	0:00		08:00
6	1	Customer 2	154.98	2:11	10:11	10:11
7	2	Customer 5	201.00	3:33	11:33	11:33
8	3	Customer 4	251.00	5:28	13:28	13:28
9	4	Customer 3	294.66	6:16	14:16	14:16
10	5	Customer 1	502.93	8:59	16:59	16:59
11	6	Depot	578.00	9:59	17:59	

ภาพที่ 21 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่2 หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 22 การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2

จากภาพที่19-22 ได้ผลลัพธ์เส้นทางเรียงตามจุดขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัดเส้นทางที่ 1 คือ DC>5>4>3>2>1>Dc และ เส้นทางที่ 2 คือ DC>2>5>4>3>1>DC สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนรวมในการขนส่ง ดังตารางที่16

ตารางที่ 16 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตต่างจังหวัด (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม VRP

โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
เส้นทางที่ 1	DC - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 - DC	375	18885
เส้นทางที่ 2	Dc - 2 - 5 - 4 - 3 - 1- DC	578	30140.4

จากตารางที่16 สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้าในเขตต่างจังหวัด หลังปรับปรุง เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ ทั้งหมด 5 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ เส้นทางที่ 1 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 375 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 18,885 บาทต่อปี และเส้นทางที่ 2 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 578 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 30,140.4 บาทต่อปี ผู้วิจัยนำผลการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับปรุงได้ผลลัพธ์ดังตารางที่17

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ก่อน-หลังการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม VRP

เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	395	19,521.00
โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	DC - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 - DC	375	18,885
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		20	636.00
เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	600	30,840.00
โปรแกรม VRP Spreadsheet solver	Dc - 2 - 5 - 4 - 3 - 1- DC	578	30,140.40
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		22	699.6

จากตารางที่ 17 แสดงผลลัพธ์ของระยะทางรวมในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 จากเดิม 395 กิโลเมตร เหลือ 375 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 20 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 636 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 3.26 และเส้นทางที่ 2 จากเดิม 600 กิโลเมตร เหลือ 578 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทาง อยู่ที่ 22 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 699.6 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 2.27

4.2 วิธีการ Saving Algorithm และผลดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยนำได้ข้อมูลละติจูดและลองติจูดมของสถานที่ตั้งของลูกค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตพื้นที่ต่างจังหวัดแต่ละเส้นทางมาสร้างตาราง Matrix เพื่อหาระยะทางขนส่งสินค้าที่สั้นที่สุดดังต่อไปนี้

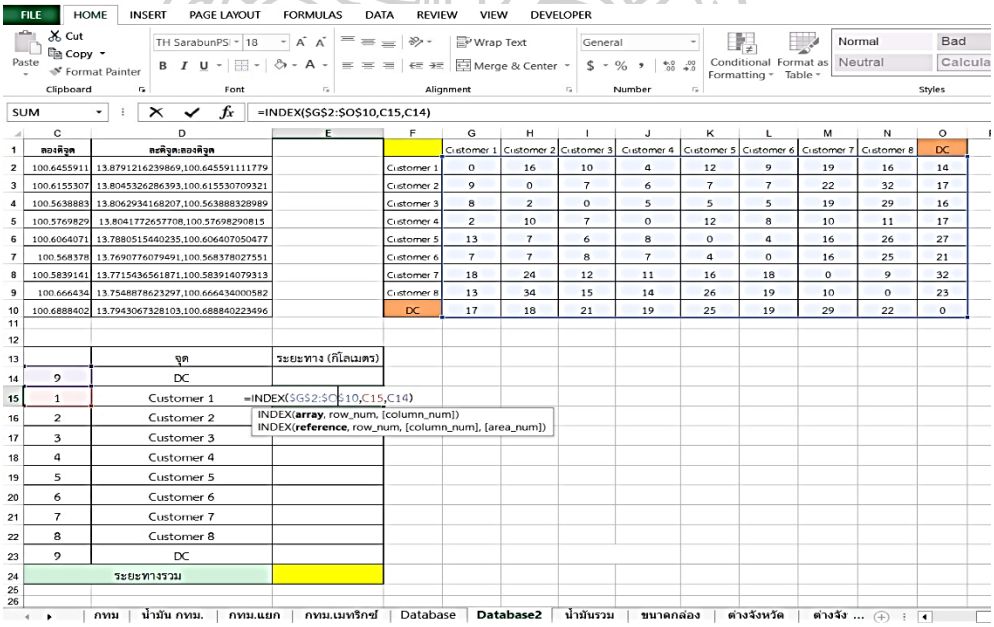
ขั้นตอนที่ 1 สร้างตาราง Matrix ซึ่งการสร้างตาราง Matrix ต้องกำหนดพิกัดจุดเริ่มต้นและพิกัดจุดปลายทาง ดังภาพที่13

ขั้นตอนที่ 2 ใช้โปรแกรม Visual Basic for Application บน Microsoft excel ในการเขียนโค้ดของฟังก์ชัน Get Distance

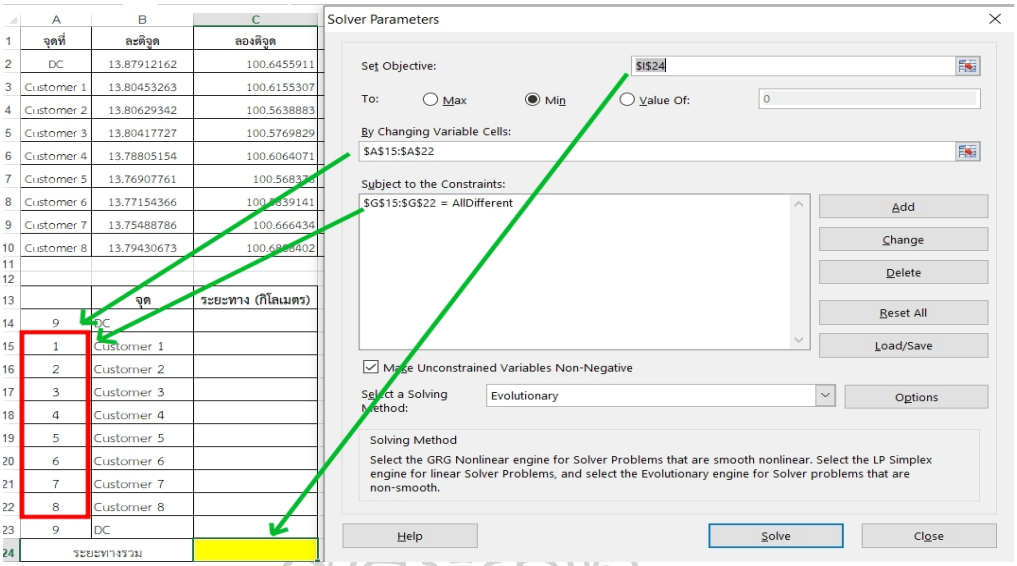
ขั้นตอนที่ 3 เขียนรหัสคำสั่ง โดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ในการประมวลผลซึ่งจะทำให้ได้คำตอบที่ต้องการ ดังตารางที่ 9

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ฟังก์ชัน INDEX ของ Excel ใช้หาค่าโดยระบุลำดับที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น =INDEX (ค่าที่แสดงในMatrix, แถวที่ใช้ในการค้นหา, คอลัมน์ที่ใช้ในการค้นหา) ดังภาพที่23

ขั้นตอนที่ 5 ใช้ Solver เลือกค่า Min เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุด โดยจะต้องเปลี่ยนตัวแปลเป็นเซลล์ และ Add เพื่อเพิ่มเงื่อนไข ดังภาพที่24 จากนั้นกด Solver



ภาพที่ 23 การใช้ใช้ฟังก์ชัน INDEX

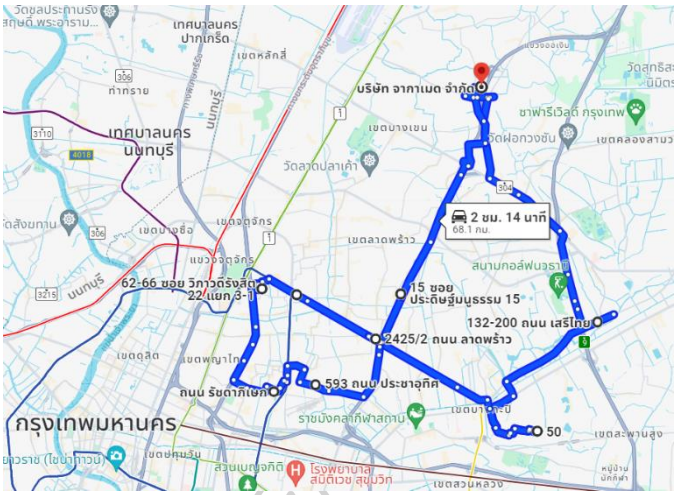


ภาพที่ 24 การใช้ใช้ฟังก์ชัน Solver

4.2.1 ผลการดำเนินการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2

	จุด	ระยะทาง (กิโลเมตร)
9	DC	
8	Customer 8	
7	Customer 7	
3	Customer 3	
2	Customer 2	
5	Customer 5	
6	Customer 6	
4	Customer 4	
1	Customer 1	
9	DC	
ระยะทางรวม		

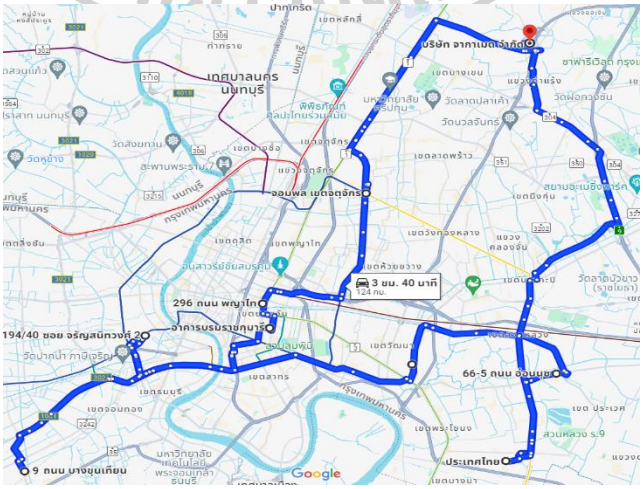
ภาพที่ 25 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1



ภาพที่ 26 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1

	จุด	ระยะทาง (กิโลเมตร)
9	DC	
8	Customer 8	
6	Customer 6	
7	Customer 7	
5	Customer 5	
4	Customer 4	
3	Customer 3	
2	Customer 2	
1	Customer 1	
9	DC	
ระยะทางรวม		

ภาพที่ 27 แสดงค่า Saving แสดงลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2



ภาพที่ 28 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2

จากภาพที่25-28 ได้ผลลัพธ์เส้นทางเรียงตามจุดขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1 คือ DC>8>7>3>2>5>6>4>1>DC และเส้นทางที่2 คือ DC>8>6>7>5>4>3>2>1>Dc สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนรวมในการขนส่ง ดังตารางที่18

ตารางที่ 18 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตกรุงเทพมหานคร (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

โปรแกรม Microsoft Excel Solver	เส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)
เส้นทางที่ 1	DC -8 - 7 -3 - 2 - 5 - 6 - 4 - 1 - DC	68.8	7167.84
เส้นทางที่ 2	Dc - 8 - 6 - 7 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 - DC	124	9163.2

จากตารางที่18 สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร หลังปรับปรุง เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ ทั้งหมด 8 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ เส้นทางที่1 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 68.80 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 7,167.84 บาทต่อปี และเส้นทางที่ 2 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 124 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 9,163.2 บาทต่อปี ผู้วิจัยนำผลการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับปรุงได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมในเขตกรุงเทพมหานคร ก่อน-หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

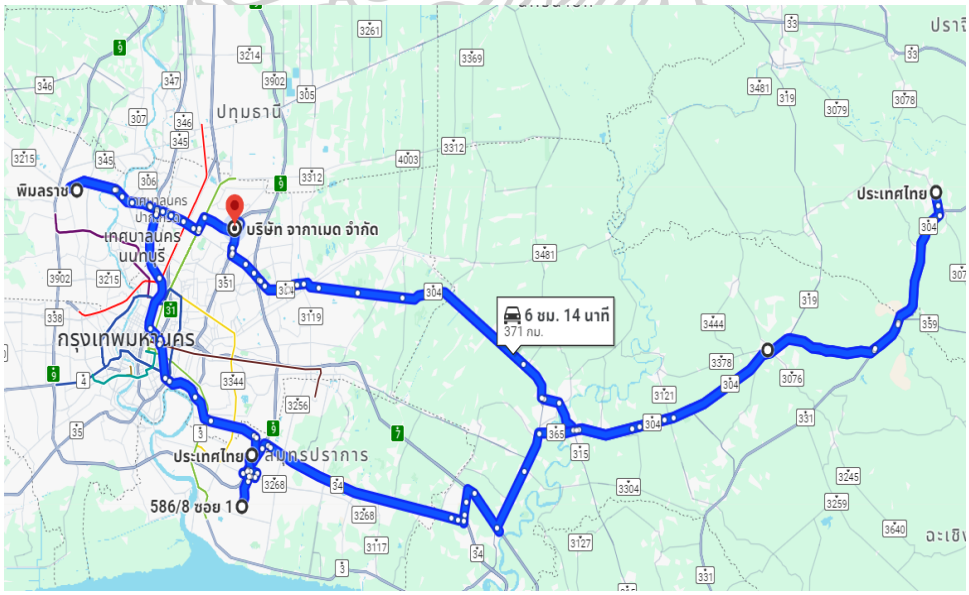
เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC -1 - 2 -3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	107	8382.6
โปรแกรม Microsoft Excel Solver	DC -8 - 7 -3 - 2 - 5 - 6 - 4 - 1 - DC	68.8	7167.84
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		38.2	1214.76
เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 2	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC -1 - 2 -3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - DC	131.8	9411.24
โปรแกรม Microsoft Excel Solver	Dc - 8 - 6 - 7 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 - DC	124	9163.2
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		7.8	248.04

จากตารางที่19 แสดงผลลัพธ์ของระยะทางรวมในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 จากเดิม 107 กิโลเมตร เหลือ 68.80 มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 38.2 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 1,214.76 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ14.5 และเส้นทางที่ 2 จากเดิม 131.8 กิโลเมตร เหลือ 124 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 7.8 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 248.04 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 2.64

4.2.2 ผลการดำเนินการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 และ เส้นทางที่ 2

	จุด	ระยะทาง (กิโลเมตร)
6	DC	
4	Customer 4	
5	Customer 5	
2	Customer 2	
3	Customer 3	
1	Customer 1	
6	DC	
ระยะทางรวม		

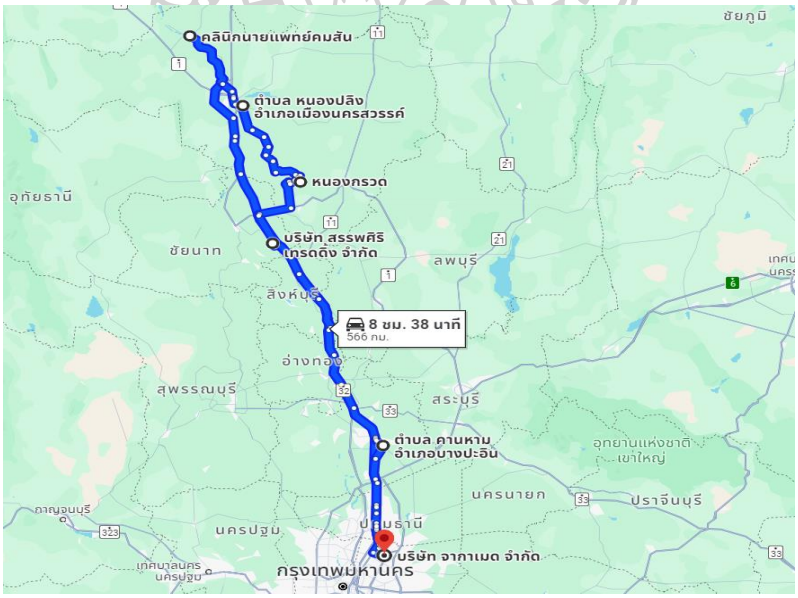
ภาพที่ 29 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่1



ภาพที่ 30 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1

	จุด	ระยะทาง (กิโลเมตร)
6	DC	
2	Customer 2	
3	Customer 3	
4	Customer 4	
5	Customer 5	
1	Customer 1	
6	DC	
ระยะทางรวม		

ภาพที่ 31 แสดงค่า Saving ลำดับเส้นทางการขนส่งสินค้า เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2



ภาพที่ 32 แผนที่การจัดเส้นทางใหม่ในเขตพื้นที่เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2

จากภาพที่ 29-32 ได้ผลลัพธ์เส้นทางเรียงตามจุดขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัดเส้นทางที่ 1 คือ DC>4>5>2>3>1>Dc และ เส้นทางที่ 2 คือ DC>2>3>4>5>1>Dc สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนรวมในการขนส่ง ดังตารางที่20

ตารางที่ 20 สรุปเส้นทางการขนส่งและต้นทุนรวมในการขนส่งเขตพื้นที่ต่างจังหวัด (หลังปรับปรุง) ด้วยโปรแกรม โปรแกรม Microsoft Excel Solver

โปรแกรม Microsoft Excel Solver	เส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)
เส้นทางที่ 1	DC - 4 - 5 - 2 -3 - 1 - DC	371	18,757.80
เส้นทางที่ 2	Dc - 2 - 3 - 4 - 5 - 1- DC	566	29,758.80

จากตารางที่20 สามารถสรุปเส้นทางการขนส่งสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด หลังปรับปรุง เริ่มเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังจุดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ ทั้งหมด 5 ราย และกับมายังจุดเริ่มต้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ เส้นทางที่1 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 371 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 18,757.80 บาทต่อปี และเส้นทางที่2 ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 566 กิโลเมตร มีต้นทุนในการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 29,758.80 บาทต่อปี ผู้วิจัยนำผลการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับปรุงได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบผลต่างของระยะทางรวมในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ก่อน-หลังการปรับปรุง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	395	19,521.00
โปรแกรม Microsoft Excel Solver	DC - 4 - 5 - 2 - 3 - 1 - DC	371	18,757.80
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		24	763.2
เขตต่างจังหวัด เส้นทางที่ 2	**เส้นทาง**	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**	**ต้นทุนรวมต่อปี (บาท)**
วิธีการปัจจุบัน	DC - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - DC	600	30,840.00
โปรแกรม Microsoft Excel Solver	Dc - 2 - 3 - 4 - 5 - 1- DC	566	29,758.80
ผลประหยัดของระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้า		34	1081.2

จากตารางที่21 แสดงผลลัพธ์ของระยะทางรวมในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่ 1 จากเดิม 395 กิโลเมตร เหลือ 371 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 24 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 763.2 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 3.91 และเส้นทางที่ 2 จากเดิม 600 กิโลเมตร เหลือ 566 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทาง อยู่ที่ 34 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 1,081.2 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 3.51

จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมนั้น สามารถกำหนดเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานได้ (Work Instruction) เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้จากการใช้ธีการแก้ไขปัญหาด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver และ โปรแกรม Microsoft Excel Solver สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ไขปัญหาได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า

วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า	ข้อดี	ข้อเสีย
โปรแกรม VRP Spreadsheets Solver	- ใช้งานง่าย - สามารถกำหนดข้อจำกัดอื่นๆ เพิ่มเติมได้ เช่น ระยะทางที่ ยานพาหนะเดินทาง ความจุของ ยานพาหนะ เป็นต้น	- ต้องตรวจเช็คระยะทางที่ได้จากการประมวลผล เนื่องจากระยะทางที่โปรแกรมคำนวณสั้นกว่าความเป็นจริงในบางครั้ง
โปรแกรม Microsoft Excel Solver	- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลน่าเชื่อถือมากที่สุด - ลำดับเส้นทางเป็นระเบียบเรียบร้อย	- ใช้เวลาในการคำนวณผลลัพธ์นานเมื่อมีจุดส่งสินค้าจำนวนมาก - ต้องมีความเข้าใจฟังก์ชันการใช้งานของโปรแกรม และการตั้งค่าตารางคำนวณ

ผลการศึกษา ทางผู้วิจัยเสนอการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการ Saving Algorithm ที่คำนวณจากโปรแกรมให้กับบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งได้ทดลองปฏิบัติจริงโดยการบันทึกเลขไมล์จากจุดเริ่มต้นไปยังลูกค้าแต่ละราย และกลับมายังจุดเริ่มต้นอีกครั้ง ดังตารางที่23-26

ตารางที่ 23 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่1 (หลังการปรับปรุง)

บันทึกการปฏิติงานพนักงานขับรถ (หลังการปรับปรุง)				
วันที่	**จุดเริ่มต้น**	**จุดหมายปลายทาง**	**เลขไมล์เริ่มต้น**	**เลขไมล์ปลายทาง**
10/4/2024	**DC (Distribution center)**	Customer 1	0	15.8
10/4/2024	Customer 1	Customer 2	15.8	26.4
10/4/2024	Customer 2	Customer 3	26.4	38.2
10/4/2024	Customer 3	Customer 4	38.6	40.6
10/4/2024	Customer 4	Customer 5	41	46.8
10/4/2024	Customer 5	Customer 6	47.8	50.1
10/4/2024	Customer 6	Customer 7	51.2	55.4
10/4/2024	Customer 7	Customer 8	56.5	57.8
10/4/2024	Customer 8	**DC (Distribution center)**	58.9	68.8

ตารางที่ 24 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่2 (หลังการปรับปรุง)

บันทึกการปฏิบัติงานพนักงานขับรถ (หลังการปรับปรุง)				
วันที่	**จุดเริ่มต้น**	**จุดหมายปลายทาง**	**เลขไมล์เริ่มต้น**	**เลขไมล์ปลายทาง**
25/4/2024	**DC (Distribution center)**	Customer 1	0	26.7
25/4/2024	Customer 1	Customer 2	26.7	33.5
25/4/2024	Customer 2	Customer 3	33.5	48
25/4/2024	Customer 3	Customer 4	48	71.5
25/4/2024	Customer 4	Customer 5	71.5	83.5
25/4/2024	Customer 5	Customer 6	83.5	94.7
25/4/2024	Customer 6	Customer 7	94.7	97
25/4/2024	Customer 7	Customer 8	97	107.3
25/4/2024	Customer 8	**DC (Distribution center)**	107.3	124

ตารางที่ 25 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่1 (หลังการปรับปรุง)

บันทึกการปฏิบัติงานพนักงานขับรถ (หลังการปรับปรุง)				
วันที่	จุดเริ่มต้น	จุดหมายปลายทาง	เลขไมล์เริ่มต้น	เลขไมล์ปลายทาง
4/3/2024	**DC (Distribution center)**	Customer 1	**0**	94.3
4/3/2024	Customer 1	Customer 2	94.3	133.8
4/3/2024	Customer 2	Customer 3	133.8	272.8
4/3/2024	Customer 3	Customer 4	274.8	283.8
4/3/2024	Customer 4	Customer 5	285.8	342.7
4/3/2024	Customer 5	**DC (Distribution center)**	344.7	371

ตารางที่ 26 ผลการบันทึกเส้นทางของพนักงานขับรถ เขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่2 (หลังการปรับปรุง)

บันทึกการปฏิบัติงานพนักงานขับรถ (หลังการปรับปรุง)				
วันที่	จุดเริ่มต้น	จุดหมายปลายทาง	เลขไมล์เริ่มต้น	เลขไมล์ปลายทาง
4/3/2024	**DC (Distribution center)**	Customer 1	**0**	155
4/3/2024	Customer 1	Customer 2	155	266
4/3/2024	Customer 2	Customer 3	266	311.3
4/3/2024	Customer 3	Customer 4	311.3	363.3
4/3/2024	Customer 4	Customer 5	376.2	511.3
4/3/2024	Customer 5	**DC (Distribution center)**	524.2	566

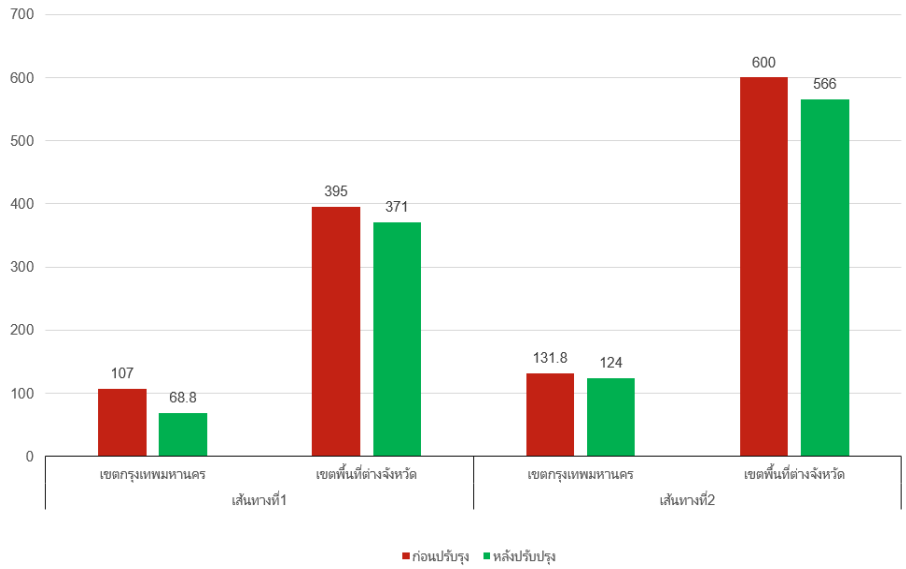
จากตารางที่23-26 หลังจากพนักงานขับรถขนส่งสินค้า ได้ปฏิบัติตามแผนการจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการ Saving Algorithm ที่คำนวณจากโปรแกรม จะสามารถลดระยะทางรวมและต้นทุนรวมในการจัดส่งสินค้าได้ ซึ่งผลการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังหัวข้อถัดไป

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษาทำธุรกิจเกี่ยวกับการจำหน่ายอุปกรณ์การแพทย์ และเครื่องมือแพทย์ โดยจะทำการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และเขตพื้นที่ต่างจังหวัด ด้วยรถบรรทุกขนาด 4 ล้อ จำนวน 2 คัน จากการสอบถาม ข้อมูลเบื้องต้นของกรณีศึกษาพบว่า มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าสูงขึ้นในทุกๆเดือน และสาเหตุหลักการสูงขึ้นของการขนส่งสินค้าค้าที่เห็นได้ชัด คือไม่มีการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีศึกษาสูงขึ้น และส่งผลกระทบกรณีศึกษาเป็นอย่างมาก ทางผู้วิจัยจึงนำวิธีการ Travelling Salesman Problem (TSP) โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel solve มาช่วยในการคำนวณและจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าให้กับกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเส้นทางการเดินรถจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้าที่กำหนด และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าให้กับกรณีศึกษา



ภาพที่ 33 กราฟสรุปเส้นทางขนส่งสินค้า ก่อนการปรับปรุง และ หลังการปรับปรุง

ผลการศึกษา ทางผู้วิจัยเสนอการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการคำนวณเส้นทางด้วยวิธีการ Travelling Salesman Problem (TSP) โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel Solver ให้กับบริษัทกรณีศึกษา ผลการศึกษา พบว่า จากเดิมเส้นทางการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร เส้นทางที่ 1 จากเดิม 107 กิโลเมตร เหลือ 68.80 กิโลเมตรมีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 38.2 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 1,214.76 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 14.5 และ

เส้นทางที่ 2 จากเดิม 131.8 กิโลเมตร เหลือ 124 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 7.8 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 248.04 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 2.64 และการขนส่งส่งสินค้าในเขตพื้นที่ต่างจังหวัด เส้นทางที่1 จากเดิม 395 กิโลเมตร เหลือ 371 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 24 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 763.2 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 3.91 และเส้นทางที่ 2 จากเดิม 600 กิโลเมตร เหลือ 566 กิโลเมตร มีผลต่างของระยะทางอยู่ที่ 34 กิโลเมตร ผลต่างของต้นทุนรวมต่อปีอยู่ที่ 1,081.2 บาท คิดเป็นผลประหยัดได้ร้อยละ 3.51 เมื่อเปรียบเทียบระยะทางรวม และต้นทุนรวมในการขนส่งสินค้าด้วยวิธีปัจจุบันกับวิธีการใช้โปรแกรมทำให้ทราบความแตกต่างของต้นทุนอย่างเห็นได้ชัดและสามารถลดระยะทาง และ ต้นทุนการขนส่งสินค้าได้จริง

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย

1. โปรแกรม VRP Spreadsheets Solver ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องตรวจเช็คระยะทางก่อนทุกครั้ง เนื่องจากระยะทางที่โปรแกรมคำนวณสั้นกว่าความเป็นจริงบางครั้ง

2. โปรแกรม Microsoft Excel Solver มีความซับซ้อนของขั้นตอนการสร้างตาราง และการเขียนรหัสคำสั่งโดยใช้โปรแกรม Visual Basic for Application ซึ่งจะต้องมีความเข้าใจฟังก์ชันการใช้งานของโปรแกรม

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้งาน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการ Saving Algorithm ที่คำนวณจากโปรแกรมเป็นวิธีที่เหมาะสมในการจัดเส้นทางรถขนส่งอุปกรณ์การแพทย์และเครื่องมือแพทย์หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งเป็นวิธีการนี้จะได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือมากที่สุด

2. กรณีศึกษาควรมีการติดตั้ง ระบบ GPS ให้กับ รถบรรทุกเพื่อสะดวกต่อการเดินรถขนส่งสินค้าไปยัง ลูกค้าได้ง่าย และสามารถติดตามรถบรรทุกขนส่ง สินค้าให้อยู่ในเส้นทางที่กำหนดไว้

รายการอ้างอิง

Boonmee, A., Neungmatcha, W., & Boonmee, A. (2017). The improvement of ice transportation routing for minimizing the transportation cost by particle swarm optimization. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 3(1), 17-24. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ienj/article/view/178730

Intakarn, J. (2022). Developing a Freight Routing Model of SMEs Using VRP Solver Program in Sai Mai District, Bangkok. *Journal of Humanities and Social Sciences Thonburi University*, 17(1), 121-134. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/article/view/261843

Puchongkawarin, C., & Ransikarbum, K. (2020). Analysis of Criteria and Public Transportation Routing in Ubonratchathani Province. *Naresuan University Engineering Journal*, 15(1), 6-16. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/nuej/article/view/187180

Supakdee, K., Suansokchuak, P., Pranet, K., & Khotmongkol, T. (2019). A Development of Model for School Milk's Transportation Vehicles in Ubon Ratchathani and Sisaket Provinces. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 5(1), 59-65. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ienj/article/view/188618

จิตต์เอื้อ, เ. (2018). Vehicle Routing Problem with Stochastic Demand. *NKRAFA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 13(0), 19-24. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/nkrafa-sct/article/view/141988

สำราญหันต์, ป., ดำรงวัฒนโยธิน, บ., & รุ่งเจริญ, ส. (2023). การเชื่อมโยงการขนส่งนักท่องเที่ยวระยะทางสุดท้ายระหว่าง สนามบินนานาชาติภูเก็ตและโรงแรมในภูเก็ต. วารสารเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวสู่ความยั่งยืน, 5(2), 58-74. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSTD/article/view/266231

อิงคไพโรจน์, ศ., เยี่ยงกมลสิงห์, ช., นาคสีดี, ป., & งามสะอาด, ว. (2022). การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดรถขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet SOLVER กรณีศึกษา บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด : บทความวิจัย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, 2(3), 1-11. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSCI/article/view/247251

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล ดรัณภพ เทพาลุน

วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (กำลังศึกษา)
ปริญญาตรี(วศ.บ.อุตสาหการ) มหาวิทยาลัยศิลปากร
มัธยมศึกษา โรงเรียนหันคาพิทยาคมจังหวัดชัยนาท