BE-23

การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด: กรณีศึกษา การขนส่งแก๊ส LPG แบบบรรจุถัง

The Vehicle Routing using Nearest Neighbor Algorithm: A Case Study of LPG tank transportation.

สุรัญญา สบู่หอม[1] อภิญญา พนมทิพย์[1] สุทธิลักษณ์ พิมพ์แสง[1] และนราธิป สุพัฒน์ธนานนท์[1,*]
Surunya Saboohom[1] Aphinya Phanomthip[1] Sutthilak Pimsang[1] and Naratip Supattananon[1,*]
[1]วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น
*Corresponding author: naratip.su@spu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาให้มีต้นทุนค่าขนส่งสินค้าที่ต่ำลง ด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด จากการศึกษาและเก็บข้อมูลเบื้องต้น พบว่า บริษัทกรณีศึกษามีการขนส่งสินค้าแบบปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยใช้รถบรรทุก จำนวน 2 คัน ขนส่งสินค้า (แก๊ส) จำนวน 2 ประเภท จากบริษัทไปยังลูกค้า จำนวน 33 ราย ซึ่งปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาจัดเส้นทางการขนส่งด้วยประสบการณ์ของพนักงานฝ่ายแผนงานการขนส่ง จึงแบ่งการขนส่งออกเป็น 3 วัน ตามความต้องการของลูกค้า และแต่ละวัน (วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์) จะต้องขนส่งในเส้นทางเดิม ผลการวิจัยแสดงว่า การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยการประยุกต์ใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดสามารถลดระยะทางและต้นทุนในการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาได้เฉลี่ย ร้อยละ 25.83 และ 22.99 หรือคิดเป็น 107.48 กิโลเมตร และ 421.32 บาทต่อวัน ตามลำดับ

คำหลัก: การจัดเส้นทาง, วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด, การลดต้นทุน

Abstract

This research will present the company's transportation routing method on a case study for reducing shipping costs. From the Nearest Neighbor Algorithm (sending to nearby customers), according to our learning and basic collection of all information found, the company in this case study has a problem in routing of transportation. The company using two trucks for transporting two types of products (gas) from the company to customers. A total of thirty three cases were researched in which the company arranged transportation routes by using staffs' experiences of planning transportation. The staff had divided the transportation into three days based on customers' needs and each day (Monday, Wednesday and Friday) had to have the same route for transportation. The research has shown that by routing the deliveries in the neighborhood area first, the company can reduce the routes and transportation costs by 25.83% (km/day) and 22.99% (THB/day) or it can be calculated as 107.48 km less per day and savings of 421.32 THB per day.

Keywords: Vehicle Routing, Nearest Neighbor Algorithm, Cost Reduction

บทนำ

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่ใช้แก๊สหุงต้มประเภทแอลพีจีในการประกอบอาหารแทนการใช้เตาถ่านแบบดั้งเดิม เนื่องจากมีความสะดวก ประหยัดเวลา สามารถช่วยลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากเขม่าควัน และช่วยลดการตัดไม้เพื่อผลิตถ่านได้อีกทั้งการประกอบอาหารด้วยเตาแก๊สสามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำ ทำให้มีการใช้แก๊สแอลพีจีเพิ่มขึ้นทุกปี ธุรกิจการจำหน่ายแก๊สจึงเติบโตอย่างรวดเร็ว (บมจ. พีทีจี เอ็นเนอยี, 2562) บริษัทกรณีศึกษาได้ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) ไปยังลูกค้าทั้งหมด 33 ราย โดยใช้รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 2 คัน แบ่งออกเป็น 3 เส้นทาง จากการสำรวจพบว่าบริษัทดังกล่าวมีลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้บริษัทมีต้นทุนในการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) เพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าสูงขึ้น บริษัทกรณีศึกษาจึงมีนโยบายที่จะลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าลง จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยให้ความสำคัญกับธุรกิจการขนส่งแก๊สแอลพีจี และศึกษากระบวนการขนส่งแก๊สแอลพีจีจากผู้ประกอบการรายใหญ่ในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 ราย พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ประสบปัญหาค่าใช้จ่ายในการเดินรถสูง เนื่องจากไม่มีการจัดเส้นทางการเดินรถที่มีเหมาะสมก่อให้เกิดต้นทุนศูนย์เปล่า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาการจัดเส้นทางการเดินรถเพื่อที่จะหาวิธีที่สามารถจัดเส้นทางการเดินรถให้มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำลง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในธุรกิจได้จริง (พรพรรณ โตโภชนพันธุ์, 2556) ซึ่งการจัดเส้นทางการเดินรถสามารถดำเนินการได้หลายวิธี ได้แก่ 1) วิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด สามารถช่วยให้การวางแผนจัดเส้นทางการเดินรถให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ด้วยการหาลำดับการเดินทางของการกระจายสินค้าและมอบหมายรถบรรทุกให้กับลำดับดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลลัพธ์ที่ต้องการ กล่าวคือ สามารถทำให้ต้นทุนและระยะทางการขนส่งที่ต่ำลง (ฮัอเฮอ หวาลื้อ และคณะ, 2559) 2) วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เป็นการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ไม่ซับซ้อน มีความต้องการของลูกค้าหลายราย สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม ผลลัพธ์ที่ได้คือ ทำให้ได้ระยะทางในแต่ละเส้นทางสั้นลง (นครไชยวงศ์ศักดา, 2558) และ 3) วิธีตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (นราธิป อิสรานุสรณ์, 2563) เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีการพิสูจน์แล้วพบว่า ปัญหาที่ซับซ้อนมากไม่สามารถแก้ไขด้วยวิธีตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ได้ทันเวลา (ชวิศ บุญมี และชมพูนุท เกษมเศรษฐ์, 2557) ถึงแม้วิธีดังกล่าวจะให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม (ปรุฬห์ มะยะเฉี่ยว, 2557) อีกทั้ง วิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดจะให้ค่าคำตอบที่ดีกว่า วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (เกศินี สือนิ, 2563)

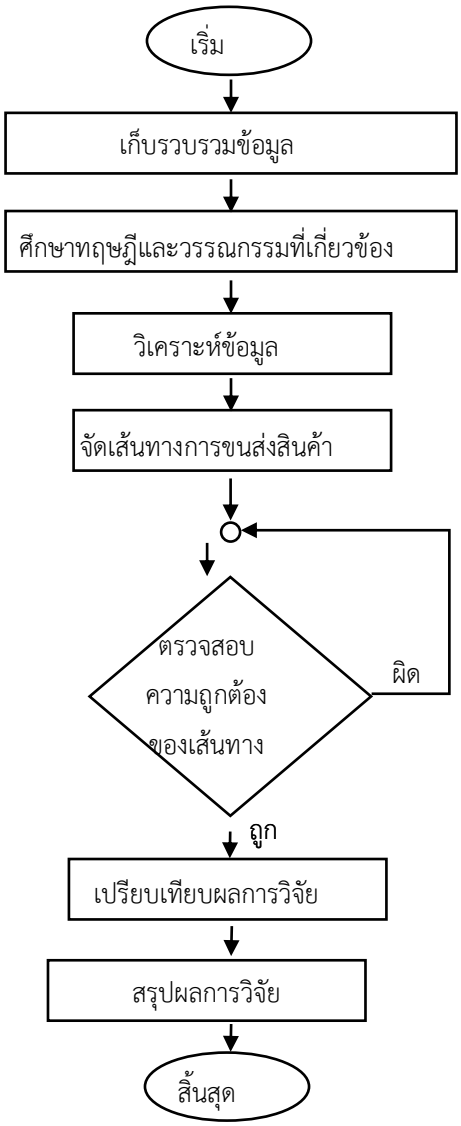
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) ของบริษัทกรณีศึกษาให้มีต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำลง ด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm)

วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาให้มีต้นทุนค่าขนส่งสินค้าที่ต่ำลง ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินวิจัยเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) ของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วยพนักงานฝ่ายแผนงานการขนส่ง จำนวน 2 คน พนักงานขับรถบรรทุก จำนวน 2 คน และพนักงานฝ่ายบุคคล จำนวน 1 คน รวม 5 คน เมื่อทราบกระบวนการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาแล้วจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จัดเส้นทางการขนส่งและสรุปผลการวิจัย ตามลำดับ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำวิจัย

จากภาพที่ 1 พบว่าขั้นตอนที่เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางจะดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่าเส้นทางที่ได้จากการจัดเส้นทางนั้นมีความถูกต้อง ถ้าเส้นทางดังกล่าวไม่ถูกต้องจะกลับไปจัดเส้นทางใหม่ให้ถูกต้อง จึงจะดำเนินการเปรียบเทียบต้นทุนกับเส้นทางในปัจจุบัน ซึ่งทุกขั้นตอนสามารถอธิบายอย่างละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

1) เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ความต้องการของลูกค้า โครงข่ายระยะทาง ความสามารถและอัตราการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงของรถบรรทุก และเส้นทางการขนส่งสินค้าในปัจจุบัน เป็นต้น

- ความต้องการของลูกค้า จะเก็บรวบรวมจากการขนส่งจริงของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งบริษัทกรณีศึกษามีสินค้าอยู่ 2 ประเภท คือ แก๊สบรรจุถัง 4 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม โดยแก๊สทั้งสองประเภทมีปริมาตรหรือขนาด (กว้าง X ยาว X สูง) เท่ากับ 400 และ 900 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้บริษัทกรณีศึกษาแบ่งการขนส่งออกเป็น 3 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 จะจัดส่งในทุกวันจันทร์ รูปแบบที่ 2 จะจัดส่งทุกวันพุธ และแบบที่ 3 จะจัดส่งทุกวันศุกร์ แต่ความต้องการในแต่ละวันจะแตกต่างกันไป ผู้วิจัยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการสินค้าที่มีหน่วยเป็น ถัง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความต้องการของลูกค้า

ลูกค้า	ความต้องการของลูกค้า					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	4 กก. (ถัง)	15 กก. (ถัง)	4 กก. (ถัง)	15 กก. (ถัง)	4 กก. (ถัง)	15 กก. (ถัง)
1	0	4	0	0	0	0
2	2	15	0	4	0	5
3	0	25	0	30	0	20
4	3	8	0	0	0	0
5	0	5	0	0	0	0
6	0	25	0	0	0	0
7	2	15	0	0	0	0
8	0	25	0	6	2	4
9	0	6	0	0	0	0
10	0	2	0	0	0	0
11	5	37	0	0	0	0
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
33						
รวม	**19**	**219**	**12**	**54**	**11**	**189**

- โครงข่ายระยะทาง สำหรับการเก็บรวบรวมระยะทางจะเก็บรวบรวมจาก 2 ส่วน คือ 1) เก็บรวบรวมจากระยะทางที่พนักงานขับรถบรรทุกบันทึกไว้ ซึ่งจะมีเฉพาะระยะทางจากเส้นทางในปัจจุบัน และ 2) เก็บรวบรวมจากการสำรวจเส้นทางของผู้วิจัยร่วมกับการวิเคราะห์พิกัดบน GPS ของรถบรรทุก โดยผู้วิจัยจะลงพื้นที่สำรวจเส้นทางจริง ระหว่างบริษัทกรณีศึกษา (กำหนดให้เป็นจุด 0) ไปยังลูกค้าทั้ง 33 ราย และระหว่างลูกค้าไปยังลูกค้ารายอื่นๆ ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างโครงข่ายระยะทางได้ ดังตารางที่ 2

- ความสามารถและอัตราการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงของรถบรรทุก คือข้อมูลที่เกี่ยวกับยานพาหนะหรือรถบรรทุกของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ยี่ห้อ Hino Mega รุ่น FC4JERA โดยข้อมูดังกล่าว จะเก็บจากการใช้งานจริงที่ฝ่ายแผนงานการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาได้บันทึกไว้ ดังตารางที่ 3

- เส้นทางการขนส่งสินค้าในปัจจุบัน เป็นเส้นทางที่บริษัทกรณีศึกษาใช้ขนส่งสินค้าในปัจจุบัน โดยจะขนส่งตามวันต่างๆ ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในความต้องการของลูกค้า ซึ่งในวันจันทร์และวันศุกร์จะใช้รถบรรทุกจำนวน 2 คัน แต่วันพุธจะใช้รถบรรทุก 1 คัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 โครงข่ายระยะทาง

ระยะทาง/จุดที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	26	67	87	2	20	26	71	68	39	54	115	116	12	34	74
1	26	0	41	61	22	40	42	55	59	17	6.6	90	91	5.3	5.9	8.4
2	67	41	0	20	61	88	39	47	17	46	38	117	118	48	36	36
3	87	61	20	0	72	90	50	4.7	47	55	49	116	117	47	49	47
4	2	22	61	72	0	18	25	70	75	34	26	107	108	26	25	27
5	20	40	88	90	18	0	43	88	93	52	44	125	126	44	43	45
6	26	42	39	50	25	43	0	55	59	17	6.6	90	91	5	5.9	6.4
7	71	55	47	4.7	70	88	55	0	4.7	44	38	117	118	37	38	36
8	68	59	17	47	75	93	59	4.7	0	55	49	116	117	48	49	47
9	39	17	46	55	34	52	17	44	55	0	14	73	74	14	18	13
10	54	6.6	38	49	26	44	6.6	38	49	14	0	61	62	1.5	1	1.3
11	115	90	117	116	107	125	90	117	116	73	61	0	1	82	86	85
12	116	91	118	117	108	126	91	118	117	74	62	1	0	84	80	83
13	12	5.3	48	47	26	44	5	37	48	14	1.5	82	84	0	22	62
14	34	5.9	36	49	25	43	5.9	38	49	18	1	86	80	22	0	40
15	74	8.4	36	47	27	45	6.4	36	47	13	1.3	85	83	62	40	0

ตารางที่ 3 ความสามารถบรรทุกสินค้าของรถขนสินค้า

รายการ	ข้อมูล
1. จำนวนรถบรรทุก (คัน)	2
2. ความสามารถในการบรรทุกสูงสุด (ตารางเซนติเมตร)	149,500
3. อัตราการเผาพลาญพลังงานเชื้อเพลิง (กิโลเมตรต่อลิตร)	6

ตารางที่ 4 เส้นทางขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน

ข้อมูลชุดที่	รถบรรทุกคันที่	เส้นทางที่ใช้	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-0	526.7
	2	0-12-13-14-15-0	336.0
2	1	0-2-16-17-3-18-13-19-20-8-0	246.0
3	1	0-21-22-23-2-24-25-26-27-12-28-29-30-8-31-32-0	697.0
	2	0-32-3-33-0	275.0
รวม			**2,080.7**

2) การวิเคราะห์ข้อมูล จากข้อมูลข้างต้น พบว่า รถบรรทุกที่ใช้มีอัตราการเผาพลาญพลังงานเชื้อเพลิง 6 กิโลเมตรต่อลิตร ซึ่งเป็นต้นทุนผันแปรตามระยะทางของการขนส่งสินค้า หรืออัตราค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนเป็นปัจจัย (ระยะทาง) โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้ ()

$$\text{อัตราค่าน้ำมันเชื้อเพลิง} = \frac{\text{ราคาน้ำมัน}}{\text{อัตราการเผาพลาญพลังงานเชื้อเพลิง}} = \frac{23.49 \text{ บาทต่อลิตร}}{6.00 \text{ กิโลเมตรต่อลิตร}} = 3.92 \text{ บาทต่อกิโลเมตร}$$

เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซลมีราคา 23.49 บาทต่อลิตร ณ วันที่ 6 เมษายน 2564 จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย นอกจากนี้ต้นทุนคงที่ของการขนส่งคือค่าจ้างพนักงานขับรถบรรทุกและพนักงานโหลดสินค้า เท่ากับ 388 บาทต่อคนต่อวัน สำหรับรถบรรทุก 1 คัน จะมีพนักงานประจำรถ 2 คน จึงสามารถเขียนสมการต้นทุนค่าขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาได้ดังสมการที่ 1

ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

=(ต้นทุนผันแปร X ระยะทาง) + (จำนวนคน X ต้นทุนคงที่ X จำนวนรถบรรทุกที่ใช้งาน)

(3.92 X ระยะทาง) + (2 X 388 X จำนวนรถบรรทุกที่ใช้งาน)

≡ (3.92 X ระยะทาง) + (776 X จำนวนรถบรรทุกที่ใช้งาน) ---------- (1)

3) จัดเส้นทางการขนส่งสินค้า การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยการประยุกต์วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด หรือ Nearest Neighbor Algorithm ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

เริ่ม

เลือกรถบรรทุกเพื่อมอบหมายการเดินทางส่งสินค้า

1. ให้รถบรรทุกที่ได้รับมอบหมายเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังลูกค้าที่มีความต้องการสินค้ารายที่ใกล้ที่สุด และนำความสามารถในการบรรทุกสูงสุดลบความต้องการสินค้าของลูกค้านั้น
   - เมื่อผลลัพธ์เป็นบวกให้ดำเนินการต่อไป
   - เมื่อผลลัพธ์เป็นลบให้เปลี่ยนรถบรรทุกคันใหม่ โดยกลับไปที่เลือกรถบรรทุก
2. เลือกลูกค้ารายถัดไปที่มีระยะทางการขนส่งสินค้าใกล้กับลูกค้าในข้อที่ 1 โดยไม่เดินทางไปยังลูกค้ารายที่เคยเดินทางไปแล้ว และนำความสามารถในการบรรทุกที่เหลือจากข้อที่ 1 ลบความต้องการสินค้าของลูกค้านั้น
   - เมื่อผลลัพธ์เป็นบวกให้ดำเนินการต่อไป
   - เมื่อผลลัพธ์เป็นลบให้เปลี่ยนรถบรรทุกคันใหม่ โดยกลับไปที่เลือกรถบรรทุก
3. ดำเนินการซ้ำตามข้อที่ 2 จนลูกค้าที่มีความต้องการสินค้าทุกรายได้รับบริการทั้งหมด
4. เชื่อมเส้นทางจากเมื่อสุดท้ายที่รถบรรทุกมีผลลัพธ์จากการลบกันของความสามารถในการบรรทุกกับความต้องการสินค้าเป็นลบกับบริษัทกรณีศึกษา
5. คำนวณระยะทางการขนส่งสินค้ารวม

คำนวณต้นทุนค่าขนส่งสินค้า

สิ้นสุด

เมื่อดำเนินการตามวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด จะสามารถจัดเส้นทางได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เส้นทางขนส่งสินค้าจากการประยุกต์วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

ข้อมูลชุดที่	รถบรรทุกคันที่	เส้นทางที่ใช้	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	1	0-4-5-1-13-10-14-6-15-9-7-3-2-8-11-0	405.1
	2	0-11-12-0	232.0
2	1	0-2-17-16-18-19-20-13-8-3-0	203.1
3	1	0-2-24-25-29-28-31-32-30-8-12-26-27-22-23-3-33-21-0	607.1
	2	0-21-0	96.0
รวม			**1,543.3**

จากตารางที่ 5 เมื่อนำไปเรียบเทียบกับตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างการขนส่งแบบปัจจุบันกับการขนส่งที่นำเสนอ (การขนส่งด้วยการประยุกต์ใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด) จะแสดงว่าการขนส่งด้วยวิธีที่นำเสนอจะทำให้ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าลดลง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจึงได้ดำเนินการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษากับวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด โดยใช้ข้อมูลความต้องการสินค้าจำนวน 3 เส้นทาง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระยะทางการขนส่งปัจจุบันกับวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด

ข้อมูลชุดที่	รถบรรทุกคันที่	ระยะทางขนส่งสินค้า (กม.)		ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า (บาท)		ผลต่าง (บาท)	%ผลต่าง (เปอร์เซ็นต์)
		วิธีปัจจุบัน	วิธีที่นำเสนอ	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่นำเสนอ		
1	1	526.7	405.1	2,452.66	**1,975.99**	476.67	19.43
	2	336.0	232.0	1,705.12	**1,297.44**	407.68	23.91
2	1	246.0	203.1	1,352.32	**1,184.15**	168.17	12.44
3	1	697.0	607.1	3,120.24	**2,767.83**	352.41	11.29
	2	275.0	96.0	1,466.00	**764.32**	701.68	47.86
	รวม	2,080.7	1,543.3	10,096.34	**7,989.74**	2,106.61	114.94
	เฉลี่ย	416.14	308.66	2,019.27	**1,597.95**	421.32	22.99

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) ของบริษัทกรณีศึกษา ไปยังจุด ลูกค้าต่างๆทั้งหมด 33 จุด ซึ่งกำหนดให้จุดที่ 0 เป็นบริษัทกรณีศึกษา การหาค่าคำตอบด้วยการประยุกต์วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดสามารถลดระยะทางและต้นทุนการขนส่งสินค้า (แก๊สแอลพีจี) ได้ เมื่อเทียบกับวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งปัจจุบันของบริษัท

กรณีศึกษาด้วยข้อมูลความต้องการของลูกค้าทั้งหมด 3 ชุด พบว่า วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดทำให้ระยะทางการขนส่งสินค้าเฉลี่ยลดลงจาก 416.14 กิโลเมตร เหลือเพียง 308.66 กิโลเมตร กล่าวคือ ระยะทางลดลง 107.48 กิโลเมตร หรือร้อยละ 25.83 เพราะวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดทำให้ลำดับของการขนส่งสินค้าเปลี่ยนแปลงไปและลำดับมีผลต่อระยะทาง (ชวลิต โควีระวงศ์, 2562) ส่งผลให้ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าลดลงเฉลี่ย 421.32 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 22.99 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ คฑาทรัพย์ คำสอน และคณะ (2562) ในกรณีที่บริษัทกรณีศึกษาทำงานสัปดาห์ละ 3 วัน หรือ 156 วันต่อปี บริษัทกรณีศึกษาจะสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งได้ 217,401.12 บาทต่อปี ในกรณีที่ต้องการค่าคำตอบที่ดีที่สุดจะต้องใช้วิธีตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ แต่จะทำให้ใช้เวลาในการหาค่าคำตอบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นจะใช้เวลาในการหาค่าคำตอบมากกว่า 70 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถหาค่าคำตอบได้ทันเวลา (Supattananon and Akararungruangkul, 2019) เนื่องจากปกติบริษัทกรณีศึกษามีเวลาในการวางแผนการขนส่งไม่เกิน 3 ชั่วโมง วิธีที่นำเสนอจึงมีความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. ในกรณีที่ต้องการค่าคำตอบที่ดีที่สุดจะต้องใช้วิธีตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ แต่จะทำให้ใช้เวลาในการหาค่าคำตอบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นจะใช้เวลามากกว่า 70 ชั่วโมง
2. ในกรณีที่ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้น ควรใช้วิธีทางอัลกอริทึมที่ดำเนินการบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ในอนาคตควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆ เช่น ความชันของถนน และการจราจรบนท้องถนนร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

เกศินี สือนิ. (2563). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอันกอริทึม: บริษัทกรณีศึกษา. *วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 12*(2) หน้า 1-14.

คฑาทรัพย์ คำสอน ศศิธร รองกลิ่น และนราธิป สุพัฒน์ธนานนท์. (2562). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการหาตำแหน่งจากระยะทางที่ใกลที่สุด: กรณีศึกษา บริษัทกระจายสินค้าเครื่องดื่ม. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, ครั้งที่1, 110-119.

ชวลิต โควีระวงศ์. (2562). การปรับปรุงระบบการเดินทางพนักงานขายแบบเพื่อนบ้านใกล้สุดด้วยเทคนิคการเคลื่อนย้ายแบบ 2-opt. *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6* ประจำปี พ.ศ. 2562, 30 มีนาคม 2562, นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา, 560-567.

ชวิศ บุญมี และชมพูนุท เกษมเศรษฐ์. (2557). การประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าดีที่สุดสำหรับการกระจายสินค้า: กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลไม้กระป๋อง.*วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 2*(2), 1-10.

นคร ไชยวงศ์ศักดา. (2558). การจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย: กรณีศึกษา โรงงานน้ำดื่ม. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 3*(1), หน้า 1-11.

นราธิป อิสรานุสรณ์. (2563). ตัวแบบคณิตศาสตร์เชิงกำหนดเพื่อการออมเงินกลางปีด้วยอัตราดอกเบี้ยทบต้น:บริษัทกรณีศึกษา. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 30*(2), 1-10.

บมจ. พีทีจี เอ็นเนอยี. (2562). *แนวโน้มยังดีใน 4Q19F. Company note/PTG*, กรุงเทพมหานคร: บมจ. พีทีจี เอ็นเนอยี.

บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด. (2564). *ราคาขายปลีกภูมิภาค.* สืบค้นเมื่อ 6 เมษายน 2564 จาก https://www.electricityandindustry.com/business-directory/.

ปรุฬห์ มะยะเฉี่ยว. (2557). การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิ *วาสราชนครินทร์, 6*(1), 1-14.

พรพรรณ โตโภชนพันธุ์. (2556). การจัดเส้นทางการเดินรถเพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้ต่ำสุด ภายใต้ข้อจำกัดในการบรรทุกสินค้า: กรณีศึกษาบริษัทจำหน่ายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภค.*วารสารวิชาการบริหารธุกิจ, 4*(1),92-101.

ฮัอเฮอ หวาลื้อ,ศักดิ์ กองสุวรรณ และเชษฐ์ภณัฏ ลีลาศรีสิริ. (2559). แนวทางการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยฮิวลิสติกส์ : กรณีศึกษาตัวแทนจำหน่ายบริษัท เบียร์ลาว ของนางอำพร นอรินทา แขวงทางหลวงพระบางสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. *Journal of Energy and Environment Technology, 3*(2), 1-11.

Supattananon, N and Akararungruangkul, R. (2019). Modified Differential Evolution Algorithm for a Transportation Software Application. J. Open Innov. *Technol. Mark. Complex*., 5, 84.