

การจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดส่งพัสดุด้วยโปรแกรม
VRP SPREADSHEET SOLVER ของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง
THE APPROPRIATE ROUTING FOR PARCEL DELIVERY USING
VRP SPREADSHEET SOLVER PROGRAM FOR
A CASE STUDY COMPANY

นริศรา นาคะเมฆ¹, รัตนศิริ ท้วมยัง¹, พันธ์ิวนันท์ จันทะคุณ¹,
วรัทเทพ ฐภัทรสุวรรณ², ธัชชัย เทพภรณ์^{1*}

Naritsara Nakhamek¹, Rattanasiri Thuamyang¹, Phanthiwanon Janthakhun¹,
Warattapop Thapatsuwan², Thatchai Thepphakorn^{1*}

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

²คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ประเทศไทย 73140

¹Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

²Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen,
Nakhon Pathom, Thailand, 73140

*Corresponding author e-mail: thatchai.t@psru.ac.th

วันที่เข้ารับ 31 มีนาคม 2568

วันที่แก้ไขบทความ 28 เมษายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 28 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดเส้นทางจัดส่งพัสดุที่เหมาะสมที่สุด จากปัญหาที่เกิดขึ้นในบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งคือ ปัญหาความล่าช้าในการส่งพัสดุให้กับลูกค้าในแต่ละวัน และลดปริมาณพัสดุที่ส่งไม่ทันตามกำหนดเงื่อนไขของบริษัท ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวมปัญหาและได้ทำการจัดเส้นทางจัดส่งพัสดุที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ทำการจัดเส้นทางจัดส่งในเขตอำเภอเมือง โดยเริ่มตั้งแต่ศูนย์กระจายพัสดุไปยังจุดพักที่จะส่งให้กับลูกค้าในแต่ละจุด โดยวิเคราะห์จากข้อมูลยอดการจัดส่งพัสดุให้ลูกค้า 1 วัน โดยมีลูกค้าทั้งหมด 95 ราย มีรถยนต์กระบะตู้ทึบจำนวน 3 คันในการจัดส่งพัสดุ เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาการจัดเส้นทางจัดส่ง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด พบว่า ระยะเวลาในการขนส่งพัสดุที่สั้นลงใช้เวลาในการจัดส่งพัสดุของรถทั้ง 3 คันมีดังนี้ รถคันที่ 1 เดิมใช้เวลาในการจัดส่งพัสดุ 460 นาที แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP spreadsheet solver ได้ 358 นาที ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.17 รถคันที่ 2 เดิมใช้เวลาในการจัดส่งพัสดุ 470 นาที แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP spreadsheet solver ได้ 410 นาที ซึ่งลดลงคิด

เป็นร้อยละ 12.77 และรถคันที่ 3 เดิมใช้เวลา 480 นาที ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP spreadsheet solver ระบุควรใช้รถ 2 คันในการจัดส่งพัสดุ

คำสำคัญ: การจัดส่งพัสดุ, การจัดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด, ยานพาหนะแบบมีความจุ, กรอบเวลา

Abstract

This research aims to optimize parcel delivery routes to address delivery delays and reduce the number of late deliveries at a case study company. The researcher collected relevant data and used the VRP Spreadsheet Solver program to plan the most efficient delivery routes within Muang District, starting from the parcel distribution center to customer locations. The analysis was based on one day's delivery data, involving 95 customers and three covered pickup trucks. The VRP Spreadsheet Solver results showed that the delivery time was significantly reduced. For Vehicle 1, delivery time decreased from 460 minutes to 358 minutes, a reduction of 22.17%. For Vehicle 2, delivery time decreased from 470 minutes to 410 minutes, a reduction of 12.77%. Vehicle 3, which originally required 480 minutes, was eliminated from the operation, as the optimized solution indicated that only two vehicles were needed for delivery. These results demonstrate the effectiveness of using route optimization tools to improve delivery efficiency and reduce operational time.

Keywords: Parcel delivery, Optimal routing, Capacitate vehicle, Time windows

1. บทนำ

บริษัทกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในผู้ให้บริการการขนส่งพัสดุในประเทศไทย โดยเข้ามาทำธุรกิจในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งให้บริการเกี่ยวกับการขนส่งและโลจิสติกส์ครบวงจร โดยแบ่งเป็น 8 ธุรกิจย่อย เช่น การจัดส่งพัสดุ การให้บริการเกี่ยวกับ Supply chain เป็นต้น บริษัทกรณีศึกษาจะใช้กลยุทธ์แฟรนไชส์ทั้งหมดและมีการลงทุนมากกว่า 5,000 ล้านบาทในระยะเวลาที่ผ่านมา ทั้งด้านศูนย์บริการจัดการพัสดุและคลังสินค้า ผลการดำเนินกลยุทธ์ดังกล่าวทำให้บริษัทกรณีศึกษาเติบโตตามกระแส E-commerce ได้ในปัจจุบัน โดยบริษัทกรณีศึกษามีแผนระยะสั้นคือ ยกระดับการขนส่งทั่วประเทศให้ดีขึ้น พร้อมช่วยเหลือผู้ร่วมทำธุรกิจให้เติบโตในอุตสาหกรรมบริการขนส่งได้เต็มรูปแบบผ่านการเป็นตัวกลางเชื่อมต่อการส่งสินค้าทั้งในประเทศและจากต่างประเทศ ส่วนแผนระยะยาวนั้น บริษัทต้องการนำธุรกิจอื่น ๆ เข้ามาทำการตลาดในประเทศไทยด้วยซึ่งจะอยู่ในทุกส่วนธุรกิจการขนส่ง การให้บริการรับและจัดส่งพัสดุแบบด่วนถึงที่ และให้บริการการรับส่งพัสดุแบบถึงหน้าบ้านลูกค้า

อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมาบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าวได้เกิดปัญหาความล่าช้าในการขนส่งพัสดุให้กับลูกค้า อันเนื่องมาจากพนักงานจัดส่งพัสดุเลือกเส้นทางการเดินรถไม่เหมาะสม การเลือกเส้นทางจัดส่งพัสดุตามความเคยชินหรือตามประสบการณ์ของพนักงาน ทำให้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พัสดุถูกจัดส่งถึงมือลูกค้าล่าช้าและนำไปสู่การมีพัสดुक้างส่งทุกวัน อีกทั้งยังส่งผลให้การจัดส่งพัสดุไม่ได้ตามยอดจัดส่งที่บริษัทกำหนด นำไปสู่การทำให้เกิดต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้นเกินความจำเป็น และอาจทำให้ความน่าเชื่อถือของบริษัทจากลูกค้าลดลงในระยะยาวได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจัดหาเส้นทางจัดส่งพัสดุหรือสินค้าที่เหมาะสมได้ประยุกต์ใช้วิธีการที่แตกต่างกันออกไป อาทิ แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (กัญญาณัฐ และศิริกาญจน์, 2567) โปรแกรมพลวัต (อภิชาติ และคณะ, 2556) วิธีการเซฟวิงอัลกอริทึม (นคร และคณะ, 2558) โปรแกรม VRP spreadsheet solver (VRP-SS) (ภุชงค์ และภณพงษ์, 2562) ซึ่งการประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP-SS จะมีความสะดวก ง่าย รวดเร็วต่อการใช้งาน และเป็นโปรแกรมแบบโอเพ่นซอร์ส (Open source tool) (Günes, 2017) จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัญหาและปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งพัสดุ โดยจัดหาเส้นทางในการจัดส่งที่เหมาะสมในบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งด้วยโปรแกรม VRP-SS

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อจัดเส้นทางจัดส่งพัสดุที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม VRP-SS ของบริษัทกรณีศึกษา

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดทฤษฎีการขนส่งสินค้า (Transportation)

การขนส่ง คือ การเคลื่อนย้ายคน (People) สินค้า (Goods) หรือบริการ (Services) จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง และการขนส่งผลิตผลในประเทศไทยส่วนมากยังคงใช้ระบบการขนส่งด้วยรถธรรมดา และมีการขนส่งด้วยรถห้องเย็น ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการ เช่น การขนส่งผลิตผลพืชสวนจากเชียงใหม่มายังกรุงเทพมหานคร ของมูลนิธิโครงการหลวง เป็นการขนส่งโดยใช้รถห้องเย็น (เกียรติพงษ์, 2557)

3.2 แนวคิดทฤษฎีการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle routing problem : VRP)

การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการขนส่ง โดยเป็นกระบวนการที่จะกระจายสินค้าจากกลุ่มผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค หรือการสร้างเส้นทางโดยสารจากจุดต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางแบบกระจายสินค้าจะเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่ของกลุ่มอุตสาหกรรมจะมาจากการขนส่งเป็นหลัก กระบวนการขนส่งส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การจัดการให้ส่งสินค้าไปให้ถึงลูกค้าให้เร็วที่สุดตรงตามเวลา

ที่ตกลงกับลูกค้า (รวีโรจน์ และคณะ, 2564) สำหรับลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางของการขนส่งสามารถจำแนกได้หลายประเภทดังตารางที่ 3.1 (เครือวัลย์, 2547)

สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลาการขนส่ง (Vehicle routing problem with time windows: VRPTW) จะเป็นการกำหนดการเดินทางของรถ $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ ที่มีความจุสูงสุด Q ของรถแต่ละคัน โดยเดินทางขนส่งไปยังจุดขนส่งที่อยู่บนกราฟ G โดย $G = (V, A)$ เซต $V = \{0, 1, \dots, n\}$ เป็นเซตของจุดขนส่ง (Delivery points) มีจำนวน n ตำแหน่ง (รวม Depot ที่ Node 0) โดยกำหนดเซต $A = \{(i, j): i \in V, j \in V, i \neq j\}$ เป็นเซตของอาร์ค (Arcs)

กำหนดให้ c_{ijk} เป็นระยะทางการขนส่งจากจุดขนส่ง i ไป j โดยรถ k กำหนดให้ t_{ij} เป็นระยะเวลาการขนส่งจากจุดขนส่ง i ไป j ซึ่งแต่ละจุดขนส่ง i จะมีความต้องการของลูกค้า d_i โดยการเดินทางขนส่งจะต้องมาถึงจุดขนส่งก่อนเวลา b_i แต่ถ้ามาถึงก่อนเวลา a_i จะต้องรอคอยจนถึงเวลา a_i จึงจะเริ่มขนส่งในแต่ละตำแหน่ง แต่ละจุดจะมีเวลาการให้บริการเท่ากับ o_i และให้ s_{ik} เป็นระยะเวลาที่รถ k มาถึงจุดขนส่ง i ดังนั้น แบบจำลองสมการทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นสำหรับปัญหา VRPTW สามารถแสดงได้ดังนี้ (นลินี, 2548)

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ลักษณะของปัญหา	ทางเลือก
1. จำนวนของยานพาหนะ (Fleet)	- จำนวน 1 คัน - จำนวนหลายคัน
2. ประเภทของยานพาหนะ (Vehicle type)	- ประเภทเดียวกันหมด - หลาย ๆ ประเภท - ใช้รถชนิดพิเศษ
3. โรงจอดรถ (Depot) หรือคลังสินค้า (Warehouse)	- จำนวน 1 แห่ง - จำนวนหลาย ๆ แห่ง
4. ความต้องการในการขนส่ง (Transport demand)	- ความต้องการที่แน่นอน (Deterministic) - ความต้องการที่ไม่แน่นอน (Stochastic)
5. จุดกำเนิดของความต้อการ (Demand location)	- ที่ตำแหน่ง (Node) หรือ (Point) - ที่เส้นทาง (Arc หรือ Route) - ที่ตำแหน่งและเส้นทาง (Mix)
6. ความสามารถในการบรรทุกของ (Vehicle capacity)	- เท่ากันหมด - ไม่เท่ากัน - ไม่จำกัด

ลักษณะของปัญหา	ทางเลือก
7. เวลาในการขนส่งที่ยอมให้มากที่สุด (Maximum route times)	- เท่ากันหมด - ไม่เท่ากัน - ไม่จำกัด
8. เส้นทางเครือข่าย	- ไม่มีทิศทาง - มีทิศทาง - แบบผสม - แบบเรขาคณิต
9. การดำเนินงานของยานพาหนะ	- รับอย่างเดียว - ส่งอย่างเดียว - รับและส่ง

ดัชนี (Indices)

$i, j \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$: ดัชนีของจุด (รวม Depot ที่ Node 0)

$k \in \{1, 2, \dots, K\}$: ดัชนียานพาหนะ

n : จำนวนลูกค้า (ในที่นี้ $n = 95$)

พารามิเตอร์ (Parameters)

Q : ความจุสูงสุดของรถแต่ละคัน

d_i : ความต้องการของลูกค้าที่จุด i

c_{ijk} : ระยะทางหรือค่าขนส่งจาก i ไป j โดยรถ k

t_{ij} : เวลาในการเดินทางจากจุด i ไป j

a_i, b_i : เวลาที่เร็วที่สุดและช้าที่สุดที่สามารถให้บริการที่จุด i

o_i : เวลาที่ใช้ในการให้บริการที่จุด i

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

$x_{ijk} \in \{0, 1\}$: มีค่า 1 ถ้ารถ k เดินทางจาก i ไป j ; 0 ถ้าไม่เดินทาง

s_{ik} : เวลาที่รถ k ไปถึงจุด i

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Min} \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0, j \neq i}^n c_{ijk} x_{ijk} \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^n d_i x_{ijk} \leq Q, \quad \forall k \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0jk} = 1, \quad \forall k \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i0k} = 1, \quad \forall k \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=0, j \neq i}^n x_{ijk} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{j=0, j \neq i}^n x_{ijk} - \sum_{j=0, j \neq i}^n x_{jik} = 0 \quad \forall i, \forall k \quad (6)$$

$$s_{jk} \geq s_{ik} + t_{ij} + o_i - M(1 - x_{ijk}), \quad \forall i, \forall j, \forall k, i \neq j \quad (7)$$

$$a_i \leq s_{ik} \leq b_i, \quad \forall i, \forall k \quad (8)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \quad s_{ik} \geq 0 \quad \forall i, \forall j, \forall k \quad (9)$$

สมการที่ (1) คือ สมการเป้าหมาย เพื่อหาระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด สมการที่ (2) คือ การกำหนดความจุรวมไม่เกินกว่าความจุของรถ สมการที่ (3) คือ รถทุกคันต้องเริ่มออกจากจุดที่ 0 คือ คลังสินค้าเสมอ สมการที่ (4) คือ รถทุกคันที่ต้องกลับมาที่จุดที่ 0 คือ คลังสินค้าเสมอ สมการที่ (5) คือ แต่ละลูกค้าต้องได้รับการเยี่ยมเพียงครั้งเดียวเสมอ สมการที่ (6) คือ เส้นทางต้องมีความต่อเนื่อง (เข้า-ออก) สมการที่ (7) และ (8) จะเกี่ยวข้องกับกรอบเวลา (Time windows) คือ คือเวลาที่รถออกจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งไม่เกินกว่าเวลาจุดใหม่ และสมการที่ (9) คือ ตัวแปรตัดสินใจโดยค่า x_{ijk} ต้องเป็นค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น ในขณะที่ s_{ik} ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

3.3 แนวคิดทฤษฎีวิธีหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

เทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยวิธีดั้งเดิม (Conventional optimization methods) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพสูงและได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) เสมอ และวิธีการหาคำตอบแบบการประมาณ (Approximation optimization algorithm) คือวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก หรือมีข้อจำกัดในการคำนวณ ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ในเวลาที่สมเหตุสมผล วิธีการหาคำตอบแบบการประมาณจึงใช้หลักการค้นหาคำตอบที่ดีภายในระยะเวลาที่ยอมรับได้ (Dana, 2020)

3.4 แนวคิดทฤษฎีโปรแกรม VRP spreadsheet solver

การประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ใน Microsoft excel เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางที่เหมาะสมที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน (กัญญาณัฐ และศิริกาญจน์, 2567) สำหรับโปรแกรม VRP spreadsheet solver (Günes, 2017)

นั้นเป็นอีกหนึ่งโปรแกรม Add-in ที่สามารถช่วยในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางได้เป็นอย่างดี ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดและเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและทำให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้าขององค์กรลดน้อยลง ซึ่ง VRP spreadsheet solver เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานบน Microsoft excel เพื่อการจัดเส้นทาง ประมวลผลหาจุดส่งสินค้า จุดกระจายสินค้า การจัดเส้นทางที่เกิดขึ้น ใช้สำหรับการจัดลำดับการขนส่งงานอย่างเป็นระบบ วางแผนงานขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดการทำงานแบบ Manual ระบบสามารถประมวลเวลาการจัดส่งที่เหมาะสม วิเคราะห์ระยะทางจากเส้นทางจริง ภายใต้งบประมาณการตัดสินใจที่กำหนด ช่วยให้การขนส่งมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ค่าใช้จ่ายต่ำสุด ใช้เส้นทางสั้นที่สุด ใช้จำนวนรถน้อยที่สุด ใช้เวลาน้อยที่สุด และบริหารรถขนส่งได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด (ภุขงค์ และ ภาณุพงษ์, 2562)

3.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นกร และคณะ (2558) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางรถขนส่งโดยใช้เซฟวิงอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายกรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม เนื่องจากธุรกิจน้ำดื่มได้มีบทบาทและมีความสำคัญในการดำรงชีวิตและสุขภาพ ความสะอาดสะดวกและปลอดภัยทำให้ความต้องการบริโภคน้ำดื่มได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและรายได้ของครัวเรือน ความต้องการน้ำดื่มจากโรงงานผลิตน้ำดื่มมากยิ่งขึ้น แต่ทางบริษัทต้องการจัดเส้นทางรถเดินทางให้มีต้นทุนที่ต่ำและมีระยะทางที่สั้นในการเดินทางรวมทั้งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ จึงได้นำวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม (Saving algorithm) มาใช้ในการจัดเส้นทางในการขนส่งน้ำดื่มไปยังผู้บริโภค ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่ดีจากวิธีการดังกล่าวในการจัดเส้นทาง

อภิชาติ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการเลือกเส้นทางรถขนส่งสินค้าประเภทเทกองโดยใช้โปรแกรมพลวัต การศึกษานี้ได้นำข้อมูลต้นทุนการขนส่งรวมในอดีตมาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการเลือกเส้นทางรถขนส่งสินค้า โดยเริ่มตั้งแต่การขนส่งจากเรือบรรทุกสินค้าอยู่กลางอ่าวไทยจนถึงโรงงานของลูกค้า อย่างไรก็ตามปัญหาการขนส่งดังกล่าวจะมีลักษณะการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transport) โดยงานวิจัยนี้ได้นำวิธีโปรแกรมพลวัต (Dynamic programming) มาประยุกต์ใช้ในการเลือกเส้นทางรถขนส่งที่เหมาะสมที่สุด ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดต้นทุนรวมในการขนส่งโดยเฉลี่ยร้อยละ 17 จากการเลือกเส้นทางรถขนส่งแบบเดิม

จิตาภา และกัญชลลา (2560) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาร่วมการขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ เนื่องจากปัญหาของระบบปัจจุบันส่งผลให้มีเวลาสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นระหว่างการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ในแต่ละรอบ วิจัยนี้จึงได้จัดสมดุลขนส่งบรรจุภัณฑ์จากคลังสินค้าไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้แนวคิดการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุดร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อช่วยตัดสินใจกำหนดปริมาณการขนส่งบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จากผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพกิจกรรมการไหล

พบว่า ในการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์มีการบรรจุกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เต็มคันซึ่งควรได้รับการแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น

อำพล และคณะ (2552) ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัย รวมถึงความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการและรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกพร้อมกับเรือขนส่ง โดยพบว่า ความตรงต่อเวลาในการขนส่งมีอิทธิพลสูงสุด สำหรับการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้านั้นจะมีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่นแทน โดยต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าจะมีอิทธิพลมากและข้อมูลจากการพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจพบว่า ควรเลือกใช้รูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในสถานการณ์จริงแบบหลายทางเลือก

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

กระบวนการดำเนินการวิจัยจะเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 1 วัน ซึ่งเป็นวันที่มีปริมาณลูกค้ามากในสัปดาห์ โดยในช่วงเวลาที่ผ่านมามีปัญหาล่าช้าในการจัดส่งพัสดุอันเนื่องมาจากการที่พนักงานไม่ได้คำนึงถึงการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในแต่ละวัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจะมีจำนวนลูกค้าทั้งหมดในหนึ่งวันเพื่อเป็นกรณีศึกษา จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver (Günes, 2017) ในการค้นหาคำตอบและตรวจสอบการหาผลลัพธ์ รวมถึงยืนยันความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการพิจารณาระยะเวลาในการจัดส่งพัสดุใน 1 วันในช่วงเดือนสิงหาคม 2567 ซึ่งเป็นวันที่มีจำนวนลูกค้าที่มาก พบว่ามีจำนวนลูกค้าที่ต้องจัดส่งพัสดุนับจำนวน 95 ราย ดังแสดงข้อมูลเบื้องต้นจากตารางที่ 4.1 โดยจะใช้ยานพาหนะในการขนส่งคือ รถกระบะตู้ทึบจำนวน 3 คัน

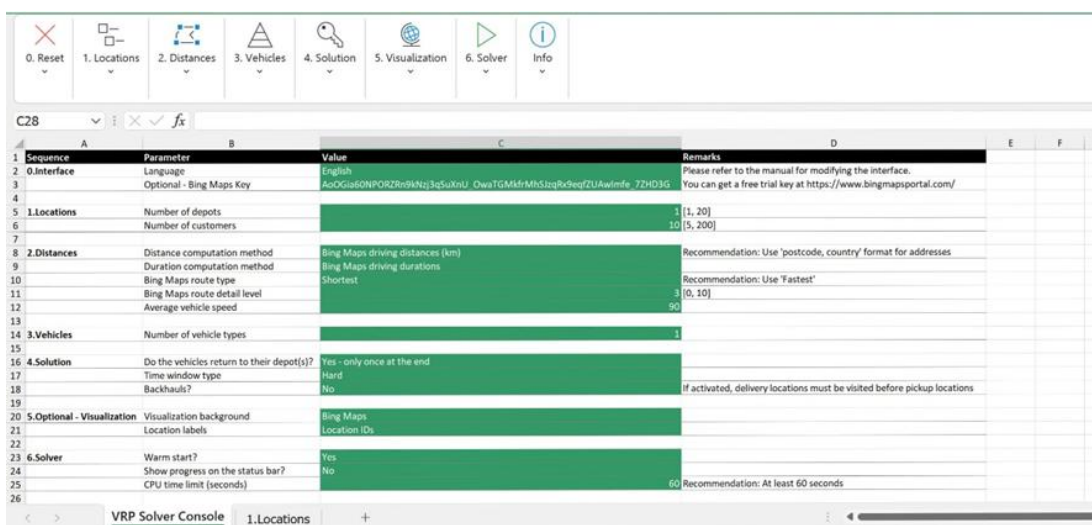
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดของลูกค้าที่จะต้องจัดส่งพัสดุ

ลำดับลูกค้า	พิกัดละติจูด	พิกัดลองจิจูด	ปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่ง (ชิ้น)
ลูกค้าคนที่ 1	16.800795	100.203855	1
ลูกค้าคนที่ 2	16.796095	100.197585	1
ลูกค้าคนที่ 3	16.7764366	100.2006714	1
ลูกค้าคนที่ 4	16.796684	100.286324	1

.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
ลูกค้าคนที่ 92	16.8223531	100.2389551	1
ลูกค้าคนที่ 93	16.7960592	100.2412353	1
ลูกค้าคนที่ 94	16.7996005	100.2634366	1
ลูกค้าคนที่ 95	16.8189634	100.2730878	1

4.2 การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver

เริ่มต้นการประยุกต์ใช้โดยการกำหนด Parameter ในโปรแกรม VRP spreadsheet solver ซึ่งจะเป็นการกำหนดจำนวนจุดเริ่มต้นของการขนส่ง (Number of depots) กำหนดค่าของจำนวนลูกค้า (Number of customers) กำหนดค่าความเร็วเฉลี่ยของรถ (Average vehicle speed) กำหนดจำนวนประเภทของยานพาหนะ (Number of vehicle types) เป็นต้น ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การกำหนด Parameter ในโปรแกรม VRP spreadsheet solver

จากนั้นกำหนดพิกัดที่อยู่ของ Depot กับที่อยู่ของลูกค้าในคอลัมน์ Address เพื่อที่หาพิกัดละติจูดและลองจิจูดของอยู่ของ Depot กับที่อยู่ของลูกค้า ต่อมากำหนดเวลาเริ่มออกส่งพัสดุ กำหนดจำนวนพัสดุที่จะต้องส่งให้กับลูกค้า กำหนดเวลาเลิกงาน และกำหนดจำนวนสินค้าที่ต้องจัดส่ง ดังภาพที่ 4.2

M19												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Location ID	Name	Address	Latitude (y)	Longitude (x)	Time window start	Time window end	Must be visited?	Service time	Pickup amount	Delivery amount	Profit
2	0	Depot		16.7944185	100.2537724	09:00	17:00	Starting location	0:00	95	0	0
3	1	Customer 1		16.8007950	100.2038550	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
4	2	Customer 10		16.7729186	100.1955945	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
5	3	Customer 11		16.7954270	100.2880750	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
6	4	Customer 12		16.7461130	100.2750990	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
7	5	Customer 13		16.9109802	100.4160004	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
8	6	Customer 14		16.8361203	100.2667380	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
9	7	Customer 15		16.8100123	100.2686951	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
10	8	Customer 16		16.8526420	100.2649416	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
11	9	Customer 17		16.7470680	100.2733050	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
12	10	Customer 18		16.7499329	100.2071284	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
13	11	Customer 19		16.8140907	100.2595902	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
14	12	Customer 2		16.7960950	100.1975350	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
15	13	Customer 20		16.8231381	100.2477030	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
16	14	Customer 21		16.7522212	100.1960099	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
17	15	Customer 22		16.7805413	100.2609560	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1
18	16	Customer 23		16.8064194	100.2217720	09:00	17:00	Must be visited	0:01	0	1	1

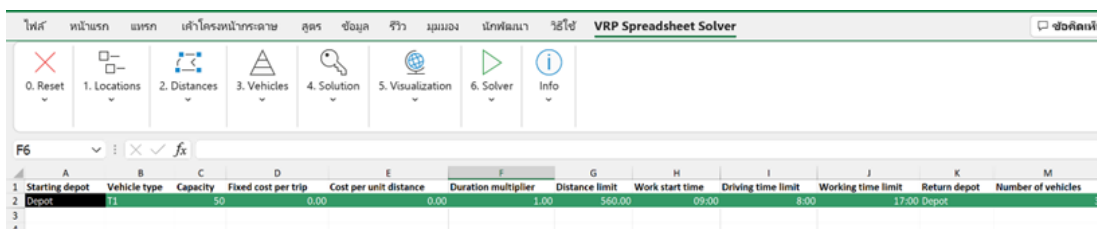
ภาพที่ 4.2 ผลตารางการกำหนดตำแหน่ง (Setup location worksheet)

จากนั้นโปรแกรมจะวิเคราะห์และเพิ่มข้อมูลระยะทางจากการจับคู่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจากการกำหนดพิกัดละติจูดและลองจิจูดในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ซึ่งจะมีการใช้ข้อมูลของระยะทางและระยะเวลาจากการคำนวณโดยใช้ความเร็วเฉลี่ยที่กำหนดไว้ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมในขั้นตอนถัดไป ดังภาพที่ 4.3

Method:																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Method:	Bing Maps driving distances (km) / Bing Maps driving durations														
2	From	To	Distance	Duration												
3	Depot	Depot	0.00	0:00												
4	Depot	Customer 1	8.41	0:14												
5	Depot	Customer 10	9.26	0:15												
6	Depot	Customer 2	9.01	0:16												
7	Depot	Customer 3	4.99	0:14												
8	Depot	Customer 4	4.89	0:16												
9	Depot	Customer 5	14.10	0:30												
10	Depot	Customer 6	4.99	0:14												
11	Depot	Customer 7	4.99	0:14												
12	Depot	Customer 8	5.17	0:15												
13	Depot	Customer 9	4.89	0:16												
14	Customer 1	Depot	9.51	0:22												
15	Customer 1	Customer 1	0.00	0:00												
16	Customer 1	Customer 10	1.34	0:06												
17	Customer 1	Customer 2	5.73	0:10												
18	Customer 1	Customer 3	9.88	0:20												
19	Customer 1	Customer 4	10.99	0:23												
20	Customer 1	Customer 5	19.99	0:39												
21	Customer 1	Customer 6	9.88	0:20												
22	Customer 1	Customer 7	9.88	0:20												

ภาพที่ 4.3 ตารางกำหนดระยะทาง (Distances spreadsheet)

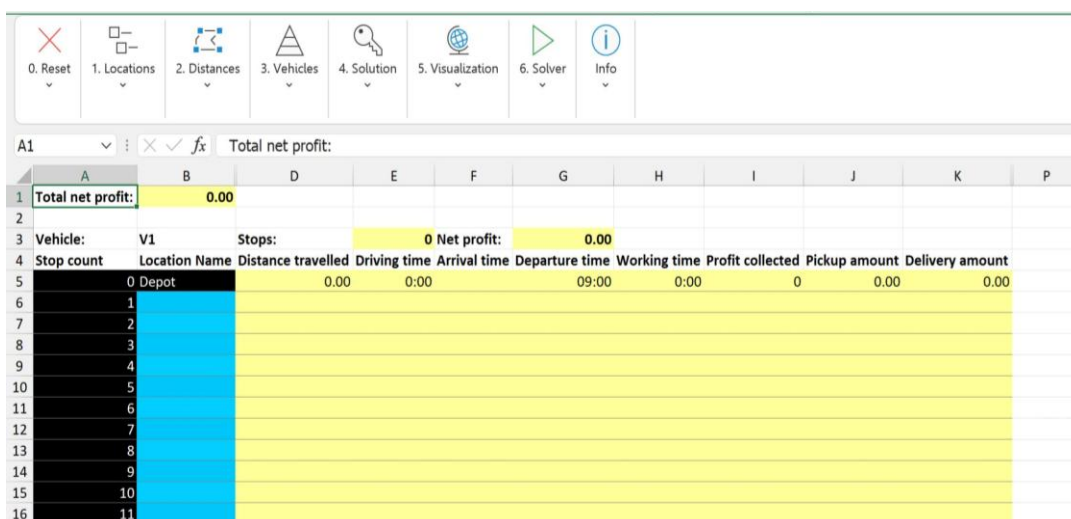
ขั้นตอนต่อมาจะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับประเภทของรถที่ใช้จัดส่งพัสดุ เช่น กำหนดจำนวนค่าใช้จ่ายต่อครั้ง กำหนดระยะทางที่สามารถใช้ได้ไม่เกินที่ค่ากำหนดไว้ กำหนดเวลาเริ่มทำงานกับเวลาที่เลิกงาน เป็นต้น เพื่อที่จะได้ดำเนินการในขั้นตอนถัดไป ดังภาพที่ 4.4



1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M
2	Starting depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Duration multiplier	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
3	Depot	V1	50	0.00	0.00	1.00	500.00	09:00	8.00	17.00	Depot	1

ภาพที่ 4.4 ตารางทำการกำหนดยานพาหนะ (Vehicles spreadsheet)

ในขั้นตอนต่อมาจากภาพที่ 4.5 โปรแกรมจะทำการการแสดงผลเบื้องต้นของการ Setup solution ก่อนที่จะนำข้อมูลหลังจากการรันของโปรแกรม VRP spreadsheet solver มาใส่ในตาราง ดังภาพที่ 4.5 และจะทำการ Setup visualization แสดงตำแหน่งพิกัดของ Depot กับจุดที่อยู่ของลูกค้า โดยอ้างอิงจาก Bing maps เพื่อแสดงการระบุเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป



1	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	P
2	Total net profit:										
3	Vehicle:	V1	Stops:		0 Net profit:	0.00					
4	Stop count	Location Name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Pickup amount	Delivery amount	
5	0 Depot		0.00	0:00		09:00	0:00	0	0.00	0.00	
6	1										
7	2										
8	3										
9	4										
10	5										
11	6										
12	7										
13	8										
14	9										
15	10										
16	11										

ภาพที่ 4.5 ตารางทำการกำหนดคำตอบ (Solution spreadsheet)

4.3 ตรวจสอบผลลัพธ์และยืนยันความถูกต้อง

การตรวจสอบผลลัพธ์และยืนยันความถูกต้องนั้น เป็นขั้นตอนการตรวจสอบค้นหาความถูกต้องและความเรียบร้อยของโปรแกรม VRP spreadsheet solver ว่าได้ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีการละเมิดเงื่อนไขใด ๆ หรือไม่ ซึ่งคำตอบที่ได้จะต้องเป็นไปตามข้อมูลและข้อจำกัดที่ได้ระบุไว้ เช่น ความ

จุในการบรรทุกสินค้าใน 1 รอบ การเดินทาง ต้องมีผลลัพธ์ออกมาไม่เกินความจุที่กำหนดไว้ ระยะทางการเดินทางใน 1 วันต้องรวมแล้วไม่เกินระยะทางที่ได้รับไว้ เป็นต้น

5. ผลการวิจัย

สำหรับผลการทดลองการจัดเส้นทางการจัดส่งพัสดุด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver ได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ การทดลองหาผลลัพธ์กรณีลูกค้า 10 รายและการหาผลลัพธ์กรณีลูกค้า 95 ราย โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการจัดส่งพัสดุนาน 1 วัน โดยใช้พาหนะในการจัดส่งพัสดุ 1 ชนิด คือ รถยนต์กระบะตู้ทึบจำนวน 3 คันที่มีความจุเท่ากันทุกคัน โดยใช้ความเร็วของรถจำกัดที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความจุไม่เกิน 50 ขึ้น มีเวลาในการทำงานกำหนดไว้ไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน รถยนต์เริ่มออกส่งพัสดุเวลา 09:00 น. – 17:00 น. โดยมีศูนย์รวมสินค้าเป็นจุดเริ่มต้นซึ่งมี 1 จุด จากนั้นนำข้อมูลที่อยู่ลูกค้าทั้งหมดมากำหนดพิกัดละติจูดและลองจิจูดในแต่ละกรณี โดยผลการทดลองในแต่ละกรณีที่ได้จากโปรแกรม VRP spreadsheet solver สามารถแสดงผลออกมาได้ดังต่อไปนี้

5.1 การทดลองหาผลลัพธ์กรณีลูกค้า 10 ราย

ผลการทดลองใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ในการจัดเส้นทางจัดส่งพัสดุให้กับลูกค้า ในกรณีทดสอบลูกค้า 10 ราย โดยผลลัพธ์นั้นพบว่าใช้รถจำนวน 1 คันในการจัดส่งพัสดุ โดยมีรายละเอียดผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

Vehicle:	V1	Stops:	11	Net profit:	0.00					
Stop count	Location Name	Distance travell	Driving tim	Arrival tim	Departure tim	Working tim	Profit collect	Pickup amour	Delivery amount	
0	Depot	0.00	0:00		09:00	0:00	0	0.00	0.00	
1	Customer 5	14.10	0:30	09:30	09:31	0:31	0	0.00	1.00	
2	Customer 8	26.21	0:54	09:55	09:56	0:56	0	0.00	1.00	
3	Customer 3	26.38	0:55	09:57	09:58	0:58	0	0.00	1.00	
4	Customer 6	26.38	0:55	09:58	09:59	0:59	0	0.00	1.00	
5	Customer 7	26.38	0:55	09:59	10:00	1:00	0	0.00	1.00	
6	Customer 1	35.12	1:09	10:14	10:15	1:15	0	0.00	1.00	
7	Customer 10	36.46	1:15	10:21	10:22	1:22	0	0.00	1.00	
8	Customer 2	40.82	1:28	10:35	10:36	1:36	0	0.00	1.00	
9	Customer 9	47.41	1:41	10:49	10:50	1:50	0	0.00	1.00	
10	Customer 4	47.41	1:41	10:50	10:51	1:51	0	0.00	1.00	
11	Depot	52.31	1:58	11:08		2:08	0	10.00	0.00	

ภาพที่ 5.1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 1

จากภาพที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์การหาเส้นทางจัดส่งพัสดุกรณลูกค้า 10 รายของรถคันที่ 1 โดยมีจุดที่ต้องจัดส่งพัสดุทั้งหมด 10 จุด โดยเริ่มจากศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 09:00 น. และกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 11:08 น. ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 2 ชั่วโมง 8 นาที และมีระยะทางรวมในการขนส่งทั้งหมด 130.45 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามผลลัพธ์เส้นทางที่ได้

จากการประมวลโปรแกรม VRP spreadsheet solver นั้นจะใช้รถหนึ่งคันในการจัดส่งพัสดุ จึงไม่มีเวลาและเส้นทางของรถคันที่ 2 และคันที่ 3 ในการเดินทาง

5.2 การหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมกรณีลูกค้า 95 ราย

สำหรับผลการทดลองในการจัดเส้นทางจัดส่งพัสดุให้กับลูกค้ากรณีลูกค้า 95 ราย โดยใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นพบว่า จะใช้รถขนส่งจำนวน 2 คันในการจัดส่ง โดยมีรายละเอียดผลลัพธ์มีดังต่อไปนี้

จากภาพที่ 5.2 แสดงผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางกรณีลูกค้า 95 ราย โดยรถคันที่ 1 จะมีจุดที่ต้องจัดส่งพัสดุทั้งหมด 46 จุด โดยเริ่มจากศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 09:00 น. และกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 14:58 น. ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 5 ชั่วโมง 58 นาที และมีระยะทางรวมทั้งหมด 130.45 กิโลเมตร

3	Vehicle:	V1	Stops:	47	Net profit:	0.00						
4	Stop count	Location Name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Pickup amount	Delivery amount		
5	0	Depot	0.00	0:00		09:00	0:00	0	0.00	0.00		
6	1	Customer 6	5.27	0:13	09:13	09:14	0:14	0	0.00	1.00		
7	2	Customer 22	9.11	0:23	09:24	09:25	0:25	0	0.00	1.00		
8	3	Customer 4	13.73	0:36	09:38	09:39	0:39	0	0.00	1.00		
9	4	Customer 11	14.06	0:38	09:41	09:42	0:42	0	0.00	1.00		
10	5	Customer 39	14.19	0:39	09:43	09:44	0:44	0	0.00	1.00		
11	6	Customer 76	14.53	0:41	09:46	09:47	0:47	0	0.00	1.00		
12	7	Customer 67	15.03	0:42	09:48	09:49	0:49	0	0.00	1.00		
13	8	Customer 89	17.83	0:51	09:58	09:59	0:59	0	0.00	1.00		
14	9	Customer 33	18.13	0:53	10:01	10:02	1:02	0	0.00	1.00		
15	10	Customer 57	27.36	1:05	10:14	10:15	1:15	0	0.00	1.00		
16	11	Customer 77	39.80	1:14	10:24	10:25	1:25	0	0.00	1.00		
17	12	Customer 13	49.75	1:31	10:42	10:43	1:43	0	0.00	1.00		
18	13	Customer 75	59.78	2:19	11:31	11:32	2:32	0	0.00	1.00		
19	14	Customer 95	73.48	2:37	11:50	11:51	2:51	0	0.00	1.00		
20	15	Customer 87	74.58	2:41	11:55	11:56	2:56	0	0.00	1.00		
21	16	Customer 53	75.23	2:44	11:59	12:00	3:00	0	0.00	1.00		
22	17	Customer 81	79.01	2:57	12:13	12:14	3:14	0	0.00	1.00		
23	18	Customer 23	79.63	3:01	12:18	12:19	3:19	0	0.00	1.00		
24	19	Customer 60	82.39	3:06	12:24	12:25	3:25	0	0.00	1.00		
25	20	Customer 37	84.02	3:09	12:28	12:29	3:29	0	0.00	1.00		
26	21	Customer 31	86.34	3:15	12:35	12:36	3:36	0	0.00	1.00		
27	22	Customer 16	86.62	3:15	12:36	12:37	3:37	0	0.00	1.00		
28	23	Customer 47	88.57	3:19	12:41	12:42	3:42	0	0.00	1.00		
29	24	Customer 14	88.68	3:19	12:42	12:43	3:43	0	0.00	1.00		
30	25	Customer 84	93.66	3:38	13:02	13:03	4:03	0	0.00	1.00		
31	26	Customer 55	94.59	3:41	13:06	13:07	4:07	0	0.00	1.00		
32	27	Customer 86	95.26	3:43	13:09	13:10	4:10	0	0.00	1.00		
33	28	Customer 24	95.36	3:43	13:10	13:11	4:11	0	0.00	1.00		
34	29	Customer 80	96.53	3:47	13:15	13:16	4:16	0	0.00	1.00		
35	30	Customer 32	98.13	3:50	13:19	13:20	4:20	0	0.00	1.00		
36	31	Customer 43	99.38	3:52	13:22	13:23	4:23	0	0.00	1.00		
37	32	Customer 74	102.13	3:56	13:27	13:28	4:28	0	0.00	1.00		
38	33	Customer 46	105.39	4:04	13:36	13:37	4:37	0	0.00	1.00		
39	34	Customer 92	106.74	4:10	13:43	13:44	4:44	0	0.00	1.00		
40	35	Customer 90	108.90	4:16	13:50	13:51	4:51	0	0.00	1.00		
41	36	Customer 23	111.05	4:22	13:57	13:58	4:58	0	0.00	1.00		
42	37	Customer 26	112.31	4:24	14:00	14:01	5:01	0	0.00	1.00		
43	38	Customer 20	115.69	4:30	14:07	14:08	5:08	0	0.00	1.00		
44	39	Customer 82	117.75	4:36	14:14	14:15	5:15	0	0.00	1.00		
45	40	Customer 30	119.96	4:42	14:21	14:22	5:22	0	0.00	1.00		
46	41	Customer 61	123.99	4:52	14:32	14:33	5:33	0	0.00	1.00		
47	42	Customer 19	124.12	4:54	14:35	14:36	5:36	0	0.00	1.00		
48	43	Customer 71	124.83	4:57	14:39	14:40	5:40	0	0.00	1.00		
49	44	Customer 70	125.26	4:59	14:42	14:43	5:43	0	0.00	1.00		
50	45	Customer 51	125.87	5:02	14:46	14:47	5:47	0	0.00	1.00		
51	46	Customer 93	128.42	5:06	14:51	14:52	5:52	0	0.00	1.00		
52	47	Depot	130.45	5:12	14:58		5:58	0	85.00	0.00		

ภาพที่ 5.2 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 1

จากภาพที่ 5.3 ผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางกรณีลูกค้า 95 ราย ของรถคันที่ 2 โดยมีจุดที่ต้องจัดส่งพัสดุทั้งหมด 49 จุด โดยเริ่มจากศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 09:00 น. และกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 15:50 น. ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง 50 นาที มีระยะทางรวมทั้งหมด 130.45 กิโลเมตร ซึ่งผลลัพธ์เส้นทางที่ได้จากการประมวลโปรแกรม VRP spreadsheet solver จะใช้รถสองคันในการจัดส่ง จึงไม่มีเวลาและเส้นทางในการใช้รถคันที่ 3 สำหรับรายละเอียดของผลลัพธ์ที่เป็นเส้นทางของรถแต่ละคันสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5.4

5.3 การเปรียบเทียบด้านระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ

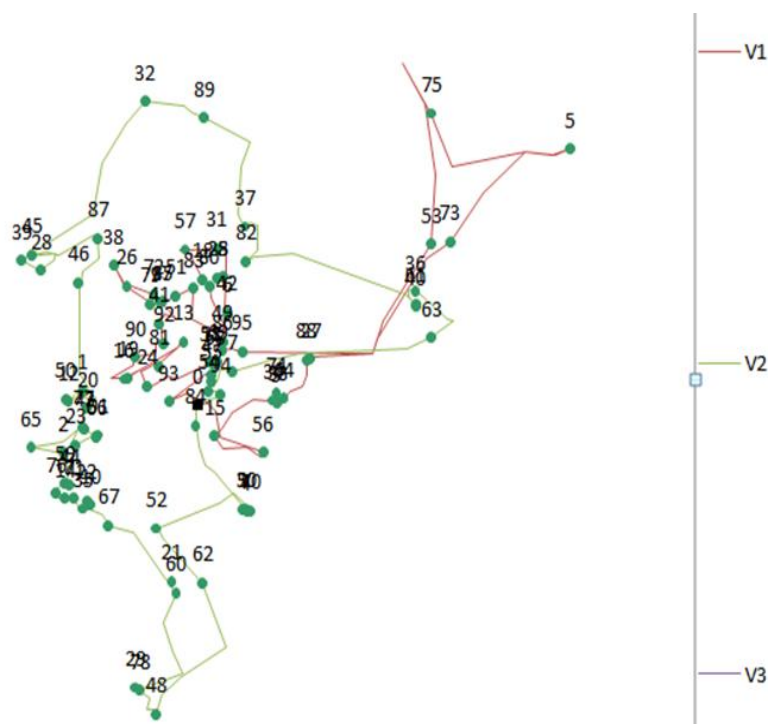
สำหรับผลการทดลองในด้านการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุจากบริษัทกรณีศึกษา ไปยังลูกค้าทั้งหมด 95 ราย ด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver (VRP-SS) เปรียบเทียบกับระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุจากข้อมูลจริงที่ได้จากการเก็บรวบรวม (Time Window) พบว่าระบบเดิมจะใช้เวลาในการจัดส่งพัสดุให้กับลูกค้าตั้งแต่เวลา 09:00 น.- 17:00 น. คิดเป็นเวลาการทำงานเท่ากับ 8 ชั่วโมง (หรือ 480 นาที) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาที่แตกต่างกันได้ดังตารางที่ 5.1 อธิบายได้ว่า ระบบเดิมมีรถจัดส่งพัสดุก่อน 3 คันและระยะเวลาของรถแต่ละคันจะมีกรอบเวลา 8 ชั่วโมง (หรือ 460 นาที) ในการจัดส่งพัสดุให้แล้วเสร็จในแต่ละวัน ซึ่งระยะเวลาจัดส่งพัสดุที่ได้จากคำตอบโดยการใช้โปรแกรม VRP-SS พบว่า รถคันที่ 1 จะใช้เวลา 5 ชั่วโมง 58 นาที (หรือ 358 นาที) ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 25.42 สำหรับรถคันที่ 2 จะใช้เวลา 6 ชั่วโมง 50 นาที (หรือ 410 นาที) ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.58 และรถคันที่ 3 ไม่ถูกเลือกใช้งานเนื่องจากโปรแกรมประมวลผลออกมาว่าควรใช้รถ 2 คันในการจัดส่งพัสดุ ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 100



Vehicle:	V2	Stops:	50 Net profit:		0.00					
Stop count	Location Name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Pickup amount	Delivery amount	
0	Depot	0.00	0:00		09:00	0:00	0	0.00	0.00	
1	Customer 85	1.11	0:05	09:05	09:06	0:06	0	0.00	1.00	
2	Customer 12	7.63	0:23	09:24	09:25	0:25	0	0.00	1.00	
3	Customer 17	8.08	0:25	09:27	09:28	0:28	0	0.00	1.00	
4	Customer 36	8.27	0:26	09:29	09:30	0:30	0	0.00	1.00	
5	Customer 72	8.52	0:27	09:31	09:32	0:32	0	0.00	1.00	
6	Customer 36	16.06	0:39	09:44	09:45	0:45	0	0.00	1.00	
7	Customer 65	19.71	0:42	09:48	09:49	0:49	0	0.00	1.00	
8	Customer 52	31.22	1:08	10:15	10:16	1:16	0	0.00	1.00	
9	Customer 35	33.55	1:16	10:24	10:25	1:25	0	0.00	1.00	
10	Customer 8	33.79	1:16	10:25	10:26	1:26	0	0.00	1.00	
11	Customer 63	41.87	1:46	10:56	10:57	1:57	0	0.00	1.00	
12	Customer 28	42.60	1:48	10:59	11:00	2:00	0	0.00	1.00	
13	Customer 7	47.48	1:59	11:11	11:12	2:12	0	0.00	1.00	
14	Customer 29	49.75	2:06	11:19	11:20	2:20	0	0.00	1.00	
15	Customer 18	50.23	2:08	11:22	11:23	2:23	0	0.00	1.00	
16	Customer 40	50.76	2:11	11:26	11:27	2:27	0	0.00	1.00	
17	Customer 73	51.48	2:14	11:30	11:31	2:31	0	0.00	1.00	
18	Customer 21	52.08	2:17	11:34	11:35	2:35	0	0.00	1.00	
19	Customer 78	52.76	2:20	11:38	11:39	2:39	0	0.00	1.00	
20	Customer 62	53.72	2:23	11:42	11:43	2:43	0	0.00	1.00	
21	Customer 49	54.06	2:24	11:44	11:45	2:45	0	0.00	1.00	
22	Customer 10	56.32	2:31	11:52	11:53	2:53	0	0.00	1.00	
23	Customer 68	58.36	2:34	11:56	11:57	2:57	0	0.00	1.00	
24	Customer 79	61.45	2:37	12:00	12:01	3:01	0	0.00	1.00	
25	Customer 46	61.57	2:37	12:01	12:02	3:02	0	0.00	1.00	
26	Customer 91	62.30	2:40	12:05	12:06	3:06	0	0.00	1.00	
27	Customer 69	62.60	2:42	12:08	12:09	3:09	0	0.00	1.00	
28	Customer 3	63.89	2:48	12:15	12:16	3:16	0	0.00	1.00	
29	Customer 27	66.82	2:55	12:23	12:24	3:24	0	0.00	1.00	
30	Customer 54	69.30	3:00	12:29	12:30	3:30	0	0.00	1.00	
31	Customer 2	69.52	3:01	12:31	12:32	3:32	0	0.00	1.00	
32	Customer 1	71.95	3:07	12:38	12:39	3:39	0	0.00	1.00	
33	Customer 30	78.27	3:14	12:46	12:47	3:47	0	0.00	1.00	
34	Customer 88	81.50	3:18	12:51	12:52	3:52	0	0.00	1.00	
35	Customer 5	85.10	3:27	13:01	13:02	4:02	0	0.00	1.00	
36	Customer 34	87.75	3:34	13:09	13:10	4:10	0	0.00	1.00	
37	Customer 44	89.24	3:42	13:18	13:19	4:19	0	0.00	1.00	
38	Customer 38	102.75	4:19	13:56	13:57	4:57	0	0.00	1.00	
39	Customer 9	106.32	4:31	14:09	14:10	5:10	0	0.00	1.00	
40	Customer 42	114.56	4:52	14:31	14:32	5:32	0	0.00	1.00	
41	Customer 83	117.76	5:00	14:40	14:41	5:41	0	0.00	1.00	
42	Customer 64	127.02	5:16	14:57	14:58	5:58	0	0.00	1.00	
43	Customer 45	127.44	5:17	14:59	15:00	6:00	0	0.00	1.00	
44	Customer 41	130.81	5:27	15:10	15:11	6:11	0	0.00	1.00	
45	Customer 66	134.51	5:31	15:15	15:16	6:16	0	0.00	1.00	
46	Customer 15	144.34	5:42	15:27	15:28	6:28	0	0.00	1.00	
47	Customer 39	145.98	5:47	15:33	15:34	6:34	0	0.00	1.00	
48	Customer 38	146.79	5:51	15:38	15:39	6:39	0	0.00	1.00	
49	Customer 94	147.49	5:55	15:43	15:44	6:44	0	0.00	1.00	
50	Depot	148.89	6:01	15:50		6:50	0	55.00	0.00	

ภาพที่ 5.3 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 2

นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบในด้านความแตกต่างระหว่าง ระยะเวลาที่พนักงานขับรถแต่ละคันใช้ในการจัดส่งพัสดุที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง กับ ระยะเวลาใหม่ของรถแต่ละคันที่ได้จากผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS แสดงดังตารางที่ 5.2 ซึ่งอธิบายได้ว่า ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุของรถทั้ง 3 คันจะอยู่ระหว่าง 460-480 นาที เมื่อนำมาเปรียบเทียบเวลาของรถแต่ละคันที่ได้จากผลลัพธ์จากโปรแกรม VRP-SS จะพบว่า รถคันที่ 1 ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุคือ 7 ชั่วโมง 40 นาที (หรือ 460 นาที) แต่ระยะเวลาจากโปรแกรม VRP-SS ได้ 5 ชั่วโมง 58 นาที (หรือ 358 นาที) ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 22.17 ส่วนรถคันที่ 2 ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุคือ 7 ชั่วโมง 50 นาที (หรือ 470 นาที) แต่ระยะเวลาจากโปรแกรม VRP-SS ได้ 410 นาที ซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 12.77 และรถคันที่ 3 เดิมถูกใช้งานซึ่งระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุคือ 480 นาที แต่เนื่องจากโปรแกรม VRP-SS ประมวลผลออกมาว่าควรใช้รถ 2 คันในการจัดส่งพัสดุ จึงทำให้รถคันที่ 3 ไม่ถูกเลือกใช้งานซึ่งลดลงคิดเป็นร้อยละ 100



ภาพที่ 5.4 ผลลัพธ์เส้นทางการจัดส่งพัสดุของยานพาหนะ 3 คัน

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบระยะเวลาจัดส่งพัสดุที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับกรอบเวลาเดิม

ยานพาหนะ ขนส่ง	วิธีการ	เวลา (นาที)	ร้อยละของเวลา ที่ลดลง
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 1	กรอบเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ (Time window)	480	25.42
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	358	
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 2	กรอบเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ (Time window)	480	14.58
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	410	
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 3	กรอบเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ (Time window)	480	100
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	0.00*	

*หมายเหตุ: เนื่องจากโปรแกรมประมวลผลควรใช้รถ 2 คัน จึงไม่มีเวลาการจัดส่งของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 3

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบระยะเวลาจัดส่งที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับระยะเวลาเดิม

ยานพาหนะ ขนส่ง	วิธีการ	เวลา (นาที)	ร้อยละของเวลา ที่ลดลง
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 1	ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ	460	22.17
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	358	
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 2	ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ	470	12.77
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	410	
รถกระบะตู้ทึบ คันที่ 3	ระยะเวลาเดิมที่ใช้ในการจัดส่งพัสดุ	480	100
	ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุของคำตอบจากโปรแกรม VRP-SS	0.00*	

*หมายเหตุ: เนื่องจากโปรแกรมประมวลผลควรใช้รถ 2 คัน จึงไม่มีเวลาการจัดส่งของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 3

6. สรุปผลและการอภิปรายผล

บริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งพบกับปัญหาการส่งพัสดุไม่ได้ตามเงื่อนไขที่บริษัทกำหนด ทำให้มีพัสดुक้างส่งในโกดังสินค้าในแต่ละวัน ซึ่งการจัดเส้นทางในการจัดส่งพัสดุที่ดีนั้น สามารถลดระยะทางและลดต้นทุนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ลดปริมาณพัสดुक้างส่ง รวมไปถึงพัสดุที่จัดส่งไม่ทันตาม

กำหนดเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัญหาและนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาทำการประยุกต์ใช้กับโปรแกรม VRP spreadsheet solver (VRP-SS) ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาเส้นทางในการจัดส่งพัสดุที่เหมาะสมโดยมีข้อมูลลูกค้า 95 รายในการทดสอบ โดยจะใช้รถกระบะตู้ทึบ 3 คันที่มีความจุและความเร็วเท่ากันในการจัดส่งพัสดุ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีดังนี้

รถยนต์กระบะตู้ทึบคันที่ 1 จัดส่งพัสดุทั้งหมด 46 จุด มีระยะทางทั้งหมด 130.45 กิโลเมตร ระยะเวลาในการจัดส่งและกลับไปยังศูนย์กระจายสินค้ารวมทั้งหมด 5 ชั่วโมง 58 นาที เริ่มจัดส่งตั้งแต่เวลา 09:00 น. - 14:58 น. ซึ่งผลการเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทำงานที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับ Time window โดยคิดเป็นร้อยละของระยะเวลาที่ลดลงเท่ากับ 25.42 และเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทำงานที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับข้อมูลจริงจากการเก็บข้อมูลโดยคิดเป็นร้อยละของระยะเวลาที่ลดลงเท่ากับ 22.17

สำหรับรถกระบะตู้ทึบคันที่ 2 จัดส่งพัสดุทั้งหมด 49 จุด มีระยะทางทั้งหมด 140.89 กิโลเมตร ระยะเวลาในการจัดส่งและกลับไปยังศูนย์กระจายสินค้ารวมทั้งหมด 6 ชั่วโมง 50 นาที เริ่มจัดส่งตั้งแต่เวลา 09:00 น. - 15:50 น. ซึ่งผลการเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทำงานที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับ Time window โดยคิดร้อยละของระยะเวลาที่ลดลงเท่ากับ 14.58 และเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทำงานที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับข้อมูลจริงจากการเก็บข้อมูลโดยคิดเป็นร้อยละของระยะเวลาที่ลดลงเท่ากับ 12.77 นอกจากนี้ยังพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS จะไม่มีการใช้รถคันที่ 3 ในการจัดส่งพัสดุ ดังนั้นเมื่อคิดระยะเวลาที่ลดลงจึงเท่ากับร้อยละ 100

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้ออกเหนือจากสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP-SS กับสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งหรือโลจิสติกส์ด้านอื่น ๆ ที่มีปัญหาในลักษณะเดียวกันได้แล้ว ยังสามารถพิจารณาขอบเขตปัญหาเพิ่มเติมในด้านการพิจารณาเข้ารับพัสดুর่วมกับการจัดส่งพัสดุ การพิจารณาเงื่อนไขเพิ่มเติมด้านความสมดุลและความเท่าเทียมของรถจัดส่งพัสดุ รวมไปถึงการศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมหดงกล่าวกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการสมัยใหม่อื่น ๆ เช่น วิธีการในกลุ่ม Metaheuristics เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ประพันธ์ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยส่วนหนึ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประเภททุน Fundamental fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

8. เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ น่วมอิม และศิริกาญจน์ จันทรมบัติ. (2567). แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 6(1), 125-135.
- เกียรติพงษ์ อุดมชนะธีระ. (2557). **การจัดการขนส่ง (Transportation Management)**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2567. ค้นจาก <http://www.iok2u.com>
- เครือวัลย์ จำปาเงิน. (2547). **การพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า เพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมัน ในจังหวัดนนทบุรี**. (วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จิตาภา ชมชื่น และกัญชลา สุดตาชาติ. (2560). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาการร่วมขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 5(2), 1-10.
- นคร ไชยวงศ์ศักดิ์, ประเวช อนันต์เอื้อ, นิเวศ จินะบุญเรือง, เสกสรรค์ วินยางค์กุล, ขวัญเรือน สันณรงค์, ธนากร จักรแก้ว, วุฒิชัย ใจบาล และณัฐวุฒิ ศรีสว่าง. (2558). การจัดเส้นทางขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 3(1), 51-61.
- นลินี อุดมสมบัติมีชัย. (2548). **การประยุกต์วิธีศึกษาสำนึกสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีกรอบเวลา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ภุชงค์ เวฬุวัน และภณพงษ์ ศรีมงคล. (2562). **การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดรถขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรม VRP กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดขอนแก่น**. เอกสารนำเสนอในที่ประชุม การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.
- รวีโรจน์ ป่องทรัพย์. (2564). **การจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์ กรณีศึกษาบริษัทขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์**. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

อภิชาติ มณีงาม, กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์ และอนันตนา อุดมศักดิ์กุล. (2556). การเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าประเภทเทกองโดยใช้โปรแกรมพลวัต. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 1(1), 52-62.

อำพล นววงศ์เถียร, สุรัตน์ จันทองปาน, ภาณุณี วุฒิภักดาตร, สิทธิชัย ฝรั่งทอง, ธิปไตย โสติวรรณ และชัยภูมิ ป้อมสา. (2559). การวิเคราะห์ปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ. **วารสารพัฒนบริหารศาสตร์**, 56(1), 109-135.

Dana, M.U., Shanty, K.D., Abdul, W., & Imam, S. (2020). The vehicle routing problem for perishable goods: A systematic review. **Cogent Engineering**, 7(1), Article 1816148.

Günes, E. (2017). An open-source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems. **Computers and Operations Research**, 84, 62-72.