การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง: กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด

Solving Vehicle Routing Problem: A Case Study of ABC Drinking Water Company Limited

วรพล อารีย์[1*] ภานุพงศ์ กลิ่นอุบล[2] สิปปกร กรพันธ์[2] ธนภัทร รัตนานนท์เสถียร[2] และ จิรัฐติกาล คชสิทธิ์[2]

Worapon Arree[1*], Phanuphong Klinaubon[2], Sippakorn Kornphan[2], Thanapat Rattananonsatien[2] and Chirattikan Khotchasit[2]

วันที่รับบทความ : 27/09/2564
วันแก้ไขบทความ : 08/11/2564
วันตอบรับบทความ : 12/01/2565

บทคัดย่อ

บริษัท เอบีซี จำกัด เป็นบริษัทผลิตน้ำดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา บริษัทฯ ประสบปัญหาการขนส่งสินค้า เนื่องจากพนักงานขนส่งใหม่ไม่สามารถจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพได้ ซึ่งการขนส่งมีเส้นทางย้อนทับเส้นทางเดิม ปัญหานี้ส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มให้มีประสิทธิภาพ จากวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง 4 วิธี ได้แก่ วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม โปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซล และโปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์พีสเปรดชีท โดยทำการเก็บข้อมูลเส้นทางและพิกัดส่งน้ำดื่มจำนวน 20 รอบการส่งสินค้า ด้วยแอปพลิเคชัน เอ-จีพีเอส แทร็คเกอร์ และสร้างเส้นทางด้วยโปรแกรมแผนที่กูเกิล ผลการวิจัยพบว่า ระยะทางเฉลี่ยก่อนจัดเส้นทางเท่ากับ 21.56 ± 8.86 กิโลเมตร ระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากโปรแกรมแก้ปัญหา ไมโครซอฟเอ็กเซลเป็นระยะทางที่สั้นที่สุดเท่ากับ 20.98 ± 8.83 กิโลเมตร (ลดลงร้อยละ 2.69) ขณะที่ การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม และโปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์สเปรดชีท ทำให้ระยะทางการขนส่งเพิ่มขึ้น โดยมีระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 22.06 ± 8.90 กิโลเมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.32) 21.92 ± 9.61 กิโลเมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.67) และ 22.15 ± 9.23 กิโลเมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.74) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ระยะทางเฉลี่ยก่อนจัดเส้นทาง และระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการจัดเส้นทางทั้ง 4 วิธี

[1] อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์, คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
Lecturer, Department of Technology Logistics, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan

[2] นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
Bachelor student, Department of Technology Logistics, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan

* Corresponding author: E-mail address: worapon.ar@rmuti.ac.th

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มในงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้วางแผนการขนส่งสินค้าและจัดทำแนวทางการปฏิบัติงานสำหรับพนักงานขนส่งให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน
คำสำคัญ : การจัดเส้นทางการขนส่ง เซฟวิ่งอัลกอริทึม เพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม โปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซล โปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์พีสเปรดชีท

Abstract

ABC Drinking Water Co., Ltd. is one of the water drinking companies in Nakhon Ratchasima province. The company encountered the problem of goods transportation as the new freight transport employees could not effectively manage the vehicle routing, resulting in the reverse transport route over the original route. This problem affected the increase in transportation costs. This research aims to optimize the vehicle routing for drinking water transportation by solving vehicle routing problems with four methods as the Saving Algorithm method, the Nearest Neighbor Algorithm method, Microsoft Excel Solver program, and VRP Spreadsheet Solver program. The collection of routes and location coordinate data was for 20 delivery rounds of drinking water with the A-GPS tracker application and created the transport routes by the Google Maps program. The result showed that the mean distance before vehicle routing was 21.56 ± 8.86 km. The mean distance from the Microsoft Excel Solver was the shortest, about 20.98 ± 8.83 km (decreased 2.69%). While the vehicle routing from Saving Algorithm, the Nearest Neighbor Algorithm, and the VRP Spreadsheet Solver affected the increase of the transportation distance that the average distance of them was 22.06 ± 8.90 km (increased 2.32%), 21.92 ± 9.61 km (increased 1.67%), and 22.15 ± 9.23 km (increased 2.74%), respectively. However, the average distance before vehicle routing and the average distance obtained from four vehicle routing methods were not statistically different (P>0.05). The vehicle routing of water drinking transportation in this research could be used to plan for goods transportation and create the work instruction for transport employees to be the standard operation.

Keywords : Vehicle routing, Saving Algorithm, Nearest Neighbor Algorithm, Microsoft Excel Solver, VRP Spreadsheet Solver

บทนำ

ธุรกิจอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทุกปี ปัจจุบันมูลค่าตลาดรวมน้ำดื่มบรรจุขวดทั่วไปมีค่ามากกว่า 45,000 ล้านบาท (Food Intelligence Center, 2021)

เนื่องจากพฤติกรรมผู้บริโภคในปัจจุบันมีความสนใจด้านสุขภาพและความปลอดภัยความต้องการน้ำดื่มที่สะอาดและมีคุณภาพจึงเพิ่มสูงขึ้น (Yongpisanphob, 2019) ธุรกิจอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดมีผู้ประกอบการรายใหญ่เป็นผู้ถือครองส่วนแบ่งทางการตลาด อย่างไรก็ตาม ธุรกิจน้ำดื่มบรรจุขวดนี้มีผู้ประกอบการรายย่อยมากมาย เนื่องจากเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มสะอาดในปัจจุบันมีราคาไม่แพง (Yongpisanphob, 2019) นอกจากนี้ ผู้ประกอบการรายย่อยยังสามารถเข้าถึงพื้นที่ห่างไกลได้ง่าย ทำให้ต้นทุนการผลิตและการขนส่งน้ำต่ำกว่าผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีที่ตั้งโรงงานห่างไกลจากพื้นที่เหล่านี้ การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายและควบคุมต้นทุนการขนส่งให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้สร้างผลกำไรได้สูงสุด การจัดการการขนส่งน้ำดื่มนี้สามารถประยุกต์แนวคิดปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) เพื่อเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในการเคลื่อนย้ายวัตถุ คน สัตว์ หรือสินค้า โดยมีการวางแผนคัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางการส่งสินค้า ภายใต้เงื่อนไขและข้อกำจัดด้านเวลา ระยะทาง จำนวนพาหนะ และความจุของพาหนะ เป็นต้น (Chunchaiphak, 2018)

บริษัท เอบีซี จำกัด เป็นบริษัทผลิตน้ำดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา การขนส่งน้ำดื่มของบริษัทฯ จัดทำโดยแบ่งพื้นที่การขนส่งสินค้าเป็นวันต่อวัน เช่น วันจันทร์ไปหมู่บ้าน A วันอังคารไปหมู่บ้าน B เป็นต้น และหากลูกค้าคนไหนน้ำใกล้จะหมด จะโทรมาที่บริษัทฯ เพื่อติดต่อขอซื้อ และทางบริษัทจะทำการจัดส่งน้ำดื่มในวันต่อไป เนื่องจากลูกค้าของบริษัทฯ เป็นลูกค้าประจำ ทำให้พนักงานขนส่งของบริษัทฯ ทราบว่าควรเลือกเส้นทางไหนในการจัดส่งสินค้า เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งรถขนส่งสินค้าแต่ละคันมีตารางการเดินรถว่า รถแต่ละคันจะเข้าหมู่บ้านไหน วันไหน และช่วงเวลาใด อย่างไรก็ตาม บริษัทฯ ประสบปัญหาการขนส่งสินค้า เนื่องจากพนักงานขนส่งใหม่ไม่สามารถวางแผนและจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพได้ ทำให้การขนส่งมีเส้นทางย้อนทับเส้นทางเดิม ส่งผลให้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ดังนั้น การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของบริษัท เอบีซี จำกัด จึงประยุกต์แนวคิดปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งมาใช้ในการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ระยะทางสั้นที่สุด โดยนำวิธีที่ได้รับความนิยมในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง 4 วิธี มาจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้ได้เส้นทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด หรือมีระยะทางสั้นที่สุด ได้แก่ วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด อัลกอริทึม โปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซล และ โปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์พีสเปรดชีท เนื่องจากวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP ทั้ง 4 วิธีนี้ เป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน วิธีเหล่านี้จึงนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดเส้นทาง นอกจากนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดเส้นทางด้วยวิธีดังกล่าวทั้ง 4 วิธี

วัตถุประสงค์

เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม โปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซล และ โปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์สเปรดชีท กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด

ทบทวนวรรณกรรม

การจัดการโลจิสติกส์ เป็นการจัดกิจกรรมด้านการจัดการวัสดุ คำสั่งซื้อ การขนส่ง สินค้าคงคลัง คลังสินค้า บรรจุภัณฑ์ บริการลูกค้า และอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนรวมจากกิจกรรมด้านต่าง ๆ ดังกล่าวมีมูลค่าต่ำที่สุด และลูกค้าพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์ (Chaimankong, Songsiriyot & Mahapole, 2020) ดังนั้น การขนส่งจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่อยู่ในส่วนของโลจิสติกส์

การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายคน สินค้า รวมถึงการขนถ่ายสินค้า ซึ่งการขนส่งเป็นกิจกรรมหนึ่งของโลจิสติกส์ (Thippayakraisorn, 2011) การขนส่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ ได้แก่ การขนส่งด้วยรถบรรทุก (Surface Transport) การขนส่งทางรถไฟ (Rail) การขนส่งทางน้ำ (Water Carrier) การขนส่งทางอากาศ (Air Carrier) และการขนส่งทางท่อ (Pipeline) (Chaimankong, Songsiriyot & Mahapole, 2020) การขนส่งเป็นต้นทุนที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของสินค้า ดังนั้น การจัดเส้นทางการเดินรถให้เหมาะสมจึงเป็นการลดต้นทุนรวมของสินค้าในอุตสาหกรรม

การจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing) เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดส่งสินค้าให้ได้ตามความความต้องการของลูกค้าด้วยระยะทางที่เหมาะสม ระยะทางการจัดส่งสินค้าที่สั้นส่งผลให้ต้นทุนการจัดส่งสินค้าต่อรอบลดลง (Srisen, 2013) อย่างไรก็ตาม การขนส่งสินค้ามีปัจจัยหลายด้านที่มีอิทธิพลต่อการจัดการการขนส่งให้มีความเหมาะสม เช่น พาหนะขนส่ง เส้นทาง ศูนย์กระจายสินค้า และตำแหน่งลูกค้า เป็นต้น (Chunchaiphak, 2018) ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยเฉพาะของแต่ละธุรกิจ จากปัจจัยที่แตกต่างกันเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งที่แตกต่างกัน

ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (VRP) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ซึ่งผู้ขนส่งต้องออกแบบเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม เพื่อส่งสินค้าไปให้ลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด และสามารถให้บริการครบตามความต้องการของลูกค้าทั้งหมด ภายใต้เงื่อนไขบางประการ เช่น ภายใต้เงื่อนไขและข้อกำจัดด้านเวลา ระยะทาง จำนวนพาหนะ และความจุของพาหนะ เป็นต้น (Jitt-Aer, 2017; Chunchaipak, 2018) ปัญหา VRP เสนอขึ้นในปี ค.ศ. 1959 โดย Dantzing and Ramser โดยประกอบด้วย ลูกค้า (Customer) ศูนย์กระจายสินค้า (Depot) และ เส้นทางการขนส่ง (Routing) (Chunchaiphak, 2018) รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบ่งออกได้ 9 ประเภท (Chunchaiphak, 2018) ดังนี้

1) Capacitated VRP (CVRP) การจัดเส้นทางที่มีข้อจำกัดเรื่องความจุของรถบรรทุก

2) VRP with Time Windows (VRPTW) การจัดเส้นทางที่มีกรอบเวลาในการจัดส่ง

3) VRP with Backhaul (VRPB) การจัดส่งสินค้าหรือบริการกลับมายังคลังสินค้าเดิม

4) VRP with Pickup and Delivery (VRPPD) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีการรับ-ส่งสินค้า

5) VRPPD with Time Windows (VRPPDTW) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีการรับ-ส่งสินค้า และมีกรอบเวลา

6) VRP with Multiple Depots (MDVRP) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีคลังสินค้าในหลายพื้นที่

7) Periodic VRP (PVRP) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีช่วงเวลา

8) Split Delivery VRP (SDVRP) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีการแยกสินค้าส่งออกเป็นส่วน ๆ

9) Stochastic VRP (SVRP) เป็นปัญหาการจัดเส้นทางแบบมีความไม่แน่นอน

วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP เป็นการจัดการปัญหาที่มีชุดคำตอบที่เป็นไปได้แน่นอน (Combinatorial Optimization: CO) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มวิธี ได้แก่ 1) กลุ่มวิธีการแก้ปัญหาที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method) 2) กลุ่มวิธีการแก้ปัญหาฮิวริสติก (Problem Based Heuristics) และ 3) กลุ่มวิธีการเมตาฮิวริสติก (Metaheuristics) (Pitacaso, 2011) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) กลุ่มวิธีการแก้ปัญหาที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method) จำพวกวิธี Brach and Bound (B&B) วิธี Branch and Price (B&P) วิธี Column Generation (CG) และวิธี Vogel และวิธี Hungarian (Hun) เป็นต้น วิธีการในกลุ่มนี้เป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีชุดคำตอบที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งวิธี B&B CG และ B&P ใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย การจัดลำดับและตารางการผลิต การหาการผลิตที่เหมาะสม ขณะที่ Vogel แก้ปัญหาการขนส่ง และ Hun แก้ปัญหาการมอบหมายงานเท่านั้น อย่างไรก็ตาม วิธีแก้ปัญหาในกลุ่มนี้เหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็ก เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ แต่ใช้เวลาในการประมวลผลมาก โดยเฉพาะปัญหาที่มีขนาดใหญ่

2) กลุ่มวิธีการฮิวริสติก (Heuristic) เป็นกลุ่มวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะปัญหาเท่านั้น เช่น Saving Heuristic (Saving), Nearest Neighbor Heuristics (NN) ใช้สำหรับแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย หรือแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถเท่านั้น ขณะที่ วิธีการ Shortest Processing Time (SPT) และ Earlier Due Date (EDD) ใช้สำหรับแก้ปัญหาการจัดลำดับและตารางการผลิตเท่านั้น หรือ วิธีการ Part Period Balancing (PPB) ใช้สำหรับแก้ปัญหาการหาขนาดการผลิตที่เหมาะสมเท่านั้น วิธีการแก้ปัญหาในกลุ่มนี้เป็นวิธีการที่ออกแบบให้ใช้ง่ายต่อการแก้ปัญหาเฉพาะของปัญหานั้น ๆ มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อย แม้ว่าคำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่เป็นคำตอบที่มีคุณภาพดีพอที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

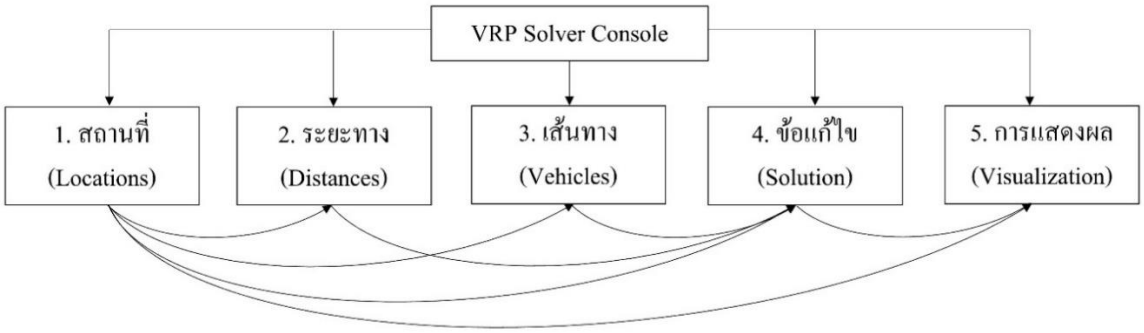
3) กลุ่มวิธีการแมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) เป็นกลุ่มวิธีที่พัฒนาจากกลุ่มวิธีการฮิวริสติก เป็นวิธีการที่มีความรวดเร็วในการคำนวณ ส่วนมากจะให้คำตอบที่ดีกว่ากลุ่มวิธีการฮิวริสติก แต่มีความซับซ้อนมากกว่า นอกจากนี้ วิธีการต่าง ๆ ในกลุ่มนี้สามารถนำหลักการของวิธีการใดวิธีการหนึ่งมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นได้ แต่อาจต้องมีการปรับรายละเอียดเพื่อความเหมาะสมในการแก้ปัญหาอื่น อย่างไรก็ตาม วิธีการในกลุ่มนี้สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ในระยะเวลาอันสั้น ใช้งานง่าย แต่คำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด เช่นเดียวกับกลุ่มวิธีการฮิวริสติก ยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่มนี้ เช่น วิธี Genetic Algorithm (GA) วิธี Ant Colony Optimization (ACO) วิธี Tabu Search (TS) วิธี Simulated Annealing Algorithm (SA) วิธี Iterated Local Search Method (ILS) เป็นต้น

จากกลุ่มวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP ในข้างต้นนี้ แสดงให้เห็นว่า วิธีการแก้ปัญหากลุ่มวิธีการฮิวริสติกเป็นการจัดการ VRP ที่เหมาะกับปัญหาที่มีชุดคำตอบขนาดเล็ก ไม่ซับซ้อน ซึ่งวิธีการแก้ปัญหากลุ่มวิธีการฮิวริสติก (Heuristic) ที่นิยมใช้ทั่วไป เนื่องจากมีวิธีการประมวลผลที่เข้าใจง่าย และรวดเร็ว ได้แก่ วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และ วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม (Nearest Neighbor Algorithm) นอกจากนี้ ปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP ได้แก่ โปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซล (Microsoft Excel Solver หรือ MS Excel Solver) โปรแกรมแก้ปัญหาวีอาร์พีสเปรดชีท (VRP Spreadsheet Solver) เป็นต้น โปรแกรมทั้งสองนี้เป็นโปรแกรมการแก้ปัญหาที่ใช้งานง่าย มีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP ในงานวิจัยนี้จึงนำวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver มาใช้จัดเส้นทาง ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธี Saving Algorithm เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน (Chaiwongsakda et al., 2015) วิธีนี้เสนอขึ้นในปี ค.ศ. 1964 โดย Clarke and Wright วิธีนี้เป็นการเลือกเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุดของรถขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสถานที่ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งที่ต่างกัน การใช้วิธี Saving Algorithm ในการจัดเส้นทางทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง และปริมาตรของสินค้าที่ยานพาหนะแต่ละคันสามารถบรรทุกได้ (Si Mueang, 2007; Sueni, 2020) จากการคำนวณค่าของระยะเวลา ระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Phanphiphat & Khemavuk, 2019) การประยุกต์ใช้วิธี Saving Algorithm ในการจัดเส้นทางสามารถลดเส้นทางการขนส่งน้ำในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงรายได้ร้อยละ 4.16 (Chaiwongsakda et al., 2015) และลดเส้นทางการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรวมได้ร้อยละ 21.62 (Kasamtaranan & Tiewtong, 2019) ขณะที่ Rattanapongporn and Rahotan (2016) ปรับปรุงเส้นทางการให้บริการรับ-ส่งของรถยกด้วยวิธี Saving Algorithm โดยสามารถลดเส้นทางได้ร้อยละ 15.59 ในวันที่มีการให้บริการน้อยที่สุด และลดได้ร้อยละ 32.04 ในวันที่มีการให้บริการมากที่สุด

2) วิธี Nearest Neighbor Algorithm เป็นอัลกอริทึมอย่างง่ายที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่ง (Node) ที่ใกล้เคียงที่สุดสำหรับปลายทางถัดไป วิธีนี้เป็นวิธีที่พิจารณาเฉพาะตำแหน่งที่ใกล้กันที่สุดเท่านั้น โดยเชื่อมตำแหน่งที่อยู่ใกล้ที่สุดกับตำแหน่งปัจจุบัน (Kulkarni, Sohani & Sehta, 2014) และทำการเชื่อมตำแหน่งที่ใกล้กันต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกลับมายังจุดเริ่มต้น ได้เป็นเส้นทางการขนส่ง จากการจัดเส้นทางโดยใช้วิธี Nearest Neighbor Algorithm ทำให้ระยะทางในการบรรทุกสินค้าลดลงร้อยละ 9.59 และช่วยลดระยะทางที่รถขนส่งวิ่งเปล่าได้ จากเดิม 1,680 กิโลเมตร เป็น 1,285 กิโลเมตร (Phanphiphat & Khemavuk, 2019) และสามารถลดระยะทางและต้นทุนในการขนส่งแก๊สแอลพีจีแบบบรรจุถัง เฉลี่ยร้อยละ 25.83 และ 22.99 ตามลำดับ (Saboohom, Phanomthip, Pimsang & Supattananon, 2021) นอกจากนี้ วิธีนี้สามารถลดค่าเฉลี่ยต้นทุนการขนส่งตามระยะทางได้ร้อยละ 9.06 (Jaruphat & Chaovalitwongse, 2013)

3) โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาสำเร็จรูปที่ใช้ในการกำหนดเส้นทางยานพาหนะ (VRP) ขั้นพื้นฐาน จากวิธี Savings Heuristic ที่คิดค้นโดย Clarke and Wright ในปี ค.ศ. 1964 โดยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เป็นโปรแกรมการจัดเส้นทางที่ใช้งานง่าย โดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน ความยืดหยุ่น และการเข้าถึงปัญหาเพื่อแก้ปัญหา โปรแกรมนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดของปัญหาที่กำหนดไว้ (Sahroni, Anggoro, Ismail & Aerna, 2018) การเก็บข้อมูลของ VRP Spreadsheet Solver ทำได้โดยข้อมูลประเภทต่าง ๆ จะเก็บแยกไว้ในเวิร์กชีท (Worksheet) แต่ละประเภท โดยเวิร์กชีทหลักคือ VRP Solver Console และประกอบด้วย เวิร์กชีทรองอื่น ๆ ได้แก่ สถานที่ (Locations) ระยะทาง (Distances) เส้นทาง (Vehicles) ข้อแก้ไข (Solution) และการแสดงผล (Visualization) (Erdogan, 2017) ทั้งนี้ สามารถแสดงการไหลของข้อมูลระหว่างเวิร์กชีทได้ดังภาพที่ 1 โดยลูกศรแสดงการเชื่อมต่อข้อมูลกันระหว่างเวิร์กชีทแต่ละประเภท การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในการแก้ปัญหา VRP สามารถลดระยะทางการขนส่ง น้ำดื่มแกลลอนของบริษัท น้ำดื่มในประเทศอินโดนีเซียได้ร้อยละ 11.32 (Sahroni et al., 2018) และสามารถลดระยะทางและต้นทุนการขนส่งได้ร้อยละ 9.14 และ 7.12 ตามลำดับ (Veruwan & Srimungkul, 2019)



ภาพที่ 1 การไหลของข้อมูลระหว่างเวิร์กชีทของโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

4) โปรแกรม Microsoft Excel Solver เป็นเครื่องมือแก้ปัญหาที่อยู่ในชุดคำสั่งของไมโครซอฟท์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) โปรแกรม Microsoft Excel Solver เป็นการวิเคราะห์แบบ What-If (Goldberg, 1989; Ragsdale, 2015) ซึ่งเป็นการใช้ชุดค่าที่แตกต่างกันหลายชุดจากสูตรอย่างน้อยหนึ่งสูตร เพื่อสำรวจผลลัพธ์ต่าง ๆ ทั้งหมด การแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมนี้สามารถค้นหาค่าที่ดีที่สุด (ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด) (Ragsdale, 2015) การประยุกต์ใช้วิธีโปรแกรม Microsoft Excel Solver ในการแก้ปัญหา VRP สามารถลดระยะทางของเส้นทางการดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ได้ร้อยละ 30.27 (Rungrodchatchaval, Sriswang & Kongkaew, 2016) และสามารถลดระยะทางการเดินรถแบบ 1 เส้นทาง และ 2 เส้นทาง โดยระยะทางลดลงร้อยละ 67.53 และ 54.79 ตามลำดับ (Wajanawichakon & Srisurin, 2018)

จากวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งทั้ง 4 วิธีนี้ มีงานวิจัยหลากหลายงานที่ทำการเปรียบเทียบวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา VRP เช่น Sueni (2020) ทำการเปรียบเทียบวิธี Saving Algorithm กับวิธี Nearest Neighbor Algorithm ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า พบว่า วิธี Nearest Neighbor Algorithm สามารถลดระยะทางได้มากกว่าวิธี Saving Algorithm โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 58.42 และ 57.37 ตามลำดับ ขณะที่ Aungkoonsit, Pichpibul, Thanathanomkul, Lomprakhon and Sirivorapat Puthpongsiriporn (2017) เปรียบเทียบระยะทางการขนส่งสินค้าในรูปแบบที่มีการรับและส่งสินค้าพร้อมกันจากการจัดเส้นทาง ซึ่งระยะทางที่ได้จากวิธี Saving Algorithm เป็นระยะทางที่สั้นกว่าระยะทางที่ได้จากวิธี Nearest Neighbor Algorithm และ Phanphiphat and Khemavuk (2019) รายงานว่า วิธี Nearest Neighbor Algorithm สามารถจัดเส้นทางได้สั้นที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี Saving Algorithm นอกจากนี้ การเปรียบเทียบวิธี Saving Algorithm และโปรแกรม Microsoft Excel Solver ฟังก์ชันเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Method) ในการจัดเส้นทาง พบว่า โปรแกรม Microsoft Excel Solver สามารถจัดเส้นทางการเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยให้มีระยะทางรวมสั้นกว่าวิธี Savings Algorithm (Rungrodchatchaval et al., 2016) เช่นเดียวกับการจัดเส้นทางรถในงานวิจัยของ Wajanawichakon and Srisurin (2018)

วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา VRP ทั้ง 4 วิธีนี้ (วิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver) เป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และสะดวกต่อการใช้งาน วิธีเหล่านี้จึงนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการจัดเส้นทาง อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่พบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในรอบการขนส่งเดียวกันกับงานวิจัยอื่น

ระเบียบวิธีการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1. ข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสัมภาษณ์บุคคลากรของบริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด ได้แก่ เส้นทางในการขนส่งน้ำดื่ม พิกัดจุดส่งน้ำดื่ม ข้อจำกัดในการขนส่งน้ำดื่ม และอุปสรรคในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ ทำการบันทึกข้อมูลพิกัดตำแหน่งจุดขนส่งน้ำบันทึกด้วยโปรแกรม A-GPS Tracker และนำข้อมูลพิกัดดังกล่าวมาสร้างเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มด้วยโปรแกรม Google Maps

1.2. ข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลของบริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด ที่ทำการเก็บรวบรวม เพื่อใช้ในการจัดเส้นทาง ได้แก่ ความจุยานพาหนะ

1.3. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลพิกัดจุดส่งน้ำดื่มและระยะทางเป็นเวลา 5 วัน จากรถขนส่งน้ำดื่ม 4 คัน (ตั้งแต่วันที่ 3 ถึง 7 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564) รวมข้อมูลการขน-ส่งน้ำดื่มเป็น 20 รอบการส่งสินค้า (ตำแหน่งลูกค้าในแต่ละรอบไม่ซ้ำตำแหน่งกัน) และบันทึกข้อมูลดังกล่าวในแต่ละวันในโปรแกรม Microsoft Excel ดังภาพที่ 2 (ข้อมูลเส้นทางการขนส่งน้ำรอบที่ 1) เพื่อนำไปจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ดังนั้น ข้อมูลการขนส่งสินค้าที่ได้ในแต่ละเที่ยวจะมีเส้นทางและระยะทางการเดินทางเที่ยวละ 5 ชุดข้อมูล สำหรับนำมาเปรียบเทียบระยะทางรวม ได้แก่ เส้นทางก่อนจัด เส้นทางที่ได้จากวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

2. เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหา VRP

2.1. วิธี Saving Algorithm

2.1.1. จากข้อมูลพิกัดที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (ภาพที่ 2) ให้คำนวณค่า Saving (Saving value) จากระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ 1-17 จากสมการ (1) ตามวิธีของ Gao, Gu, Hu, Xie and Yao (2016)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	พิกัด	15.116	15.11026	15.09924	15.09814	15.09721	15.09708	15.09622	15.09448	15.09457	15.09459	15.09459	15.09522	15.11799	15.11376	15.11487	15.11537	15.11588	15.1157
2	พิกัด	102.73871	102.72636	102.71239	102.70976	102.70945	102.70947	102.708	102.71004	102.71015	102.7102	102.71112	102.71138	102.72455	102.72789	102.72946	102.73066	102.73074	102.73096
3	Node	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	0	0	2	4.3	4.7	4.8	4.8	5	5.1	5.1	5.1	5	5	2.2	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3
5	1	2.1	0	2.4	2.7	2.8	2.9	3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	1	0.5	0.7	0.85	1	1
6	2	4.4	2.4	0	0.4	0.55	0.55	0.7	0.85	0.85	0.85	0.75	0.75	3.3	2.8	3	3.2	3.3	3.3
7	3	4.7	2.7	0.4	0	0.15	0.17	0.3	0.45	0.5	0.5	0.6	0.6	3.7	3.1	3.3	3.5	3.6	3.6
8	4	4.7	2.8	0.55	0.15	0	0.015	0.17	0.3	0.35	0.35	0.45	0.5	3.8	3.3	3.5	3.6	3.8	3.8
9	5	4.9	2.9	0.55	0.17	0.015	0	0.16	0.3	0.3	0.3	0.45	0.45	3.8	3.3	3.5	3.7	3.8	3.8
10	6	5.1	3	0.7	0.3	0.17	0.16	0	0.35	0.4	0.4	0.5	0.55	4	3.4	3.7	3.8	4	4
11	7	5.2	3.2	0.85	0.45	0.3	0.3	0.35	0	0.015	0.021	0.014	0.17	4.1	3.6	3.8	4	4.1	4.1
12	8	5.2	3.2	0.9	0.5	0.35	0.3	0.4	0.015	0	0.006	0.12	0.15	4.2	3.6	3.9	4	4.2	4.2
13	9	5.2	3.2	0.9	0.5	0.35	0.3	0.4	0.021	0.006	0	0.12	0.15	4.2	3.6	3.8	4	4.2	4.2
14	10	5.1	3.1	0.75	0.6	0.45	0.45	0.5	0.14	0.12	0.12	0	0.03	4	3.5	3.7	3.9	4	4
15	11	5.1	3.1	0.75	0.65	0.5	0.45	0.55	0.17	0.15	0.15	0.03	0	4	3.5	3.7	3.9	4	4
16	12	2.2	1	3.3	3.7	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	0	0.6	0.85	1	1.2	1.2
17	13	1.6	0.5	2.8	3.1	3.3	3.3	3.4	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	0.6	0	0.23	0.4	0.55	0.55
18	14	1.5	0.7	3	3.3	3.5	3.5	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	0.85	0.23	0	0.15	0.6	0.6
19	15	1.4	0.85	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	4	4	4	3.9	3.9	1	0.4	0.15	0	0.75	0.75
20	16	1.4	1	3.3	3.6	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	1.2	0.55	0.6	0.75	0	0.004
21	17	1.4	1	3.3	3.6	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	1.2	0.55	0.6	0.75	0.004	0

ภาพที่ 2 พิกัดและระยะทางการขนส่งน้ำ

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \qquad (1)$$

เมื่อ S_{ij} (Saving value) คือ ค่าประหยัดของระยะทางจากตำแหน่ง i ไปตำแหน่ง j

d_{0i} คือ ระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง i

d_{0j} คือ ระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง j

d_{ij} คือ ระยะทางจากตำแหน่ง i ไปตำแหน่ง j

แสดงตัวอย่างการคำนวณหาระยะทางประหยัดจากตำแหน่งขนส่ง ตำแหน่งที่ 1 ไปตำแหน่งที่ 2 ดังภาพที่ 3

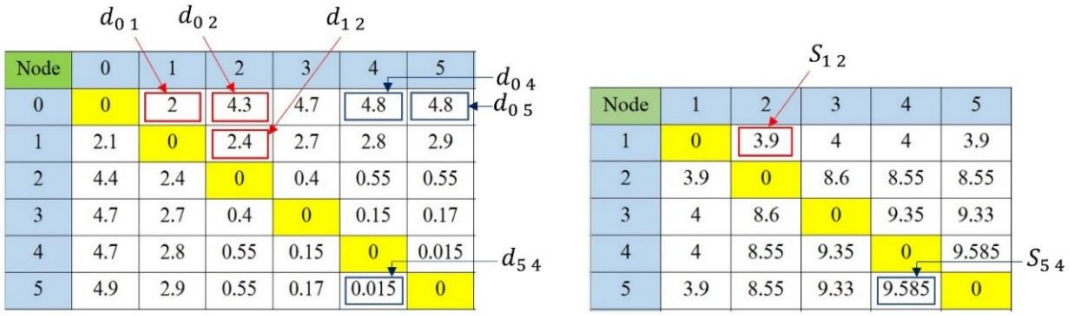
d_{01} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 0 (จุดเริ่มต้น) ไปยังตำแหน่งที่ 1 เท่ากับ 2 กิโลเมตร

d_{02} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 0 (จุดเริ่มต้น) ไปยังตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ 4.3 กิโลเมตร

d_{12} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ 2.4 กิโลเมตร

ดังนั้น $S_{ij} = (d_{01} + d_{02}) - d_{12}$

$S_{ij} = (2+4.3) - 2.4 = 3.9$



Node	0	1	2	3	4	5
0	0	2	4.3	4.7	4.8	4.8
1	2.1	0	2.4	2.7	2.8	2.9
2	4.4	2.4	0	0.4	0.55	0.55
3	4.7	2.7	0.4	0	0.15	0.17
4	4.7	2.8	0.55	0.15	0	0.015
5	4.9	2.9	0.55	0.17	0.015	0

Node	1	2	3	4	5
1	0	3.9	4	4	3.9
2	3.9	0	8.6	8.55	8.55
3	4	8.6	0	9.35	9.33
4	4	8.55	9.35	0	9.585
5	3.9	8.55	9.33	9.585	0

ภาพที่ 3 โปรแกรม Microsoft Excel บางส่วน

(1) ตัวอย่างการแทนค่าตัวแปรจากสมการเพื่อคำนวณค่า Saving (2) การคำนวณค่า Saving

2.1.2. เมื่อคำนวณค่า Saving แล้ว จากนั้นให้รวมเส้นทางโดยรวมจุดที่มีค่า Saving สูงที่สุดเป็นลำดับแรกก่อน และหาตำแหน่งถัดไปที่มีค่า Saving สูงที่สุดรองลงมา ดังภาพที่ 4 และทำการรวมระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนครบตำแหน่งการส่งสินค้าและกลับมาที่จุดเริ่มต้น

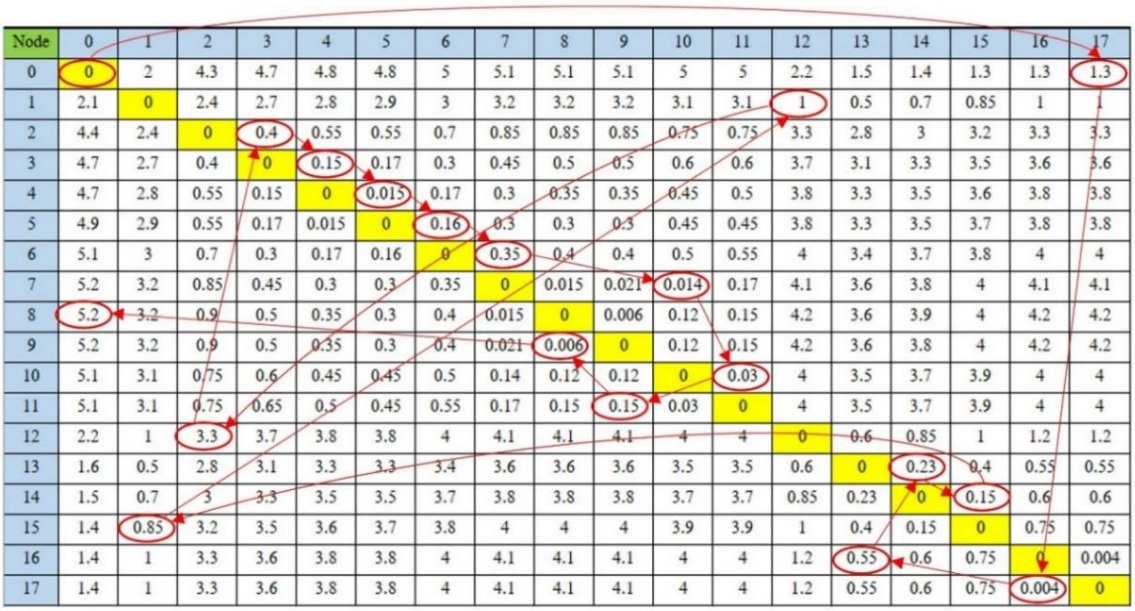
Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	ค่า Saving สูงสุดในแต่ละแถว	การเรียงลำดับ
1	0	3.9	4	4	3.9	4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.2	3	2.7	2.45	2.3	2.3	4.00	11
2	3.9	0	8.6	8.55	8.55	8.6	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	3.2	3	2.7	2.4	2.3	2.3	8.60	10
3	4	8.6	0	9.35	9.33	9.4	9.35	9.3	9.3	9.1	9.1	3.2	3.1	2.8	2.5	2.4	2.4	9.40	9
4	4	8.55	9.35	0	9.585	9.63	9.6	9.55	9.55	9.35	9.3	3.2	3	2.7	2.5	2.3	2.3	9.63	8
5	3.9	8.55	9.33	9.585	0	9.64	9.6	9.6	9.6	9.35	9.35	3.2	3	2.7	2.4	2.3	2.3	9.64	7
6	4	8.6	9.4	9.63	9.64	0	9.75	9.7	9.7	9.5	9.45	3.2	3.1	2.7	2.5	2.3	2.3	9.75	6
7	3.9	8.55	9.35	9.6	9.6	9.75	0	10.185	10.179	10.086	9.93	3.2	3	2.7	2.4	2.3	2.3	10.19	3
8	3.9	8.5	9.3	9.55	9.6	9.7	10.185	0	10.194	9.98	9.95	3.1	3	2.6	2.4	2.2	2.2	10.19	2
9	3.9	8.5	9.3	9.55	9.6	9.7	10.179	10.194	0	9.98	9.95	3.1	3	2.7	2.4	2.2	2.2	10.19	1
10	3.9	8.55	9.1	9.35	9.35	9.5	9.96	9.98	9.98	0	9.97	3.2	3	2.7	2.4	2.3	2.3	9.98	4
11	3.9	8.55	9.05	9.3	9.35	9.45	9.93	9.95	9.95	9.97	0	3.2	3	2.7	2.4	2.3	2.3	9.97	5
12	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	0	3.1	2.75	2.5	2.3	2.3	3.20	12
13	3	3	3.1	3	3	3.1	3	3	3	3	3	3.1	0	2.67	2.4	2.25	2.25	3.10	13
14	2.7	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.75	2.67	0	2.55	2.1	2.1	2.80	14
15	2.45	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.55	0	1.85	1.85	2.55	17
16	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.25	2.1	1.85	0	2.596	2.60	15
17	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.25	2.1	1.85	2.596	0	2.60	16

ภาพที่ 4 การคำนวณค่า Saving และจัดลำดับเพื่อรวมเส้นทาง

2.2. วิธี Nearest Neighbor Algorithm

จากข้อมูลระยะทางที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (ภาพที่ 2) ให้พิจารณาตำแหน่งส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดเริ่มต้นเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นให้ส่งสินค้าที่ตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับจุดถัดมา แสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า (ภาพที่ 5) ได้ดังนี้ ตำแหน่งที่ 0 → 17 → 16 → 13 →14 →15 →1 →12 →2 →3 →4 →5 → 6 →7 →10 →11 →9 →8 →0 ทั้งนี้ สามารถแสดงระยะทางของ

จุดที่ใกล้กันได้ดังภาพที่ 5และทำการรวมระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนครบตำแหน่งการส่งสินค้าและกลับมาที่จุดเริ่มต้น

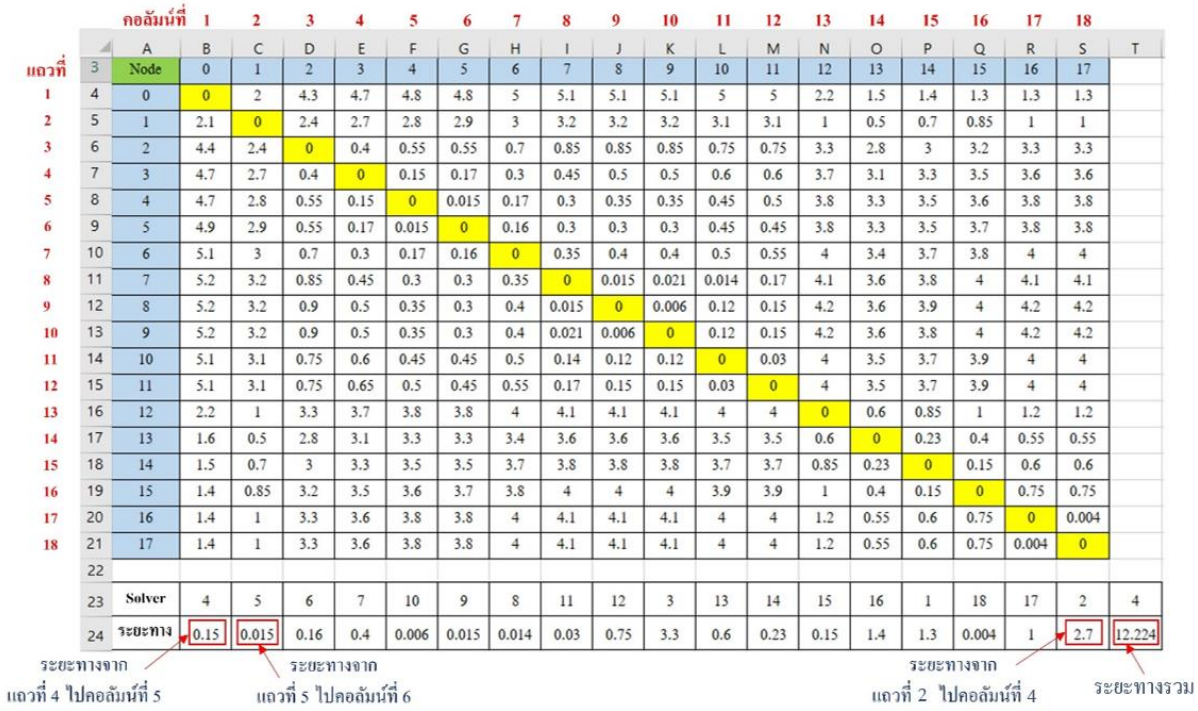


Node	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	0	2	4.3	4.7	4.8	4.8	5	5.1	5.1	5.1	5	5	2.2	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3
1	2.1	0	2.4	2.7	2.8	2.9	3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	1	0.5	0.7	0.85	1	1
2	4.4	2.4	0	0.4	0.55	0.55	0.7	0.85	0.85	0.85	0.75	0.75	3.3	2.8	3	3.2	3.3	3.3
3	4.7	2.7	0.4	0	0.15	0.17	0.3	0.45	0.5	0.5	0.6	0.6	3.7	3.1	3.3	3.5	3.6	3.6
4	4.7	2.8	0.55	0.15	0	0.015	0.17	0.3	0.35	0.35	0.45	0.5	3.8	3.3	3.5	3.6	3.8	3.8
5	4.9	2.9	0.55	0.17	0.015	0	0.16	0.3	0.3	0.3	0.45	0.45	3.8	3.3	3.5	3.7	3.8	3.8
6	5.1	3	0.7	0.3	0.17	0.16	0	0.35	0.4	0.4	0.5	0.55	4	3.4	3.7	3.8	4	4
7	5.2	3.2	0.85	0.45	0.3	0.3	0.35	0	0.015	0.021	0.014	0.17	4.1	3.6	3.8	4	4.1	4.1
8	5.2	3.2	0.9	0.5	0.35	0.3	0.4	0.015	0	0.006	0.12	0.15	4.2	3.6	3.9	4	4.2	4.2
9	5.2	3.2	0.9	0.5	0.35	0.3	0.4	0.021	0.006	0	0.12	0.15	4.2	3.6	3.8	4	4.2	4.2
10	5.1	3.1	0.75	0.6	0.45	0.45	0.5	0.14	0.12	0.12	0	0.03	4	3.5	3.7	3.9	4	4
11	5.1	3.1	0.75	0.65	0.5	0.45	0.55	0.17	0.15	0.15	0.03	0	4	3.5	3.7	3.9	4	4
12	2.2	1	3.3	3.7	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	0	0.6	0.85	1	1.2	1.2
13	1.6	0.5	2.8	3.1	3.3	3.3	3.4	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	0.6	0	0.23	0.4	0.55	0.55
14	1.5	0.7	3	3.3	3.5	3.5	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	0.85	0.23	0	0.15	0.6	0.6
15	1.4	0.85	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	4	4	4	3.9	3.9	1	0.4	0.15	0	0.75	0.75
16	1.4	1	3.3	3.6	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	1.2	0.55	0.6	0.75	0	0.004
17	1.4	1	3.3	3.6	3.8	3.8	4	4.1	4.1	4.1	4	4	1.2	0.55	0.6	0.75	0.004	0

ภาพที่ 5 การจัดเส้นทางด้วยวิธี Nearest Neighbor Algorithm

2.3. โปรแกรม Microsoft Excel Solver

จากข้อมูลระยะทางที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (ภาพที่ 2) ให้เตรียมข้อมูลพิกัดและระยะทางการขนส่งน้ำดื่ม เพื่อประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ฟังก์ชันเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary method) กำหนดเซลล์เป้าหมายที่ต้องการเพื่อหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุด โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ T24 =SUM(B24:S24) ซึ่งพารามิเตอร์ของโปรแกรม Microsoft Excel solver แสดงดังภาพที่ 6



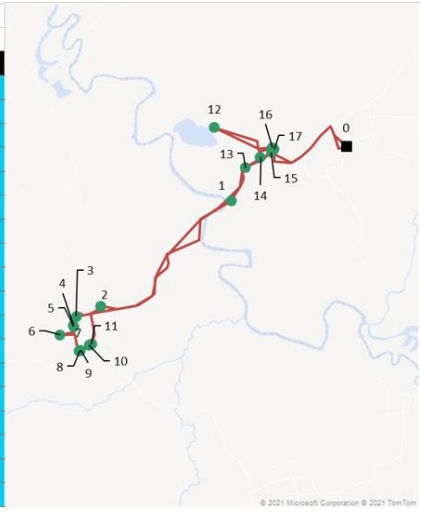
ภาพที่ 6 การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

2.4. โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

บันทึกข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูด ของบริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด (จุดเริ่มต้น) และตำแหน่งของผู้รับน้ำดื่มแต่ละราย ในโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver โดยโปรแกรมสามารถกำหนดความจุของรถขนส่งพร้อมกับระบุจำนวนของสินค้าที่นำส่งผู้รับแต่ละรายได้ ทั้งนี้ ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเพื่อประมวลผลโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver จากพิกัดข้อมูลตำแหน่งขนส่งสินค้า (17 ตำแหน่ง) แสดงดังภาพที่ 7 (1) และเส้นทางที่ได้จากการประมวลแสดงดังภาพที่ 7 (2)

	A	B	C	D	E
1	Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)
2	0	Depot		15.1160000	102.7387100
3	1	Customer 1		15.1102600	102.7263600
4	2	Customer 2		15.0992400	102.7123900
5	3	Customer 3		15.0981400	102.7097600
6	4	Customer 4		15.0972100	102.7094500
7	5	Customer 5		15.0970800	102.7094700
8	6	Customer 6		15.0962200	102.7080000
9	7	Customer 7		15.0944800	102.7100400
10	8	Customer 8		15.0945700	102.7101500
11	9	Customer 9		15.0945900	102.7102000
12	10	Customer 10		15.0951300	102.7111200
13	11	Customer 11		15.0952200	102.7113800
14	12	Customer 12		15.1179900	102.7245500
15	13	Customer 13		15.1137600	102.7278900
16	14	Customer 14		15.1148700	102.7294600
17	15	Customer 15		15.1153700	102.7306600
18	16	Customer 16		15.1158800	102.7307400
19	17	Customer 17		15.1157000	102.7309600

Vehicle:	V1
Stop count	Location Name
0	Depot
1	Customer 15
2	Customer 11
3	Customer 10
4	Customer 9
5	Customer 8
6	Customer 7
7	Customer 6
8	Customer 5
9	Customer 4
10	Customer 3
11	Customer 2
12	Customer 1
13	Customer 13
14	Customer 12
15	Customer 16
16	Customer 14
17	Customer 17
18	Depot



ภาพที่ 7 โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver (1) การลงข้อมูล (2) เส้นทางจากการประมวลผล

จากตัวอย่างการประมวลผลโปรแกรมแสดงเส้นทางการเดินรถ (ภาพที่ 7) สามารถแสดงลำดับการเดินทางดังนี้ ตำแหน่งที่ 0→ 15 → 11 → 10 → 9 → 8 → 7 → 6 → 5 → 4 → 3 → 2 → 1→ 13 → 12 → 16 → 14 → 17 → 0 โดยมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 12.32 กิโลเมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าสถิติร้อยละ (Percentage) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางด้วยวิธีต่าง ๆ กับเส้นทางการขนส่งสินค้าเดิมในแต่ละรอบ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใช้วิเคราะห์ระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการจัดเส้นทาง ทั้งนี้ การคำนวณระยะทางเฉลี่ยและค่าน้ำมันเฉลี่ยได้จากสมการ (2) และ สมการ (3) ตามลำดับ

$$\text{ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)} = \frac{\text{ระยะรวมการขนส่งรอบที่ 1} + \text{ระยะรวมการขนส่งรอบที่ 2} + \ldots + \text{ระยะรวมการขนส่งรอบที่ 20}}{20}$$

$$\text{ค่าน้ำมันรวม (บาท)} = \frac{\text{ระยะทางรวม}}{\text{อัตราสิ้นเปลือง}} \times \text{ราคาน้ำมัน} \qquad (3)$$

3.2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ค่า F-test ใช้วิเคราะห์ความแตกต่างของระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางด้วยวิธีต่าง ๆ

ผลการศึกษา

1. การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด

การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด แสดงระยะทางรวมแต่ละรอบการขนส่ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะรวมแต่ละรอบการขนส่งสินค้า

รอบการขนส่ง	เส้นทางเดิม (กม.)	Saving Algorithm (กม.)	Nearest Neighbor (กม.)	MS Excel Solver (กม.)	VRP Spreadsheet Solver (กม.)
1	12.82	13.42	13.86	12.22	12.32
2	17.76	17.40	17.42	17.36	17.52
3	19.43	21.07	19.19	18.82	21.15
4	26.43	26.36	26.35	26.28	26.35
5	17.64	18.11	17.75	17.49	17.53
6	20.89	21.47	20.51	20.51	21.91
7	17.69	18.18	18.23	17.78	19.43
8	18.45	18.40	18.84	18.24	19.00
9	18.30	17.82	18.23	17.19	17.83
10	25.27	25.71	24.92	24.78	26.73
11	21.86	22.14	21.11	20.29	20.79
12	21.40	22.33	20.76	20.29	20.72
13	18.13	21.66	20.54	17.69	21.89
14	18.23	18.68	18.02	17.52	21.70
15	7.73	7.82	7.88	7.59	7.83
16	49.29	49.83	49.12	48.59	51.92
17	23.85	23.99	23.39	23.10	23.32
18	22.17	22.12	20.94	20.74	21.39
19	38.30	38.96	45.91	38.15	38.30
20	15.27	15.71	15.46	14.96	15.35
ระยะทางรวม	431.10	441.21	438.43	419.60	442.99
ระยะทางเฉลี่ย	21.56	22.06	21.92	20.98	22.15

จากตารางที่ 1 สามารถเรียงลำดับระยะทางรวมที่ได้จากวิธีแก้ปัญหา VRP จากมากไปน้อยได้ดังนี้ โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver (442.99 กิโลเมตร) วิธี Saving Algorithm (441.21 กิโลเมตร) วิธี Nearest Neighbor Algorithm (438.43 กิโลเมตร) และโปรแกรม MS Excel Solver (419.60 กิโลเมตร) ตามลำดับโดยมีระยะทางก่อนจัดเส้นทางเท่ากับ 431.10 กิโลเมตร ระยะทางรวมเหล่านี้มีค่าน้ำมันจากการขนส่งน้ำดื่มโดยใช้รถ 6 ล้อ ที่มีอัตราสิ้นเปลืองเท่ากับ 8 กม./ลิตร ดังตารางที่ 2 ซึ่งค่า

น้ำมันรวมก่อนจัดเส้นทางมีค่าเท่ากับ 1,632.25 บาท และหลังจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแก้ปัญหา VRP ทั้ง 4 วิธี พบว่า การจัดเส้นทางด้วยวิธี MS Excel Solver ซึ่งให้ระยะทางที่สั้นที่สุด ส่งผลให้ค่าน้ำมันรวมจากการขนส่งมีค่าน้อยกว่าก่อนการจัดเส้นทาง (1,588.71 บาท) ขณะที่ การจัดเส้นทางด้วยวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ทำให้ค่าน้ำมันเพิ่มขึ้นจากเดิม

ตารางที่ 2 ค่าน้ำมันเฉลี่ยจากการขนส่งสินค้าจำนวน 20 รอบ

วิธีการแก้ปัญหา VRP	ระยะทางรวม (กม.)	การใช้น้ำมัน (ลิตร)	ค่าน้ำมันรวม (บาท)
ก่อนจัดเส้นทาง	431.10	53.90	1,632.25
Saving Algorithm	441.21	55.20	1,670.53
Nearest Neighbor Algorithm	438.43	54.80	1,660.01
MS Excel Solver	419.60	52.50	1,588.71
VRP Spreadsheet Solver	442.99	55.40	1,677.27

หมายเหตุ: อัตราสิ้นเปลืองของรถขนส่งเท่ากับ 8 กม./ลิตร และราคาน้ำมันไบโอดีเซลเท่ากับ 30.29 บาท/ลิตร

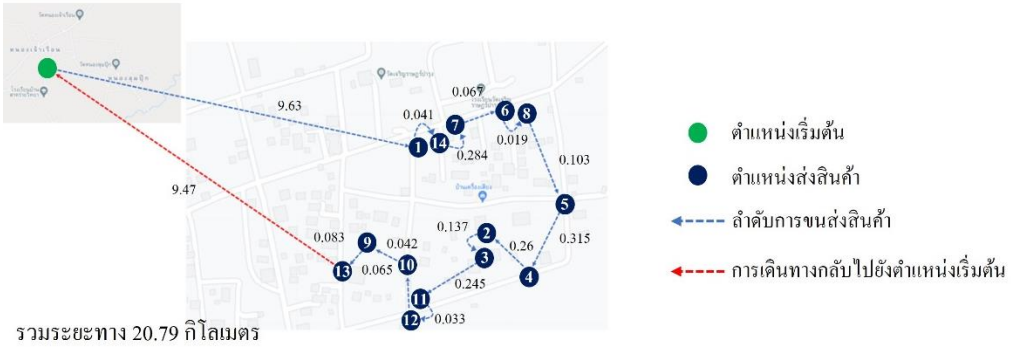
ทั้งนี้ จากการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีแก้ปัญหา VRP ต่าง ๆ ในตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างเส้นทางของรอบการขนส่งที่ 11 และรอบการขนส่งที่ 14 ดังภาพที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

(1) ก่อนจัดเส้นทาง (2) จัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm

ภาพที่ 8 เส้นทางการเดินรถจากการส่งสินค้ารอบที่ 11

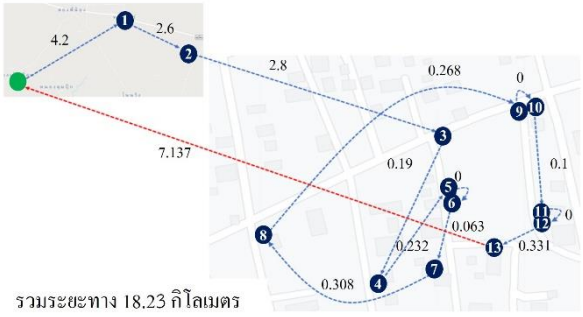
(3) จัดเส้นทางด้วยวิธี Nearest Neighbor Algorithm

(4) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

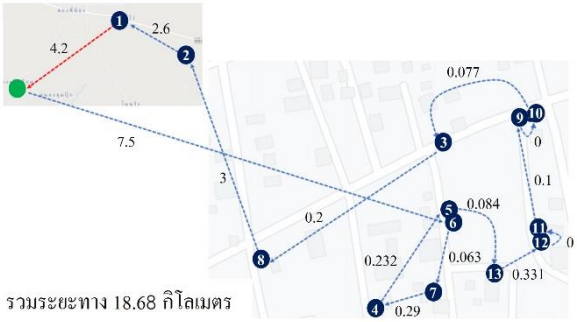


(5) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

ภาพที่ 8 เส้นทางการเดินรถจากการส่งสินค้ารอบที่ 11 (ต่อ)



(1) ก่อนจัดเส้นทาง

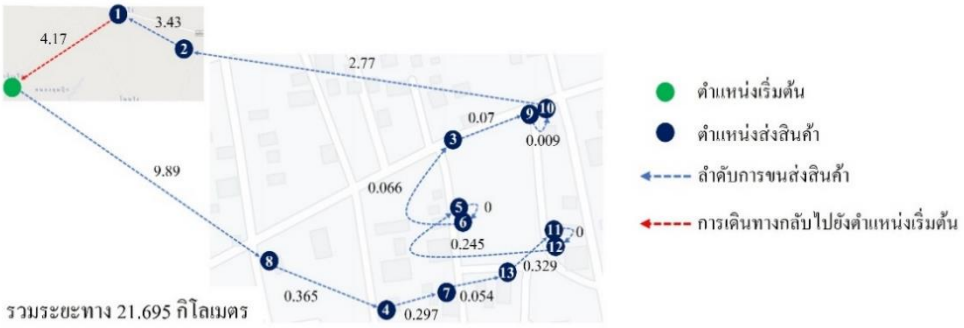


(2) จัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm

(3) จัดเส้นทางด้วยวิธี Nearest Neighbor Algorithm

(4) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

ภาพที่ 9 เส้นทางการเดินรถจากการส่งสินค้ารอบที่ 14



(5) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

ภาพที่ 9 เส้นทางการเดินรถจากการส่งสินค้ารอบที่ 14 (ต่อ)

2. การเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ย และประสิทธิภาพการจัดเส้นทางของวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver แสดงดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของค่าเฉลี่ยระยะทางการขนส่ง

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	**องศาอิสระ (df)**	**ผลรวมกำลังสอง (SS)**	**ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (MS)**	**ค่าสถิติ (F)**	**ระดับความเชื่อมั่น (P-value)**
ระหว่างกลุ่ม (Between Groups)	4	18.29	4.57	0.06	0.99
ภายในกลุ่ม (Within Groups)	95	7853.90	82.67		
รวม (Total)	99	7872.20			

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะทางการขนส่งน้ำดื่มจากการจัดเส้นทาง

วิธีการแก้ปัญหา VRP	**ระยะทาง (กิโลเมตร)**	**หมายเหตุ**
ก่อนจัดเส้นทาง	21.56 ± 8.86^{ns}	-
Saving Algorithm	22.06 ± 8.90^{ns}	ระยะทางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.32
Nearest Neighbor Algorithm	21.92 ± 9.61^{ns}	ระยะทางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.67
MS Excel Solver	20.98 ± 8.83^{ns}	ระยะทางลดลง ร้อยละ 2.69
VRP Spreadsheet Solver	22.15 ± 9.23^{ns}	ระยะทางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.74

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการจัดเส้นทางด้วยวิธีต่าง ๆ (F-test) พบว่า ระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแก้ปัญหา VRP ทั้ง 4 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ระยะทางการขนส่งจากการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม MS Excel Solver มีระยะทางสั้นที่สุด โดยสามารถลดระยะทางรวมได้ร้อยละ 2.69 เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางรวมก่อนการจัดเส้นทาง

สรุปและการอภิปรายผล

การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา บริษัท เอบีซี น้ำดื่ม จำกัด แสดงให้เห็นว่า การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มด้วยโปรแกรม MS Excel Solver สามารถจัดเส้นทางรวมที่ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหา VRP อื่น ๆ และเปรียบเทียบกับระยะทางก่อนจัดเส้นทาง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rungrodchatchaval et al. (2016) ที่รายงานว่า การใช้โปรแกรม MS Excel Solver สามารถลดระยะทางการเดินทางของรถเก็บขนขยะมูลฝอยได้ทั้งกรณีที่เดินรถ 1 เส้นทาง และ 2 เส้นทาง ได้ดีกว่าการจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm โดยระยะทางลดลงร้อยละ 36.75 และร้อยละ 30.27 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขยะด้วยโปรแกรม MS Excel Solver และวิธี Saving Algorithm จากงานวิจัยของ Wajanawichakon and Srisurin (2018) แสดงว่า ระยะทางรวมที่ได้จากโปรแกรม MS Excel Solver มีประสิทธิภาพดีกว่า โดยสามารถลดระยะทางการเดินรถได้ร้อยละ 67.53 เมื่อเดินรถ 1 เส้นทาง และลดระยะทางการเดินรถได้ร้อยละ 54.79 เมื่อเดินรถ 2 เส้นทาง ขณะที่ การจัดเส้นทางการจัดส่งอะไหล่รถบัสจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังคลังสินค้า 26 แห่ง จากการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 79.10 ขณะที่วิธี Saving Algorithm สามารถลดระยะทางได้ร้อยละ 75.44 (Karthik & Reddy, 2019) นอกจากนี้ Jakara, Skrinjar and Brnjac (2019) รายงานว่า การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งได้มากกว่าวิธี Nearest Neighbor Heuristics

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการกระจายของข้อมูล (F-test) ที่พบว่าระยะทางที่ได้จากข้อมูลทั้ง 5 ชุด ซึ่งประกอบด้วย เส้นทางเดิม เส้นทางที่ได้จากวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิตินั้น อาจเป็นเพราะจุดขนส่งน้ำในแต่ละจุดอยู่ไม่ไกลกันมาก การส่งให้ใครก่อนหลัง ระยะทางที่ได้จึงต่างกันเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางจากวิธีการแก้ปัญหา VRP ต่าง ๆ และเส้นทางเดิม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่หากจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มด้วยโปรแกรมแก้ปัญหาไมโครซอฟเอ็กเซลที่ให้ระยะทางสั้นที่สุดจะเป็นการลดต้นทุนได้ในระยะยาว และผู้ประกอบธุรกิจน้ำดื่มสามารถนำโปรแกรม MS Excel Solver มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มกับลูกค้ารายใหม่ได้ นอกจากนี้ การจัดเส้นทางที่ได้

จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมนี้สามารถกำหนดเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานได้ (Work Instruction) เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ จากการใช้วิธีการแก้ปัญหา VRP ด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อดีและข้อเสียของวิธีแก้ปัญหา VRP ที่ใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่ม

วิธีแก้ปัญหา VRP	ข้อดี	ข้อเสีย
Saving Algorithm	- เหมาะกับลักษณะปัญหาที่มีปัจจัยอื่นร่วม เช่น ช่วงเวลาที่ต้องไปให้ถึงจุดหมายปลายทางในแต่ละจุด (Time-Windows) และความจุของยานพาหนะที่สามารถบรรทุกได้ (Vehicle Capacity) เป็นต้น	- การคำนวณค่า Saving ค่อนข้างยุ่งยาก อาจเกิดความผิดพลาดได้จากการคำนวณ - การจัดลำดับการเดินทางอาจไม่เหมาะสมต่อการปฏิบัติจริง - ระยะทางรวมมากกว่าเดิม
Nearest Neighbor Algorithm	- เป็นวิธีที่ง่าย - เหมาะกับการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า ในกรณีที่ไม่ต้องการเส้นทางที่สั้นที่สุดเสมอไป กรณีที่ระยะทางการขนส่งมากขึ้น อาจเป็นการสร้างโอกาสในการขายได้ - ลำดับการเดินทางสมเหตุสมผล สามารถปฏิบัติงานได้จริง	- เกิดความสับสนได้ง่าย ในกรณีที่มีตำแหน่งที่ระยะทางเท่ากันหลายตำแหน่ง
MS Excel Solver	- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลน่าเชื่อถือมากที่สุด - ลำดับเส้นทางเป็นระเบียบเรียบร้อย	- ใช้เวลาในการคำนวณผลลัพธ์นานเมื่อมีจุดส่งสินค้าจำนวนมาก - ต้องมีความเข้าใจฟังก์ชันการใช้งานของโปรแกรม และการตั้งค่าตารางคำนวณ
VRP Spreadsheet Solver	- ใช้งานง่าย - สามารถกำหนดข้อจำกัดอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ เช่น ระยะทางที่ยานพาหนะเดินทาง ความจุของยานพาหนะ เป็นต้น	- ต้องตรวจเช็คระยะทางที่ได้จากการประมวลผล เนื่องจากระยะทางที่โปรแกรมคำนวณสั้นกว่าความเป็นจริงในบางครั้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้งาน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึมเป็นวิธีที่เหมาะสมในการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่ม หรือสินค้าประเภทอื่น ๆ ที่มีรูปแบบการส่งสินค้าคล้ายคลึงกัน เช่น รถส่งน้ำแข็ง รถส่งพัสดุ เป็นต้น เนื่องจากเป็นวิธีที่พิจารณาจากตำแหน่งส่งสินค้าที่ใกล้ที่สุดก่อนเป็นลำดับแรก เมื่อถึงจุดดังกล่าวให้ทำการส่งสินค้าในตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดเป็นลำดับต่อไป วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความยุ่งยากในการจัดเส้นทาง จึงเป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะสมต่อผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ขับรถส่งสินค้า หรือจัดเส้นทางรถส่งสินค้า ที่อาจไม่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการพิจารณาข้อจำกัดด้านความจุของรถขนส่งสินค้าและเวลาในการส่งสินค้าร่วมด้วย เนื่องจากงานวิจัยนี้ในบางรอบการขนส่งสินค้า พบว่ามีสินค้าไม่เพียงพอต่อการส่งในรอบขนส่งนั้น และบางครั้งการส่งสินค้าไม่ตรงตามเวลาที่ลูกค้ารอรับสินค้า ทำให้ไม่สามารถส่งสินค้าได้

เอกสารอ้างอิง

Aungkoonsit, Y. , Pichpibul, T. , Thanathanomkul, K. , Lomprakhon, C. , & Sirivorapat Puthpongsiriporn, T. (2017). An application of savings algorithm to solve the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. *Journal of Business Administration, 6*(2), 175-188.

Chaimankong, C., Songsiriyot, W., & Mahapole, S. (2020). Freight Transport and Logistics. *Southeast Bangkok Journal, 6*(1), 104-115.

Chaiwongsakda, N., Ananaue, P., Jeenaboonrueang, N., Winyangkul, S., Sinnarong, K., Jakkaew, T., & Srisawang, N. (2015). Vehicle routing by using a saving algorithm and the traveling salesman problem: A case study of a drinking water factory. *Thai Journal of Operations Research, 3*(1), 51-61.

Chunchaiphak, P. (2018). *School Bus Routing: A Case Study of Prasitsuksasongkroh School.* Master of Engineering Thesis, Ubon Ratchathani University.

Erdogan, G. (2017). An open source spreadsheet solver for vehicle routing problems. *Computers & Operations Research, 84*(1), 62–72.

Food Intelligence Center. (2021). *Still Bottled Water Market in Thailand*. Retrieved from http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=329

Gao, J., Gu, F., Hu, P., Xie, Y., & Yao, B. (2016). Automobile chain maintenance parts delivery problem using an improved ant colony algorithm. *Advances in Mechanical Engineering, 8*(9), 1–13.

Goldberg, D. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning*. Massachusetts: Addison-Wesley.

Jakara, M., Pasagic Skrinjar, J., & Brnjac, N. (2019). Vehicle routing problem – Case study on logistics company in Croatia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering. 9*(4), 456-470.

Jaruphat, O., & Chaovalitwongse, P. (2013). Heuristic for open vehicle routing problem to reduce transportation cost. *Engineering Journal, 4*(3), 57-72.

Jitt-Aer, K. (2017). Vehicle routing problem with stochastic demand. *NKRAFA Journal of Science and Technology, 13*(13), 19-24.

Karthik, G.R.P., & Reddy, K.D. (2019). A Comparative analysis of vehicle routing problem in APSRTC firm. *International Journal of Applied Engineering Research. 14*(21), 4042-4046.

Kasamtaranan, N., & Tiewtong, H. (2019). Routing for gasoline transportation: A case study of gasoline transport service company. *Interdisciplinary Sripatum Chonburi Journal, 6*(2), 91-98.

Kulkarni, S., Sohani, N., & Sehta, N. (2014). Capacitated vehicle routing using nearest neighbor algorithm in supply chain. *International Journal of Engineering Research & Technology, 3*(5), 1331-1334.

Phanphiphat, P., & Khemavuk, P. (2019). Vehicle routing arrangement of heavy trucks for bulk and sack products: A case study of transportation. *Kasem Bundit Engineering Journal, 9*(1), 136-151.

Pitacaso, R. (2011). *Metaheuristic to Solve the Problems of Production Planning and Logistics Management* (1st ed.). Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan).

Ragsdale, C. (2015). *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Business Analytics* (7th ed.). Connecticut: Cengage Learning.

Rattanapongporn, K., & Rahotan, J. (2016). Vehicle routing for delivery of the transportation car service: A case study of Sin Chai Auto Limited Partnership. *Sripatum Chonburi Journal, 12*(4), 55-64.

Rungrodchatchaval, N., Sriswang, I., & Kongkaew, W. (2016). Application of the vehicle routing problem for solid waste collection: A case study of Prince of Songkla University, Hat Yai campus. *Thai Journal of Operations Research, 4*(2), 18-31.

Saboohom, S., Phanomthip, A., Pimsang, S., & Supattananon, N. (2021). The Vehicle Routing using Nearest Neighbor Algorithm: A Case Study of LPG tank transportation. In *Proceeding of the 8th NEU National Conference 2021: Integrated Research and Innovation for the New Normal Society* (pp. 1347-1355). Khon Kaen, North Eastern University.

Sahroni, T.R., Anggoro, L.A., Ismail, S., & Aerna. (2018). Application of an open source spreadsheet solver in single depot routing problem. *International Journal of Supply Chain Management, 7*(6), 375-371.

Si Mueang, K. (2007). *Finding the Number of Trucks that are Suitable for Transportation of Goods in the Retail Business. A Case Study of Tops Supermarket*. Master of engineering thesis, King Mongkut's university of technology north Bangkok

Srisen, W. (2013). *Vehicle Routing Problem for Cost Reduction : A Case Study of TTK Logistics (Thailand) Co.,Ltd.* Master of Business Administration Thesis, University of the Thai Chamber of Commerce.

Sueni, K. (2020). The routes transportation by comparison between using the saving algorithm and the nearest neighbor algorithm. *Economics and Business Administration Journal Thaksin University, 12*(2), 1-14.

Thippayakraisorn, S. (2011). A future of Thailand's transportation "dream becomes true or drifting imaginary,". *Executive Journal, 31*(3), 99-104.

Veruwan, P., & Srimungkul, P. (2019). Increasing efficiency of vehicle routing by using VRP spreadsheet Solver: A case study of distribution center in Khon Kaen. In *Proceeding of the first National and International Conference of Kalasin University 2019 : Recent Innovations of Science and Social Sciences for Sustainability* (pp. 120-128). Kalasin: Kalasin University.

Wajanawichakon, K., & Srisurin, K. (2018). Solution methods for vehicle routing problems of garbage truck: A case study of Ubon District, Ubon Ratchathani Province. *UBU Engineering Journal, 11*(2), 41-52.

Yongpisanphob, W. (2019). *Industry Outlook 2019-2021: Beverage Industry.* Retrieved from https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/Food-Beverage/Beverage/IO/io-beverage-20-th