รหัสบทความ SCL-407

การจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมในการขนส่งน้ำแข็ง

Optimal Vehicle Routing in Ice Transportation

สมศักดิ์ แก้วพลอย* นัฐชา หวังยีเสน และ ญารินดา เล่งกูล
สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
E-mail: somsak.ka@skru.ac.th*

Somsak Kaewploy* Nattacha Wangyeesen and Yarinda Lengkul
Program in Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University
E-mail: somsak.ka@skru.ac.th*

บทคัดย่อ

ในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดส่งน้ำแข็งให้กับลูกค้าที่เป็นระบบ ส่งผลให้ไม่มีลำดับการจัดส่งที่ชัดเจน ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเกินความจำเป็น เกิดความสูญเปล่าในการปฏิบัติงานไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ บทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมในการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด 2) วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด และ 3) การใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo โดยพิจารณาจากต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในการขนส่งน้ำแข็งของแต่ละวิธี ผลการวิจัยพบว่าวิธีการใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo สามารถลดต้นทุนด้านน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากที่สุดเท่ากับ 31.65 บาท/ครั้ง หรือ 19,749.6 บาท/ปี หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 11.11 ดังนั้นการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมของการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม; ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย; การขนส่งน้ำแข็ง

Abstract

In the past, there was no systematic tool to help plan the delivery to customers. As a result, there is no clear delivery sequence. Causing more transportation expenses than necessary. There is waste in inefficient operations. Therefore, using a suitable vehicle routing method can solve this problem. This research article optimal vehicle routing in ice transportation of Pairin ice home limited partnership. The objective is to find appropriate transportation routes from 1) nearest neighbor heuristics 2) saving algorithm and 3) Lingo programing. Consider the cost of fuel for transporting ice. The results of the research found that Lingo programing. Can reduce fuel costs by as much as 31.65 baht/time or 19,749.6 baht/year and reduction of 11.11%. Therefore, using Lingo programing to solve the problem is an interesting approach in optimal vehicle routing in ice transportation of Pairin Ice Home limited partnership.

Keywords: Optimal Vehicle Routing; Traveling Salesman Problem; Ice Transportation

1. บทนำ

การขนส่งเป็นธุรกิจหนึ่งทางด้านโลจิสติกส์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการจัดการขนส่งที่ช่วยสนับสนุนการผลิตและการกระจายสินค้า [1] โดยผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งต้องดำเนินการจัดการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตหรือศูนย์กระจายสินค้าส่งต่อไปยังลูกค้าที่มีความต้องการทั้งในประเทศหรือต่างประเทศ [2] ส่งผลให้ธุรกิจขนส่งได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นเหตุผลให้ผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งต้องพัฒนาศักยภาพทางการแข่งขันให้สามารถจัดส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยการจัดการเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า [3]

ห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง เป็นห้างหุ้นส่วนที่มีการใช้ยานพาหนะในการขนส่งสินค้าเป็นหลัก โดยสินค้าที่ห้างหุ้นส่วนขนส่งให้กับลูกค้าเป็นสินค้าจำพวกน้ำแข็ง ซึ่งห้างหุ้นส่วนยังไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดส่งน้ำแข็งให้กับลูกค้าแต่ละราย ทำให้ไม่มีแผนหรือลำดับการจัดส่งที่ชัดเจน การจัดส่งในปัจจุบันจึงจัดส่งตามความเคยชินของพนักงานขับรถ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นไม่มีประสิทธิภาพ [4]

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดเส้นทางยานพาหนะของการจัดส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง ไปยังลูกค้าจำนวน 16 ราย ซึ่งในเส้นทางการขนส่งเดิมเกิดต้นทุนเชื้อเพลิงที่ไม่มีประสิทธิภาพ [5] บทความวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการแก้ปัญหาวิธีฮิวริสติก โดยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics) วิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะอัลกอลิทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) และการใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo (Lingo Programing) ด้วยตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem; TSP) มาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการจัดเส้นทางยานพาหนะในการขนส่งน้ำแข็งให้มีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงของการขนส่งน้ำแข็งที่คำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2. การประยุกต์ใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะ

2.1 วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics)

เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดส่งสินค้าจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยมีปริมาณความต้องการสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้า โดยความใกล้อาจพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาในการขนส่งสินค้าได้ตามความเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [6]

1) เริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นหรือคลังสินค้าเป็นจุดอ้างอิงในการค้นหาเส้นทางการขนส่ง จากนั้นค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงมากที่สุด

2) เลือกจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงมากที่สุด เพื่อทำการรวบเข้าสู่เส้นทางหลัก จากนั้นปรับให้จุดส่งสินค้านั้นเป็นจุดอ้างอิงถัดไป

3) ค้นหาจุดส่งสินค้าที่ยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทางที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด แล้วพิจารณาความต้องการสินค้ารวมของเส้นทางกับจุดส่งสินค้าที่ถูกเลือก ถ้าความต้องการสินค้ารวมไม่เกินความจุของรถบรรทุกให้รวบจุดส่งสินค้าที่ถูกเลือกเข้ากับเส้นทางหลัก แล้วปรับจุดส่งสินค้านั้นเป็นจุดอ้างอิงถัดไป

4) หากความต้องการสินค้ารวมเกินความจุของรถบรรทุกให้ทำการปิดเส้นทางหลักนั้น จากนั้นตรวจสอบว่ายังมีจุดส่งสินค้าใดยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทางหรือไม่ ซึ่งหากยังมีจุดส่งสินค้าที่ยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทาง ทำการวนซ้ำขั้นที่ 1, 2 และ 3 อีกครั้งจนกว่าจุดส่งสินค้าทุกจุดจะถูกจัดเข้าเส้นทาง

2.2 วิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm)

เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมวิธีนึ่ง ซึ่งเสนอโดย Clarke and Wright [7] อัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) เป็นการจัดเส้นทางการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังที่ต่างๆ ทำให้สามารถลดเวลา ลดระยะทางและลดต้นทุน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ [3], [8]

1) เลือกจุดต้นทางการขนส่งจากคลังสินค้า 1 จุด จะได้เส้นทางไปยังจุดต่างๆ เท่ากับจุดของลูกค้าทั้งหมด

2) คำนวณหาค่าระยะเวลาการขนส่ง ค่าระยะทางการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost) ดังสมการที่ 1

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ i, j แทนลูกค้า และ 0 แทนคลังสินค้า

S_{ij} คือ ระยะทางที่ใช้ขนส่งสินค้าที่ประหยัด

D_{0i} คือ ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า i

D_{oj} คือ ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า j

D_{ij} คือ ระยะทางขนส่งจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

3) เรียงลำดับของค่า S_{ij} จากค่ามากไปหาค่าน้อย

4) กำหนดเส้นทางของยานพาหนะจากลูกค้า i และลูกค้า j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

5) ทำกระบวนการเดิมซ้ำจนกว่าจะได้เส้นทางการขนส่งครบทุกเส้นทาง ซึ่งมีเงื่อนไขและข้อจำกัดในการขนส่งของแต่ละยานพาหนะ โดยไม่บรรทุกสินค้าเกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการขนส่งสินค้า ไม่เกินระยะเวลาที่แผนกำหนด

2.3 การใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

เป็นการนำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมาสร้างเป็นสมการแบบจำลองขึ้น โดยจะมีการสร้างแบบจำลองในส่วนของสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัด เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งสามารถใช้คนหรือคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาได้ แต่ในการใช้คนกรณีที่ปัญหามีตัวแปรมากอาจจะทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีได้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนั้นจะทำให้สามารถรองรับปัญหาที่ใหญ่ได้และใช้เวลาในการหาคำตอบเร็วกว่าการใช้คน ในปัจจุบันมีซอร์ฟแวร์มากมายที่ใช้ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรง ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรม Excell Solver หรือโปรแกรม Lingo โดยในบทความวิจัยนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรม Lingo มาใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับโปรแกรม Lingo ถูกคิดค้นโดยบริษัท Lindo System ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ สามารถเขียนสมการคณิตศาสตร์ของปัญหาเข้าไปได้เลยหรือเขียนในรูปแบบสมการคณิตศาสตร์ทั่วไปก็ได้ หากเป็นสมการรูปแบบทั่วไปจะต้องมีการประกาศตัวแปรและพารามิเตอร์ต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง จากนั้นเขียนสมการเป้าหมายและสมการเงื่อนไขในรูปแบบของโปรแกรม Lingo [6]

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษารูปแบบการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า มีจำนวนลูกค้าทั้งหมด 16 ราย ใช้รถบรรทุก 4 ล้อในการขนส่ง การจัดส่งสินค้าแต่ละครั้งของเส้นทางนี้ โดยมีพิกัดที่ตั้งของบริษัทและลูกค้า ซึ่งแสดงพิกัดที่ตั้งบน Google Maps แสดงในรูปที่ 1

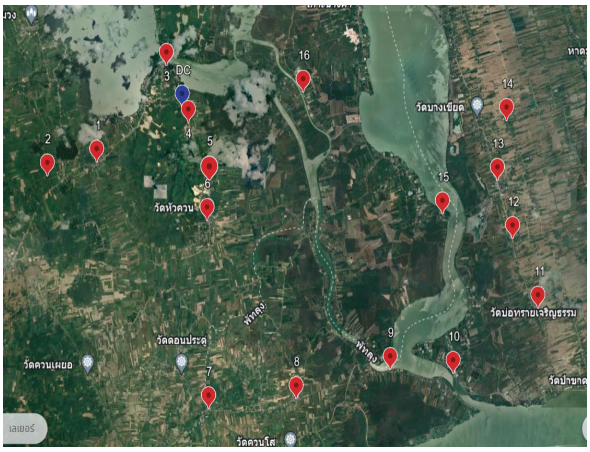
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

1) ตำแหน่งห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษาที่จะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดการขนส่ง คือห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษาในจังหวัดพัทลุง ซึ่งอยู่บนพิกัด Google Map ที่ละติจูด 7°20'22" และลองติจูด 100°19'52"

2) กลุ่มลูกค้าที่มีปริมาณการสั่งสินค้าจำนวน 16 ราย แสดงพิกัดบน Google Map ที่ละติจูด/ลองติจูด และปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละครั้ง (1 กระสอบน้ำหนัก 25 กิโลกรัม) ดังแสดงในตารางที่ 1

3) ระยะทางระหว่างลูกค้ากับลูกค้า และลูกค้ากับห้างหุ้นส่วน เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา ที่ถือเป็นจุดกระจายสินค้า (Distribution Center, DC) โดยแสดงระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด ดังแสดงในตารางที่ 2

4) พิจารณาต้นทุนการขนส่งเพียงค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา โดยใช้ยานพาหนะขนส่งเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ ขนาดบรรทุก 2,000 กก. ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน 8 กม./ลิตร



รูปที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของห้างหุ้นส่วนและลูกค้า

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าและความต้องการสินค้า

ลูกค้าที่	ละติจูด	ลองติจูด	ความต้องการ (กระสอบ)
1	7°19'24"	100°18'04"	5
2	7°19'23"	100°17'47"	4
3	7°21'06"	100°19'33"	12
4	7°20'06"	100°20'01"	6
5	7°19'10"	100°20'27"	5
6	7°18'20"	100°20'25"	6
7	7°14'59"	100°20'26"	4
8	7°15'09"	100°22'18"	4
9	7°15'41"	100°24'18"	5
10	7°15'37"	100°25'39"	6
11	7°16'45"	100°27'26"	3
12	7°18'02"	100°26'54"	2
13	7°19'04"	100°26'36"	4
14	7°20'08"	100°26'47"	3
15	7°18'28"	100°25'25"	4
16	7°20'36"	100°22'18"	3
	รวม		75

ตารางที่ 2 เมตริกซ์ระยะทางระหว่างลูกค้า (หน่วย: กม.)

i/j	DC	1	2	3	.....	15	16
DC	0	5.3	7.8	2.5	.....	32.0	9.4
1	5.3	0	2.5	4.9	.....	36.9	11.4
2	7.8	2.5	0	7.3	.....	35.5	13.9
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
15	32.0	36.9	33.5	29.9	.....	0	8.5
16	9.4	11.4	13.9	6.9	.....	8.5	0

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การคำนวณต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการจัดเส้นทางการเดินรถ จากตำแหน่งของห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา ในแต่ละครั้งต้องส่งน้ำแข็ง 16 แห่ง ซึ่งจากเมตริกซ์ระยะทาง เป็นผลที่ได้มาจากการใช้ Google Map วัดระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด และต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการคิดต้นทุนการขนส่ง สามารถคำนวณได้จาก ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/กม.) = ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร) ÷ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร) โดยอ้างอิงน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ราคา 30.31 บาท/ลิตร เมื่อคำนวณต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ 30.31/8 = 3.79 บาท/กม.

4.2 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics)

การจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้จากวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีระยะทางรวม 81.0 กิโลเมตร และมีต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงรวม 81.0 x 3.79 = 306.99 บาท

ตารางที่ 3 เส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด

เส้นทาง	ระยะทาง (กม.)
DC-4-5-6-3-1-2-7-8-9-10-11-12-13-15-14-16-DC	81.0
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	306.99

4.3 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีแบบประหยัด

การจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้จากวิธีแบบประหยัด สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยมีระยะทางรวม 125.4 กิโลเมตร และมีต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงรวม 125.4 x 3.79 = 475.27 บาท

ตารางที่ 4 เส้นทางการขนส่งด้วยวิธีแบบประหยัด

เส้นทาง	ระยะทาง (กม.)
DC-13-14-15-12-11-10-9-8-7-6-5-4-2-1-3-16-DC	125.4
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	475.27

4.4 ผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม Lingo

เป็นการปรับปรุงระบบการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งที่เหมาะสม จากห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษาไปยังลูกค้าแต่ละราย ซึ่งปัจจุบันปัญหาด้านการขนส่งห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษานั้นเกิดจากการใช้ประสบการณ์ของพนักงาน และไม่ได้วางแผนบนพื้นฐานของทฤษฎี จึงสมมติฐานได้ว่าระยะทางที่ห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา ใช้ขนส่งน้ำแข็งในปัจจุบัน ยังไม่ได้เป็นระยะทางที่สั้นที่สุดและดีที่สุด

ลักษณะปัญหาของการจัดเส้นทางยานพาหนะในการขนส่งน้ำแข็ง แสดงด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาตรฐาน [9], [10] ได้ดังนี้

1) สมการเป้าหมาย

$$\text{Min} \quad \sum_{i \neq j} C_{ij} X_{ij} \qquad (2)$$

2) สมการขอบข่าย

$$\sum_{j=1}^{k} x_{ij} = 1 \qquad \forall\ i = 1.....k \qquad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{k} x_{ij} = 1 \qquad \forall\ j = 1.....k \qquad (4)$$

$$\sum_{i,j \in s}^{k} x_{ij} \leq |S| - 1 \qquad S \subset V,\ 2 \leq |S| \leq k-2 \qquad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \qquad (6)$$

สมการเป้าหมายแสดงวัตถุประสงค์หลัก (2) ต้องการหาเส้นทางที่ให้ค่าระยะทางรวมต่ำสุด สมการที่ (3) การเดินทางออกจากเมือง i ใด ๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (เมืองใดเมืองหนึ่งเดินทาง ออกได้เพียงครั้งเดียว) สมการที่ (4) มีการเดินทางเข้าเมืองได้เพียงครั้งเดียว สมการที่ (5) เป็น สมการป้องกันการเกิดการเดินทางย่อย (Sub Tour) การเกิดการเดินทางย่อยหมายความว่าการเดินทางเริ่มต้นจากเมืองใดเมืองหนึ่งแต่เดินทางไม่ครบทำให้เกิดทัวร์ย่อยขึ้น สมการที่ (6) บังคับให้ตัวแปร X_{ij} เป็นค่าไบนารี่เท่านั้น

การจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้จากโปรแกรม Lingo สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยมีระยะทางรวม 66.8 กิโลเมตร และมีต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงรวม 66.8 x 3.79 = 253.17 บาท

ตารางที่ 5 เส้นทางการขนส่งด้วยวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์

เส้นทาง	ระยะทาง (กม.)
DC-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-3-2-1-DC	66.8
ต้นทุนการขนส่ง (บาท)	253.17

4.5 ผลการเปรียบเทียบวิธีการจัดเส้นทาง

ผลการจำลองการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง ด้วยวิธีต่าง ๆสามารถสรุปผลในภาพรวม ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของการจัดเส้นทางแต่ละวิธี

วิธีการจัดเส้นทาง	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)
การเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด	81.0	306.99
อัลกอริทึมแบบประหยัด	125.4	475.27
โปรแกรมเชิงเส้น Lingo	66.8	253.17

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าวิธีการจัดเส้นทางด้วยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น Lingo จะให้คำตอบที่ดีที่สุด โดยมีต้นทุนเท่ากับ 253.17 บาท/ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางแบบเดิมของห้างหุ้นส่วนกรณีศึกษา ซึ่งปัจจุบันใช้ระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 75.15 กิโลเมตร มีต้นทุนเท่ากับ 284.82 บาท/ครั้ง ดังนั้นเมื่อใช้การจัดเส้นทางที่เหมาะสมโดยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น Lingo ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงเท่ากับ 31.65 บาท/ครั้ง หรือเท่ากับ 19,749.6 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 11.11 จะเห็นได้ว่าห้างหุ้นส่วนจำกัดกรณีศึกษาควรใช้การจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะที่เหมาะสมด้วยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น Lingo

5. สรุปผล

บทความวิจัยนี้เป็นปัญหาประเภทการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem; TSP) ที่มีการศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะในการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง ประกอบ 1) วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics) 2) วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) และ 3) การใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo ภายใต้เงื่อนไขปริมาณความต้องการของลูกค้าแบบแน่นอนและขนาดรถบรรทุกจำกัด เพื่อช่วยลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่ง เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการสินค้าและระยะทางของลูกค้าแต่ละรายจำนวน 16 ราย

ผลการแก้ปัญหาพบว่าการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมในการขนส่งน้ำแข็งของห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็งคือวิธีการใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo ทำให้สามารถลดระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 8.35 กิโลเมตร/ครั้ง คิดเป็นต้นทุนค่าเชื้อเพลิงเท่ากับ 31.65 บาท/ครั้ง หรือเท่ากับ 19,749.6 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 11.11 จากข้อมูล

ข้างต้นสรุปได้ว่าการใช้โปรแกรมเชิงเส้น Lingo สามารถลดระยะทางการขนส่งและค่าใช้จ่ายได้จริง ทำให้ห้างหุ้นส่วนจำกัดกรณีศึกษามีผลกำไรสูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนจำกัดไพรินทร์บ้านน้ำแข็ง ที่อนุญาตให้เปิดเผยข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณพนักงานเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ธนพันธ์ คงทอง และ เชฏฐา ชำนาญหล่อ, “การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตรถกึ่งพ่วง”, วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 21(3): (2564), หน้า 20-37.

[2] Kumar, M. V., Putnik, G. D., Jayakrishna, K., Pillai, V. M., & Varela, L., “Emerging Applications in Supply Chains for Sustainable Business Development”, Hershey PA: IGI Global, (2018).

[3] ธัญญารัตน์ เทพารักษ์ และ ปณัทพร เรืองเชิงชุม, “การจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอลิทึมแบบประหยัด กรณีศึกษา กิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง จังหวัดขอนแก่น”, วารสารบริหารธุรกิจศรีนครินทรวิโรฒ, 13(1): (2565), หน้า 119-136.

[4] สมศักดิ์ แก้วพลอย และคณะ, “การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งน้ำยางสดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์”, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6, สงขลา, 15-16 สิงหาคม 2559: (2559), หน้า 797-803.

[5] ธารชุดา พันธ์นิกุล และคณะ, “การลดต้นทุนในการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : โรงงานอุบลอควาริส จ.อุบลราชธานี”, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2554, กรุงเทพฯ, 8-9 กันยายน 2554: (2554), หน้า 60-64.

[6] ศิวพร สุกสี และ ธารินี มีเจริญ, “การลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ: กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ประดับยนต์”, วารสารวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, 9: (2562), หน้า 69-84.

[7] Clarke, G. and Wright, J.R., “Scheduling of Vehicle Routing Problem from a Central Depot to a Number of Delivery Points”. (1964).

[8] ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ และคณะ, “การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มจังหวัดสมุทรสงคราม”, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2566, ชลบุรี, 16-18 ตุลาคม 2566: (2566), หน้า 1-7.

[9] ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, “วิธีการการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์”, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, (2556).

[10] ณกร อินทร์พยุง, “การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์”, ซีเอ็ดยูเคชั่น, (2548), หน้า 174-205.