การประยุกต์ใช้วิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อแก้ปัญหาการหาเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทขนส่งน้ำแข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด

An application of saving and genetic algorithms for solving vehicle routing problem: A case study of an ice production transportation company in Roi Et

สริญญา ศาลางาม[1*]
Sarinya Sala-ngam[1*]

Received: 13 July 2022 ; **Revised**: 30 September 2022 ; **Accepted**: 28 October 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) หลังจากนั้นทำการพัฒนาคำตอบของเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อหาเส้นทางและปรับปรุงเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะของกรณีศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการบรรทุกยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา ตำแหน่งของลูกค้า จำนวนความต้องการของลูกค้า และระยะทางการขนส่งระหว่างโรงงานน้ำแข็งกับลูกค้า จากผลของการเก็บรวบรวมข้อมูล บริษัทได้ทำการส่งน้ำแข็งให้ลูกค้ารวมทั้งสิ้น 31 ราย ความต้องการของลูกค้าทั้งหมดคือ 3,812 ลิตร หลังจากนั้นทำการปรับปรุงและพัฒนาหาเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด และวิธีเชิงพันธุกรรม (อัตราการสลับสายพันธุ์ 0.08 อัตราการผ่าเหล่า 0.01 จำนวนประชากร 100 และจำนวนรุ่น 100 รุ่น) จากผลการศึกษา จำนวนเส้นทางหลังการปรับปรุง ทั้ง 2 วิธีมีทั้งสิ้น 3 เส้นทาง และระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด คือ 708.5 กิโลเมตร ส่วนระยะทางรวมของเส้นทางที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมให้ระยะทาง 793.1 กิโลเมตร ดังนั้นเพื่อนำเสนอเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะของกรณีศึกษาที่มีประสิทธิภาพ และให้ระยะทางรวมของการขนส่งที่สั้นที่สุด ผู้วิจัยได้เลือกเส้นทางที่ถูกปรับปรุงด้วยการผสมผสานทั้ง 2 วิธี ซึ่งเส้นทางการขนส่งที่ผู้วิจัยได้นำเสนอการศึกษาในครั้งนี้มีระยะทางรวมทั้งหมด 637.1 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางที่สั้นลงร้อยละ 24.48 เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางของเส้นทางที่คำนวณด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด วิธีเชิงพันธุกรรม

Abstract

This research aimed to study improvement of transportation routes using Saving Algorithm and Genetic Algorithm (GA). The main objective of this study was to find and improve transportation routes efficiency in a case study. In order to improve the efficiency of transport, the load capacity of a vehicle, customer locations, customer demands, and the road distance from distribution center to customers including customer to customer were taken into consideration to search the best routes for ice transportation. From the investigation, this factory delivers ice to 31 customers, and the total of customer demand is 3,812 liters. The Saving Algorithm and GA were used to find and improve ice transportation routes to shorten distance effectively. In the case of GA, crossover rate = 0.8, mutation rate = 0.01, population = 100, and generation = 100 were used as GA parameters. The results showed that there were 3 vehicle routes that could be improved by both methods, and the total traveling distance calculated by Saving method gave a shorter distance, which was about 708.5 kilometers. On the other hand, the total distance calculated by GA was 793.1 kilometers. Therefore, in order to shorten the distance effectively, both Saving Algorithm and GA were combined and presented

[1] อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[1] Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand
* Corresponding author; Sarinya Sala-ngam, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand. sarinya.sa@msu.ac.th

in this study. The total route distance was about 637.1 kilometers. It was reduced by 24.48% compared with the total distance calculated by GA.

Keywords: Vehicle Routing Problem (VRP), Saving Algorithm, Genetic Algorithm (GA)

บทนำ

ในภาคของธุรกิจการบริการด้านโลจิสติกส์ (Logistics) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การดำเนินงานทางธุรกิจและเศรษฐกิจขับเคลื่อนไปข้างหน้า ถือได้ว่ามีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภท ทั้งในส่วนการจัดหาวัตถุดิบ การวางแผนการผลิต การบรรจุภัณฑ์ การส่งสินค้าให้ถึงมือลูกค้าอย่างปลอดภัยและตรงตามเวลา รวมไปถึงการบริการลูกค้าเพื่อให้พึงพอใจในการบริการของผู้ประกอบการ ต้นทุนของจัดการโลจิสติกส์จึงเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญ เนื่องจากการจัดการโลจิสติกส์ที่ดีจะสามารถช่วยลดต้นทุนและเพิ่มกำไรให้ธุรกิจ ทั้งยังสามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) ถือว่าเป็นต้นทุนหลักของโลจิสติกส์ การจัดการขนส่งที่ไม่ได้ประสิทธิภาพจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของโลจิสติกส์ เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งและต้นทุนรวมของการจัดการโลจิสติกส์ ผู้ประกอบการได้พยายามหาแนวทางและวิธีการที่จะสามารถแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่ง ในขณะเดียวกันก็สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Demand) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ธุรกิจดังกล่าวได้เปรียบทางการแข่งขันพร้อมๆ กับการลดต้นทุนการขนส่งได้

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา มีนักวิจัยหลายๆ ท่านได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีอื่นๆ มากมาย อาทิเช่น Suwannasri (2009) ได้ศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการพัฒนาวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะทางรวมของยานพาหนะการขนส่งได้กว่าเส้นทางการเดินรถในปัจจุบัน

Thongyu *et al.* (2018) ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อจัดเส้นทางอัตโนมัติออนไลน์ของพนักงานส่งพัสดุ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ประชากรเท่ากับ 50 ค่า Crossover เท่ากับ 0.5 และค่า Mutation เท่ากับ 0.1 จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมสามารถปรับปรุงคำตอบของเส้นทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกว่าวิธีการอื่นๆ

Chaiwuttisak *et al.* (2018) ได้ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้างแห่งหนึ่ง ยานพาหนะที่ใช้มี 2 ประเภทคือ รถบรรทุกขนาด 4 ล้อ และขนาด 6 ล้อในการขนส่งสินค้า และมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 10 กม./ลิตร และ5 กม./ลิตร ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ในการหาคำตอบเริ่มต้น หลังจากนั้นทำการปรับปรุงคำตอบด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) จากผลการศึกษา เส้นทางการขนส่งของยานพาหนะที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมจะให้ระยะทางโดยรวมที่สั้นที่สุดและมีค่าใช้จ่าย (ค่าเชื้อเพลิง) ที่ต่ำกว่าคำตอบของเส้นทางที่คำนวณด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดและเส้นทางการขนส่งในปัจจุบัน (คิดเป็นระยะทางรวมที่สั้นลง 33%) ดังนั้นผู้วิจัยได้สรุปว่าวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่สามารถจัดเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Saejiw and Monthatipkul (2007) ได้ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถของรถบรรทุกธนบัตรเติมตู้เอทีเอ็มหนึ่งคัน ด้วยปัญหาแบบ TSP (General Traveling Salesman Problem) และพัฒนาคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม จากผลการศึกษาพบว่าวิธี เชิงพันธุกรรมให้คำตอบของเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ให้ระยะเดินทางรวมที่ลดลงร้อยละ 42.6 และร้อยละ 46.4 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี TSP และวิธีในปัจจุบัน

Pranet *et al.* (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอวิธีการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด จากผลการศึกษา ผู้วิจัยสามารถปรับปรุงเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งน้ำแข็งให้มีระยะทางรวมสั้นลงกว่าเดิม 29.14 กิโลเมตร และสามารถลดต้นทุนเชื้อเพลิงการขนส่งจากเดิมคิดเป็น 64.33 บาท

Khamsaen and Boonmee (2018) ได้ศึกษา การวางแผนเส้นทางการเยี่ยมชมจุดท่องเที่ยวภายใต้เงื่อนไขด้านกรอบเวลา โดยประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม โดยเลือกเมืองจำลอง จังหวัดชลบุรี เป็นกรณีศึกษา คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรม เปรียบเทียบกับวิธีการหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor: NN) และวิธีการค้นหาตามค่าที่ดีที่สุด (Best First Search: BFS) ผลการศึกษาพบว่าวิธีเชิงพันธุกรรมมีคำตอบของเส้นทางที่ดีกว่าวิธีการหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.12 และ ดีกว่าวิธีการค้นหาตามค่าที่ดีที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 34.78

Sangpanj and Sirikulvadhana (2014) ศึกษาเพื่อแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งของโรงกำจัดซากไก่ทั้ง 22 จุด เพื่อนำเสนอเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดในการสร้างคำตอบ หลังจากนั้นทำการพัฒนาคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ผลการศึกษาที่ได้ยานพาหนะขนส่งสามารถไปรับซากไก่และเศษซากไก่จาก 22 จุด พบว่าใช้รถขนส่งทั้งหมด 13 รอบ โดยใช้ค่าใช้จ่ายรวม 100,350 บาทต่อวัน ระยะทางรวม 3,996.90 กม.ต่อวัน และใช้เวลาประมวลผลประมาณ 1.78 วินาที

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาปัญหาเส้นทางการขนส่งยานพาหนะของบริษัทน้ำแข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ดเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าบริษัทกรณีศึกษานี้ได้ทำการขนส่งน้ำแข็งโดยใช้รถบรรทุกของโรงงานไปยังลูกค้านั้นยังไม่ได้มีการวางแผนเส้นทางการเดินรถที่ชัดเจน การบรรทุกน้ำแข็งขึ้นรถในแต่ละเที่ยวก็อาศัยการกะประมาณตามประสบการณ์ของพนักงานเท่านั้น ทำให้ทางโรงงานประสบปัญหาการวิ่งไปส่งสินค้าในเส้นทางเดิมวันละหลายเที่ยวหรือพบว่า บรรทุกน้ำแข็งไปไม่เพียงพอ ทำให้ต้องวิ่งรถเปล่ากลับมาโรงงานอีกครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าขนสงเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อนำเสนอเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาเส้นทางขนส่งของยานพาหนะขนส่ง รวมถึงเพื่อเสนอเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

1. อุปกรณ์และเครื่องมือการดำเนินงานวิจัย

เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ 1. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Intel ® core (TM) i5-8500 CPU@ 3.00 GHz 4GB) สำหรับบันทึกและประมวลผลข้อมูล 2. Google Earth/Map Website ใช้ในการระบุพิกัด หรือตำแหน่งของลูกค้าหรือจุดที่สนใจ รวมถึงการหาระยะทางระหว่างตำแหน่งที่สนใจ 3. แบบสำรวจหรือสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทกรณีศึกษา 4. Microsoft Excel เพื่อใช้ในการประมวลผลตัวเลขเบื้องต้น (Excel Version 2016) 5. วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด 6. วิธีเชิงพันธุกรรม 7. ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem)

2. ข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่เพื่อสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นกับบริษัทกรณีศึกษา โดยข้อมูลสภาพทั่วไปมีดังนี้ บริษัทกรณีศึกษาตั้งอยู่ที่จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตน้ำแข็ง และทำการขนส่งสินค้า คือ น้ำแข็งหลอดและน้ำแข็งบดให้กับลูกค้าในเขตจังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดใกล้เคียงรวมทั้งสิ้น 31 ราย (Figure1) และความต้องการของลูกค้า (Customer demand) ในแต่ละราย แต่ละวันและแต่ละเดือนมีความต้องการที่ไม่เท่ากัน (ลูกค้ามีความต้องการน้ำแข็งโดยเฉลี่ยทุกวัน) ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. พ.ศ. 2563 และทำการหาค่าเฉลี่ยความต้องการน้ำแข็งในแต่ละเดือนของลูกค้าทั้ง 31 ราย ซึ่งความต้องการของลูกค้าทั้ง 31 รายแสดงใน Table 1 จาก Table 1 ความต้องการน้ำแข็งของลูกค้าทั้ง 31 รายเฉลี่ยรวม 3,812 ลิตรต่อเดือน ซึ่งความต้องการน้ำแข็งของลูกค้ามากสุดคือ 226 ลิตรต่อเดือน และความต้องการน้ำแข็งน้อยที่สุดคือ 61 ลิตรต่อเดือน สำหรับยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้าทั้ง 2 ชนิด คือ รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ความสามารถในการบรรทุกของไม่เกิน 1,500 กิโลกรัม (หรือลิตร) ต่อคัน โดยบริษัทใช้รถในการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าทั้งหมด 3 คัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ Google Map เพื่อคำนวณหาระยะทางระหว่างลูกค้าแต่ละราย รวมทั้งสิ้น 31 ราย

Figure 1 The locations of case study

Table 1 Customer demand

No.	Customers	Demand (liter/ Month)
1	A	124
2	B	131
3	C	159
…	…	…
29	AC	94
30	AD	107
31	AE	128
	Total	**3,812**

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เพื่อหาคำตอบเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคำตอบของเส้นทางการขนส่งดังแสดงใน Figure 2 ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้

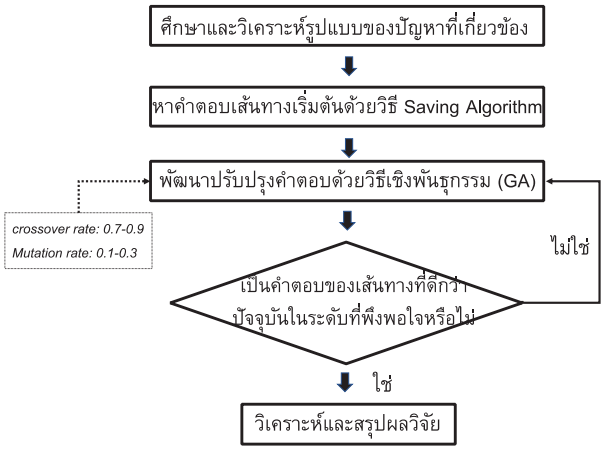

Figure 2 Research process

1. ทำการศึกษาปัญหาเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา หลังจากนั้นทำการลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. หาคำตอบเริ่มต้นของเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ซึ่งเป็นวิธีจัดเส้นทางของยานพาหนะจากคลังสินค้าเพียง 1 แห่งไปยังลูกค้าหลายราย โดยพิจารณาถึงความสามารถการบรรทุกของยานพาหนะที่หลากหลายเพื่อส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าตามความต้องการของลูกค้า (Clarke & Wright, 1964) วิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดสามารถจัดเส้นทางของยานพาหนะได้โดยการคำนวณค่าของระยะเวลา ระยะทางหรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัดระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่งจากสมการที่ (1) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel เพื่อช่วยในการคำนวณหาค่าประหยัด (Saving) หลังจากนั้นเรียงค่าประหยัดจากมากไปหาน้อย และทำการจัดเส้นทางโดยการพิจารณาจากค่าประหยัดที่มากไปหาน้อยและความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาทำซ้ำจนกว่าลูกค้าทุกรายจะถูกจัดให้อยู่ในเส้นทาง

$$S_{ij} = C_{id} + C_{dj} - C_{ij} \quad (1)$$

โดยที่

i คือ ลูกค้ารายที่ i

j คือ ลูกค้ารายที่ j

S_{ij} คือ ระยะทางการขนส่งที่ประหยัดระหว่างลูกค้า i กับลูกค้า j

C_{id} คือ ระยะทางระหว่างลูกค้า i ไปยังบริษัทกรณีศึกษา

C_{dj} คือ ระยะทางระหว่างบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้า j

C_{ij} คือ ระยะทางระหว่างลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

3. พัฒนาและปรับปรุงคำตอบที่ได้จากวิธี อัลกอลิทึมแบบประหยัดด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่ง เนื่องจากเป็นวิธีหาคำตอบได้รวดเร็วและเหมาะสมที่สุด วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่เลียนแบบการคัดเลือกของธรรมชาติ จะมีขั้นตอนในการหาคำตอบคือ 1. สร้างประชากรต้นแบบ 2. ประเมินค่าความเหมาะสม 3. กระบวนการพันธุกรรม และ 4. การคัดเลือกประชากรที่เหมาะสมเพื่ออยู่รอดในรุ่นถัดไป Gen *et al.* (2008) (Figure 3) โดยขั้นตอนที่สำคัญคือ กระบวนการทางพันธุกรรมที่ต้องคัดเลือก (Selection) กำหนดค่าการสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการคำนวณเพื่อหาคำตอบเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีนี้ คือ อัตราการสลับสายพันธุ์ 0.08 อัตราการผ่าเหล่า 0.01 จำนวนประชากร 100 และจำนวนรุ่น 100 รุ่น และใช้วิธี Roulette Wheel Selection ในการสุ่มลูกค้าในเส้นทางนั้นๆ

Figure 3 แสดงถึงขั้นตอนการประมวลผลเพื่อพัฒนาคำตอบเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม นอกจากนี้แล้วเพื่อการประมวลผลและหาคำตอบที่แม่นยำ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอย่างง่ายที่พัฒนาขึ้นโดยภาษา VBA ใน Microsoft Excel เพื่อประมวลผลหาคำตอบของเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะของบริษัทกรณีศึกษา (Figure 4)

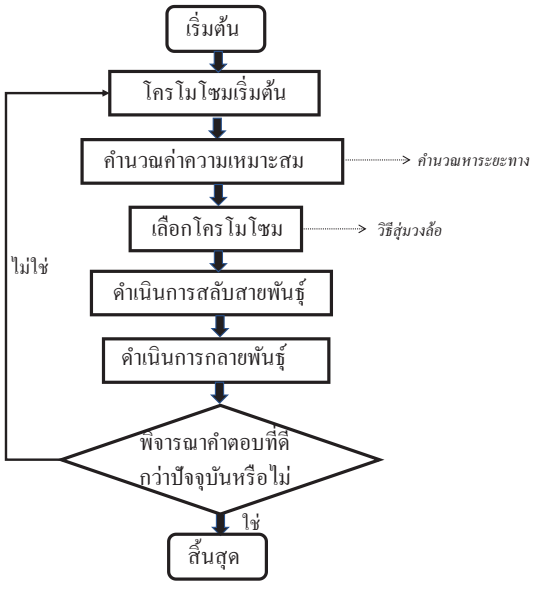

Figure 3 GA flowchart

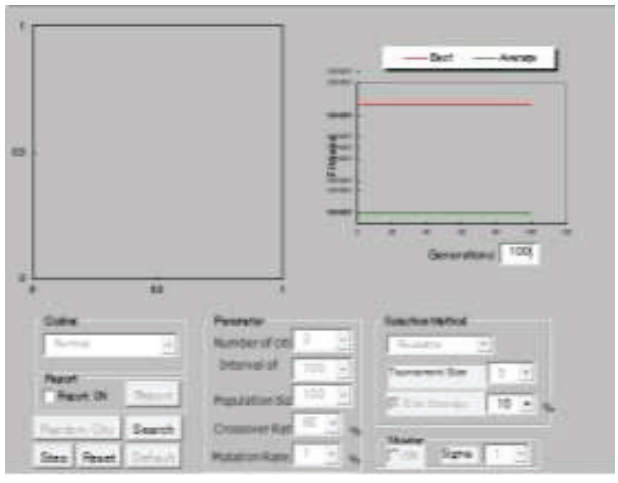

Figure 4 Basic program for solving VRP

4. เปรียบเทียบคำตอบของเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะที่ได้จาก 2 วิธีข้างต้น เพื่อหาคำตอบของเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ลดระยะทางรวมของการขนส่งได้มากที่สุด

ผลการศึกษา

เมื่อคำนวณหาค่าประหยัดโดยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ด้วยโปรแกรม Excel ผู้วิจัยได้ทำการหาคำตอบของเส้นทางเริ่มต้นของยานพาหนะ (โดยแต่ละเส้นทางต้องมีความต้องการน้ำแข็งรวมไม่เกินน้ำหนักของรถบรรทุก) ผลการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีดังกล่าวแสดงดัง Table 2

Table 2 The results of routing by Saving Algorithm

Routing	Distance (Km)	Demand (Liter)
0-1-2-3-4-5-6-7-13-14-15-16-0	283	1423
0-28-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-0	354	1408
0-8-9-10-11-12-30-31-29-0	71.5	981
Total	**708.5**	**3,812**

จากผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด เส้นทางการขนส่งน้ำแข็งมีทั้งสิ้น 3 เส้นทาง ระยะทางรวม 708.5 กิโลเมตร เส้นทางแรกเป็นเส้นทางที่ขนส่งน้ำแข็งโดยเริ่มจากบริษัทน้ำแข็งขนส่งไปยังลูกค้ารายที่ 1 2 3 จนถึงลูกค้ารายที่ 16 แล้ววนกลับไปยังบริษัทน้ำแข็งเช่นเดิม ระยะทางรวม 283 กิโลเมตร ส่วนรายละเอียดเส้นทาง 2 และ 3 แสดงใน Table 2 ผลการจัดเส้นทางทั้ง 3 เส้นทางดังกล่าวข้างต้นสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดัง Figure 5 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเส้นทางที่ได้จากวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น (Figure 4) ผลการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งแสดงใน Table 3

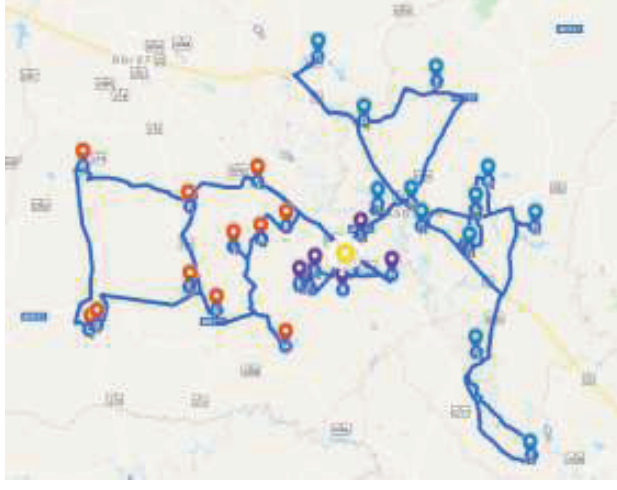

Figure 5 The Vehicle routing results by Saving Algorithm

Table 3 The results of routing developed by GA

Routing	Distance (Km)	Demand (Liter)
0-15-16-14-13-4-1-2-3-5-6-7-0	225.4	1423
0-27-26-25-22-20-19-21-23-24-18-28-17-0	510	1408
0-12-11-10-9-8-30-31-29-0	57.7	981
Total	**793.1**	**3,812**

Table 3 แสดงผลการปรับปรุงคำตอบเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่งดังกล่าวคือ 793.1 กม. นอกจากนี้แล้วหากนำผลเส้นทางทั้ง 3 เส้นทางแสดงเป็นแผนภาพจะได้ดัง Figure 6 จากผลการประมวลเพื่อหาปรับปรุงคำตอบของเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะ จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมเป็นระยะทางที่มากกว่าระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่งที่ถูกจัดด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด แต่เส้นทางที่ 1 และเส้นทางที่ 3 กลับได้ระยะทางที่สั้นกว่าคำตอบของระยะทางของวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งให้มีประสิทธิภาพและสามารถลดระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่งที่ได้สั้นลงที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลของการจัดเส้นทางทั้ง 2 วิธี จากผลการเปรียบเทียบสรุปได้ว่า 2 ใน 3 ของเส้นทางที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ให้ระยะทางรวมที่สั้นกว่าเส้นทางของวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ในขณะที่ระยะทางรวมของเส้นทางทั้งหมดของวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด จะให้ระยะทางรวมที่สั้นกว่าวิธีเชิงพันธุกรรม คิดเป็นร้อยละ 10.67

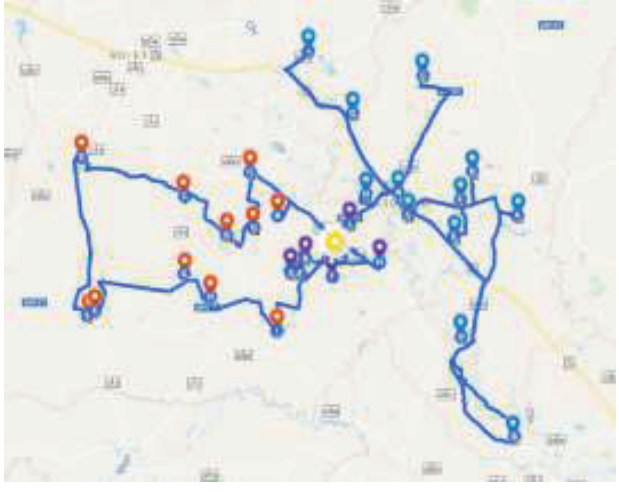

Figure 6 The Vehicle routing results developed by GA

เพื่อนำเสนอเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาที่มีประสิทธิภาพ ลดระยะทางรวมของเส้นทางการเดินรถได้สั้นที่สุด ผู้วิจัยได้เลือกเส้นทางที่ 1 และ 3 ที่ถูกพัฒนาด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ในส่วนของเส้นทางที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกเส้นทางของวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ดังรายละเอียดที่แสดงใน Table 4 และ Figure 7

Table 4 The vehicle routing results with hybrid method

Method	No.	Routing	Distance (Km)
GA	1	0-15-16-14-13-4-1-2-3-5-6-7-0	225.4
Saving Algorithm	2	0-28-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-0	354.0
GA	3	0-12-11-10-9-8-30-31-29-0	57.7
Total	**-**	**-**	**637.1**

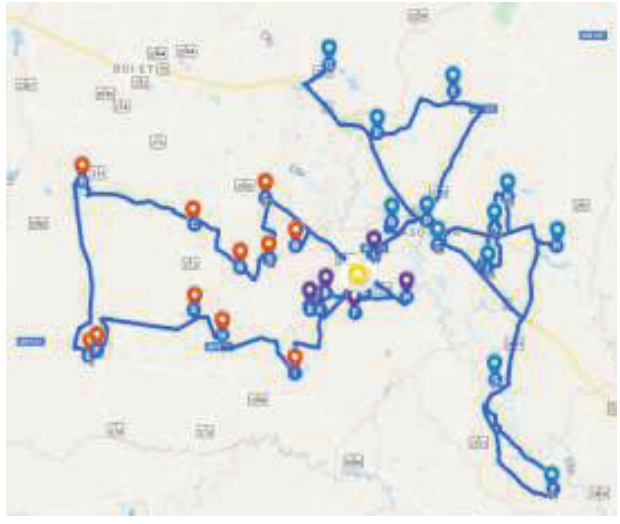

Figure 7 The vehicle routing results solved by the hybrid method between Saving and GA

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งของกรณีศึกษาด้วยโดยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด และพัฒนาคำตอบของเส้นทางการขนส่งของคำตอบเริ่มต้นด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม ภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้าแต่ละรายไม่แน่นอน มียานพาหนะที่ทำการขนส่ง 3 คัน แต่ละคันมีความจุสูงสุด 1,500 ลิตร (หรือกิโลกรัม) จากการเก็บข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา พบว่าการขนส่งน้ำแข็งจากบริษัทไปยังลูกค้านั้น ยังไม่ได้มีการวางแผนเส้นทางการขนส่งที่ชัดเจน ส่งผลให้บริษัทต้องขนส่งน้ำแข็งไปยังลูกค้าด้วยระยะทางที่ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีการผสมผสานวิธี 2 วิธี ดังที่ได้กล่าวในข้างต้น จากผลการศึกษาระยะทางรวมของเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ให้ระยะทางรวมที่สั้นกว่าวิธีเชิงพันธุกรรม แต่เส้นทางที่ถูกปรับปรุงด้วยวิธี เชิงพันธุกรรม 2 ใน 3 ของเส้นทางการขนส่งกลับให้เส้นทางที่สั้นกว่าวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดเป็นอย่างมาก

ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอเส้นการขนส่งของยานพาหนะขนส่งน้ำแข็งด้วยวิธีวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งเส้นทางดังกล่าวให้ได้ระยะทางของยานพาหนะ 637.1 กิโลเมตร ลดลงจากวิธีแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรม คิดเป็นร้อยละ 11.20 และ 24.48 ตามลำดับ การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในขอบเขตเฉพาะปัญหาของกรณีศึกษา จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีผสมผสานทั้ง 2 วิธีนี้ เป็นวิธีที่หาคำตอบของปัญหาเส้นทางการขนส่งของกรณีศึกษาได้อย่างไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมาก แต่สามารถนำเสนอเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาที่มีประสิทธิภาพ ให้ระยะทางรวมของการเดินรถที่สั้นลงได้ นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังสามารถนำเสนอวิธีการใหม่ที่ประยุกต์ใช้วิธีที่มากกว่าหนึ่งวิธีเพื่อให้ได้เส้นทางการขนส่งของยานพาหนะมีระยะทางรวมที่น้อยที่สุด อันจะส่งผลต่อการลดต้นทุนของการขนส่งโลจิสติกส์และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการได้

ข้อเสนอแนะ

โดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาของเส้นทางการขนส่งสามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็ให้คำตอบที่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภท ขนาด และรายละเอียดตัวแปรหรือเงื่อนไขของปัญหา วิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดและวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่ค่อนข้างนิยมในการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่ง เนื่องจากวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัดเป็นวิธีที่ไม่ซ้ำซ้อนและหาคำตอบของปัญหาได้เหมาะสำหรับปัญหาเส้นทางการขนส่งที่มีจำนวนลูกค้าไม่มากนักและไม่มีเงื่อนไขหรือรายละเอียดของปัญหาที่เยอะจนเกินไป ในขณะที่วิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่ค้นหาคำตอบของปัญหาเส้นทางการขนส่งโดยวิวัฒนาการคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้เหมาะกับทั้งปัญหาเส้นทางการขนส่งที่ไม่ซ้ำซ้อนและปัญหาขนาดใหญ่ มีเงื่อนไขหรือรายละเอียดค่อนข้างเยอะกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอัลกอลิทึมแบบประหยัด ดังนั้นผู้ที่สนใจการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งของยานพาหนะขนส่งด้วยวิธี 2 วิธีดังกล่าวข้างต้น ควรศึกษาลักษณะและรายละเอียอดของปัญหาว่ามีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด จะช่วยให้สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และได้คำตอบของปัญหาที่มีประสอทธิภาพยิ่งขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยอาจารย์รุ่นใหม่ งบประมาณรายได้ ประจำปี 2561 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

Chaiwuttisak, P., Sukka, K., Sawasdee, C., Daengsai, W., Buathong, S., & Warachan, B. (2018).Vehicle routing problem for construction meterials. *The Journal of KMUTNB, 28*(2), 427-438.

Clarke, G., & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research, 12*, 568-581.

Gen, M., Cheng, R., & Lin, L. (2008). Network models and optimization. *Springer, Verlag London Limited.*

Khamsaen, S., & Boonmee, A. (2018). Planning for travel itinerary routes under time duration constrains using genetic algorithm: A case study of Mini Siam, Chon Buri Province. *Thai Journal of Operations Research, 6*(1), 1-12.

Pranet, K., Supakde, K., & Kotmongkol, T. (2012). A development for solving vehicle routing problem using saving algorithm: A case study of jitdamrongwanich ice factory. *Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University, 2*(4), 9-16.

Saejiw, J., & Monthatipkul, C. (2007). Cash transportation of vehicle routing under considering security using genetic aigorithm. *Proceeding of KMUTT Conference,* Bangkok.

Sangpanj, S., & Sirikulvadhana, S. (2014). Application of genetic algorithm for vehicle routing problem of chicken rendering plants. *The Journal of KMUTNB, 28*(4), 526- 536.

Suwannasri, P. (2009). A study on vehicle routing problem using genetics algorithm. *Proceeding of 3rd RSU research Conference, Chaing Mai, Thailand*.

Thongyu, W., Somkantha, K., & Kultangwattana, W. (2018). Intelligence online system for automatic route planning by using genetic algorithm. *The Journal of KMUTNB, 28*(4), 789-798.