การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม และ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด

ปิยะนาถ วงษ์จำปา

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

Vehicle Routing by Using a Saving Algorithm and TSP (Traveling Salesman Problem) Problem: A Case Study of a Ericsson thailand Ltd.

Piyanart Wongjumpa

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม และ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด

เสนอโดย ปิยะนาถ วงษ์จำปา

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ ...24..... เดือน ...พฤษภาคม... พ.ศ. 2564....

หัวข้อสารนิพนธ์	การวางแผนเส้นทางเดินรถโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม และ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด
ชื่อผู้เขียน	ปิยะนาถ วงษ์จำปา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงเส้นทางการเดินทางออกสำรวจหน้างาน (Survey) โดยใช้วิธีการจัดตารางรถออกสำรวจด้วยการค้นหาค่าตอบแบบเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) โดยการค้นหาพิกัดเส้นทางจาก Google Map และจัดเรียงข้อมูลเป็นตาราง Matrix และ Microsoft excel Solver เพื่อวางแผนการใช้รถให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยใช้ระยะเวลาและต้นทุนค่าเดินทางที่เหมาะสม จากผลการวิจัยพบว่า เส้นทางการออกสำรวจเส้นทางเดิม มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,409.2 กิโลเมตร เมื่อปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,266.1 กิโลเมตร โดยมีระยะทางลดลง 143.1กิโลเมตร หรือลดลง ร้อยละ 10.2 ซึ่งคิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิงลดลงไป 3,132.46 บาทต่อเที่ยว และเมื่อปรับปรุงด้วยวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,111 กิโลเมตร โดยมีระยะทางลดลง 298 กิโลเมตร หรือลดลง ร้อยละ 21.5 ซึ่งคิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิงลดลงไป 6,525 บาทต่อเที่ยว จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการนำวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) มาใช้ในการจัดเส้นทางออกสำรวจหน้างาน (Survey) ได้ค่าความประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงดีกว่าแบบเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

คำสำคัญ : เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) , วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

Thematic Paper Title	Vehicle Routing by Using a Saving Algorithm and TSP (Traveling Salesman Problem) Problem: A Case Study of a Ericsson thailand Ltd.
Author's Name	Piyanart Wongjumpa
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor, Dr. Suparatchai Vorarat (Ph.D.)
Department	Engineering Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aimed to study ways to improve the travel route to the field survey by scheduling the vehicle, the survey by searching for the answer, saving algorithm (Saving Algorithm), and problem-solving. Traveling Salesman Problem (TSP) by searching for route coordinates from Google Map and sorting data by Matrix and Microsoft excel Solver to plan the most efficient use of the vehicle. Using the appropriate duration and cost of travel According to the research results, the existing route to explore was 1,409.2 kilometers. When the route was adjusted using the saving algorithm (Saving Algorithm), the total distance was 1,266.1 kilometers with a reduction in distance. 143.1 kilometers or a 10.2% decrease, which is equivalent to fuel costs, decreasing to 3,132.46 baht per trip, and when improved with the Traveling Salesman Problem (TSP) solution, the total distance is 1,111 kilometers. The distance was reduced by 298 kilometers or 21.5 percent, a decrease in fuel cost by 6,525 baht per trip. The research results show that applying the Traveling Salesman Problem (TSP) solution to the on-site survey routing (Survey) has better cost savings than fuel economy. Algorithm (Saving Algorithm)

Keywords: Saving Algorithm, Traveling Salesman Problem (TSP) solution.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความกรุณาของท่าน อาจารย์ ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ที่คอยดูแลเอาใจใส่ให้ความรู้ทางทฤษฎีต่างๆและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านกรุณาเสียสละเวลาให้แก่ผู้จัย ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องในการทำวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทางบริษัทกรณีศึกษาที่เอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลทุกอย่างที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานครั้งนี้ รวมทั้งคำแนะนำที่ดีจากหัวหน้างาน คณะผู้บริหาร ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในทุกๆด้าน รวมถึงส่วนงานต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ช่วยให้ความสะดวกและความรู้แก่การดำเนินงานวิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นเบื้องหลังอันยิ่งใหญ่ที่ทำให้ผู้วิจัยมีวันนี้ได้และบูรพคณาจารย์ทุกท่านซึ่งเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชานับตั้งแต่ครั้งเยาว์วัยจวบจนกระทั่งทุกวันนี้

ปิยะนาถ วงษ์จำปา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย …….	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….	ง
กิตติกรรมประกาศ……..	จ
สารบัญตาราง.....……	ซ
สารบัญภาพ.....…….....…….….	ญ
บทที่	
1. บทนำ……...…….	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิจัย……...	3
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing)…….	4
2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดิน (Vehicle Routing Problems :VRP)…….	8
2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการทางฮิวริสติก (Heuristics)……..	10
2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่ง (Reducing Transportation Costs)…….....	12
2.5 ทฤษฎีการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)…..	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….	21
3. วิธีการดำเนินงาน……..	24
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย…….	24
3.2 กระบวนการในการดำเนินงานติดตั้ง…….	25
3.3 กำหนดตัวชี้วัดสำหรับขั้นตอนที่ต้องการปรับปรุง…….	29
3.4 วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการทำงาน……..	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.5 ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน……	29
	3.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน……..	31
4.	ผลการดำเนินงาน……..	32
	4.1 กำหนดขั้นตอนในการปรับปรุงโดยศึกษาขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการด้วยเครื่องมือเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)…….	31
	4.2 ออกแบบฐานข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณเส้นทาง และ ทำการทดลองการจัดเส้นทางการเดินรถ……...	35
	4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างการเดินรถแบบเดิมกับการจัดเส้นทางการเดินรถด้วย แผนภูมิแท่ง (Control) และ กราฟเส้น (Line graph)…	60
5.	สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ……	65
	5.1 สรุปผลการดำเนินงานศึกษาวิจัย……	65
	5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน……...	66
	5.3 ข้อเสนอแนะ……..	67
	5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต…….	67
บรรณานุกรม……..		68
ภาคผนวก……		70
ประวัติผู้เขียน……..		73

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แพลน สำรวจ Site list เดือนมกราคม พศ.2563..... 27

4.1 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1..... 33

4.2 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2..... 33

4.3 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3..... 34

4.4 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4..... 34

4.5 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1..... 37

4.6 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2..... 38

4.7 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3..... 39

4.8 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4..... 39

4.9 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1..... 43

4.10 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2..... 47

4.11 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3..... 51

4.12 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4..... 55

4.13 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1..... 57

4.14 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2..... 58

4.15 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3..... 59

4.16 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4..... 60

4.17 ระยะทางการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ TSP ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง..... 61

4.18 อัตราการใช้เชื้อเพลิง..... 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.19 ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง..... 63

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงการจัดเส้นทางยานพาหนะการจำแนกประเภทของ VRP……...	5
2.2	แสดงการส่งสินค้า แบบ 1 เที่ยว ต่อ 1 ลูกค้า……	9
2.3	แสดงการขนส่งแบบหลายรูปแบบ……..	14
2.4	แสดงวิธีการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย……	20
3.1	แสดงกระบวนการในการดำเนินงานติดตั้ง……..	25
3.2	แสดงรูปจากการ สำรวจ……...	26
3.3	แสดงการ Design Solution……...	26
3.4	แสดงตัวอย่างหนังสือเข้าอนุญาตเข้าปฏิบัติงานยังสถานีส่งสัญญาณ……...	28
4.1	แสดงพิกัด Site list เดือน มกราคม พ.ศ.2563……..……	35
4.2	แสดง Microsoft excel Solver…….……	36
4.3	แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1……	43
4.4	แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือน มกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1……..……	44
4.5	แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2……	46
4.6	แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือน มกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2……..……	48
4.7	แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3……	50
4.8	แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือน มกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3.....	52
4.9	แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4.....	54
4.10	แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือน มกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4.....	56
4.11	แผนภูมิแท่งปรียบเทียบระยะทาง ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง.....	61
4.12	แสดงยานพาหนะในการออก สำรวจ รถยนต์ Toyota Hilux Revo.....	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.13 แสดงแผนเส้นเปรียบเทียบต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง..... 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำธุรกิจในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันสูงถือเป็นเรื่องท้าทายสำหรับธุรกิจในปัจจุบันเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นจะต้องหาวิธีต่าง ๆ เพื่อทำให้ธุรกิจของตนสามารถอยู่ได้ เป็นที่แน่นอนว่าธุรกิจต่าง ๆ ได้เปรียบทางการแข่งขันได้นั้น จะต้องสามารถบริการลูกค้าได้รวดเร็วกว่าคู่แข่ง ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้ อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาศัยอยู่ภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมหรือต่ำกว่าคู่แข่ง ทำให้ธุรกิจต่างๆ กันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับการจัดการระบบให้ดีโดยการวางแผนการจัดการโลจิสติกส์ให้ดี ดังนั้นในปัจจุบัน โลจิสติกส์จึงมีบทบาทอย่างมากในกระบวนการทำงานในธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการบริหารคลังสินค้า การวางแผนระบบการผลิต และด้านการขนส่ง

กรณีศึกษาที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเป็นข้อมูลของ บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจทางด้านการสื่อสาร ติดตั้งระบบงานโทรคมนาคมสื่อสารให้กับทางกลุ่มลูกค้าบริษัทดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยในการติดตั้งโปรเจคให้แก่ลูกค้าต้องมีการ สำรวจข้อมูลหน้างานเพื่อเก็บข้อมูลให้ทีมออกแบบทุกครั้ง โดยแต่ละจุดที่ทีมต้องออก สำรวจ มีระยะทางในการเดินทางที่ต่างกันและมีความไม่แน่นอนของจำนวนไซต์ในแต่ละวัน โดยถ้าหากบริษัทมีแผนการออกสำรวจ จะให้เกิดความคุ้มค่าในแต่ละเที่ยว และสามารถลดระยะทางในการวิ่งของรถของทีม สำรวจ จะส่งผลให้ต้นทุนการวิ่งของทีมสำรวจลดลง สำหรับปัญหาของกรณีศึกษานี้ พบว่าขั้นตอนใน การในการออกสำรวจ งานแต่ละจุดนั้นยังไม่ได้นำหลักการวิชาการมาใช้ในการจัดสรรเส้นทางการเดินรถให้คุ้มค่า อาศัยเพียงความคุ้นเคยของทีมสำรวจที่จัดเส้นทางการเดินรถเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้คำนึงถึง ระยะทางและจำนวนไซต์งานในแต่ละวัน ใช้หลักการสถานที่ใกล้ไปด้วยกัน โดยไม่พิจารณาหลักเกณฑ์ใดๆทั้งสิ้น อาศัยเพียงความชำนาญของทีมเวอร์เวย์เท่านั้น ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการใช้ทรัพยากรในแต่ละเที่ยวอย่างไม่คุ้มค่า

ด้านผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคการจัดเส้นทาง (Routing) โดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman) เป็นหนึ่งในแนวคิดของการจัดการระบบการเดินรถให้เกิดประสิทธิภาพ โดยวางแผนเส้นทางการเดินรถในแต่ละคันให้เหมาะสมที่สุด ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายต่างๆ และ ความสอดคล้องตามข้อจำกัดต่างๆ งานวิจัยนี้กล่าวถึงประเด็นสำคัญ คือ วิธีการจัดตารางรถออก สำรวจ ด้วยการค้นหาค่าตอบแบบ วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman) ในงานวิจัยนี้จะอธิบายผ่านตัวอย่างวิธีการจัด Routing การออก สำรวจ โดยการค้นหาพิกัดเส้นทางจาก Google Map และจัดเรียงข้อมูลเป็นตางราง Matrix เพื่อวางแผนการใช้รถให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยใช้ระยะเวลาและต้นทุนค่าเดินทางที่เหมาะสม

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยในการประยุกต์ใช้วิธีการ วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถของกรณีศึกษา ที่จะออกสำรวจเก็บข้อมูลหน้างานในแต่ละไซต์ โดยมุ่งเน้นที่จะลดระยะทางให้มีระยะทางโดยรวมสั้นที่สุด และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันเพื่อหาคำตอบตลอดจนสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางการเดินรถด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman) และนำมาใช้ในการจัดเส้นทางการออก สำรวจ หน้างานให้กับบริษัทกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางการเดินรถด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)
2. ศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางการเดินรถด้วยวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman)
3. พิจารณาการนำรูปแบบการจัดการเส้นทางมาใช้งานกับบริษัทกรณีศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิจัย

1. สามารถลดต้นทุนการออกสำรวจข้อมูลหน้างานให้กับบริษัทกรณีศึกษาได้
2. ช่วยวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งให้กับบริษัทกรณีศึกษาโดยให้ได้ระยะทางสั้นที่สุด

DPU

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ในการจัดเส้นทางการเดินรถออกสำรวจหน้างาน และนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการลดต้นทุนการเดินรถให้กับบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกตามประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 การจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing)

2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดิน (Vehicle Routing Problems :VRP)

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการทางฮิวริสติกส์ (Heuristics)

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่ง (Reducing Transportation Costs)

2.5 ทฤษฎีการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing)

การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าจาก ศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่างๆ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจผู้ใช้ระบบ โดยมีศูนย์กระจาย สินค้าแห่งเดียวและมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการ บรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความจุรถโดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด วิธีที่ใช้ในการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้า การจัดเส้นทางการขนส่งประกอบด้วยเงื่อนไข 4 ประการ คือ

2.1.1 กลุ่มลูกค้า (Set of Customers)

ลูกค้าแต่ละรายจะถูกกาหนดให้อยู่กระจายในจุด (Node) ต่าง ๆ กัน และมีความต้องการรับหรือ ส่งสินค้าในจำนวนต่าง ๆ และในบางครั้งอาจมีการกำหนดความต้องการทางด้านเวลาเพิ่มเข้าไป

2.1.2 ยานพาหนะ (Vehicles)

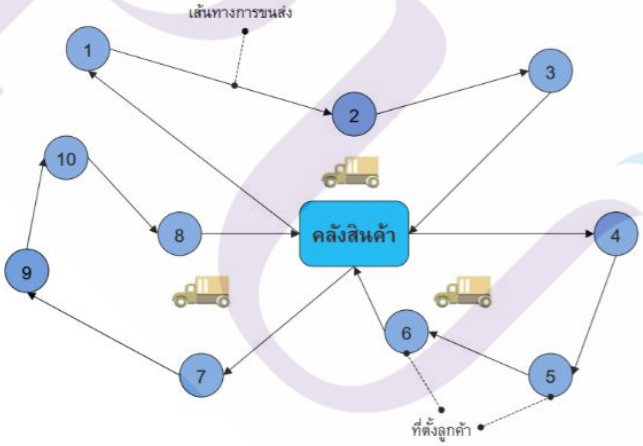
รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน หรือสิ่งที่เตรียมไว้สำหรับการขนส่ง ที่ใช้ในการให้บริการแก่ลูกค้า มีหน้าที่เดินทาง รับ-ส่งสินค้าระหว่างลูกค้าและคลังสินค้า ซึ่งจะมีข้อจำกัดในการบรรทุก (Capacity) ซึ่งอาจกำหนดเป็นจำนวนชิ้นของสินค้าหรือน้ำหนักของสินค้าที่สามารถบรรทุกได้สูงสุดต่อยานพาหนะนั้นๆ

2.1.3 คลังสินค้า (Depots)

สถานที่เก็บสินค้าโรงงานของบริษัทผู้ผลิต หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) เป็นสถานที่ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในการเดินทางซึ่งหมายความว่า พาหนะทุกคันต้อง ออกเดินทางจากจุดนี้ไปให้บริการลูกค้ายังจุดต่าง ๆ และกลับเข้าสู่จุดเดิมเมื่อให้บริการลูกค้าครบถ้วนแล้ว ซึ่งในปัญหาที่ซับซ้อนอาจกำหนดให้มีคลังสินค้าหลายจุดเพื่อให้บริการลูกค้าหลายกลุ่มได้

2.1.4 เส้นทาง (Routes)

การมอบหมายว่าจะให้ยานพาหนะคันใดเดินทางไปยังจุดต่าง ๆ หรือลูกค้ารายใดบ้าง และเดินทางตามลำดับก่อนหลังอย่างไร ซึ่งประกอบไปด้วย เส้นทางการเดินย่อย (Sub-Route หรือ Tour) หลาย ๆ เส้นทางรวมกัน



ภาพที่ 2.1 แสดงการจัดเส้นทางยานพาหนะการจำแนกประเภทของ VRP

สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้

2.1.4.1 จัดกลุ่มตามวิธีการแก้ปัญหาของ VRP

2.1.4.1.1 วิธีการแม่นตรง (Exact method) วิธีการการนี้จะใช้พื้นฐานจากการโปรแกรมเชิงเส้นตรง การโปรแกรมจำนวนเต็มหรือวิธีการอื่นที่จะทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุด

2.1.4.1.2 วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการที่เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยจะได้ค่าที่ดี ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด แต่จะใช้เวลาสั้นกว่าวิธีการแบบแม่นตรงสำหรับปัญหา ที่มีขนาดใหญ่

2.1.4.1.3 การจำลองแบบปัญหา (Simulation) ใช้การจำลองแบบปัญหาส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น ความต้องการไม่แน่นอน ระยะเวลาในการให้บริการไม่แน่นอน

2.1.4.2 จัดกลุ่มตามลักษณะของความต้องการของลูกค้า

2.1.4.2.1 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าและแน่นอน (Deterministic demand) งานวิจัยจำนวนหนึ่งดำเนินการภายใต้ความต้องการที่ทราบและแน่นอนของลูกค้า โดยมีการเก็บข้อมูล อาจจะเป็นความต้องการที่แน่นอนโดยมีการสั่งสินค้าก่อนและจัดเส้นทางการขนส่ง หรือทำการประมาณ ค่าจากการใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าทางสถิติอย่างใดอย่างหนึ่ง ตัวอย่างงานวิจัยที่มีความต้องการแบบทราบและแน่นอน

2.1.4.2.2 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าแต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน (Stochastic demand) ในกลุ่มนี้ความต้องการของลูกค้าจะทราบค่าแต่อาจจะมีความไม่แน่นอนซึ่งจะทาให้ต้องใช้ เทคนิคในการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปจากข้อ 2.1.4.2

2.1.4.2.3 ไม่ทราบความต้องการของลูกค้า (Probilistic demand) ซึ่งเป็นความต้องการที่ไม่ทราบค่าขณะวางแผนแต่ทราบเมื่อไปถึงลูกค้า

2.1.4.3 จัดกลุ่มตามข้อจำกัดด้านเวลา (Time windows)

ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่มีความสำคัญกับการจัด เส้นทางเนื่องจากบางครั้งเวลาให้บริการลูกค้า หรือเวลาในการเดินทางจะมีผลต่อเส้นทางที่ได้จากการจัด ด้วยวิธีการต่างๆ สามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.1.4.3.1 แบบไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา (No time windows) ในกลุ่มนี้งานวิจัยจะไม่คำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลาต่าง ๆ โดยจะทำการจัดเฉพาะเส้นทางการเดินทาง

2.1.4.3.2 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบไม่เคร่งครัด (Soft time windows) ในกลุ่มนี้จะมีข้อจำกัดทางด้านเวลาแต่ไม่เคร่งครัดมากนัก สามารถส่งสินค้าข้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้บ้าง แต่อย่างไรก็ ตามข้อจำกัดด้านเวลานี้จะมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

2.1.4.3.3 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบเคร่งครัด (Stick time windows) กลุ่มนี้การจัด เส้นทางจะคำนึงถึงระยะเวลาในการเดินทางและระยะเวลาในการให้บริการอย่างเคร่งครัดหากเดินทางผิด เวลาหรือไปถึงลูกค้าผิดเวลาจะทำให้เส้นทางนี้นเป็นเส้นทางที่ไม่ถูกต้องไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้

2.1.4.3.4 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาที่มีทั้งเคร่งและไม่เคร่ง (Mixed) งานวิจัยบางงาน เช่น Nagy and Salhi (2005) จะมีลูกค้าทั้งที่เคร่งครัดเรื่องเวลาที่มาถึงของรถบรรทุก หรือเวลาในการให้บริการ และไม่เคร่งครัดเรื่องเวลาในปัญหาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความ แตกต่างกันออกไปและมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

2.1.4.4 จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง (Time horizon) ในกลุ่มนี้จะเน้นการจัดกลุ่ม แบบการจัดแบบครั้งเดียวในการวางแผนหนึ่งครั้ง เช่น การเดินทางส่งสินค้าทุกวันจะเดินทางด้วยเส้นทาง เดียวกัน และการจัดแบบหลายครั้ง เช่น วางแผนเป็นเดือนหรือปีโดยในแต่ละวันอาจจะมีการเดินทาง

2.1.4.4.1 แบบคาบเวลาเดียว (Single period) กลุ่มนี้จะวางแผนครั้งเดียวและดำเนินการเช่นเดียวกันในทุกคาบเวลา

2.1.4.4.2 แบบหลายคาบเวลา (Multi period) เป็นการวางแผนแบบหลายคาบเวลาและมีเส้นทางการเดินทางที่แตกต่างกันไปในแต่ละคาบเวลา

2.1.4.5 จัดกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้น (Number of Origin points) จุดเริ่มต้นที่แตกต่างกันจะทำ ให้ได้ระยะทางในการเดินทางที่แตกต่างกันไป การวางแผนการจัดเส้นทางบางครั้งอาจจะมีจุดเริ่มต้นเดียว บางครั้งจะต้องวางแผนให้กับศูนย์กระจายสินค้าหลายจุดไปพร้อม ๆ กัน สามารถแบ่งกลุ่มตามจำนวน ของจุดเริ่มต้นได้เป็น

2.1.4.5.1 มีจุดเริ่มต้นเดียว (Single origin/Depot) การเริ่มต้นของทุกเส้นทางจะเริ่มต้นจาก จุดกระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว

2.1.4.5.2 มีจุดเริ่มต้นหลายจุด (Multiple origin/Depots) ในกลุ่มนี้จะต้องวางแผนให้มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง โดยทำการจัดเส้นทางไปพร้อม ๆ กัน

2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดิน (Vehicle Routing Problems :VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะเป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ (Logistics) แบบหนึ่ง ที่มุ่งเน้นในการขนส่งสินค้าตามจำนวนความต้องการที่กำหนดไปยังกลุ่มลูกค้าให้ครบถ้วน ซึ่งมี จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้า โดยมีเส้นทางรวมในการเดินทางที่สิ้นที่สุดหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าให้มี ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดโดยทั่วไปแล้ว ปัญหาการจัดเส้นทางสาหรับยานพาหนะนั้นประกอบไปด้วย

การจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing) เป็นปัญหาประจำของบริษัทขนส่ง ในแต่ละวันจะ มีลูกค้าจำนวนหนึ่งมากบ้างน้อยบ้างต้องการให้นำสินค้าไปส่งให้ปัญหาที่น่าท้าทายคือผู้จัดการจะต้องใช้ รถขนส่งกี่คันและควรจะจัดลำดับการส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจะจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร ในทางคณิตศาสตร์แล้วถือว่าปัญหาการจัด เส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยากมาก ๆ ในการที่จะวิเคราะห์หา แผนการเดินรถที่ดีที่สุดในบรรดาแผนที่เป็นไปได้จำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากคำสั่งซื้อจากลูกค้า และรถส่งสินค้ามีจำนวนมาก ซึ่งแทบจะไม่มีโอกาสเลยที่จะจัดเส้นทางการเดินรถให้ประหยัดที่สุด อย่างดี ที่สุดคงทำได้เพียงการวิเคราะห์ให้ได้แผนที่ค่อนข้างดีมาใช้ปฏิบัติเท่านั้นในกรณีที่มีลูกค้าจำนวนมาก การหาเส้นทางที่เป็นไป ได้ทั้งหมดแล้วเลือกเอาเส้นทางขนส่งที่มีต้นทุนต่ำที่สุดเป็นสิ่งที่แทบจะเป็นไปไม่ได้ ในทางปฏิบัติเพราะจะต้องใช้เวลาในการคำนวณวิเคราะห์ยาวนานมากจนไม่ทันการณ์ จึงจำเป็นต้องมี วิธีการอื่นๆ มาช่วยให้ได้คำตอบที่เร็วซึ่งมีวิธีการ หนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดเส้น ทางการเดินรถ ได้แก่ การจัดเส้นทางโดยค่าประมาณ (Approximation Methods) ซึ่งคำตอบของ เส้นทางขนส่งที่ได้รับจากการใช้วิธีการนี้อาจจะไม่ดีที่สุดแต่จะได้คำตอบที่ดีพอใช้ภายในระยะเวลาที่ไม่ นานมาก นำไปใช้งานได้ทันเวลา วิธีการจัดเส้นทางโดยค่าประมาณนี้ยังมีหลากหลายวิธีคำตอบที่ได้รับ จากแต่ละวิธีอาจจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะรายละเอียดของปัญหาแต่ละกรณีซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมและเข้าใจง่ายวิธีการหนึ่งคือ วิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)) ซึ่งเสนอโดย Clarke and Wright นักวิจัยในประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1964 ซึ่งได้พิจารณาการจัดเส้นทาง ยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายราย และยานพาหนะมีความจุหลายขนาดส่งสินค้าออกจาก คลังพัสดุแห่งเดียว งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และ ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ในการขนส่งและปริมาตรสินค้าที่ ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคันโดยมีวิธีในการดำเนินงานดังนี้

2.2.1 เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งปุ่มให้เป็น ปุ่มที่หนึ่ง

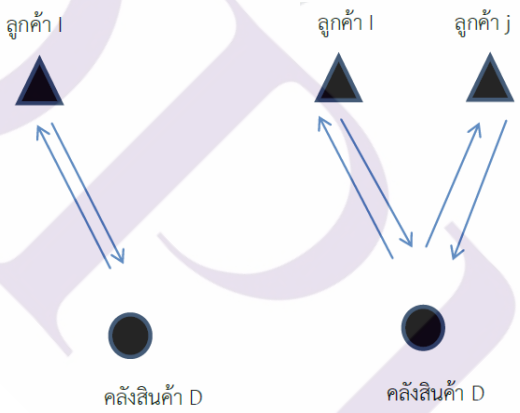
2.2.2 คำนวณค่าของระยะเวลา, ระยะทางหรือค่าใช้จ่าย ในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost), Sij = CiD + CDj - Cij เมื่อ i , j คือลูกค้า และ D คือคลังสินค้า

2.2.3 เรียงลำดับค่า Sij จากมากไปหาน้อย

2.2.4 สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมปม i และ j ที่มีค่า Sij มากที่สุด

2.2.5 ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ใจความของทฤษฎีไม่ซับซ้อน คือ พิจารณาการส่งจากคลังสินค้า D



ภาพที่ 2.2 แสดงการส่งสินค้า แบบ 1 เที่ยว ต่อ 1 ลูกค้า

จากภาพที่ 1 ถ้าใช้รถ 1 คัน วิ่งส่งสินค้าให้ลูกค้า 2 ราย 0 (i และ j) ในเที่ยวเดียวกัน ระยะทางทั้งหมดจะลดลง เท่ากับ S(i, j) = 2d(D, i) + 2d(D, j) - [d(D, i) + d(i, j) + d(D, j)] = d(D, i) + d(D, j) - d(i, j)

ค่า Saving S(i, j) ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้ หากระยะทางระหว่างลูกค้าใด ทำให้เกิดค่า Saving สูงก็หมายความว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการทางฮิวริสติก (Heuristics)

ความหมายของฮิวริสติก ฮิวริสติก หมายถึง กฎหรือกลุ่มของกฎแบบง่าย ๆ ในการตัดสินใจจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด ภายในเวลาที่จำกัด

ฮิวริสติก หมายถึง ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของการค้นหาและการประดิษฐ์ ฮิวริสติก (จิตวิทยา) หมายถึง กฎที่ง่าย ๆ และมีประสิทธิภาพ ที่เรามักจะใช้ในการลงความเห็น และการตัดสินใจ เป็นวิธีลัดทางความคิดโดยเพ่งความสนใจไปยังส่วนหนึ่งของปัญหาที่ซับซ้อนและไม่ใส่ใจ ในส่วนอื่น

วิธีการของฮิวริสติก การคิดแบบฮิวริสติกไม่จำเป็นต้องดำเนินไปตามแนวทางการจัดการที่วางไว้ มันจะเกี่ยวข้อองกับ การค้นหา การเรียนรู้ การประเมินค่า และการตัดสิน โดยขบวนการในการค้นหา การเรียนรู้ และการ ประเมินค่านี้จะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำเล่าเหมือนกับการสำรวจ เพื่อนำไปสู่วิธีการอีกรูปแบบหนึ่ง ความรู้จะถูก ได้รับจากความสำเร็จหรือความล้มเหลวที่บางจุด ที่มีผลสะท้อน (feedback) กลับมาและทำการแกไข ขบวนการค้นหานั้น ๆ ให้ดีขึ้น

สถานการณ์ซึ่งเหมาะสมในการน่าฮิวริสติกมาใช้

2.3.1 ข้อมูลเข้าไม่แน่นอน หรือมีจำกัด

2.3.2 ระบบจริง ๆ มีความซับซ้อนมากจนกระทั่งไม่สามารถใช้วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ได้

2.3.3 ไม่มีวิธีการหรืออัลกอริธึม ที่น่าเชื่อถือที่สามารถใช้ได้อย่างแท้จริง

2.3.4 ใช้เวลาในการคำนวณหาทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมากเกินไป

2.3.5 มีความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของขบวนการในการหาทางแก้ที่เหมาะสมที่สุด เช่น โดยการหาจุดเริ่มต้นที่ดีในการแก้ปัญหาที่มีการใช้ ฮิวริสติก แล้วรวมการใช้ฮิวริสติกนี้เข้ากับวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

2.3.6 เป็นปัญหาที่ซับซ้อนไม่คุ้มค่ากับการใช้วิธีหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด หรือเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลามาก

2.3.7 เมื่อมีการเกี่ยวข้องกับขบวนการทางสัญลักษณ์ (Symbolic) มากกว่าทางตัวเลข (Numerical)

2.3.8 เมื่อต้องการทำการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว โดยไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยได้ (การใช้ฮิวริสติกบางครั้ง ไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย)

ข้อดีของฮิวริสติก

1. ง่ายในการทำความเข้าใจ และง่ายในการนำไปใช้และการอธิบาย

2. ช่วยในการอบรมคนให้มีความคิดสร้างสรรและก่อให้เกิดการสร้างฮิวริสติกกับปัญหาอื่นๆได้ด้วย

3. ประหยัดเวลาในการสร้างตัวแบบ

4. ลดความต้องการในด้านการเขียนโปรแกรมและความต้องการด้านแหล่งเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้

5. ลดเวลาในการทำงานของคอมพิวเตอร์ จึงทำการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว

6. ทำให้เกิดทางแก้ปัญหาได้หลายทาง

7. สามารถประยุกต์ใช้ฮิวริสติกที่มีประสิทธิภาพ เข้ากับตัวแบบซึ่งสามารถแก้ปัญหาด้านโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ได้

ปัญหาในการใช้ฮิวริสติก

1. ไม่สามารถรับประกันได้ว่าทางแก้ปัญหาที่ได้จะเป็นทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด

2. มีข้อยกเว้นมากเกินไป ในการสร้างเป็นกฎขึ้น

3. ผลลัพธ์ที่ได้จากทางเลือกในการตัดสินใจ อาจไม่เป็นไปตามที่คาดเดาไว้

4. การขึ้นระหว่างกันของส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ บางครั้งสามารถมีอิทธิพลอย่างมากกับระบบ ทั้งระบบได้

นักวิจัยบอกว่าการใช้วิธีทั่ว ๆ ไปและการใช้ฮิววิสติกลามารถจะเกิดการผิดพลาดได้เพราะวิธี เหล่านั้นไม่มีข้อกำหนดตายตัว คือไม่มีข้อจำกัดว่าจะต้องเริ่มต้นที่จุดไหน ลำดับขั้นตอนการทำงานต้อง เป็นอย่างไร หรือไม่จำกัดว่าจะต้องสร้างตัวเลือกในการตัดสินใจหรือไม่ ไม่เจาะจงด้านข้อจำกัดของการ แก้ปัญหา ทางเลือกของเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุขบวนการทำงาน ระดับของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการหาว่า ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจริงๆ ผลลัพธ์เป็นพฤติกรรมที่ไม่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัดและไม่สามารถ คาดเดาได้ ผลลัพธ์อาจดีในการนำไปใช้กับระบบงานหนึ่งแต่อาจไม่ดีในการนำไปใช้กับอีกระบบงานอื่นก็ได้

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่ง (Reducing Transportation Costs)

ปัจจุบันการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภททั้งในส่วนการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขาย และการจัดจำหน่าย ในหลาย ๆ ธุรกิจ ต้นทุนการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญ และกระทบต่อ ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบการขนส่ง ประกอบด้วยต้นทุน ดังต่อไปนี้

2.4.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการขนส่ง เช่น ค่าเช่าสถานที่จอดรถ เงินเดือนพนักงานขับรถ เป็นต้น

2.4.2 ต้นทุนผันแปร (Variable cost) เป็นต้นทุนหรือ ค่าใช้จ่ายที่มีการเปลี่ยนแปลง ตามปริมาณการให้บริการการขนส่ง เช่น ค่านี้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

2.4.3 ต้นทุนรวม (Total cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่รวมเอาต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรเข้าด้วยกัน ถือเป็นต้นทุนการบริการขนส่งทั้งหมด ทั้งนี้รวมถึงต้นทุนเที่ยวกลับ (Backhauling cost) ด้วย

2.4.4 ต้นทุนเที่ยวกลับ (Back haul cost) เป็นต้นหรือค่าใช้จ่ายที่ร่วมเอาไร้ลักษณะของค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) เข้าไปด้วยถือเป็นค่าชดเชยที่ต้องทำให้เสียโอกาสขึ้น ในกรณีของการขนส่งหมายถึง การที่ต้องบรรทุกผู้โดยสาร สินค้าหรือบริการ ไปส่งยังจุดหมายปลายทางแล้วในเที่ยวกลับนั้นไม่ได้บรรทุก อะไรกลับเลย

ต้นทุนของการขนส่งจะแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์ ที่ นักวิชาการ Donald J.Bowersox ได้กล่าวถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อเศรษฐศาสตร์ การขนส่ง ได้แก่ ระยะทาง ปริมาณ ความหนาแน่น การจัดเก็บ การรับผิดชอบและการตลาด (มณีสรา บารมีขัย และ บุศรินทร์ ศรีสตรียานนท์, 2552)

กลยุทธ์การลดต้นทุนการขนส่ง

2.4.4.1 กลยุทธ์การใช้พลังงานทางเลือก โดยปรับเปลี่ยนพลังงานที่ใช้ในการขนส่งจากน้ำมันดีเซล หรือเบนซิน เป็นใบโอดีเซลหรือก๊าซ CNG ซึ่งการใช้ก๊าซ CNG จะประหยัดกว่าการใช้น้ำมันประมาณ 60¬70% แต่ในการตัดสินใจติดตั้งระบบ NGV ผู้ประกอบการควรมีการตัดสินใจที่ละเอียดถี่ถ้วน เนื่องจากการ ติดตั้งระบบ NGV ใช้งบประมาณที่ค่อนข้างสูง ในการติดตั้งผู้ประกอบการควรพิจารณาตามหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้ คือ พิจารณาประเภทของเครื่องยนต์ พิจารณาสถานีบริการ NGV และเส้นทางในการขนส่ง สุดท้ายคือ การพิจารณาผลตอบแทนการลงทุน ซึ่งการพิจารณาถึง

องค์ประกอบเหล่านี้ จะทำให้ ผู้ประกอบการเห็นถึงความเป็นไปได้ของการติดตั้งในด้านผลตอบแทนการลงทุน รวมถึงการเพิ่ม ความสามารถในการแข่งขัน

2.4.4.2 กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งแบบใหม่ หรือการใช้วิธีการขนส่งต่อเนื่องหลาย รูปแบบ (Multimodal transportation) ซึ่งเป็นวิธีการขนส่งที่ผสมผสานระหว่างการขนส่งตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป ภายใต้สัญญาหรือผู้รับผิดขอบการขนส่งรายเดียว ซึ่งโครงสร้างของระบบขนส่งสามารถ แบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ 5 แบบ คือ

2.4.4.2.1 การขนส่งทางถนน เป็นรูปแบบการขนส่งที่นิยมใช้มากที่สุด สำหรับการขนส่งภายในประเทศ

2.4.4.2.2 การขนส่งทางราง มีข้อจำกัดในด้านสถานที่ตั้ง และสถานีบริการ ต้นทุนการขนส่งต่ำ และ สามารถบรรทุกสินค้า ได้ครั้งละมาก ๆ

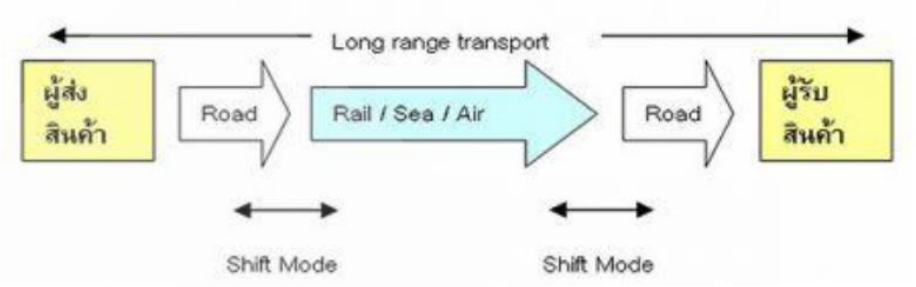
2.4.4.2.3 การขนส่งทางน้ำ สามารถขนส่งได้ครั้งละมากๆ มีต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด และเป็นการ ขนส่งหลักของการขนส่งระหว่างประเทศ

2.4.4.2.4 การขนส่งทางอากาศ ใช้สำหรับการขนส่งระยะทางไกลๆ และต้องการความเร็วสูง มีต้นทุน การขนส่งสูงที่สุด และใช้กับสินค้าที่มีราคาแพง มีน้ำหนักและปริมาณน้อย

2.4.4.2.5 การขนส่งทางท่อ ต้องมีการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่รับและส่งสินค้าที่แน่นอน

ปัจจุบันประเทศไทยใช้วิธีการขนส่งทางถนนมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการขนส่งสินค้า โดยรวมของประเทศ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานระบบการขนส่งในประเทศ ได้เอื้ออำนวยให้สามารถ ขนส่งถึงที่หมายปลายทางได้ (Door-to-door) ในขณะที่การขนส่งทางรางยังคงมีข้อจำกัดอยู่ ดังนั้นจึง ต้องมีการผสมผสานรูปแบบการขนส่งเพื่อให้สามารถทันกับการตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดย คำนึงถึงต้นทุนการขนส่งให้ประหยัดที่สุด นอกจากนี้การขนส่งทางรางยังสามารถใช้ขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ ได้จึงเหมาะกับการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ซึ่งการขนส่งสินค้า ระยะไกลจะใช้การขนส่งโดยรถไฟ และ ใช้การขนส่งโดยรถยนต์เพื่อส่งสินค้าระหว่างจุดต้นทางสินค้า กับสถานีต้นทาง และระหว่างสถานีปลายทาง กับจุดปลายทางสินค้า ส่วนระยะใกล้จะใช้การขนส่งทางถนน

นอกจากการปรับมาใช้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเพื่อประหยัดต้นทุนการขนส่ง เช่น ทางน้ำ ซึ่งประหยัดกว่าการขนส่งทางถนน 8-9 เท่า หรือทางรางซึ่งประหยัดกว่าการขนส่งทางถนน โดยประมาณ 3 เท่า การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบยังช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องการจราจรติดขัดได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.3 แสดงการขนส่งแบบหลายรูปแบบ

2.4.4.3 กลยุทธ์ศูนย์กระจายสินค้า การหาที่ตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ตามจุดยุทธศาสตร์ ต่าง ๆ ที่สามารถกระจายและส่งต่อไปยังจังหวัดใกล้เคียงหรือประเทศเพื่อนบ้าน มีการจัดระบบการขน ถ่ายสินค้าการจัดพื้นที่การเก็บสินค้า ระบบการจัดส่งสินค้า (บาร์โค้ด /สายพานลำเลียง) ระบบบริหาร คลังสินค้า มีการจัดประเภทสินค้า ที่จัดเก็บการบรรจุด้วยหน่วยมาตรฐาน (Stock Keeping Units: SKU) มีอุปกรณ์จัดวางสินค้า

การมีศูนย์กระจายสินค้า จะช่วยทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งได้เนื่องจากการขนส่งตรงถึง ลูกค้า ในต่างจังหวัดโดยไม่มีศูนย์รวบรวมพักสินค้า ตามต่างจังหวัด ที่เป็นศูนย์กลางการขนส่ง ทำให้ส่วน ใหญ่ต้องขนส่งรถเที่ยวเปล่ากลับหรือส่งสินค้า ไม่เต็มคันรถ ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยการมีศูนย์ กระจายสินค้า ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีโครงข่ายกระจายสินค้า ทำหน้า ที่รวบรวมสินค้าให้เต็มคันรถหรือ จัดพาหนะให้เหมาะสมกับจำนวน และสอดคล้องกับสถานที่ส่งมอบสินค้า อีกทั้งยังมีเครือข่ายในการ รวบรวมสินค้า หรือเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งไปสู่รูปแบบที่ประหยัดพลังงานอีกด้วย

2.4.4.4 กลยุทธ์การขนส่งสินค้าทั้งเที่ยวไปและกลับ การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งด้วยการลดการ วิ่งเที่ยวเปล่าหรือ Backhauling management เป็นการจัดการการขนส่งที่มีเป้าหมายให้ เกิดการใช้ ประโยชน์จากยวดยาน (Load utilization) เพราะการขนส่งโดยทั่วไปเมื่อส่งสินค้า เสร็จ จะตีรถวิ่งเที่ยว เปล่ากลับมา ซึ่งทำให้เกิดต้นทุนของการประกอบการเพิ่มสูงขึ้น โดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นมา นี้นับเป็นต้นทุนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Non-value added cost) และผู้ประกอบการต้องแบกรับภาระ ต้นทุนเหล่านี้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ต้นทุนการประกอบการสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม การบริหารการขนส่งเที่ยวกลับ ในปัจจุบันยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากนัก

เนื่องจากไม่ทราบปริมาณความต้องการในการขนส่งสินค้า รวมถึงจุดหมายปลายทางของสินค้า ที่สำคัญ ปริมาณความ ต้องการการขนส่งสินค้า ระหว่างต้นทางและปลายทางมักจะมีปริมาณไม่เท่ากัน การบริหารการจัดส่งเที่ยวกลับจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับการบริหารด้านข้อมูล ข่าวสาร (Information flow) ซึ่งกลุ่มผู้ประกอบการจะต้องมีการให้ความร่วมมือ การวางแผนการ พยากรณ์ความต้องการ รวมถึงการเติมเต็มสินค้า (Collaborative planning forecasting and replenishment: CPFR)

2.4.4.5. กลยุทธ์การใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการลดต้นทุนโลจิสติกส์และการเพิ่ม ประสิทธิภาพในการขนส่ง คือ ระบบบริหารจัดการการขนส่งสินค้า (Transportation management system; TMS) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวางแผนการขนส่ง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของ ธุรกิจการขนส่ง ซึ่งกิคือ ความรวดเร็วและต้นทุนที่ประหยัดที่สุด องค์ประกอบของระบบ TMS คือ การบริหารการจัดการด้านขนส่ง (Transportation manager) ซึ่งมีหน้าที่ในการวางแผนการดำเนินงานขนส่ง และอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง (Transportation optimizer) มีหน้าที่ช่วยการตัดสินใจในเรื่องการบรรทุกสินค้า และการจัดวางเส้นทางให้มีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้ข้อจำกัด ต่างๆการทำงานของระบบ TMS จะครอบคลุมตั้งแต่การจัดการใบส่งสินค้า การเลือกเส้นทางที่ ประหยัดที่สุด (Routing) การใช้รถอย่างมีประสิทธิภาพ (Utilization) การจัดตารางเดินรถ (Scheduling) การจัดสินค้า ขึ้นรถแต่ละคัน (Loading) ล้วนแล้วแต่เป็นงานที่ต้องใช้เวลาในการวางแผนค่อนข้างมาก หากต้องการให้ต้นทุนค่าขนส่งต่ำสุด ดังนั้นระบบวางแผนการจัดส่งสินค้า จึงเข้า มาช่วยทำให้ผู้วางแผน สามารถวางแผนการจัดส่งสินค้า ได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยข้อมูลจากระบบติดตามยานพาหนะอัตโนมัติ ด้วยระบบดาวเทียมบอกตำแหน่ง (Automatic vehicle location system; AVLS) และข้อมูลอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้อง TMS จะประกอบด้วยฐานข้อมูลที่สำคัญ เช่น

2.4.4.5.1 เส้นทางการวิ่งรถบรรทุก เช่น แผนที่ GPS จุดจอดพักรถ ทางอันตราย การจราจร เป็นต้น

2.4.4.5.2 กองรถบรรทุก เช่น ขนาด ประเภท อัตราการใช้ เชื้อเพลิง ระยะทางวิ่งที่เหมาะสม สำหรับรถ แต่ละคัน แต่ละประเภท เป็นต้น

2.4.4.5.3 พนักงานขับรถ เช่น ประเภทใบขับขี่เส้นทางที่ชำนาญ ช่วงเวลาที่ทำงานได้ อัตราค่าจ้าง เป็นต้น

2.4.4.5.4 ข้อจำกัดด้านกฎหมาย เช่น ระเบียบราชการสำหรับสินค้า /รถบางประเภท เส้นทาง บาง เส้นทางการขับรถให้ตรงประเภทใบขับขี่ เป็นต้น

2.4.4.5.5 จุดหลักและสถานที่แวะรับและส่งสินค้า เช่น โรงงานลูกค้า ศูนย์กระจายสินค้าของลูกค้า ทำเรือ ทำอากาศยาน ด่านศุลกากรตามขายแดน เป็นต้น

2.4.4.5.6 ระบบการรับคำสั่งจากลูกค้า เช่น ประเภทสินค้า จำนวน ต้นทาง-ปลายทาง เวลานัดหมายเป็นต้น

การเลือกใช้ระบบ TMS ต้องคำนึงถึงความสามารถในการลดค่าใช้จ่าย เวลาในการเดินทาง และ ความปลอดภัยเป็นหลัก ทั้งนี้ต้องพิจารณารวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เพื่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้และความสามารถในการใช้งานได้จริง ดังนั้นการเลือกใช้ระบบเทคโนโลยี สารสนเทศ สำหรับงานโลจิสติกส์ (E-logistics) ปัจจัยที่บริษัทควรใช้ในการพิจารณาในการตัดสินใจลงทุน ซอฟแวร์นั้นควรพิจารณาตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สามารถป้องกันหรือลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human error)

2. ทำในสิ่งที่มนุษย์ทำไม่ได้หรือทำได้แต่ใช้เวลานานมาก เช่น การประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ

3. ทำให้งานเร็วขึ้น สะดวกขึ้น และง่ายขึ้น

4. การเพิ่มมูลค่าและความได้เปรียบทางธุรกิจ จากการใช้ระบบ เพราะจะเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล และเพิ่มความรวดเร็วในการติดตามงาน

5. ความสามารถการแก้ไขซอฟแวร์ด้วยตนเอง

6. ความสามารถในการบำรุงรักษาซอฟแวร์

7. ต้นทุนในการเป็นเจ้า ของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

8. ความเข้ากันได้ของซอฟแวร์กับระบบการทำงานขององค์กร

หากผู้ประกอบการสามารถนำระบบการบริหารการจัดการขนส่งที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในกิจกรรม การขนส่งขององค์กร จะทำให้องค์กรของผู้ประกอบการสามารถบรรลุองค์ประกอบของการส่งมอบแบบ 5Rs Delivery ดังนี้

1. Right Place: ส่งมอบตรงสถานที่

2. Right Time: ตรงเวลาที่ลูกค้าต้องการ

3. Right Quantity: ตรงตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการ

4. Right Quality: สินค้าตรงตามคุณภาพที่ตกลง

5. Right Cost: การส่งสินค้า ตามราคาที่แข่งขัน

ถ้าองค์กรของคุณสามารถบรรลุการส่งมอบแบบ 5Rs Delivery จะทำให้เกิด JIT: Just in Time คือ “การส่งมอบแบบทันเวลา ถูกต้อง ถูกสถานที่ ตรงตามความต้องการภายใต้ต้นทุนที่แข่งขัน” เพื่อให้ องค์กรมีการพัฒนาประสิทธิภาพการขนส่งอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ผู้บริหารต้องตรวจติดตามโดยตลอด คือ ประสิทธิภาพในการปฏิบัตงานในการจัดส่งสินค้า และบริการ โดยองค์กรควรมีการกำหนดดัชนีวัดผลการ ปฏิบัติงาน (Key performance indicator: KPI) ซึ่ง KPI ที่นิยมใช้วัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานด้าน การขนส่ง ได้แก่

1. On-Time Deliveries
2. Damage
3. Demurrage (Delay)
4. Assessorial (Evaluation)
5. Appointments
6. Freight Bill Accuracy

ในการกำหนด KPI สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอคือ ควรจะวัดให้ครบทุกมิติของโลจิสติกส์ มิใช่วัด เฉพาะด้านต้นทุนเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการกำหนด KPI ที่ดี ต้องครอบคลุมในเรื่องต่างๆ ดังนี้

Flexibility, Efficiency, Ability และ Responsiveness และที่สำคัญอย่างยิ่งที่ไม่ควรลืม คือ ความปลอดภัยในการขนส่ง

2.5 ทฤษฎีการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) เป็นการแก้ปัญหาเพื่อในการตัดสินใจ เช่น ระยะทางที่สั้นหรือเหมาะสมที่สุด โดยมีเมืองหรือ จำนวนจุดที่ต้องเดินทางเป็นจำนวน N เมือง หรือ N จุด เริ่มต้นจากเมืองใดเมืองหนึ่งตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น กำหนดให้เริ่มต้นจากเป็นแหล่งที่งของศูนย์กระจายสินค้า หรือเริ่มต้นจากสำนักงานกลาง เป็นต้น จากนั้นพนักงานขายเดินทางต่อโดยจะตั้งผ่านเมืองทุกเมือง N เมือง แล้วจึงกลับมายัง เมืองเริ่มต้น ยกตัวอย่างเช่น พนักงานขายต้องเดินทางไปพบลูกค้าเพื่อน่าเสนอสินค้าทั้งหมด 9 ราย มี สำนักงานของบริษัทหลักอยู่ที่เมืองที่5ลักษณะเส้นทางจะเป็น5-2-8-3-9-7-1-4- 6-5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเริ่มต้นจากเมืองที่

กำหนดตามเงื่อนไขของการเดินทางเริ่มต้นจากสำนักงานของ บริษัท แล้วเดินทางต่อไปยังเมืองที่ 2, 8, 3, 9, 7, 1, 4, 6 และวนกลับมายังเมืองเดิม คือ เมืองที่ 5

ตัวแบบคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิมสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายประกอบด้วย ดัชนี พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจสามารถแสดงได้ ดังนี้

i'j หมายถึง ลูกค้ารายที่ i หรือ] โดยที่ i,j = 1...k

พารามิเตอร์

Cij หมายถึงต้นทุนในการเดินทางของลูกค้า i ไปลูกค้า j

k หมายถึงจำนวนลูกค้า

s หมายถึงจำนวนลูกค้าที่อยู่ในเส้นทาง

v หมายถึงจำนวนลูกค้าทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ xij

1: เมื่อมีการเดิน,ทาง'จาก i ไป j

0: เมื่อไม่มีการเดินทางจาก i ไป j

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับกรณีที่ไม่มีข้อจำกัดทางด้านทรัพยากร

สมการเป้าหมาย

$$\sum_{i \neq j} C_{ij} X_{ij}$$ สมการที่ 1

สมการขอบข่าย

$$\sum_{j=1}^{k} X_{ij} = 1 \; \forall i = 1 \ldots k$$ สมการที่ 2

$$\sum_{j=1}^{k} X_{ij} = 1 \; j = 1 \ldots k$$ สมการที่ 3

$$\sum_{i,j \in S}^{k} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad S \subset V, 2 \leq |S| \leq k-2$$ สมการที่ 4

สมการที่ 1 แสดงต้นทุนการเดินทางจากเมือง i ไปเมือง j และสมการที่ 2 แสดงการเดินทางออกจากเมือง i ใดๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (เมืองใดเมืองหนึ่งเดินทางออกได้เพียงครั้งเดียว) ในขณะที่สมการที่ 3 มีการเดินทางเข้าเมือง i ได้เพียงครั้งเดียว เมื่อสมการที่ 4 เป็นสมการป้องกันการเกิดการ

เดินทางย่อย (Subtour) การเกิดการเดินทางย่อยหมายความว่า การเดินทางเริ่มต้นจากเมือง ใดเมืองหนึ่ง แต่เดินทางไม่ครบทำให้เกิดทัวร์ย่อยขึ้น เช่น 1-2-3-4-1 และ 5-6-7-8-5 ทุกเมืองเดิน ทางเข้าและออก อย่างละ 1 ครั้ง

ตามสมการที่ 2 และ 3 เมื่อมีสมการที่ 4 จะสามารถป้องกัน ปัญหานี้ได้เมื่อในเส้นทางใดๆ ที่มีเมืองน้อยกว่าจำนวน n จะทำให้เกิดเส้นทางการเดินเท่ากับจำนวน เมืองที่มี ทำให้สมการที่ 4 ไม่เป็น จริง

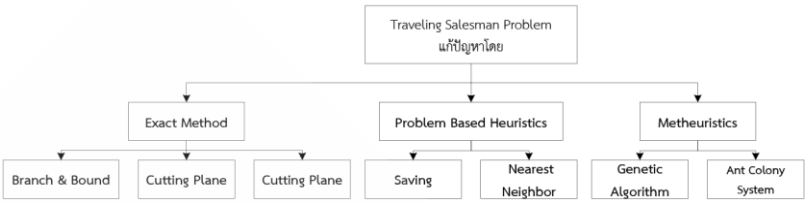
2.5.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบมมีช่วงเวลา (Periodic Traveling Salesman Problem, PTSP) เป็นการพิจารณาเส้นทางกับช่วงเวลาใดๆ ตามความต้องการของลูกค้า ที่มีลักษณะเป็นคาบเวลา ในช่วงเวลาที่พิจารณา โดยกำหนดจำนวนของเวลาที่กำหนดให้เป็น “m-day planning period” ในเมือง นั้นไม่จำเป็นต้องเยี่ยมครั้งเดียวในแต่ละวัน แทนที่แต่ละเมืองถูกกำหนด โดยจัดลำดับของวันที่เยี่ยม และวันที่เยี่ยมได้ถูกมอบหมายไปยังเมือง โดยการเลือกหนึ่งเมืองของลำดับ เมืองต่างๆ ปัญหาการ เดินทางแบบมีช่วงเวลาสามารถถูกพิจารณาเป็นปัญหาของการตัดสินใจอย่าง เลียนแบบของวันที่ เดินทางไปแต่ละเมือง และออกแบบ “m tours” แต่ละการเชื่อมโยงของเมืองไป ยังเมืองที่ได้ถูกเยี่ยมชม ในวันนั้น จุดประสงค์เพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดของพนักงานขายเพื่อทำให้ ทุก “m tours”

Hamzadayi ได้เสนอตัวแบบคณิตศาสตร์ลำหรับปัญหาการเดินทางของ พนักงานขายของ ดังต่อไปนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Minimize } \sum_{t=1}^{T} \sum_{i,j=1}^{N} d_{ij} X_{ij} \qquad \text{สมการที่ 5}$$

ปัจจุบันปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ได้รับความสนใจแก่ผู้วิจัยเพื่อจำนวน มาก ซึ่ง ใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างออกไป ขึ้นกับอยู่เงื่อนไขต่างๆ ในแต่ละปัญหาและมี ข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกันไป โดยการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย แบ่งเป็น 3 กลุ่ม [14] แสดงดัง ภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.4 แสดงวิธีการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

การหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Solution Algorithm) วิธีนี้จะไม่สามารถ แก้ปัญหาที่ความซับซ้อนด้วยข้อจำกัดของในเรื่องขนาดหรือเวลาในการคำนวณเกิดเป็นคำตอบ จึงได้ คำตอบที่มีความกว้างเกินไป ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch & Bound Algorithms) เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ ซึ่งต้องมีการผ่านจุดให้ครบ ทุกจุดโดยไม่สนใจลำดับในการผ่าน โดยอัลกอริทึมจะใช้การลดค่าเมตริกในการคำนวณหาขอบเขต (Bound) เมตริกที่มีค่าขอบเขตที่น้อยที่สุดจะทำการแตกกิ่ง (Branch) ซึ่งวิธีนี้จะสามารถหาเส้นทางที่ เหมาะสมที่สุด เหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดเล็กเนื่องจากต้องใช้หน่วยความจำและเวลาในการ คำนวณมาก

วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการตัดระนาบ (Cutting plane) สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดเมือง 49 เมืองและได้คำตอบที่ดีที่สุด

Column Generation เป็นการคำตอบด้วยวิธี Linear Programming โดยใช้วิธีการซิมเพล็กซ์ในการหาคำตอบ

กลุ่มของวิธีการที่สามารถใช้แก้ปัญหาเฉพาะปัญหาเท่านั้น (Problem Based Heuristics) ได้แก่

Saving Heuristics จะเป็น'วิธีทีทำให้ได้คำตอบที่ดีพอใช้ภายในระยะเวลาที่ไม่นานมาก

Nearest-neighbor Heuristic สามารถเริมต้นจาก Node ไหนก็ ได้ จากนั้นเชื่อมต่อกับเมืองที่อยู่ใกล้ที่สุด จากนั้นก็เชื่อมจุดนั้นต่อไปยังที่ต่อไปที่อยู่ใกล้ที่สุด เชื่อมต่อ แบบนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกเมือง และสุดท้ายวนมายังจุดเริ่มต้น ซึ่งวิธีการนี้จุดเริ่มต้นจะมีผลต่อคำตอบ

เมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) เป็นการหาคำตอบโดยการประมาณ (Approximate Algorithm) เป็นวิธีการที่มีความรวดเร็วในการคำนวณ โดยส่วนมากจะให้คำตอบที่ ดิกว่ากลุ่ม Problem Based Heuristic เพราะเป็นวิธีการเพิ่มเติมมาจากกลุ่มที่ 2 แต่วิธีการในกลุ่มนี้ จะมีความซับซ้อนกว่าจึงให้คำตอบที่ดิกว่า [15] ตัวอย่างวิธีการในกลุ่มนี้ ได้แก่

อาณาจักรมด (Ant Colony Optimization) เป็นการได้รับแรง บันดาลใจมาจากพฤติกรรมของมด ผู้ออกแบบวิธีการจึงจำลองพฤติกรรมนี้โดยในปัญหาการเดินทาง ของพนักงานขาย (TSP) เริ่มต้นจากการเดินทางจากเมืองหนึ่งไปยังเมืองต่างๆ จนครบทุกเมือง จะได้ ระยะทางรวมทั้งหมด หากระยะทางเดินทางนี้สั้น จะวางปริมาณพีเโรโมนไว้มาก หากระยะทางที่ได้ ยาว จะวางพีเโรโมนไว้น้อย

วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการหาคำตอบโดยอาศัยรูปแบบกลไกการ คัดสรรพันธุกรรมจากธรรมชาติ ซึ่งพันธุกรรมที่ดิเสมือนคำตอบที่ดิ จะสามารถอยู่รอด และถูก ถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูก รุ่นหลานต่อไปได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นคร ไชยวงศ์ศักดา และคณะ (2558) การศึกษาการจัดเส้นทางในการขนส่ง โดยการแบ่งเขตพื้นที่ ทำให้ลูกค้ามีการจัดกลุ่มอยู่ใกล้ๆกัน จะช่วยให้ ปัญหาในการจัดเส้นทางมีขนาดเล็กลง ทำให้การจัดโดยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึมทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น และเมื่อนำเอา เส้นทางแต่ละเส้นทางมาจัดโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงที่ใช้ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งจะได้ระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทาง จะทำให้ได้ระยะทางใน แต่ละเส้นทางสั้นลงหรืออย่างน้อยจะเท่ากับเส้นทางเดิม ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ มีเส้นทางที่มีระยะทางเท่าเดิม 3 เส้นทางและสั้นลง 3 เส้นทาง สามารถลดระยะทางใน เส้นทางตัวอย่างได้จากเดิม 41,537 เมตร เหลือ 39,810 เมตร ลดลง 1,727 เมตร คิดเป็น 4.16% ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดเส้นทางในการขนส่ง สินค้าต่างๆที่มีข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการบรรทุกของ ยานพาหนะ ไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง และปริมาณความต้องการของลูกค้ามีค่าคงที่ นอกจากนี้ยังมิ ข้อจำกัดในกรณีที่ลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ต้องการให้ส่งสินค้าก่อนกำหนด หรือยังไม่ต้องการให้ส่ง สินค้า ทำให้เส้นทางที่จัดไว้นี้ไม่สามารถใช้ได้

พโรจน์ แสนดี และคณะ (2557) ได้ศึกษาเส้นทางเดินรถในการเคลื่อนย้ายผู้ประสบอุทกภัยออกจากพื้นที่อันตรายเมื่อระดับน้ำสูง กรณีศึกษา : ตำบลลาดสวาย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี เพื่อให้ได้เส้นทางการเดินรถที่มีระยะทางในการอพยพรวมต่ำที่สุด โดยพื้นที่กรณีศึกษาดัดเลือกมาจากบริเวณที่มีปัญหาน้ำท่วมรุนแรงในปี 2554 ได้แก่ ตำบลลาดสวาย อำเภอลาลูกกา จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีประชากร 46,921 คน โดยสัดส่วนผู้อพยพคิดเป็น 10% ของจำนวนประชากร แบ่งโซนในการ อพยพออกเป็น 6 โซน ซึ่งการหาเส้นทางที่เป็นคำตอบได้ใช้วิธีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่มก่อนจัด เส้นทาง(Cluster - Firdt Route - Second) และวิธีการเปรียบเทียบการประหยัด(เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)) ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเปรียบเทียบการประหยัด (เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)) ให้เส้นทาง การอพยพ เป็นระยะทางรวม 909.39 กิโลเมตรและมีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 9,093.90 บาท ในขณะที่ วิธีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่มก่อนจัดเส้นทาง (Cluster -Firdt Route - Second) ให้เส้นทาง การ อพยพ เป็นระยะทางรวม 1,442.73 กิโลเมตรและมีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 14,427.30 บาท โดยวิธีการเปรียบเทียบการประหยัด สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่มก่อนจัดเส้นทาง ได้เท่ากัน 5,333.40 บาท

ขนิษฐา รัตนพงษ์พร และ จิราพร ระโทฐาน (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดเส้นทางสำหรับ การให้บริการรับ-ส่งของรถยก: กรณีศึกษา หจก. สินชัย ออโต้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเส้นทางให้ ระยะทางโดยรวมต่ำสุด โดยการเปรียบเทียบระยะทางในการให้บริการรับ-ส่งของรถยกและประเภทของ รถยกที่เหมาะสมในการให้บริการแก่ลูกค้า ผลการวิจัยเปรียบเทียบให้เห็นว่าวิธีฮิวริสติกสามารถลด ระยะทางได้ดีกว่าการใช้เส้นทางการให้บริการรับ-ส่งของรถยกแบบเดิม โดยพบว่าในวันที่มีการให้บริการ น้อยที่สุด ระยะทางลดลงร้อยละ 15.59 ส่วนในวันที่มีการให้บริการมากที่สุด ระยะทางลดลงร้อยละ 32.04 เป็นการเทียบกับการให้บริการในเส้นทางเดิม

พรพรรณ โตโภชนพันธุ และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2558) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางการเดินรถ เพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้ต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดในการบรรทุกสินค้า : กรณีศึกษาบริษัทจำหน่าย สินค้าประเภทอุปโภคบริโภค โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่ง สินค้าประเภทอุปโภคบริโภคของบริษัท กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดระยอง โดยเป็นศูนย์กระจายสินค้า ที่ทำการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่างๆ จำนวน 77 จุด ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการ บรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่

น้อยที่สุด และส่งผลให้มี ค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งลดลง โดยในอดีตพบว่า การจัดเส้นทางแบบเดิม มีการจัดเส้นทางการเดินรถที่ ใช้ประสบการณ์ของบุคลากรเป็นหลัก อาจจะมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีพอ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้เลือกการ แก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ วิธีฮิวริสติกส์ โดยใช้วิธีมูลค่าประหยัด (Savings) ของ Clarke and Wright มาสร้างแบบการจัดเส้นทางการเดินรถเบื้องต้น และค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถ (Fuel Consumption Rate) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงเส้นทางช่วย ในการจัดเส้นทางการเดินรถเพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

ณัตพร ไชยเสนา (2560) การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเทคนิคการจัดเส้นทางการขนส่งด้วย 1 วิธีการเมค้าริวิสติกส์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้กบบริษัทกรณีศึกษาและนำมาช่วยในการลด ระยะทางในการขนส่งให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด ผู้วิจัยได้มีการออกแบบจำลองและปรับปรุงให้ใกล้เคียง สอดคล้องกับปัญหาจริง โดยนำเทคนิควิธีการเมค้าฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลับจุดส่งทีละ 3 จุด (3- OPT)ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าโดยได้นำหลักการ เมค้าฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลับจุด 3 จุด 3-OPT มาประยุกต์กับโปรแกรมจัดเส้นทางที่เขียนชุดคำสั่ง ลงบนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) และทำงานบนโปรแกรม Microsoft Excel และดึงข้อมูลระยะทางด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่าง 7 ชุดข้อมูลระหว่างวันที่ 6 -12 พฤศจิกายน 2560 ทดลองจัดเส้นทางด้วยวิธี 3-OPT โดยเลือกรถบรรทุก ประเภท 6 ล้อกลาง ผลที่ได้จากการทดลองสามารถลดระยะทางขนส่งรวมจากเดิม 5,005.93 กิโลเมตร เหลือเพียง 4,512.11 กิโลเมตร โดยสามารถลดระยะทางจากเดิมลง 493.82 กิโลเมตร และ ยังสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลงได้ 7 วัน 12,389.94 บาท

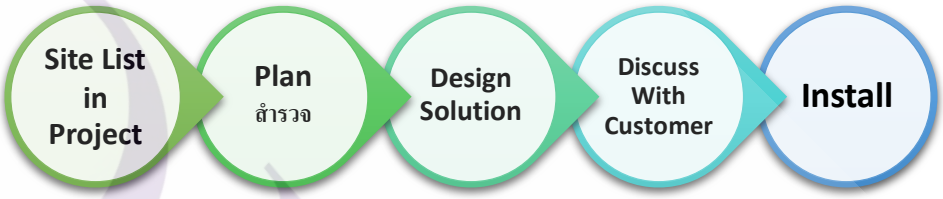
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยเรื่อง การจัดเส้นทางเดินรถเพื่อลดต้นทุนการออกสำรวจหน้างาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะรูปแบบปัญหาและกระบวนการการวางแผนเส้นทางการเดินรถโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม (เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้ ครอบคลุมและตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 กระบวนการในการดำเนินงานติดตั้ง

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการออก สำรวจ พื้นที่งานติดตั้งของ บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินงาน รับเหมาติดตั้งงานออกแบบงานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร และเป็น Vendorอุปกรณ์สถานีส่งสัญญาณโทรคมนาคม ให้กับทางกลุ่มลูกค้าบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยใน การดำเนินการติดตั้งจะมีขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงกระบวนการในการดำเนินงานติดตั้ง

1. Site list in Project ทั้งหมดจากลูกค้า คือ บริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยชื่อ Site จะถูกกำหนดเป็น Site code เช่น CBI0001 คือจังหวัดชลบุรี Site ที่ 0001
2. Plan สำรวจ เตรียมรายละเอียด Site name , Latitude and Longitude และทำการเก็บข้อมูลที่Site โดยเก็บข้อมูลดังนี้ สำรวจ Checklist , Site Location , Equipment Room ,Power Transmission , Antenna

ภาพที่ 3.2 แสดงรูปจากการ สำรวจ

3. Design solution สำหรับติดตั้งหน้างาน โดยทีม Installation Engineer

Site ID	Rollout Onl	Activity	Syste	RAN Lookup	RAN ID	IE Propose /DTAC RPO Confirm
BKK5956	Yes	Add Sector	UL21	BKK5956UL21Add Sector	BKK5956-UL21_CAP	1.Replace exist (U21+L23):SD ant to new 1*AMB4519R6v06 ant on exist mount for combine (UL21+L23):SD/SE at H=21m Dir 320.(Add 4*Diplexer(Double Unit) for combine) 2.Install new 1*RD4418 on exist rail (with RD4418_L23:SC,SD) for L23:SE. 3.Install new 1*RD2219 on pipe behind new ant(with RD2217_UL21:SD) for UL21:SE.(Add 1*Rail 300mm for support) 4.Reuse BB5216 for new L23 in rectifier. 5.Reuse BB5216 for new UL21 in rectifier.(Cascade RRU UL21) 6.Install new DCPDB at verticall ladder for UL21,L23. 7.Use 1*CB 125A(F1) in rectifier for new DCPDB.

ภาพที่ 3.3 แสดงการ Design Solution

4. Discuss with Customer นำ Solution confirm กับลูกค้าเพื่อรับการ Approved ให้ติดตั้ง
5. Install เตรียมเบิกของเพื่อ ออกติดตั้งหน้างานจริง

3.2.1 ขั้นตอนการออก สำรวจ หน้างาน

3.2.1.1 รับ Site list งานติดตั้งจากลูกค้า บริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ 3.1 แพลน สำรวจ Site list เดือนมกราคม พศ.2563

Site	Cluster	Month	Week	Year	LATITUDE	LONGITUDE
CBI0013	CBI	January	Week 1	2020	12.863611	100.895833
CBI0014	CBI	January	Week 1	2020	12.811111	100.916388
CBI0264	CBI	January	Week 1	2020	12.935	100.9525
CBI0291	CBI	January	Week 1	2020	12.943055	100.894722
CBI0317	CBI	January	Week 1	2020	12.929486	100.88539
CBI0318	CBI	January	Week 1	2020	12.968888	100.910833
CBI0354	CBI	January	Week 1	2020	12.951944	100.883333
CBI0359	CBI	January	Week 1	2020	12.936111	100.883611
CBI1138	CBI	January	Week 1	2020	13.36611	101.27589
CBI0058	CBI	January	Week 1	2020	12.689722	100.974166
CBI0074	CBI	January	Week 2	2020	12.667777	100.932777
CBI0087	CBI	January	Week 2	2020	12.655833	100.887777
CBI0126	CBI	January	Week 2	2020	12.623611	100.916111
CBI0155	CBI	January	Week 2	2020	12.688604	100.982216
CBI0218	CBI	January	Week 2	2020	12.873888	100.918333
CBI0428	CBI	January	Week 2	2020	13.118888	101.032222
CBI0516	CBI	January	Week 2	2020	13.294166	100.925277
CBI0622	CBI	January	Week 2	2020	13.171666	100.958611
CBI0066	CBI	January	Week 2	2020	13.017777	100.931388
CBI0073	CBI	January	Week 2	2020	13.414166	101.330833
CBI0405	CBI	January	Week 3	2020	12.960555	100.921111
CBI0426	CBI	January	Week 3	2020	12.974444	100.918055
CBI0504	CBI	January	Week 3	2020	12.943888	100.953888
CBI0051	CBI	January	Week 3	2020	13.2975	101.360277
CBI0088	CBI	January	Week 3	2020	13.521111	101.209166
CBI0115	CBI	January	Week 3	2020	13.400277	101.405277
CBI0304	CBI	January	Week 3	2020	12.909444	100.897777
CBI0336	CBI	January	Week 3	2020	12.878055	100.8875
CBI0345	CBI	January	Week 3	2020	12.921944	100.878055
CBI0379	CBI	January	Week 3	2020	12.756388	100.886388
CBI0290	CBI	January	Week 4	2020	12.924166	100.875555
CBI0300	CBI	January	Week 4	2020	12.825277	100.9175
CBI0389	CBI	January	Week 4	2020	12.919722	100.920277
CBI0410	CBI	January	Week 4	2020	12.845617	100.919219
CBI0491	CBI	January	Week 4	2020	12.792222	100.916666
CBI0506	CBI	January	Week 4	2020	12.828611	100.961111
CBI0521	CBI	January	Week 4	2020	12.917222	100.885555
CBI0243	CBI	January	Week 4	2020	13.104177	101.071384
CBI0250	CBI	January	Week 4	2020	13.171944	100.933055
CBI0277	CBI	January	Week 4	2020	13.147222	100.935833

3.2.1.2 ทำหนังสือขอเบิกกุญแจเข้าปฏิบัติงานยังสถานีส่งสัญญาณต่างๆ

บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด
เลขที่ 319 อาคารชัยชุมสุรี ชั้น 41 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
ทะเบียนเลขที่ / เลขที่ประจำตัวผู้เสียภาษี 0105549034548

dtac TriNet co, Ltd.
319 Chamchuri Square Building, 41st Floor, Phayathai Road, Pathumwan, Pathumwan, Bangkok Thailand 10330
Registration Number / TAX ID Number 0105549034548

ที่ DTN_RSAQ 0017 / 2562

8 มกราคม 2562

เรื่อง การตั้งตัวแทนบริษัทฯ

เรียน ผู้ให้เช่าเข้าของอาคาร

ตามที่ บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (บริษัท ฯ) ซึ่งได้รับใบอนุญาตจากการคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ให้ดำเนินการให้บริการด้านโทรศัพท์เคลื่อนที่ DTAC เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทฯ ในเรื่องการพัฒนาคุณภาพของสัญญาณให้ได้รับบริการที่ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่ใช้บริการ

ทางบริษัทฯ จึงใคร่ขออนุญาตเข้าดำเนินการสำรวจ ออกแบบ และติดตั้ง เพื่อปรับปรุงคุณภาพสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ความถี่ระบบ DTAC ซึ่งตั้งอยู่ภายในอาคารของท่าน ดังนั้นทางบริษัทฯ ขอแต่งตั้ง บริษัท ERICSSON (Thailand) Co., Ltd. เป็นตัวแทนของบริษัทฯ ในการเข้าดำเนินการสำรวจ ออกแบบ ติดตั้ง และปรับปรุงอุปกรณ์ รับ-ส่งสัญญาณ เพิ่มเติมภายในพื้นที่ของท่าน ภายใต้ขอบเขตที่ได้รับมอบหมายโดยสมบูรณ์จนกว่าจะเสร็จสิ้น ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2562 – 31 ธันวาคม 2562 โดยบริษัท ERICSSON (Thailand) Co., Ltd. เป็นผู้จัดทำแผนงานเข้าดำเนินการติดตั้ง และสามารถประสานงานเรื่องการเข้าติดตั้งกับท่านได้โดยตรง โดยแล้วเสร็จ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด
dtac TriNet co, Ltd.

(นายปรีชา พงศ์วิสุทธิ์ศักดิ์)
ผู้ช่วยผู้อำนวยการหน่วยงานสรรหาพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม
กลุ่มงานแทคโนโลยี

ภาพที่ 3.4 แสดงตัวอย่างหนังสือเข้าอนุญาตเข้าปฏิบัติงานยังสถานีส่งสัญญาณ

3.2.1.3 ติดต่อเข้ารับกุญแจเข้าปฏิบัติงาน ณ สถานีชุมสายส่งสัญญานบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี

3.2.1.4 ทีม สำรวจ เข้าปฏิบัติงาน เก็บข้อมูลสำรวจ check list และเก็บรูปถ่ายภายในบริเวณสถานีส่งสัญญาณ

3.2.1.5 ทีม สำรวจ upload สำรวจ check list และรูปถ่ายเข้าระบบของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด

3.3 กำหนดตัวชี้วัดสำหรับขั้นตอนที่ต้องการปรับปรุง

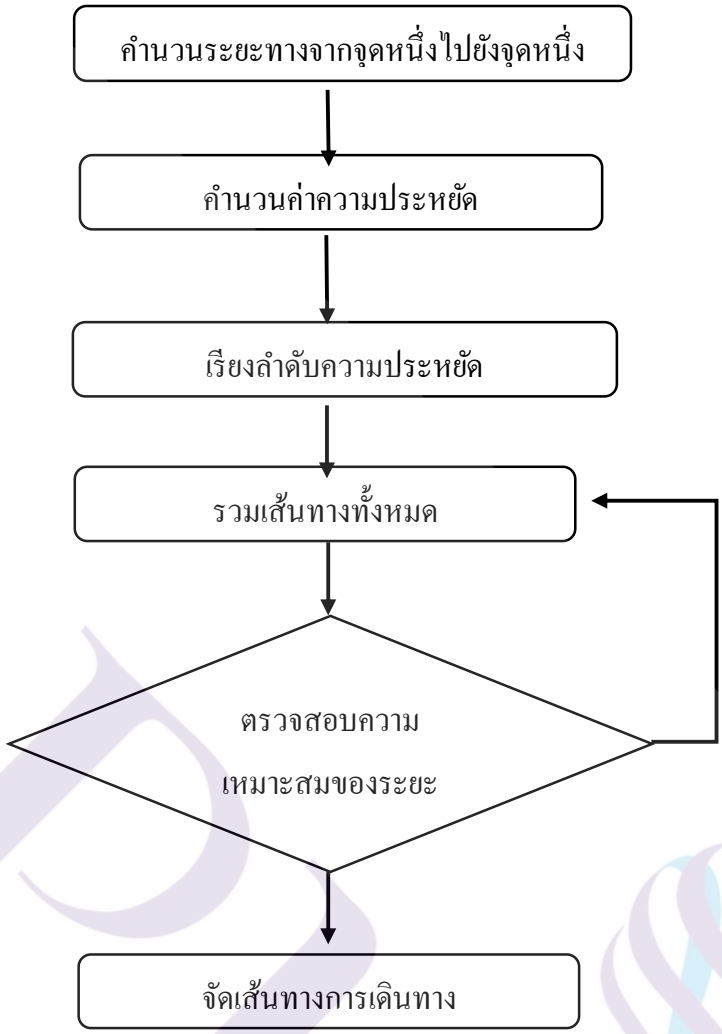
จากการศึกษากระบวนทำงาน ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลงาน สำรวจ หน้างานสำหรับติดตั้งสัญญาณคลื่นความถี่ 2300 MHz บนสถานีส่งสัญญาณเดิมของ Vendor เจ้าอื่น ในพื้นที่ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี โดยในพื้นที่ดังกล่าว ทางบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ไม่มีข้อมูลเก่าสำหรับนำมาออกแบบเพื่อติดตั้งสัญญาณคลื่นความถี่ใหม่ ด้วยระยะเวลาที่จำกัดและการเร่งงานติดตั้งทำให้ทีม สำรวจ ต้องเร่งทำงานแข่งกับเวลา ทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเทคนิคการจัดการเส้นทางในการปฏิบัติงานโดยนำ เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ แก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) มาเป็นเครื่องมือเพื่อทำการจัดเส้นทางเดินรถและลดระยะทางให้ได้มากที่สุด

3.4 วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการทำงาน

สำหรับปัญหาของกรณีศึกษานี้ พบว่าขั้นตอนใน การในการออก สำรวจ งานแต่ละจุดนั้นยังไม่ได้นำหลักการวิชาการมาใช้ในการจัดสรรเส้นทางการเดินรถให้คุ้มค่าอาศัยเพียงความคุ้นเคยของทีมสำรวจ ที่จัดเส้นทางการเดินรถเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้คำนึงถึง ระยะทางและจำนวนไซต์งานในแต่ละวัน ใช้หลักการสถานที่ใกล้ไปด้วยกัน โดยไม่พิจารณา หลักเกณฑ์ใดๆทั้งสิ้น อาศัยเพียงความชำนาญของทีมเวอร์เวย์เท่านั้น ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการใช้ ทรัพยากรในแต่ละเที่ยวอย่างไม่คุ้มค่า

3.5 ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

3.5.1 การวางแผนเส้นทางการ โดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม(Saving Algorithm) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้



คำนวนระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หน่วยเป็น กิโลเมตร

3.5.1.1 คำนวณค่าความประหยัดของระยะทางของแต่ละจุดที่เกิดจากการรวมเส้นทาง กำหนดให้ Sij แทนค่าความประหยัดของระยะทางในการขนส่งขยะระหว่างจุด i และจุด j โดยที่ Sij = ค่า Saving จากโหนด i ไปโหนด j $d_{O,i}$ = ระยะทางจาก 0 (จุดเริ่มต้น)ไปโหนด i $d_{O,j}$ = ระยะทางจาก 0 (จุดเริ่มต้น) ไป โหนด j $d_{i,j}$ = ระยะทางจาก โหนด i ไปโหนด j ค่าความประหยัดสามารถคำนวณได้ดังนี้ $S_{ij} = (d_{O,i} + d_{O,j}) - d_{i,j}$ หากต้องการพิจารณารวมเส้นทางที่จุดรับ 1 และ จุดรับ 2 เข้าด้วยกัน จะได้ค่าความประหยัดเท่ากับ $S_{ij} = (d_{0,i} + d_{0,j}) - d_{i,j}$ แสดงว่าหากมีการรวมเส้นทางสองจุดรับนี้จะประหยัดได้จากเดิม

3.5.1.2. เรียงลำดับค่าความประหยัด Sij จากมากไปหาน้อย

3.5.1.3 รวมเส้นทางของจุดรับขยะจากจุดรับ i และจุดรับ j ที่มีค่าความประหยัดสูงสุดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

3.5.1.4 ทำซ้ำจนกระทั่งจัดเส้นทางเดินรถได้ครอบคลุม Site ที่ต้องไปทั้งหมด

3.5.1.5 รวมระยะการเดินทางเป็นระยะการเดินทางรวมของเส้นทางนั้น

3.5.2 การวางแผนเส้นทางการโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ศึกษาเล้นทางการเดินทางพร้อมทั้งศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งกำหนดขอบเขต
3. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทาง พร้อมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเดินทาง
5. ใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems: TSP) เพื่อจัดเส้นทางการเดินทางและใช้วิธีวิธีการค้นหาแนวลึก (Depth-First-Search) เพื่อหาเส้นทางการเดินทางทั้งหมดที่เป็นไปได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลการวางแผนการเดินทาง
6. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างรูปแบบการเดินทาง แบบเดิมกับเส้นทางการเดินทางที่มีการวางแผนใหม่
7. สรุปผลการแก้ปัญหาและนำเสนอผลการวิจัย

3.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

เมื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาจากสาเหตุหลักแล้วทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่าง เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ถึงความแตกต่างของระยะทางก่อนการปรับปรุงและหลังปรังปรุง โดยใช้เครื่องมือแผนภูมิแท่ง แสดงรายละเอียดเปรียบเทียบ ระยะทาง (กิโลเมตร)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ใบบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานปรับปรุงกระบวน การจัดเส้นทางเดินรถเพื่อลดต้นทุนการออกสำรวจหน้างาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

กำหนดขั้นตอนในการปรับปรุงโดยศึกษาขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการ ด้วยเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ออกแบบฐานข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณเส้นทาง และทำการทดลองการจัดเส้นทางการเดินรถ

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างการเดินรถแบบเดิมกับการจัดเส้นทางการเดินรถด้วย แผนภูมิแท่ง (Control)

4.1 กำหนดขั้นตอนในการปรับปรุงโดยศึกษาขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการด้วยเครื่องมือเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

จากการศึกษาข้อมูลการออกสำรวจพื้นที่งานติดตั้งของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ในเดือน มกราคม 2563 มีการออกสำรวจตามจุดต่างๆ จำนวน 10 Site/สัปดาห์ และสถานที่เริ่มต้นคือสถานีชุมสายส่งสัญญานบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี 1 แห่ง โดยรายละเอียดของ Site ต่างๆจะแสดงเป็นรหัสชื่อย่อ เช่น CBI0001 ทางผู้ศึกษาได้ทำการค้นหาระยะทางระหว่างพิกัดที่ตั้ง 2 จุด โดยใช้เครื่องมือแผนที่ทางภูมิศาสตร์คือ Google Map ซึ่ง สามารถเข้าถึงได้จาก Website https://maps.google.co.th ซึ่งระยะทางที่ทางผู้วิจัยใช้เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำมาปรับปรุงเส้นทางและตารางเดินรถใหม่นั้นได้วิเคราะห์เส้นทางที่ใกล้เคียงกับการเดินรถของบริษัทในปัจจุบันให้ได้มากที่สุด ซึ่งทางผู้ศึกษาได้นำข้อมูลมาจัดทำเป็นตารางระยะทาง Matrix ตัวอย่างตารางระยะทาง Matrix เป็นดังตารางที่ ตารางระยะทางระหว่างสถานีชุมสายส่งสัญญา

นบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรีและพิกัดของ Site ต่าง ๆสำหรับข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ผู้วิจัยได้ค้นคว้าจาก Google Map โดยจะใช้เวลาที่ใกล้เคียงกับการเดินทางจริงที่สุด เช่นเวลาในการเดินทางโดยเริ่มในช่วง 8.30 น. ของวันทำงานปกติ จากนั้นนำข้อมูลมาทำเป็นตารางระยะทาง Matrix ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

	ระยะทาง (Km)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DTAC	CBI0013	CBI0014	CBI0264	CBI0291	CBI0317	CBI0318	CBI0354	CBI0359	CBI1138	CBI0058
DTAC	0	52.4	80.8	47	42	44.9	38.4	43.2	44.6	58.8	77.1
CBI0013	52.4	0	8.3	14.2	11	9.9	14.5	13.4	11.2	91	35
CBI0014	80.8	8.3	0	28	15.8	14.7	14.7	18.2	16	96.6	23
CBI0264	47	14.2	28	0	9.1	10.5	8.1	9.6	11.1	78	39.3
CBI0291	42	11	15.8	9.1	0	2.5	5.2	2.1	3.6	82.5	41.1
CBI0317	44.9	9.9	14.7	10.5	2.5	0	7	3.4	1.9	84.2	42.8
CBI0318	38.4	14.5	14.7	8.1	5.2	7	0	4.8	6.3	80.6	39.2
CBI0354	43.2	13.4	18.2	9.6	2.1	3.4	4.8	0	2.5	83.2	41.8
CBI0359	44.6	11.2	16	11.1	3.6	1.9	6.3	2.5	0	84	42.6
CBI1138	58.8	91	96.6	78	82.5	84.2	80.6	83.2	84	0	88.7
CBI0058	77.1	35	23	39.3	41.1	42.8	39.2	41.8	42.6	88.7	0

ตารางที่ 4.2 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

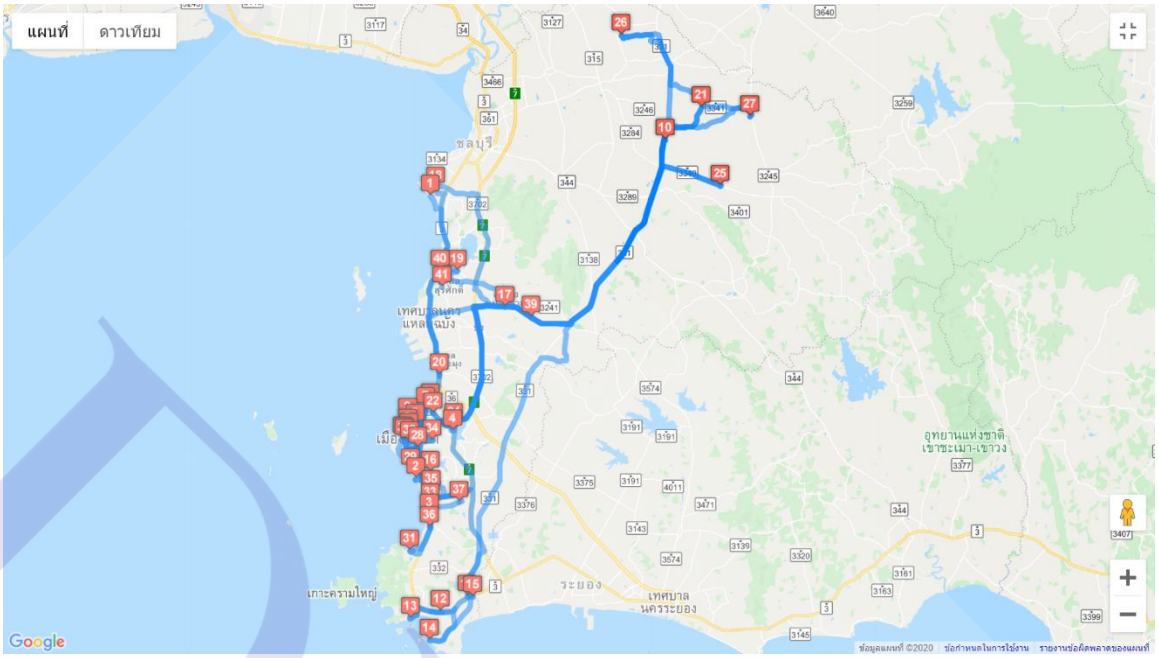
	ระยะทาง (Km)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DTAC	CBI0074	CBI0087	CBI0126	CBI0155	CBI0218	CBI0428	CBI0516	CBI0622	CBI0066	CBI0073
DTAC	0	85.5	85.6	87.7	77.1	51.4	29.3	2.9	16.2	33	67.4
CBI0074	85.5	0	8	11.5	7	32	67.3	86	67.3	49.7	106
CBI0087	85.6	8	0	18.5	14	30	70.4	89.1	70.4	43.2	124
CBI0126	87.7	11.5	18.5	0	11.9	41.9	72.4	91.1	72.4	54.9	111
CBI0155	77.1	7	14	11.9	0	31.4	61.9	80.7	61.9	44.4	101
CBI0218	51.4	32	30	41.9	31.4	0	45.3	54.4	45.3	18.5	99.3
CBI0428	29.3	67.3	70.4	72.4	61.9	45.3	0	31.9	12.8	23.4	57.7
CBI0516	2.9	86	89.1	91.1	80.7	54.4	31.9	0	17.7	34.4	61.7
CBI0622	16.2	67.3	70.4	72.4	61.9	45.3	12.8	17.7	0	22.7	68.3
CBI0066	33	49.7	43.2	54.9	44.4	18.5	23.4	34.4	22.7	0	80.3
CBI0073	67.4	106	124	111	101	99.3	57.7	61.7	68.3	80.3	0

ตารางที่ 4.3 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

	ระยะทาง (Km)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DTAC	CBI0405	CBI0426	CBI0504	CBI0051	CBI0088	CBI0115	CBI0304	CBI0336	CBI0345	CBI0379
DTAC	0	39.4	37.6	43.4	63.1	53.7	75.9	45.3	49.5	46.5	75.3
CBI0405	39.4	0	2.6	4.5	83.4	87.1	96.2	7.5	11.4	8.8	27
CBI0426	37.6	2.6	0	7.7	87.3	91	100	8.6	12.9	9.9	28.5
CBI0504	43.4	4.5	7.7		84.4	88.2	97.3	10.4	14.6	11.7	36.9
CBI0051	63.1	83.4	87.3	84.4		39.9	20	88.8	93	90	110
CBI0088	53.7	87.1	91	88.2	39.9		34.5	92	96.3	93.3	113
CBI0115	75.9	96.2	100	97.3	20	34.5		101	106	103	122
CBI0304	45.3	7.5	8.6	10.4	88.8	92	101		4.6	3.5	20.3
CBI0336	49.5	11.4	12.9	14.6	93	96.3	106	4.6		6.6	18.1
CBI0345	46.5	8.8	9.9	11.7	90	93.3	103	3.5	6.6		23.2
CBI0379	75.3	27	28.5	36.9	110	113	122	20.3	18.1	23.2	

ตารางที่ 4.4 ระยะทาง Matrix เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

	ระยะทาง (Km)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	DTAC	CBI0290	CBI0300	CBI0389	CBI0410	CBI0491	CBI0506	CBI0521	CBI0243	CBI0250	CBI0277
DTAC		46.9	65.2	45.8	54.4	69.6	60.4	45.8	31.2	14.2	16.9
CBI0290	46.9		13.5	7.8	12.9	17.7	19.8	1.6	42.7	33.3	31.7
CBI0300	65.2	13.5		15.1	4.5	3.9	5.9	11.9	51.9	51.3	49.6
CBI0389	45.8	7.8	15.1		13.6	18.4	15.6	5.6	38.1	32.3	30.7
CBI0410	54.4	12.9	4.5	13.6		7.4	7.8	13.3	53.2	52.6	50.9
CBI0491	69.6	17.7	3.9	18.4	7.4		8.6	15.2	55.2	54.6	52.9
CBI0506	60.4	19.8	5.9	15.6	7.8	8.6		18	46.9	46.3	44.6
CBI0521	45.8	1.6	11.9	5.6	13.3	15.2	18		41.7	32.2	30.6
CBI0243	31.2	42.7	51.9	38.1	53.2	55.2	46.9	41.7		20.2	19.3
CBI0250	14.2	33.3	51.3	32.3	52.6	54.6	46.3	32.2	20.2		3.1
CBI0277	16.9	31.7	49.6	30.7	50.9	52.9	44.6	30.6	19.3	3.1	



ภาพที่ 4.1 แสดงพิกัด Site list เดือน มกราคม พ.ศ.2563

จากภาพจะเห็นพิกัดของ Site ที่ต้องเป็น สำรวจ ทั้งหมดว่ามีการจับกลุ่มอยู่ในพื้นที่เดียวกันเป็นจำนวนมาก แต่ด้วยแพลนที่จากมาจากทาง DTAC เป็นรายสัปดาห์ทำให้ไม่สามรถจัดเส้นทางทั้งเดือนได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลมาทำได้ในแต่ละสัปดาห์ โดยเก็บข้อมูลของเดือน มกราคา 2563 ทั้งหมด 4 สัปดาห์เพื่อนำมาจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

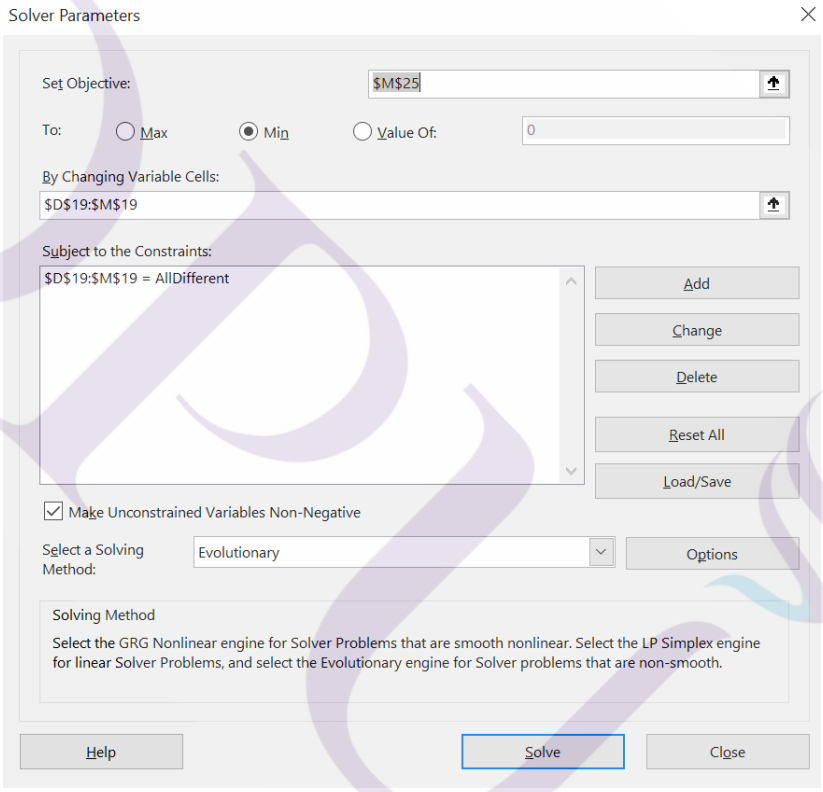
4.2 ออกแบบฐานข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณเส้นทางและทำการทดลองการจัดเส้นทางการเดินรถ

วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เป็นวิธีเรียงลำดับโดยเริ่มจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือการเดินทางระหว่างจุด 2 จุดที่มีค่าความประหยัดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ระยะทางการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดที่ 1 และ การเดินทางจากจุดที่ 2 กลับมายังจุดเริ่มต้นซึ่งวิธีคำนวณค่าความประหยัดได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$S(I,j) = d(B,i) + d(B,j) - d(I,j)$$

วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) การหาระยะทางรวมสำหรับการ เดินทางไปสถานที่ของลูกค้าในแต่ละจุด โดยเดินทางไปยังจุด I ใดๆ ไปจุดลูกค้า j ใดๆ ระยะทางที่สั้นที่สุด กล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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



ภาพที่ 4.2 แสดง Microsoft excel Solver

4.2.1 การจัดเส้นทางออกสำรวจก่อนปรับปรุง

4.2.1.1 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

จากการเก็บข้อมูลพบว่าในการเดินทางออก สำรวจ ข้อมูลแบบเดิม ทีม สำรวจ จะใช้วิธีไปเรียงตาม Site code ที่ได้รับมอบหมาย โดยจัดเรียงเส้นทางดังนี้ 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-0 การจัดเส้นทางแบบเดิมคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 364.4 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.5 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

เส้นทางที่ได้จากวิธีเดิม	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-1	DTAC	CBI0013	52.4
1-2	CBI0013	CBI0014	8.3
2-3	CBI0014	CBI0264	28
3-4	CBI0264	CBI0291	9.1
4-5	CBI0291	CBI0317	2.5
5-6	CBI0317	CBI0318	7
6-7	CBI0318	CBI0354	4.8
7-8	CBI0354	CBI0359	2.5
8-9	CBI0359	CBI1138	84
9-10	CBI1138	CBI0058	88.7
10-0	CBI0058	DTAC	77.1

4.2.1.2 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

จากการเก็บข้อมูลพบว่าในการเดินทางออก สำรวจ ข้อมูลแบบเดิม ทีม สำรวจ จะใช้วิธีไปเรียงตาม Site code ที่ได้รับมอบหมาย โดยจัดเรียงเส้นทางดังนี้ 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-0 การจัดเส้นทางแบบเดิมคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 420.6 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.6 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

เส้นทางที่ได้จากวิธีเดิม	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-1	DTAC	CBI0074	85.5
1-2	CBI0074	CBI0087	8
2-3	CBI0087	CBI0126	18.5
3-4	CBI0126	CBI0155	11.9
4-5	CBI0155	CBI0218	31.4
5-6	CBI0218	CBI0428	45.3
6-7	CBI0428	CBI0516	31.9
7-8	CBI0516	CBI0622	17.7
8-9	CBI0622	CBI0066	22.7
9-10	CBI0066	CBI0073	80.3
10-0	CBI0073	DTAC	67.4

4.2.1.3 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

จากการเก็บข้อมูลพบว่าในการเดินทางออก สำรวจ ข้อมูลแบบเดิม ทีม สำรวจ จะใช้วิธีไปเรียงตาม Site code ที่ได้รับมอบหมาย โดยจัดเรียงเส้นทางดังนี้ 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-0 การจัดเส้นทางแบบเดิมคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 419.2 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.7 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

เส้นทางที่ได้จากวิธีเดิม	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-1	DTAC	CBI0405	39.4
1-2	CBI0405	CBI0426	2.6
2-3	CBI0426	CBI0504	7.7
3-4	CBI0504	CBI0051	84.4
4-5	CBI0051	CBI0088	39.9
5-6	CBI0088	CBI0115	34.5
6-7	CBI0115	CBI0304	101
7-8	CBI0304	CBI0336	4.6
8-9	CBI0336	CBI0345	6.6
9-10	CBI0345	CBI0379	23.2
10-0	CBI0379	DTAC	75.3

4.2.1.4 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

จากการเก็บข้อมูลพบว่าในการเดินทางออก สำรวจ ข้อมูลแบบเดิม ทีม สำรวจ จะใช้วิธีไปเรียงตาม Site code ที่ได้รับมอบหมาย โดยจัดเรียงเส้นทางดังนี้ 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-0 การจัดเส้นทางแบบเดิมคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 205 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.8 การจัดเส้นทางก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

เส้นทางที่ได้จากวิธีเดิม	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-1	DTAC	CBI0290	46.9
1-2	CBI0290	CBI0300	13.5
2-3	CBI0300	CBI0389	15.1
3-4	CBI0389	CBI0410	13.6

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

เส้นทางที่ได้จากวิธีเดิม	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
4-5	CBI0410	CBI0491	7.4
5-6	CBI0491	CBI0506	8.6
6-7	CBI0506	CBI0521	18
7-8	CBI0521	CBI0243	41.7
8-9	CBI0243	CBI0250	20.2
9-10	CBI0250	CBI0277	3.1
10-0	CBI0277	DTAC	16.9

4.2.2 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

การจัดเรียงเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) ผู้วิจัยได้ข้อมูลมาใส่ในสมการที่ได้ตั้งไว้แล้วในโปรแกรม Microsoft Excel ดังนี้

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

S	,	1	2	S(1,2)	=	d(0,1)	+	d(0,2)	-	d(1,2)	=	52.4	+	80.8	-	8.3	=	124.9
S	,	1	3	S(1,3)	=	d(0,1)	+	d(0,3)	-	d(1,3)	=	52.4	+	47	-	14.2	=	85.2
S	,	1	4	S(1,4)	=	d(0,1)	+	d(0,4)	-	d(1,4)	=	52.4	+	42	-	11	=	83.4
S	,	1	5	S(1,5)	=	d(0,1)	+	d(0,5)	-	d(1,5)	=	52.4	+	44.9	-	9.9	=	87.4
S	,	1	6	S(1,6)	=	d(0,1)	+	d(0,6)	-	d(1,6)	=	52.4	+	38.4	-	14.5	=	76.3
S	,	1	7	S(1,7)	=	d(0,1)	+	d(0,7)	-	d(1,7)	=	52.4	+	43.2	-	13.4	=	82.2
S	,	1	8	S(1,8)	=	d(0,1)	+	d(0,8)	-	d(1,8)	=	52.4	+	44.6	-	11.2	=	85.8
S	,	1	9	S(1,9)	=	d(0,1)	+	d(0,9)	-	d(1,9)	=	52.4	+	58.8	-	91	=	20.2
S	,	1	10	S(1,10)	=	d(0,1)	+	d(0,10)	-	d(1,10)	=	52.4	+	77.1	-	35	=	94.5
S	,	2	3	S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,3)	-	d(2,3)	=	80.8	+	47	-	28	=	99.8
S	,	2	4	S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,4)	-	d(2,4)	=	80.8	+	42	-	15.8	=	107
S	,	2	5	S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,5)	-	d(2,5)	=	80.8	+	44.9	-	14.7	=	111
S	,	2	6	S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,6)	-	d(2,6)	=	80.8	+	38.4	-	14.7	=	104.5
S	,	2	7	S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,7)	-	d(2,7)	=	80.8	+	43.2	-	18.2	=	105.8
S	,	2	8	S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,8)	-	d(2,8)	=	80.8	+	44.6	-	16	=	109.4
S	,	2	9	S(2,9)	=	d(0,2)	+	d(0,9)	-	d(2,9)	=	80.8	+	58.8	-	96.6	=	43
S	,	2	10	S(2,10)	=	d(0,2)	+	d(0,10)	-	d(2,10)	=	80.8	+	77.1	-	23	=	134.9
S	,	3	4	S(3,4)	=	d(0,3)	+	d(0,4)	-	d(3,4)	=	47	+	42	-	9.1	=	79.9
S	,	3	5	S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,5)	-	d(3,5)	=	47	+	44.9	-	10.5	=	81.4
S	,	3	6	S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,6)	-	d(3,6)	=	47	+	38.4	-	8.1	=	77.3
S	,	3	7	S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,7)	-	d(3,7)	=	47	+	43.2	-	9.6	=	80.6
S	,	3	8	S(3,8)	=	d(0,3)	+	d(0,8)	-	d(3,8)	=	47	+	44.6	-	11.1	=	80.5
S	,	3	9	S(3,9)	=	d(0,3)	+	d(0,9)	-	d(3,9)	=	47	+	58.8	-	78	=	27.8
S	,	3	10	S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,10)	-	d(3,10)	=	47	+	77.1	-	39.3	=	84.8
S	,	4	5	S(4,5)	=	d(0,4)	+	d(0,5)	-	d(4,5)	=	42	+	44.9	-	2.5	=	84.4
S	,	4	6	S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,6)	-	d(4,6)	=	42	+	38.4	-	5.2	=	75.2
S	,	4	7	S(4,7)	=	d(0,4)	+	d(0,7)	-	d(4,7)	=	42	+	43.2	-	2.1	=	83.1
S	,	4	8	S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,8)	-	d(4,8)	=	42	+	44.6	-	3.6	=	83
S	,	4	9	S(4,9)	=	d(0,4)	+	d(0,9)	-	d(4,9)	=	42	+	58.8	-	82.5	=	18.3
S	,	4	10	S(4,10)	=	d(0,4)	+	d(0,10)	-	d(4,10)	=	42	+	77.1	-	41.1	=	78
S	,	5	6	S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,6)	-	d(5,6)	=	44.9	+	38.4	-	7	=	76.3
S	,	5	7	S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,7)	-	d(5,7)	=	44.9	+	43.2	-	3.4	=	84.7
S	,	5	8	S(5,8)	=	d(0,5)	+	d(0,8)	-	d(5,8)	=	44.9	+	44.6	-	1.9	=	87.6
S	,	5	9	S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,9)	-	d(5,9)	=	44.9	+	58.8	-	84.2	=	19.5
S	,	5	10	S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,10)	-	d(5,10)	=	44.9	+	77.1	-	42.8	=	79.2
S	,	6	7	S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,7)	-	d(6,7)	=	38.4	+	43.2	-	4.8	=	76.8
S	,	6	8	S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,8)	-	d(6,8)	=	38.4	+	44.6	-	6.3	=	76.7
S	,	6	9	S(6,9)	=	d(0,6)	+	d(0,9)	-	d(6,9)	=	38.4	+	58.8	-	80.6	=	16.6
S	,	6	10	S(6,10)	=	d(0,6)	+	d(0,10)	-	d(6,10)	=	38.4	+	77.1	-	39.2	=	76.3
S	,	7	8	S(7,8)	=	d(0,7)	+	d(0,8)	-	d(7,8)	=	43.2	+	44.6	-	2.5	=	85.3
S	,	7	9	S(7,9)	=	d(0,7)	+	d(0,9)	-	d(7,9)	=	43.2	+	58.8	-	83.2	=	18.8
S	,	7	10	S(7,10)	=	d(0,7)	+	d(0,10)	-	d(7,10)	=	43.2	+	77.1	-	41.8	=	78.5
S	,	8	9	S(8,9)	=	d(0,8)	+	d(0,9)	-	d(8,9)	=	44.6	+	58.8	-	84	=	19.4
S	,	8	10	S(8,10)	=	d(0,8)	+	d(0,10)	-	d(8,10)	=	44.6	+	77.1	-	42.6	=	79.1
S	,	9	10	S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,10)	-	d(9,10)	=	58.8	+	77.1	-	88.7	=	47.2

ทำการจัดเรียงค่าความประหยัดจากการค่าคำนวนได้ดังนี้

Node	Saving	เส้นทาง
S , 2 10	134.9	0-2-10-0
S , 1 2	124.9	x
S , 2 5	111	x
S , 2 8	109.4	x
S , 2 4	107	x
S , 2 7	105.8	x
S , 2 6	104.5	x
S , 2 3	99.8	x
S , 1 10	94.5	x
S , 5 8	87.6	0-2-10-5-8-0
S , 1 5	87.4	x
S , 1 8	85.8	x
S , 7 8	85.3	x
S , 1 3	85.2	0-2-10-5-8-1-3-0
S , 3 10	84.8	x
S , 5 7	84.7	x
S , 4 5	84.4	x
S , 1 4	83.4	x
S , 4 7	83.1	0-2-10-5-8-1-3-4-7-0
S , 4 8	83	x
S , 1 7	82.2	x
S , 3 5	81.4	x
S , 3 7	80.6	x
S , 3 8	80.5	x
S , 3 4	79.9	x
S , 5 10	79.2	x
S , 8 10	79.1	x
S , 7 10	78.5	x
S , 4 10	78	x
S , 3 6	77.3	x
S , 6 7	76.8	x
S , 6 8	76.7	x
S , 1 6	76.3	x
S , 5 6	76.3	x
S , 6 10	76.3	x
S , 4 6	75.2	x
S , 9 10	47.2	x
S , 2 9	43	x
S , 3 9	27.8	x
S , 1 9	20.2	x
S , 5 9	19.5	x
S , 8 9	19.4	x
S , 7 9	18.8	x
S , 4 9	18.3	x
S , 6 9	16.6	0-2-10-5-8-1-3-4-7-6-9-0

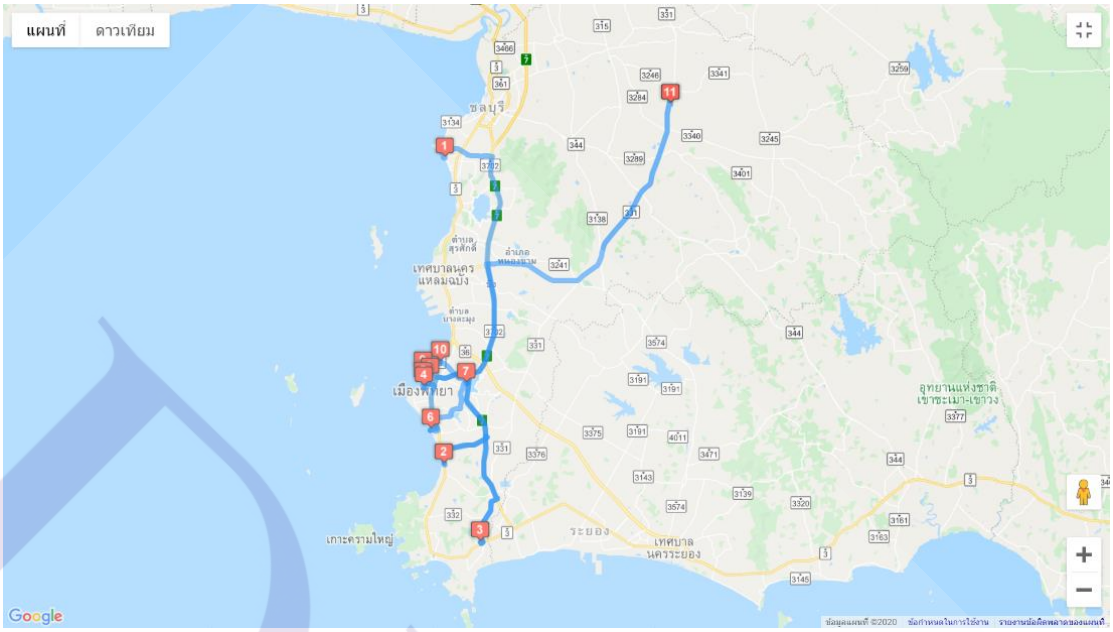
ภาพที่ 4.3 แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-2-10-5-8-1-3-4-7-6-9-0

ตารางที่ 4.9 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

เส้นทางที่ได้จากวิธี เซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm)	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-2	DTAC	CBI0014	80.8
2-10	CBI0014	CBI0058	23
10-5	CBI0058	CBI0317	42.8
5-8	CBI0317	CBI0359	1.9
8-1	CBI0359	CBI0013	11.2
1-3	CBI0013	CBI0264	14.2
3-4	CBI0264	CBI0291	9.1
4-7	CBI0291	CBI0354	2.1
7-6	CBI0354	CBI0318	4.8
6-9	CBI0318	CBI1138	80.6
9-0	CBI1138	DTAC	58.8

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 329.3 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.4 แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 สัปดาห์ที่ 1

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

S	,	1	2	S(1,2)	=	d(0,1)	+	d(0,2)	-	d(1,2)	=	85.5	+	85.6	-	8	=	163.1
S	,	1	3	S(1,3)	=	d(0,1)	+	d(0,3)	-	d(1,3)	=	85.5	+	87.7	-	11.5	=	161.7
S	,	1	4	S(1,4)	=	d(0,1)	+	d(0,4)	-	d(1,4)	=	85.5	+	77.1	-	7	=	155.6
S	,	1	5	S(1,5)	=	d(0,1)	+	d(0,5)	-	d(1,5)	=	85.5	+	51.4	-	32	=	104.9
S	,	1	6	S(1,6)	=	d(0,1)	+	d(0,6)	-	d(1,6)	=	85.5	+	29.3	-	67.3	=	47.5
S	,	1	7	S(1,7)	=	d(0,1)	+	d(0,7)	-	d(1,7)	=	85.5	+	2.9	-	86	=	2.4
S	,	1	8	S(1,8)	=	d(0,1)	+	d(0,8)	-	d(1,8)	=	85.5	+	16.2	-	67.3	=	34.4
S	,	1	9	S(1,9)	=	d(0,1)	+	d(0,9)	-	d(1,9)	=	85.5	+	33	-	49.7	=	68.8
S	,	1	10	S(1,10)	=	d(0,1)	+	d(0,10)	-	d(1,10)	=	85.5	+	67.4	-	106	=	46.9
S	,	2	3	S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,3)	-	d(2,3)	=	85.6	+	87.7	-	18.5	=	154.8
S	,	2	4	S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,4)	-	d(2,4)	=	85.6	+	77.1	-	14	=	148.7
S	,	2	5	S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,5)	-	d(2,5)	=	85.6	+	51.4	-	30	=	107
S	,	2	6	S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,6)	-	d(2,6)	=	85.6	+	29.3	-	70.4	=	44.5
S	,	2	7	S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,7)	-	d(2,7)	=	85.6	+	2.9	-	89.1	=	-0.6
S	,	2	8	S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,8)	-	d(2,8)	=	85.6	+	16.2	-	70.4	=	31.4
S	,	2	9	S(2,9)	=	d(0,2)	+	d(0,9)	-	d(2,9)	=	85.6	+	33	-	43.2	=	75.4
S	,	2	10	S(2,10)	=	d(0,2)	+	d(0,10)	-	d(2,10)	=	85.6	+	67.4	-	124	=	29
S	,	3	4	S(3,4)	=	d(0,3)	+	d(0,4)	-	d(3,4)	=	87.7	+	77.1	-	11.9	=	152.9
S	,	3	5	S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,5)	-	d(3,5)	=	87.7	+	51.4	-	41.9	=	97.2
S	,	3	6	S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,6)	-	d(3,6)	=	87.7	+	29.3	-	72.4	=	44.6
S	,	3	7	S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,7)	-	d(3,7)	=	87.7	+	2.9	-	91.1	=	-0.5
S	,	3	8	S(3,8)	=	d(0,3)	+	d(0,8)	-	d(3,8)	=	87.7	+	16.2	-	72.4	=	31.5
S	,	3	9	S(3,9)	=	d(0,3)	+	d(0,9)	-	d(3,9)	=	87.7	+	33	-	54.9	=	65.8
S	,	3	10	S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,10)	-	d(3,10)	=	87.7	+	67.4	-	111	=	44.1
S	,	4	5	S(4,5)	=	d(0,4)	+	d(0,5)	-	d(4,5)	=	77.1	+	51.4	-	31.4	=	97.1
S	,	4	6	S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,6)	-	d(4,6)	=	77.1	+	29.3	-	61.9	=	44.5
S	,	4	7	S(4,7)	=	d(0,4)	+	d(0,7)	-	d(4,7)	=	77.1	+	2.9	-	80.7	=	-0.7
S	,	4	8	S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,8)	-	d(4,8)	=	77.1	+	16.2	-	61.9	=	31.4
S	,	4	9	S(4,9)	=	d(0,4)	+	d(0,9)	-	d(4,9)	=	77.1	+	33	-	44.4	=	65.7
S	,	4	10	S(4,10)	=	d(0,4)	+	d(0,10)	-	d(4,10)	=	77.1	+	67.4	-	101	=	43.5
S	,	5	6	S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,6)	-	d(5,6)	=	51.4	+	29.3	-	45.3	=	35.4
S	,	5	7	S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,7)	-	d(5,7)	=	51.4	+	2.9	-	54.4	=	-0.1
S	,	5	8	S(5,8)	=	d(0,5)	+	d(0,8)	-	d(5,8)	=	51.4	+	16.2	-	45.3	=	22.3
S	,	5	9	S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,9)	-	d(5,9)	=	51.4	+	33	-	18.5	=	65.9
S	,	5	10	S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,10)	-	d(5,10)	=	51.4	+	67.4	-	99.3	=	19.5
S	,	6	7	S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,7)	-	d(6,7)	=	29.3	+	2.9	-	31.9	=	0.3
S	,	6	8	S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,8)	-	d(6,8)	=	29.3	+	16.2	-	12.8	=	32.7
S	,	6	9	S(6,9)	=	d(0,6)	+	d(0,9)	-	d(6,9)	=	29.3	+	33	-	23.4	=	38.9
S	,	6	10	S(6,10)	=	d(0,6)	+	d(0,10)	-	d(6,10)	=	29.3	+	67.4	-	57.7	=	39
S	,	7	8	S(7,8)	=	d(0,7)	+	d(0,8)	-	d(7,8)	=	2.9	+	16.2	-	17.7	=	1.4
S	,	7	9	S(7,9)	=	d(0,7)	+	d(0,9)	-	d(7,9)	=	2.9	+	33	-	34.4	=	1.5
S	,	7	10	S(7,10)	=	d(0,7)	+	d(0,10)	-	d(7,10)	=	2.9	+	67.4	-	61.7	=	8.6
S	,	8	9	S(8,9)	=	d(0,8)	+	d(0,9)	-	d(8,9)	=	16.2	+	33	-	22.7	=	26.5
S	,	8	10	S(8,10)	=	d(0,8)	+	d(0,10)	-	d(8,10)	=	16.2	+	67.4	-	68.3	=	15.3
S	,	9	10	S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,10)	-	d(9,10)	=	33	+	67.4	-	80.3	=	20.1

ทำการจัดเรียงค่าความประหยัดจากการค่าคำนวนได้ดังนี้

Node	Saving	เส้นทาง
S , 1 2	163.1	0-1-2-0
S , 1 3	161.7	x
S , 1 4	155.6	x
S , 2 3	154.8	x
S , 3 4	152.9	0-1-2-3-4-0
S , 2 4	148.7	x
S , 2 5	107	x
S , 1 5	104.9	x
S , 3 5	97.2	x
S , 4 5	97.1	x
S , 2 9	75.4	x
S , 1 9	68.8	x
S , 5 9	65.9	0-1-2-3-4-5-9-0
S , 3 9	65.8	x
S , 4 9	65.7	x
S , 1 6	47.5	x
S , 1 10	46.9	x
S , 3 6	44.6	x
S , 4 6	44.5	x
S , 2 6	44.5	x
S , 3 10	44.1	x
S , 4 10	43.5	x
S , 6 10	39	0-1-2-3-4-5-9-6-10-0
S , 6 9	38.9	x
S , 5 6	35.4	x
S , 1 8	34.4	x
S , 6 8	32.7	x
S , 3 8	31.5	x
S , 4 8	31.4	x
S , 2 8	31.4	x
S , 2 10	29	x
S , 8 9	26.5	x
S , 5 8	22.3	x
S , 9 10	20.1	x
S , 5 10	19.5	x
S , 8 10	15.3	x
S , 7 10	8.6	x
S , 1 7	2.4	x
S , 7 9	1.5	x
S , 7 8	1.4	0-1-2-3-4-5-9-6-10-7-8-0
S , 6 7	0.3	x
S , 5 7	-0.1	x
S , 3 7	-0.5	x
S , 2 7	-0.6	x
S , 4 7	-0.7	x

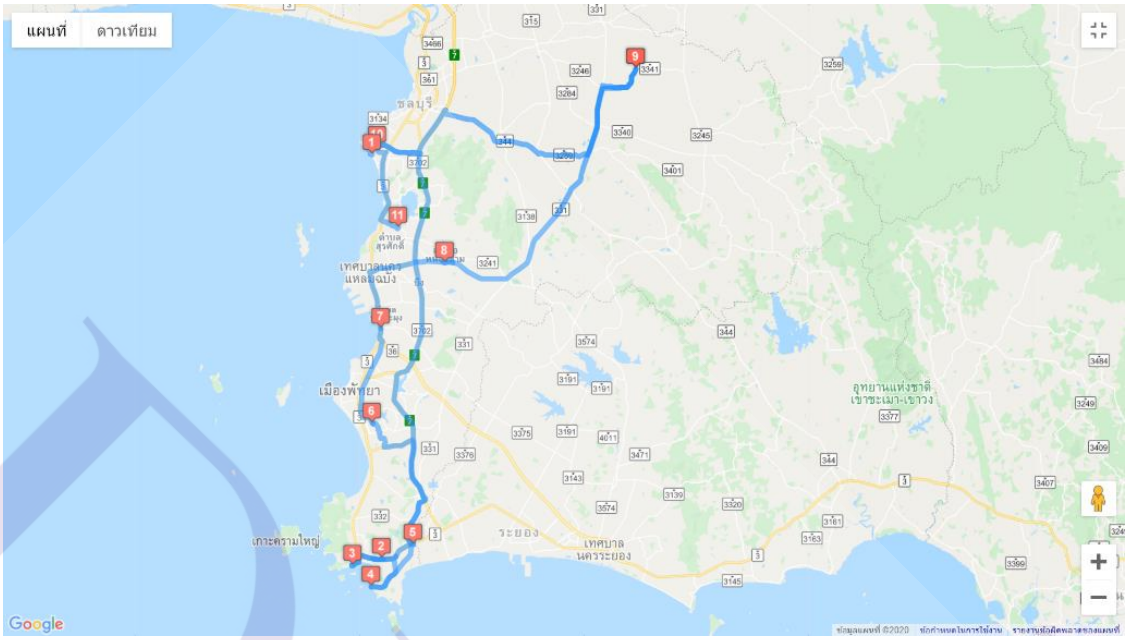
ภาพที่ 4.5 แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-1-2-3-4-5-9-6-10-7-8-0

ตารางที่ 4.10 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

เส้นทางที่ได้จาก วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-1	DTAC	CBI0074	85.5
1-2	CBI0074	CBI0087	8
2-3	CBI0087	CBI0126	18.5
3-4	CBI0126	CBI0155	11.9
4-5	CBI0155	CBI0218	31.4
5-9	CBI0218	CBI0066	18.5
9-6	CBI0066	CBI0428	23.4
6-10	CBI0428	CBI0073	57.7
10-7	CBI0073	CBI0516	61.7
7-8	CBI0516	CBI0622	17.7
8-0	CBI0622	DTAC	16.2

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 350.5 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.6 แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 สัปดาห์ที่ 2

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

S	,	1	2	S(1,2)	=	d(0,1)	+	d(0,2)	-	d(1,2)	=	39.4	+	37.6	-	2.6	=	74.4
S	,	1	3	S(1,3)	=	d(0,1)	+	d(0,3)	-	d(1,3)	=	39.4	+	43.4	-	4.5	=	78.3
S	,	1	4	S(1,4)	=	d(0,1)	+	d(0,4)	-	d(1,4)	=	39.4	+	63.1	-	83.4	=	19.1
S	,	1	5	S(1,5)	=	d(0,1)	+	d(0,5)	-	d(1,5)	=	39.4	+	53.7	-	87.1	=	6
S	,	1	6	S(1,6)	=	d(0,1)	+	d(0,6)	-	d(1,6)	=	39.4	+	75.9	-	96.2	=	19.1
S	,	1	7	S(1,7)	=	d(0,1)	+	d(0,7)	-	d(1,7)	=	39.4	+	45.3	-	7.5	=	77.2
S	,	1	8	S(1,8)	=	d(0,1)	+	d(0,8)	-	d(1,8)	=	39.4	+	49.5	-	11.4	=	77.5
S	,	1	9	S(1,9)	=	d(0,1)	+	d(0,9)	-	d(1,9)	=	39.4	+	46.5	-	8.8	=	77.1
S	,	1	10	S(1,10)	=	d(0,1)	+	d(0,10)	-	d(1,10)	=	39.4	+	75.3	-	27	=	87.7
S	,	2	3	S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,3)	-	d(2,3)	=	37.6	+	43.4	-	7.7	=	73.3
S	,	2	4	S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,4)	-	d(2,4)	=	37.6	+	63.1	-	87.3	=	13.4
S	,	2	5	S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,5)	-	d(2,5)	=	37.6	+	53.7	-	91	=	0.3
S	,	2	6	S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,6)	-	d(2,6)	=	37.6	+	75.9	-	100	=	13.5
S	,	2	7	S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,7)	-	d(2,7)	=	37.6	+	45.3	-	8.6	=	74.3
S	,	2	8	S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,8)	-	d(2,8)	=	37.6	+	49.5	-	12.9	=	74.2
S	,	2	9	S(2,9)	=	d(0,2)	+	d(0,9)	-	d(2,9)	=	37.6	+	46.5	-	9.9	=	74.2
S	,	2	10	S(2,10)	=	d(0,2)	+	d(0,10)	-	d(2,10)	=	37.6	+	75.3	-	28.5	=	84.4
S	,	3	4	S(3,4)	=	d(0,3)	+	d(0,4)	-	d(3,4)	=	43.4	+	63.1	-	84.4	=	22.1
S	,	3	5	S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,5)	-	d(3,5)	=	43.4	+	53.7	-	88.2	=	8.9
S	,	3	6	S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,6)	-	d(3,6)	=	43.4	+	75.9	-	97.3	=	22
S	,	3	7	S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,7)	-	d(3,7)	=	43.4	+	45.3	-	10.4	=	78.3
S	,	3	8	S(3,8)	=	d(0,3)	+	d(0,8)	-	d(3,8)	=	43.4	+	49.5	-	14.6	=	78.3
S	,	3	9	S(3,9)	=	d(0,3)	+	d(0,9)	-	d(3,9)	=	43.4	+	46.5	-	11.7	=	78.2
S	,	3	10	S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,10)	-	d(3,10)	=	43.4	+	75.3	-	36.9	=	81.8
S	,	4	5	S(4,5)	=	d(0,4)	+	d(0,5)	-	d(4,5)	=	63.1	+	53.7	-	39.9	=	76.9
S	,	4	6	S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,6)	-	d(4,6)	=	63.1	+	75.9	-	20	=	119
S	,	4	7	S(4,7)	=	d(0,4)	+	d(0,7)	-	d(4,7)	=	63.1	+	45.3	-	88.8	=	19.6
S	,	4	8	S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,8)	-	d(4,8)	=	63.1	+	49.5	-	93	=	19.6
S	,	4	9	S(4,9)	=	d(0,4)	+	d(0,9)	-	d(4,9)	=	63.1	+	46.5	-	90	=	19.6
S	,	4	10	S(4,10)	=	d(0,4)	+	d(0,10)	-	d(4,10)	=	63.1	+	75.3	-	110	=	28.4
S	,	5	6	S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,6)	-	d(5,6)	=	53.7	+	75.9	-	34.5	=	95.1
S	,	5	7	S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,7)	-	d(5,7)	=	53.7	+	45.3	-	92	=	7
S	,	5	8	S(5,8)	=	d(0,5)	+	d(0,8)	-	d(5,8)	=	53.7	+	49.5	-	96.3	=	6.9
S	,	5	9	S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,9)	-	d(5,9)	=	53.7	+	46.5	-	93.3	=	6.9
S	,	5	10	S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,10)	-	d(5,10)	=	53.7	+	75.3	-	113	=	16
S	,	6	7	S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,7)	-	d(6,7)	=	75.9	+	45.3	-	101	=	20.2
S	,	6	8	S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,8)	-	d(6,8)	=	75.9	+	49.5	-	106	=	19.4
S	,	6	9	S(6,9)	=	d(0,6)	+	d(0,9)	-	d(6,9)	=	75.9	+	46.5	-	103	=	19.4
S	,	6	10	S(6,10)	=	d(0,6)	+	d(0,10)	-	d(6,10)	=	75.9	+	75.3	-	122	=	29.2
S	,	7	8	S(7,8)	=	d(0,7)	+	d(0,8)	-	d(7,8)	=	45.3	+	49.5	-	4.6	=	90.2
S	,	7	9	S(7,9)	=	d(0,7)	+	d(0,9)	-	d(7,9)	=	45.3	+	46.5	-	3.5	=	88.3
S	,	7	10	S(7,10)	=	d(0,7)	+	d(0,10)	-	d(7,10)	=	45.3	+	75.3	-	20.3	=	100.3
S	,	8	9	S(8,9)	=	d(0,8)	+	d(0,9)	-	d(8,9)	=	49.5	+	46.5	-	6.6	=	89.4
S	,	8	10	S(8,10)	=	d(0,8)	+	d(0,10)	-	d(8,10)	=	49.5	+	75.3	-	18.1	=	106.7
S	,	9	10	S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,10)	-	d(9,10)	=	46.5	+	75.3	-	23.2	=	98.6

ทำการจัดเรียงค่าความประหยัดจากการค่าคำนวนได้ดังนี้

Node	Saving	เส้นทาง
S , 4 6	119	0-4-6-0
S , 8 10	106.7	0-4-6-8-10-0
S , 7 10	100.3	x
S , 9 10	98.6	x
S , 5 6	95.1	x
S , 7 8	90.2	x
S , 8 9	89.4	x
S , 7 9	88.3	0-4-6-8-10-7-9-0
S , 1 10	87.7	x
S , 2 10	84.4	x
S , 3 10	81.8	x
S , 3 8	78.3	x
S , 1 3	78.3	0-4-6-8-10-7-9-1-3-0
S , 3 7	78.3	x
S , 3 9	78.2	x
S , 1 8	77.5	x
S , 1 7	77.2	x
S , 1 9	77.1	x
S , 4 5	76.9	x
S , 1 2	74.4	x
S , 2 7	74.3	x
S , 2 8	74.2	x
S , 2 9	74.2	x
S , 2 3	73.3	x
S , 6 10	29.2	x
S , 4 10	28.4	x
S , 3 4	22.1	x
S , 3 6	22	x
S , 6 7	20.2	x
S , 4 7	19.6	x
S , 4 8	19.6	x
S , 4 9	19.6	x
S , 6 8	19.4	x
S , 6 9	19.4	x
S , 1 6	19.1	x
S , 1 4	19.1	x
S , 5 10	16	x
S , 2 6	13.5	x
S , 2 4	13.4	x
S , 3 5	8.9	x
S , 5 7	7	x
S , 5 8	6.9	x
S , 5 9	6.9	x
S , 1 5	6	x
S , 2 5	0.3	0-4-6-8-10-7-9-1-3-2-5-0

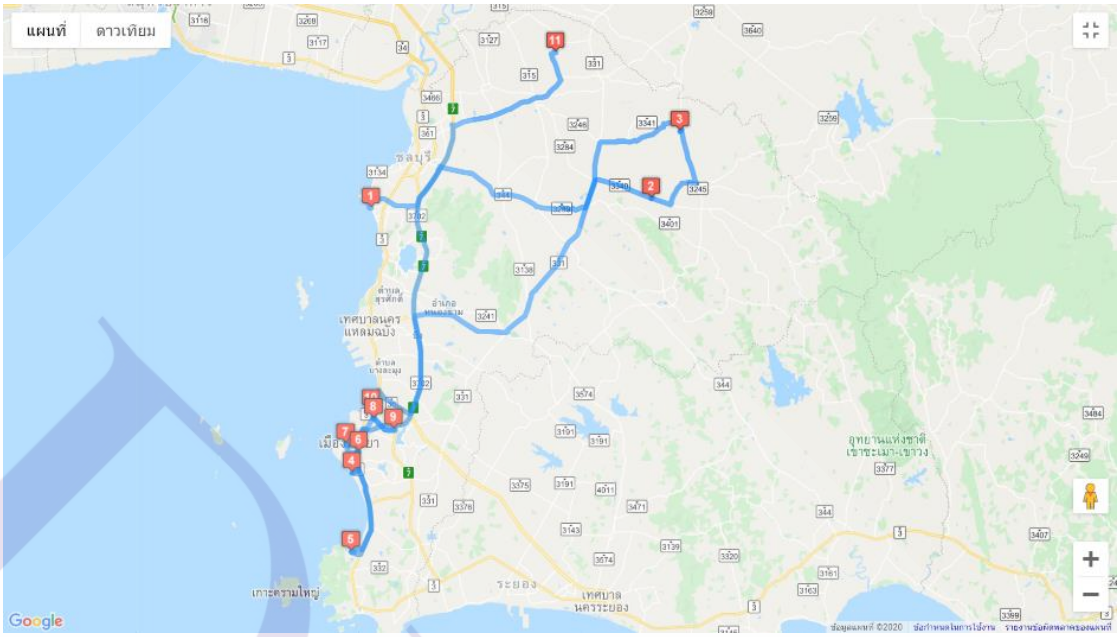
ภาพที่ 4.7 แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-4-6-8-10-7-9-1-3-2-5-0

ตารางที่ 4.11 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

เส้นทางที่ได้จาก วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-4	DTAC	CBI0051	63.1
4-6	CBI0051	CBI0115	20
6-8	CBI0115	CBI0336	106
8-10	CBI0336	CBI0379	18.1
10-7	CBI0379	CBI0304	20.3
7-9	CBI0304	CBI0345	3.5
9-1	CBI0345	CBI0405	8.8
1-3	CBI0405	CBI0504	4.5
3-2	CBI0504	CBI0426	7.7
2-5	CBI0426	CBI0088	91
5-0	CBI0088	DTAC	53.7

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 396.7 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.8 แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 สัปดาห์ที่ 3

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

S	,	1	2	S(1,2)	=	d(0,1)	+	d(0,2)	-	d(1,2)	=	46.9	+	65.2	-	13.5	=	98.6
S	,	1	3	S(1,3)	=	d(0,1)	+	d(0,3)	-	d(1,3)	=	46.9	+	45.8	-	7.8	=	84.9
S	,	1	4	S(1,4)	=	d(0,1)	+	d(0,4)	-	d(1,4)	=	46.9	+	54.4	-	12.9	=	88.4
S	,	1	5	S(1,5)	=	d(0,1)	+	d(0,5)	-	d(1,5)	=	46.9	+	69.6	-	17.7	=	98.8
S	,	1	6	S(1,6)	=	d(0,1)	+	d(0,6)	-	d(1,6)	=	46.9	+	60.4	-	19.8	=	87.5
S	,	1	7	S(1,7)	=	d(0,1)	+	d(0,7)	-	d(1,7)	=	46.9	+	45.8	-	1.6	=	91.1
S	,	1	8	S(1,8)	=	d(0,1)	+	d(0,8)	-	d(1,8)	=	46.9	+	31.2	-	42.7	=	35.4
S	,	1	9	S(1,9)	=	d(0,1)	+	d(0,9)	-	d(1,9)	=	46.9	+	14.2	-	33.3	=	27.8
S	,	1	10	S(1,10)	=	d(0,1)	+	d(0,10)	-	d(1,10)	=	46.9	+	16.9	-	31.7	=	32.1
S	,	2	3	S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,3)	-	d(2,3)	=	65.2	+	45.8	-	15.1	=	95.9
S	,	2	4	S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,4)	-	d(2,4)	=	65.2	+	54.4	-	4.5	=	115.1
S	,	2	5	S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,5)	-	d(2,5)	=	65.2	+	69.6	-	3.9	=	130.9
S	,	2	6	S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,6)	-	d(2,6)	=	65.2	+	60.4	-	5.9	=	119.7
S	,	2	7	S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,7)	-	d(2,7)	=	65.2	+	45.8	-	11.9	=	99.1
S	,	2	8	S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,8)	-	d(2,8)	=	65.2	+	31.2	-	51.9	=	44.5
S	,	2	9	S(2,9)	=	d(0,2)	+	d(0,9)	-	d(2,9)	=	65.2	+	14.2	-	51.3	=	28.1
S	,	2	10	S(2,10)	=	d(0,2)	+	d(0,10)	-	d(2,10)	=	65.2	+	16.9	-	49.6	=	32.5
S	,	3	4	S(3,4)	=	d(0,3)	+	d(0,4)	-	d(3,4)	=	45.8	+	54.4	-	13.6	=	86.6
S	,	3	5	S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,5)	-	d(3,5)	=	45.8	+	69.6	-	18.4	=	97
S	,	3	6	S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,6)	-	d(3,6)	=	45.8	+	60.4	-	15.6	=	90.6
S	,	3	7	S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,7)	-	d(3,7)	=	45.8	+	45.8	-	5.6	=	86
S	,	3	8	S(3,8)	=	d(0,3)	+	d(0,8)	-	d(3,8)	=	45.8	+	31.2	-	38.1	=	38.9
S	,	3	9	S(3,9)	=	d(0,3)	+	d(0,9)	-	d(3,9)	=	45.8	+	14.2	-	32.3	=	27.7
S	,	3	10	S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,10)	-	d(3,10)	=	45.8	+	16.9	-	30.7	=	32
S	,	4	5	S(4,5)	=	d(0,4)	+	d(0,5)	-	d(4,5)	=	54.4	+	69.6	-	7.4	=	116.6
S	,	4	6	S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,6)	-	d(4,6)	=	54.4	+	60.4	-	7.8	=	107
S	,	4	7	S(4,7)	=	d(0,4)	+	d(0,7)	-	d(4,7)	=	54.4	+	45.8	-	13.3	=	86.9
S	,	4	8	S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,8)	-	d(4,8)	=	54.4	+	31.2	-	53.2	=	32.4
S	,	4	9	S(4,9)	=	d(0,4)	+	d(0,9)	-	d(4,9)	=	54.4	+	14.2	-	52.6	=	16
S	,	4	10	S(4,10)	=	d(0,4)	+	d(0,10)	-	d(4,10)	=	54.4	+	16.9	-	50.9	=	20.4
S	,	5	6	S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,6)	-	d(5,6)	=	69.6	+	60.4	-	8.6	=	121.4
S	,	5	7	S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,7)	-	d(5,7)	=	69.6	+	45.8	-	15.2	=	100.2
S	,	5	8	S(5,8)	=	d(0,5)	+	d(0,8)	-	d(5,8)	=	69.6	+	31.2	-	55.2	=	45.6
S	,	5	9	S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,9)	-	d(5,9)	=	69.6	+	14.2	-	54.6	=	29.2
S	,	5	10	S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,10)	-	d(5,10)	=	69.6	+	16.9	-	52.9	=	33.6
S	,	6	7	S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,7)	-	d(6,7)	=	60.4	+	45.8	-	18	=	88.2
S	,	6	8	S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,8)	-	d(6,8)	=	60.4	+	31.2	-	46.9	=	44.7
S	,	6	9	S(6,9)	=	d(0,6)	+	d(0,9)	-	d(6,9)	=	60.4	+	14.2	-	46.3	=	28.3
S	,	6	10	S(6,10)	=	d(0,6)	+	d(0,10)	-	d(6,10)	=	60.4	+	16.9	-	44.6	=	32.7
S	,	7	8	S(7,8)	=	d(0,7)	+	d(0,8)	-	d(7,8)	=	45.8	+	31.2	-	41.7	=	35.3
S	,	7	9	S(7,9)	=	d(0,7)	+	d(0,9)	-	d(7,9)	=	45.8	+	14.2	-	32.2	=	27.8
S	,	7	10	S(7,10)	=	d(0,7)	+	d(0,10)	-	d(7,10)	=	45.8	+	16.9	-	30.6	=	32.1
S	,	8	9	S(8,9)	=	d(0,8)	+	d(0,9)	-	d(8,9)	=	31.2	+	14.2	-	20.2	=	25.2
S	,	8	10	S(8,10)	=	d(0,8)	+	d(0,10)	-	d(8,10)	=	31.2	+	16.9	-	19.3	=	28.8
S	,	9	10	S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,10)	-	d(9,10)	=	14.2	+	16.9	-	3.1	=	28

ทำการจัดเรียงค่าความประหยัดจากการค่าคำนวนได้ดังนี้

Node	Saving	เส้นทาง
S , 2 5	130.9	0-2-5-0
S , 5 6	121.4	x
S , 2 6	119.7	x
S , 4 5	116.6	x
S , 2 4	115.1	x
S , 4 6	107	0-2-5-4-6-0
S , 5 7	100.2	x
S , 2 7	99.1	x
S , 1 5	98.8	x
S , 1 2	98.6	x
S , 3 5	97	x
S , 2 3	95.9	x
S , 1 7	91.1	0-2-5-4-6-1-7-0
S , 3 6	90.6	x
S , 1 4	88.4	x
S , 6 7	88.2	x
S , 1 6	87.5	x
S , 4 7	86.9	x
S , 3 4	86.6	x
S , 3 7	86	x
S , 1 3	84.9	x
S , 5 8	45.6	x
S , 6 8	44.7	x
S , 2 8	44.5	x
S , 3 8	38.9	0-2-5-4-6-1-7-3-8-0
S , 1 8	35.4	x
S , 7 8	35.3	x
S , 5 10	33.6	x
S , 6 10	32.7	x
S , 2 10	32.5	x
S , 4 8	32.4	x
S , 1 10	32.1	x
S , 7 10	32.1	x
S , 3 10	32	x
S , 5 9	29.2	x
S , 8 10	28.8	x
S , 6 9	28.3	x
S , 2 9	28.1	x
S , 9 10	28	0-2-5-4-6-1-7-3-8-9-10-0
S , 1 9	27.8	x
S , 7 9	27.8	x
S , 3 9	27.7	x
S , 8 9	25.2	x
S , 4 10	20.4	x
S , 4 9	16	x

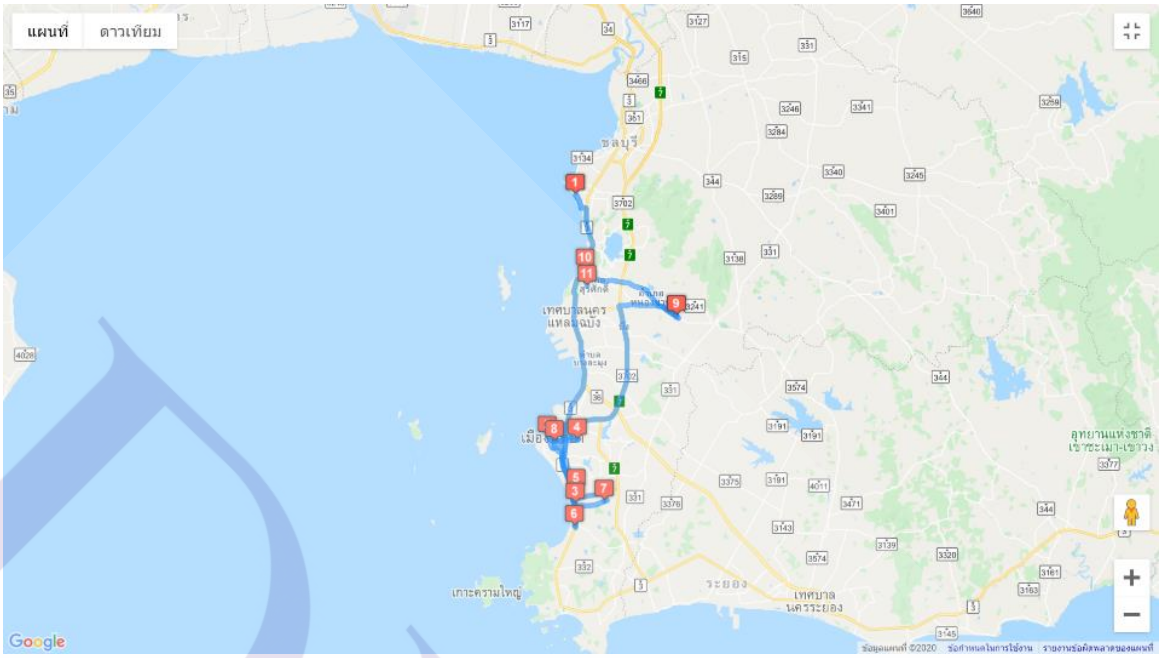
ภาพที่ 4.9 แสดงการจัดเรียงค่าความประหยัด เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-2-5-4-6-1-7-3-8-9-10-0

ตารางที่ 4.12 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

เส้นทางที่ได้จาก วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-2	DTAC	CBI0300	65.2
2-5	CBI0300	CBI0491	3.9
5-4	CBI0491	CBI0410	7.4
4-6	CBI0410	CBI0506	7.8
6-1	CBI0506	CBI0290	19.8
1-7	CBI0290	CBI0521	1.6
7-3	CBI0521	CBI0389	5.6
3-8	CBI0389	CBI0243	38.1
8-9	CBI0243	CBI0250	20.2
9-10	CBI0250	CBI0277	3.1
10-0	CBI0277	DTAC	16.9

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 189.6 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.10 แสดงการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 สัปดาห์ที่ 4

4.2.3 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

การจัดเรียงเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ผู้วิจัยได้ข้อมูลมาใส่ในสมการที่ได้ตั้งไว้แล้วในโปรแกรม Microsoft Excel ดังนี้

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

ตารางที่ 4.13 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 1

เส้นทางที่ได้จากวิธี TSP	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-9	DTAC	CBI1138	58.8
9-10	CBI1138	CBI0058	88.7
10-2	CBI0058	CBI0014	23
2-6	CBI0014	CBI0318	14.7
6-3	CBI0318	CBI0264	8.1
3-4	CBI0264	CBI0291	9.1
4-7	CBI0291	CBI0354	2.1
7-8	CBI0354	CBI0359	2.5
8-5	CBI0359	CBI0317	1.9
5-1	CBI0317	CBI0013	9.9
1-0	CBI0013	DTAC	52.4

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-9-10-2-6-3-4-7-8-5-1-0

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 271.2กิโลเมตร

การจัดเส้นทางโดยใช้ธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

ตารางที่ 4.14 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 2

เส้นทางที่ได้จากวิธี TSP	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-3	DTAC	CBI0126	87.7
3-4	CBI0126	CBI0155	11.9
4-1	CBI0155	CBI0074	7
1-2	CBI0074	CBI0087	8
2-5	CBI0087	CBI0218	30
5-9	CBI0218	CBI0066	18.5
9-6	CBI0066	CBI0428	23.4
6-8	CBI0428	CBI0622	12.8
8-7	CBI0622	CBI0516	17.7
7-10	CBI0516	CBI0073	61.7
10-0	CBI0073	DTAC	67.4

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-3-4-1-2-5-9-6-8-7-10-0

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 346.1 กิโลเมตร

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 4.15 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 3

เส้นทางที่ได้จาก วิธี TSP	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-10	DTAC	CBI0379	75.3
10-8	CBI0379	CBI0336	18.1
8-7	CBI0336	CBI0304	4.6
7-9	CBI0304	CBI0345	3.5
9-2	CBI0345	CBI0426	9.9
2-1	CBI0426	CBI0405	2.6
1-3	CBI0405	CBI0504	4.5
3-4	CBI0504	CBI0051	84.4
4-6	CBI0051	CBI0115	20
6-5	CBI0115	CBI0088	34.5
5-0	CBI0088	DTAC	53.7

เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-10-8-7-9-2-1-3-4-6-5-0

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 311.1 กิโลเมตร

การจัดเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

ตารางที่ 4.16 การจัดเส้นทางโดยใช้วิธี TSP เดือนมกราคม พ.ศ.2563 สัปดาห์ที่ 4

เส้นทางที่ได้จากวิธี TSP	ต้นทาง	ปลายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0-6	DTAC	CBI0506	60.4
6-5	CBI0506	CBI0491	8.6
5-2	CBI0491	CBI0300	3.9
2-4	CBI0300	CBI0410	4.5
4-1	CBI0410	CBI0290	12.9
1-7	CBI0290	CBI0521	1.6
7-3	CBI0521	CBI0389	5.6
3-10	CBI0389	CBI0277	30.7
10-9	CBI0277	CBI0250	3.1
9-8	CBI0250	CBI0243	20.2
8-0	CBI0243	DTAC	31.2

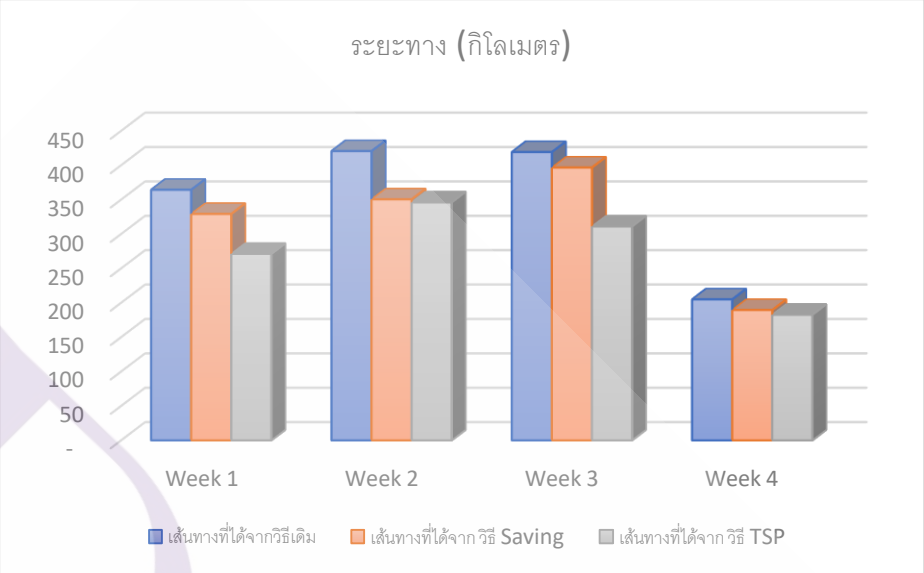
เรียงเป็นเส้นทางใหม่ได้ดังนี้ 0-6-5-2-4-1-7-3-10-9-8-0

จากการคำนวนระยะทางที่ได้ทั้งหมด 182.7 กิโลเมตร

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างการเดินรถแบบเดิมกับการจัดเส้นทางการเดินรถด้วย แผนภูมิแท่ง (Control) และ กราฟเส้น (Line graph)

4.3.1 ข้อมูลระยะทางก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

สำหรับการเปรียบเทียบให้เห็นเส้นทางและตารางเดินรถก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง จะ แสดงตัวอย่างโดยละเอียดโดยใช้ข้อมูลเต็มสัปดาห์ระหว่าง เดือน มกราคม พ.ศ.2563 โดย ตารางที่ 4.13 จะแสดงข้อมูลการเดินรถที่เกิดขึ้นไปแล้วจริงก่อนปรับปรุงและเส้นทางการเดินรถหลังปรับปรุง ซึ่งได้จากการศึกษาในงานวิจัยนี้



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิแท่งปรียบเทียบระยะทาง ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.17 ระยะทางการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ TSP ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

สัปดาห์	เส้นทางเดิม	เส้นทาง Saving	เส้นทาง TSP	Saving ลดลง	TSP ลดลง	Saving%	TSP%
Week 1	364	329	271	35	93	10%	26%
Week 2	421	351	346	70	75	17%	18%
Week 3	419	397	311	23	108	5%	26%
Week 4	205	190	183	15	22	8%	11%

จากการทดลองการสามารถจัดเส้นทางการเดินรถการเดินรถแบบเดิมได้ 1,409.2 กิโลเมตร หลังปรับปรุงวการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) สามารถรวมระยะทางได้ 1,266.1 กิโลเมตร โดยลดลง 143.1 กิโลเมตร คิดเป็น 10.2% และหลังปรับปรุงวการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) สามารถรวมระยะทางได้ 1,111 กิโลเมตร โดยลดลง 298 กิโลเมตร คิดเป็น 21.15% จึงสรุปได้ว่าผล การ

เปรียบเทียบการจัดเส้นทางการเดินรถของวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ให้คำตอบผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบเดิม

จากนั้นผู้วิจัยได้นำตารางที่สร้างขึ้นสำหรับจัดเส้นทาง มาประยุกต์ใช้ Code Function ต่าง ๆ ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้เกิดการปรับปรุงเส้นทางให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยสามารถผูกโยงข้อมูลจากตาราง Matrix ทั้งระยะทางให้แสดงและคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ในตารางการจัดเส้นทางโดยอัตโนมัติ

4.3.2 ข้อมูลต้นทุนผันแปรของการออกสำรวจ

ผู้วิจัยได้นำระยะทางที่ได้มาคิดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของการออกสำรวจ ทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรุงดังนี้ ยานพาหนะในการออก สำรวจ ทีมใช้รถยนต์ Toyota Hilux Revo ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นน้ำมันดีเซล ซึ่งจากการเก็บข้อมูลด้วยตนเองพบว่า อัตราการบริโภคน้ำมันโดยเฉลี่ยของรถกระบะบรถอยู่ที่ 20 กิโลเมตรต่อลิตร และ ราคาน้ำมันดีเซลประจำวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ.2563 อยู่ที่ 21.89 บาท จึงใช้ข้อมูลนี้ในการ คำนวณต้นทุนเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร ได้เท่ากับ 1.09 บาทต่อกิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.14

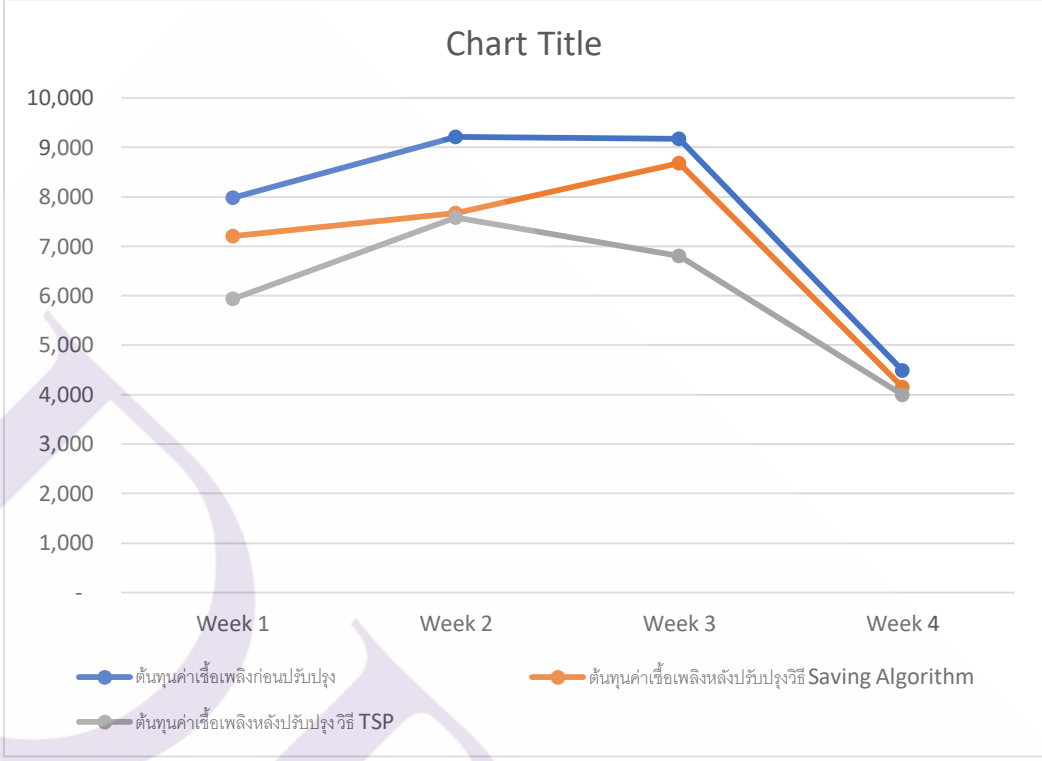
ภาพที่ 4.12 แสดงยานพาหนะในการออก สำรวจ รถยนต์ Toyota Hilux Revo

ตารางที่ 4.18 อัตราการใช้เชื้อเพลิง

อัตราการใช้เชื้อเพลิงโดยเฉลี่ย (กม./ลิตร)	20
ราคาน้ำมันดีเซล (ต่อลิตร) กทม. (วันที่ 13/10/2563)	21.89
ต้นทุนเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (บาท)	1.09

ตารางที่ 4.19 ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

สัปดาห์	ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงก่อนปรับปรุง	ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงหลังปรับปรุงวิธี Saving	ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงหลังปรับปรุง วิธี TSP
Week 1	7,977	7,208	5,937
Week 2	9,207	7,672	7,576
Week 3	9,176	8,684	6,810
Week 4	4,487	4,150	3,999
Total	30,847	27,715	24,322



ภาพที่ 4.13 แสดงแผนเส้นเปรียบเทียบต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

เมื่อนำข้อมูลมาเทียบระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงจะเห็นได้ว่าการจัดเส้นทางการเดินรถของวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) บริษัทสามารถลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในระยะเวลา 1 เดือน ไปทั้งสิ้น 3,132.46 บาท และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) บริษัทสามารถลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในระยะเวลา 1 เดือน ไปทั้งสิ้น 6,525 บาท

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงานศึกษาวิจัย

การทำวิจัยนี้เป็นเพียงแนวทางในการจัดเส้นทางการจัดเส้นทางการออกสำรวจ กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลการออกสำรวจ จำนวน 1 เดือน ของปี พ.ศ. 2563 คือเดือน มกราคม เท่านั้น หากมีความต้องการนำไปจัดเส้นทางการในเดือนอื่นก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

การวางแผนเส้นทางการออกสำรวจ โดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ผู้วิจัยได้กำหนดเส้นทางทั้งหมด 40 จุด โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 10 จุด วางแผนเส้นทางการออกสำรวจเฉพาะวันจันทร์-วันศุกร์เท่านั้น โดยใช้ข้อมูลช่วงเวลา 8.30 และหาข้อมูลด้านระยะทางในแต่ละจุดโดยใช้ Google Map และแสดงเส้นทางและระยะทางรวมในการออกสำรวจ ก่อนใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ในปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยคำนวณเปรียบเทียบระยะทางในแต่ละจุดโดยเริ่ม จากจุดสถานีชุมสายส่งสัญญาณบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี เปรียบเทียบความประหยัด 2 จุด หลังจากนั้นได้ เรียงลำดับค่าความประหยัดจากมากไปหาน้อย และวางแผนเส้นทางใหม่โดยรวมเส้นทางของ 2 จุด ที่มีค่าความประหยัดสูงสุดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกันและทำซ้ำจนกระทั่งจัดเส้นทางได้ครอบคลุม Site ทั้งหมด และนำมาเปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เพื่อผลการวิจัยพบว่าเส้นทางการออกสำรวจ เส้นทางเดิม มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,409.2 กิโลเมตร เมื่อปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,266.1 กิโลเมตร โดยมีระยะทางลดลง 143.1กิโลเมตร หรือลดลง ร้อยละ 10.2 ในด้านของต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการออกสำรวจ ได้นำมาเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก่อนและหลังใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving

Algorithm) เพื่อผลการวิจัยพบว่า อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเดิมทั้งสิ้น 30,847.4 บาท และหลังปรับปรุงใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 27,714.3 บาท หรือลดลงไป 3,132.46 บาท

ในปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) โดยคำนวณเปรียบเทียบระยะทางในแต่ละจุดโดยเริ่ม จากจุดสถานีชุมสายส่งสัญญานบริษัท ดีแทคโทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี โดยใช้ Microsoft excel Solver และนำมาเปรียบเทียบระยะทางก่อนและหลังใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เพื่อผลการวิจัยพบว่า เส้นทางการออก สำรวจเส้นทางเดิม มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,409.2 กิโลเมตร เมื่อปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) มีระยะทางรวมทิ้งสิ้น 1,111 กิโลเมตร โดยมีระยะทางลดลง 298 กิโลเมตร หรือลดลง ร้อยละ 21.15 ในด้านของต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการออก สำรวจ ได้นำมาเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก่อนและหลังใช้วิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เพื่อผลการวิจัยพบว่า อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเดิมทั้งสิ้น 30,847.4 บาท และหลังปรับปรุงวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 24,322 บาท หรือลดลงไป 6,525 บาท

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดเส้นทางการออก สำรวจ กรณีศึกษา บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด โดยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) สามารถลดระยะทางรวมและต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการออก สำรวจ ในแต่ละเดือนได้จริง ดังนั้นหากนำ ไปใช้จริงก็จะสามารถลดระยะทางได้แต่ก็ต้องนำเอาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ซึ่งอยู่ภายนอกขอบเขตของวิจัยนี้ มาพิจารณาด้วย เช่น สภาพการจราจร สภาพอากาศ เป็นต้น

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

5.2.1 แพลนที่ได้มาจากลูกค้าเป็นแพลน Site list ติดตั้งในแต่ละอาทิตย์ ทำให้เกิดการวิ่งวนไปกลับสำรวจ ในเส้นทางที่ใกล้กับ Site ที่ไปในสัปดาห์อื่นๆ

5.2.2 เจ้าของสถานที่ในบริเวณที่ Site ตั้งอยู่ไม่สามารถมาเปิดพื้นที่ให้ได้ในวันที่แพลนทีมเข้าทำงาน

5.2.3 พิกัดของ Site ที่ได้มาจากลูกค้ามีความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ทางบริษัทกรณีศึกษาควรขอแพลนจากลูกค้าล่วงหน้าเพื่อนำ Site list ที่ต้องการออก สำรวจมาทำการจัดเส้นทางให้เกิดระยะทางที่ดีที่สุด และมีระยะเวลาในการวางแผนของทีม สำรวจ เพื่อลดข้อผิดพลาดของการเก็บข้อมูลให้ครบตามที่ทีมต้องการ หากเกิดข้อผิดพลาดแล้วต้องมีการออก สำรวจซ้ำทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

5.4.1 ควรมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงเรื่องของต้นทุนทางด้านอื่น เช่น ต้นทุนด้านค่าแรง เป็นต้น

5.4.2 ควรประยุกต์ใช้เครื่องมือเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) ในเรื่องของการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับรถขนส่งอุปกรณ์เพื่อไปใช้ติดตั้งหน้างาน

5.4.3 ควรประยุกต์ใช้เครื่องมือวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ในเรื่องของการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับรถขนส่งอุปกรณ์เพื่อไปใช้ติดตั้งหน้างาน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

นคร ไชยวงศ์ศักดา (2558). *การจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม และตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม*. สืบค้นจาก https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/TJOR/article/view/35641

พโรจน์ แสนดี (2557). *การศึกษาเส้นทางเดินรถในการเคลื่อนย้ายผู้ประสบอุทกภัย ออกจากพื้นที่อันตรายเมื่อระดับน้ำสูง กรณีศึกษา : ตำบลลาดสวาย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี*. สืบค้นจาก http://ejournals.swu.ac.th

ขนิษฐา รัตนพงษ์พร (2558). *การวิจัยเรื่องการจัดเส้นทางสำหรับ การให้บริการรับ-ส่งของรถยก : กรณีศึกษาหจก.สินชัยออโต้*. สืบค้นจาก http://ejournals.swu.ac.th/

พรพรรณ โตโภชนพันธุ และเรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2558). *การจัดเส้นทางการเดินรถ เพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้ต่ำสุดภายใต้ข้อจำกัดในการบรรทุกสินค้า :กรณีศึกษาบริษัทจำหน่าย สินค้าประเภทอุปโภคบริโภคพงษ์สวรรค์* สืบค้นจาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/apheitvu/article/view/95125

กิญญดา จันทรัตน์ และกาลเวลา มูลเกตุ (2557). *การจัดการการขนส่งโดย ประยุกต์วิธีการของ Saving Matrix กรณีศึกษา: แพ ต. โชครุ่งระรี*. สืบค้นจาก http://tools4pro.blogspot.com/2015/07/7-7-wastes.html

ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ และคณะ (2556). *การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดิน รถขนส่งน้ำดื่ม จังหวัดสมุทรสงคราม* สืบค้นจาก http://research.rpu.ac.th/

วิภาวรรณ พันธ์สังข์ (2554). *การพัฒนาระบบวางแผนการขนส่งเพื่อลดการเดินรถบรรทุกเที่ยวเปล่า*.สืบค้นจาก http://tnrr.in.th/?page=result_search&record_id=330365

ทวินนท์ สิมะจารึก และคณะ (2552). *งานวิจัยเรื่องการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานเคมีภัณฑ์*.สืบค้นจาก http://dept.npru.ac.th

ภาคผนวก

ตัวอย่าง Survey Checklist

5. Infrastructure attributes - ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์

5.1 Site Type (RF) / ชนิดของสถานี:	Macro/ แมโครo	X	Micro/ ไมโคร		Pico / พิโค	
	Mobile / โมบาย (เคลื่อนที่)		Repeater / รีพีทเตอร์		Temporary / ชั่วคราว	
5.2 Building Type / ชนิดของอาคาร:	Greenfield / พื้นดิน	X	Apartment/ อพาร์ทเมนท์		Commercial / ตึกพาณิชย์	
	High-rise Building / ตึกสูง		Community / แหล่งชุมชน		Shopping Mall / ห้างสรรพสินค้า	
	Hotel,Resort / โรงแรม,รีสอร์ท		Office Bldg / ตึกสำนักงาน		Subway / รถไฟใต้ดิน	
	Hospital / โรงพยาบาล		Educational / สถานศึกษา		Industrial / แหล่งอุตสาหกรรม	
	Transportation / สถานีขนส่ง		Airport / สนามบิน		Millitary / หน่วยงานทหาร	
	Government / สถานที่ราชการ		State Owner / ตึกรัฐวิสาหกิจ		Royal Place / เขตพระราชฐาน	
	Golf Course / สนามกอล์ฟ		Open / พื้นที่เปิดโล่ง		Tourist Spots / สถานที่ท่องเที่ยว	
	Bank / ธนาคาร		Convention / ห้องประชุม		Entertainment / สถานที่บันเทิง	
	Other (Specify) / อื่นๆ (โปรดระบุ):					

5.3 Tower data:

Pole Quantity / จำนวนเสา Pole : 1

Pole data:

Pole Number	Pole diameter (inch) / เส้นผ่าศูนย์กลางของเสา Pole (นิ้ว):	Pole Height (m) / ความสูงของเสา Pole (เมตร):
1		
2		
3		
4		
5		

Space on ladder for new cable clamp / พื้นที่สำหรับเดินแขว cable ใหม่ (แขว):

Space for new enclosure (unit) / พื้นที่สำหรับตั้งตู้ enclosure ใหม่ (ตู้):

1. Site Survey data - รายงานการสำรวจสถานที่

	Survey Date / วันที่	Survey By / สำรวจโดย	Name / ชื่อ
1st Survey / สำรวจครั้งแรก:	27-Jan-20	Team survey	นาย ธีรา อยะเมตรา
2nd Survey / สำรวจครั้งที่สอง:			

2. Location Attributes - ข้อมูลของสถานที่

Site Code	CBI0066		
Site Name (EN)/(อังกฤษ):	RONGPOMARKET	Site Name (TH)(ไทย):	
Province / จังหวัด:	Chonburi	Region: (C/E/BMA)	East
Latitude/ละติจูด:	xxxx	Longitude/ลองจิจูด:	xxxx

3. AC Power and AC PDB - ข้อมูลระบบไฟฟ้ากระแสสลับและกล่องจำหน่ายไฟฟ้า

3.1 Power from PEA/MEA

AC Power System / ระบบไฟฟ้า: 1 Phase (เฟส), 3 Wires (เส้น) Phase / เฟส

Watt hour meter / ขนาดของมิเตอร์ไฟฟ้า (Amps) :

3.2 AC CB status

No. / รายการที่	Rate / อัตรา (Amp)	Active / ใช้งาน	Spare / สำรอง
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

No of empty/vacant slots in PDB / จำนวนช่องว่างสำหรับใส่เบรกเกอร์เพิ่ม:

Cable dimension from Metter to MDB /ขนาดของสายไฟ AC จาก Meter ไปที่ MDB (eg. 3x25sqmm.):

Cable length from Metter to MDB /ความยาวของสายไฟ AC จาก Meter ไปที่ MDB (m.):

Notes / หมายเหตุ:

4. DC Power System - ข้อมูลระบบไฟฟ้ากระแสตรง

4.1 Rectifier System

Display Rectifier		Equipment Details	
DC volt (V)			
Load (A)			
Battery (Bank No.1)		Battery Capacity	
Battery (Bank No.2)		Battery Capacity	

ตัวอย่าง Checklist Photo

ตารางตรวจสอบภาพถ่ายหลังติดตั้ง สำหรับ Project U21 ,U08,EHM,E18(10,15M),EVO

	Description	Need
1	รูปถ่ายเต็มอาคาร/ Site location	✓
2	รูปถ่ายหน้าอุปกรณ์รวม/Equipment Location	✓
3	รูปถ่าย RBS (ขณะเปิดประตูตู้ + ภาพกว้างๆที่แสดงให้เห็นว่า cabinet ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ใด)	✓
4	MU/DU/RUS/BB5216 photo (ภาพเฉพาะตำแหน่งในcabinet อย่างชัดเจน)	✓
5	รูปถ่ายแสดงอุปกรณ์ IPRAN มุมใกล้ที่เห็นพอร์ตต่างๆชัดเจน + ภาพมุมไกลแสดงให้เห็นตำแหน่ง cabinet ที่ IPRAN ติดตั้งอยู่	✓
6	รูปถ่ายการจับยึดของ RRUS บนเม้าท์ + Serial ทุก sector (พร้อมแถบสีบอกsector)	กรณีติดตั้งRBS 6601
7	รูปแสดงจุดต่อสายที่ท้ายของ RRUS ที่แสดงให้เห็นถึงการพันเทป jumper, การพันเทปสาย DC และเทปสีบอก SECTOR	กรณีติดตั้งRBS 6601
8	รูปถ่ายอุปกรณ์ Combiner+Model and serial เช่น EHCU / HC/Bias-T/RIU/TMA/Fulter	กรณีมีการติดตั้ง
9	Grounding point RRU , Combiner ของแต่ละตัว(พร้อมแถบสีบอกsector)	กรณีติดตั้งRBS 6601
10	รูป Rectifier (ขณะเปิดฝา) มุมใกล้ + มุมไกล(ปิดฝา) ถ่ายให้ติดอุปกรณ์ใกล้เคียง	กรณีมีการติดตั้ง
11	รูปแสดง Main DC Circuit Breaker เช่น 125A , 16A , 32A ใน Rectifier หรือ 16A , 25A DC PDB	กรณีติดตั้งRBS 6601
12	รูปแสดงตำแหน่ง AC PDB หรือ MDB ของไซท์ โดยถ่ายมุมไกลให้เห็นอุปกรณ์ใกล้เคียง Site AC	AC
13	รูปเฉพาะ AC PDB หรือ MDB + PSU ของไซท์ (ขณะเปิดฝา) โดยถ่ายมุมใกล้ให้เห็น Breaker ที่อยู่ภายในอย่างชัดเจน	AC
14	รูปมุมไกลของ DC PDB ถ่ายให้ติดอุปกรณ์ใกล้เคียง เพื่อแสดงให้เห็นว่าตู้ DC PDB อยู่ตำแหน่งใด	กรณีติดตั้งRBS 6601
15	รูปเฉพาะ DC PDB (ขณะเปิดฝา) หรือรูปมุมใกล้ เพื่อเห็น Breaker ที่อยู่ภายในอย่างชัดเจน	กรณีติดตั้งRBS 6601
16	รูปถ่ายแสดงเสาอากาศเต็มต้น (Tower Location) *ก่อนและหลังติดตั้ง* เช็คความสูงของอุปกรณ์บนเสาทุกระบบ	✓
17	รูปถ่ายเฉพาะอุปกรณ์รวมบนเสาอากาศ *ก่อนและหลังติดตั้ง* (ถ่าย 2 มุม ให้เห็น Ant. ครบทุกต้น)	✓
18	รูปถ่ายการจับยึดของ Antenna บน mounting ทุก Sector (พร้อมแถบสีบอก sector)	✓
19	รูปถ่ายการต่อสายที่ท้าย Ant.แสดงการพันเทป jumper และต่อ RCU แต่ละตัว(พร้อมแถบสีบอกsector)	✓
20	รูปถ่าย Model และ serial Antenna ของทุก Setor (พร้อมแถบสีบอก sector)	✓
21	รูปถ่าย Antenna Service + Direction ของทุก sector (พร้อมแถบสีบอก sector)*ก่อนและหลังการติดตั้ง*	✓
22	รูป M-Tilt ของ Antenna แต่ละ sector *ก่อนและหลังการติดตั้ง*	✓
23	รูปแสดงทางเดินสาย OIL แนวตั้ง,แนวนอน	กรณีมีการติดตั้ง
24	รูปแสดงทางเดินสาย OIL ในแต่ละ sector (กรณี Feeder ติดตั้งแยกกัน)	กรณีมีการติดตั้ง
25	รูปม้วนสาย OIL /DC/AISG บนเสา แสดงตำแหน่งรัดสแตนเลส	กรณีมีการติดตั้ง
26	รูป Inlet (indoor & outdoor) ของห้องอุปกรณ์ และ/หรือ ของตู้ Enclosure	✓
27	รูปถ่ายแสดงที่ตั้งของ Spitter/ POI/DAS+ Label และ Serial Number ของอุปกรณ์	IBC
28	รูป Main Ground Bar	กรณีมีการติดตั้ง
29	Main ground connection (จุดต่อกราวด์ของ RRU,Combiner เข้ากับระบบกราวด์เดิม)	กรณีติดตั้งRBS 6601
30	รูป Panorama	✓
31	รูปของที่รื้อ(MR) ถ่ายวางที่พื้น และรูป NTC + serial no.เช่น Ant,RU,RRU,Combiner,Mounting	กรณีมีการรื้อ

หมายเหตุ Project EHM เก็บเฉพาะรูปที่เกี่ยวข้องรวมถึงรูป Relable หลังการติดตั้งของอุปกรณ์ภายใน Site

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปิยะนาถ วงษ์จำปา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2557 ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	Material Control Engineer ZTE (Thailand) Co., Ltd.