



ปรับปรุงเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งเพื่อลดต้นทุน

Improve ice transportation routes to reduce costs

เอกลักษณ์ ตันติพิริยะ¹ อัศวินทร์ สายะพงษ์^{1*} สิทธิเดช ครุฑสี¹ และ โยธิน อุตหาวัง¹

Ekaluck Tantiphiya¹ Achawin Sayapong^{1*}, Sittidech Krutsee¹ and Yothin Autthawang¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต วิทยาลัยเทคนิคนาน สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 จังหวัดน่าน

¹Division of Production Technology, Nan Technical College,

Institute of Vocational education Northern Region 2, Nan Province

*Corresponding Author: nayxachchawinthsayaphngs@gmail.com

Received: September 4, 2024

Revised: October 11, 2024

Accepted: October 23, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็ง ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการขนส่ง เพื่อออกแบบวิธีการขนส่งที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่าปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นคือการขนส่งที่มีระยะทางไกลเกินความจำเป็น ส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานเชื้อเพลิงสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและปรับปรุงวิธีการขนส่ง การเก็บข้อมูลการขนส่งและข้อมูลลูกค้า รวมถึงการตรวจสอบข้อมูลการขนส่ง ด้วยวิธี Savings algorithm วิธี Nearest neighbor algorithm และการประมวลผลด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดสำหรับการขนส่งสินค้า ผลการเปรียบเทียบระหว่างการขนส่งแบบเดิมและการใช้โปรแกรมคำนวณแสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งถึง 17.11% และลดต้นทุนในการขนส่งได้ถึง 17.17% สามารถลดระยะทางทั้งหมดลงได้จากเดิม 754 กิโลเมตร ลดลงเหลือ 625 กิโลเมตร ลดลง 129 กิโลเมตร และลดต้นทุนในการขนส่งจากเดิม 3,622 บาท ลดลงเหลือ 3,000 บาท ลดลง 622 บาท ต่อวันซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่แสดงถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการปรับปรุงกระบวนการขนส่งในอุตสาหกรรมนี้

คำสำคัญ : การจัดเส้นทางการขนส่ง เซฟวิง อัลกอริทึม โปรแกรมแก้ปัญหาไม่โครซอฟเอ็กเซล โปรแกรมแก้ปัญหาอาร์พีเอสเปรตซีท

Abstract

This research focuses on reducing costs and improving the efficiency of ice delivery routes. By applying mathematical modeling to transportation planning, the study aims to design more efficient delivery methods. The research found that a major problem was the excessive distance traveled during deliveries, leading to higher fuel costs. Therefore, it was necessary to study and improve delivery methods. Transportation data and customer information were collected and analyzed using the savings algorithm, the nearest neighbor algorithm, and VRP Spreadsheet Solver, a mathematical tool used to calculate the shortest distance for goods delivery. Comparisons between traditional delivery methods and those using



the calculation program showed a 17.11% The total distance can be reduced from 754 kilometers to 625 kilometers, a decrease of 129 kilometers. Additionally, the transportation cost can be reduced from 3,622 baht to 3,000 baht, a decrease of 622 baht per day. These results demonstrate the importance of using technology and mathematical methods to improve the transportation processes in this industry.

Keywords: Transportation, Saving algorithm, Microsoft excel troubleshooting program, VRP spreadsheet troubleshooting program

1. บทนำ

การขนส่งถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจในทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค หรือระดับโลก การขนส่งไม่เพียงแต่เป็นกลไกที่ช่วยให้สินค้าสามารถเคลื่อนย้ายไปยังตลาดได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค รวมถึงการสร้างเครือข่ายทางเศรษฐกิจที่เข้มแข็ง ในยุคที่เศรษฐกิจโลกมีการเชื่อมโยง การขนส่งจึงมีอิทธิพลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมอย่างมาก ระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจและส่งเสริมการเติบโตอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมต่าง ๆ การศึกษาวิจัยพบว่าปัญหาหลักของการขนส่งน้ำแข็งในครั้งนี้นี้คือ การจัดเส้นทางที่ไม่เหมาะสม ทำให้รถวิ่งวนซ้ำซ้อน เพิ่มระยะทาง และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงโดยไม่จำเป็น สาเหตุสำคัญมาจากการที่พนักงานขับรถขาดข้อมูลเส้นทางที่ชัดเจนในการตัดสินใจแต่ละครั้ง ซึ่งทางโรงงานจะพยายามแก้ไขปัญหาด้วยการกำหนดระยะทางที่ไกลที่สุดต่อเส้นทาง แต่ยังไม่สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวไม่ได้แก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ ซึ่งมีนักวิจัยได้ทำการศึกษาวิธีแก้ไขปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ วรพล อารีย์ และคณะ (Arree, 2022) ได้ศึกษาวิธี Savings algorithm วิธี Nearest neighbor algorithm โปรแกรมโมโครซอฟเอ็กเซลแก้ปัญหา และโปรแกรมวีอาร์พีสปเรดชีท แก้ปัญหาเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่ม และ ปัญญวัฒน์ จันทร์ชัยภักดิ์ (Chanchaiphak, 2018) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน โดยใช้วิธีฮิวริสติกในการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งในด้านต้นทุนการรับส่ง และความปลอดภัยในการรับส่ง โดยมีจำนวนนักเรียนที่ต้องรับส่งทั้งหมด 1,137 คนต่อวัน จำนวนจุดรับส่งทั้งหมด 39 จุด การจัดเส้นทางทำการแบ่งกลุ่มก่อนในลำดับแรกโดยอิงจากในการแบ่งและใช้วิธีฮิวริสติกทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ Nearest Neighbor heuristic, Clarke-Wright Saving heuristic, Sweep heuristic และ Farthest-Nearest neighbor heuristic อีกทั้ง ฤชงค์ เวฬุวัน และภานุพงษ์ ศรีมุงกุล (Veluwan & Srimungkun, 2018) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดรถขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าในจังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งและลดต้นทุนในการขนส่งสินค้า โดยได้ทำการศึกษาแบบการจัดเส้นทางของศูนย์กระจายสินค้า โดยมีลูกค้าอยู่ทั่วภาคตะวันออกเฉียงเหนือและใช้รถจากบริษัทขนส่งภายนอกเข้ามาทำหน้าที่ในการขนส่งสินค้าให้กับทางศูนย์กระจายสินค้า โดยในแต่ละวันมีคำสั่งซื้อที่ไม่แน่นอนแต่มีการแจ้งยอดล่วงหน้าทำให้มีระยะเวลาในการวางแผนการจัดรถขนส่ง เพื่อให้ความคุ้มค่าในแต่ละเที่ยว ได้นำทฤษฎีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถเดินรถ Vehicle Routing Problem (VRP) และโปรแกรมจัดรถขนส่ง VRP Spreadsheet Solver มาพัฒนาการจัดเส้นทางรถเดินรถ และ รวีโรจน์ ป่องทรัพย์ และธัญภัศ เมืองปัน (Pongsub & Muangpan, 2021) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษาบริษัทขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นการศึกษการจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษาบริษัทขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าและเปรียบเทียบ

Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University 71



2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.1 เก็บข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของโรงงานน้ำแข็งวารีเทพนครน่าน ได้แก่ เส้นทางในการขนส่งน้ำแข็ง พิกัดจุดส่งน้ำแข็ง และปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน ทำการบันทึกข้อมูลพิกัดตำแหน่งจุดขนส่งและนำข้อมูลพิกัดดังกล่าวมาสร้างเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งด้วยโปรแกรม Bing Maps

2.1.2 เก็บข้อมูลด้านน้ำหนัก และความจุของยานพาหนะ

2.1.3 เก็บข้อมูลด้านระยะทางในแต่ละเส้นทางการขนส่ง โดยทำการเก็บข้อมูลระยะเวลาดังตั้งแต่วันที่ มกราคม-มีนาคม 2567 และบันทึกข้อมูลดังกล่าวในแต่ละรอบการขนส่งลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ดังนั้น ข้อมูลการขนส่งน้ำแข็งที่ได้ในแต่ละเที่ยวจะมีเส้นทางและระยะทางการเดินทางเที่ยวละ 5 จุดข้อมูล แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนจัดเส้นทางด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม Microsoft Excel Solver และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งในส่วนนี้ยังไม่ได้พิจารณาปริมาณน้ำแข็งและเวลาในการขนส่ง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหา VRP

2.2.1 วิธี Saving Algorithm

จากข้อมูลพิกัดที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (Table 1.) ให้คำนวณค่า Saving (Saving value) จากระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ 1-11 จากสมการ (1) ตามวิธีของ (Gao, J., Gu, F., Hu, P., Xie, Y., & Yao, B., 2016)

Table 1. Origin/Destination location (Km)

Node	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	3	4.5	4.9	10.5	16.3	39.7	27	27.6	19.5	12.3	9.3
1	3	0	4.2	4.6	10.1	15.9	39.4	26.7	25	19.1	11.9	9
2	4.5	4.2	0	2.1	6.1	11.9	35.3	22.6	20.9	15	7.9	4.9
3	4.9	4.6	2.1	0	7.6	13.3	36.8	24.1	22.4	16.5	9.4	6.4
4	10.5	10.1	6.1	7.6	0	8.4	30.7	19.1	17.5	11.6	4.4	4.1
5	16.3	15.6	11.9	13.3	8.4	0	28.4	11.5	9.9	4	4.1	7.1
6	39.7	39.4	35.3	36.8	30.7	28.4	0	18.4	18.8	24.5	27.6	30.5
7	27	26.7	22.6	24.1	19.1	11.5	18.4	0	1.9	7.6	14.8	17.8
8	27.6	25	20.9	22.4	17.5	9.9	18.8	1.9	0	6	13.1	16.1
9	19.5	19.1	15	16.5	11.6	4	24.5	7.6	6	0	7.3	10.3
10	12.3	11.9	7.9	9.4	4.4	4.1	27.6	14.8	13.1	7.3	0	3.1
11	9.3	9	4.9	6.4	4.1	7.1	30.5	17.8	16.1	10.3	3.1	0



จาก (Table 1.) ในเส้นทางการขนส่งมีลูกค้าทั้งหมด 11 ราย และแต่ละรายเส้นทางที่วิ่งตรงถึงกันได้ทุกราย ซึ่งสามารถเลือกจุดส่งที่ใกล้ที่สุดในการจัดส่งก่อนได้

$$s_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \quad (1) \dots\dots\dots \text{สมการที่ 1}$$

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

d_{0i} คือระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง i

d_{0j} คือระยะทางจากตำแหน่งเริ่มต้น (ตำแหน่งที่ 0) ไปตำแหน่ง j

d_{ij} คือระยะทางจากตำแหน่ง i ไปตำแหน่ง j

แสดงตัวอย่างการคำนวณหาระยะทางประหยัดจากตำแหน่งขนส่ง ตำแหน่งที่ 1 ไปตำแหน่งที่ 2 ดังภาพที่ 2

d_{01} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 0 (จุดเริ่มต้น) ไปยังตำแหน่งที่ 1 เท่ากับ 4 กิโลเมตร

d_{02} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 0 (จุดเริ่มต้น) ไปยังตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ 6.5 กิโลเมตร

d_{12} = เป็นการเดินทางจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ 3.5 กิโลเมตร

ดังนั้น

$$s_{ij} = d_{01} + d_{02} - d_{12} \quad (2) \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2}$$

$$s_{ij} = (4 + 6.5) - 3.5 = 7$$

Table 2. Origin/Destination Location from Program Microsoft Excel (Km)

Node	1	2	3	4	5
1	0	4	6.5	3	2
2	4	0	3.5	4	3
3	6.5	3.5	0	5	6
4	3	4	5	0	4
5	2	3	6	4	0

2.2.2 วิธี Nearest Neighbor Algorithm

เป็นวิธีค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดส่งจุดสุดท้าย โดยปริมาณจะต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้า และกลับสู่ Depot เมื่อปริมาณความจุของยานพาหนะเต็มความจุ จากนั้นสร้างเส้นทางใหม่จนครบทุกจุดรับส่งสินค้า โดยการสร้างเส้นทางเริ่มต้นจะสร้างจากจุดที่อยู่ใกล้คลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่อยู่ใกล้ จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด และเพิ่มจุดที่อยู่ใกล้กับจุดสุดท้ายมากที่สุดลงในเส้นทาง ทำซ้ำจนครบทุกจุด แสดงดัง (Figure 2.)

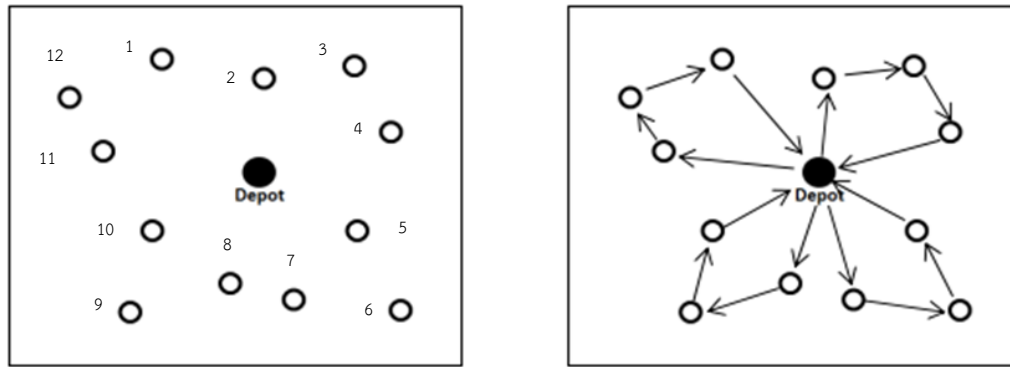


Figure 2. Nearest Neighbor Algorithm

2.2.3 โปรแกรม Microsoft Excel Solver

จากข้อมูลระยะทางที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (Table 2.) ให้เตรียมข้อมูลพิกัดและระยะทางการขนส่งน้ำแข็ง เพื่อประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ฟังก์ชันเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary method) กำหนดเซลล์เป้าหมายที่ต้องการเพื่อหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุด โดยใช้สูตรในการคำนวณพารามิเตอร์ของโปรแกรม Microsoft Excel solver (Figure 3.)

	#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		ลำดับการเดินทาง		
#	จุด	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	A		#	จุด	ระยะทาง
1	B	0	3	4.5	4.9	10.5	16.5	39.7	27	27.6	19.5	12.3	9.3		12	A	
2	C	3	0	4.2	4.6	10.1	15.9	39.4	26.7	25	19.1	11.9	9		12	A	0
3	D	4.5	4.2	0	2.1	6.1	11.9	35.3	22.6	20.9	15	7.9	4.9		11	L	3.1
4	E	4.9	4.6	2.1	0	7.6	13.3	36.8	24.1	22.4	16.5	9.4	6.4		6	G	4.1
5	F	10.5	10.1	6.1	7.6	0	8.4	30.7	19.1	17.5	11.6	4.4	4.1		10	K	4
6	G	16.5	15.9	11.9	13.3	8.4	0	28.4	11.5	9.9	4	4.1	7.1		9	J	6
7	H	39.7	39.4	35.3	36.8	30.7	28.4	0	18.4	18.8	24.5	27.6	30.5		8	I	1.9
8	I	27	26.7	22.6	24.1	19.1	11.5	18.4	0	1.9	7.6	14.8	17.8		7	H	18.4
9	J	27.6	25	20.9	22.4	17.5	9.9	18.8	1.9	0	6	13.1	16.1		5	F	30.7
10	K	19.5	19.1	15	16.5	11.6	4	24.5	7.6	6	0	7.3	10.3		3	D	6.1
11	L	12.3	11.9	7.9	9.4	4.4	4.1	27.6	14.8	13.1	7.3	0	3.1		4	E	2.1
12	A	9.3	9	4.9	6.4	4.1	7.1	30.5	17.8	16.1	10.3	3.1	0		2	C	4.6
															1	A	3
																รวม	84

Figure 3. Route optimization using Microsoft Excel Solver (Km)

จากข้อมูลระยะทางที่บันทึกในโปรแกรม Microsoft Excel (Table 1.) ให้พิจารณาตำแหน่งส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดเริ่มต้นเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นให้ส่งสินค้าที่ตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับจุดถัดมาแสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า (Figure 3) ได้ตั้งตำแหน่งที่ A → L → G → K → J → I → H → F → D → E → C → A ทั้งนี้สามารถแสดงระยะทางของจุดที่ใกล้กัน และทำการรวมระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนครบตำแหน่งการส่งสินค้า และกลับมาที่จุดเริ่มต้นได้ระยะทางรวม 84 Km



2.2.4 โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

การใช้งานโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver จะต้องนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นต่าง ๆ ดังนี้ ข้อมูลความต้องการของลูกค้า พิกัดละติจูด ลองจิจูด เวลาในการให้บริการ จำนวนจุดส่ง ความเร็วในการขับรถ จำนวนรถที่ใช้ รายชื่อลูกค้า เวลาเริ่มทำงาน เวลาเลิกงาน และความจุในการขนส่ง (Figure 4.)

Vehicle: รถปิกอัพ 4		Stops: 12		Net profit: 2485.29			
Stop count	Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	B	6.66	11	0:14	08:14	08:20	0:20
2	J	13.92	21	0:27	08:33	08:38	0:38
3	G	22.14	31	0:43	08:54	08:59	0:59
4	E	26.12	39	0:49	09:05	09:10	1:10
5	L	32.04	49	0:57	09:18	09:24	1:24
6	I	39.95	64	1:08	09:35	09:43	1:43
7	K	45.36	79	1:16	09:51	09:59	1:59
8	C	60.03	95	1:36	10:19	10:25	2:25
9	F	63.22	103	1:41	10:30	10:35	2:35
10	D	67.80	115	1:48	10:42	10:49	2:49
11	H	74.98	126	2:04	11:05	11:11	3:11
12	A	78.96	252	2:10	11:17	11:37	3:37

Figure 4. Route optimization using VRP Spreadsheet Solver

จากข้อมูลระยะทางที่บันทึกในโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver (Table 1.) ให้พิจารณา ตำแหน่งส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดเริ่มต้น เป็นอันดับแรก หลังจากนั้นให้ส่งสินค้าที่ตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับจุดถัดมาแสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า (Figure 4.) ได้ดังตำแหน่งที่ A → B → J → G → E → L → I → K → C → F → D → H → A ทั้งนี้สามารถแสดงระยะทางได้ระยะทางรวม 78.96 Km

3. ผลการวิจัย

3.1 การประมวลผลด้วยโปรแกรม (VRP SPREADSHEET SOLVER)

จากการศึกษาและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัย การเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานแห่งวาริเทพน่าน ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 7 เส้นทาง โดยใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver พร้อมทั้งให้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในเรื่องของการลดระยะทางการขนส่ง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้



Vehicle:	รถปิกอัพ 4	Stops:	12	Net profit:	2485.29		
Stop count	Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	B	6.66	11	0:14	08:14	08:20	0:20
2	J	13.92	21	0:27	08:33	08:38	0:38
3	G	22.14	31	0:43	08:54	08:59	0:59
4	E	26.12	39	0:49	09:05	09:10	1:10
5	L	32.04	49	0:57	09:18	09:24	1:24
6	I	39.95	64	1:08	09:35	09:43	1:43
7	K	45.36	79	1:16	09:51	09:59	1:59
8	C	60.03	95	1:36	10:19	10:25	2:25
9	F	63.22	103	1:41	10:30	10:35	2:35
10	D	67.80	115	1:48	10:42	10:49	2:49
11	H	74.98	126	2:04	11:05	11:11	3:11
12	A	78.96	252	2:10	11:17	11:37	3:37

Figure 5. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 1

ข้อมูลระยะทางที่ได้จาก Bing Maps 82 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 78.96 km สามารถลดระยะทางลงได้ 3.07 km หรือเท่ากับ 3.74%

Vehicle:	รถปิกอัพ 4	Stops:	14	Net profit:	2711.38		
Stop count	Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	E	11.99	12	0:13	08:13	08:18	0:18
2	M	13.79	19	0:16	08:21	08:27	0:27
3	C	14.59	31	0:18	08:29	08:35	0:35
4	D	17.03	41	0:23	08:40	08:46	0:46
5	J	18.66	53	0:27	08:50	08:55	0:55
6	B	19.66	67	0:29	08:57	09:03	1:03
7	K	43.85	82	0:57	09:31	09:37	1:37
8	F	76.41	90	1:35	10:15	10:20	2:20
9	H	83.99	97	1:42	10:27	10:35	2:35
10	I	93.56	110	1:56	10:49	10:57	2:57
11	L	101.57	118	2:07	11:08	11:13	3:13
12	N	105.62	128	2:10	11:16	11:23	3:23
13	G	108.34	138	2:15	11:28	11:33	3:33
14	A	123.40	276	2:32	11:50	12:10	4:10

Figure 6. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 2

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 159 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 123.4 km สามารถลดระยะทางลงได้ 35.6 km หรือเท่ากับ 22.89%



Vehicle:	รถปิกอัพ	Stops:	11	Net profit:	2634.54		
Stop count	4 ล้อ 1 Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	D	7.98	15	0:13	08:13	08:19	0:19
2	K	14.46	28	0:26	08:32	08:38	0:38
3	E	16.08	43	0:29	08:41	08:49	0:49
4	B	20.81	53	0:38	08:58	09:06	1:06
5	F	21.50	68	0:40	09:08	09:13	1:13
6	I	24.71	79	0:47	09:20	09:26	1:26
7	H	30.16	90	0:55	09:34	09:39	1:39
8	G	32.77	102	1:01	09:45	09:50	1:50
9	J	36.80	122	1:08	09:57	10:04	2:04
10	C	37.48	133	1:09	10:05	10:11	2:11
11	A	49.39	266	1:26	10:28	10:48	2:48

Figure 7. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 3

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 159 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 123.4 km สามารถลดระยะทางลงได้ 35.6 km หรือเท่ากับ 22.89%

Vehicle:	รถปิกอัพ	Stops:	11	Net profit:	2697.71		
Stop count	4 ล้อ 1 Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	C	17.75	17	0:27	08:27	08:35	0:35
2	I	30.48	37	0:49	08:57	09:03	1:03
3	J	34.75	57	0:59	09:13	09:18	1:18
4	K	54.80	69	1:36	09:55	10:00	2:00
5	B	55.63	79	1:38	10:02	10:10	2:10
6	E	65.36	89	2:00	10:32	10:40	2:40
7	F	69.43	99	2:08	10:48	10:55	2:55
8	G	76.08	115	2:21	11:08	11:14	3:14
9	H	80.58	126	2:28	11:21	11:27	3:27
10	D	84.18	137	2:37	11:36	11:41	3:41
11	A	103.17	274	2:59	12:03	12:23	4:23

Figure 8. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 4

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 61 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 49.39 km สามารถลดระยะทางลงได้ 11.61 km หรือเท่ากับ 18.03%



Vehicle:	รถปิกอัพ	Stops:	15	Net profit:	3435.77			
Stop count	4 ล้อ 1 Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time	
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00	
1	B	6.04	10	0:06	08:06	08:12	0:12	
2	M	6.58	15	0:07	08:13	08:20	0:20	
3	E	11.32	33	0:14	08:27	08:33	0:33	
4	O	13.22	49	0:18	08:37	08:45	0:45	
5	H	13.31	59	0:18	08:45	08:50	0:50	
6	J	13.53	70	0:19	08:51	08:59	0:59	
7	G	16.31	83	0:25	09:05	09:10	1:10	
8	I	30.67	93	0:55	09:40	09:45	1:45	
9	N	39.13	105	1:12	10:02	10:07	2:07	
10	L	59.63	115	1:51	10:46	10:51	2:51	
11	C	70.48	131	2:07	11:07	11:12	3:12	
12	D	76.30	149	2:17	11:22	11:28	3:28	
13	F	92.75	159	2:37	11:48	11:54	3:54	
14	K	97.54	174	2:47	12:04	12:10	4:10	
15	A	109.36	348	3:00	12:23	12:43	4:43	

Figure 9. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 5

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 138 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 103.17 km สามารถลดระยะทางลงได้ 34.83 km หรือเท่ากับ 25.24%

Vehicle:	รถปิกอัพ	Stops:	12	Net profit:	2856.28			
Stop count	4 ล้อ 1 Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time	
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00	
1	C	2.65	10	0:02	08:02	08:08	0:08	
2	L	6.96	22	0:06	08:12	08:18	0:18	
3	F	7.96	36	0:09	08:21	08:26	0:26	
4	K	8.73	51	0:11	08:28	08:35	0:35	
5	B	9.07	69	0:12	08:36	08:44	0:44	
6	E	11.22	84	0:18	08:50	08:55	0:55	
7	D	13.41	102	0:23	09:00	09:08	1:08	
8	I	14.97	114	0:25	09:10	09:16	1:16	
9	H	21.71	128	0:39	09:30	09:35	1:35	
10	G	32.91	138	1:01	09:57	10:02	2:02	
11	J	36.61	144	1:05	10:06	10:12	2:12	
12	A	43.85	288	1:12	10:19	10:39	2:39	

Figure 10. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 6

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 136 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 109.36 km สามารถลดระยะทางลงได้ 21.89 km หรือเท่ากับ 16.1%



Vehicle:	รถปิกอัพ	Stops:	12	Net profit:	3193.46		
Stop count	4 ล้อ 1 Location name	Distance	Delivered	Driving time	Arrival	Departure	Working time
0	A	0.00	0	0:00	08:00	08:00	0:00
1	D	13.09	10	0:11	08:11	08:16	0:16
2	K	17.36	25	0:15	08:20	08:26	0:26
3	B	26.98	47	0:23	08:34	08:42	0:42
4	E	36.67	58	0:34	08:53	08:57	0:57
5	I	37.13	74	0:35	08:58	09:04	1:04
6	J	45.62	88	0:48	09:17	09:22	1:22
7	F	51.18	104	0:59	09:33	09:39	1:39
8	L	62.94	118	1:21	10:01	10:07	2:07
9	H	70.74	135	1:35	10:21	10:28	2:28
10	G	85.01	150	2:01	10:54	10:59	2:59
11	C	100.18	162	2:13	11:11	11:16	3:16
12	A	116.75	324	2:27	11:30	11:50	3:50

Figure 11. Processed from VRP SPREADSHEET SOLVER, Route 7

ข้อมูลระยะทางจาก Bing Maps 123 km เทียบกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม 116.75 km สามารถลดระยะทางลงได้ 6.25 km หรือเท่ากับ 5.08%

3.2 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดเส้นทาง

การศึกษาเส้นทางขนส่งทั้ง 7 เส้นทาง พบว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละเส้นทางมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยคำนวณจากอัตราการสิ้นเปลืองเฉลี่ย 4.8 กิโลเมตรต่อลิตร เมื่อบรรทุกน้ำหนัก 2.5 ตัน และราคาน้ำมันดีเซลที่ 34.94 บาทต่อลิตร ทำให้สามารถวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งในแต่ละเส้นทางได้อย่างละเอียด

Table 3. The results before routing.

Route	Transportation Routes	Distance (Km.)	Number of Loads (Sack)	Cost (BHT)
Route 1	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-A	82	126	394
Route 2	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-A	159	138	763
Route 3	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-A	62	133	298
Route 4	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-A	138	137	663
Route 5	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-A	136	174	653
Route 6	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-A	54	144	260
Route 7	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-A	123	162	591
รวม		754	1,014	3,622



ผลก่อนการจัดเส้นทางตามข้อมูลที่ทางกรณีศึกษาได้บันทึกข้อมูลไว้โดยได้เรียงลำดับการเดินทางตามรูปแบบที่ใช้ตามความเป็นจริง โดยรวมทั้ง 7 เส้นทางได้ผลลัพธ์การใช้ระยะทางทั้งหมด 754 กิโลเมตร จำนวนบรรทุก 1,014 กระสอบ และมีค่าขนส่งที่ 3,622 บาท

Table 4. The results after routing using the VRP Spreadsheet Solver program.

Route	Transportation Routes	Distance (Km.)	Number of Loads (Sack)	Shipping Cost (BHT)
Route 1	A-B-J-G-E-L-I-K-C-F-D-H-A	78.96	126	379
Route 2	A-E-M-C-D-J-B-K-F-H-I-L-N-G-A	123.4	138	592
Route 3	A-D-K-E-B-F-I-H-G-J-C-A	49.39	133	237
Route 4	A-C-I-J-K-B-E-F-G-H-D-A	103.17	137	495
Route 5	A-B-M-E-O-H-J-G-I-N-L-C-D-F-K-A	109.36	174	525
Route 6	A-C-L-F-K-B-E-D-I-H-G-J-A	43.85	144	211
Route 7	A-D-K-B-E-I-J-F-L-H-G-C-A	116.75	162	561
รวม		625	1,014	3,000

ผลลัพธ์หลังการจัดเส้นทางจากโปรแกรม VRP Solver Spreadsheet โดยใช้ข้อมูลลูกค้าและปริมาณสินค้าในวันเดียวกันกับ (Table 4.) โดยรวมทั้ง 7 เส้นทางได้ผลลัพธ์คือใช้ระยะทางทั้งหมด 625 กิโลเมตร จำนวนบรรทุกสินค้า 1,014 กระสอบ และค่าขนส่งอยู่ที่ 3,000 บาทต่อวัน

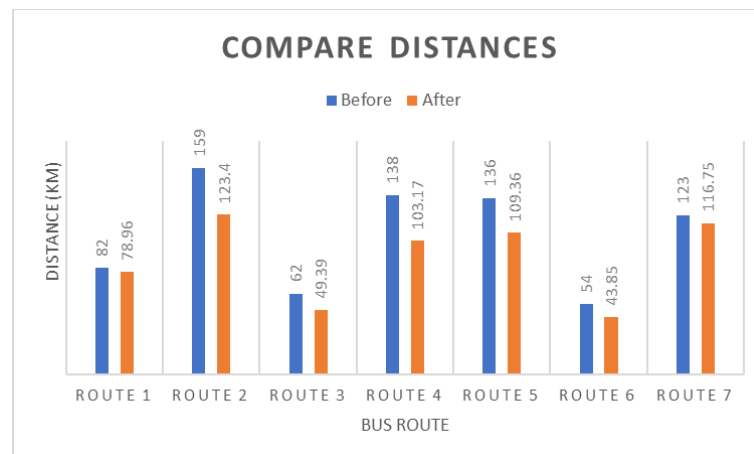


Figure 12. Compare distances

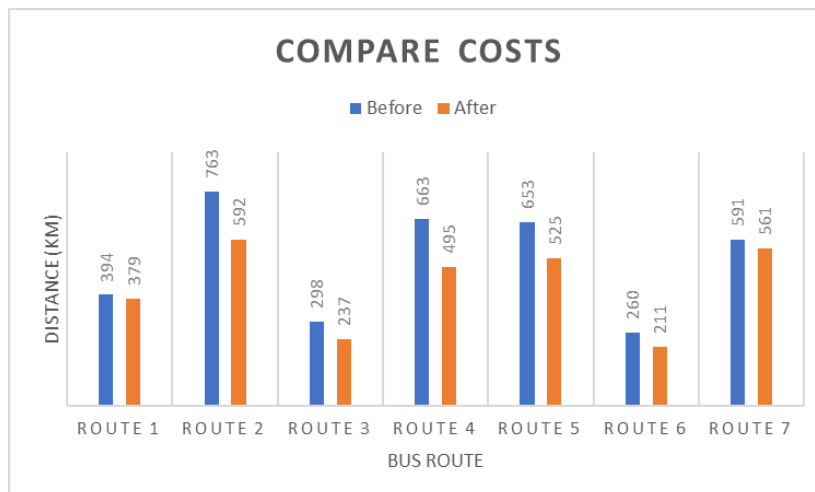


Figure 13. Compare costs

โดยได้ทำการจัดเส้นทางและเปรียบเทียบผลลัพธ์โดยใช้ข้อมูลระยะเวลา 1 วันพบว่าหลังจากที่นำโปรแกรมเข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางแล้วนั้นช่วยให้ระยะทางในการวิ่งจากเดิม 754 กิโลเมตรเป็น 625 กิโลเมตร คิดเป็น 17.11% และต้นทุนค่าขนส่งนั้นลดลงจากเดิม 3,622 บาท เป็น 3,000 บาท คิดเป็น 17.17% โดยผลลัพธ์จะเพิ่มหรือลดตามปัจจัยในการขนส่งในแต่ละวันอาจมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการของลูกค้า จากการได้ทดลองใช้โปรแกรมนั้นเห็นควรว่าจะต้องมีการศึกษาในการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้การใส่ข้อมูลในโปรแกรมถูกต้องที่สุดและควรกำหนดเวลาในการทำงานของการรันโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมมีเวลาในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อลดระยะทางและต้นทุนค่าขนส่งให้กับรถโดยสารนั้น คณะผู้วิจัยได้นำโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เข้ามาใช้และได้นำข้อมูลการจัดเส้นทางระยะเวลา 1 วัน มาใช้ในงานวิจัยโดยการนำข้อมูลที่ได้นำมาจัดเส้นทางใหม่โดยใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งได้ผลลัพธ์และทำการเปรียบเทียบตามตารางที่ 4 (Table 4.) ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นได้ว่าหลังจากที่นำโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางแล้ว นั้นช่วยให้ระยะทางในการวิ่งจากเดิม 754 กิโลเมตรเป็น 625 กิโลเมตรคิดเป็น 17.11% และต้นทุนค่าขนส่งนั้นลดลงจากเดิม 3,622 บาท เป็น 3,000 บาท คิดเป็น 17.17% ซึ่งการจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธี Saving Algorithm วิธี Nearest Neighbor Algorithm โปรแกรม MS Excel Solverและโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษา โรงน้ำแข็งวารีเทพนครน่าน แสดงให้เห็นว่าการจัดเส้นทางขนส่งน้ำแข็ง ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถจัด เส้นทางรวมที่ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีแก้ปัญหา VRP อื่น ๆ และเปรียบเทียบกับระยะทางก่อนจัดเส้นทาง โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ ฤชงค์ เวฬุวัน และภาณุพงษ์ ศรีมุงกุล (Veluwan & Srimungkun, 2018) ที่พบว่า การจัดรถขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถลดระยะทางได้จาก 12,702.48 เหลือ 11,540.52 ลดลง 1,161.96 กิโลเมตร คิดเป็น 9.14% และลดต้นทุนการขนส่งลงได้จาก 81,765 บาท เหลือ 75,945 ลดลง 5,820 บาท คิดเป็น 7.12% นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Jakara et al. (2019) ที่ได้รายงานไว้ว่า การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งได้มากกว่าวิธี Nearest Neighbor Heuristics



5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองเปรียบเทียบทั้งสามวิธี พบว่า VRP Spreadsheet Solver ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการลดระยะทางและต้นทุนการขนส่ง เมื่อเทียบกับ Microsoft Excel Solver และ Nearest Neighbor Algorithm ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า VRP Spreadsheet Solver เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง (Vehicle Routing Problem) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการโลจิสติกส์เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลการจัดเส้นทางของกรณีศึกษาใช้ในการดำเนินงานวิจัย และได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดเส้นทางแบบเดิมกับโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เท่านั้นโดยให้ผลลัพธ์คือโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถลดระยะทางทั้งหมดลงได้จากเดิม 754 กิโลเมตร ลดลงเหลือ 625 กิโลเมตร ลดลง 129 กิโลเมตร และลดต้นทุนในการขนส่งจากเดิม 3,622 บาท ลดลงเหลือ 3,000 บาท ลดลง 622 บาทต่อวัน

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลเพียง 3 เดือน (มกราคม-มีนาคม 2567) ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ครอบคลุมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณการบริโภค โดยเฉพาะปัจจัยฤดูกาล ซึ่งมีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้บริโภคอย่างมาก เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่แม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จึงควรขยายระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครอบคลุมรอบปีเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล แตกต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่พบว่าความต้องการของผู้บริโภคมีความคงที่ การวิจัยในครั้งนี้พบว่าปริมาณการบริโภคมีความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการผลิตและการจัดจำหน่าย นอกจากนี้ การวิจัยครั้งนี้ยังได้ทำการศึกษาเส้นทางของการขนส่งสินค้า โดยกำหนดจุดรับส่งสินค้าใน 7 เส้นทางเดิม เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการขนส่งและหาแนวทางในการปรับปรุง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างยิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์ ศิริรักษ์ ที่ให้คำแนะนำตั้งแต่การค้นคว้าหาหัวข้อในการทำวิจัย ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในขณะทำการวิจัย ทำให้ผู้วิจัยสามารถหาแนวทางนำไปสู่ การหาข้อสรุปของการวิจัยได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณวุฒิชัย สิทธิธาคำ เจ้าของห้างหุ้นส่วนจำกัด วารีเทพน่านนคร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต วิทยาลัยเทคนิคน่าน สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก เกี่ยวกับการประสานงานต่าง ๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- Arree, W., Klinaubon, P., Kornphan, S., Rattananonsatien, T., & Khotchasit, C. (2022). Solving vehicle routing problem: A case study of ABC Drinking Water Company Limited. *Economics and Business Administration Journal*, Thaksin University, 14(3), 1-24. (in Thai)
- Chaicharoen, S. (2012). Optimizing the milk-run transportation route for water delivery (SUT brand) [Research report]. Nakhonratchasima: Department of Transportation Engineering, School of Engineering, Suranaree University of Technology. (in Thai)
- Chunчайยaphak, P. (2018). School bus routing: A case study of Prasitsuksasongkroh School. Master of Engineering Thesis. Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Chinsuwan, Y. (2012). Design of decision support system for continuous move routing with transshipments and stopovers. Master of Engineering Thesis. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Gao, J., Gu, F., Hu, P., Xie, Y., & Yao, B. (2016). Automobile chain maintenance parts delivery problem using an improved ant



- colony algorithm. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(9), 1687814016665297. (in Thai)
- Jakara, M., Pasagic Skrinjar, J., & Brnjac, N. (2019). Vehicle routing problem – Case study on logistics company in Croatia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*. 9(4), 456-470.
- Pongsub, R. & Muangpan, T. (2021). Vehicle routing arrangement for automotive parts: A case study of Automotive Parts Transport Company. Master of Science Thesis. Burapha University. (in Thai)
- Veluwan, P., & Srimungkun, P. (2018). Optimization of transportation vehicle allocation using the VRP Spreadsheet Solver program: A case study of a distribution center in Khon Kaen Province [Research report]. Khon Kaen: Logistics and Supply Chain Management Program, Sripatum University Khon Kaen Campus. (in Thai)