

การประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษา ฟาร์มเลี้ยงปลาตก

Application of Saving Algorithm for Vehicle Routing Problem: A Case Study of Catfish Farm

ณัฐวุฒิ พลศรี กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ* และ ธนพร อินศิริ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ 33000

E-mail: ganokgarn.j@sskru.ac.th*

Natawut Ponsri, Ganokgarn Jirasirilerd* and Thanaporn Insiri

Department of Industrial Management Technology, Faculty of Liberal Arts and Sciences,

Sisaket Rajabhat University, Muang, Sisaket, 33000, E-mail: ganokgarn.j@sskru.ac.th*

Received 2 Apr 2021; Revised 16 May 2021

Accepted 25 Dec 2021; Available online 29 Dec 2021

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอและประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางรวมที่ต่ำที่สุด โดยกรณีศึกษามีการพิจารณาข้อจำกัดด้านความจุของรถที่บรรทุกปลาตกไปด้วย ซึ่งมีจำนวนรถที่บรรทุกปลาตกจำนวน 2 คัน และมีลูกค้าทั้งหมด 4 ราย โดยได้ทำการเปรียบเทียบผลกรณศึกษากับวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) โดยโปรแกรม LINGO และวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) จากผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สามารถลดระยะทางรวมลงได้จากเดิม 203 กิโลเมตร ลดลงเหลือ 183 กิโลเมตร คิดเป็น 9.9 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงลงได้จากเดิม 672.32 บาท ลดลงเหลือ 606.10 บาท
คำหลัก: ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง, วิธีการแบบประหยัด, ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

Abstract

This article presents the application a Saving Algorithm. This purpose is the minimized total distances. The case study considers limitation of the catfish-carrying vehicle capacity on 2 trucks and 4 customers. The result of the case study is compared with the mathematical method by Lingo modeling program and Saving Algorithm. From the study result found that, the proposed method (Saving Algorithm: SA) and the mathematical model could reduce the total distance from 203 kilometers to 183 kilometers or 9.9% and the fuel cost could decrease from the 672.32 baht to 606.10 baht.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Saving Algorithm, Mathematical Model

1. บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (ASEAN Economic Community หรือ AEC) ส่งผลให้ธุรกิจการค้าต่างๆ ในประเทศไทยมีการขยายตัวและคล่องตัวมากขึ้น เนื่องจากมีตลาดที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับสินค้า ดังนั้นในภาคธุรกิจการค้าต่างๆ จึงจำเป็นต้องพัฒนาฐานการผลิต และการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ มีความรวดเร็ว มีคุณภาพที่ดี และมีปริมาณที่เพียงพอต่อความจำเป็น ปัจจุบันอุตสาหกรรมด้านการขนส่งถือเป็นกิจกรรมหลักที่สำคัญต่อการดำเนินธุรกิจในหลายประเภท เนื่องจากอุตสาหกรรมบางประเภทมีแหล่งวัตถุดิบ กับแหล่งผลิตที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่เดียวกัน และแหล่งผลิตไม่ได้อยู่ใกล้กับแหล่งผู้บริโภค นั่นหมายถึงการจัดเส้นทางขนส่งจึงจำเป็นต้องมีการวางแผน การจัดการด้านการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งผู้บริโภคให้ทันเวลา และทันต่อความต้องการ โดยผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงระยะทางการขนส่งที่ต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจ และไม่ให้เกิดการรอคอยสินค้าเกิดขึ้น ดังนั้นปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่สามารถช่วยจัดการปัญหาด้านการขนส่งให้กับผู้ประกอบการได้ ดังนั้นจึงต้องประยุกต์ใช้วิธีการจัดเส้นทางขนส่งมาช่วยในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยค้นหาระยะทางที่เหมาะสมที่สุดในการจัดเส้นทาง อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในด้านน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากการจัดเส้นทางที่ดี ใช้ระยะทางการขนส่งที่สั้น จึงทำให้จัดส่งสินค้าได้ตรงตามความต้องการอีกด้วย

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่าปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) คือปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งรูปแบบหนึ่งที่มีการกำหนดเส้นทางการเดินทางไปยังจุดต่างๆ เพื่อขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าด้วยยานพาหนะสำหรับการขนส่ง และอาจมีข้อจำกัดทางด้านเวลา ความจุของยานพาหนะ และปริมาณความต้องการสินค้า ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งมีความสำคัญในด้านการจัดการโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นในเรื่องการจัดเส้นทางขนส่ง โดยการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังลูกค้า หรือ

ผู้บริโภค เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดด้านต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดระยะทางการขนส่งที่ต่ำที่สุด และให้มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการต่ำที่สุดด้วย

บทความนี้จึงมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางรวมที่ต่ำที่สุด โดยกรณีศึกษามีการพิจารณาข้อจำกัดด้านความจุของรถที่บรรทุกปลาตุกร่วมด้วย กรณีศึกษาฟาร์มปลาตุก จังหวัดร้อยเอ็ด เนื่องจากกรณีศึกษาไม่ได้มีการประยุกต์ใช้วิธีช่วยในการจัดเส้นทางขนส่ง ใช้เพียงประสบการณ์และความเคยชินในการแบ่งเขตของลูกค้าที่อยู่จังหวัดเดียวกัน หรืออำเภอใกล้เคียงกันไปส่งพร้อมกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอและประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) เพื่อลดระยะทางรวมที่ต่ำที่สุด

2. ทบทวนวรรณกรรม

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่าปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) [1] คำว่า การจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) ถูกนำมาเขียนเป็นบทความวิจัยครั้งแรกโดย Golden, Magnanti and Nguyan ในปี ค.ศ. 1977 และหลังจากนั้นได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจในการพัฒนาวิธีการเพื่อนำมาแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง [2] ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง สามารถจัดกลุ่มของปัญหาเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ [1]

1. จัดกลุ่มตามวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

- วิธีการแมนตรง
- วิธีการฮิวริสติกส์
- การจำลองแบบปัญหา

2. จัดกลุ่มตามลักษณะของความต้องการของลูกค้า

- ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าแน่นอน
- ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่า แต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน

- ไม่ทราบค่าความต้องการของลูกค้า
- 3. จัดกลุ่มตามข้อจำกัดด้านเวลา
 - แบบไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา
 - แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบไม่เคร่งครัด
 - แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบเคร่งครัด
 - แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาที่มีทั้งเคร่งครัดและไม่เคร่ง

- 4. จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง
 - แบบคาบเวลาเดียว
 - แบบหลายคาบเวลา
- 5. จัดกลุ่มตามจำนวนจุดเริ่มต้น
 - มีจุดเริ่มต้นเดียว
 - มีจุดเริ่มต้นหลายจุด

นอกจากการจัดกลุ่มทั้ง 5 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น ยังสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะอื่นๆ ได้อีก เช่น ประเภทของรถบรรทุก ลักษณะของการส่งหรือรับอย่างเดียว จำนวนพาหนะที่ใช้ ข้อจำกัดด้านระยะทางสูงที่สุดหรือจำนวนของลูกค้าสูงสุดที่สามารถจัดเส้นทางไปได้ เป็นต้น โดยการแก้ปัญหาสามารถรวมกลุ่มของข้อจำกัดไว้พิจารณาพร้อมกัน และแก้ปัญหาไปพร้อมกันได้

ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) เมื่อนำกลุ่มต่างๆ มาพิจารณาร่วมกัน ถือว่าเป็นปัญหาแบบ NP-hard ที่มีโครงสร้างการหาคำตอบที่ซับซ้อน [3] จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีนักวิจัยได้พัฒนาและประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง เช่น การประยุกต์ใช้วิธีการเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm: SA) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง [4] การประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบูนู (Tabu Search: TS) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีรอบเวลา และมีการแบ่งรับสินค้าที่ละส่วน [5] การประยุกต์ใช้วิธีแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) และการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้าง [6] การประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) และโปรแกรม LINGO สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งยางแผ่นรมควันของสหกรณ์กองทุนสวนยาง [7] การประยุกต์ใช้วิธีการเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm:

SA) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งของพนักงานขายโรงงานน้ำดื่ม [8] การประยุกต์ใช้วิธีการเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm: SA) สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับการให้บริการรับ-ส่งของรถยนต์ [9]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีวิธีสถิติวิธีการหนึ่งที่มีนักวิจัยส่วนใหญ่นำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหา ดังนั้นในบทความนี้ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) เพื่อหาคำตอบและนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลปัจจุบันของกรณีศึกษา

3. วิธีการวิจัย

3.1 ข้อมูลกรณีศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลของกรณีศึกษา เป็นฟาร์มเลี้ยงปลาดุก อยู่ที่ตำบลสิงห์โลก อำเภอกะเปอร์ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยมีกลุ่มลูกค้าที่ฟาร์มต้องจัดส่งปลาดุกให้ทุกวันตอนเช้าคาบเวลาเดียวทั้งหมด 4 ราย ได้แก่ 1.ตลาดสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 2.ตลาดกะเปอร์ร้อยเอ็ด 3.ตลาดสดนาตูน จังหวัดมหาสารคาม และ 4.ตลาดวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ตามลำดับ

จากการศึกษาสภาพและปัญหาของกรณีศึกษาพบว่ากรณีศึกษามีแผนการจัดส่งปลาดุกให้แก่ลูกค้าทั้ง 4 ราย เป็นประจำทุกวันตอนเช้า โดยกรณีศึกษาได้จัดเส้นทางรถขนส่งเพียงใช้ประสบการณ์และความเคยชินในการแบ่งเขตของลูกค้าที่อยู่จังหวัด หรืออำเภอเดียวกันไปส่งพร้อมกัน และกรณีศึกษามีข้อจำกัดด้านความจุของรถที่บรรทุกปลาดุกต้องไม่เกิน 1,200 กิโลกรัมต่อคัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางรถขนส่ง เพื่อศึกษาและแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งปลาดุก ของกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางรวมต่ำที่สุด

ตารางที่ 1 ข้อมูลความต้องการปลายทางของลูกค้า

ลูกค้า	ความต้องการปลายทาง (กิโลกรัม)
1. ตลาดสุวรรณภูมิ	700
2. ตลาดเกษตรวิสัย	500
3. ตลาดสดนาइन	100
4. ตลาดวาปีปทุม	200

ตารางที่ 2 ข้อมูลระยะทางของลูกค้าแต่ละราย

(หน่วย: กิโลเมตร)

	0	1	2	3	4
0	0	24	13	63	48
1	24	0	29	77	65
2	13	29	0	48	36
3	63	77	48	0	26
4	48	65	36	26	0

*หมายเหตุ 0 คือ ฟาร์ม

1 คือ ตลาดสุวรรณภูมิ

2 คือ ตลาดเกษตรวิสัย

3 คือ ตลาดสดนาइन

4 คือ ตลาดวาปีปทุม

ตารางที่ 3 ข้อมูลเส้นทางของการขนส่งของลูกค้าแต่ละราย (ก่อนการปรับปรุง)

ที่	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ความ ต้องการ (กิโลกรัม)
1	0-1-2-0	24+29+13=66	1,200
2	0-3-4-0	63+26+48=137	300
รวม		203	1,500

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงข้อมูลความต้องการปลายทางของลูกค้าทั้ง 4 ราย และระยะทางการขนส่งปลายทางจากฟาร์มไปยังลูกค้าทั้ง 4 ราย และตารางที่ 3 แสดงเส้นทางของการขนส่งของลูกค้าแต่ละราย (ก่อนการปรับปรุง) ของฟาร์ม ซึ่งมีจำนวน 2 เส้นทาง โดยใช้รถกระบะเพื่อบรรทุกปลายทางจำนวน 2 คัน คือ เส้นทางที่ 1 ได้แก่ ฟาร์ม – ตลาดสดสุวรรณภูมิ – ตลาดเกษตรวิสัย - ฟาร์ม มีระยะทางเท่ากับ 66 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 1,200 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 2 ได้แก่ ฟาร์ม – ตลาดนาइन – ตลาดวาปีปทุม – ฟาร์ม

มีระยะทางเท่ากับ 137 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 300 กิโลกรัม ดังนั้นเส้นทางของการขนส่งปลายทางก่อนการปรับปรุง ของกรณีศึกษาที่มีระยะทางการขนส่งรวมทั้ง 2 เส้นทางเท่ากับ 203 กิโลเมตร

3.2 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

บทความนี้มีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางของการขนส่ง ซึ่งจัดเป็นปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP) สามารถเขียนตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ดัชนี (Indices)

f, c ลำดับของฟาร์มและลูกค้า โดยที่ฟาร์มมี

$f, c = 0$ ลูกค้าอื่นๆ มี $f, c = 1, 2, \dots, n$

k ยานพาหนะคันที่ $1, 2, \dots, k$

พารามิเตอร์ (Parameter)

D_{fc} ระยะทางระหว่างฟาร์มหรือลูกค้าที่ f ไป c

N จำนวนฟาร์มและลูกค้าทั้งหมด

A_c ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าที่ c

Q ปริมาณความสามารถในการบรรทุกสินค้าของยานพาหนะ

$X_{fck} = 1$, ยานพาหนะ k ขนสินค้าระหว่าง f ไป c

$= 0$, กรณีอื่นๆ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$\text{Min}Z = \sum_{k=1}^k \sum_{f=1}^n \sum_{c=1}^n D_{fc} X_{fck} \quad (1)$$

สมการข้อบ่งชี้

$$\sum_{f=0}^n \sum_{k=1}^k X_{fck} = 1 \quad \forall f = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{c=0}^n \sum_{k=1}^k X_{fck} = 1 \quad \forall c = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{f=0}^n X_{fck} - \sum_{c=0}^n X_{fck} = 0 \quad \forall ck \quad (4)$$

$$\sum_{c=0}^n A_c \left[\sum_{f=0}^n X_{fck} \right] \leq Q \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (5)$$

$$\sum_{c=0}^n X_{0ck} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (6)$$

$$\sum_{f=0}^n X_{f0k} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (7)$$

$$X_{fck} \in \{0,1\} \quad \forall f,c,k \quad (8)$$

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาฟาร์มปลาดุกนั้น ประกอบด้วยสมการที่ (1) คือฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อหระยะทางรวมที่ต่ำที่สุด สมการที่ (2) และ (3) คือสมการเป้าหมายการกำหนดให้ลูกค้าแต่ละรายได้รับการจัดส่งสินค้าจากยานพาหนะเพียงหนึ่งคันเท่านั้น สมการที่ (4) คือสมการเป้าหมายการกำหนดให้ยานพาหนะที่วิ่งเข้าไปยังจุดส่งสินค้าจำเป็นต้องมีการวิ่งออกจากจุดส่งสินค้าเสมอ สมการที่ (5) คือสมการเป้าหมายการกำหนดให้ยานพาหนะทุกคัน สามารถบรรทุกสินค้าได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ สมการที่ (6) และ (7) คือสมการเป้าหมายการกำหนดให้ยานพาหนะแต่ละคันถูกใช้เฉพาะเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเท่านั้น และสมการที่ (8) คือสมการตัวแปรตัดสินใจที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 จากนั้นแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาฟาร์มปลาดุก โดยใช้โปรแกรม LINGO Version 13 ทำการประมวลผลการคำนวณหาคำตอบผ่านคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook Computer) หน่วยประมวลผลกลาง Intel®Core (TM) i5-1135G7 CPU@2.40 GHz และหน่วยความจำ 8 GB ซึ่งผลการจัดเส้นทางขนส่งปลาดุก ของกรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลเส้นทางขนส่งของลูกค้าแต่ละราย โดยวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (หลังการปรับปรุง)

ที่	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ความต้องการ (กิโลกรัม)
1	0-1-0	24+24 =48	700
2	0-2-3-4-0	13+48+26+48 =135	800
รวม		183	1,500

จากตารางที่ 4 แสดงเส้นทางคำนวณหาคำตอบโดยวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของกรณีศึกษา (หลังการปรับปรุง) มีจำนวน 2 เส้นทาง โดยใช้รถเพื่อบรรทุกจำนวน 2 คัน ได้แก่ เส้นทางที่ 1 ได้แก่ ฟาร์ม –

ตลาดสดสุวรรณภูมิ – ฟาร์ม มีระยะทางเท่ากับ 48 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 700 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 2 ได้แก่ ฟาร์ม – ตลาดเกษตรวิสัย – ตลาดนาตุ่น – ตลาดวาปีปทุม – ฟาร์ม มีระยะทางเท่ากับ 135 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 800 กิโลกรัม ดังนั้นเส้นทางขนส่งปลาดุกหลังการปรับปรุง ของกรณีศึกษามีระยะทางการขนส่งรวมทั้ง 2 เส้นทาง เท่ากับ 183 กิโลเมตร

3.3 วิธีการแบบประหยัดเพื่อแก้ปัญหากรณีศึกษา

จากปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ของกรณีศึกษา ผู้เขียนได้ประยุกต์ใช้และนำเสนอวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ของกรณีศึกษา มีวิธีการแก้ปัญหา 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) สร้างคำตอบเริ่มต้น (Initial Solution) โดยกำหนดให้เส้นทางหนึ่งเส้นทางมีจุดเริ่มต้นเพียง 1 จุด เท่านั้นคือ ฟาร์มปลาดุก ดังนั้นจะได้จำนวนเส้นทางเท่ากับจำนวนจุดส่งปลาดุกให้ลูกค้าแต่ละรายทั้งหมด

2) คำนวณค่าความประหยัดของระยะทางของแต่ละจุดที่เกิดจากการรวมเส้นทาง โดยกำหนดให้ S_{fc} แทนค่าความประหยัดของระยะทางในการขนส่งปลาดุก ระหว่างจุด f และจุด c โดยมีสูตรดังสมการที่ (9) ดังนี้

$$S_{fc} = (d_{0,f} + d_{0,c}) - d_{f,c} \quad (9)$$

โดยที่

$$f,c = 0,1,2,\dots,n$$

$$S_{fc} = \text{ค่าความประหยัดของระยะทางจากจุด } i$$

ไปยังจุด j

$$d_{0,f} = \text{ระยะทางจาก 0 (จุดเริ่มต้น) ไปจุด } f$$

$$d_{0,c} = \text{ระยะทางจาก 0 (จุดเริ่มต้น) ไปจุด } c$$

$$d_{f,c} = \text{ระยะทางจากจุด } f \text{ ไปจุด } c$$

3) เรียงลำดับค่าความประหยัด S_{fc} จากค่าน้อยไปหาค่ามาก โดยเลือกค่าความประหยัดที่มีค่าน้อย (ค่าความประหยัดสูงสุด) ถูกจัดเส้นทางก่อน

4) รวมเส้นทางของจุดส่งจากจุด f และจุด c ที่มีค่าความประหยัดที่มีค่าน้อย (ค่าความประหยัดสูงสุด) ให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

5) ทำจำนวนกระทั้งจัดเส้นทางเดินรถได้ครอบคลุมจุดส่งทั้งหมด โดยที่มีเงื่อนไขข้อจำกัดใน การเดินทางว่าจำนวนจุดส่งและปริมาณปลาจะต้องไม่เกินความจุของรถและต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินความสามารถที่รถบรรทุกได้

6) รวมระยะการเดินทางเป็นระยะการเดินทางรวมของเส้นทางนั้น

7) ถ้าระยะทางไม่เหมาะสมกันให้ทำซ้ำจนกว่าจะได้เส้นทางใหม่ที่เหมาะสมที่สุด

โดยกรณีศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านความจุของรถสำหรับบรรทุกปลาถูกต้องไม่เกิน 1,200 กิโลกรัมต่อเที่ยว และการขนส่งต้องเริ่มต้นที่ฟาร์มเสมอ ที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งผลการจัดเส้นทางของการขนส่งปลาดุก ของกรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลเส้นทางการขนส่งของลูกค้าแต่ละราย โดยวิธีการแบบประหยัด (หลังการปรับปรุง)

ที่	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ความต้องการ (กิโลกรัม)
1	0-1-0	24+24 =48	700
2	0-4-3-2-0	48+26+48+13 =135	800
รวม		183	1,500

จากตารางที่ 5 แสดงเส้นทางขนส่งซึ่งคำนวณหาคำตอบโดยวิธีการแบบประหยัดของกรณีศึกษา (หลังการปรับปรุง) มีจำนวน 2 เส้นทางโดยใช้รถเพื่อบรรทุกจำนวน 2 คัน ได้แก่ เส้นทางที่ 1 ได้แก่ ฟาร์ม – ตลาดสดสุวรรณภูมิ – ฟาร์ม มีระยะทางเท่ากับ 48 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 700 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 2 ได้แก่ ฟาร์ม – ตลาดวาปีปทุม – ตลาดนาตุน – ตลาดเกษตรวิสัย – ฟาร์ม มีระยะทางเท่ากับ 135 กิโลเมตร และมีความจุของรถเท่ากับ 800 กิโลกรัม ดังนั้นเส้นทางขนส่งปลาดุกหลังการปรับปรุง ของกรณีศึกษามีระยะทางการขนส่งรวมทั้ง 2 เส้นทางเท่ากับ 183 กิโลเมตร

4. ผลการวิจัย

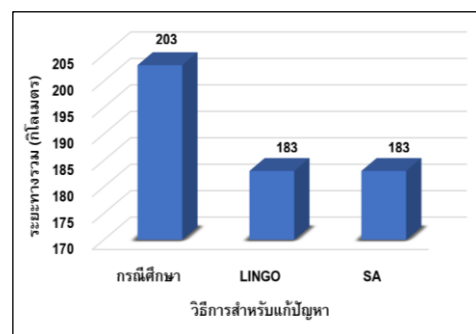
ผู้วิจัยได้ศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) เพื่อแก้ปัญหาการจัด

เส้นทางขนส่งของกรณีศึกษา โดยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐาน Microsoft Excel สำหรับการคำนวณจัดเส้นทาง รวมถึงการใช้สูตรคำนวณพื้นฐานสำหรับการคำนวณหาคำตอบ จากนั้นนำคำตอบของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม LINGO และวิธีการแบบประหยัด (SA) มาทำการเปรียบเทียบผลกับกรณีศึกษา พบว่าสามารถลดระยะทางรวมลงได้จากเดิม 203 กิโลเมตร ลดลงเหลือ 183 กิโลเมตร คิดเป็น 9.9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และวิธีการแบบประหยัดตามลำดับ ดังตารางที่ 6

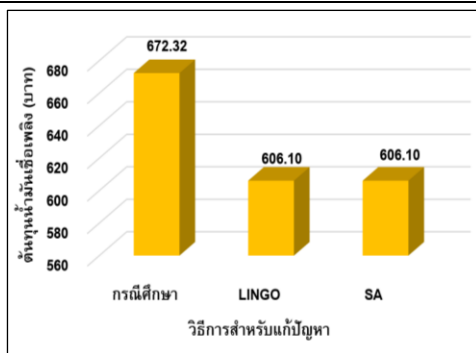
ตารางที่ 6 ผลการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งของกรณีศึกษา

ที่	รายการ	วิธีการแก้ปัญหา		
		กรณีศึกษา	LINGO	SA
1	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	203	183	183
2	ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท)	672.32	606.10	606.10

จากตารางที่ 6 แสดงผลการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาฟาร์มปลาดุก ด้วยวิธีการแบบประหยัด (Saving Algorithm: SA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางรวมต่ำที่สุด พบว่าวิธีการแบบประหยัด และวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถให้คำตอบที่ดีกว่าแบบเดิมของกรณีศึกษา



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบระยะทางรวม



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบ
ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่าวิธีการแบบประหยัด และวิธีตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถลดระยะทางรวมจากเดิม 203 กิโลเมตร ลดลงเหลือ 183 กิโลเมตร และสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจากเดิม 672.32 บาท ลดลงเหลือ 606.10 บาท ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งปลาตุกลงได้ 66.22 บาท ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายรายปีสามารถประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 24,170.3 บาทต่อปี

5. สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการแบบประหยัดสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง กรณีศึกษาฟาร์มปลาตุก พบว่าวิธีการแบบประหยัดสามารถให้คำตอบที่ดีและมีประสิทธิภาพในการค้นพบคำตอบได้ เนื่องจากต้องพิจารณาข้อจำกัดด้านความจุของรถสำหรับบรรทุกปลาตุกต้องไม่เกิน 1,200 กิโลกรัมต่อเที่ยว และการขนส่งต้องเริ่มต้นที่ฟาร์มเสมอที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย แต่ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น และมีข้อจำกัดอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น ข้อจำกัดด้านเวลา ข้อจำกัดด้านพื้นที่ถนน ข้อจำกัดจำนวนของรถบรรทุก เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนขึ้น จำเป็นต้องมีการศึกษาและนำวิธีการเมตาฮิวริสติกส์มาช่วยในการช่วยแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. วิธีวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสำหรับแก้ปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. อุบลราชธานี: สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี; 2559.
- [2] Golden B.L, Magnanti T.L, Nguyan H.Q. Implementing Vehicle Routing Algorithms. Networks. 1997; 7(2): 113-148.
- [3] Kao Y, Chen MH, Huang YT. A Hybrid Algorithm Based on ACO and PSO for Capacitated Vehicle Routing Problems. Mathematical Problems in Engineering. 2012; 53: 1-17.
- [4] วัชรวิรัตน์ แสงน้อย และณภัทร ศรีนวล. การจัดเส้นทางขนส่งโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม กรณีศึกษา บริษัท AAA จำกัด. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9; 20 มีนาคม พ.ศ. 2561; มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร; 2561. หน้า 1173-1181.
- [5] ภูมิบัณฑิต มาบพา. การประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาแบบทาบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลาและมีการแบ่งรับสินค้า ที่ละส่วน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2561.
- [6] พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์, กิตติ์วี สุขขา, ชาญวิทย์ สวัสดิ์, วรลักษณ์ แดงสาย, สุภาภรณ์ บัวทอง และบุญญสิทธิ์ วรรณจันทร์. ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้าง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 28; ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2561: 427-438.
- [7] ผจงจิต พิจิตบรรจง, สมศักดิ์ แก้วพลอย, ภูมิพัฒน์ พัฒเที่ยง และศุภชัย หวังดี. การจัดเส้นทางขนส่งผ่านรถวันของสหกรณ์กองทุนสวนยางในจังหวัดสตูล. รายงานสืบเนื่องจากการ

ประชุมสัมมนาวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17; 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2560; มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก; 2560. หน้า 2318-2330.

[8] นคร ไชยวงศ์ศักดิ์, ประเวศ อนันต์เอื้อ, นิเวศ จินะบุญเรือง, เสกสรรค์ วินยวงศ์กุล, ขวัญเรือน สิ้นณรงค์, ธนากร จักรแก้ว, และคณะ. การจัดเส้นทาง การขนส่งโดยใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย กรณีศึกษา โรงงานน้ำตาลม. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน. ปีที่ 3; เล่มที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558: 51-61.

[9] ชนิษฐา รัตนพงษ์พร และจิราพร ระโหฐาน. การจัดเส้นทางสำหรับการให้บริการรับ-ส่งของรถยนต์ศึกษา หจก.สินชัย ออโต้. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี. ปีที่ 12; ฉบับที่ 3 มกราคม-มีนาคม 2559: 55-64.