

การจัดเส้นทางรถเพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้ต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัด ในการบรรทุกสินค้า: กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภค

MINIMIZATION OF FUEL CONSUMPTION FOR THE CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM: CASE STUDY OF A CONSUMER PRODUCT COMPANY

นางสาว พรพรรณ โตโฆชนพันธุ์
นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
รองศาสตราจารย์ ดร. เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย
อาจารย์ประจำ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
E-mail: wanopm_bus@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าประเภทอุปโภคบริโภคของบริษัท กรณีศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง โดยเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่ทำการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่างๆ จำนวน 77 จุด ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่น้อยที่สุด และส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งลดลง โดยในอดีตพบว่า การจัดเส้นทางแบบเดิม มีการจัดเส้นทางรถที่ใช้ประสิทธิภาพของบุคลากรเป็นหลัก อาจจะมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีพอ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้เลือกการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถวิธีฮิวริสติกส์ โดยใช้วิธีมูลค่าประหยัด (Savings) ของ Clarke and Wright มาสร้างแบบการจัดเส้นทางรถเบื้องต้น และนำความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถ (Fuel Consumption Rate) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงเส้นทางช่วยในการจัดเส้นทางรถเพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

การทดสอบผลลัพธ์ได้ใช้ข้อมูลจากอดีตในช่วงเดือน ตุลาคม 2556 – เดือน ธันวาคม 2556 (ข้อมูล 3 เดือน จำนวน 14 สัปดาห์) มาทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดเส้นทางรถแบบเดิมกับการใช้วิธีการแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา พบว่า ระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางรถแบบใหม่ลดลงจากเดิม คือ 5,648.3 กิโลเมตรต่อเดือน เป็น 4,426.5 กิโลเมตรต่อเดือน คิดเป็น 21.63% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแบบใหม่ลดลงจากเดิม คือ 372.8 ลิตรต่อเดือน เป็น 267.5 ลิตรต่อเดือน คิดเป็น 28.23% ค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งแบบใหม่ลดลงจากเดิม คือ 31,462.9 บาทต่อเดือน เป็น 27,757.7 บาทต่อเดือน คิดเป็น 11.78% และทำให้เวลาที่ใช้ในการขนส่งแบบใหม่ลดลงจากเดิม คือ 112.9 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 88.5 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็น 21.63% ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางรถได้ดี และการจัดเส้นทางแบบใหม่นี้มีความเข้าใจง่าย ทำให้พนักงานในบริษัทกรณีศึกษาสามารถนำไปใช้ในการทำงานจริงได้

คำสำคัญ : การจัดเส้นทางรถภายใต้เงื่อนไขจำกัด, วิธีการฮิวริสติกส์, วิธีมูลค่าประหยัด, อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

Abstract

This research aims to solve the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) of a company that distributes consumer products from its distribution center to multiple customers about 77 customers with a main objective to minimize the fuel consumption. In the past, distribution route is not efficient since it has been constructed by using experience of staff. Accordingly, in this research,

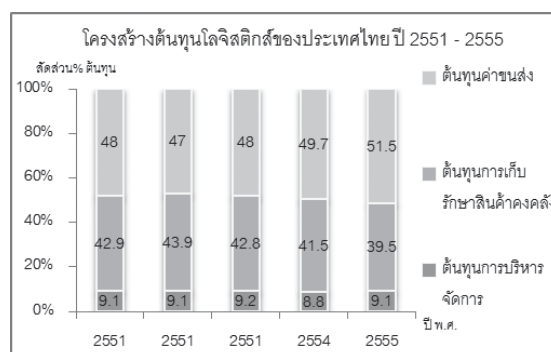
we intend to develop heuristics –based approaches using the combination of Savings Algorithm proposed by Clark and Wright together with Fuel Consumption Rate in order to minimize the fuel cost.

We tested all algorithms by using historical records for 3 months from October to December 2013 to compare the result of routes to identify their efficiency. From the experiment, total distance can be reduced from 5,648.3 kilometer per month to 4,426.5 kilometer per month or 21.63%, fuel consumption can be reduced from 372.8 liter per month to 267.5 liter per month or 28.23%, total transportation cost can be reduced from 31,462.9 baht per month to 27,757.7 baht per month or 11.78%, and time consumption can be reduced from 112.9 hour per month to 88.5 hour per month or 21.63%. The proposed methods are efficient and can be practically applied in the company.

KEYWORDS: Capacitated Vehicle Routing Problem, Heuristics Method, Savings Algorithm, Fuel Consumption Rate

บทนำ

จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ทำการศึกษาข้อมูลของต้นทุนโลจิสติกส์ไทย ซึ่งได้ผลลัพธ์คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้ามีสัดส่วนเกือบครึ่งหนึ่งของต้นทุนโลจิสติกส์ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถดูข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ในปี พ.ศ. 2551 – พ.ศ.2555 ในภาพที่ 1 และหากแยกเป็นประเภทการขนส่ง ปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศทางถนน เป็นประเภทที่ได้รับความนิยมสูงที่สุด เพราะฉะนั้นการจัดการโลจิสติกส์จึงมีบทบาทที่สำคัญเพื่อการแข่งขันในธุรกิจ เพราะสภาวะราคาน้ำมันที่มีราคาสูงเป็นผลให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยสูงขึ้น



ภาพที่ 1 กราฟแสดงสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ประเทศไทยปี พ.ศ. 2551 – 2555
(ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555)

ในปัจจุบันผู้ประกอบการจึงให้ความสำคัญของปัญหาด้านการขนส่งมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการหลายรายมีการวางแผนการขนส่งเพื่อที่จะทำให้การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้ามีบทบาทสำคัญในระบบการกระจายสินค้าจากแหล่งผลิต หรือจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าที่มีที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้าให้ทันตามความต้องการของลูกค้า โดยลูกค้าต้องได้สินค้าตรงตามเงื่อนไขที่ให้กับลูกค้า

ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทสินค้าอุปโภคบริโภคที่เป็นกรณีศึกษา ตั้งอยู่ที่อำเภอเมืองจังหวัดระยอง เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการกระจายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภคไปยังร้านค้าต่างๆ จำนวน 77 ร้านค้า ที่อยู่ภายใต้ 7 อำเภอ ในจังหวัดชลบุรี 1 อำเภอ และจังหวัดระยอง 6 อำเภอ โดยใช้รถกระบะบรรทุกจำนวน 2 คัน แบ่งออกเป็น 7 สายจากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อทำการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละรายดำเนินการโดยใช้พนักงานขับรถเป็นผู้จัดเส้นทางเดินรถเป็นหลัก เนื่องจากเป็นผู้รู้ข้อมูลเส้นทางของลูกค้าแต่ละรายมากที่สุด และแต่เดิมมีจำนวนลูกค้าไม่มาก แต่ปัจจุบันจำนวนลูกค้าได้เพิ่มขึ้น การแข่งขันในการดำเนินธุรกิจย่อมมีมากขึ้น ทำให้ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท กรณีศึกษา ประสบปัญหาค่าใช้จ่ายในการ

จัดเส้นทางเดินรถที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ไม่มีการจัดเส้นทางเดินรถที่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิธีการจัดการเส้นทางเดินรถเพื่อหาวิธีที่สามารถบริหารจัดการเส้นทางเดินรถให้มีความคุ้มค่าใช้ต่ำลง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในบริษัท

จากปัญหาข้างต้นงานวิจัยนี้จะศึกษาในระดับการวางแผนปฏิบัติงาน โดยเน้นที่การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ เพื่อให้ค่าใช้จ่ารวมในการขนส่งลดลง โดยมาจากการที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันลดลง จำนวนคนลดลง เป็นต้น ภายใต้ข้อจำกัดด้านน้ำหนัก ปริมาตร หรือเวลาเพื่อการใช้รถให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่น้อยที่สุดและมีระยะทางขนส่งรวมที่ลดลง
2. เพื่อลดค่าใช้จ่ารวมในการขนส่งในส่วนค่าใช้จ่าขนส่ง และค่าใช้จ่าคงที่
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัท กรณีศึกษาให้เป็นระบบ มีมาตรฐาน

ในการจัดเส้นทางเดินรถ

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. สามารถลดค่าใช้จ่ารวมในการขนส่งของบริษัท กรณีศึกษา
2. สามารถนำเอารูปแบบการจัดที่มาตรฐานมาใช้ในการทำงานเพื่อควบคุมประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัท กรณีศึกษาได้ในอนาคต

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาของการจัดการเพื่อหาจำนวนเส้นทางและลำดับของการเดินรถให้มีความเหมาะสมในแต่ละเส้นทางเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการทำงานให้ดีที่สุด โดย Toth and Vigo (2002) และ Cordeau (2001) ได้แบ่งปัญหา การจัดเส้นทางเดินรถเป็นรูปแบบต่างๆ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา (Objective) เส้นทางขนส่งที่เป็นไปได้ (Feasibility) ไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

รูปแบบปัญหา	ชื่อย่อ	ความหมาย
VRP with Capacity Restriction	CVRP	VRP แบบมีข้อจำกัดด้านน้ำหนักและปริมาตรของสินค้าในการบรรทุก
Distance - Constrained CVRP	DCVRP	CVRP แบบมีข้อจำกัดเรื่องระยะทาง
VRP with Backhaul	VRPB	VRP แบบมีการขนส่งกลับมายังคลังสินค้าเดิม
VRP with Pickup and Delivery	VRPPD	VRP แบบมีการขึ้นลงสินค้าและส่งมอบสินค้า
VRP with Time Window	VRPTW	VRP แบบมีกรอบเวลา
VRP with Pickup and Delivery with Time Window	VRPPDTW	VRPPD แบบมีการขึ้นลงสินค้า ส่งมอบสินค้า และมีกรอบเวลา
VRP with Backhaul with Time Window	VRPBTW	VRPB แบบมีข้อจำกัดเรื่องช่วงเวลา

ที่มา : ธรณี มณีศรี (2550)

นฤกร กาญจนรัตน์ (2542) ได้ทำการศึกษา ระบบการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาการขนส่ง เฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบ ปัญหาของงานวิจัยคือ พัฒนาระบบจัดเส้นทางขนส่งสินค้ารายวันของผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ชนิดถอดแยกชิ้นได้ เพื่อให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากคลังสินค้ากลาง ในจังหวัดนนทบุรีไปยังลูกค้ารายต่างๆในเขตภูมิภาค โดยใช้วิธีการ The Savings Algorithm ของ Clarke และ Wright เป็นแนวทางการจัดเส้นทางเดินรถให้มีระยะทางการขนส่งให้สั้นที่สุดในการประหยัดค่าใช้จ่าย ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ระยะทางการจัดเส้นทางที่พัฒนาขึ้น มีผลงานใกล้เคียงกับระบบเดิมแต่มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาก คือ ลดการทำงานด้วยพนักงานผู้ชำนาญงาน 4 คน ซึ่งใช้เวลาคนละ 3 ชั่วโมง/วัน ในการจัดเส้นทาง เป็น 15 นาที/วัน ด้วยพนักงานเพียง 1 คน

ฉัตรชัย ไม้อุดม (2551) ได้ทำการศึกษา การจัดเส้นทางเดินรถสำหรับรับ-ส่งพนักงาน ปัญหาของงานวิจัยคือ การจัดสวัสดิการรถรับ-ส่งพนักงาน บริษัทจะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมกับความต้องการของพนักงานทุกคน จึงต้องการที่จะจัดเส้นทางเดินรถเพื่อวางแผนการขนส่งพนักงานให้มีต้นทุนต่ำสุด มีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรก เป็นการสร้างคำตอบโดยใช้วิธี Savings Algorithms ในการหาเส้นทางเดินรถคู่แต่ละคันและจำนวนพนักงานที่ต้องรับ-ส่ง ขั้นตอนที่สอง เป็นการปรับปรุงคำตอบตั้งต้นด้วยการประยุกต์ใช้ Local Search แบบ Λ -Interchange Local Search Decent ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า สามารถลดต้นทุนรวมของการจัดเส้นทางเดินรถรับ-ส่งพนักงาน ได้ประมาณร้อยละ 60

Yiyong Xio, Qihong Zhao, Ikou Kaka and Yuchun Xu.(2012) Development of a Fuel Consumption Optimization Model for the Capacitated Vehicle Routing Problem ปัญหาของงานวิจัยนี้ต้องการแสดงให้เห็นว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากการศึกษาพบว่า การที่รถบรรทุกน้ำหนักมากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันก็จะสูง เพราะฉะนั้นการจัดเส้นทางเดินรถควรคำนึงถึงน้ำหนักการบรรทุกสินค้าด้วย โดยแนวทาง

ในการจัดเส้นทางเดินรถวิธีที่ใช้คือ Simulated Annealing Algorithm และ Fuel Consumption Rate มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ทำให้ลดระยะทางการขนส่งและช่วยลดเชื้อเพลิงได้ 5% จากค่าเฉลี่ยของการใช้ปกติ

Louis Caccetta, Mamoon Alameen and Mohammed Abdul - Niby.(2013) An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem ปัญหาของงานวิจัยนี้ต้องการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้วิธี Clarke Wright ว่าหากมีการเพิ่มจำนวนลูกค้า ประสิทธิภาพของแต่ละวิธีให้ผลลัพธ์อย่างไร โดยในงานวิจัยนี้ไม่ได้แสดงถึงเวลาในที่ใช้ประมวลผลของแต่ละวิธี งานวิจัยนี้ใช้วิธีในการแก้ปัญหา 3 วิธีในการเปรียบเทียบ คือ 1.Classical Clarke Wright 2. Modified Clarke Wright 3.Simulating Annealing ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า วิธีของ Clarke Wright เหมาะกับปัญหาขนาดเล็ก แต่เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น (ในงานวิจัยนี้คือ 100 ลูกค้าขึ้นไป) พบว่าวิธี Modified Clarke Wright ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับวิธี Simulating Annealing ซึ่งวิธี Simulating Annealing ให้ผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาที่ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ได้นำเสนอข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของรูปแบบปัญหา ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีการศึกษาอย่างแพร่หลายและมีรูปแบบของปัญหาในลักษณะหลายรูปแบบ มีการศึกษาแยกย่อยตามรูปแบบที่แตกต่างกันของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยมีแนวทางในการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหายู่ 3 ประเภท คือ

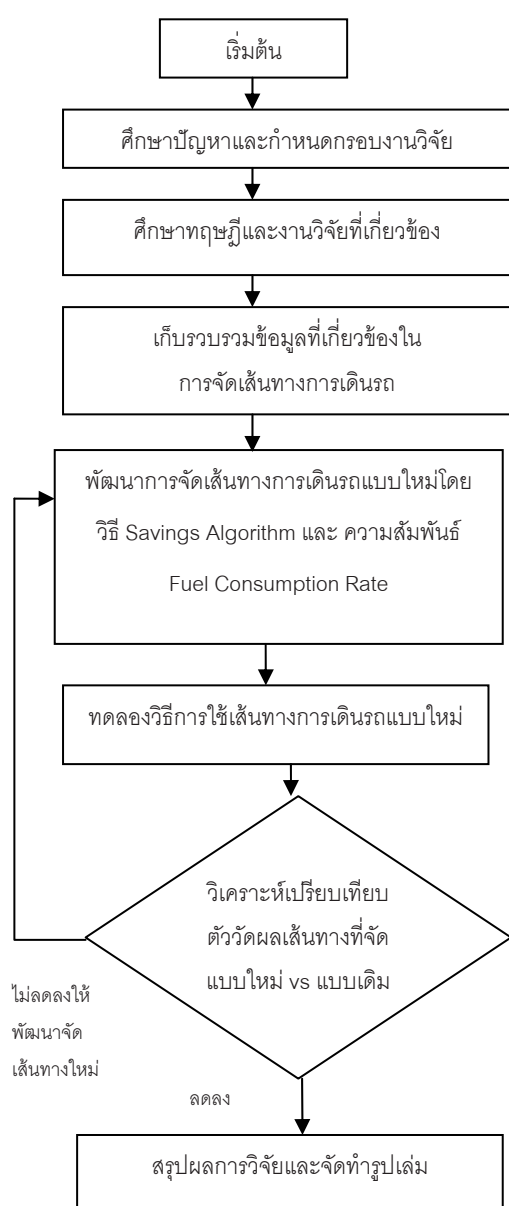
1. วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือแน่นอนที่สุด (Exact Algorithm)
2. วิธีคลาสสิกฮิวริติกส์ (Classical Heuristics)
3. วิธีแบบเมตาฮิวริติกส์ (Meta Heuristic Method)

โดยแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อด้อย แตกต่างกัน การวิเคราะห์ปัญหาจึงต้องคำนึงถึงลักษณะปัญหาให้สอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้การแก้ปัญหามีความ

เหมาะสมที่สุด การวิเคราะห์ถึงรูปแบบที่เหมาะสม
จึงเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางทาง
เดินรถ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การศึกษา
ถึงปัญหาของการจัดเส้นทางทางเดินรถ และทำการ
รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการจัดเส้น
ทางเดินรถของบริษัท กรณีศึกษา แล้วนำข้อมูลมา
ทำการวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดของปัญหา
และนำมาออกแบบวิธีการแก้ไขให้สอดคล้องกับปัญหา
โดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาตามภาพที่ 2



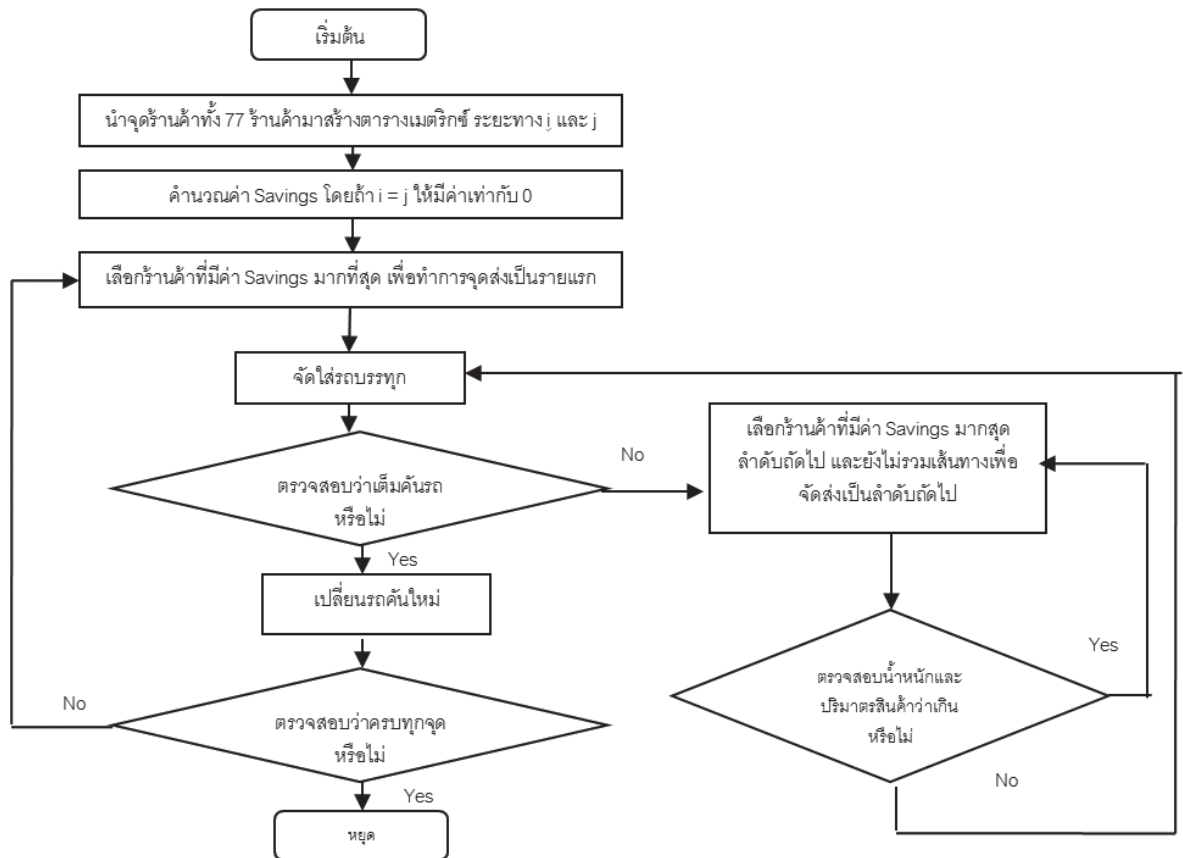
ภาพที่ 2 ภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

โดยขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้แบ่ง
ออกเป็น 2 ประเภท คือ

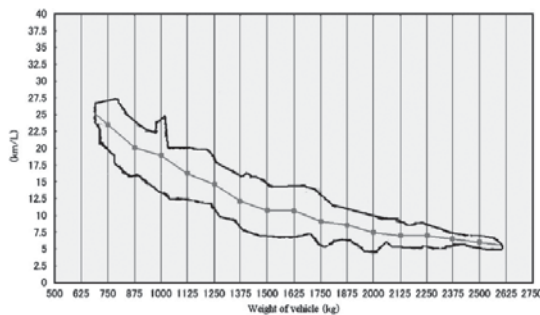
ประเภทที่ 1 ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่การสัมภาษณ์
ผู้จัดการและพนักงานขับรถ เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบ
ของกระบวนการจัดจัดส่ง และการจัดเส้นทางทาง
เดินรถ และสังเกตการณ์การทำงานเพื่อดูว่าในการ
ทำงานมีอุปสรรคหรือปัญหาอยู่ตรงส่วนใด

ประเภทที่ 2 ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูล
ซึ่งมีการเก็บรวบรวมและบันทึกไว้แล้ว คือ ข้อมูล
โครงข่ายถนน ข้อมูลที่ตั้งของลูกค้าและศูนย์กระจาย
สินค้า ข้อมูลยอดขายสั่งซื้อ และ ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
กับปัญหาการจัดเส้นทางทางเดินรถเพื่อนำมาสนับสนุน
ในการพัฒนาวิธีในการจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่

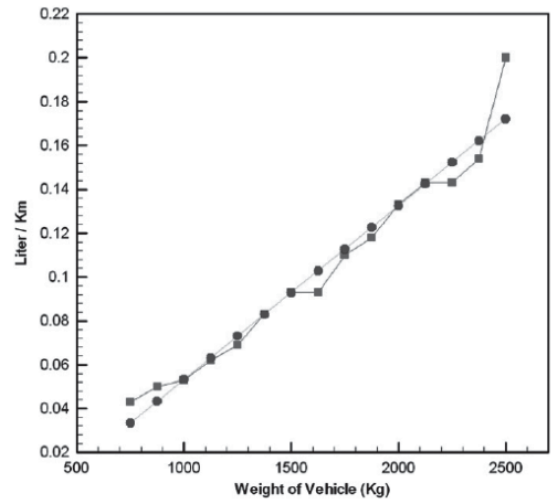
จากสภาพปัญหาของงานวิจัยพบว่า รูปแบบ
ปัญหาของการจัดเส้นทางทางเดินรถของ Clark &
Wright : Savings Algorithm เป็นวิธีที่เหมาะสมกับงาน
วิจัยนี้เนื่องจากเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน เหมาะ
กับข้อมูลที่มีจำนวนไม่มาก โดยภาพที่ 3 แสดงขั้นตอน
การทำงานของ Savings Algorithm และได้นำความ
สัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลือง
น้ำมัน (Fuel Consumption Rate) มาปรับปรุงเส้น
ทางในการจัดเส้นทางทางเดินรถ โดยในงานวิจัย
ของ Yiyong Xio, QiuHong Zhao, Ikou Kaka และ
Yuchun Xu.(2012) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่าง
น้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (Fuel
Consumption Rate) ที่มีค่าแปรผกผันกับน้ำหนักที่
บรรทุก ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ในการจัดเส้นทาง
ทางเดินรถจึงควรคำนึงถึงน้ำหนักการบรรทุกสินค้า
ผู้วิจัยจึงนำความสัมพันธ์นี้มาใช้ในการปรับปรุงเส้นทาง



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการทำงานของวิธี Savings Algorithm



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในรูปของกิโลเมตรต่อลิตร กับน้ำหนักรถที่บรรทุกสินค้า (ที่มา Yiyong Xio, et al., 2012)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในรูปของลิตรต่อกิโลเมตร กับน้ำหนักรถที่บรรทุกสินค้า (ที่มา Yiyong Xio, et al., 2012)

สรุปผลการวิจัย

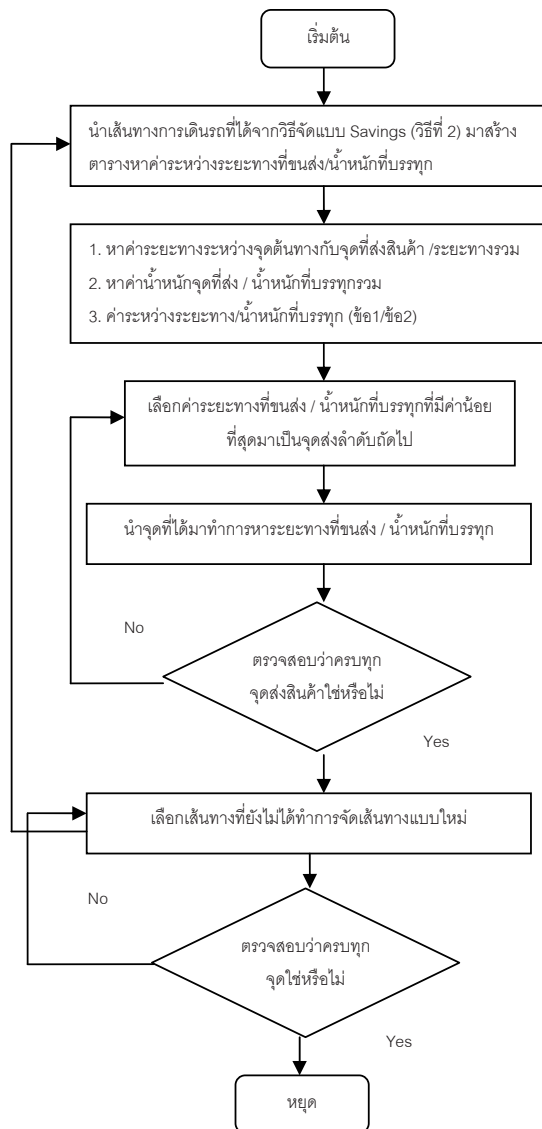
จากผลการวิจัย การจัดเส้นทางเดินรถของบริษัท กรณีศึกษาพบว่า บริษัทใช้วิธีการจัดเส้นทางโดยใช้พนักงานขับรถที่มีประสบการณ์มาเป็นผู้จัดเส้นทาง โดยวิธีการจัดของพนักงานคือ การจัดเส้นทางเดินรถแบบกำหนดตายตัว (Fixed Zoning) คือ การจัดเส้นทางของลูกค้าโดยแบ่งตามถนนสายหลัก เช่น เขตอำเภอแกลง เขตอำเภอบ้านค่าย เป็นต้น เส้นทางเดินรถที่ถูกจัดไว้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หากมีลูกค้าเพิ่มก็ทำการเพิ่มเส้นทางใหม่ ไม่มีการจัดเส้นทางใหม่โดยรายละเอียดการจัดเส้นทางได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางการจัดเส้นทางเดินรถโดยพนักงานขับรถ (วิธีแบบเดิม)

วันที่ส่งให้ลูกค้า	จำนวนเส้นทาง	เส้นทาง
วันจันทร์	1	DC-A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-DC
วันอังคาร	1	DC-O-P-Q-R-S-T-U-V-W-DC
วันพุธ	1	DC-X-Y-Z-AA-AB-AC-AD-AE-AF-AG-AH-AI-AJ-AK-DC
วันพฤหัสบดี	1	DC-AL-AM-AN-AO-AP-AQ-AR-AS-AT-AU-AV-DC
วันศุกร์	1	DC-AW-AX-AY-AZ-BA-BB-DC
วันเสาร์	2	DC-BC-BD-BE-BF-BG-BH-BI-BJ-BK-BL-DC
		DC-BM-BN-BO-BP-BQ-BR-BS-BT-BU-BV-BW-BX-BY-DC

จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลย้อนหลังพบว่า ยอดการสั่งซื้อของลูกค้าไม่สม่ำเสมอ และลูกค้าสามารถรับสินค้าได้ทุกวัน ทางผู้วิจัยจึงนำลูกค้าทั้งหมดมาทำการจัดเส้นทางใหม่เพื่อมาทำการจัดเส้นทางเดินรถให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Savings Algorithm) มาจัดสร้างเส้นทางเบื้องต้นก่อน แล้วทำการปรับปรุงเส้นทางโดยทำการปรับปรุงเส้นทางลำดับการส่งภายในเส้นทาง (Within Routes) โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (Fuel

Consumption Rate) มาทดลองย้ายลำดับการจัดเส้นทาง โดยขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถ ได้นำเสนอไว้ในภาพที่ 6

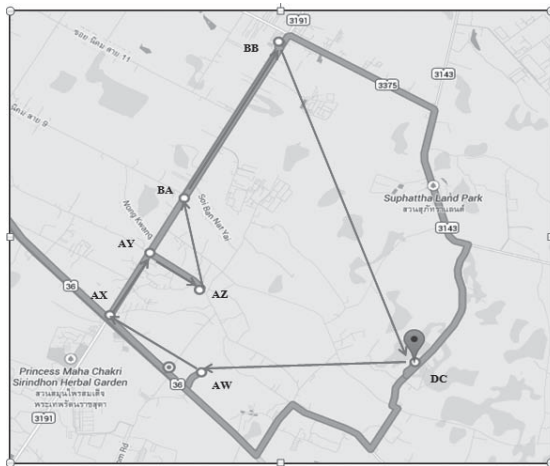


ภาพที่ 6 กระบวนการทำงานของวิธี Savings Algorithm และปรับปรุงเส้นทางโดยใช้ความสัมพันธ์ Fuel Consumption Rate

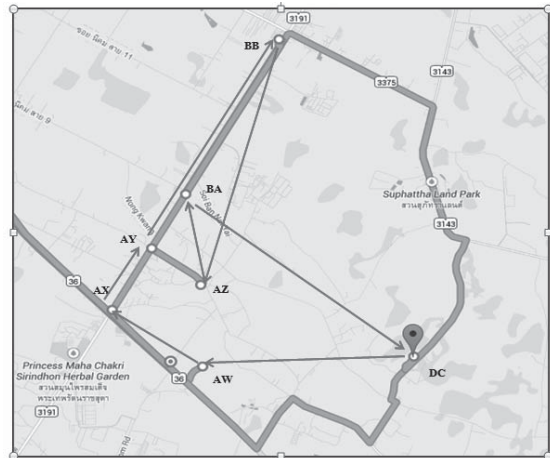
จากการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่ ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลสัปดาห์แรกของข้อมูลในการทดลอง มาแสดงให้เห็นถึงเส้นทางแบบเดิม กับ แบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ที่จัดได้ในแต่ละวิธี โดยแสดงตามภาพที่ 7 - 10

โดยภาพที่ 7 - ภาพที่ 8 เป็นตัวอย่างการจัดเส้นทางเดินรถแบบใช้เส้นทางเดิม โดยใช้ข้อมูลตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 1 มีวันจัดส่งสินค้าคือ วันศุกร์ ซึ่งเส้นทางเดินรถเดิม คือ DC-AW-AX-AY-AZ-BA-BB-

DC โดยมีระยะทางรวม 77 กิโลเมตร ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 4.8 ลิตร โดยแสดงรายละเอียดเส้นทางดังภาพที่ 7 และการจัดเส้นทางแบบใหม่แบบใช้เส้นทางเดิมโดยใช้วิธี Savings (แบบที่ 1) เส้นทางที่ได้คือ DC-AW-AX-AY-AZ-BA-BB-DC โดยมีระยะทางรวม 63 กิโลเมตร ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 4.2 ลิตร โดยแสดงรายละเอียดเส้นทางดังภาพที่ 8 ซึ่งจะเห็นว่าเส้นทางแบบใหม่มีปริมาณน้ำมันที่ใช้น้อยกว่าแบบเดิม



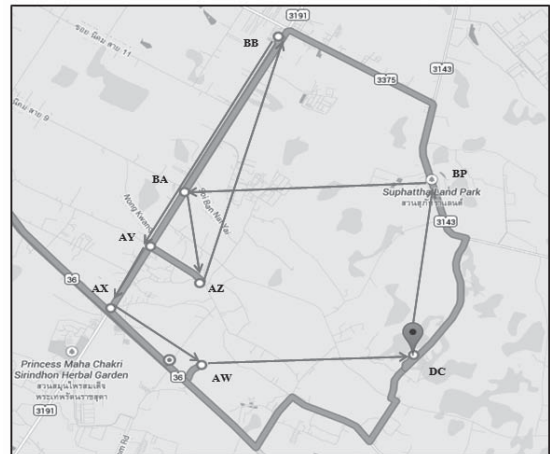
ภาพที่ 7 ภาพการจัดเส้นทางรถโดยสารโดยใช้พนักงานขับรถจัดเส้นทาง (วิธีแบบเดิม)



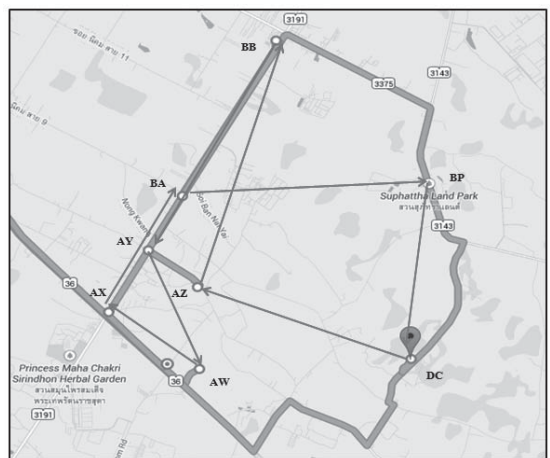
ภาพที่ 8 ภาพการจัดเส้นทางแบบใหม่แบบใช้เส้นทางเดิมโดยใช้วิธี Savings

โดยภาพที่ 9 – ภาพที่ 10 เป็นตัวอย่างการจัดเส้นทางรถโดยสารแบบใช้เส้นทางใหม่โดยใช้ข้อมูลตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 1 มีวันจัดส่งสินค้าคือ วันศุกร์ โดยภาพที่ 9 คือ การจัดเส้นทางแบบใหม่โดยใช้วิธี Savings (แบบที่ 2) เส้นทางที่ได้คือ DC-BP-BA-AZ-BB-AY-AX-AW-DC โดยมีระยะทางรวม 101 กิโลเมตร ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 8.6 ลิตร และภาพที่ 10 คือ การจัดเส้นทาง

แบบใหม่ และปรับปรุงเส้นทางโดยใช้ความสัมพันธ์ของ Fuel Consumption Rate (แบบที่ 3) เส้นทางที่ได้คือ DC-AZ-BB-AY-AW-AX-BA-BP-DC โดยมีระยะทางรวม 108 กิโลเมตร ปริมาณน้ำมันที่ใช้ 5.7 ลิตร จะเห็นว่าเส้นทางแบบใหม่ที่มีการปรับปรุงเส้นทาง ใช้ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าแบบไม่ปรับปรุงเส้นทาง แม้จำนวนระยะทางในการขนส่งมากกว่า แต่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่า



ภาพที่ 9 ภาพการจัดเส้นทางแบบใหม่แบบใช้เส้นทางใหม่โดยใช้วิธี Savings



ภาพที่ 10 การจัดเส้นทางแบบใหม่โดยวิธี Savings และความสัมพันธ์น้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถ (Fuel Consumption Rate)

อภิปรายผล

ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองวิธีการจัดเส้นทางรถโดยสารแบบใหม่เป็นเวลา 3 เดือน คือ เดือนตุลาคม 2556 – เดือนธันวาคม 2556 (จำนวน 14 สัปดาห์) และทำการเปรียบเทียบกับวิธีเดิม โดยวัดผลโดย

ใช้ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร) ปริมาณการใช้ น้ำมัน (ลิตร) ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท) และ เวลาที่ใช้ในการขนส่ง (ชั่วโมง) ซึ่งผลการศึกษาได้นำเสนอ กราฟตามภาพที่ 11 - 14 โดยในกราฟจะมีการจัดเส้น ทางการเดินทางแบบทั้งหมด 5 วิธี โดยแต่ละวิธี คือ

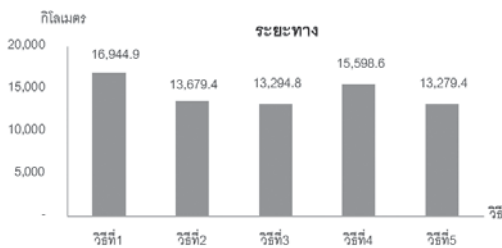
วิธีที่ 1 วิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมที่ใช้ พนักงาน

วิธีที่ 2 วิธีการจัดเส้นทางแบบใหม่โดยใช้วิธี Savings ซึ่งใช้เส้นทางแบบเดิม

วิธีที่ 3 วิธีการจัดเส้นทางแบบใหม่โดยใช้วิธี Savings โดยจัดเส้นทางใหม่ทุกเส้น

วิธีที่ 4 วิธีการจัดเส้นทางแบบใหม่โดยใช้วิธี Savings และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถ (Fuel Consumption Rate)

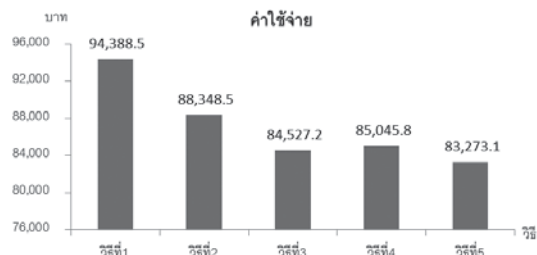
วิธีที่ 5 วิธีการจัดเส้นทางใหม่ที่เลือกอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่น้อยที่สุดของแบบที่ 3 และ แบบที่ 4



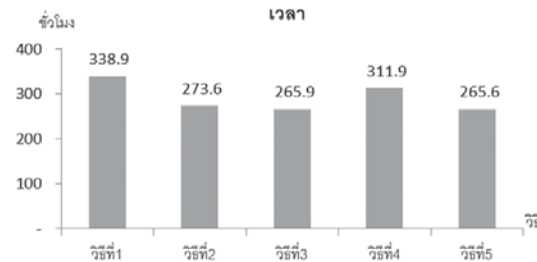
ภาพที่ 11 กราฟในรูปของระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร) ของแต่ละวิธี [ต่อระยะเวลา 3 เดือน]



ภาพที่ 12 กราฟในรูปของปริมาณการใช้ น้ำมันในการขนส่ง (จำนวนลิตร) ของแต่ละวิธี [ต่อระยะเวลา 3 เดือน]



ภาพที่ 13 กราฟในรูปของค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (บาท) ของแต่ละวิธี [ต่อระยะเวลา 3 เดือน]



ภาพที่ 14 กราฟในรูปของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (จำนวนชั่วโมง) ของแต่ละวิธี [ต่อระยะเวลา 3 เดือน]

โดยผลจากการเปรียบเทียบวิธีแบบเดิมกับวิธีแบบใหม่ สรุปได้ดังนี้

- ลดระยะทางในการเดินทางได้ 1,221 กิโลเมตรต่อเดือน
- ลดปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการเดินทาง 105.3 ลิตรต่อเดือน
- ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ 3,558 บาทต่อเดือน
- ลดเวลาที่ใช้ในการขนส่งลดลง 24.4 ชั่วโมงต่อเดือน

จากผลการทดลองงานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า ด้วยวิธีฮิวริสติกแบบ Savings Algorithm ทุกวิธีสามารถช่วยให้การจัดเส้นทาง การเดินทางมีค่าใช้จ่ายลดลง และถ้ามีการปรับปรุง เส้นทางด้วยความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกกับ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (Fuel Consumption Rate) ย่อมทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ในการทดลองจะพบว่า ใน การจัดเส้นทางแบบ Savings Algorithm ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการปรับปรุงเส้นทางด้วยความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักที่บรรทุกกับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในกรณีที่ น้ำหนักของสินค้าแต่ละจุดแตกต่างกันไม่มาก แต่ในบาง

เส้นทางที่มีการระยะแต่ละจุดห่างกันและมีน้ำหนักของสินค้าที่มาก การใช้วิธีนี้มาทำการปรับปรุงย่อมทำให้สามารถลดปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการจัดเส้นทางแต่ละครั้ง โดยวิธีการที่ดีที่สุดคือวิธีการแบบผสมหรือวิธีการที่ 5

จากผลการเปรียบเทียบในตาราง จะพบว่าวิธีแบบใหม่ที่ทำมาพัฒนามีประโยชน์ต่อแนวทางในการจัดเส้นทางรถเดินทางเป็นอย่างมาก เพราะสามารถลดต้นทุนรวมในการขนส่ง และลดเวลาในการขนส่ง และยังสามารถรักษาระดับการให้บริการลูกค้าได้เหมือนเดิม

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย ไม้อุดม. 2551. **การจัดเส้นทางเดินรถรับ - ส่งพนักงาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธรีณี มณีศรี. 2550. **การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีความไม่แน่นอนภายใต้กรอบเวลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤกร กาญจนรัตน์. 2542. **ระบบจัดเส้นทางรถขนส่ง กรณีศึกษา การขนส่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2555. **รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2555** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2558 จาก http://www.nesdb.go.th/Portals/0/tasks/dev_logis/report/data_1212250614.pdf

- Caccetta, L., Alameen, M., and Abdul-Niby, M. 2013. An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem. **Engineering Technology & Applied Science Research**. 3(2): 413 - 415.
- Toth, P., and Vigo, D., 2002. **An Overview of Vehicle Routing Problem**. The vehicle routing problem, Philadelphia: MOS_SIAM.
- Yiyong X., Qihong, Z., Ikou K. and Yuchum, X. 2012. Development of a Fuel Consumption Optimization Model for the Capacitated Vehicle Routing Problem. **Computer & Operations Research**. 39 (7): 1419-1431.