

การจัดเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเข้ารับพัสดุที่บ้านลูกค้าและสาขา  
แฟรนไชส์ไปยังศูนย์รวมสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง  
THE APPROPRIATE ROUTING FOR RECEIVING PARCELS FROM  
CUSTOMER HOMES AND FRANCHISE BRANCHES TO PRODUCT  
COLLECTION CENTER FOR A CASE STUDY COMPANY

เนตรนภา จุ้ยคลัง<sup>1</sup>, วิลาวลัย สุวนสิงห์<sup>1</sup>, พัทธราภร ทองทับ<sup>1</sup>,  
วรัทภพ ธวัชรสุวรรณ<sup>2</sup>, ธัชชัย เทพภรณ์<sup>1\*</sup>

Netnapha Juiklang<sup>1</sup>, Wilawan Suansing<sup>1</sup>, Phatcharaphon Thongtub<sup>1</sup>,  
Warattapop Thapatsuwon<sup>2</sup>, Thatchai Thepphakorn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

<sup>2</sup>คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ประเทศไทย 73140

<sup>1</sup>Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

<sup>2</sup>Faculty 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

วันที่เข้าระบบ 6 เมษายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 30 เมษายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 เมษายน 2568

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดเส้นทางเข้ารับพัสดุจากบ้านลูกค้าและสาขาแฟรนไชส์ไปยังศูนย์รวมสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งโดยใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ลดระยะเวลาและระยะทางที่ใช้ในการเข้ารับพัสดุ การดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย การเก็บข้อมูลจากวันปฏิบัติงานที่มีลูกค้าจำนวนมากที่สุด รวม 41 ราย ใช้รถกระบะตู้ทึบ 3 คัน ภายใต้ข้อจำกัดกรอบเวลาทำงาน 6 ชั่วโมง และความจุพัสดุสูงสุด 500 ชิ้นต่อคัน ข้อมูลพิกัดและข้อกำหนดต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์และวางแผนเส้นทางการเดินทาง ผลการวิจัยพบว่าในกรณีศึกษาจริง รถคันที่ 1, 2 และ 3 ใช้ระยะทางรวม 15.86 กิโลเมตร, 29.60 กิโลเมตร และ 120.26 กิโลเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเข้ารับพัสดุจากโปรแกรมกับกรอบเวลาเดิม พบว่าสามารถลดระยะเวลาได้สูงสุดถึงร้อยละ 51.11 และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง สามารถลดระยะเวลาได้ถึงร้อยละ 41.33 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้เครื่องมือวิเคราะห์เส้นทางสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน ลดต้นทุน และลดความเสี่ยงจากการล่าช้าในการขนส่งได้อย่างมีนัยสำคัญ อันเป็นแนวทางที่สามารถประยุกต์ใช้ในธุรกิจโลจิสติกส์ขนาดกลางและขนาดย่อมต่อไปได้

**คำสำคัญ:** การจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม, การเข้ารับพัสดุ, กรอบเวลา, การปรับปรุงประสิทธิภาพ, ยานพาหนะแบบมีความจุ

### Abstract

This research aimed to optimize parcel pickup routes from customer residences and franchise branches to the product consolidation center of a selected company, using the VRP Spreadsheet Solver to improve transportation efficiency by reducing both travel time and distance. The study was conducted using data collected on the company's busiest operational day, involving 41 customers. Three covered pickup trucks were deployed, each with a maximum capacity of 500 parcels and operating within a 6-hour time window. Customer coordinates and operational constraints were incorporated into the route planning and analysis. The results revealed that Vehicles 1, 2, and 3 traveled a total distance of 15.86 km, 29.60 km, and 120.26 km, respectively. Compared to the original time window schedule, the optimized routes reduced working time by up to 51.11%. When compared to actual operational data, a time reduction of 41.33% was achieved. These findings demonstrate that applying route optimization tools can significantly enhance operational efficiency, reduce transportation costs, and mitigate risks associated with delivery delays offering a practical solution for small and medium-sized logistics enterprises.

**Keywords:** Vehicle routing optimization, Parcel pickup, Time window, Efficiency improvement, Capacitated vehicle

### 1. บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกการค้าขายได้เชื่อมโยงกันโดยระบบขนส่งที่ทันสมัย อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อได้โดยง่ายผ่านระบบโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ (International logistics services) โดยความสำคัญของระบบการขนส่งระหว่างประเทศนั้นจะเป็นระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการกระจายสินค้า รวมถึงการให้บริการของธุรกิจนำเข้าและส่งออกภายในประเทศได้เป็นอย่างดี ย่อมส่งผลให้ประเทศมีทรัพยากรและทักษะการผลิตที่สูงขึ้น สามารถลดต้นทุนค่าเสียโอกาสในการผลิตลง ทำให้เศรษฐกิจในประเทศที่ทำการส่งออกเติบโตมากขึ้นและเกิดการใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างคุ้มค่า จนนำไปสู่การกำหนดอำนาจการต่อรองทางการค้าได้อีกด้วย เช่นเดียวกันกับระบบเศรษฐกิจไทยที่มีการเติบโตจากภาคการส่งออกเป็นหลักเมื่อเทียบกับสัดส่วนกับผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ด้านอื่น ๆ อีกทั้ง

ในปัจจุบันการค้าระหว่างประเทศยังคงได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมี การช่วยเหลือในสิทธิประโยชน์เชิงพาณิชย์ ไม่ว่าจะเป็น เขตการค้าเสรี การลดภาษีนำเข้าวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าการส่งออกของประเทศไทยจะมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น 2.5% และจะมีการ ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นจากการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลก (มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2567)

การขนส่งของประเทศไทยย่อมมีความสำคัญต่อทุกภาคธุรกิจ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่มีส่วนใน การเชื่อมโยงและสนับสนุนกิจกรรมอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิต การจัดหาวัสดุคงคลัง กระบวนการจัดซื้อ การจัดการสินค้าคงคลัง รวมไปถึงการให้บริการลูกค้า จึงกล่าวได้ว่า การขนส่งมี ความสำคัญต่อการขายและการจัดจำหน่ายเป็นอย่างมาก เพราะเป็นส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้า และบริการ โดยการขนส่งที่มีประสิทธิภาพต้องสามารถรับและส่งมอบสินค้าให้ตรงเวลา สินค้าหรือ วัตถุดิบอยู่ในสภาพดี ต้นทุนเหมาะสม นอกจากนี้การขนส่งที่มีประสิทธิภาพยังถือเป็นการสร้าง ภาพลักษณ์ที่ดีแก่บริษัทได้อีกทางหนึ่งด้วย

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดที่อยู่ในศูนย์กลางของภาคเหนือตอนล่างที่มีการเชื่อมโยงระหว่าง ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อีกทั้งยังอยู่ในแนวเส้นทาง North-South economic corridor (NSEC) และ East-West economic corridor (EWEC) ที่สามารถเชื่อมต่อไป ยังประเทศเมียนมา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เวียดนาม และประเทศจีนตอนใต้ โดย พิษณุโลกเป็นเมืองที่มีระบบการขนส่งที่หลากหลายรูปแบบ และยังสามารถเชื่อมโยงเส้นทางระหว่าง ภูมิภาคได้ (ชฎาพร, 2562) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทกรณีศึกษา ได้เล็งเห็นถึงความเชื่อมโยงนี้จึงทำ การจัดตั้งเป็นบริษัทขนส่งแบบเน็คเดย์ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution center: DC) เป็นการ บริหารจัดส่งสินค้าที่จำเป็นต้องจัดส่งภายในวันต่อวัน เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษามีบริการรับส่งด่วนถึง ที่ (Door to door express service) สำหรับให้บริการการเข้ารับพัสดุถึงหน้าบ้าน

อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมา บริษัทกรณีศึกษาได้เกิดปัญหาล่าช้าในการเข้ารับพัสดุและ ขนถ่ายพัสดุ อันเนื่องมาจากความไม่แน่นอนและไม่ได้คำนึงถึงการเลือกเส้นทางเข้ารับพัสดุที่ เหมาะสมในแต่ละวัน โดยพนักงานขับรถตามความเคยชินเป็นหลัก จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดระยะทาง ในการเข้ารับพัสดุและการขนส่งพัสดुरับเข้าไปยังศูนย์รวมสินค้านั้นไม่เหมาะสม มีปัญหาด้านต้นทุน การขนส่งตามมา เกิดความเสี่ยงในการเข้าไปถึงคลังสินค้าล่าช้าไม่ทันเวลาตามที่กำหนด มีความเสี่ยง ในด้านการเสียค่าปรับล่าช้าโดยไม่จำเป็น รวมถึงพัสดุจะถูกจัดส่งถึงมือลูกค้าล่าช้าอีกด้วย ซึ่งอาจจะ ทำให้เครดิตของบริษัทเสียหายจากการขนส่งที่ล่าช้า

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัญหาและจัดเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเข้ารับพัสดุ บ้านลูกค้าและแฟรนไชส์ไปยังศูนย์รวมสินค้า กรณีศึกษาบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver เพื่อลดเวลาหรือระยะทางในการเข้ารับพัสดุให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการเข้ารับพัสดุที่บ้านลูกค้าและสาขาแฟรนไชส์ไปยังศูนย์รวมสินค้าด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver

## 3. วิธีดำเนินงานวิจัย

### 3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1.1 แนวคิดการเข้ารับสินค้า (Receiving)

สำหรับแนวคิดทฤษฎีการเข้ารับสินค้านั้น มีหลักการและแนวคิดที่หลากหลาย โดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้ (สุณิสสา และคณะ, 2562)

1) การรับสินค้า (Receiving) การรับสินค้าเป็นขั้นตอนที่กระทำต่อเนื่องมาจากการจัดซื้อซึ่งถูกจัดทำเป็นฐานข้อมูลการสั่งซื้อ

2) การเก็บสินค้า (Put-away) ฐานข้อมูลจะมีการตรวจสอบขนาดของพื้นที่และชั้นเก็บของต่าง ๆ ว่ามีขนาดและน้ำหนักเท่าไร เพียงพอต่อสินค้าที่จะนำมาเก็บหรือไม่ และจำแนกประเภทของสินค้าไปเก็บไว้ในพื้นที่ที่เหมาะสมหรือตามเงื่อนไขที่ต้องการแล้วทำการบันทึกลงในระบบฐานข้อมูลในระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง

3) การย้ายสินค้า (Order picking) ความถูกต้องของสินค้าที่ต้องย้ายมีระดับความสำคัญมากกว่าความเร็วในการย้ายสินค้า เนื่องจากเป็นการนำสินค้าออกจากที่เก็บเพื่อการจัดส่ง เจ้าหน้าที่คลังสินค้าจะต้องออกไปหยิบสินค้าที่กำหนดไว้ตามคำสั่งซื้อจากใบสั่งสินค้าจากลูกค้า สินค้าอาจอยู่กระจัดกระจายในพื้นที่ต่าง ๆ ในคลังเก็บสินค้าหลังจากหยิบแล้วจะนำกลับมาที่จุดรับของหรือจุดส่งของ

4) การตรวจสอบยอดสินค้า (Cycle count) ผู้ใช้ในคลังสินค้าสามารถทำการตรวจนับสินค้าเฉพาะบางส่วนหรือตามที่ต้องการ ภายในเวลาที่กำหนด หรือสามารถตรวจนับในขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ ซึ่งจะทำให้การตรวจนับสินค้ามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5) การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory control) ถือได้ว่าเป็นหัวใจในการบริหารจัดการคลังสินค้าโดยการทำงานเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ ควบคุมและตรวจเช็คการไหลเวียนของสินค้าภายในคลัง

#### 3.1.2. ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle routing problem: VRP) มีเป้าหมายสำคัญคือการออกแบบกลุ่มของยานพาหนะทุกคันให้มีการเดินทางโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์การกระจายสินค้า ยานพาหนะวิ่งไปตามเส้นทางที่จะส่งสินค้าโดยพิจารณาถึงเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น เวลาที่ใช้ ระยะทางในการเดินทางและจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง

(เกียรติพงษ์, 2557) ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสาธารณะจัดเป็นปัญหาการขนส่งอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) แต่ในการเดินทางใน 1 รอบนั้นไม่จำเป็นต้องเดินทางครบทุกจุดหมาย โดยเป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งโดยหาจำนวนพาหนะที่ใช้ให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้า พร้อมทั้งหาเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม ภายใต้ข้อกำหนดในเรื่องของค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดโดยปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (เกียรติพงษ์, 2557)

### 3.1.3. แนวคิดทฤษฎีวิธีหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

เทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยวิธีดั้งเดิม (Conventional optimization methods) ซึ่งจะประกอบด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์หลากหลายรูปแบบ เช่น Linear programming, Integer programming, Branch and bound, Simplex methods เป็นต้น และวิธีการหาคำตอบแบบการประมาณ (Approximation optimization algorithm) เช่น Genetic algorithm, Ant colony optimization, Tabu search, Large neighborhood search เป็นต้น (Dana *et al*, 2020) ซึ่งวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมทั้ง 2 ประเภทหลายวิธีการถูกพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้ไมโครซอฟท์เอ็กเซลอยู่บ่อยครั้ง อันเนื่องมาจากการใช้งานที่ง่ายและการเข้าถึงการใช้งานได้ง่าย เช่น วิธีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (รัตนดิยากร และบุญทรัพย์, 2567) วิธี Large neighbourhood search (Sreerag & Venkatesan, 2025 และ Wenbo *et al.*, 2021) วิธี Memetic algorithm (David, 2016) เป็นต้น

### 3.1.4 แนวคิดโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver จัดเป็นหนึ่งใน Add-in โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในปี 2017 (Günes, 2017) ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับไมโครซอฟท์เอ็กเซลสำหรับช่วยในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (VRP) โดยอาศัยหลักการค้นหาคำตอบแบบวิธีการค้นหาคำตอบข้างเคียงขนาดใหญ่ (Large neighborhood search: LNS) (Günes, 2017) โดยผลลัพธ์นั้นทำให้ได้รับเส้นทางที่สั้นลง ช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาในการเข้ารับสินค้าให้กับทางบริษัทกรณีศึกษาที่ได้จากผลลัพธ์ที่เหมาะสมในการหาคำตอบจากโปรแกรม ทั้งนี้โปรแกรมเป็นเพียงแค่การวิเคราะห์การวางแผนในการจัดเส้นทางเท่านั้น ไม่สามารถตอบสนองปัญหาเฉพาะหน้าที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเข้ารับพัสดุ (เพ็ญศิริ และคณะ, 2564)

### 3.1.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริชัย (2564) ได้ศึกษาและแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่มีกรอบเวลาโดยการใช้การค้นหาคำตอบที่ปรับเปลี่ยนการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยอาณานิคมผึ้งเทียม (Artificial bee colony optimization: ABCO) เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (VRP) เป็นปัญหาที่ได้รับความนิยมในธุรกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ อีกทั้งความยากในการแก้ปัญหาจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อจำกัด โดยปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่พิจารณากรอบเวลาในการรับส่งสินค้า (VRP with time windows:

VRPTW) จัดเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยจำนวนมาก ซึ่งวัตถุประสงค์ของปัญหา VRPTW ต้องการระบุเส้นทางให้กับยานพาหนะโดยต้องการระยะทางในการขนส่งที่สั้นที่สุด สำหรับผลการประยุกต์ใช้วิธีการอาณานิคมผึ้งเทียมร่วมกับวิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบปรับเปลี่ยน (Adaptive local search in ABCO) ในการแก้ปัญหา VRPTW ในงานวิจัยนี้ได้ผลลัพธ์ในการแก้ปัญหาที่น่าพอใจ

ปารณัท และสรารุช (2564) ได้มุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk run) สำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ที่ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-time) โดยมีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งที่เกิดขึ้นจากการรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิต 35 รายในจังหวัดระยองและชลบุรีไปยังโรงงานประกอบรถยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี โดยเริ่มต้นจากการนำข้อมูลความต้องการชิ้นส่วนรายวันมาใช้ในการคำนวณปริมาณสินค้าที่ต้องขนส่ง และออกแบบเส้นทางการขนส่งโดยใช้หลักการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (VRP) โดยมีการประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving algorithm) และวิธีแบบเมต้าฮิวริสติกส์ด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่า วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถลดต้นทุนการขนส่งจาก 21,859,083 บาทต่อปี เหลือ 12,769,159 บาทต่อปี ลดลง 9,089,924 บาทต่อปี หรือลดลง 41.58% ในขณะที่วิธีแบบเมต้าฮิวริสติกส์ด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver สามารถลดต้นทุนการขนส่งเหลือ 11,962,011 บาทต่อปี ลดลง 9,897,072 บาทต่อปี หรือลดลง 45.28%

ชิตชนู และ วีรยา (2565) ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการรับและตรวจนับสินค้าขาเข้าของบริษัท ดีพลัส อินเตอร์เทรด จำกัด ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยคือ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการรอคอยสินค้าที่รอการเคลื่อนย้าย รวมถึงสินค้าที่รอการตรวจนับในส่วนของการรับและการตรวจนับสินค้า อันเนื่องมาจากมีพื้นที่ในการตรวจนับสินค้าไม่เพียงพอ อีกทั้งขั้นตอนการนับสินค้าใช้ระยะเวลานาน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บเวลาการทำงานทั้ง 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการรับสินค้าและขั้นตอนการตรวจนับสินค้า จากนั้นได้นำหลักการลดความสูญเปล่าด้วย ECRS และแนวคิด 5ส. มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ ซึ่งผลการศึกษาวิจัยพบว่า ในส่วนของสภาพพื้นที่ทำงานจะมีสภาพที่ง่ายต่อการทำงานมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

วารุณอร และคณะ (2567) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการกำหนดเส้นทางที่พิจารณาความจุรถหลายขนาดและมีการรับและส่งสินค้าในการจัดการขนส่ง เพื่อลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ให้กับบริษัทโลจิสติกส์แห่งหนึ่งในการรับชิ้นส่วนยานยนต์จากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนไปส่งยังโรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยแนวทางแก้ปัญหาจะมี 3 แนวทาง คือ แนวทางที่ 1 จัดกลุ่มจุดรับสินค้าที่มีจุดส่งสินค้าเดียวกันและมีช่วงเวลาเข้ารับเดียวกัน โดยแนวทางที่ 2 จะจัดกลุ่มจุดรับสินค้าที่มีจุดส่งสินค้าเดียวกันและมีช่วงเวลาเข้ารับใกล้เคียงกัน และสุดท้ายเป็นแนวทางที่ 3 คือ จัดกลุ่มจุดรับสินค้าที่มีจุดส่งสินค้าใกล้เคียงกันและมีช่วงเวลาเข้ารับใกล้เคียงกัน ผลจากการประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาคำตอบข้างเคียง

ขนาดใหญ่ (LNS) ผ่านทางโปรแกรม VRP spreadsheet solver พบว่า แนวทางที่ 3 สามารถลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ของบริษัทได้มากถึงร้อยละ 58.52 และประสิทธิภาพการใช้ความจุรถเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 34.53

### 3.2 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในบริษัทกรณีศึกษา

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษา มีบริการเข้ารับพัสดุด้วยรถบรรทุก โดยมีการเข้ารับพัสดุถึงหน้าบ้านลูกค้า อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้เกิดปัญหาล่าช้าในการเข้ารับพัสดุและขนถ่ายพัสดุ อันเนื่องมาจากความไม่แน่นอนของพนักงานขับรถในการเลือกใช้เส้นทาง โดยพนักงานขับรถปฏิบัติตามความเคยชิน ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในแต่ละวัน จึงเป็นสาเหตุหลักทำให้การขนส่งไปยังศูนย์รวมสินค้ามีปัญหา เกิดความเสี่ยงในการเข้าไปถึงคลังสินค้าล่าช้าไม่ทันเวลาตามที่กำหนด จึงทำให้มีปัญหาในเรื่องค่าปรับล่าช้าตามมาและพัสดุอาจจะจัดส่งถึงมือลูกค้าล่าช้าอีกด้วย ซึ่งจะทำให้เครดิตของบริษัทเสียหายจากการขนส่งที่ล่าช้าได้ในภายหลัง

### 3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา

3.3.1 ข้อมูลและที่อยู่ของลูกค้าที่จะต้องเข้ารับพัสดุ เนื่องจากข้อจำกัดด้านความลับของข้อมูลลูกค้าและข้อจำกัดด้านเวลา ในงานวิจัยนี้จึงมีการพิจารณาระยะเวลาในการเข้ารับพัสดุก่อนจำนวน 1 วัน ในช่วงเดือนกันยายน 2567 เนื่องจากเป็นวันที่มีปริมาณลูกค้าค่อนข้างมากในเดือนดังกล่าว สำหรับตัวอย่างข้อมูลตำแหน่งของลูกค้าในการเข้ารับพัสดุแสดงดังตารางที่ 3.1

3.3.2 ยานพาหนะที่ใช้มีข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้นดังนี้ รถกระบะตู้ทึบประเภทรถกระบะตอนเดียวจำนวน 3 คัน สำหรับเชื้อเพลิงจะใช้น้ำมันประเภทเชื้อเพลิงดีเซล กำหนดความเร็วจำกัด 90 กิโลเมตร/ชั่วโมงในการเดินทาง สำหรับความจุของยานพาหนะจะเท่ากันที่ความจุ 500 ชิ้น/คัน

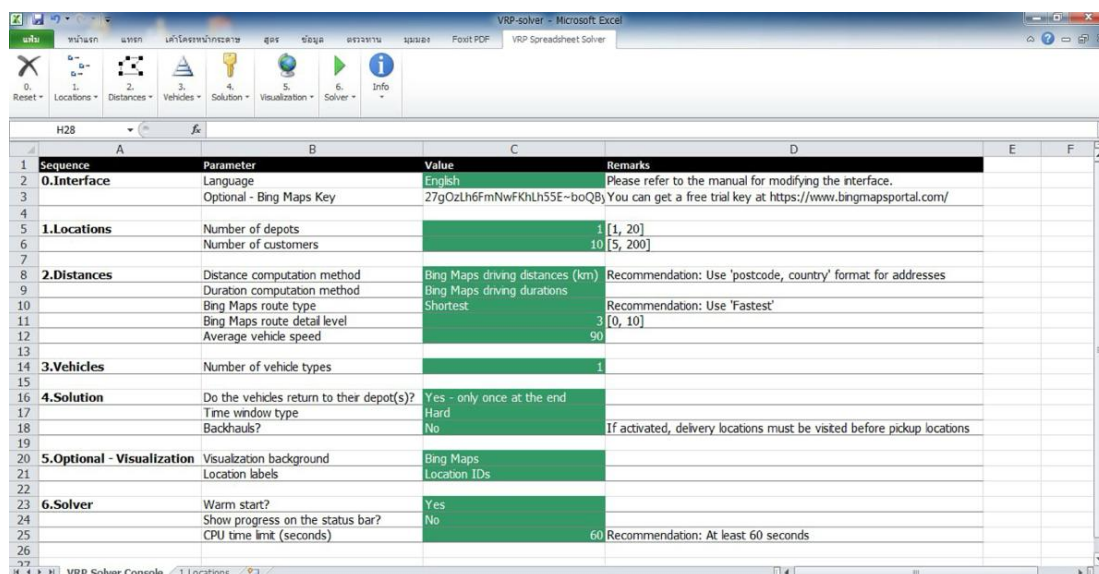
ตารางที่ 3.1 ตารางข้อมูลที่อยู่ของลูกค้าในการเข้ารับพัสดุ

| ลูกค้า | พิกัดละติจูด | พิกัดลองจิจูด | ปริมาณสินค้า (ชิ้น) |
|--------|--------------|---------------|---------------------|
| 1      | 16.7961420   | 100.2875640   | 32                  |
| 2      | 16.7675242   | 100.2695209   | 5                   |
| 3      | 16.7970999   | 100.2587427   | 44                  |
| 4      | 16.8503373   | 100.2661178   | 1                   |
| ⋮      | ⋮            | ⋮             | ⋮                   |
| 38     | 16.8236450   | 100.2619530   | 4                   |
| 39     | 16.8524284   | 100.2654866   | 1                   |
| 40     | 16.7959399   | 100.2608414   | 4                   |
| 41     | 16.8437050   | 100.2446220   | 6                   |
|        |              | รวมทั้งหมด    | 1,115               |

### 3.4 การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver

งานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม VRP spreadsheet solver (Günes, 2017) ในการแก้ปัญหาการเข้ารับพัสดุ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

#### 3.4.1 การกำหนด Parameter ในโปรแกรม VRP spreadsheet solver ดังภาพที่ 3.1



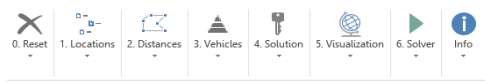
| Sequence                   | Parameter                                 | Value                            | Remarks                                                                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.Interface                | Language                                  | English                          | Please refer to the manual for modifying the interface.                                                       |
|                            | Optional - Bing Maps Key                  | 27gOzLh6FmNwFKh5SE~boQBj         | You can get a free trial key at <a href="https://www.bingmapsportal.com/">https://www.bingmapsportal.com/</a> |
| 1.Locations                | Number of depots                          | 1                                | [1, 20]                                                                                                       |
|                            | Number of customers                       | 10                               | [5, 200]                                                                                                      |
| 2.Distances                | Distance computation method               | Bing Maps driving distances (km) | Recommendation: Use 'postcode, country' format for addresses                                                  |
|                            | Duration computation method               | Bing Maps driving durations      |                                                                                                               |
|                            | Bing Maps route type                      | Shortest                         | Recommendation: Use 'Fastest'                                                                                 |
|                            | Bing Maps route detail level              | 3                                | [0, 10]                                                                                                       |
|                            | Average vehicle speed                     | 90                               |                                                                                                               |
| 3.Vehicles                 | Number of vehicle types                   | 1                                |                                                                                                               |
| 4.Solution                 | Do the vehicles return to their depot(s)? | Yes - only once at the end       |                                                                                                               |
|                            | Time window type                          | Hard                             |                                                                                                               |
|                            | Backhauls?                                | No                               | If activated, delivery locations must be visited before pickup locations                                      |
| 5.Optional - Visualization | Visualization background                  | Bing Maps                        |                                                                                                               |
|                            | Location labels                           | Location IDs                     |                                                                                                               |
| 6.Solver                   | Warm start?                               | Yes                              |                                                                                                               |
|                            | Show progress on the status bar?          | No                               |                                                                                                               |
|                            | CPU time limit (seconds)                  | 60                               | Recommendation: At least 60 seconds                                                                           |

ภาพที่ 3.1 การกำหนด Parameter

จากภาพที่ 3.1 จะแสดงหน้าข้อมูลควบคุม VRP spreadsheet solver เป็นซึ่งจะกำหนดรูปแบบการทำงานจำนวน จุดรับส่ง ระยะเวลาการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมโดยโดยจะมีระยะเวลาที่เหมาะสมแนะนำอยู่กับจำนวนของข้อมูล โดยจะนำข้อมูลที่ต้องการได้แก่ จำนวนลูกค้า ความเร็วเฉลี่ยของรถ จำนวนชนิดของรถรับที่เข้ารับพัสดุ เป็นต้น

#### 3.4.2. การ Setup worksheet

เมื่อทำการกำหนด Parameter เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทางโปรแกรมจะทำการ Setup location worksheet ดังภาพที่ 3.2 ซึ่งจะแสดงผลตามที่เราได้ระบุไว้ในหน้า VRP solver console โดยในขั้นตอนนี้เราจะต้องระบุข้อมูล ดังนี้ 1. ระบุที่อยู่ของลูกค้าทั้งหมด (Address) (แนะนำให้กรอกข้อมูลเป็นภาษาอังกฤษ) 2. ระบุเวลาเริ่มต้นการทำงาน (Time window start) 3. ระบุเวลาสิ้นสุดการทำงาน (Time window end) 4. ระบุระยะเวลาการทำงานในแต่ละพื้นที่ (Service time) 5. ระบุจำนวนพัสดุที่เข้ารับในแต่ละพื้นที่ (Pickup amount) 6. ระบุจำนวนพัสดุที่จัดส่งในแต่ละพื้นที่ (Delivery amount) ถ้ามี 7. ระบุกำไร (Profit) ถ้ามี



|    | A               | B       | C            | D             | E               | F              | G                 | H           | I           | J             | K      | L | M |
|----|-----------------|---------|--------------|---------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------|-------------|---------------|--------|---|---|
|    | Location I Name | Address | Latitude (y) | Longitude (x) | Time window sta | Time window en | Must be visited   | Service tim | Pickup amou | Delivery amou | Profit |   |   |
| 1  | 0 Depot         |         | 16.8144288   | 100.2391794   | 13:00           | 19:00          | Starting location |             | 0           | 0             | 0      |   |   |
| 2  | 1 Customer 1    |         | 16.8365005   | 100.2406633   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:16        | 32          | 0             | 0      |   |   |
| 3  | 2 Customer 10   |         | 16.8449588   | 100.2349223   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:00        | 1           | 0             | 0      |   |   |
| 4  | 3 Customer 2    |         | 16.8248100   | 100.2585831   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 2:15        | 451         | 0             | 0      |   |   |
| 5  | 4 Customer 3    |         | 16.8365235   | 100.2406298   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:13        | 44          | 0             | 0      |   |   |
| 6  | 5 Customer 4    |         | 16.7468410   | 100.2038031   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:00        | 1           | 0             | 0      |   |   |
| 7  | 6 Customer 5    |         | 16.8248520   | 100.4286041   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:18        | 60          | 0             | 0      |   |   |
| 8  | 7 Customer 6    |         | 16.8583065   | 100.2726541   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:08        | 28          | 0             | 0      |   |   |
| 9  | 8 Customer 7    |         | 16.7673861   | 100.2670500   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:25        | 85          | 0             | 0      |   |   |
| 10 | 9 Customer 8    |         | 16.7567965   | 100.1938831   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:10        | 35          | 0             | 0      |   |   |
| 11 | 10 Customer 9   |         | 16.9373007   | 100.4586726   | 13:00           | 19:00          | Must be visited   | 0:01        | 5           | 0             | 0      |   |   |

ภาพที่ 3.2 การจัดเตรียมตารางการกำหนดตำแหน่ง (Setup Location Worksheet)

จากนั้นโปรแกรมจะทำการจับคู่ว่าควรจะเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจะใช้ระยะทางเท่าไร และใช้ระยะเวลาเท่าไร จากการคำนวณโดยใช้ความเร็วตามที่ได้กำหนดไว้ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ดังภาพที่ 3.3



|    | A          | B                                                              | C        | D        | K | L | M | N | O | P | Q |
|----|------------|----------------------------------------------------------------|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
|    | Method:    | Bing Maps driving distances (km) / Bing Maps driving durations |          |          |   |   |   |   |   |   |   |
|    | From       | To                                                             | Distance | Duration |   |   |   |   |   |   |   |
| 1  | Depot      | Depot                                                          | 0.00     | 0:00     |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Depot      | Customer 1                                                     | 7.12     | 0:20     |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Depot      | Customer 10                                                    | 6.38     | 0:14     |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Depot      | Customer 2                                                     | 7.12     | 0:20     |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Depot      | Customer 3                                                     | 9.51     | 0:20     |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Depot      | Customer 4                                                     | 24.92    | 0:34     |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Depot      | Customer 5                                                     | 10.42    | 0:22     |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Depot      | Customer 6                                                     | 8.12     | 0:22     |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Depot      | Customer 7                                                     | 9.22     | 0:20     |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | Depot      | Customer 8                                                     | 49.07    | 2:28     |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Depot      | Customer 9                                                     | 9.18     | 0:24     |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | Customer 1 | Depot                                                          | 8.02     | 0:28     |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Customer 1 | Customer 1                                                     | 0.00     | 0:00     |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | Customer 1 | Customer 10                                                    | 3.47     | 0:05     |   |   |   |   |   |   |   |

ภาพที่ 3.3 ตารางแสดงผลระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Distances worksheet)

ต่อมาจะเป็นการ Setup vehicles worksheet ดังภาพที่ 3.4 โดยในขั้นตอนนี้จะแสดงจำนวนประเภทของยานพาหนะ (Vehicles type) ตามที่เราได้ระบุข้อมูลไว้ในหน้า VRP solver console ดังภาพที่ 3.4 โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1. ระบุความจุในการบรรทุกสินค้าสูงสุด ใน 1 รอบการเดินทาง (Capacity) 2. ระบุต้นทุนคงที่ต่อ 1 รอบการเดินทาง (Fixed cost per trip) ถ้ามี 3. ระบุต้นทุนต่อหน่วย (Cost per unit distance) ถ้ามี 4. ระบุการจำกัดระยะทางใน 1 วัน (Distance limit) 5. ระบุเวลาเริ่มต้นการทำงาน (Work start time) 6. ระบุการจำกัดระยะเวลาในการขับรถใน

1 วัน (Driving time limit) 7. ระบุเวลาสิ้นสุดการทำงาน (Working time limit) 8. ระบุจำนวนยานพาหนะ (Number of vehicles)

|   | B            | C        | D                   | E                      | F                   | G              | H               | I                  | J                  | K            | M                  |
|---|--------------|----------|---------------------|------------------------|---------------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| 1 | 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 |
| 2 | T1           | 500      | 0.00                | 0.00                   | 1.00                | 560.00         | 13:00           | 6:00               | 19:00              | Depot        | 3                  |

ภาพที่ 3.4 การจัดเตรียมตารางกำหนดยานพาหนะ (Vehicles worksheet)

จากนั้นจะทำการแสดงข้อมูลเบื้องต้นของการ Setup Solution ก่อนที่จะทำการรันโปรแกรมไปในอีกขั้นตอนแล้วจะแสดงข้อมูลที่แท้จริงออกมาหลังจากรันโปรแกรมในขั้นตอนสุดท้าย ดังภาพที่ 3.5 และจะทำการแสดงผล Visualization ซึ่งจะแสดงผลจุดพิกัด Depot และจุดพิกัดของลูกค้าทั้งหมด โดยจะอ้างอิงมาจาก Bing Map ซึ่งจุดสีดำคือ จุด Depot หรือตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์รวมสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา จุดสีเขียว คือ ตำแหน่งที่ตั้งบ้านลูกค้า ก่อนที่จะกำหนดเส้นทางว่าควรไปที่ตำแหน่งใดก่อน และไล่ตามลำดับจนครบทุกตำแหน่งหลังจากทำการรันโปรแกรมในขั้นตอนสุดท้าย

### 3.5 ตรวจสอบการหาผลลัพธ์และยืนยันความถูกต้อง

การตรวจสอบผลลัพธ์และยืนยันความถูกต้องเป็นการตรวจสอบหาความถูกต้องและความเรียบร้อยของโปรแกรมหลังจากดำเนินการรันแล้ว ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะต้องเป็นไปตามข้อมูลและข้อจำกัดที่ได้รับไว้ เช่น ความจุในการบรรทุกสินค้าใน 1 รอบการเดินทาง ต้องมีผลลัพธ์ออกมาไม่เกินความจุที่กำหนดไว้ ระยะทางการเดินทางใน 1 วันต้องรวมแล้วไม่เกินระยะทางที่ได้รับไว้ เป็นต้น

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

ภาพที่ 3.5 ตารางแสดงผลเฉลย (Solution worksheet)

#### 4. ผลการวิจัย

สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาการจัดเส้นทางในการเข้ารับพัสดุที่บ้านลูกค้าและสาขาแฟรนไชส์ด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีทดสอบสำหรับลูกค้าจำนวน 10 ราย และกรณีปัญหาจริงลูกค้าจำนวน 41 ราย โดยผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการเข้ารับพัสดุ 1 วัน โดยใช้พาหนะในการเข้ารับพัสดุ 1 ประเภท คือ รถยนต์กระบะตู้ทึบจำนวน 3 คัน เวลาในการทำงาน 6 ชั่วโมง (Time windows) เริ่มออกส่งพัสดุเวลา 13:00 - 19:00 น. โดยมีศูนย์รวมสินค้าเป็นจุดเริ่มต้นซึ่งมี 1 จุด โดยรถทุกคันจะใช้ความเร็วของรถจำกัดที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความจุไม่เกิน 500 ชิ้น/คัน จากนั้นนำข้อมูลที่อยู่ลูกค้าทั้งหมดมากำหนดพิกัดพิกัดละติจูดและลองจิจูด โดยในแต่ละกรณีเมื่อทำการทดสอบด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver สามารถแสดงผลออกมาได้ดังต่อไปนี้

##### 4.1 การทดสอบโปรแกรม VRP spreadsheet solver กรณีลูกค้า 10 ราย

สำหรับผลการรันโปรแกรมในกรณีลูกค้า 10 รายมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 1 พบว่ามีลำดับการวิ่งจำนวน 3 ราย ดังภาพที่ 4.1 โดยวิ่งจากจุด 5 → 6 → 9 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 18:50 น. ระยะเวลารวม 5 ชั่วโมง 50 นาที ระยะทางรวม 125.80 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 93 ชิ้น

ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบ คันที่ 2 พบว่ามีลำดับการวิ่งจำนวน 6 ราย ดังภาพที่ 4.2 โดยวิ่งจากจุด 8 → 4 → 7 → 1 → 3 → 10 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 15:19 น. ระยะเวลารวม 2 ชั่วโมง 19 นาที ระยะทางรวม 38.71 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 198 ชิ้น

ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 3 พบว่ามีลำดับการวิ่งจำนวน 1 ราย ดังภาพที่ 4.3 ได้แก่ จุดที่ 2 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 15:36 น. ระยะเวลารวม 2 ชั่วโมง 36 นาที ระยะทางรวม 6.61 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 451 ชิ้น

| Vehicle:   | V1            | Stops:             | 4 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          |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 1          | Customer 5    | 22.72              | 0:34          | 13:34        | 13:52          | 0:52         | 0                | 60.00         | 0.00            |
| 2          | Customer 6    | 41.22              | 0:52          | 14:10        | 14:18          | 1:18         | 0                | 28.00         | 0.00            |
| 3          | Customer 9    | 79.86              | 2:58          | 16:24        | 16:26          | 3:26         | 0                | 5.00          | 0.00            |
| 4          | Depot         | 125.80             | 5:22          | 18:50        |                | 5:50         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 5          |               |                    |               |              |                |              |                  |               |                 |
| 6          |               |                    |               |              |                |              |                  |               |                 |
| 7          |               |                    |               |              |                |              |                  |               |                 |

ภาพที่ 4.1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะคันที่ 1 กรณีตัวอย่างลูกค้าจำนวน 10 ราย

| Vehicle:   | V2            | Stops:             | 7            | 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         |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 1          | Customer 8    | 9.43               | 0:12         | 13:12        | 13:22          | 0:22         | 0                | 35.00         | 0.00            |
| 2          | Customer 4    | 11.64              | 0:18         | 13:28        | 13:29          | 0:29         | 0                | 1.00          | 0.00            |
| 3          | Customer 7    | 22.34              | 0:37         | 13:48        | 14:14          | 1:14         | 0                | 85.00         | 0.00            |
| 4          | Customer 1    | 31.71              | 0:59         | 14:36        | 14:52          | 1:52         | 0                | 32.00         | 0.00            |
| 5          | Customer 3    | 31.72              | 0:59         | 14:52        | 15:05          | 2:05         | 0                | 44.00         | 0.00            |
| 6          | Customer 10   | 33.78              | 1:03         | 15:09        | 15:10          | 2:10         | 0                | 1.00          | 0.00            |
| 7          | Depot         | 38.71              | 1:12         | 15:19        |                | 2:19         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 8          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |
| 9          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |

ภาพที่ 4.2 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะคันที่ 2 กรณีตัวอย่างลูกค้าจำนวน 10 ราย

| Vehicle:   | V3            | Stops:             | 2            | 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         |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 1          | Customer 2    | 3.42               | 0:13         | 13:13        | 15:28          | 2:28         | 0                | 451.00        | 0.00            |
| 2          | Depot         | 6.61               | 0:21         | 15:36        |                | 2:36         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 3          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |
| 4          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |
| 5          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |

ภาพที่ 4.3 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะคันที่ 3 กรณีตัวอย่างลูกค้าจำนวน 10 ราย

#### 4.2 การทดสอบด้วยโปรแกรม VRP spreadsheet solver กรณีลูกค้า 41 ราย

สำหรับการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการเข้ารับพัสดุที่บ้านลูกค้าและแฟรนไชส์จำนวน 41 ราย โดยใช้รถกระบะตู้ทึบจำนวน 3 คันในการเข้ารับพัสดุซึ่งผลลัพธ์มีดังต่อไปนี้

ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 1 พบว่า มีลำดับการวิ่งจำนวน 4 ราย ดังภาพที่ 4.4 โดยวิ่งจาก จุด 9 → 13 → 14 → 27 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 15:56 น. ระยะเวลารวมทั้งหมดในการเข้ารับพัสดุ 2 ชั่วโมง 56 นาที ระยะทางรวมทั้งหมด 15.86 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 472 ชิ้น

ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบ คันที่ 2 พบว่ามีลำดับการวิ่งจำนวน 20 ราย ดังภาพที่ 4.5 โดยวิ่งจาก จุด 28 → 23 → 17 → 3 → 40 → 29 → 26 → 10 → 11 → 30 → 36 → 38 → 35 → 25 → 20 → 41 → 16 → 31 → 37 → 32 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 16:24 น. ระยะเวลารวมทั้งหมดในการเข้ารับพัสดุ 3 ชั่วโมง 24 นาที ระยะทางรวมทั้งหมด 29.60 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 342 ชิ้น

| Vehicle:   | V1            | Stops:             | 5            | 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         |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 1          | Customer 9    | 2.26               | 0:04         | 13:04        | 15:19          | 2:19         | 0                | 451.00        | 0.00            |
| 2          | Customer 13   | 7.18               | 0:10         | 15:25        | 15:26          | 2:26         | 0                | 4.00          | 0.00            |
| 3          | Customer 14   | 9.86               | 0:19         | 15:35        | 15:36          | 2:36         | 0                | 2.00          | 0.00            |
| 4          | Customer 27   | 13.66              | 0:29         | 15:46        | 15:50          | 2:50         | 0                | 15.00         | 0.00            |
| 5          | Depot         | 15.86              | 0:35         | 15:56        |                | 2:56         | 0                | 0.00          | 0.00            |
| 6          |               |                    |              |              |                |              |                  |               |                 |

ภาพที่ 4.4 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะตู้ทึบคันที่ 1



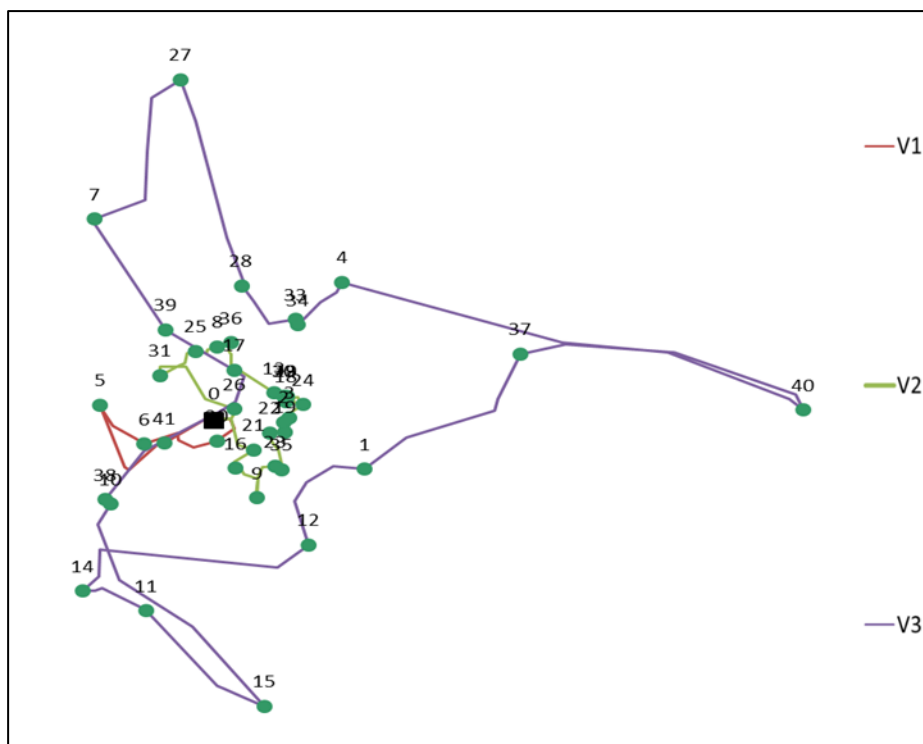
| Vehicle:   | V2            | Stops:             | 21 Net profit: |              |                | 0.00         |                  |               |                 |  |
|------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|------------------|---------------|-----------------|--|
| 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           |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |  |
| 1          | Customer 28   | 2.81               | 0:10           | 13:10        | 13:14          | 0:14         | 0                | 13.00         | 0.00            |  |
| 2          | Customer 23   | 3.93               | 0:12           | 13:16        | 13:18          | 0:18         | 0                | 7.00          | 0.00            |  |
| 3          | Customer 17   | 6.11               | 0:21           | 13:27        | 13:30          | 0:30         | 0                | 11.00         | 0.00            |  |
| 4          | Customer 3    | 7.92               | 0:28           | 13:37        | 13:50          | 0:50         | 0                | 44.00         | 0.00            |  |
| 5          | Customer 40   | 8.31               | 0:30           | 13:52        | 13:53          | 0:53         | 0                | 4.00          | 0.00            |  |
| 6          | Customer 29   | 10.18              | 0:38           | 14:01        | 14:02          | 1:02         | 0                | 2.00          | 0.00            |  |
| 7          | Customer 26   | 10.91              | 0:40           | 14:04        | 14:06          | 1:06         | 0                | 6.00          | 0.00            |  |
| 8          | Customer 10   | 11.72              | 0:43           | 14:09        | 14:09          | 1:09         | 0                | 1.00          | 0.00            |  |
| 9          | Customer 11   | 12.23              | 0:45           | 14:11        | 14:12          | 1:12         | 0                | 1.00          | 0.00            |  |
| 10         | Customer 30   | 13.22              | 0:49           | 14:16        | 14:18          | 1:18         | 0                | 8.00          | 0.00            |  |
| 11         | Customer 36   | 14.42              | 0:54           | 14:23        | 14:24          | 1:24         | 0                | 3.00          | 0.00            |  |
| 12         | Customer 38   | 14.44              | 0:54           | 14:24        | 14:26          | 1:26         | 0                | 6.00          | 0.00            |  |
| 13         | Customer 35   | 14.62              | 0:55           | 14:27        | 14:28          | 1:28         | 0                | 5.00          | 0.00            |  |
| 14         | Customer 25   | 15.67              | 0:59           | 14:32        | 14:34          | 1:34         | 0                | 8.00          | 0.00            |  |
| 15         | Customer 20   | 16.28              | 1:00           | 14:35        | 14:36          | 1:36         | 0                | 4.00          | 0.00            |  |
| 16         | Customer 41   | 19.55              | 1:10           | 14:46        | 14:48          | 1:48         | 0                | 6.00          | 0.00            |  |
| 17         | Customer 16   | 20.11              | 1:12           | 14:50        | 14:50          | 1:50         | 0                | 1.00          | 0.00            |  |
| 18         | Customer 31   | 21.55              | 1:16           | 14:54        | 14:57          | 1:57         | 0                | 9.00          | 0.00            |  |
| 19         | Customer 37   | 23.95              | 1:25           | 15:06        | 15:07          | 2:07         | 0                | 3.00          | 0.00            |  |
| 20         | Customer 32   | 28.46              | 1:38           | 15:20        | 16:20          | 3:20         | 0                | 200.00        | 0.00            |  |
| 21         | Depot         | 29.60              | 1:42           | 16:24        |                | 3:24         | 0                | 0.00          | 0.00            |  |
| 22         |               |                    |                |              |                |              |                  |               |                 |  |

ภาพที่ 4.5 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะตู้ทึบคันที่ 2

ผลลัพธ์ของรถกระบะตู้ทึบคันที่ 3 พบว่ามีลำดับการวิ่งจำนวน 17 ราย ดังภาพที่ 4.6 โดยวิ่งจาก จุด 6 → 18 → 22 → 19 → 21 → 2 → 1 → 5 → 8 → 12 → 4 → 39 → 34 → 33 → 15 → 7 → 24 เริ่มต้นจากศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 13:00 น. กลับศูนย์รวมสินค้าบริษัทกรณีศึกษา เวลา 18:47 น. และระยะเวลารวมทั้งหมดในการเข้ารับพัสดุ 5 ชั่วโมง 47 นาที ระยะทางรวมทั้งหมด 120.26 กิโลเมตร และมีการเข้ารับสินค้าจำนวน 301 ชิ้น ซึ่งภาพผลลัพธ์สุดท้ายของเส้นทางในการเข้ารับพัสดุลูกค้าจำนวน 41 รายแสดงดังภาพที่ 4.7

| Vehicle:   | V3            | Stops:             | 18 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           |              | 13:00          | 0:00         | 0                | 0.00          | 0.00            |  |  |
| 1          | Customer 6    | 5.41               | 0:07           | 13:07        | 13:15          | 0:15         | 0                | 28.00         | 0.00            |  |  |
| 2          | Customer 18   | 5.68               | 0:08           | 13:16        | 13:18          | 0:18         | 0                | 7.00          | 0.00            |  |  |
| 3          | Customer 22   | 17.64              | 1:05           | 14:15        | 14:17          | 1:17         | 0                | 6.00          | 0.00            |  |  |
| 4          | Customer 19   | 23.91              | 1:23           | 14:35        | 14:38          | 1:38         | 0                | 10.00         | 0.00            |  |  |
| 5          | Customer 21   | 26.78              | 1:30           | 14:45        | 14:46          | 1:46         | 0                | 3.00          | 0.00            |  |  |
| 6          | Customer 2    | 37.64              | 1:51           | 15:07        | 15:08          | 2:08         | 0                | 5.00          | 0.00            |  |  |
| 7          | Customer 1    | 44.07              | 2:10           | 15:27        | 15:36          | 2:36         | 0                | 32.00         | 0.00            |  |  |
| 8          | Customer 5    | 52.94              | 2:27           | 15:53        | 16:11          | 3:11         | 0                | 60.00         | 0.00            |  |  |
| 9          | Customer 8    | 65.56              | 2:46           | 16:30        | 16:40          | 3:40         | 0                | 35.00         | 0.00            |  |  |
| 10         | Customer 12   | 83.64              | 3:04           | 16:58        | 16:59          | 3:59         | 0                | 3.00          | 0.00            |  |  |
| 11         | Customer 4    | 86.24              | 3:09           | 17:04        | 17:04          | 4:04         | 0                | 1.00          | 0.00            |  |  |
| 12         | Customer 39   | 86.52              | 3:09           | 17:04        | 17:04          | 4:04         | 0                | 1.00          | 0.00            |  |  |
| 13         | Customer 34   | 90.08              | 3:14           | 17:09        | 17:11          | 4:11         | 0                | 6.00          | 0.00            |  |  |
| 14         | Customer 33   | 99.46              | 3:23           | 17:20        | 17:21          | 4:21         | 0                | 2.00          | 0.00            |  |  |
| 15         | Customer 15   | 109.26             | 4:03           | 18:01        | 18:05          | 5:05         | 0                | 13.00         | 0.00            |  |  |
| 16         | Customer 7    | 114.62             | 4:10           | 18:12        | 18:37          | 5:37         | 0                | 85.00         | 0.00            |  |  |
| 17         | Customer 24   | 117.52             | 4:13           | 18:40        | 18:41          | 5:41         | 0                | 4.00          | 0.00            |  |  |
| 18         | Depot         | 120.26             | 4:19           | 18:47        |                | 5:47         | 0                | 0.00          | 0.00            |  |  |
| 19         |               |                    |                |              |                |              |                  |               |                 |  |  |

ภาพที่ 4.6 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางของรถยนต์กระบะตู้ทึบคันที่ 3



ภาพที่ 4.7 ผลลัพธ์เส้นทางการเข้ารับพัสดุลูกค้าจำนวน 41 รายโดยรถกระบะตู้ทึบ 3 คัน

#### 4.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะประกอบด้วย 2 กรณี กรณีแรกจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่าง ผลลัพธ์ระหว่างกรอบเวลาเดิม (Time window: TW) กับระยะเวลาที่ได้จากโปรแกรม VRP spreadsheet solver (VRP-SS) ส่วนกรณีที่สอง จะเป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง เวลาข้อมูลจริงที่ได้จากการเก็บรวบรวม กับเวลาที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS

ผลการเปรียบเทียบกรณีแรก ระยะเวลาในการเข้ารับพัสดุจากบ้านลูกค้าและแฟรนไชส์ในกรณีลูกค้าจำนวน 41 ราย ซึ่งจากข้อมูลเดิมที่ได้จากการเก็บรวบรวมจะใช้เวลาในการเข้ารับพัสดุตั้งแต่ 13:00 น. ถึง 19:00 น. เป็นกรอบเวลาเดิมทำงานเท่ากับ 6 ชั่วโมง (TW) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกรอบเวลาเดิม TW กับระยะเวลาที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS พบว่า รถคันที่ 1 ใช้ระยะเวลา TW ในการเข้ารับพัสดุ 360 นาที แต่ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS จะใช้ระยะเวลาในการเข้ารับพัสดุเพียง 176 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 51.11% สำหรับรถคันที่ 2 ใช้ระยะเวลา TW ในการเข้ารับพัสดุ 360 นาที แต่ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS จะใช้ระยะเวลาในการเข้ารับพัสดุเพียง 204 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 43.33% และรถคันที่ 3 ใช้ระยะเวลา TW ในการเข้ารับพัสดุ 360 นาทีแต่จะข้อมูล

ที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS จะใช้ระยะเวลาในการเข้ารับพัสดุเพียง 347 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 3.61%

ผลการเปรียบเทียบกรณีสอง ซึ่งสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาการเข้ารับพัสดุที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS กับข้อมูลจริงจากการเก็บข้อมูลจากรถทั้ง 3 คัน เมื่อนำข้อมูลจากโปรแกรม VRP-SS มาเปรียบเทียบกับข้อมูลดิบ (เวลาที่ใช้ในการเข้ารับพัสดุเดิม) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า รถคันที่ 1 ใช้ระยะเวลาเดิม 300 นาที แต่เวลาที่ใช้ในการเข้ารับพัสดุจากโปรแกรม VRP-SS จะใช้เวลาเพียง 176 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการเข้ารับเท่ากับ 41.33% สำหรับรถคันที่ 2 ใช้ระยะเวลาเดิม 330 นาที แต่เวลาที่ใช้ในการเข้ารับพัสดุจากโปรแกรม VRP-SS จะใช้เวลาเพียง 204 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการเข้ารับเท่ากับ 38.18% และรถคันที่ 3 ใช้ระยะเวลาเดิม 360 นาที แต่เวลาที่ใช้ในการเข้ารับพัสดุจากโปรแกรม VRP-SS จะใช้เวลาเพียง 347 นาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของระยะเวลาการเข้ารับเท่ากับ 3.61%

## 5. สรุปผลและการอภิปรายผล

ปัญหาจากปัญหาความล่าช้าในการเข้ารับพัสดุของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเกิดจากการขาดการวางแผนเส้นทางที่เหมาะสมในแต่ละวันโดยพนักงานขับรถอาศัยความเคยชินในการเลือกเส้นทาง ทำให้เกิดความเสี่ยงในการส่งมอบพัสดุไม่ทันตามกำหนดเวลา ก่อให้เกิดต้นทุนแฝงจากค่าปรับล่าช้า และส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของบริษัท งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP-SS เพื่อวางแผนการจัดเส้นทางเข้ารับพัสดุอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการศึกษาครอบคลุมการเก็บข้อมูลลูกค้า 41 รายในวันที่มีปริมาณลูกค้ามากที่สุดในสัปดาห์ การวางแผนใช้รถกระบะตู้ทึบจำนวน 3 คัน ภายใต้กรอบเวลาการทำงาน 6 ชั่วโมง และข้อจำกัดด้านความจุพัสดุ

ผลการทดลองในสองกรณีศึกษา ได้แก่ กรณีตัวอย่างลูกค้า 10 ราย และกรณีลูกค้าจำนวน 41 ราย พบว่า โปรแกรม VRP-SS สามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงานได้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับกรณีลูกค้าจำนวน 41 ราย รถคันที่ 1, 2 และ 3 มีระยะทางรวมในการเข้ารับพัสดุเท่ากับ 15.86 กิโลเมตร, 29.60 กิโลเมตร และ 120.26 กิโลเมตร ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานจากผลลัพธ์ของโปรแกรมกับกรอบเวลาเดิม พบว่าลดลงได้สูงสุดถึงร้อยละ 51.11 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง พบว่าสามารถลดระยะเวลาได้สูงถึงร้อยละ 41.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวางแผนเส้นทางอย่างเหมาะสมด้วยเทคโนโลยีสามารถลดต้นทุนเวลาในการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการส่งพัสดุล่าช้า นอกจากนี้ผลการศึกษานี้ยังมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปารณัท และสรารุช (2564) และ วารุณอร และคณะ (2567) ที่พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม VRP-SS สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเส้นทางขนส่งพัสดุหรือสินค้าได้มากกว่า 40%

สำหรับข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ บริษัทควรนำโปรแกรม VRP spreadsheet solver หรือซอฟต์แวร์วางแผนเส้นทางที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน มาใช้ในการวางแผนการเข้ารับพัสดุในแต่ละวันอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดต้นทุนการขนส่ง และยกระดับคุณภาพการให้บริการ นอกจากนี้ ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายช่วงเวลา เพื่อพัฒนาระบบวางแผนเส้นทางให้มีความยืดหยุ่นสูงขึ้น และรองรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณลูกค้าในแต่ละวันได้อย่างเหมาะสม อีกทั้ง การนำเทคโนโลยีการติดตามยานพาหนะ (GPS Tracking) และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์มาใช้ร่วมกับการวางแผนเส้นทาง จะช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนแผนการเข้ารับพัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ บริษัทควรกำหนดนโยบายในการบูรณาการระบบวางแผนเส้นทางเข้ากับกระบวนการดำเนินงานอย่างเป็นทางการ และจัดฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพ และสนับสนุนการพัฒนาธุรกิจอย่างยั่งยืน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ประพันธ์บรรณกิจขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยส่วนหนึ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประเภททุน Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 สัญญาทุนเลขที่ RDI-1-68-23

## 7. เอกสารอ้างอิง

- เกียรติพงษ์ อุดมชนะธีระ. (2557). **การจัดเส้นทางและตารางเวลาในการขนส่ง (Routing And Transportation Scheduling)**. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2567. ค้นจาก <http://www.iok2u.com>
- ชฎาพร กานอินทร์. (2562). **พิษณุโลกกับบทบาทการเชื่อมโยงอาเซียน**. (การค้นคว้าอิสระรัฐศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ชิตษณ ภัคดีวานิช, และวีรยา ยิ่งยง. (2565). การปรับปรุงกระบวนการรับและการตรวจนับสินค้าขาเข้ากรณีศึกษา บริษัท ดีพลัส อินเทอร์เน็ต จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ. **วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม**, 2(1), 4-15.
- นัยน์ภัก รักเสมอวงศ์, เพ็ญศิริ วงซารี และภาณุพงษ์ ศรีมงคล. (2564). การจัดเส้นทางเดินรถบรรทุกสำหรับการขนส่งสินค้าด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วน เอส.วี รุ่งเรืองขนส่ง จำกัด. **บทหนึ่งในหนังสือ การประชุมวิชาการทางธุรกิจและนวัตกรรมทางการจัดการ ระดับชาติ ประจำปี 2564 ครั้งที่ 8**, 460-467.

- ปารณัท กัญวิมล และสราวุธ จันทร์สุวรรณ. (2564). การศึกษาเพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งรูปแบบ  
มัลติรันและการจัดการกำหนดการรับสินค้า กรณีศึกษา การส่งชิ้นส่วนโรงงานประกอบรถยนต์  
แบบทันเวลาพอดี ABC. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 9(2), 1–11.
- รัตนติยากร มีรัตน์ และบุญทรัพย์ พานิชการ. (2567). การหาคำตอบที่ดีที่สุดของที่ตั้งศูนย์กระจาย  
สินค้าผักและผลไม้จังหวัดอุตรดิตถ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. **วารสารวิชาการ  
เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 6(1), 110-124.
- วารุณอร บุรณ์เจริญ, จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน และรุ่งรัตน์ ภิษฐ์เพ็ญ. (2567). การวิเคราะห์และพัฒนา  
แนวทางการขนส่งเพื่อลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ด้วยวิธีการค้นหาคำตอบข้างเคียงขนาด  
ใหญ่. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 12(2), 41–52.
- ศิริชัย ยศวังใจ. (2564). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่มีรอบเวลาโดยการใช้การค้นหาคำตอบ  
เฉพาะที่ปรับเปลี่ยนการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดด้วยอาณานิคมผึ้งเทียม. **วารสารวิชาการ  
วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.**, 14(4), 161-171.
- สุณิสรา เจริญสิริวิไล และศุภชาติ เอี่ยมรัตนกุล. (2562). การเลือกใช้บริการระบบบริหารจัดการ  
คลังสินค้า. **วารสารรัชต์ภาคย์**, 13(30), 45-56.
- หอการค้าไทยและสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย. (2567). **10 สินค้าส่งออกไทย ดาวเด่น-ดาวรุ่ง.**  
สืบค้นเมื่อ 8 กันยายน 2567. ค้นจาก <https://shorturl.asia/3fWzB>.
- Dana, M.U., Shanty, K.D., Abdul, W., & Imam, S. (2020). The vehicle routing problem for  
perishable goods: A systematic review. **Cogent Engineering**, 1-24.
- David, A.W. (2016). Evolutionary memetic algorithms supported by metaheuristic  
profiling effectively applied to the optimization of discrete routing problems.  
**Journal of Natural Gas Science and Engineering**, 35, 997-1014.
- Günes, E. (2017). An open-source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems.  
**Computers and Operations Research**, 84, 62-72.
- Sreerag, R.S., & Prasanna, V.S. (2025). Vehicle routing model with backhauling for  
distribution of fresh vegetables among small retail channels: a case study in  
Kerala, India. **OPSEARCH**, Article number 119712. Retrieved from  
<https://doi.org/10.1007/s12597-025-00909-x>
- Wenbo, C., Corinne, H.M., & Kellie, S. (2021). Improving food bank operations through  
vehicle routing and service gap mapping. **IIE Annual Conference and Expo  
2021**, 322-327.