



การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้ SAVING ALGORITHM ด้วยโปรแกรม SOLVER
กรณีศึกษา ฟาร์มน้ำผึ้งโนสิต



การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์
บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2566



**ROUTE PLANNING USING SAVING ALGORITHM WITH SOLVER
PROGRAM CASE STUDY KOSIT HONEY FARM**

**BY
SARUN CHAIYANGPANICH**



**AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN MANAGEMENT OF LOGISTICS
GRADUATE SCHOOL**

**RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2023**

ใบรับรองการศึกษาค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยรังสิต

เรื่อง การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้ SAVING ALGORITHM ด้วยโปรแกรม SOLVER
กรณีศึกษา ฟาร์มน้ำผึ้งโสมสิต

ROUTE PLANNING USING SAVING ALGORITHM WITH SOLVER

PROGRAM CASE STUDY KOSIT HONEY FARM

โดย ศรัณย์ ไชยงพานิช

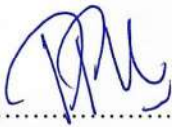
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต อนุมัติให้นับการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ ประจำปีการศึกษา 2566



(ดร.ไชยรัช เมฆแก้ว)

ผู้อำนวยการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์



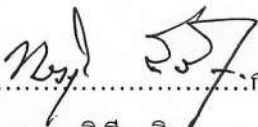
ประธานกรรมการสอบ

ผศ.ดร.พัฒน์ พิสิษฐเกษม



กรรมการ

ดร.ไชยรัช เมฆแก้ว



กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ทรงวุฒิ ดิจงกิจ

ลิขสิทธิ์ของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก ดร. ทรงวุฒิ ด้จงกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่าง ตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยเพื่อให้งานวิจัยชิ้นนี้ออกมาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และสมบูรณ์ที่สุดผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจในการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำค้นคว้าอิสระฉบับนี้ทุกๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนการศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้สำเร็จด้วยดี

ผลจากการทำวิจัยครั้งนี้หวังว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจในด้านนี้และสามารถเป็นประโยชน์ที่พึงได้รับจากงานการศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ทุกท่านที่มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของการวิจัยครั้งนี้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอ อภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ศรัณย์ ไชยพานิช

ผู้วิจัย

6205700 : ศรัณย์ ไชยพานิช
 ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ : การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้ Saving Algorithm ด้วย
 โปรแกรม Solver กรณีศึกษา ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต
 หลักสูตร : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ทรงวุฒิ คีจกกิจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาแนวทางปรับปรุงเส้นทางรถขนส่งน้ำผึ้ง เนื่องจากปัจจุบันพบว่าการกระจายสินค้าแบบเดิมมีความล่าช้า เพราะร้านค้าที่รับสินค้าสามารถรับสินค้าได้ถึง 17.00 น. มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 9,186 บาท ผู้วิจัยจึงนำเสนอการปรับวิธีการกระจายสินค้า โดยแบ่งกลุ่มย่อยทางภูมิศาสตร์ และใช้วิธีจัดการรถออกขนส่งด้วยการหาค่าตอบแทนแบบ Saving algorithm โดยจัดเรียงข้อมูลเป็นตาราง Matrix และใช้ Microsoft excel solver โดยค้นหาพิกัดเส้นทางจาก Google map เพื่อวางแผนการใช้รถอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยใช้ระยะทางได้กลุ่มค่าที่สุด โดยพิจารณาจากค่าที่ให้บริการจำนวน 25 ราย แบ่งลูกค้าออกเป็นกลุ่มตามความถี่ในการส่งสินค้า กลุ่ม A มีความถี่ในการส่ง 5 ครั้งต่อเดือน กลุ่ม B มีความถี่ในการส่ง 3 ครั้งต่อเดือน กลุ่ม C มีความถี่ในการส่ง 1 ครั้งต่อเดือน และร้านค้าสามารถรับสินค้าได้ถึง 17.00 น. จึงแบ่งกลุ่มย่อยโดยใช้ทฤษฎี Heuristic โดยภูมิศาสตร์จะได้ กลุ่ม Br1, Br2, Cr1, Cr2, Cr3 ผลการวิจัยพบว่า เส้นทางรถขนส่งเดิมมีระยะทางรวม 2,885.1 กิโลเมตร เมื่อปรับปรุงเส้นทางจะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 2,583.9 กิโลเมตร มีระยะทางลดลง 301.2 กิโลเมตร หรือ ลดลงร้อยละ 10.4 ส่งผลให้ประหยัดน้ำมันจากเดิม 9,186 บาท เป็น 8,537 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 7 ของต้นทุนค่าขนส่ง (การศึกษาค้นคว้าอิสระมีจำนวนทั้งสิ้น 76 หน้า)

คำสำคัญ: เซฟวิ่ง อัลกอริทึม, โซลเวอร์, เส้นทางรถขนส่ง

6205700 : Sarun Chaayangpanich
 Independent Study Title : Route Planning Using Saving Algorithm with Solver Program Case
 Study Kosit Honey Farm
 Program : Master of Science in Management of Logistics
 Independent Study Advisor : Songwut Deechongkit, Ph.D.

Abstract

The purpose of this research is to study and propose improvements to the honey transportation route. Currently, it has been found that the traditional distribution method is slow because the stores that researcher suggests adjusting the distribution method by dividing it into geographical subgroups and using the Saving Algorithm to organize the delivery schedule. The data is arrange in a matrix table, and Microsoft Excel Solver is use to find the most efficient route by obtaining coordinates from Google Maps. The goal is to maximize the distance cover while minimizing cost. The study considers 25 customers divided into groups based on they ordering frequency. Group A orders 5 times per month, Group B orders 3 times per month, and Group C orders 1 time per month. The stores can receive goods until 5:00 PM. Using heuristic theory, the subgroups are designate as Br1, Br2, Cr1, Cr2, and Cr3. The research findings indicate that the original transportation route cover a total distance of 2,885.1 kilometers. After implementing the propose improvements, the total distance reduce to 2,583.9 kilometers, resulting in a decrease of 301.2 kilometers or 10.4%. This led to a fuel cost reduction from 9,186 baht to 8,537 baht, which is 7% of the original transportation cost.

(Total 76 pages)

Keywords: Saving Algorithm, Solver, Heuristic, Transport travel routes

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 คำถามการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตการวิจัย	6
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	6
1.6 นิยามศัพท์	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางรถ Vehicle Routing	7
2.2 แนวคิดและทฤษฎี Saving Algorithm	14
2.3 แนวคิดและทฤษฎี Traveling Salesman Problem	15
2.4 แนวคิดและทฤษฎี ABC Analysis	17
2.5 แนวคิดและทฤษฎี Heuristic	18
2.6 ข้อมูลอุตสาหกรรมน้ำผึ้งและฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต	22
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	27
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	31
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
4.1 ผลการทดสอบกลุ่ม A	35
4.2 ผลการทดสอบกลุ่ม Br1	41
4.3 ผลการทดสอบกลุ่ม Br2	46
4.4 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr1	53
4.5 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr2	58
4.6 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr3	63
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	69
5.2 อภิปรายผล	71
5.3 ข้อเสนอแนะ	72
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	72
บรรณานุกรม	73
ประวัติผู้วิจัย	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายชื่อลูกค้าที่ไปพบในแต่ละจุดและสถานที่ตั้ง	28
4.1 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม A	33
4.2 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม B	38
4.3 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Br1	40
4.4 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Br2	45
4.5 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม C	50
4.6 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Cr1	52
4.7 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Cr2	57
4.8 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Cr3	61
4.9 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีการประหยัด	66
4.10 ต้นทุนการขนส่ง	66
4.11 เปรียบเทียบค่าเชื้อเพลิง	67
4.12 เปรียบเทียบระยะเวลา	67

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ฟาร์มน้ำผึ้ง โมสิต	2
1.2 น้ำผึ้งบรรจขวด	2
1.3 Figure 13 Fuel Price Forecast	3
3.1 รถบรรทุกใช้น้ำผึ้ง	29
3.2 แผนผัง Flowchart การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดผ่านโปรแกรม Solver	30
3.3 การเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดจาก Google Map	31
4.1 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม A	34
4.2 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม A	34
4.3 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม A	35
4.4 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม A	35
4.5 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	36
4.6 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอล้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	36
4.7 ระยะทางที่ได้ใหม่ของกลุ่ม A สามารถลดระยะทางได้ 18.7 กิโลเมตร	37
4.8 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม A	37
4.9 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้าของกลุ่ม A	38
4.10 แสดงเส้นทางขนส่งลูกค้ากลุ่ม B	39
4.11 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม B	39
4.12 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม Br1	40
4.13 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Br1	41
4.14 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Br1	41
4.15 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Br1	41
4.16 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	42
4.17 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอล้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	43
4.18 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Br1 สามารถลดระยะทางได้ 45.1 กิโลเมตร	43
4.19 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Br1	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้าของกลุ่ม Br1	44
4.21 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม Br2	45
4.22 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงกลุ่ม Br2	46
4.23 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Br2	46
4.24 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Br2	47
4.25 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	47
4.26 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอล้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	48
4.27 ระยะทางใหม่ที่ได้ของกลุ่ม Br2 สามารถประหยัดระยะได้ 92 กิโลเมตร	48
4.28 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Br2	49
4.29 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Br2	49
4.30 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม C	51
4.31 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม C	51
4.32 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม Cr1	52
4.33 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr1	53
4.34 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr1	53
4.35 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr1	53
4.36 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	54
4.37 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอล้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	55
4.38 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr1 สามารถประหยัดระยะทางได้ 3.8 กิโลเมตร	55
4.39 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr1	56
4.40 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr1	56
4.41 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม Cr2	57
4.42 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr2	58
4.43 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr2	58
4.44 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr2	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.45 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	59
4.46 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอลัมแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	59
4.47 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr2 สามารถประหยัดระยะทางได้ 139 กิโลเมตร	60
4.48 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr2	60
4.49 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr2	61
4.50 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้า กลุ่ม Cr3	62
4.51 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr3	62
4.52 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr3	63
4.53 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr3	63
4.54 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver	63
4.55 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอลัมแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด	64
4.56 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr3 สามารถประหยัดระยะทางได้ 2.6 กิโลเมตร	64
4.57 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr3	65
4.58 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr3	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเนื้อหา

เนื่องจากเกิดสงครามความขัดแย้งระหว่างยูเครนกับรัสเซีย เป็นเหตุการณ์ที่รุนแรงที่สุดในรอบ 10 ปี ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ทำให้ราคาสินค้าสูงขึ้นจากปัญหาสินค้าขาดแคลน ไม่ว่าจะเป็นสินค้าอุตสาหกรรม สินค้าเกษตร สินค้าอุปโภคบริโภค และสินค้าพลังงาน ส่งผลให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น ปัจจุบันราคาน้ำมันดีเซล B7 อยู่ที่ 31.94 บาท/ลิตร เมื่อเทียบกับราคาเมื่อปี 2562 ราคาดีเซล B7 อยู่ที่ 25.39 บาท/ลิตร (บริษัท ปตท. น้ำมัน และการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), 2565) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าครองชีพในประเทศที่ปรับตัวสูงขึ้นและธุรกิจที่ต้องทำการขนส่งสินค้าส่งผลกระทบโดยตรงต่อฟาร์มน้ำผึ้งโสมสิตเนื่องจากราคาค่าเชื้อเพลิงที่ปรับตัวสูงขึ้นทำให้ต้องจ่ายค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ารวมทั้งสิ้น 92,150 บาท ภาระทางขนส่งรวมทั้งสิ้น 2,885.1 กิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากปี 2562 ซึ่งต้องจ่ายค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ารวมทั้งสิ้น 73,252.6 บาท และภาระทางขนส่งสินค้าบางร้านมีระยะทางไกลทำให้บางครั้งไม่สามารถไปส่งสินค้าได้ก่อน 17:00 น. อาจทำให้เสียลูกค้าได้ ผู้วิจัยจึงนำเทคนิค Saving Algorithm มาช่วยหาระยะทางขนส่งสินค้าที่สั้นที่สุด โดยใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel

ฟาร์มน้ำผึ้งโสมสิต ก่อตั้งโดยนาย โสมสิต เริ่มถึงจุดอิ่มตัวจากงานผู้จัดการ สหกรณ์เกษตรอำเภอ โชคชัย จังหวัด นครราชสีมา จึงเข้าอบรมการเลี้ยงผึ้งและเริ่มศึกษาต่อ ต่อมาได้ก่อตั้งฟาร์ม น้ำผึ้ง โสมสิตเมื่อปี พ.ศ. 2528 ที่ 147/2 หมู่ 1 ตำบล บ่อทอง อำเภอ บ่อทอง จังหวัด ชลบุรี และได้ย้ายมาเลี้ยงที่จังหวัด นครราชสีมา โดยจะเลี้ยงผึ้งในกล่องไม้จำนวน 200 กล่องนำไปวางใต้ต้นลำไย ใช้เวลาประมาณ 2 - 3 เดือน เปิดฝาเพื่อดูว่ารวงผึ้งมี 4 รวงขึ้นไปและมีขนาดใหญ่พอ ใช้มีดตัด รวงผึ้งออก 1 - 3 รวง ให้เหลือรวงไว้ 3 - 4 รวง นำรวงผึ้งที่ตัดออกมาตัดเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำผึ้ง นำมาวางบนตะแกรงให้น้ำผึ้งไหลลงถึงเก็บ แล้วนำไปบรรจุขวด ส่งตามร้านขายของฝาก

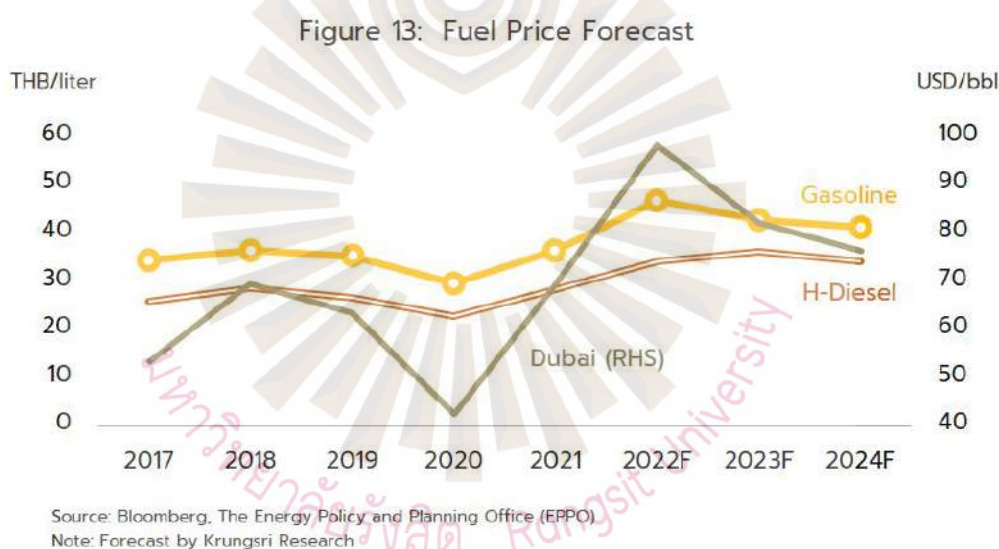


รูปที่ 1.1 ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต
ที่มา: ผู้วิจัย



รูปที่ 1.2 น้ำผึ้งบรรจุขวด
ที่มา: ผู้วิจัย

ปริมาณขนส่งสินค้าทางถนนของประเทศจะขยายตัว 2 - 3% ในปี 2565 และเฉลี่ย 4 - 5% ต่อปีในปี 2566 - 2567 โดยปี 2565 ธุรกิจเติบโตต่ำ แรงกดดันจากวิกฤตยูเครนที่ยืดเยื้อ ผลักดันราคาน้ำมันดิบทรงตัวระดับสูง ทำให้ต้นทุนขนส่งด้านเชื้อเพลิง (สัดส่วนเกือบ 50% ของต้นทุนทั้งหมด) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิจัยกรุงศรีประเมินว่าราคาน้ำมันดิบดูไบปี 2565 จะเฉลี่ยที่ 98 ดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรล (+42.0% จากปี 2564) ขณะที่รัฐบาลยกเลิกการตรึงราคาน้ำมันดีเซลที่ 30 บาทต่อลิตร ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลจึงทยอยปรับสูงขึ้น ท่ามกลางกำลังซื้อในประเทศที่จะลดลงจากค่าครองชีพที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม คาดว่าวิกฤตยูเครนจะผ่อนคลายลงในปี 2566 และ 2567 ส่งผลให้ราคาน้ำมันดิบปรับลดมาอยู่ที่ 82 และ 76 ดอลลาร์สหรัฐ/บาร์เรล ตามลำดับ หนูนกกิจกรรมการขนส่งปรับดีขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2565 สำหรับภาพโดยรวมปี 2565 - 2567 ธุรกิจขนส่งทางถนนได้รับปัจจัยหนุน



รูปที่ 1.3 Figure 13 Fuel Price Forecast

ที่มา : Bloomberg.com, 2020

การปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการดำเนินธุรกิจและการบริการลูกค้า โดยมีความสำคัญดังนี้

1) ประหยัดเวลาและทรัพยากร : เมื่อมีการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้เวลาในการขนส่งได้น้อยลง จะทำให้ลูกค้าได้รับสินค้าได้ไวขึ้น

และลดเวลาที่ต้องรอการจัดส่ง นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดทรัพยากรในการขนส่ง เช่น ลดปริมาณเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายในการจัดส่ง

2) เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า: เส้นทางขนส่งที่มีประสิทธิภาพสามารถทำให้สินค้าถึงตามเวลาที่กำหนด ลูกค้าจึงพึงพอใจกับการให้บริการ และจะมีความเชื่อมั่นในฟาร์มมากขึ้น

3) ลดต้นทุน: การปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง เช่น การลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับรถ ลดเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการขนส่งสินค้า

4) เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการคลังสินค้า: การปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งสินค้า โดยการใช้ทฤษฎี Heuristic โดยภูมิศาสตร์และวิธีจัดการรถออกขนส่งด้วยการหาค่าตอบแทนแบบ Saving Algorithm เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้า โดยการหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดจะช่วยลดต้นทุนการขนส่งสินค้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นอกจากนี้การปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้ายังช่วยลดปัญหาการจราจรหนาแน่นและเป็นการลดอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดจากการขนส่งสินค้า ดังนั้นการปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนของการทำงานในระยะยาว

เศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับน้ำผึ้งหรือเศรษฐศาสตร์ของอุตสาหกรรมน้ำผึ้ง มีการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวน้ำผึ้งจากรังผึ้งและเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเกษตรกรรมที่สำคัญ

การศึกษาเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับน้ำผึ้งสามารถครอบคลุมหลากหลายประเด็น เช่น

1) การผลิตน้ำผึ้ง: การศึกษาเกี่ยวกับการปลูกผักชันน้ำผึ้ง การจัดการรังผึ้ง และกระบวนการสกัดน้ำผึ้ง เพื่อให้การผลิตน้ำผึ้งมีประสิทธิภาพและสามารถจัดหาวัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การตลาดน้ำผึ้ง: การศึกษาเกี่ยวกับการตลาดน้ำผึ้ง การตลาดสินค้าเกษตรกรรม การสร้างแบรนด์และการตลาดผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และสร้างความได้เปรียบในตลาด

3) การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตน้ำผึ้ง : การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตน้ำผึ้ง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีในการตลาดและการกระจายสินค้าน้ำผึ้ง

4) การวางแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมน้ำผึ้ง : การศึกษาและวางแผนการพัฒนาที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ การเพิ่มผลผลิต การสร้างความยั่งยืนในการผลิต และการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำผึ้งให้เติบโตและเป็นไปในทางที่ยั่งยืน

การศึกษาเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับน้ำผึ้งเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้ผู้ประกอบการน้ำผึ้งและผู้เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมน้ำผึ้งสามารถตัดสินใจและวางแผนกิจการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเกษตรกรรม

ปัจจุบันการขนส่งในธุรกิจการเกษตรที่มีความสำคัญ กิจกรรมหลายอย่าง เช่น การผลิต การบำรุงรักษา การวางแผนการผลิต รวมถึงการขนส่งได้รับการพัฒนาให้มีความสะดวกในการทำงาน ลดต้นทุนในการผลิต รวมถึงลดเวลาการผลิต โดยเฉพาะในยุคที่พลังงานมีราคาสูง การจัดเส้นทางขนส่งที่ขาดความเหมาะสมจะทำให้มีค่าใช้จ่ายที่มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น เพราะมีการแข่งขันสูงในอุตสาหกรรมเดียวกัน ความต้องการของลูกค้ามีความหลากหลาย จึงต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งแก่ลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจ เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยใช้วิธี Saving Algorithm เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดรถส่งสินค้า เพื่อให้ได้ระยะทางขนส่งสินค้ารวมสั้นที่สุด ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลงและใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการวางแผนเส้นทางขนส่ง
- 1.2.2 เพื่อทำการขนส่งสินค้าได้ระยะทางที่สั้นลงและประหยัดเชื้อเพลิง
- 1.2.3 เพื่อให้ได้ระยะเวลาในการขนส่งน้อยลง

1.3 คำถามงานวิจัย

สามารถใช้โปรแกรม Solver ปรับเส้นทางการขนส่งให้ได้ระยะทาง เวลา และค่าเชื้อเพลิงที่ลดลง

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

- 1.4.1 ใช้ข้อมูลการขนส่งสินค้า 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2565 คือเดือนมกราคม - มิถุนายน
- 1.4.2 ร้านค้าที่ไปส่งจำนวน 25 ร้าน
- 1.4.3 ความถี่ในการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละกลุ่มคงที่
- 1.4.4 เวลาในการลงสินค้าแต่ละร้านไม่เกิน 20 นาที
- 1.4.5 ค่าน้ำมันลิตรละ 31.94 บาท

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.5.1 หลังใช้โปรแกรม Solver เจ้าของฟาร์มสามารถลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิง
- 1.5.2 หลังใช้โปรแกรม Solver พนักงานสามารถใช้เวลาในการขนส่งสินค้าน้อยลง
- 1.5.3 หลังใช้โปรแกรม Solver พนักงานใช้เส้นทางการขนส่งสินค้าที่สั้นลง
- 1.5.4 สามารถนำไปใช้ในการขนส่งอย่างอื่นได้

1.6 นิยามศัพท์

- 1.6.1 Saving Algorithm คือ การจัดเส้นทางการขนส่งโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด
- 1.6.2 Solver คือ โปรแกรมใน Excel ใช้หาค่าที่สูงสุดหรือต่ำสุด
- 1.6.3 Heuristic คือ กฎหรือกลุ่มของกฎในการตัดสินใจจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ เอกสารวิชาการ บทความและงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้ที่จะได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาให้ชัดเจน และครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยจะประกอบด้วยสาระสำคัญดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางรถ (Vehicle Routing)
- 2.2 แนวคิดและทฤษฎี Saving Algorithm
- 2.3 แนวคิดและทฤษฎี Traveling Salesman Problem
- 2.4 แนวคิดและทฤษฎี ABC Analysis
- 2.5 แนวคิดและทฤษฎี Heuristic
- 2.6 ข้อมูลอุตสาหกรรมน้ำผึ้งและฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเส้นทางรถ (Vehicle Routing)

ธารชดา พันธันกุล (2551) ได้นิยาม VRP ไว้ว่า การจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าจาก ศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่าง ๆ เพื่อช่วยผู้ใช้ระบบในการตัดสินใจ โดยจะมีศูนย์ กระจายสินค้าแห่งเดียวและมีข้อจำกัดในรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางรถ เรื่อง ความสามารถในการบรรทุกสินค้า โดยจะพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้า ให้อยู่ภายใต้ เงื่อนไขที่รถสามารถบรรจุได้ โดยมีเป้าหมายคือให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด การจัดเส้นทางรถขนส่ง ประกอบด้วยเงื่อนไข 4 ประการ คือ

2.1.1 กลุ่มลูกค้า (Set of Customers)

ลูกค้าแต่ละรายจะถูกกำหนดให้กระจายในจุดต่าง ๆ และมีความต้องการรับหรือส่งสินค้า ในจำนวนต่าง ๆ ในบางครั้งอาจมีการกำหนดความต้องการทางด้านเวลาเพิ่มเข้าไป

2.1.2 ยานพาหนะ (Vehicles)

รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน หรือสิ่งที่เตรียมไว้สำหรับการขนส่ง ที่ใช้ในการให้บริการแก่ลูกค้า มีหน้าที่เดินทาง - ส่งสินค้าระหว่างลูกค้าและคลังสินค้ารับจะมีข้อจำกัดในการบรรทุก (Capacity) ซึ่ง อาจกำหนดเป็นจำนวนชิ้นของสินค้าที่สามารถบรรทุกได้สูงสุดต่อยานพาหนะนั้น ๆ

2.1.3 คลังสินค้า (Depots)

สถานที่เก็บสินค้า โรงงานของบริษัทผู้ผลิต หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) เป็นสถานที่ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในการเดินทางหมายความว่าพาหนะทุกคันออกเดินทางจากจุดนี้ไปให้บริการลูกค้ายังจุดต่าง ๆ และกลับเข้าสู่จุดเดิมเมื่อให้บริการลูกค้าครบถ้วนแล้ว ซึ่งในปัญหาที่ซับซ้อนควรให้มีคลังสินค้าหลายจุดเพื่อให้บริการลูกค้าหลายกลุ่มได้

2.1.4 เส้นทาง (Routes)

การมอบหมายให้ยานพาหนะคันใดเดินทางไปยังจุดต่าง ๆ หรือลูกค้ารายใดบ้าง และเดินทางตามลำดับก่อนหลังอย่างไร ซึ่งประกอบไปด้วย เส้นทางการเดินทางย่อย (Sub - Route หรือ Tour) หลาย ๆ เส้นทางรวมกัน

2.1.5 ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem)

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะเป็นปัญหาด้านการขนส่ง และ โลจิสติกส์ (Logistics) ที่มุ่งเน้นในการขนส่งสินค้าตามจำนวนความต้องการที่กำหนดไปยังกลุ่มลูกค้าให้ครบถ้วน มีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้า โดยมีเส้นทางรวมในการเดินทางที่สั้นที่สุดหรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยทั่วไปแล้วปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะนั้นประกอบไปด้วย

การจัดเส้นทางการเดินทาง (Vehicle Routing) เป็นปัญหาประจำของบริษัทขนส่ง ในแต่ละวันจะมีลูกค้าจำนวนหนึ่งต้องการให้นำสินค้าไปส่งให้ ปัญหาที่ท้าทายคือผู้จัดการจะต้องใช้รถขนส่งกี่คันและควรจัดลำดับการส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจะจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร ในทางคณิตศาสตร์แล้วถือว่าปัญหาการจัด

เส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยากมาก ๆ ในการที่จะวิเคราะห์หาแผนการเดินรถที่ดีที่สุดในการบรรดาแผนที่เป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวน หากคำสั่งซื้อจากลูกค้าและรถส่งสินค้ามีจำนวนมาก ซึ่งแทบจะไม่มีโอกาสที่จะจัดเส้นทางเดินรถให้ประหยัดที่สุด คงทำได้เพียงวิเคราะห์ให้ได้แผนที่ค่อนข้างดีมาใช้ปฏิบัติเท่านั้นในกรณีที่มีลูกค้าจำนวนมากหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วเลือกเอาเส้นทางขนส่งที่มีต้นทุนต่ำ สิ่งที่จะเป็นไปได้มากที่สุด ในทางปฏิบัติเพราะจะต้องใช้เวลาในการคำนวณวิเคราะห์ยาวนานมากจนไม่ทันการจำเป็นต้องมีวิธีการอื่น ๆ มาช่วยให้ได้คำตอบที่เร็วซึ่งมีวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดเส้นทางเดินรถ ได้แก่ การจัดเส้นทางโดยค่าประมาณ (Approximation Methods) และวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) ซึ่งเสนอ โดย Clarke and Wright (2507) นักวิจัยในประเทศอังกฤษ ซึ่งคำตอบของเส้นทางขนส่งที่ได้รับจากการใช้วิธีการนี้อาจจะไม่ดีที่สุดแต่จะได้ค่าพอใช้ภายในระยะเวลาที่ไม่นานมาก นำไปใช้งานได้ทันเวลา วิธีการจัดเส้นทางโดยค่าประมาณนี้ยังมีหลากหลายวิธีคำตอบที่ได้รับจากแต่ละวิธีอาจจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะรายละเอียดของปัญหาแต่ละกรณี

2.1.6 ข้อจำกัดและตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเส้นทางขนส่งสินค้า

ในการออกแบบเส้นทางผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบว่าเส้นทางที่จะออกแบบนั้นอยู่ในกลุ่มปัญหาใดและมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบเส้นทางเช่นไรตลอดจนทราบถึงข้อจำกัดและตัวแปรต่างๆ ในการเดินทางแต่ละครั้งเสมอข้อจำกัดและตัวแปรที่ต้องพิจารณาทั่วไปในการจัดการเส้นทางสามารถจำแนกได้ดังนี้ (Beasley & Christofides, 1997, pp. 499 - 511)

- 1) คลังสินค้าผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบที่ตั้งและจำนวนคลังสินค้า
- 2) ลูกค้า ลูกค้ามีปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่แน่นอนกับไม่แน่นอนลูกค้ามีช่วงเวลาในการรับสินค้าเพื่อเตรียมตัวในการรับสินค้าผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ที่ตั้งของลูกค้าข้อจำกัดในการเข้าถึงที่ตั้งลูกค้าซึ่งลูกค้าแต่ละรายอาจมีการจัดรถไว้รับสินค้าต่อไปในกรณีที่รถจากคลังสินค้าไม่สามารถเข้าถึงที่ตั้งของลูกค้าได้ โดยสะดวกช่วงเวลาในการรับสินค้าที่ลูกค้ากำหนด (Time Work) เป็นแบบ Hard Time Window หรือ Soft Time Window ลูกค้าจะกำหนดเวลาเตรียมพร้อมในการรับสินค้าเป็นช่วงเวลาการส่งสินค้าสามารถส่งเวลาใดก็ได้เพียงแต่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ช่วงเวลาในการรับสินค้าที่ลูกค้ากำหนดสร้างข้อจำกัดให้กับบริษัทขนส่งโดยจะทำให้ความยืดหยุ่นในการขนส่งสินค้าหมดไป ลูกค้าที่อยู่ใน

บริเวณใกล้เคียงกันสามารถส่งสินค้าภายในครั้งเดียวกันได้แต่เมื่อมีข้อ บังคับด้านเวลาเกิดขึ้นการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าอย่างต่อเนื่องจึงหมดไป

3) ระบบเส้นทางในพื้นที่ให้บริการขนส่งผู้โดยสารแบบต้องทราบว่ามีระยะเท่าใดตลอดจนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางแต่ละเส้นทางระบบเส้นทางมีลักษณะเดินรถได้ทางเดียว (One - Way) ระบบเส้นทางมีลักษณะเดินรถได้สองทาง (Two - way) ระบบเส้นทางมีรูปแบบเป็น Planar และ Non -Planar หรือไม่เป็นตน

4) รถขนส่งสินค้าของบริษัทขนส่งรถแต่ละคันมีข้อจำกัดด้านความจุรถแต่ละคันมีช่วงเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มส่งสินค้าจนกลับมาที่คลังสินค้ารถแต่ละคันมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งแต่ละครั้งผู้โดยสารแบบต้องทราบที่ใช้ชนิดเดียวกันหรือไม่และมีจำนวนรถขนส่งสินค้าเท่าใดตลอดจนรถแต่ละคันต้องมีเวลาพัก (Drive rest Periods) และมีเวลาในการทำงานตามที่กฎหมายกำหนด คือเริ่มตั้งแต่เริ่มส่งสินค้าจนกลับถึงคลังสินค้าในช่วงเวลาทำงานปกติเท่านั้นจากสิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบเส้นทางทำให้ทราบว่าปัญหาเส้นทางมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามตัวแปรตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องส่งผลให้วิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและพิจารณาความยากง่ายในการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดแตกต่างกันออกไป

2.1.6 วัตถุประสงค์หลักในการแก้ปัญหาเส้นทางตรง

ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเส้นทางรถในการเดินทางในกลุ่มใด การออกแบบเส้นทางเพื่อใช้แก้ปัญหาเส้นทาง มีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบเส้นทาง 4 ประการ ดังนี้

- 1) เพื่อลดจำนวนรถขนส่งสินค้า หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้งเมื่อจำนวนรถลดลงความจำเป็นในการจ้างพนักงานขับ รถเพิ่มขึ้นจึงน้อยลง
- 2) เพื่อลดระยะเวลาในการเดินทางหรือลดระยะเวลาในการเดินทางเมื่อระยะทางและระยะเวลาลดลงค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้งจะลดลงตามไปค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผันได้แก่ค่าน้ำมัน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นบน เส้นทางนั้น
- 3) เพื่อลดทั้งค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่และค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผันคือลดทั้งจำนวนรถระยะเวลาและระยะทางในการเดินทางซึ่งถือว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายต้นทุนทั้งหมดให้น้อยที่สุด (Total Cost Minimize)

4) ออกแบบเส้นทางเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ

ทั้งนี้การออกแบบเส้นทางเดินรถส่วนใหญ่จะคำนึงวัตถุประสงค์ใน 3 ข้อแรก ก่อนเป็นสำคัญ

2.1.7 วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถสามารถแบ่งได้ตามประเภทของคำตอบดังนี้ (Bodin, 1982, pp. 63-11)

วิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)

วิธี Branch and Bound จัดเป็นวิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดวิธีหนึ่ง แต่ต้องการคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูงต้องการหน่วยความจำขนาดใหญ่ และใช้เวลานานในการประมวล ทำให้ขนาดของปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้จากวิธีนี้มีขนาดที่จำกัด

ปี 1960 Land and Doong ได้นำเสนอวิธีการ Branch and Bound ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งสามารถถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการหาคำตอบของแต่ละปัญหา วิธี Branch and Bound ตั้งอยู่บนสมมติฐานของการสังเกตว่าคำตอบของค่าตัวแปรการตัดสินใจนั้นมีลักษณะเป็นแผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree)

ซึ่งวิธี Branch and Bound นี้ไม่ได้สร้างค่าตัวแปรทั้งหมดในทุกๆ ทางเลือก แต่จะสร้างค่าของตัวแปรในลักษณะเป็นลำดับขั้น ขึ้นของการตัดสินใจ (Decision Stage) ทั้งนี้วิธี Branch and Bound จะสร้างค่าตัวแปรหลัก (Node) ที่มีความเป็นไปได้ที่จะไปสู่คำตอบที่ดีที่สุดในทุกๆ ลำดับขั้นของการตัดสินใจ (ขั้นของต้นไม้) ซึ่งจะกำหนดว่าค่าของตัวแปรหลัก (Node) ใดควรจะถูกละทิ้งในการสร้างค่าตัวแปรของ (Child Node) โดยการเปรียบเทียบค่าขีดจำกัดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (ค่า Bounding Function) กับค่าของคำตอบที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขซึ่งมีค่าที่ดีที่สุด ในขณะที่ (ค่า Incumbent Solution) วิธีดังกล่าวนี้ที่จะช่วยลดขนาดแผนภูมิการตัดสินใจแบบต้นไม้ได้เป็นอย่างมาก สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งของวิธี Branch and Bound นั่นคือวิธีการตัดค่าของตัวแปรหลัก (Node) หรือที่เรียกว่าการตัดแต่งกิ่งก้านต้นไม้ (Pruning) วิธี Branch and Bound จะทำการตัดค่าของตัวแปรหลัก (Node) ออกไปอย่างถาวร เมื่อทราบว่าค่าตัวแปรรอง (Child Node) ที่กำลังจะแตกออกมา จากค่าของตัวแปรหลัก (Node) นั้นจะให้คำตอบที่ขัดแย้งกับเงื่อนไข (Infeasible Solution) หรือไม่มีความเป็นไปได้ที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) การตัดแต่งกิ่งก้านต้นไม้ (Pruning) นี้เป็นเทคนิคที่มีความสำคัญต่อวิธี Branch and Bound เป็นอย่างมากด้วยเช่นกัน เพราะว่าการตัดแต่งกิ่งก้าน ต้นไม้ (Pruning) ที่นี้จะช่วยลดขนาดของแผนการตัดสินใจแบบต้นไม้

(Decision Tree) ได้เป็นอย่างมาก ตัวอย่างการใช้ Branch and Bound ซึ่งเป็นวิธีแบบ NP - hard (Nondeterministic Polynomial - Time Hard) เช่น

- 1) Knapsack Problem
- 2) Integer Programming
- 3) Nonlinear Programming (See This for Non - Convex Programming)
- 4) Traveling Salesman Problem (TSP)
- 5) Quadratic Assignment Problem (QAP)
- 6) Maximum Satisfiability Problem (MAX - SAT)

วิธีการ Branch and Bound ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งสามารถถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากแต่เนื่องจากวิธี Branch and Bound นั้นเป็นวิธีที่หาคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้น จึงมีเวลามากในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้น จึงอาจจะไม่เหมาะสมกับการหาคำตอบที่ดีที่สุดต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขเวลาที่กำหนดขณะนั้นด้วย (กวี ศรีเมือง, 2550, น. 23 - 24)

2.1.8 วิธีที่ให้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าตั้งค่าที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution)

ฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นหนึ่งในเทคนิคที่ใช้แก้ปัญหาเส้นทางในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้าช่วยในการแก้ไขปัญหาย่างง่ายเพื่อให้คำตอบที่รวดเร็วที่สุด โดยคำตอบที่ได้ต้องเป็นคำตอบที่ดีเพียงพอ และยอมรับได้ รูปแบบการแก้ปัญหาและการค้นหา คำตอบเป็นวิธีการคิดอย่างมีเหตุผลตามประสบการณ์และความสมเหตุสมผลที่มีการพัฒนามากว่า 20 ปี วิธีการแก้ปัญหาก็จะพัฒนาขึ้นตามระดับความยากง่ายของปัญหาโดยจะนำความคิดสามัญสำนึกในการแก้ปัญหามนุษย์ผนวกเข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา เทคนิคขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristic Algorithm)

มีวิธีการมากมายโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1) กลุ่มสร้างทัวร์ (Tour Construction Procedures)

เป็นวิธีการสร้างทัวร์ที่เป็นไปได้จากคลังเก็บสินค้า (Depot) ไปสู่จุดลูกค้าโดยการคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดขึ้น และพยายามลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางในกลุ่มนี้ได้แก่

1.1) วิธี Saving : Clark and Wright saving เป็นวิธีการรวมจุดส่งสินค้าจุดอื่นๆ เข้าไว้ในเส้นทางหลัก แทนการจัดส่งสินค้าเป็น 2 เส้นทาง การรวมจุดส่งทำให้เกิดการประหยัดในการเดินทาง ค่าการประหยัด (Saving) จากการนำจุดส่งสินค้าจุดที่ 2 มารวมกับเส้นทางหลักของจุดส่งที่ 1

ทั้งนี้ค่าการประหยัดอาจพิจารณาจากค่าขนส่ง ระยะทางหรือค่าอื่นๆ ตามแต่ความเหมาะสม อีกทั้งควรพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทางในกรณีที่มีการส่งสินค้าด้วยวิธีการรวมจุดส่งว่าสามารถจัดส่งสินค้าได้ตามสภาพความเป็นจริงหรือไม่ (Clark & Wright, 1964, pp. 568 - 581)

1.2) วิธี Nearest Neighbor Procedure เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้กับจุดส่งจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยที่มีปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้าและเริ่มทำการสร้างทัวร์ใหม่ เมื่อปริมาณสินค้าของจุดส่งเกินความจุของรถ ทั้งนี้ความใกล้เคียงพิจารณาระยะทางหรือ ระยะเวลาในการเดินทางได้ตามความเหมาะสม วิธีการสร้างทัวร์เริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทาง โดยเป็นจุดที่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุดเพิ่มจุดเข้าเส้นทางและทำวนซ้ำจนจุดทุกจุดอยู่ในเส้นทางจากนั้นลากเส้นจากจุดสุดท้ายไปยังจุดเริ่มต้น

1.3) วิธี Nearest Insertion Procedure เป็นวิธีการสร้างทัวร์ที่มีขั้นตอนการสร้างดังนี้ ค้นหาจุดลูกค้า k ที่มีค่า C_{ik} น้อยที่สุดหรืออยู่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นสร้างทางย่อย (Sub tour) ที่ประกอบด้วยจุดลูกค้าถ้า K เพียงจุดเดียวคือ ik_i จากนั้นค้นหาจุดลูกค้า p ถัดไปโดยที่ไม่ได้อยู่ในเส้นทางย่อย โดยค้นหาเส้นเชื่อม (ij) ในเส้นทางย่อยที่มีค่า $C_{ip} + C_{pj} = C_{ij}$ น้อยที่สุดแล้วแทรก p อยู่ระหว่าง 1 และ 3 ทำซ้ำจนกว่าจุดทุกจุดจะอยู่ในเส้นทาง

1.4) วิธี Two - Phase algorithm (Split+TSP) แบ่งเป็น 2 วิธีการ

1.4.1) Cluster - First Route - Second Method วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทางโดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อน จากนั้นทำการค้นหาเส้นทางเดินรถขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุด ให้เป็น Seed Point จะเลือกจุดใดเป็น Seed Point นั้น เลือกจากหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

เป็นจุดที่อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากที่สุด (Farthest from Depot)
เป็นจุดที่มีสิทธิพิเศษสูงที่สุด (Highest Priority)

เมื่อได้ Seed Point แล้วทำการเพิ่มจุดลูกค้าอื่นๆ เข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้ครบตามความจุของรถขนส่ง ลูกค้าที่ถูกเพิ่มเข้ากลุ่มจะถูกพิจารณาจาก

(1) ความใกล้เคียง (Nearest Neighbor or Nearest Insertion)

(2) ความประหยัด (Saving)

(3) ค่ามุมที่ตั้งของลูกค้า (Minimum Angle)

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแล้วขั้นต่อไปคือการทำการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่มลูกค้าย่อยที่แบ่งไว้ในขั้นแรกโดยใช้วิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดี ที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดใน Cluster นั้นๆ นอกจากใช้หลักการแก้ปัญหาข้างต้นแล้ว ยังมีขั้นตอน วิธี (Algorithm) ใช้ช่วยแก้ปัญหาเส้นทางแบบ Cluster First - Route Second อีก เช่น Fisher and jaikumar Algorithm, The Sweep Algorithm, Petal Algorithm, Tail lard's Algorithm

1.4.2) Route - First Cluster - Second Method วิธีการนี้จะหาเส้นทางเดินรถก่อนแล้วจึงแบ่งเขต โดยขั้นแรกจะเป็นการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุดสำหรับรถคันเดียวที่สามารถผ่านได้ทุกจุดในโครงข่ายเส้นทางเดินรถเดี่ยวๆ นี้เรียกว่า Giant Tour แต่เนื่องจากรถเพียงคันเดียว ไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดใน Giant Tour ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ดังนั้นในขั้นต่อไปจึงต้องแบ่ง Giant Tour ออกเป็นเส้นทางรถขนส่งย่อยๆ ซึ่งแต่ละใช้รถหนึ่งคัน

2) กลุ่มปรับปรุงทัวร์ (Tour Improvement Procedures)

เป็นการค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดจากทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ โดยใช้วิธี Brunch Exchange Copyrightman Malonersity Heuristics ได้แก่ 2 - opt, 3 - opt หรือ k - opt ซึ่งมีวิธีดำเนินการค้นหาทัวร์ดังนี้

2.1) สร้างทัวร์เริ่มต้น ทัวร์นี้จะถูกเลือกอย่างอิสระจากเซตของทัวร์ที่เป็นไปได้

2.2) ปรับปรุงทัวร์ โดยการเลือกใช้ 2 - opt, 3 - opt หรือ k - opt

2.3) ทำซ้ำ 2 ซ้ำจนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3) กลุ่มปรับปรุงทัวร์แบบผสม (Composite Procedure)

วิธีที่จะเริ่มต้นด้วยการใช้วิธีการสร้างทัวร์มาสร้างทัวร์เริ่มต้น จากนั้นทำการหาทัวร์ที่ดีที่สุด โดยใช้การปรับปรุงทัวร์ 1 วิธีหรือมากกว่า 1 วิธี โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1) สร้างทัวร์เริ่มต้นขึ้นมา โดยใช้วิธีการสร้างทัวร์

3.2) ใช้วิธี 2 - opt ปรับปรุงทัวร์ที่ได้จากข้อที่ 1

3.3) ใช้วิธี 3 - opt ปรับปรุงทัวร์ที่ได้จากข้อที่ 2

2.2 แนวคิดและทฤษฎี Saving Algorithm

นำเสนอโดย Clarke and Wright (1964) นักวิจัยในประเทศอังกฤษ ในปีค.ศ. 1964 ซึ่งได้พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายรายและยานพาหนะมีความจุ

หลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังพัสดุแห่งเดียวงานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ในการขนส่งและปริมาตรสินค้าที่ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคันโดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

- 1) เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งปุมให้เป็นปุมที่หนึ่ง
- 2) คำนวณค่าของระยะเวลา, ระยะทางหรือค่าใช้จ่าย ในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost), S_{ij}

$$= C_{iD} + C_{Dj} - C_{ij}$$
 เมื่อ i, j คือลูกค้า และ D คือคลังสินค้า
- 3) เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย
- 4) สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมปุม i และ j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด
- 5) ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบโดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะ จะต้องมิสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

2.3 แนวคิดและทฤษฎี Traveling Salesman Problem

การเริ่มต้นเดินทางจากจุดเริ่มต้นผ่านทุก ๆ จุดที่กำหนดแล้วกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดเริ่มต้นด้วยการนำเอาตัวแบบปัญหาวิธีสั้นที่สุดหาระยะทางระหว่างแต่ละแห่ง จากนั้นเอาตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเข้ามาหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเป็นจุดเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ Solver ใน Microsoft Excel ผ่านวิธีการเชิงวิวัฒนาการเป็นวิธีการหนึ่งของวิธีเมตาฮีริสติกส์ (Metaheuristics) ซึ่งจะหาคำตอบที่เหมาะสมใช้งานได้กับปัญหขนาดเล็กลงใช้งานง่ายและประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว

2.3.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP)

เป็นการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการตัดสินใจ เช่น ระยะทางที่สั้นหรือเหมาะสมที่สุด โดยมีเมืองหรือจำนวนจุดที่ต้องเดินทางเป็น N เมือง หรือ N จุด เริ่มต้นจากเมืองใดเมืองหนึ่งตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น กำหนดให้เริ่มต้นจากแหล่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า หรือเริ่มต้นจากสำนักงานกลาง จากนั้นพนักงานขายเดินทางต่อโดยจะผ่านเมืองทุกเมือง N แล้วจึงกลับมายังเมืองเริ่มต้น ยกตัวอย่างเช่น พนักงานขายต้องเดินทางไปพบลูกค้า 9 รายมีสำนักงานของบริษัทหลักอยู่ที่เมืองที่ 5 ลักษณะ

เส้นทางจะเป็น 5 - 8 - 2 - 3 - 9 - 7 - 1 - 6 - 4 - 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเริ่มต้นจากเมืองที่กำหนดตามเงื่อนไขของการเดินทางเริ่มต้นจากสำนักงานบริษัทแล้วเดินทางต่อไปยังเมืองที่ 8, 2, 3, 9, 7, 1, 6, 4 และวนกลับมายังเมืองเดิม คือเมืองที่ 5 ตัวแบบคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิมสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายประกอบด้วยดัชนี พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจสามารถแสดงได้ดังนี้

ดัชนี:	i, j	หมายถึง	ลูกค้านายที่ i หรือ j โดยที่ $i, j = 1 \dots k$
		พารามิเตอร์	
	k	หมายถึง	ต้นทุนในการเดินทางของลูกค้านายไปลูกค้านาย j
	c_{ij}	หมายถึง	จำนวนลูกค้า
	S	หมายถึง	จำนวนลูกค้าที่อยู่ในเส้นทาง
	v	หมายถึง	จำนวนลูกค้าทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ

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

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับกรณีที่ไม่มีการจำกัดทางด้านทรัพยากร

สมการเป้าหมาย

$$\sum_{i \neq j} c_{ij} X_{ij}$$

(2-1)

สมการข้อบ่งชี้

$$\sum_{j=1}^k X_{ij} = 1 \forall i = 1 \dots k$$

(2-2)

สมการข้อข้อ

$$\sum_{j=1}^k X_{ij} = 1 \quad j = 1 \dots k \quad (2-3)$$

$$\sum_{i,j \in S} X_{ij} \leq |S|-1 \quad s \subset v, 2 \leq |S| \leq k-2 \quad (2-4)$$

สมการที่ (2-1) แสดงต้นทุนการเดินทางจากเมือง i ไปเมือง j สมการที่ (2-2) แสดงการเดินทางออกจากเมือง i ใด ๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (เมืองใดเมืองหนึ่งเดินทางออกได้เพียงครั้งเดียว) ในขณะที่สมการที่ (2-3) มีการเดินทางเข้าเมือง i ได้เพียงครั้งเดียว เมื่อ (2-4) เป็นสมการป้องกันการเกิดการเดินทางย่อย (Subtour) การเกิดการเดินทางย่อยหมายความว่า การเดินทางเริ่มต้นจากเมืองใดเมืองหนึ่งแต่เดินทางไม่ครบทำให้เกิดทัวร์ย่อยขึ้น 1 - 2 - 3 - 4 - 1 และเช่น 5 - 6 - 7 - 8 - 5 ทุกเมืองเดินทางเข้าและออกอย่างละ 1 ครั้งตามสมการ (2-2) และ (2-3) เมื่อมีสมการ(2-4) จะสามารถป้องกัน ปัญหานี้ได้เมื่อในเส้นทางใด ๆ ที่มีเมืองน้อยกว่าจำนวน n จะทำให้เกิดเส้นทางการเดินทางเท่ากับจำนวนเมืองที่มีทำให้สมการ (2-4) ไม่เป็นจริง

ดังนั้น งานวิจัยนี้จะศึกษาปัญหาการเดินทาง และใช้วิธีพัฒนาการโดยใช้เครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ในการประมวลผลหาเส้นทางที่ให้ระยะทางที่สั้นที่สุดต้นทุนการเดินทางที่ลดลงโดยเปรียบเทียบกับเส้นทางก่อให้เกิดการเดินทางแบบเดิม และศึกษาตัวแบบทางปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาการเดินทางของพนักงานเชื่อมโยงกับโปรแกรมที่ช่วยคำนวณ คือ Microsoft Excel เครื่องมือ Solver

2.4 แนวคิดและทฤษฎี ABC Analysis

ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร (2565) ได้กล่าวไว้ว่า ABC Analysis เป็นแนวคิดการบริหารจัดการสินค้าคงคลังด้วยการจัดกลุ่มสินค้าตามมูลค่าการใช้ในรอบระยะเวลาหนึ่ง เช่น ในรอบหนึ่งปี โดยมีพื้นฐานมาจาก Pareto นักเศรษฐศาสตร์และวิศวกรชาวอิตาลี ที่ให้ความสำคัญกับสินค้าแตกต่างกันไปตามความสำคัญที่สินค้านั้นมีต่อธุรกิจ แบ่งเป็นสามกลุ่ม คือมาก ปานกลาง และน้อย

กฎของ Pareto เป็นหลักการบริหารที่เน้นความสำคัญของปัจจัยส่วนน้อยที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ที่เป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำมาปรับใช้กับสินค้าคงคลัง จึงเป็นเรื่องของการระบายการสินค้าที่มีมูลค่าการใช้มากในรอบปีด้วยการเรียงลำดับมูลค่าสินค้าจากมากไปหาน้อยแล้วจัดกลุ่มออกสินค้านั้นออกเป็นสามกลุ่ม ได้แก่

- 1) กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่ามากที่สุด ให้เป็นสินค้า A
- 2) กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าเพียงเล็กน้อย ให้เป็นสินค้า C
- 3) กลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าระหว่าง A และ C ให้เป็นสินค้า B

เนื่องจาก ABC Analysis เป็นการจัดกลุ่มสินค้าตามมูลค่าหรือความสำคัญที่มีต่อธุรกิจ จึงมีผู้เรียก ABC Analysis ในชื่ออื่น ๆ ที่สื่อความหมายของการจัดกลุ่ม เช่น ABC Classification System, Selective Inventory Control (SIC) นอกจากนี้ยังมีความพยายามที่จะให้คำเต็มของ ABC ให้เป็น Always Better Control เพื่อสื่อความหมายถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากเครื่องมือนี้อีกด้วย

2.5 แนวคิดและทฤษฎี Heuristic

Katretchko (1971, p.1) ได้กล่าวถึงความสำคัญไว้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ มีกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยพยายามหาตัวเลือกและเหตุผลที่ดีมาใช้อธิบาย โจทย์แล้วจึงใช้การวิเคราะห์วิธีการเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

Polya (2000, p.1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ไว้ดังนี้ การคิดแบบฮิวริสติกส์เป็นการศึกษาขั้นตอนและกฎเกณฑ์ เพื่อใช้ในการค้นหาและสร้างทางเลือกใหม่สำหรับการแก้ปัญหา

Leinhardt and Schwarz (1997, p.1) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของฮิวริสติกส์ไว้ว่า ฮิวริสติกส์มีส่วนสำคัญช่วยในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อน เนื่องจากฮิวริสติกส์ช่วยสนับสนุนการใช้ความคิดในการแก้ปัญหา และที่สำคัญยังช่วยชี้จุดค้อยของการแก้ปัญหา

Floyd (2003, pp.1 - 4) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการคิดแบบฮิวริสติกส์ (Heuristics) ว่าเป็นส่วนที่ช่วยการตัดสินใจ (Making Decision) ในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาย่างอิสระ ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดกลยุทธ์ (Strategy) เทคนิค

(Technique) กระบวนการ (Procedure) และกฎเกณฑ์ต่างๆ (Rules) ในการเรียน นอกจากนี้การคิดแบบฮิวริสติกส์ยังส่งผลให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมความคิดของตนเองเพื่อให้เข้าใจและเกิดองค์ความรู้ใหม่

จัวร์ตัน นาคสมบัติ (2550, น.19) สรุปว่า ฮิวริสติกส์ มีความสำคัญในการช่วย แก้ปัญหา ซ้ำซ้อน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีกรอบแนวคิดที่กว้างขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดแบบฮิวริสติกส์ มีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนค้นพบด้วยตัวเอง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาในหลายทางเลือกก่อนจะตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาทางใดทางหนึ่งได้อย่างอิสระ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนขยายกรอบความคิดของตนเองให้กว้างขึ้น

ขั้นตอนการคิดแบบฮิวริสติกส์

David and Zbigniew (2000, pp.404 - 408 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2555) ได้ กล่าวถึง กระบวนการของการคิดแบบฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 10 ขั้นตอน

- 1) ขั้นพิจารณาปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่เป็นหลัก
- 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้
- 3) ขั้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา
- 4) ขั้นพิจารณาปัญหาโดยการเรียนรู้อย่างรอบคอบกับวิธีการแก้ปัญหาที่เคยได้เรียนรู้มาแล้วในอดีต
- 5) ขั้นหาหนทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยไม่ยึดติดกับขั้นตอนเดิมๆ ที่เคยทำมาแล้ว
- 6) ขั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยไม่สนใจว่าคำตอบนั้นจะดีที่สุดเสมอไป
- 7) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่สนใจสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา สามารถจัดการกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิมๆ
- 8) ขั้นการกำหนดค่าคงที่แทนสิ่งไม่ทราบค่า ในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้น และไม่สามารถตีความจากปัญหาในจุดนั้นๆ ได้
- 9) ขั้นเก็บรวบรวมผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการอ้างอิง

10) ทำขั้นตอนที่ 1 - 9 ซ้ำ และสรุปออกมาเป็นรูปแบบที่ชัดเจน

Stillman (2007, p.29) ได้เสนอขั้นตอนของฮิวริสติกส์ในการแก้ปัญหาไว้ 11 ขั้นตอน

- 1) ขั้นพิจารณาหาความสัมพันธ์และความคล้ายกันกับปัญหาเดิมที่ได้รับการพิสูจน์มาแล้วโดยพยายามเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับโดยอาศัยจากความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเงื่อนไขแต่ละตัวไม่ทราบค่าหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมติฐานและการสรุป
- 3) ขั้นพิจารณาข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาว่า มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยได้เรียนมาแล้วในอดีต
- 4) ขั้นกำหนดให้คำจำกัดความของข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์
- 5) ขั้นเขียนสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อถึงเป้าหมายในระนาบหนึ่งของการแก้ปัญหา
- 6) ขั้นใช้กระ วิเคราะห์ ตั้งสมมติฐาน เพื่อตรวจสอบหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา
- 7) ขั้นแบ่งปัญหาเป็นกรณีศึกษาย่อย โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจศึกษานั้นๆ
- 8) ขั้นพิจารณากรณีย่อยในแต่ละกรณีเพื่อตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้โดยใช้วิธีขัดแย้ง (Contradiction)
- 9) ขั้นเปลี่ยนรูปของปัญหาไปและดำเนินการขั้นที่ 1 - 3 ซ้ำอีกครั้ง
- 10) ขั้นพิจารณาจากข้อสรุปหรือสมการสุดท้ายแล้วตั้งสมมติฐานขึ้นมาว่าจะเกิดจากสิ่งใดและทำซ้ำตามกระบวนการนี้ไปเรื่อยๆจนกระทั่งถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่รูปแบบที่ง่ายกว่าเดิม ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการแก้ปัญหาโดยวิธีอื่น
- 11) ขั้นพยายามจัดรูปของปัญหาให้อยู่ในรูปที่ง่ายขึ้น โดยให้สอดคล้องกับสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วในอดีต

Krulik and Rudnick (1993, pp. 39 - 53) ได้เสนอขั้นตอนของแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอ่านปัญหา เชื่อมโยงความรู้ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายกัน ปัญหานั้นจะต้องมีการวิเคราะห์อย่างละเอียดจะต้องประกอบด้วยสถานการณ์และคำถาม

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นขั้นตอนที่จะต้องวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ในปัญหา ซึ่งได้กระทำแล้วในขั้นตอนที่แล้ว ในขั้นตอนนี้ นักเรียนอ่าน ปัญหาแนวคิดที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว แล้ววางแผนการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามคำตอบที่เป็นไปได้ เกิดจากการนึกคิดเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 เลือกยุทธวิธี (Select a Strategies) เป็นขั้นตอนที่เป็นผลสืบเนื่องมาจาก ขั้นตอนที่แล้ว นักเรียนจะต้องเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งแต่ละยุทธวิธีก็จะมีเหมาะสมแตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 4 หาคำตอบ (Find and Answer) เมื่อนักเรียนเข้าใจปัญหาและเลือกใช้ยุทธวิธี แล้วนักเรียนควรประมาณค่าคำตอบอย่างคร่าวๆ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 5 สะท้อนและต่อยอด (Reflect and Extend) ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ใช่คำตอบ เพราะคำตอบ คือ กระบวนการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ เพราะฉะนั้นเมื่อได้กระบวนการหาคำตอบแล้ว ก็จะมีกระบวนการหาคำตอบอื่นๆ ตามมา ขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับความตั้งใจเมื่อคำถามนั้นได้ผลลัพธ์แล้ว และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง และสะท้อนว่าขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

2.5.1 การประยุกต์ใช้

การประเมินราคาสินค้า และการกำหนดจำนวนสิ่งของที่ซื้อ มีผลมาจากปรากฏการณ์ตั้งหลัก ในงานทดลองหนึ่ง มีการให้ผู้ร่วมทดลองเขียนเลขสองหลักสุดท้ายของเลขประจำทางสังคมของตน (ซึ่งโดยรวม ๆ แล้วเหมือนกับเป็นเลขสุ่มที่ให้แต่ละบุคคล) หลังจากนั้นก็จะถามว่า ผู้ร่วมทดลองยินดีที่จะจ่ายเงินจำนวนเท่ากับตัวเลขนี้ (เป็นดอลลาร์สหรัฐ) สำหรับสินค้าที่ตนไม่รู้ค่า เช่น ไวน์ ช็อกโกแลต และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือไม่ ต่อจากนั้นก็จะให้ผู้ร่วมทดลองประมาณสินค้านี้ ค่าประมาณของคนที่มียเลขสองหลักสูงสุดที่สุด มีค่ามากเป็นหลายเท่ากว่าผู้ที่มียเลขต่ำที่สุด ถ้ามีกองชุปกระป๋องในซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีป้ายว่า "จำกัด 12 กระป๋องต่อลูกค้า" ป้ายนี้จะมีอิทธิพลให้ลูกค้าซื้อชุปกระป๋องนั้นเพิ่มขึ้น ในอีกงานทดลองหนึ่ง มีการให้นายหน้าขายที่ดินประเมินมูลค่าของบ้านต่าง ๆ โดยให้ไปดูบ้านและให้ดูเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับบ้านที่มีอยู่มากมาย หลังจากนั้น จะมีการแสดงราคาที่ต้องการขายต่าง ๆ กันให้ดู แต่ราคานั้นจะมีผลต่อการประเมินราคาของบ้าน

2.6 ข้อมูลอุตสาหกรรมน้ำผึ้งและฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต

อุตสาหกรรมน้ำผึ้งเป็นกลุ่มองค์กรและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการค่าน้ำผึ้งเพื่อบริโภค ภายในอุตสาหกรรมน้ำผึ้งมีกระบวนการผลิตและดำเนินงานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะของธุรกิจ ดังนั้นสามารถแบ่งอุตสาหกรรมน้ำผึ้งเป็นหลายกลุ่ม ดังนี้

การผลิตน้ำผึ้ง : ธุรกิจนี้เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงและดูแลรังผึ้งเพื่อให้ได้น้ำผึ้ง ธุรกิจการผลิตน้ำผึ้งอาจเป็นขนาดเล็กและเป็นบริษัทที่ดูแลรังผึ้งในพื้นที่เล็กๆ หรืออาจเป็นกิจการใหญ่ที่มีรังผึ้งจำนวนมากและมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตน้ำผึ้งเชิงมหาภาค

การค่าน้ำผึ้ง : ธุรกิจการค่าน้ำผึ้งเกี่ยวข้องกับการซื้อขายและจัดจำหน่ายน้ำผึ้ง ธุรกิจนี้อาจเป็นการนำน้ำผึ้งจากผู้ผลิตและจำหน่ายต่อลูกค้าหรือส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ การค่าน้ำผึ้งอาจเป็นรูปแบบขายส่งหรือขายปลีกตามที่กำหนดโดยกฎหมายและตลาด

การแปรรูปน้ำผึ้ง : บางธุรกิจอาจมีการนำน้ำผึ้งไปแปรรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น น้ำผึ้งผสมผลไม้ น้ำผึ้งผสมสมุนไพร หรือผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้น้ำผึ้งเป็นส่วนประกอบ

การท่องเที่ยวน้ำผึ้ง : บางธุรกิจอาจใช้รังผึ้งและน้ำผึ้งเพื่อสร้างประสบการณ์ท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่งอาจรวมถึงการเยี่ยมชมรังผึ้ง การเรียนรู้กระบวนการผลิตน้ำผึ้งและการสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผึ้ง

อุตสาหกรรมน้ำผึ้งมีความสำคัญเพื่อการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร น้ำผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารและสรรพคุณมาก นอกจากนี้ยังเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรและร้านค้าในภูมิภาคชุมชนสามารถพัฒนาและสร้างรายได้ให้กับตนเองได้ อุตสาหกรรมน้ำผึ้งมีการเก็บรักษาธรรมชาติและรังผึ้งที่จำเป็นเพื่อรักษาสุขภาพอุดมสมบูรณ์ของรังผึ้งและการผลิตน้ำผึ้งให้ยั่งยืน

อุตสาหกรรมน้ำผึ้งเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่ได้มาจากส่วนของน้ำผึ้งที่ถูกเก็บรวบรวมจากรังผึ้งในธรรมชาติ การผลิตน้ำผึ้งมักจะเริ่มจากการเลี้ยงและดูแลรังผึ้งที่ถูกจับจากธรรมชาติ รังผึ้งจะถูกวางไว้ในสถานที่ที่เหมาะสม เช่น สวนผลไม้ ป่า หรือพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตของต้นไม้และดอกไม้ที่มีการบูรณาการจากรังผึ้ง เมื่อรังผึ้งเติบโตและผลิตน้ำผึ้งมากพอก็สามารถเริ่มกระบวนการเก็บเกี่ยวน้ำผึ้งได้

กระบวนการเก็บเกี่ยวน้ำผึ้งมักจะใช้การสูบน้ำผึ้งจากรังผึ้งโดยตรง โดยการใช้เครื่องดูดน้ำผึ้งหรืออุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการสูบ เครื่องดูดน้ำผึ้งจะทำหน้าที่ดึงน้ำผึ้งจากรังผึ้งโดยไม่

ทำลายรังหรือทำให้ผึ้งเสียหาย น้ำผึ้งที่เก็บรวบรวมได้จากการสูบจะถูกเก็บในถังหรือภาชนะที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถดูแลรังผึ้งและสังเกตสภาพน้ำผึ้งได้ต่อไป

หลังจากที่เก็บน้ำผึ้งได้แล้ว ก็จะมีกระบวนการต่อไปในการทำความสะอาดและแยกส่วนต่างๆ เช่น การกรองน้ำผึ้งเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและอุปกรณ์เสริมต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำผึ้งที่บริสุทธิ์และสะอาดในรูปแบบที่พร้อมที่จะถูกนำไปใช้งานหรือจัดจำหน่ายต่อไป

น้ำผึ้งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญทางอาหาร มีส่วนประกอบหลายชนิด เช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารอื่นๆ ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพ น้ำผึ้งใช้ในการผลิตอาหาร ขนม นมผึ้ง และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม นอกจากนี้ น้ำผึ้งยังมีการใช้ทางการแพทย์และเครื่องสำอาง อีกทั้งยังนำมาใช้ในการดูแลผิวพรรณเพื่อให้ผิวดูอ่อนเยาว์และสดชื่นขึ้นได้ด้วย

ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต ก่อตั้งโดยนาย โฆสิต เริ่มถึงจุดอิ่มตัวจากงานผู้จัดการ สหกรณ์เกษตรอำเภอ ไชยชัย จังหวัด นครราชสีมา จึงเข้าอบรมการเลี้ยงผึ้งและเริ่มศึกษาต่อ ต่อมาได้ก่อตั้งฟาร์ม น้ำผึ้ง โฆสิตเมื่อปี พ.ศ. 2528 ที่ 147/2 หมู่ 1 ตำบล บ่อทอง อำเภอ บ่อทอง จังหวัด ชลบุรี และได้ย้ายมาเลี้ยงที่จังหวัด นครราชสีมา โดยจะเลี้ยงผึ้งในกล่องไม้จำนวน 200 กล่องนำไปวางใต้ต้นลำไย ใช้เวลาประมาณ 2 - 3 เดือน เปิดฝาเพื่อดูว่ารวงผึ้งมี 4 รวงขึ้นไปและมีขนาดใหญ่มาก ใช้มีดตัดรวงผึ้งออก 1 - 3 รวง ให้เหลือรวงไว้ 3 - 4 รวง นำรวงผึ้งที่ตัดออกมาตัดเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำผึ้ง นำมาวางบนตะแกรงให้น้ำผึ้งไหลลงถึงเก็บ แล้วนำไปบรรจุขวด ส่งตามร้านขายของฝากภาคอีสาน 10 จังหวัด ประกอบไปด้วย นครราชสีมา มีลูกค้าจำนวน 6 ราย บุรีรัมย์ มีลูกค้าจำนวน 4 ราย สุรินทร์ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย ศรีสะเกษ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย อุบลราชธานี มีลูกค้าจำนวน 3 ราย อำนาจเจริญ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย ยโสธร มีลูกค้าจำนวน 1 ราย ร้อยเอ็ด มีลูกค้าจำนวน 1 ราย ขอนแก่น มีลูกค้าจำนวน 1 ราย และชัยภูมิ มีลูกค้าจำนวน 3 ราย รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 25 ราย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิวพร สุทธิ และธานี มีเจริญ (2562) ชูกรกิจหลายๆอย่างจะประสบปัญหาต้นทุนการขนส่งสินค้าซึ่งเป็นต้นทุนที่มีความสำคัญในการขายวัตถุดิบ การจัดหา การจัดจำหน่ายและการผลิตวัตถุดิบ รวมไปถึงการส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมและบริการของผลิตภัณฑ์ ในงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์จะศึกษาหาแนวทางกำหนดปริมาณขนส่งและลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงให้

บริษัทที่จัดจำหน่ายอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ในจังหวัดสุรินทร์ ซึ่งต้องการกระจายสินค้าให้แก่ลูกค้าภายในประเทศ ผู้วิจัยใช้การประยุกต์วิธีฮิวริสติกส์ 2 วิธี ในการจัดเส้นทางขนส่งรอบ 1 เดือน คือการเดินทางจากเมืองใกล้สุดและอัลกอริทึมแบบประหยัจะมีการปรับปรุงคำตอบโดยใช้ Traveling Salesman Problem ใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้ฟังก์ชัน Solver เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละเส้นทาง จากผลเปรียบเทียบจะพบว่าต้นทุนการขนส่งรวมที่ได้จากวิธีอัลกอริทึมจะได้ต้นทุนขนส่งที่ 21,099.07 บาท แต่ถ้าใช้วิธีการขนส่งจากเมืองที่ใกล้สุดจะได้ต้นทุนขนส่งที่ 20,647.38 บาท ดังนั้น ควรใช้เส้นทางเดินทางรถจากเมืองที่ใกล้จะประหยัดต้นทุนการขนส่งที่สุด

ปิยะนาถ วงษ์จำปา (2564) ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงเส้นทางการออกสำรวจหน้างาน (Survey) ซึ่งใช้ Saving Algorithm และ Traveling Salesman Problem ในการจัดตารางเดินรถออกสำรวจ โดยใช้ Google Map ในการหาพิกัดเส้นทาง และใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อหาเส้นทางที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยจัดเรียงข้อมูลอยู่รูปตาราง Matrix ผลการศึกษาจะพบว่า เส้นทางเดินรถออกสำรวจเส้นทางเดิม มีระยะทางรวม 1,409.2 กิโลเมตร เมื่อใช้วิธี Saving Algorithm ปรับปรุงเส้นทาง จะได้ระยะทางรวม 1,266.1 กิโลเมตร ซึ่งลดลง 143.1 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 10.2 ซึ่งค่าต้นทุนเชื้อเพลิงลดลง 3,132.46 บาทต่อเที่ยว และเมื่อปรับปรุงด้วยวิธี Traveling Salesman Problem จะได้ระยะทางรวม 1,111 กิโลเมตร ลดลง 298 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.5 เป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิง 6,525 บาทต่อเที่ยว สรุปได้ว่า วิธี Traveling Salesman Problem สามารถลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ดีกว่าวิธี Saving Algorithm

นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, รติรัตน์ กิตติปัญญาพัฒน์, และพงษ์เพ็ญ จันทนะ (2564) กลุ่มวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยพนักงานขาย โดยออกแบบเครื่องมือช่วยในการวางแผนหาเส้นทางท่องเที่ยวที่สั้นที่สุดและค่านิยมสูงสุด ซึ่งจะใช้วิธีฮิวริสติกกับเมตาฮิวริสติกมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาเส้นทางท่องเที่ยวที่เหมาะสมของจังหวัดนครนายก และนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาเว็บไซต์ท่องเที่ยวภายในจังหวัด แบ่งได้เป็น 4 ส่วนคือ ที่เที่ยวตามประเภท ที่เที่ยวตามต้องการ ที่เที่ยวตามอำเภอ และแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งสามารถเลือกได้ 4 ทางเลือกจากทั้งหมด 42 ทางเลือก โดยการเขียนภาษาจาวาสคริปต์ให้ประมวลผลออกมาบน Google Maps ผลประเมินด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.33 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์มาก

สมศักดิ์ แก้วพลอย, สุจิตรา แก้วพลอย, และวัชระชัย จูมผา (2564) ปัญหาผู้ขายยางพาราแบกรับต้นทุนที่สูงในการขนส่งทั้งการจัดเส้นทางขนส่งและการเลือกสถานที่จัดรับซื้อ กลุ่มวิจัยนี้

ใช้วิธีเมตริกและแบบจำลองคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งของเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่าเปิดจุดรับซื้อ 10 จุด จำแนกเป็นความจุเล็ก 3 จุด ความจุกลาง 5 จุด ความจุไม่จำกัด 2 จุด สามารถลดต้นทุนได้ 203,171 บาท/วัน จากเดิม 354,335.22 บาท/วัน เป็นร้อยละ 42.7 ดังนั้น ในการเลือกสถานที่ตั้งและการขนส่งวิธีเมตริกแบบประหยัดและแบบจำลองคณิตศาสตร์จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจวิธีหนึ่ง

ชยากร พุทธกำเนิด, เสกสรร วินยางค์กุล, ประเวศ อนันต์เอื้อ, และนคร ไชยวงศ์ศักดิ์ (2564) กลุ่มวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ใช้วิธีเคมินเพื่อจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะของจังหวัดเชียงราย โดยจัดเส้นทางของแต่ละกลุ่ม ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ พิกัดของจุดเก็บขยะ ปริมาณขยะแต่ละจุด และตารางระยะทาง โดยจะแบ่งเป็น 2 ช่วงของถนนพหลโยธิน จากการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 กรณีจะได้ระยะทางที่สั้นกว่าปัจจุบัน 54.08 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละได้ 13.66%

ธัญญารัตน์ เทพารักษ์ และปณิทร เรืองเชิงชุม (2565) กลุ่มวิจัยนี้ศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า โดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดเพื่อลดการสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการขนส่งสินค้า เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล 17 คนและการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และเก็บจากแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 200 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย คุณค่ากิจกรรม โมเดลสมการโครงสร้าง แผนภูมิการไหล ร่วมกับการจัดเส้นทางขนส่งด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัด พบว่า การขนส่งสินค้าไปให้ลูกค้าเป็นการสิ้นเปลือง ซึ่งการจัดเส้นทางเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองที่เกิดจากความล่าช้าจึงใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า พบว่าสามารถลดระยะทางได้ 0.13 กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน

ชลิดา มีแสง (2564) ใช้วิธี Saving Algorithm ในการจัดเส้นทางรถเก็บขยะมูลฝอยติดเชื้อของบริษัทให้มีประสิทธิภาพด้านเวลา โดยเงื่อนไขคือ พนักงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันและจำกัดความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบเส้นทางก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าขั้นตอนการจัดเก็บเดิมใช้เวลา 8.24 ชั่วโมง หลังปรับปรุงแล้วใช้เวลา 8.08 ชั่วโมง ลดลง 1.94% ในส่วนของวิธี Saving Algorithm ก่อนปรับปรุงใช้เวลา 271 ชั่วโมง หลังปรับปรุงแล้วใช้เวลา 226.15 ชั่วโมง ลดระยะเวลารวมได้ 16.55%

รัตนพร บุญครอบ และชุลีกร ชูโชติถาวร (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางรถขนส่งตู้แช่เย็นให้กับบริษัท Bevpro Asia เพื่อที่สามารถเป็นแนวทางลดต้นทุนการขนส่ง และได้

ระยะทางรวมสั้นที่สุด กลุ่มผู้วิจัยได้วางแผนเพื่อหาเส้นทางขนส่งที่สั้นที่สุดโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวางแผน แบ่งเป็นการขนส่งโดยพนักงาน 3 โชน ได้ผลวิจัยดังนี้ โชนที่ 1 มีระยะทางก่อนปรับปรุงที่ 202 กิโลเมตร หลังจัดเส้นทางใหม่ได้ 149 กิโลเมตร โชนที่ 2 มีระยะทางก่อนปรับปรุงที่ 242 กิโลเมตร หลังจัดเส้นทางใหม่ได้ 218 กิโลเมตร โชนที่ 3 มีระยะทางก่อนปรับปรุงที่ 224 กิโลเมตร หลังจัดเส้นทางใหม่ได้ 202 กิโลเมตรรวมระยะทางก่อนปรับปรุงเท่ากับ 668 กิโลเมตร หลังจัดเส้นทางใหม่เท่ากับ 569 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.82 ทำให้จัดส่งตู้แช่เย็นได้รวดเร็วขึ้น

Demiral (2021) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Camel Traveling Behavior Algorithm ด้วยวิธีแก้ปัญหาค่าเดินทางของพนักงานขาย Traveling salesman problem ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์อย่างละเอียดแสดงจำนวนที่ดีที่สุด, แยกที่สุด, โซลูชันเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและเวลา CPU เฉลี่ยที่เกี่ยวข้องกับฮิวริสติกส์ความเครียดของตัวชี้วัดที่ได้รับการดัดแปลง Modified Camel Algorithm แสดงให้เห็นถึงอัตราประสิทธิภาพมากกว่า 50% ในการค้นหาวิธีแก้ปัญหาค่าเดินทางที่ดีที่สุด MCA แก้ปัญหาที่ไม่ต่อเนื่องในเวลาที่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่น ๆ สำหรับชุดข้อมูลทั้งหมด

Ban and Nguyen (2021) ได้ศึกษาการใช้ฮิวริสติกสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายที่ขึ้นอยู่กับเวลา ผลการศึกษาพบว่า การกระจายความหลากหลายของอัลกอริทึมทางพันธุกรรมและความแข็งแกร่งของการค้นหาในพื้นที่ ซึ่งอัลกอริทึมฮิวริสติกสามารถรักษาสมดุลระหว่างการกระจายความเสี่ยงและการทำให้เข้มข้นขึ้น ผลของการจำลองการทดลองจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมฮิวริสติก ที่เป็นที่ยอมรับและประสบความสำเร็จ แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมมีวิธีแก้ปัญหาค่าเดินทางมีประสิทธิภาพมากกว่า

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายของฟาร์มน้ำผึ้งโนสิต งานวิจัยนี้จะศึกษาโดยพิจารณาการจัดแผนการเดินทางของพนักงานขายแบบรายเดือน จำนวนพนักงานขาย 1 คน และพิจารณาลูกค้าที่ให้บริการในภาคอีสาน 10 จังหวัด ประกอบไปด้วย นครราชสีมา มีลูกค้าจำนวน 6 ราย บุรีรัมย์ มีลูกค้าจำนวน 4 ราย สุรินทร์ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย ศรีสะเกษ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย อุบลราชธานี มีลูกค้าจำนวน 3 ราย อำนาจเจริญ มีลูกค้าจำนวน 2 ราย ยโสธร มีลูกค้าจำนวน 1 ราย ร้อยเอ็ด มีลูกค้าจำนวน 1 ราย ขอนแก่น มีลูกค้าจำนวน 1 ราย และชัยภูมิ มีลูกค้าจำนวน 3 ราย รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 25 ราย ไม่รวมฟาร์มน้ำผึ้งเป็นจุดเริ่มต้น โดยจะแบ่งลูกค้าออกเป็น 3 กลุ่มตามลำดับความสำคัญ ได้แก่

กลุ่ม A จะมีความสำคัญมากต้องส่งอย่างน้อย 5 ครั้งต่อเดือน ประกอบไปด้วย ร้านสมุนไพร, บั้มบางจากนครราชสีมา, ร้านพิสไมใจ, ร้านกาแฟวัดป่า, ร้านเอ็งกอ, ร้านธรรมชาติ

กลุ่ม B มีความสำคัญปานกลางต้องส่งอย่างน้อย 3 ครั้งต่อเดือน ได้แก่ ร้านเบเกอรี่คิดถึง, เกศขายยา, ร้านขายของฝากบุรีรัมย์, ร้านขามหมู, ร้านขายของฝากสุรินทร์, บั้มบางจากสุรินทร์, ร้านใบไม้, ร้านวานิชย์

กลุ่ม C มีความสำคัญน้อยต้องส่งอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือน ได้แก่ ห้างยงค์สงวน, ร้านนวลปรางค์, ร้านนมหน้ำมอ, ร้านอีเหวินอำนาจเจริญ, ร้านมนตรี, ร้านอีเหวินยโสธร, ร้านทวิชา, บ้านตอประดู่, ร้านไทยเจริญ, สมุนไพรป่าอ้วน, ร้านลิ้มมุ่ยหลี่

เนื่องจากร้านค้าสามารถรับสินค้าได้ถึง 17.00 น. ทำให้ต้องแบ่งกลุ่มย่อยโดยใช้ทฤษฎี Heuristic โดยภูมิศาสตร์จะได้ กลุ่ม Br1 ได้แก่ ร้านเบเกอรี่คิดถึง, ร้านเกศขายยา, ร้านขายของฝากบุรีรัมย์, ร้านขามหมู กลุ่ม Br2 ได้แก่ ร้านขายของฝากสุรินทร์, ร้านใบไม้, ร้านวานิชย์ กลุ่ม Cr1 ได้แก่ ห้างยงค์สงวน, ร้านนวลปรางค์, ร้านนมหน้ำมอ, ร้านอีเหวินอำนาจเจริญ กลุ่ม Cr2 ได้แก่ ร้านมนตรี, ร้านอีเหวินยโสธร, ร้านทวิชา, บ้านตอประดู่ กลุ่ม Cr3 ได้แก่ ร้านไทยเจริญ, สมุนไพรป่าอ้วน, ร้านลิ้มมุ่ยหลี่ เพื่อให้สามารถขนส่งสินค้าได้ทันเวลา

ตารางที่ 3.1 รายชื่อลูกค้าที่ไปพบในแต่ละจุดและสถานที่ตั้ง

ลำดับ	รายชื่อลูกค้า	รหัสลูกค้า	สถานที่ตั้ง
0	ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (จุดเริ่มต้น)	01	เมือง, นครราชสีมา
1	ร้านสมุนไพร	A1	เมือง, นครราชสีมา
2	ปั้มน้ำมัน	A2	หนองไผ่ล้อม, นครราชสีมา
3	ร้านพืชสมุนไพร	A3	โนนสูง, นครราชสีมา
4	ร้านกาแฟวัดป่า	A4	เมือง, นครราชสีมา
5	ร้านเอ็งกอ	A5	เมือง, นครราชสีมา
6	ร้านธรรมชาติ	A6	ปากช่อง, นครราชสีมา
7	เบเกอรี่คิโดถึง	B1	เมือง, บุรีรัมย์
8	ร้านเกศไชยา	B2	ลำปลายมาศ, บุรีรัมย์
9	ร้านขายของฝาก	B3	นางรอง, บุรีรัมย์
10	ร้านชาสมุนไพร	B4	นางรอง, บุรีรัมย์
11	ร้านขายของฝาก	B5	เมือง, สุรินทร์
12	ปั้มน้ำมัน	B6	เมือง, สุรินทร์
13	ร้านใบไม้	B7	เมือง, ศรีสะเกษ
14	ร้านวานิชย์	B8	เมือง, ศรีสะเกษ
15	ห้างสรรพสินค้า	C1	เมือง, อุบล
16	ร้านนวลประสิทธิ์	C2	เมือง, อุบล
17	ร้านนมหน้ามอ	C3	เมือง, อุบล
18	ร้านอีเหวิน	C4	เมือง, อำนาจเจริญ
19	ร้านมนตรี	C5	เมือง, อำนาจเจริญ
20	ร้านอีเหวิน	C6	เมือง, ยโสธร
21	ร้านทิวา	C7	เมือง, ร้อยเอ็ด
22	บ้านตอปะคู	C8	เมือง, ขอนแก่น
23	ร้านไทยเจริญ	C9	เมือง, ชัยภูมิ
24	สมุนไพรป่าอ้วน	C10	เมือง, ชัยภูมิ
25	ร้านลิ้มมุขหัตถ์	C11	เมือง, ชัยภูมิ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการหาแผนการเดินทางในแต่ละเดือนด้วย Google Map ตามเงื่อนไขที่กำหนด คือไปส่งของให้ลูกค้าให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดโดยใช้รถบรรทุกเพื่อลดต้นทุนในการเดินทางด้านเชื้อเพลิงที่รวดเร็วที่สุดโดยศึกษาหารูปแบบการเดินทางของพนักงานให้ใกล้เคียงกับปัญหาวิจัย จากนั้นศึกษาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แล้วแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือ Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel จะทำให้แผนการเดินทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด

รถยนต์ที่ใช้ขนส่งสินค้า Mitsubishi Triton 2019 มาพร้อมเทคโนโลยีการขับเคลื่อนสี่ล้อทั้งระบบ Super - Select 4WD II และระบบ Easy - Select 4WD และก็ได้เพิ่มโหมดใหม่สำหรับการขับเคลื่อนเส้นทางออฟโรด ที่ปรับเปลี่ยนการตั้งค่าให้เหมาะสมกับรูปแบบการขับขี่ ได้แก่ GRAVEL MUD/SNOW SAND และ ROCK โดยมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทำได้เฉลี่ย 11.73 กิโลเมตรต่อลิตร (Chobrod, 2020)



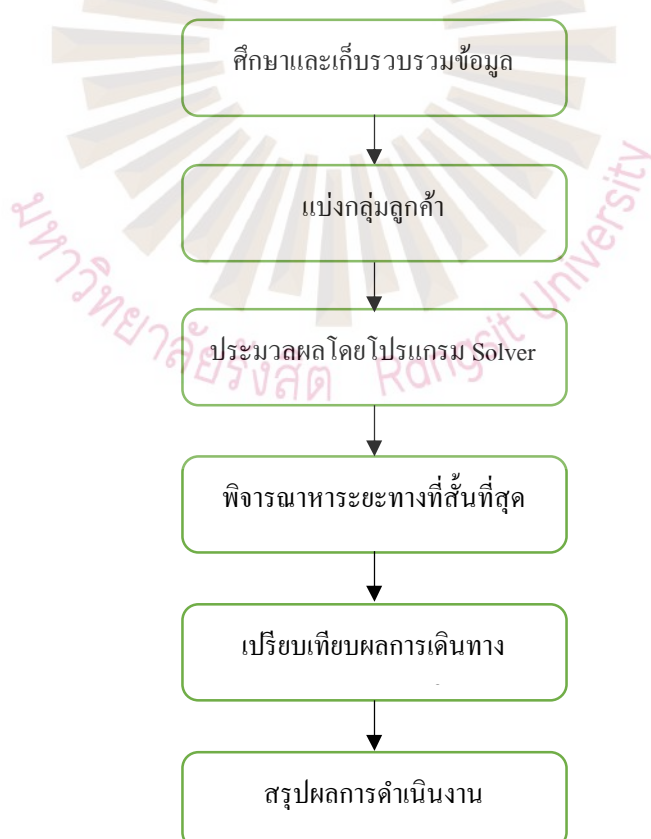
รูปที่ 3.1 รถบรรทุกใช้ขนส่งน้ำผึ้ง
ที่มา: ผู้วิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ABC Analysis เป็นแนวคิดการบริหารจัดการสินค้าคงคลังด้วยการจัดกลุ่มสินค้าตามมูลค่าการใช้ในรอบระยะเวลาหนึ่ง เช่น ในรอบหนึ่งปี โดยมีพื้นฐานมาจาก Pareto นักเศรษฐศาสตร์และวิศวกรชาวอิตาลี ที่ให้ความสำคัญกับสินค้าแตกต่างกันไปตามความสำคัญที่สินค้านั้นมีต่อธุรกิจ แบ่งเป็นสามกลุ่ม คือมาก ปานกลาง และน้อย เราสามารถจัดกลุ่มและแยกประเภทสินค้าตามเงื่อนไขที่ต้องการได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางขนส่งที่สั้นที่สุดและลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมตลอด 6 เดือนจะแบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็น 3 กลุ่มคือ A, B, C และแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 5 กลุ่มคือ Br1, Br2, Cr1, Cr2, Cr3 ตามทฤษฎี Heuristic โดยภูมิศาสตร์

แผนผัง Flowchart



รูปที่ 3.2 แผนผัง Flowchart การหาเส้นทางที่รวดเร็วผ่านโปรแกรม Solver

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1: การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูลในปี 2565 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายน เพื่อกำหนดรูปแบบปัญหาและนำข้อมูลไปวิเคราะห์การดำเนินงานโดยเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

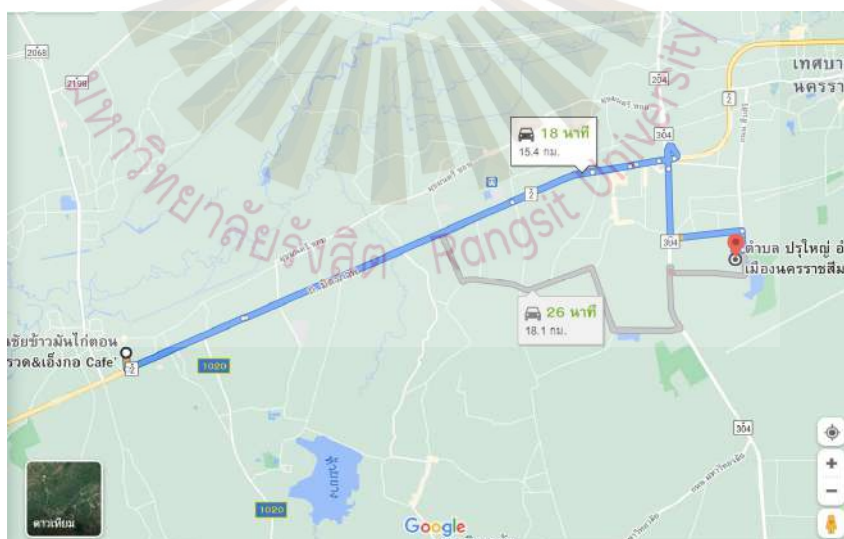
- 1) ระยะทางในการไปส่งของให้ลูกค้า
- 2) ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในเส้นทางที่รวดเร็วที่สุด

ขั้นตอนที่ 2: แบ่งกลุ่มลูกค้า

แบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็น 3 กลุ่ม A, B, C และแบ่งกลุ่มย่อยออกมาอีก B1, B2, C1, C2, C3 เพื่อให้ขนส่งสินค้าได้ทันภายใน 1 วัน

ขั้นตอนที่ 3: การพิจารณาหาระยะทางที่สั้นที่สุด

ใช้ Google Map จะได้เส้นทางมากกว่า 1 เส้นทาง ให้เลือกเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด นอกจากนี้ต้องพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทางนั้น ๆ ด้วยว่าสามารถเดินทางได้จริง



รูปที่ 3.3 การเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดจาก Google Map

ที่มา: Google Map, n.d.

ขั้นตอนที่ 4: การประมวลผลโดยใช้เครื่องมือ Solver ใน Microsoft Excel

นำข้อมูลในขั้นตอนที่ 3 มาหาระยะทางที่สั้นที่สุด 6 เดือนประมวลผลโดยใช้ Microsoft Excel เครื่องมือ Solver

ขั้นตอนที่ 5: การเปรียบเทียบผลการเดินทางแบบเดิมกับการจัดเส้นทางใหม่

- 1) เปรียบเทียบระยะทางเป็นกิโลเมตรว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง แล้วคำนวณออกมาเป็นค่าเชื้อเพลิง และวิเคราะห์ผล
- 2) เปรียบเทียบแผนการเดินทางแบบปัจจุบันและแบบใหม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผล
- 3) เปรียบเทียบระยะเวลาว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ขั้นตอนที่ 6: การสรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงาน ใช้หลักการหรือเครื่องมืออะไรเข้ามาแก้ไขปัญหา และผลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัย ช่องว่างของงานวิจัย การนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากที่ได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อสร้างแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายของฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 25 จุด โดยไม่พิจารณาเวลาในการให้บริการในแต่ละลูกค้า หาระยะทางจากการเดินทางจากจุด 2 จุด ที่ทำให้ระยะทางสั้นที่สุด โดยใช้ Google Map หากปรากฏเส้นทางการเดินทางมากกว่า 1 เส้นทาง ทำการเลือกเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด นอกจากนี้ยังพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทางนั้นด้วยว่าสามารถเดินทางไปได้จริง ไม่มีอุปสรรคขัดขวางถนนหรือไม่เป็นที่ดินส่วนบุคคล เป็นต้น โดยสามารถแสดงระยะทางในการไปส่งของให้ลูกค้าในแต่ละจุด ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม A

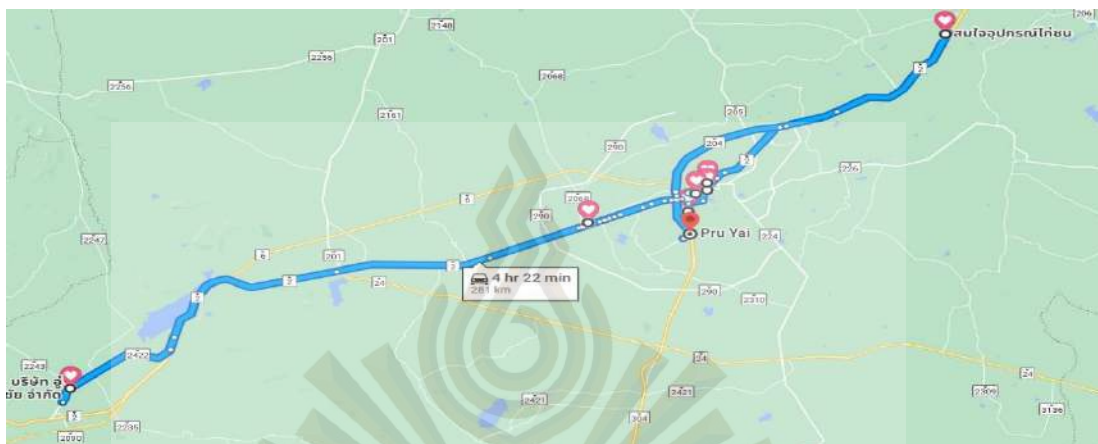
กลุ่ม A	0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
0	0	6.9	4.9	48.6	3.9*	16.7	84.8**
A1	6.9	0	2.7	38.9	3.9	18.5	88.4
A2	4.9	2.7	0	40.2	1.6	16.3	86.2
A3	48.6	38.9	40.2	0	40.8	58.7	126
A4	3.9	3.9	1.6	40.8	0	14.7	84.6
A5	16.7	18.5	16.3	58.7	14.7	0	75.5
A6	84.8	88.4	86.2	126	84.6	75.5	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ ร้านธรรมชาติ ซึ่งห่างออกไป 84.8 (A6) กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านกาแฟวัดป่า ห่างออกไป 3.9 (A4) กิโลเมตร เป็นต้น

การจัดการขนส่งโดยเส้นทางเดิม สามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

กลุ่ม A เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - ร้านสมุนไพรร - บั้มบางจาก นครราชสีมา - ร้านพี่สมใจ - ร้านกาแฟวัดป่า - ร้านเอ็งกอ - ร้านธรรมชาติ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - 0) เป็นระยะทาง 281 กิโลเมตร



รูปที่ 4.1 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม A

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การลงสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการลงสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

A เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
A1	8.1	0:18	6:38	0.690537	22.0557545	
A2	2.8	0:09	7:07	0.238704	7.62421142	
A3	40.2	0:38	8:05	3.42711	109.461893	
A4	47.1	0:39	9:04	4.015345	128.250128	
A5	17.2	0:18	9:42	1.466326	46.8344416	
A6	75.5	0:57	10:59	6.436488	205.581415	
0	86	1:11	12:30	7.331628	234.172208	
					753.980051	

รูปที่ 4.2 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม A

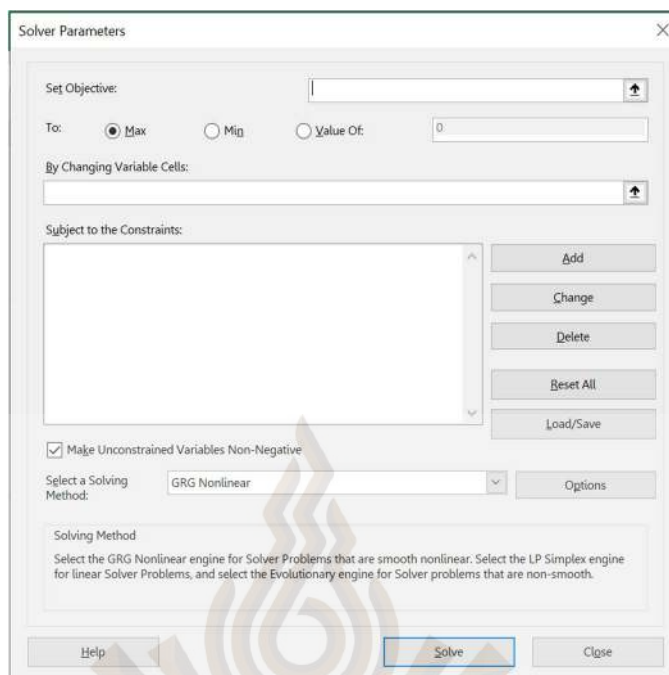
4.1 ผลการทดสอบกลุ่ม A

กลุ่มA	0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
0	0						
A1	6.9	0					
A2	4.9	2.7	0				
A3	48.6	38.9	40.2	0			
A4	3.9	3.9	1.6	40.8	0		
A5	16.7	18.5	16.3	58.7	14.7	0	
A6	84.8	88.4	86.2	126	84.6	75.5	0

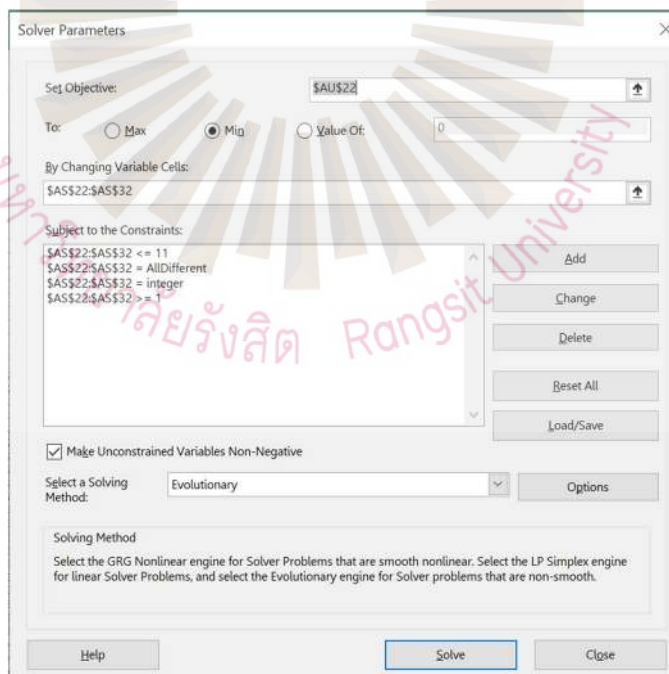
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม A

จาก	ไป	ระยะทาง	ระยะทางรวม
0	2	$=INDEX(\$AD\$2:\$AJ\$8,AM2+1,AN2+1)$	
2	1	2.7	
1	3	38.9	
3	4	40.8	
4	5	14.7	
5	6	75.5	
6	0	84.8	

รูปที่ 4.4 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม A



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver

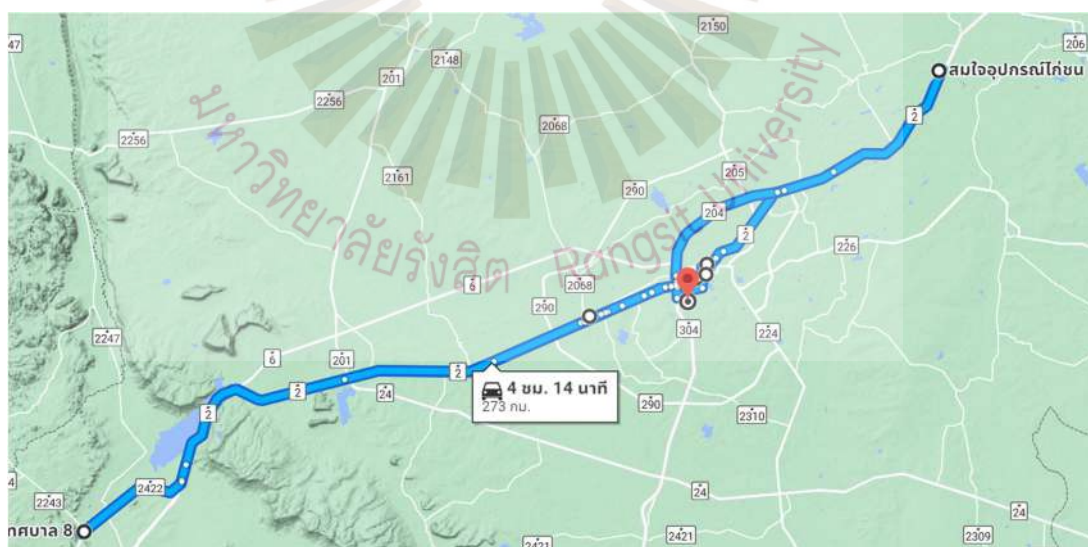


รูปที่ 4.6 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกคณัฒแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

จาก	ไป	ระยะทาง	ระยะทางรวม
0	2	4.9	262.3
2	1	2.7	
1	3	38.9	
3	4	40.8	
4	5	14.7	
5	6	75.5	
6	0	84.8	

รูปที่ 4.7 ระยะทางที่ได้ใหม่ของกลุ่ม A สามารถลดระยะทางได้ 18.7 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า A (0 - A2 - A1 - A3 - A4 - A5 - A6 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นตู้ปั๊มน้ำมันจาก - ร้านสมุนไพร - ร้านพีสมใจ - ร้านกาแฟวัดป่า - ร้านเอ็งกอ - ร้านธรรมชาติ และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 262.3 กิโลเมตร



รูปที่ 4.8 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม A
ที่มา: Google Map, n.d.

A ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0:00	31.94	0:20
A2	4.9	0:11	6:31	0.417732	13.34237	
A1	2.9	0:08	6:59	0.247229	7.89650469	
A3	38.9	0:35	7:54	3.316283	105.92208	
A4	47.1	0:40	8:54	4.015345	128.250128	
A5	16.3	0:23	9:37	1.389599	44.3838022	
A6	75.5	1:05	11:02	6.436488	205.581415	
0	86	1:12	12:34	7.331628	234.172208	
					739.548508	

รูปที่ 4.9 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้าของกลุ่ม A
สามารถประหยัดเวลาได้ 4 นาที

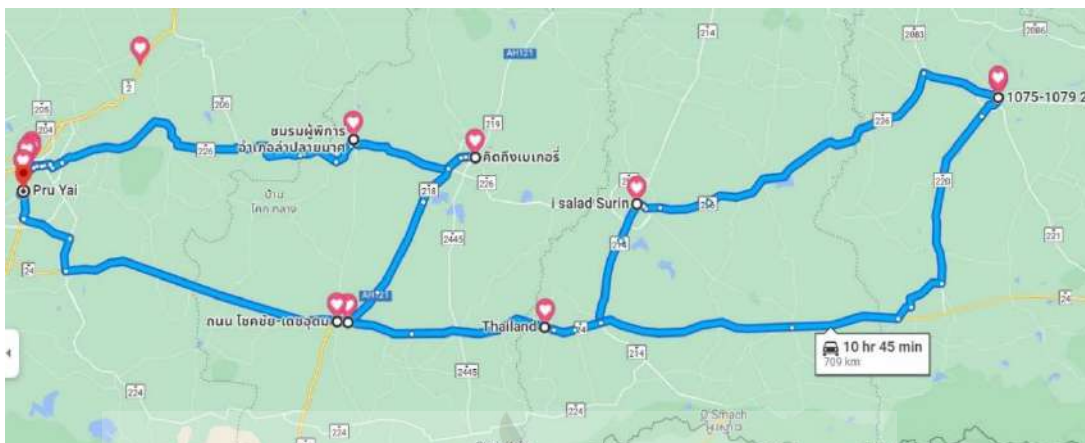
ตารางที่ 4.2 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม B

กลุ่ม B	0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
0	0	132	101*	107	103	177	157	307**	307**
B1	132	0	36.4	35.5	58.6	49.4	66	156	156
B2	101	36.4	0	49	44.8	79.1	92.3	194	194
B3	107	35.5	49	0	3.1	98.5	51.3	202	208
B4	103	58.6	44.8	3.1	0	98.4	53.5	210	203
B5	177	49.4	79.1	98.5	98.4	0	47	107	106
B6	157	66	92.3	51.3	53.5	47	0	150	150
B7	307	156	194	202	210	107	150	0	0.8
B8	307	156	194	208	203	106	150	0.8	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมลิตคือ ร้านใบไม้ (B7) กับร้านวานิชย์ (B8) ซึ่งห่างออกไป 307 กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านเกศัชขายยา ห่างออกไป 101 (B2) กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม B เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต - เบเกอร์คิดถึง - ร้านเกศัชขายยา - ร้านขายของฝาก - ร้านขามู - บัมบางจาก สุรินทร์ - ร้านใบไม้ - ร้านวานิชย์ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต (0 - B1 - B2 - B3 - B4 - B5 - B6 - B7 - B8 - 0) เป็นระยะทาง 709 กิโลเมตร



รูปที่ 4.10 แสดงเส้นทางขนส่งลูกค้ากลุ่ม B

ที่มา: Google Map, n.d.

B เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
B1	150	2:30	8:50	12.78772	408.4399	
B2	36.4	0:37	9:47	3.103154	99.114749	
B3	49	0:46	10:53	4.177323	133.4237	
B4	3.1	0:07	11:20	0.26428	8.4410912	
B5	98.4	1:18	12:58	8.388747	267.93657	
B6	51	0:44	14:02	4.347826	138.86957	
B7	157	2:09	16:31	13.38448	427.50043	
B8	0.75	0:02	16:53	0.063939	2.0421995	
0	302	4:26	21:39	25.74595	822.32566	
					2308.0939	

รูปที่ 4.11 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้าของกลุ่ม B

เนื่องจากร้านค้าส่วนใหญ่ปิดรับสินค้า 17.00 น. ทำให้มีเวลาในการขนส่งสินค้าไม่พอ จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้ทฤษฎี Heuristic แบบภูมิศาสตร์จะแบ่งกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่ม เพื่อให้ทันเวลาให้การส่งสินค้าของแต่ละร้าน

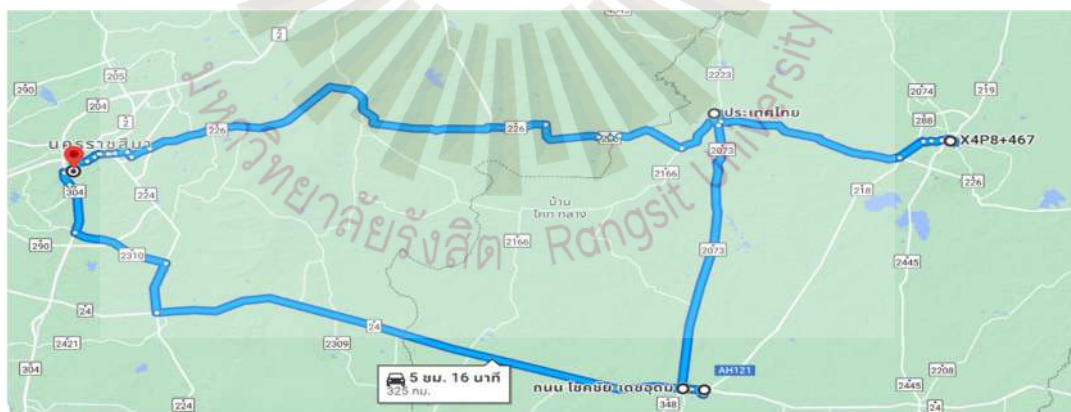
ตารางที่ 4.3 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Br1

กลุ่ม Br1	0	B1	B2	B3	B4
0	0	132**	101*	107	103
B1	132	0	36.4	35.5	58.2
B2	101	36.4	0	49	44.8
B3	107	35.5	49	0	3.1
B4	103	58.2	44.8	3.1	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ เบเกอร์คิดถึง ซึ่งห่างออกไป 132 (B1) กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านเกศขายยา ห่างออกไป 101 (B2) กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม Br1 เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - เบเกอร์คิดถึง - ร้านเกศขายยา - ร้านขายของฝาก - ร้านขามู - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - B1 - B2 - B3 - B4 - 0) เป็นระยะทาง 325 กิโลเมตร



รูปที่ 4.12 แสดงเส้นทางขนส่งลูกค้ากลุ่ม Br1

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การลงสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการลงสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

Br1 เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
B1	160	2:14	8:34	13.64024	435.66922	
B2	47.5	0:57	9:51	4.049446	129.3393	
B3	72.4	0:54	11:05	6.172208	197.14032	
B4	3.1	0:07	11:32	0.26428	8.4410912	
0	116	1:51	13:43	9.889173	315.86019	
					1086.4501	

รูปที่ 4.13 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Br1

4.2 ผลการทดสอบกลุ่ม Br1

กลุ่มBr1	0 Br1	Br2	Br3	Br4
0	0			
Br1	132	0		
Br2	101	36.4	0	
Br3	107	35.5	49	0
Br4	103	58.2	44.8	3.1

รูปที่ 4.14 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Br1

ไป	ระยะทาง	รวม
3	=INDEX(A037:AH41,AK40,AK37)	
2	36.4	
4	35.5	
1	107	

รูปที่ 4.15 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Br1

Solver Parameters [X]

Set Objective: [] [↑]

To: ☒ Max ☐ Min ☐ Value Of: [0]

By Changing Variable Cells: [] [↑]

Subject to the Constraints:

Add

Change

Delete

Reset All

Load/Save

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method: GRG Nonlinear [v] Options

Solving Method
 Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Help [Solve] Close

รูปที่ 4.16 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver

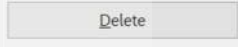
Solver Parameters

Set Objective: 

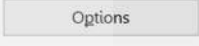
To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells: 

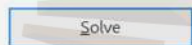
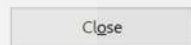
Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:  

Solving Method
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

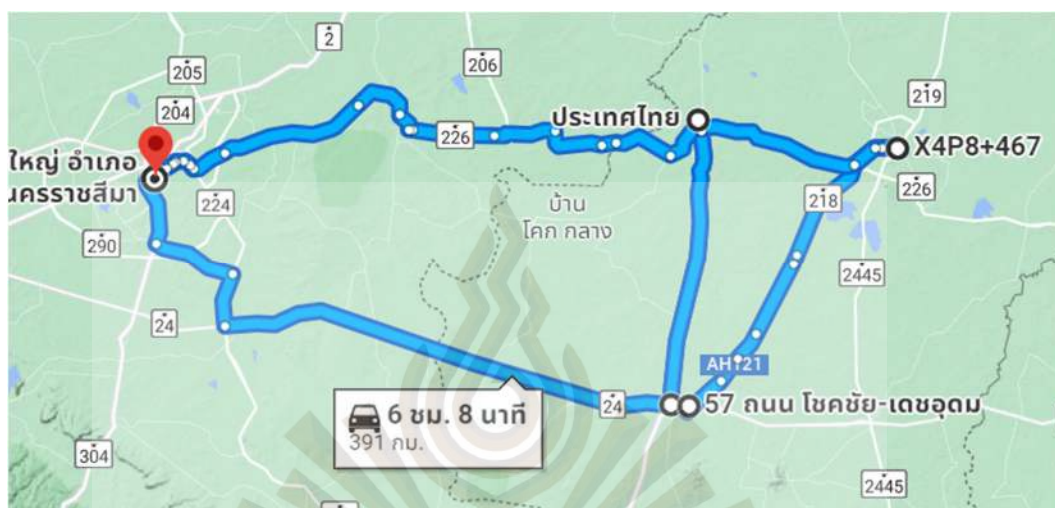
  

รูปที่ 4.17 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกคตัมแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

ไป	ระยะทาง	รวม
3	101	279.9
2	36.4	
4	35.5	
1	107	

รูปที่ 4.18 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Br1 สามารถลดระยะทางได้ 45.1 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า Br1 (0 - B3 - B2 - B4 - B1 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านขายของฝากจังหวัดบุรีรัมย์ - ร้านเกศชัยยา - ร้านขามหมู - ร้านเบเกอรี่คิดถึง และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 279.9 กิโลเมตร



รูปที่ 4.19 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Br1

ที่มา: Google Map, n.d.

Br1 ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00		31.94	0:20
B3	107	1:33	7:53	9.12191	291.35379	
B2	47.9	0:46	8:59	4.083546	130.42847	
B4	44.8	0:43	10:02	3.819267	121.98738	
B1	56.5	0:47	11:09	4.816709	153.84569	
0	134	2:11	13:40	11.4237	364.87298	
					1062.4883	

รูปที่ 4.20 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Br1

สามารถประหยัดเวลาได้ 3 นาที

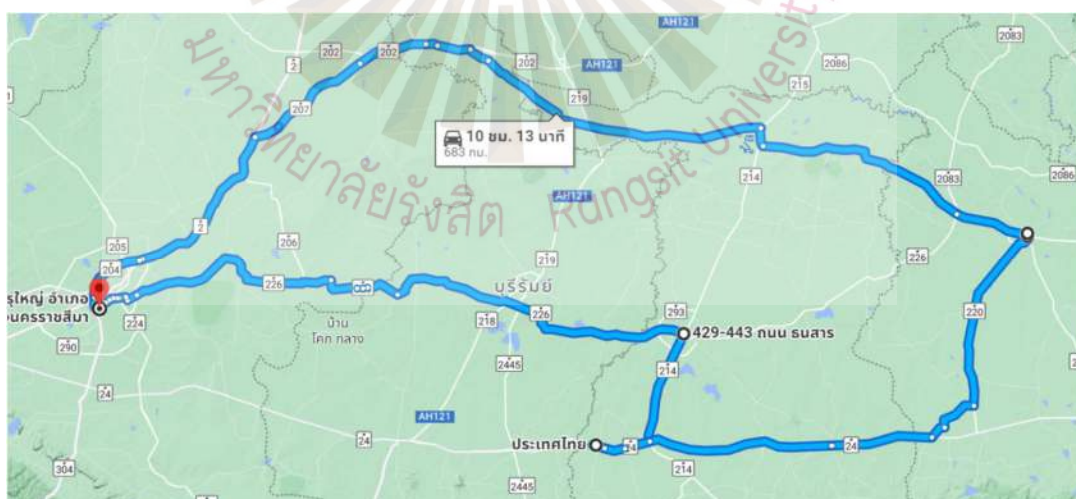
ตารางที่ 4.4 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม Br2

กลุ่ม Br2	0	B5	B6	B7	B8
0	0	177	157*	307**	307**
B5	177	0	47	107	106
B6	157	47	0	150	150
B7	307	107	150	0	0.8
B8	307	106	150	0.8	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ ร้านใบไม้ (B7) และร้านวานิชย์ (B8) ซึ่งห่างออกไป 307 กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ บั้มบางจากจังหวัดสุรินทร์ (B6) ห่างออกไป 157 กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม Br2 เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - ร้านขายของฝากจังหวัดสุรินทร์ - บั้มบางจากจังหวัดสุรินทร์ - ร้านใบไม้ - ร้านวานิชย์ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - B5 - B6 - B7 - B8 - 0) เป็นระยะทาง 683 กิโลเมตร



รูปที่ 4.21 แสดงเส้นทางขนส่งลูก้ากลุ่ม Br2

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การลงสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการลงสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

Br2 เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
B5	229	3:33	9:53	19.52259	623.55158	
B6	51	0:43	10:56	4.347826	138.86957	
B7	172	2:13	13:29	14.66326	468.34442	
B8	0.75	0:02	13:51	0.063939	2.0421995	
0	314	4:37	18:48	26.76897	855.00085	
					2087.8086	

รูปที่ 4.22 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงกลุ่ม Br2

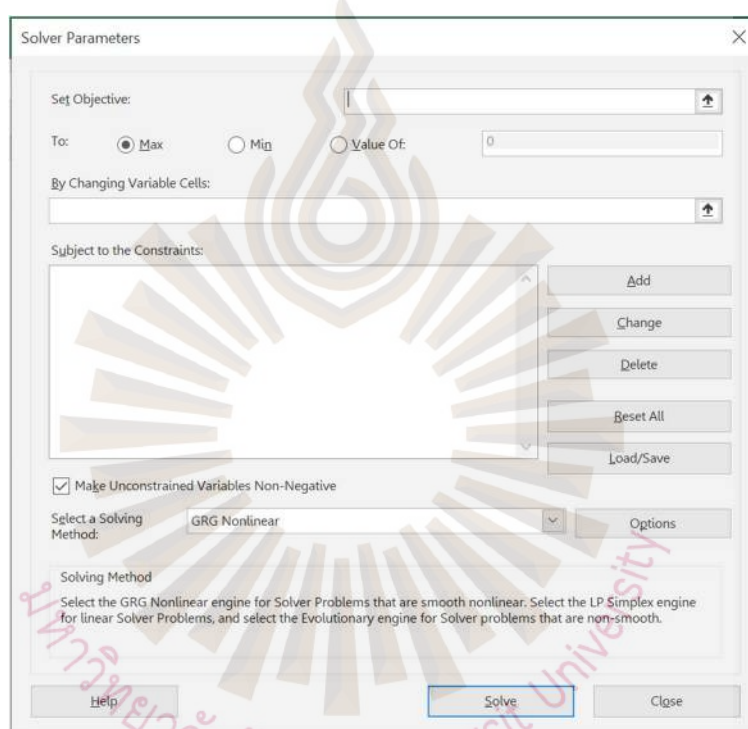
4.3 ผลการทดสอบกลุ่ม Br2

กลุ่มBr2	0	Br5	Br6	Br7	Br8
0	0				
Br5	177	0			
Br6	157	47	0		
Br7	307	107	150	0	
Br8	307	106	150	0.8	0

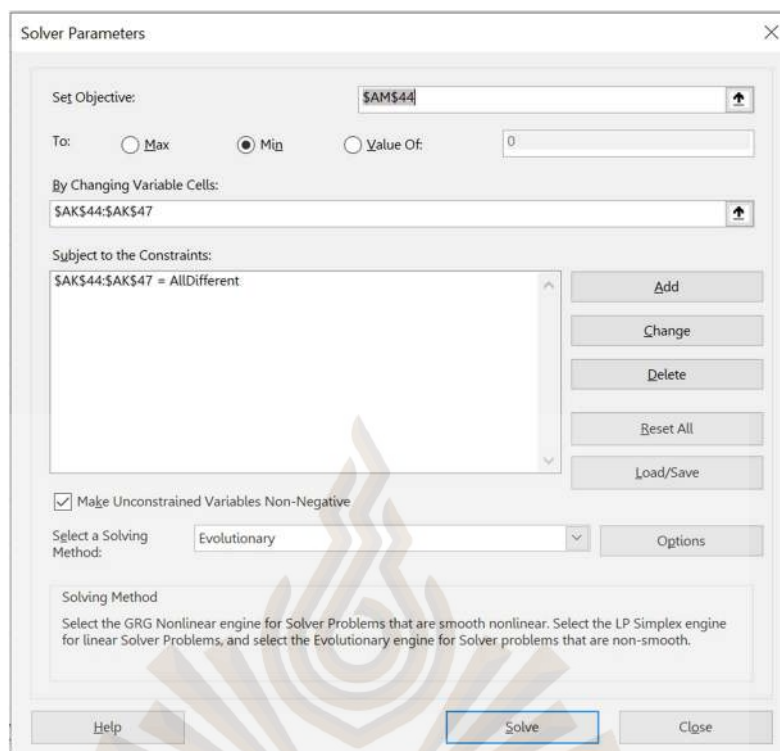
รูปที่ 4.23 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Br2

3	=INDEX(AD44:AH48,AK47,AK44)
4	150
2	107
1	177

รูปที่ 4.24 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Br2



รูปที่ 4.25 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver



รูปที่ 4.26 ขั้นตอนที่ 4 ครอบคอดั้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

3	157	591
4	150	
2	107	
1	177	

รูปที่ 4.27 ระยะทางใหม่ที่ได้ของกลุ่ม Br2 สามารถประหยัดระยะได้ 92 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า Br2 (0 - B7 - B8 - B6 - B5 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านใบไม้ - ร้านวาณิชย์ - บั้มบางจากจังหวัดสุรินทร์ - ร้านขายของฝากจังหวัดสุรินทร์ และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 591 กิโลเมตร



รูปที่ 4.28 แสดงเส้นทางขนส่งลูกค้าใหม่กลุ่ม Br2

ที่มา: Google Map, n.d.

Br2 ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00		31.94	0:20
B7	313	4:17	10:37	26.68372	852.27792	
B8	0.75	0:03	11:00	0.063939	2.0421995	
B6	163	2:21	13:41	13.89599	443.83802	
B5	44.9	0:40	14:41	3.827792	122.25968	
0	177	2:45	17:46	15.08951	481.95908	
					1902.3769	

รูปที่ 4.29 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Br2

สามารถประหยัดเวลาได้ 62 นาที

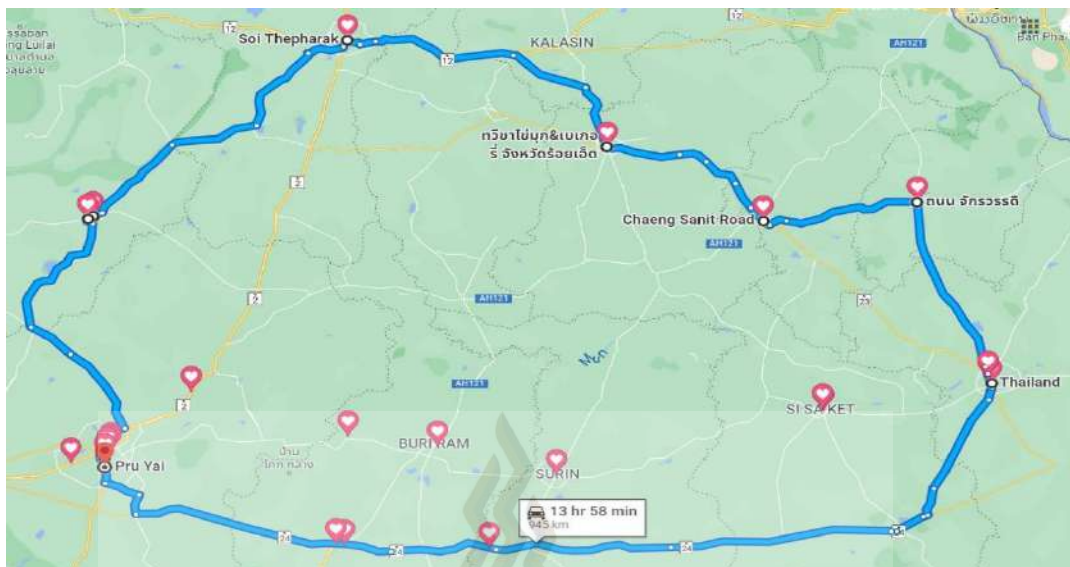
ตารางที่ 4.5 แสดงระยะทางระหว่างจุด กลุ่ม C

กลุ่ม C	0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
0	0	369	372	373**	340	340	313	308	201	129*	130	130
C1	369	0	3.3	4	79.8	80.1	107	175	292	347	353	347
C2	372	3.3	0	1.2	77.6	77.9	104	172	289	350	356	350
C3	373	4	1.2	0	76.3	76.6	103	171	288	363	372	366
C4	340	79.8	77.6	76.3	0	0.5	56.9	124	242	321	328	322
C5	340	80.1	77.9	76.6	0.5	0	56.9	124	242	321	323	322
C6	313	107	104	103	56.9	56.9	0	67.8	185	265	271	265
C7	308	175	172	171	124	124	67.8	0	116	205	208	205
C8	201	292	289	288	242	242	185	116	0	124	127	124
C9	129	347	350	363	321	321	265	205	124	0	3.1	0.5
C10	130	353	356	372	328	323	271	208	127	3.1	0	2.8
C11	130	347	350	366	322	322	265	205	124	0.5	2.8	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ ร้านนมหน้ามอ ซึ่งห่างออกไป 373 (C3) กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านไทยเจริญ ห่างออกไป 129 (C9) กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม C เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - ห้างยงค์สงวน - ร้านนวลปรังค์ - ร้านนมหน้ามอ - ร้านอิเหนา อำนาจเจริญ - ร้านมนตรี - ร้านอิเหนา ยโสธร - ร้านทิวา - ร้านตอปะตู - ร้านไทยเจริญ - สมุนไพรป่าอ้วน - ร้านลิ้มมุขหี - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - C1 - C2 - C3 - C4 - C5 - C6 - C7 - C8 - C9 - C10 - C11 - 0) เป็นระยะทาง 950 กิโลเมตร



รูปที่ 4.30 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม C
ที่มา: Google Map, n.d.

C	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0:00	6:00	0	31.94	0:20
C1	388	5:29	11:49	33.07758	1056.4979	
C2	3.3	0:07	12:16	0.28133	8.9856777	
C3	1.2	0:03	12:39	0.102302	3.2675192	
C4	84.1	1:15	14:14	7.16965	228.99864	
C5	0.35	0:01	14:35	0.029838	0.9530264	
C6	56.9	0:51	15:46	4.85081	154.93487	
C7	72.8	1:06	17:12	6.206309	198.2295	
C8	116	1:50	19:22	9.889173	315.86019	
C9	141	2:10	21:52	12.02046	383.9335	
C10	3.3	0:09	22:21	0.28133	8.9856777	
C11	3.1	0:07	22:48	0.26428	8.4410912	
0	134	2:03	1:11	11.4237	364.87298	
					2733.9605	

รูปที่ 4.31 แสดงระยะทางและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม C

เนื่องจากร้านค้าส่วนใหญ่ปิดรับสินค้า 17.00 น. ทำให้มีเวลาในการขนส่งสินค้าไม่พอ จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้ทฤษฎี Heuristic แบบภูมิศาสตร์จะแบ่งกลุ่มย่อยได้อีก 3 กลุ่ม เพื่อให้ทันเวลาให้การส่งสินค้าของแต่ละร้าน

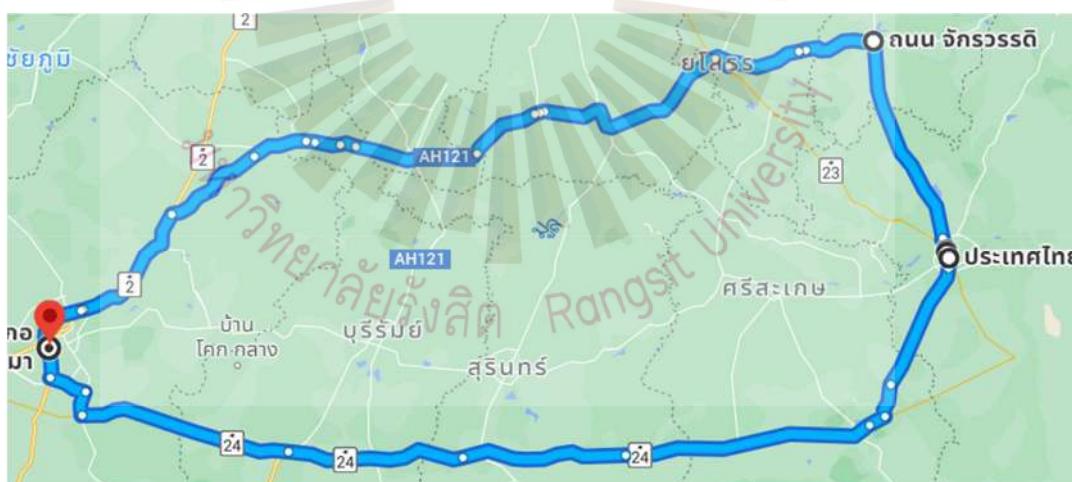
ตารางที่ 4.6 แสดงระยะทางระหว่างจุดกลุ่ม Cr1

กลุ่ม Cr1	0	C1	C2	C3
0	0	369*	372	373**
C1	369	0	3.3	4
C2	372	3.3	0	1.2
C3	373	4	1.2	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ ร้านนมหน้ามอ ซึ่งห่างออกไป 373 (C3) กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ห้างungsk์สงวน ห่างออกไป 369 (C1) กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม Cr1 เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - ห้างungsk์สงวน - ร้านนวลปรังค์ - ร้านนมหน้ามอ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - C1 - C2 - C3 - 0) เป็นระยะทาง 750 กิโลเมตร



รูปที่ 4.32 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr1

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การลงสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการลงสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

Cr1 เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื่อเพลิง	ค่าเชื่อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
C1	388	5:29	11:49	33.07758	1056.4979	
C2	3.3	0:07	12:16	0.28133	8.9856777	
C3	1.2	0:03	12:39	0.102302	3.2675192	
0	386	5:32	18:31	32.90708	1051.052	
					2119.8031	

รูปที่ 4.33 แสดงระยะเวลาและค่าเชื่อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr1

4.4 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr1

กลุ่มCr1	0 Cr1	Cr2	Cr3
0	0		
Cr1	369	0	
Cr2	372	3.3	0
Cr3	373	4	1.2

รูปที่ 4.34 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr1

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	2	=INDEX(\$C\$31:\$F\$34,B38+1,C38+1)	
2	3	1.2	
3	1	4	
1	0	369	

รูปที่ 4.35 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr1

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☒ Max ☐ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method: GRG Nonlinear

Solving Method
 Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

รูปที่ 4.36 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

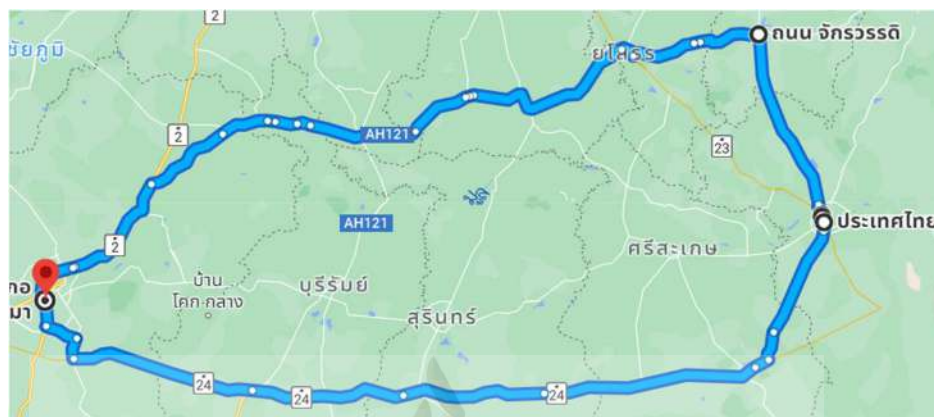
Buttons: Add, Change, Delete, Reset All, Load/Save, Help, Solve, Close

รูปที่ 4.37 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอติ้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	2	372	746.2
2	3	1.2	
3	1	4	
1	0	369	

รูปที่ 4.38 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr1 สามารถประหยัดระยะทางได้ 3.8 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า Cr1 (0 - C2 - C3 - C1 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้าน นวลปรางค์ - ร้านนมหน้ามอ - ห้างยงค์สงวน และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 746.2 กิโลเมตร



รูปที่ 4.39 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr1

ที่มา: Google Map, n.d.

Cr1 ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00		31.94	0:20
C2	372	5:00	11:20	31.71355	1012.9309	
C3	1.2	0:03	11:43	0.102302	3.2675192	
C1	3.5	0:09	12:12	0.29838	9.5302643	
0	369	5:17	17:49	31.4578	1004.7621	
					2030.4909	

รูปที่ 4.40 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr1

สามารถประหยัดเวลาได้ 42 นาที

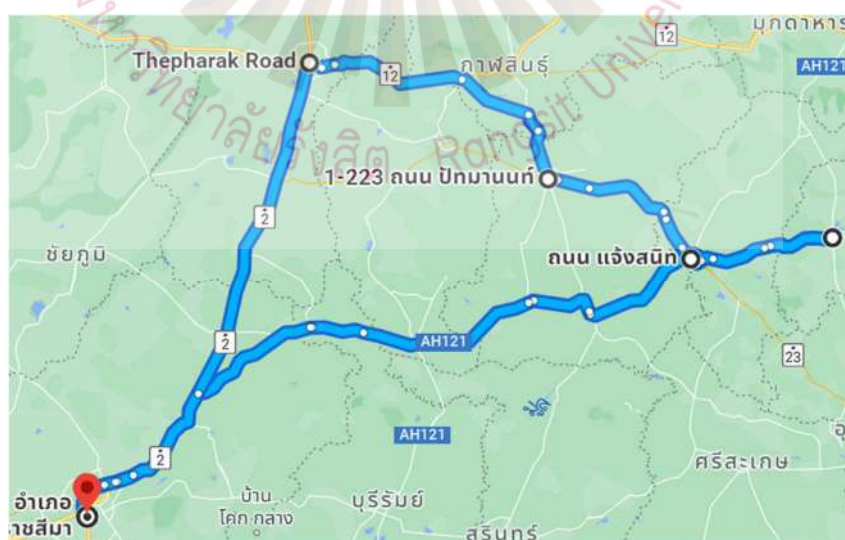
ตารางที่ 4.7 แสดงระยะทางระหว่างจุดกลุ่ม Cr2

กลุ่ม Cr2	0	C4	C5	C6	C7	C8
0	0	340**	340**	313	308*	201
C4	340	0	0.5	56.9	124	242
C5	340	0.5	0	56.9	124	242
C6	313	56.9	56.9	0	67.8	185
C7	308	124	124	67.8	0	116
C8	201	242	242	185	116	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต คือ ร้านมนตรี (C4) และร้านอู่เหวิน (C5) ซึ่งห่างออกไป 340 กิโลเมตร โดยสถานที่ที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านทวิชา (C7) ห่างออกไป 308 กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม Cr2 เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต - ร้านอู่เหวินจังหวัดอำนาจเจริญ - ร้านมนตรี - ร้านอู่เหวินจังหวัดยโสธร - ร้านทวิชา - บ้านตอประดู่ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต (0 - C4 - C5 - C6 - C7 - C8 - 0) เป็นระยะทาง 581.2 กิโลเมตร



รูปที่ 4.41 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr2

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การลงสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการลงสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

Cr2 เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
C4	389	5:33	11:53	33.16283	1059.2208	
C5	0.35	0:01	12:14	0.029838	0.9530264	
C6	56.9	0:52	13:26	4.85081	154.93487	
C7	72.8	1:07	14:53	6.206309	198.2295	
C8	116	1:52	17:05	9.889173	315.86019	
0	240	3:52	21:17	20.46036	653.50384	
					2382.7022	

รูปที่ 4.42 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr2

4.5 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr2

กลุ่มCr2	0	Cr4	Cr5	Cr6	Cr7	Cr8
0	0					
Cr4	340	0				
Cr5	340	0.5	0			
Cr6	313	56.9	56.9	0		
Cr7	308	124	124	67.8	0	
Cr8	201	242	242	185	116	0

รูปที่ 4.43 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr2

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	5	=INDEX(\$L\$31:\$Q\$36,K38+1,L38+1)	
5	4	116	
4	3	67.8	
3	2	56.9	
2	1	0.5	
1	0	340	

รูปที่ 4.44 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr2

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☒ Max ☐ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method: GRG Nonlinear

Solving Method

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

รูปที่ 4.45 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method: Evolutionary

Solving Method

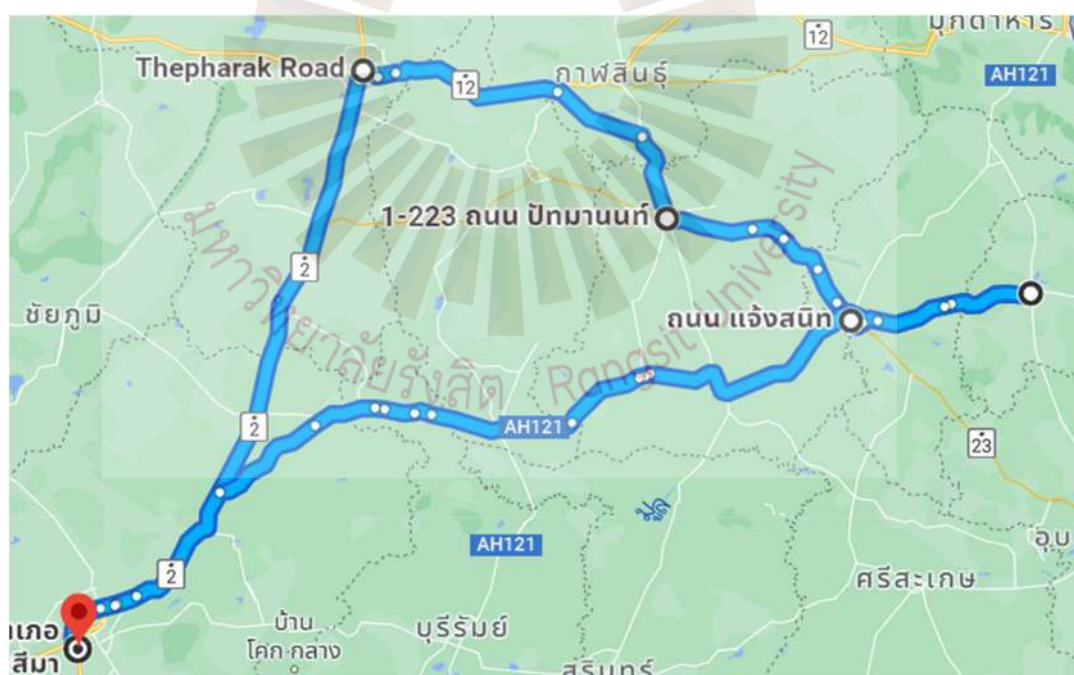
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

รูปที่ 4.46 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกคดั้มแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	5	201	442.2
5	4	116	
4	3	67.8	
3	2	56.9	
2	1	0.5	
1	0	340	

รูปที่ 4.47 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr2 สามารถประหยัดระยะทางได้ 139 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า Cr2 (0 - C8 - C7 - C6 - C5 - C4 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ บ้านตอประคู่ - ร้านทิวา - ร้านอู่เหวินจังหวัดยโสธร - ร้านมนตรี - ร้านอู่เหวินอำนาจเจริญ และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 442.2 กิโลเมตร



รูปที่ 4.48 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr2

ที่มา: Google Map, n.d.

Cr2 ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00		31.94	0:20
C8	201	2:51	9:11	17.13555	547.30946	
C7	116	1:45	11:16	9.889173	315.86019	
C6	68.4	0:57	12:33	5.831202	186.24859	
C5	56.6	0:49	13:42	4.825234	154.11799	
C4	0.3	0:01	14:03	0.025575	0.8168798	
0	339	4:56	19:19	28.90026	923.07417	
					2127.4273	

รูปที่ 4.49 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr2
สามารถประหยัดเวลาได้ 118 นาที

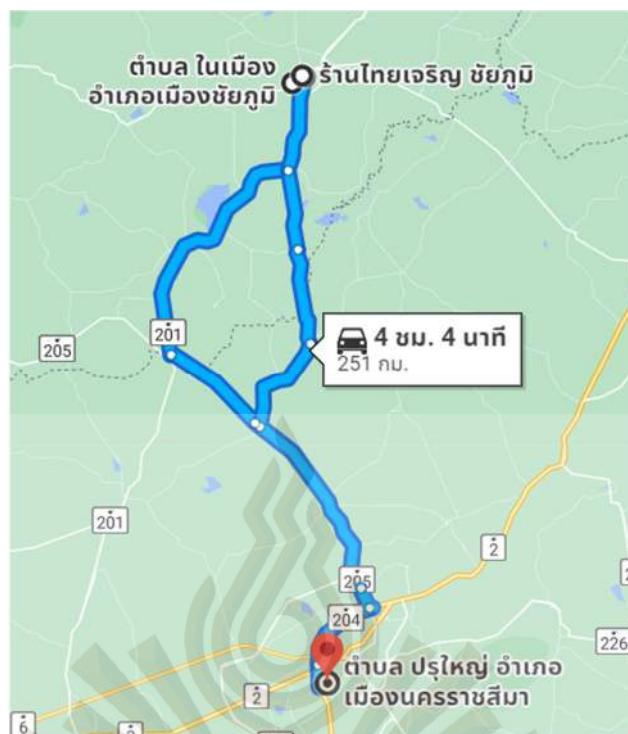
ตารางที่ 4.8 แสดงระยะทางระหว่างจุดกลุ่ม Cr3

กลุ่ม Cr3	0	C9	C10	C11
0	0	129*	130**	130**
C9	129	0	3.1	0.5
C10	130	3.1	0	2.8
C11	130	0.5	2.8	0

หมายเหตุ * แสดงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น, ** แสดงระยะทางที่ไกลที่สุดจากจุดเริ่มต้น

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นระยะทางที่ไกลจากฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต คือ ร้านสมุนไพรรบ้าอ้วน (C10) และร้านลิ้มมุ่ยหลี่ (C11) ซึ่งห่างออกไป 130 กิโลเมตร โดยสถานที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ร้านไทยเจริญ (C9) ห่างออกไป 129 กิโลเมตร เป็นต้น

กลุ่ม Cr3 เริ่มต้นเส้นทางจาก ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต - ร้านไทยเจริญ - ร้านสมุนไพรรบ้าอ้วน - ร้านลิ้มมุ่ยหลี่ - ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต (0 - C9 - C10 - C11 - 0) เป็นระยะทาง 264.9 กิโลเมตร



รูปที่ 4.50 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr3

ที่มา: Google Map, n.d.

จากการเก็บสถิติ 100 ครั้ง การขนส่งสินค้าแต่ละร้านจะให้พนักงานร้านขนส่งสินค้าลงจากรถใช้เวลาประมาณ 15 - 30 นาที จึงกำหนดให้เวลาในการขนส่งสินค้าเฉลี่ยที่ 20 นาที

Cr3 เดิม	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00	0	31.94	0:20
C9	137	2:03	8:23	11.67945	373.04177	
C10	3.3	0:09	8:52	0.28133	8.9856777	
C11	3.1	0:07	9:19	0.26428	8.4410912	
0	134	2:04	11:43	11.4237	364.87298	
					755.34152	

รูปที่ 4.51 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr3

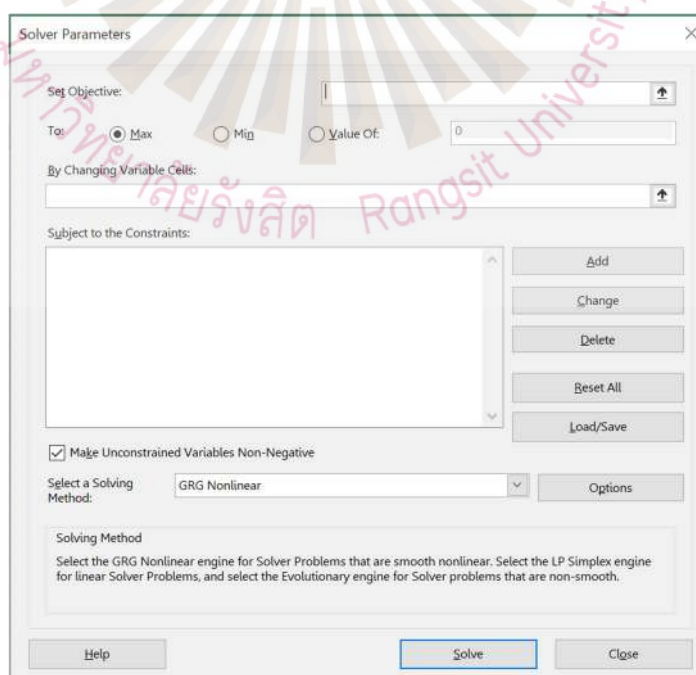
4.6 ผลการทดสอบกลุ่ม Cr3

กลุ่มCr3	0	Cr9	Cr10	Cr11
0	0			
Cr9	129	0		
Cr10	130	3.1	0	
Cr11	130	0.5	2.8	0

รูปที่ 4.52 ขั้นตอนที่ 1 ใส่ระยะทางแยกตามกลุ่ม กลุ่ม Cr3

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	1	=INDEX(\$U\$31:\$X\$34,T38+1,U38+1)	
1	3	0.5	
3	2	2.8	
2	0	130	

รูปที่ 4.53 ขั้นตอนที่ 2 ใช้สูตร =index เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด กลุ่ม Cr3



รูปที่ 4.54 ขั้นตอนที่ 3 เปิดโปรแกรม Solver

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method

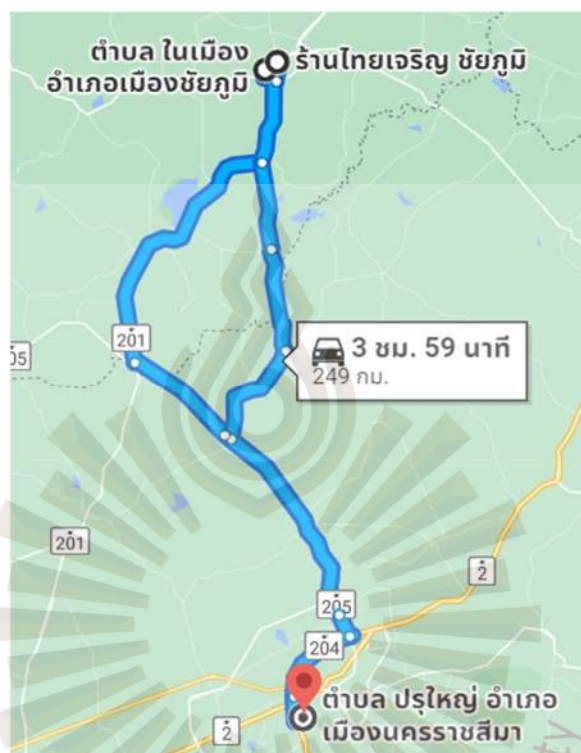
Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

รูปที่ 4.55 ขั้นตอนที่ 4 กรอปกอ้อมแล้วกด Solver หาระยะทางที่สั้นที่สุด

จาก	ไป	ระยะทาง	รวม
0	1	129	262.3
1	3	0.5	
3	2	2.8	
2	0	130	

รูปที่ 4.56 ระยะทางใหม่ของกลุ่ม Cr3 สามารถประหยัดระยะทางได้ 2.6 กิโลเมตร

เส้นทางใหม่ที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า Cr3 (0 - C9 - C11 - C10 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านไทยเจริญ - ร้านลิ้มมุ่ยหลี - ร้านสมุนไพรรักษาอ้วน และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมลิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 262.3 กิโลเมตร



รูปที่ 4.57 แสดงเส้นทางขนส่งสินค้าใหม่กลุ่ม Cr3

ที่มา: Google Map, n.d.

Cr3 ใหม่	ระยะทาง	เวลาที่ใช้	เวลาที่ได้	เชื้อเพลิง	ค่าเชื้อเพลิง	ลงของ
0	0	0	6:00		31.94	0:20
C9	129	1:58	8:18	10.99744	351.25831	
C11	0:45	0:02	8:40	0.002664	0.0850916	
C10	3.1	0:08	9:08	0.26428	8.4410912	
0	116	1:57	11:25	9.889173	315.86019	
					675.64468	

รูปที่ 4.58 แสดงระยะเวลาและค่าเชื้อเพลิงใหม่ในการขนส่งสินค้ากลุ่ม Cr3

สามารถประหยัดเวลาได้ 18 นาที

เนื่องจากปัญหาการเดินทางสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ไม่ได้ต้องการคำตอบที่ละเอียดมาก และไม่ได้มีขนาดใหญ่ จึงเลือกการแก้ปัญหาการเดินทางโดยใช้ Solver ฟังก์ชันวิธีเชิงวิวัฒนาการ ประกอบกับการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดและประหยัดเวลาได้มากที่สุด สามารถแก้ปัญหาได้เป็นค่าประมาณและได้ผลดังต่อไปนี้

เปรียบเทียบผลการเดินทางแบบเดิมกับจัดเส้นทางใหม่

ตารางที่ 4.9 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีการประหยัด

	เส้นทาง	ระยะทางเดิม (กิโลเมตร)	ระยะทางใหม่ (กิโลเมตร)	ระยะทางก่อนแบ่งกลุ่ม ย่อย(กิโลเมตร)
A	0 – A2 – A1 – A3 – A4 – A5 – A6 – 0	281	262.3	281
Br1	0 – B3 – B2 – B4 – B1 – 0	325	279.9	709
Br2	0 – B7 – B8 – B6 – B5 – 0	683	591	
Cr1	0 – C2 – C3 – C1 – 0	750	746.2	950
Cr2	0 – C8 – C7 – C6 – C5 – C4 – 0	581.2	442.2	
Cr3	0 – C9 – C11 – C10 – 0	264.9	262.3	

ต้นทุนของการขนส่ง (Cost of Transportation) ประกอบด้วยต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่ง สามารถจำแนกออกเป็นหลายชนิด ตามลักษณะของกิจกรรมที่เกิดส่งผลให้เกิดต้นทุน สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุน	รายละเอียด
ต้นทุนคงที่	ค่าจ้างพนักงานขับรถขนส่ง, ค่าเสื่อมรถยนต์, ค่าทางด่วน
ต้นทุนแปรผัน	ค่าน้ำมัน, ค่าที่พัก, ค่าอาหาร

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าเชื้อเพลิง

กลุ่มร้านค้า	เส้นทาง	ค่าเชื้อเพลิงเดิม(บาท)	ค่าเชื้อเพลิงใหม่(บาท)
A	0 - A2 - A1 - A3 - A4 - A5 - A6 - 0	754	740
Br1	0 - B3 - B2 - B4 - B1 - 0	1,086	1,062
Br2	0 - B7 - B8 - B6 - B5 - 0	2,088	1,902
Cr1	0 - C2 - C3 - C1 - 0	2,120	2,030
Cr2	0 - C8 - C7 - C6 - C5 - C4 - 0	2,383	2,127
Cr3	0 - C9 - C11 - C10 - 0	755	676

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบระยะเวลาของการขนส่งสินค้า

กลุ่มลูกค้า	เส้นทาง	เวลาขนส่ง สินค้าเดิม	เวลาขนส่ง สินค้าใหม่	ระยะเวลาที่ ใช้ในการ ขนส่งเดิม (นาท)	ระยะเวลาที่ ใช้ในการ ขนส่ง ใหม่(นาท)
A	0 - A2 - A1 - A3 - A4 - A5 - A6 - 0	06:00 - 12:34	06:00 - 12:30	394	390
Br1	0 - B3 - B2 - B4 - B1 - 0	06:00 - 13:43	06:00 - 13:40	463	460
Br2	0 - B7 - B8 - B6 - B5 - 0	06:00 - 18:48	06:00 - 17:46	768	706
Cr1	0 - C2 - C3 - C1 - 0	06:00 - 18:31	06:00 - 17:49	751	709
Cr2	0 - C8 - C7 - C6 - C5 - C4 - 0	06:00 - 21:17	06:00 - 19:19	917	799
Cr3	0 - C9 - C11 - C10 - 0	06:00 - 11:43	06:00 - 11:25	343	325

สำหรับการขนส่งสินค้าและบริการ ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการขนส่งเทียวนั้น ๆ ถูกจัดสรรสินค้าขนส่งไปแต่ละเส้นทางที่ขนส่งในเทียวนั้น การแบ่งสรรต้นทุนเช่นนี้จะเป็นการช่วยให้ธุรกิจเกิดความเข้าใจการดำเนินการนั้น ๆ ได้มากขึ้นโดยผลของการจัดเส้นทางด้วยวิธีการประหยัดแสดงให้เห็นว่าสามารถลดการเดินทางในกลุ่มร้านค้า A จำนวน 18.7 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.6 กลุ่มร้านค้า Br1 จำนวน 45.1 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.8 กลุ่มลูกค้า Br2 ลดลงจำนวน 92 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 13.4 กลุ่มร้านค้า Cr1 ระยะทางลดลง 3.8 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 0.5 กลุ่มร้านค้า Cr2 ได้ระยะทางลดลง 139 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 23.9 และกลุ่มร้านค้า Cr3 ระยะทางลดลง 2.6 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.9 ตามลำดับ

ค่าเชื้อเพลิงที่ลดลงของกลุ่ม A ลดลง 14 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.8 กลุ่ม Br1 ลดลง 24 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.2 กลุ่ม Br2 ลดลง 186 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.9 กลุ่ม Cr1 ลดลง 90 บาท คิดเป็นร้อยละ 4.2 กลุ่ม Cr2 ลดลง 256 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.7 กลุ่ม Cr3 ลดลง 79 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.4 ตามลำดับ

ระยะเวลาที่ลดลงของกลุ่ม A ลดลง 4 นาที กลุ่ม Br1 ลดลง 3 นาที กลุ่ม Br2 ลดลง 58 นาที กลุ่ม Cr1 ลดลง 42 นาที กลุ่ม Cr2 ลดลง 1:58 นาที กลุ่ม Cr3 ลดลง 18 นาที ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยใช้วิธี Saving Algorithm เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดรถส่งสินค้าให้ได้ระยะทางขนส่งสินค้ารวมสั้นที่สุดประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายมากที่สุด ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลงและใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยพิจารณาการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายแบบรายเดือน จำนวนพนักงานขาย 1 คน และพิจารณาลูกค้าที่ให้บริการในภาคอีสาน 10 จังหวัด ประกอบไปด้วย นครราชสีมา จำนวน 6 ลูกค้า บุรีรัมย์มีจำนวน 4 ลูกค้า สุรินทร์มีจำนวน 2 ลูกค้า ศรีสะเกษมีจำนวน 2 ลูกค้า อุบลราชธานีมีจำนวน 3 ลูกค้า อำนาจเจริญมีจำนวน 2 ลูกค้า ยโสธรมีจำนวน 1 ลูกค้า ร้อยเอ็ดมีจำนวน 1 ลูกค้า ขอนแก่นมีจำนวน 1 ลูกค้า และชัยภูมิมีจำนวน 3 ลูกค้า รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 25 จุด โดยไม่รวมฟาร์มน้ำผึ้งซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยใช้วิธี Saving Algorithm หรือการจัดเส้นทางด้วยวิธีการประหยัด แสดงให้เห็นว่าสามารถช่วยลดการเดินทางในกลุ่มร้านค้า A จำนวน 18.7 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.6 กลุ่มร้านค้า Br1 จำนวน 45.1 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.8 กลุ่มลูกค้า Br2 ลดลงจำนวน 92 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 13.4 กลุ่มร้านค้า Cr1 ระยะทางลดลง 3.8 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 0.5 กลุ่มร้านค้า Cr2 ได้ระยะทางลดลง 139 กิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 23.9 และกลุ่มร้านค้า Cr3 ระยะทางลดลง 2.6 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.9 ตามลำดับ

เส้นทางที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า A (0 - A6 - A5 - A3 - A2 - A1 - A4 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านธรรมชาติ - ร้านเอ็งกอ - ร้านพีสมใจ - บึงบางจากนครราชสีมา - ร้านสมุนไพรร้านกาแฟวัดป่า และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโมสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 260 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 11:02 น.

เส้นทางที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า B จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยเนื่องจากร้านค้าส่วนใหญ่เปิดรับสินค้าถึง 17.00 น. ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มลูกค้า Br1 (0 - B3 - B2 - B4 - B1 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านขายของฝากจังหวัดบุรีรัมย์ - ร้านเภสัชขายยา - ร้านขาหมู - ร้านเบเกอรี่คิโดถึง และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 279.9 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 11:09 น.

กลุ่มลูกค้า Br2 (0 - B7 - B8 - B6 - B5 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านใบไม้ - ร้านวาณิชย์ - บั้มบางจากจังหวัดสุรินทร์ - ร้านขายของฝากจังหวัดสุรินทร์ และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 591 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 14:41 น.

เส้นทางที่ใช้สำหรับกลุ่มลูกค้า C จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยเนื่องจากร้านค้าส่วนใหญ่เปิดรับสินค้าถึง 17.00 น. ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มลูกค้า Cr1 (0 - C2 - C3 - C1 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านนวลปรางค์ - ร้านนมหนามอ - ห้างยงค์สงวน และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 746.2 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 12:12 น.

กลุ่มลูกค้า Cr2 (0 - C8 - C7 - C6 - C5 - C4 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่บ้านตอประดู่ - ร้านทิวา - ร้านอู่เหวินจังหวัดยโสธร - ร้านมนตรี - ร้านอู่เหวินอำนาจเจริญ และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 442.2 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 14:03 น.

กลุ่มลูกค้า Cr3 (0 - C9 - C11 - C10 - 0) เดินทางจากจุดเริ่มต้นสู่ร้านไทยเจริญ - ร้านลิ้มมัยหัตถ์ - ร้านสมุนไพรป่าอ้วน และกลับสู่ฟาร์มน้ำผึ้งโฆสิต รวมระยะทางทั้งสิ้น 262.3 กิโลเมตร ขนส่งสินค้าเสร็จเวลา 09:08 น.

จะเห็นว่าวิธีที่ใช้โปรแกรม Solver สามารถลดระยะทางให้สั้นลงได้ โดยระยะทางรวมเดิมอยู่ที่ 2,885.1 กิโลเมตร เมื่อรันด้วยโปรแกรม Solver ทำให้ได้ระยะทางรวมใหม่ที่ 2,583.9 กิโลเมตร มีระยะทางลดลง 301.2 กิโลเมตร หรือ ลดลงร้อยละ 10.4 รถยนต์ที่ใช้ขนส่งสินค้ากินน้ำมัน 11.73 กิโลเมตรต่อลิตร(Chobrod.com) ทำให้ประหยัดน้ำมันจากเดิม 9,186 บาท เป็น 8,537 บาท ประหยัดได้ 649 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 7

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเมื่อรันด้วยโปรแกรม Solver ทำให้ได้ระยะทางรวมใหม่ที่ 2,583.9 กิโลเมตร มีระยะทางลดลง 301.2 กิโลเมตร หรือ ลดลงร้อยละ 10.4 รถยนต์ที่ใช้ขนส่งสินค้ากินน้ำมัน 11.73 กิโลเมตรต่อลิตร (Chobrod, 2020) ทำให้ประหยัดน้ำมันจากเดิม 9,186 บาท เป็น 8,537 บาท ประหยัดได้ 649 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 7

สามารถส่งสินค้าได้ก่อน 17.00 น. กลุ่ม A ส่งสินค้าเสร็จเวลา 11.02 น. กลุ่ม Br1 ส่งสินค้าเสร็จเวลา 11.09 น. กลุ่ม Br2 ส่งสินค้าเสร็จเวลา 14.41 น. กลุ่ม Cr1 ส่งสินค้าเสร็จเวลา 12.12 น. กลุ่ม Cr2 ส่งสินค้าเสร็จเวลา 14.03 น. กลุ่ม Cr3 ส่งสินค้าเสร็จเวลา 09.08 น.

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้พิจารณาเวลาพักของพนักงาน ซึ่งอาจเป็นตัวแทนหนึ่งที่มีผลต่อระยะเวลาในการเดินทาง เนื่องจากบุคลากรจำเป็นต้องมีการใช้เวลาในการพัก ในอนาคตอาจเช่าโกดังไว้ที่จังหวัดศรีสะเกษเพื่อไว้เก็บสินค้าและกระจายสินค้าเพราะพนักงานไม่สามารถทำงานได้เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากระยะทางยังมีกลุ่มลูกค้าแต่ละกลุ่มอาจมีความถี่ในการสั่งสินค้าไม่เหมือนกันในแต่ละเดือน และบางร้านปิดรับสินค้าตั้งแต่ 17.00 น. ถ้าเพิ่มรถในการขนส่งสินค้าเป็น 2 คันอาจทำให้ลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้าได้ เช่น ใช้รถ 2 คันขนส่งสินค้า 2 กลุ่มในวันเดียวกัน หรือใช้รถ 2 คันขนส่งสินค้ากลุ่มเดียวกันที่ระยะทางเกิน 600 กิโลเมตร ช่วยลดอาการเหนื่อยล้าของพนักงานจากการขับรถทางไกลซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ หรือบางกลุ่มที่ลูกค้าอยู่ไกลทำให้ระยะเวลาในการขนส่งอาจเกินเวลาที่พนักงาน 1 คนสามารถทำได้จึงจ้างพนักงานขับรถ 2 คน ผลัดกันขับ ยังมีวิธีอื่นที่อาจช่วยในการลดเส้นทางให้สั้นที่สุด เช่น Ban and Nguyen (2021) ได้ศึกษาการใช้วิธีสต็อกสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายที่ขึ้นอยู่กับเวลา ชยากร พุทธกำเนิด และคณะ (2564) กลุ่มวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ใช้วิธีเคมินเพื่อจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะของจังหวัดเชียงราย ศิวพร สุกสี และธาริณี มีเจริญ (2562) ผู้วิจัยกลุ่มนี้พบว่าการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดจะประหยัดค่าเชื้อเพลิงมากกว่าวิธี Traveling Salesman Problem หรือ สมศักดิ์ แก้วพลอย และคณะ (2564) กลุ่มนี้วิจัยปัญหาผู้ขายยางพาราแบกรับต้นทุนที่สูงในการขนส่งทั้งการจัดเส้นทางขนส่งและการเลือกสถานที่จุดรับซื้อซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ได้ โดยหาจุดรับซื้อ (ร้านลูกค้า) ส่งที่สำนักงานใหญ่ที่เขตบางรัก จังหวัดกรุงเทพฯ ให้ช่วยกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆที่ร่วมโครงการ เพื่อประหยัดระยะทางในการขนส่ง นอกจากนี้การจัดการขนส่ง ปริมาณสินค้าที่สามารถจัดส่งได้ในแต่ละครั้ง ขานพาหนะในการจัดการขนส่ง ต่างก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความจำเป็นช่วยให้การศึกษารอบคอบมากยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะสามารถทำให้เกิด

ประโยชน์กับงานวิจัยอื่นๆ ได้เช่น ใช้โปรแกรม Solver คำนวณหาเส้นทางที่ประหยัดเวลาที่สุดใน
การขนส่งสินค้าของ บริษัท ไปรษณีย์ไทย เป็นต้น



5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

5.3.1 หลังจากที่ได้ทำการศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งโดยการนำข้อมูลต่างๆ มาเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงการจัดเส้นทางขนส่งควรนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้กับสภาพงานจริงเพื่อนำปัญหาที่ได้มาพัฒนาต่อไป

5.3.2 ค่าที่ได้จากคำนวณระยะทางประหยัดสามารถติดลบได้ เนื่องจากการคำนวณได้ระยะทางจริง ซึ่งสภาพความเป็นจริงแล้วรถจะสามารถวิ่งเป็นเส้นโค้งได้ไม่ได้วิ่งในลักษณะของระยะจัดหรือเวกเตอร์ทั้งหมด

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องของรายละเอียดของสินค้า ปริมาตรของตัวสินค้าน้ำหนักของตัวสินค้าที่อยู่ของลูกค้านั่งตำแหน่งพิกัดละติจูด/ลองจิจูด และสภาพอากาศ

5.4.2 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงเรื่องของต้นทุนทางด้านอื่น เช่น ต้นทุนด้านแรงงาน ระยะเวลาทำงานของพนักงาน ค่าเสื่อมสภาพรถยนต์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กวี ศรีเมือง. (2550). การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสม ในการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าปลีก กรณีศึกษาที่อปส ซุปเปอร์มาร์เก็ต (Master's thesis). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- จิริรัตน์ นาคสมบัติ. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดแบบอีวริสติกส์ (Master's thesis). สืบค้นจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- ชยากร พุทธกำเนิด, เสกสรรค์ วินยวงศ์กุล, ประเวศ อนันต์เอื้อ, และนคร ไชยวงศ์ศักดิ์. (2564). การจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะโดยใช้วิธีเคมินและตัวแบบปัญหาการเดินทาง ของพนักงานขาย กรณีศึกษาเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : เทปสตรี I-TECH, 16(2), 127-135.
- ชลิตา มีแสง. (2564). การวางแผนการดำเนินงานและปรับปรุงเส้นทางรถเก็บขยะมูลฝอยติดเชื้อ โดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด. วารสารสหศาสตร์ศรีปทุมชลบุรี, 7(2), 22-33.
- ธารชуда พันธุ์นิกุล. (2551). วิธีอีวริสติกสำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีทั้งการรับและการส่งในจุดเดียวกัน (Master's thesis). สืบค้นจาก <http://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/e-research/?q=node/1029>
- ธัญญารัตน์ เทพารักษ์, และปณิพร เรืองเชิงชุม. (2565). การจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยักรณีศึกษา กิจเจริญทรัพย์ ชุมแพขนส่ง จังหวัดขอนแก่น. วารสารบริหารธุรกิจศรีนครินทรวิโรฒ, 13(1), 119-136.
- บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน). (2565). ราคาน้ำมัน. สืบค้นจาก https://www.pttor.com/th/oil_price
- ปิยะนาถ วงษ์จำปา. (2564). การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด (Master's thesis). สืบค้นจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร. (2565, 5 มีนาคม). การบริหารสินค้าคงคลังด้วย ABC Analysis [Web log message]. สืบค้นจาก <https://drpiyanan.com/2022/03/05/abc-analysis/>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, รติรัตน์ กิตติปัญญาพัฒน์ และพงษ์เพ็ญ จันทนะ. (2564). การประยุกต์ใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายในการวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยว. *วารสารวิชาการปทุมวัน*, 11(32), 1-14.
- ศิวพร สุกสี, และธาริณี มีเจริญ. (2562). การลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ: กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 9(1), 69-84.
- สมศักดิ์ แก้วพลอย, สุจิตรา แก้วพลอย, และวัชระชัย จุมผา. (2564). การเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางการขนส่งทางพารา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา*, 6(2), 29-39.
- Ban, H. B., & Nguyen, P. K. (2021). A hybrid metaheuristic for solving asymmetric distance-constrained vehicle routing problem. *Computational Social Networks*, 8(1).
<https://doi.org/10.1186/s40649-020-00084-7>
- Beasley, J. E., & Christofides, N. (1997). Vehicle routing with a sparse feasibility graph. *European Journal of Operational Research*, 98(3), 499-511.
- Chobrod. (2020). *ประสบการณ์ใช้รถ*. Retrieved from <https://chobrod.com/news/tips-car-care>
- Clarke, G., & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operation Research*, 12(4), 568-581.
- Demiral, M. F. (2021). Application of a Hybrid Camel Traveling Behavior Algorithm for Traveling Salesman Problem. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 24(72), 725-735.
- Floyd, R. W. (2005). *Heuristica for Math Problem Solving*. Retrieved from math.com/math/heuristics.php
- Katretchko, S. L. (1971). *Logic and Philosophy: Between Logic Heuristic*. Retrieved from <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Logkatr.htm>
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem - Solving : A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Leinhardt, G., & Schwarz, B. B. (1997). *Seeing the Problem: An Explanation from Polya Conitionnand Instrution*. Retrieved from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>

บรรณานุกรม (ต่อ)

Michalewicz, Z., & Fogel, D. V. (2000). *How to solve it : Modern Heuristics* (2nd ed.).

New York: Springer.

Polya, G. (2000). *How to solve it : A new aspect of mathematical method* (3rd ed.). Princeton,

New Jersey: Priceton University Press.



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ศรัณย์ ไชยวงพานิช
วัน เดือน ปีเกิด	3 มกราคม 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด, 2562 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์, 2566
ที่อยู่ปัจจุบัน	398 หมู่ 5 ถนนสีปศิริท ตำบลหนองจะบก อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

