

การจัดเส้นทางรถขนส่งปลาไหล กรณีศึกษา กลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาไหล
บ้านดงแดง ตำบลด่านอำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ

**Vehicle Routing of Tilapia Transportation: Case study Tilapia Feeding Farm of
Entrepreneur Group in Ban Dong Daeng, Darn Sub District, RasiSalai District,
Sisaket Province**

ทิพย์สุดา กุมพันธ์* วัชรakor สุระเสน และ ศุภกิจ แก้วสกุล

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

อ.เมือง จ. ศรีสะเกษ 33000

E-mail: Thipsuda.k@sskru.ac.th*

Thipsuda Kumphan* Wacharakorn Surasen and Suphakit Kaewsakul

Department of Logistics Engineering, Faculty of Liberal Art and Sciences, Sisaket Rajabhat University,

Muang, Sisaket, 33000, E-mail: Thipsuda.k@sskru.ac.th*

Received 27 Jul 2020; Revised 19 Nov 2020

Accepted 16 Dec 2020; Available online 28 Dec 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการจัดเส้นทางรถขนส่งปลาไหล กรณีศึกษา กลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาไหล บ้านดงแดง ตำบลด่าน อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ทำการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางในปัจจุบัน กับวิธีเมตะฮิวริสติกส์ (Meta Heuristics) แบบวิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) และสร้างแบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP) ประมวลผลด้วยโปรแกรม LINGO จากนั้นคำนวณหาระยะทางการขนส่งและค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบผลลัพธ์จากวิธีการขนส่งในปัจจุบัน ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองวิธีวิเคราะห์ ให้ผลลัพธ์ในการหาระยะทางและค่าใช้จ่ายรวมที่ลดลงเท่ากัน ทำให้สามารถลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งปลาไหลจากเดิม 4 เที่ยวต่อวันเหลือ 2 เที่ยวต่อวัน ซึ่งเป็นระยะทางการขนส่งที่สั้นที่สุด 450 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับการจัดเส้นทางในปัจจุบันพบว่า มีระยะทางที่สั้นกว่า 207 กิโลเมตร ส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง 1,119 บาทต่อวัน คิดเป็น 31.51% จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า วิธีเมตะฮิวริสติกส์ แบบวิธีการค้นหาต้องห้าม และแบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้การขนส่งนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำหลัก: วิธีเมตะฮิวริสติกส์, วิธีการค้นหาต้องห้าม, แบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์

Abstract

The research is a study of vehicle routing of tilapia transportation. Case study: Tilapia feeding farm of entrepreneur group in ban dong daeng, darn sub district, rasisalai district, sisaket province. This research compared the original transport routes with Meta Heuristics method using Tabu search and use the mathematical model of this problem is set as a Vehicle Routing Problem (VRP Model) and solved by using LINGO program. The researchers compared distance and cost in the original tilapia transportation. The result found that both methods were analyzed of the same reduced the number of cycles in the tilapia transportation from its presently 4 cycles to 2 cycles. The shortest overall distance was 450 kilometers. When compared the new distance was decreased by 207 kilometers and resulted in a reduction of transportation costs by 1,119 Baht per day or 31.51%. From the result transportation including to make it has more efficiency.

Keywords: Meta heuristics, Tabu search, Mathematical Model

1. บทนำ

แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโลจิสติกส์ของประเทศ ไทย พ.ศ. 2560 - 2564 ในด้านการพัฒนาเพิ่มมูลค่าระบบห่วงโซ่อุปทาน กลยุทธ์ที่ 1 ยกระดับการบริหารจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรมให้ได้มาตรฐานสามารถบูรณาการการทำงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้เป็นทิศทางเดียวกันอย่างมีเอกภาพสนับสนุนและพัฒนากระบวนการจัดการผลผลิตในฟาร์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน การเกษตร สร้างโซ่อุปทานให้แก่เกษตรกร สถาบันเกษตรกร และผู้ประกอบการธุรกิจตั้งแต่ระดับฟาร์มจนถึงมอบสินค้าถึงผู้บริโภค[1] ในธุรกิจการค้า การขนส่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญในการช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงสินค้าหรือบริการตามที่ตนต้องการ หากมีการจัดการขนส่งที่ดี ก็ย่อมทำให้การลำเลียงสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ตลาด ทำได้สะดวกรวดเร็ว เป็นผลให้สภาพเศรษฐกิจใน 6 แห่งนั้นเจริญขึ้น การขนส่งจึงมีบทบาทที่สำคัญไม่น้อยกว่ากิจกรรมอื่น ๆ [2] ปัจจุบันต้นทุนการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าคิดเป็นสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับต้นทุนอย่างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นซึ่ง เป็นผลมาจากสถานการณ์การประกอบส่วนใหญ่ไม่มีการวางแผนการจัดส่ง ทำให้ระยะทางในการขนส่งรวมค่อนข้างสูงเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการขนส่ง

สินค้ามากขึ้น [3] นอกจากนี้การขนส่งก็เข้ามามีบทบาทในการลดต้นทุนทางธุรกิจด้วยเช่นกัน ในด้านการจัดสรรเส้นทางการลำเลียงสินค้าและการขนส่งให้ได้ตามปริมาณตามความต้องการของลูกค้า โดยให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้าต่ำที่สุดจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการขนส่ง [4]

จากสภาพลักษณะภูมิประเทศของอำเภอรามัญ ไตรจังหวัดศรีสะเกษ มีแม่น้ำมูลไหลผ่าน เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรมและการเลี้ยงสัตว์ ถือว่าเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ที่สุดของจังหวัดศรีสะเกษ จึงทำให้เกิดการรวมกลุ่มของผู้ประกอบการในการเลี้ยงปลานิลของบ้านดงแดง (DC) ตำบลดงแดง จำนวน 79 ราย ประกอบการเลี้ยงและจัดส่งปลานิลตามความต้องการของลูกค้าในแต่ละรายในจังหวัดศรีสะเกษทั้งหมด 8 ราย กระจายอยู่ใน อ.เมืองศรีสะเกษ(1) อ.ห้วยทับทัน(2) อ.อุทุมพรพิสัย(3) อ.บึงบูรพ์(4) อ.รามัญ(5) อ.กันทรารมย์(6) อ.กันทรลักษณ์(7) และอ.ขุขันธ์(8) สำหรับปัญหาของกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลานิลนี้ พบว่า ปัจจุบันขั้นตอนในการขนส่งปลานิลให้ลูกค้าแต่ละรายนั้น ไม่ได้นำหลักวิชาการเข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางการเดินทางให้คุ้มค่าใช้เพียงความคุ้นเคย ความชำนาญของพนักงานขับรถเพียงอย่างเดียว ไม่ได้คำนึงถึงระยะทางและจำนวนสินค้าในแต่ละเที่ยว อีกทั้ง ลูกค้ามีระยะเวลาในการสั่งปลาไม่ตรงกัน ซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงต่อการใช้ทรัพยากรในแต่ละเที่ยวของการบรรทุกไม่คุ้มค่า ดังนั้นผู้วิจัยจึง

ได้นำเสนอการจัดรูปแบบเส้นทางขนส่งโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตะฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristics) แบบต้องห้าม Tabu Search เพื่อหาระยะทางการขนส่งโดยรวมสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบัน ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่งแต่ละเที่ยว โดยสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและความจุของรถขนส่งพร้อมทั้งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งดังต่อไปนี้

2.1 ปัญหาการวางแผนการขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP)

เป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์รูปแบบหนึ่งที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต้นทุนการดำเนินการทั้งในเรื่องของต้นทุน เครื่องจักรที่ใช้ ค่าแรงงานในการปฏิบัติงาน รวมถึงต้นทุนพลังงานสำหรับการดำเนินการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing) จึงเป็นวิธีที่ผู้ปฏิบัติการด้านโลจิสติกส์ใช้เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งและระยะเวลาโดยการค้นหาเส้นทางที่สั้นลง ซึ่งหมายถึงการใช้ค่าน้ำมันและค่าแรงของพนักงานจัดส่งที่ลดลง[5] ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งนี้จัดเป็นปัญหาประเภทเอ็นพีแบบยาก ซึ่งมีนักวิจัยอยู่จำนวนไม่น้อยที่ได้นำเทคนิคทางฮิวริสติกส์ไปประยุกต์ใช้สำหรับการขนส่งด้านต่าง ๆ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการค้นหาคำตอบด้วยวิธีเมตะฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ออกแบบเพื่อหาคำตอบที่ดี [3] แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเหมือนคำตอบที่ได้จากวิธีแม่นยำ (Exact Method) แต่จะได้เป็นกลุ่มของคำตอบที่ดีที่สุด และใช้เวลาในการประมวลผลที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของปัญหา รวมถึงยังมีกระบวนการแก้ไขปัญหาคับซอกแน่นกว่าวิธีฮิวริสติกส์[5] จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่านักวิจัยได้นำ วิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตะฮิวริสติกส์ด้วยวิธีค้นหาต้องห้าม Tabu Search ไปใช้ในลดระยะทางการขนส่ง เช่น การจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธีเมตะฮิวริสติกส์ กรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้านโลจิสติกส์ นำเทคนิคการจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธีการเมตะฮิวริสติกส์มา

ใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้กับบริษัทกรณีศึกษาและช่วยลดระยะทางการขนส่งให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด [6] และการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อ สำหรับขนส่งน้ำมันหล่อลื่น ประยุกต์การใช้วิธีเมตะฮิวริสติกส์แบบการค้นหาต้องห้าม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอ็กเซลโซลเวอร์และฟังก์ชัน อีโวลูชันนารี[7]

2.2 การสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการตัดสินใจ (Mathematical Model Formulation for decision making)

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าของข้อมูลต่าง ๆ ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่แปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ วิจัย และการดำเนินงานในภายหลัง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นมาจากเสร็จสิ้นกระบวนการ และคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบนี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่ต้องการแก้ไข [8] ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ มีขั้นตอนดังนี้

- ระบุปัญหาในการสร้างตัวแบบจำเป็นอย่างไรที่จะต้องศึกษาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขเพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ก่อนการดำเนินการ
- รวบรวมข้อมูล หลังจากทราบปัญหาแล้วก็จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับปัญหา
- วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็น การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ เช่น การหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หาค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ฯลฯ
- ตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือคิดหาคำตอบ (ในที่นี้คือลักษณะของตัวแบบ) ที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้ออกการรวบรวมในขั้นตอนที่สอง
- สร้างตัวแบบ เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้
- ตีความหมาย คือ การแปลความหมายหรือ

อธิบายตัวแบบที่สร้างขึ้นมา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับปัญหาจริง

- เปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้เป็น การเปรียบเทียบค่าคาดคะเนที่คำนวณได้จากตัวแบบกับค่าที่ได้จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาได้ ถ้าค่าทั้งสองกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันก็แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับความเป็นจริง ถ้าผลออกมาเป็นตรงกันข้ามก็แสดงว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นเป็นตัวแบบที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการสร้างตัวแบบอาจผิดพลาด ควรจะทำการแก้ไขโดยการพิจารณาใหม่ตั้ง แต่ขั้นแรก

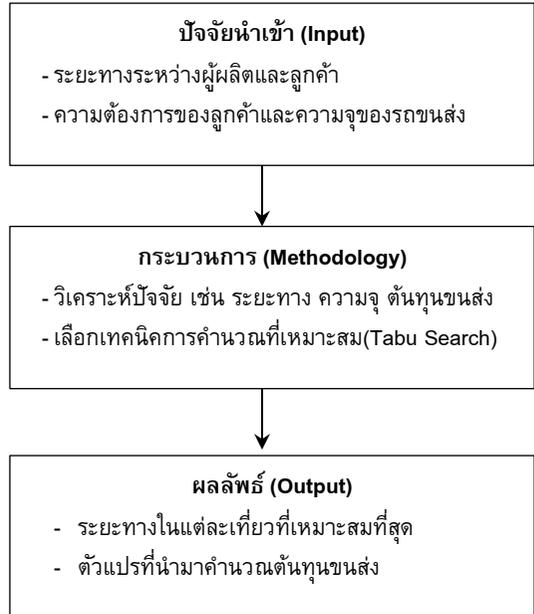
- รายงานผล ถ้าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ก็สามารถเขียนรายงานผลหรือนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ ออกมาสู่สาธารณชนการพัฒนาตัวแบบที่ถูกต้องควรทำให้สมการเข้าใจง่ายขึ้น และทำให้จำนวนตัวแปรในสมการมีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อง่ายต่อการแปลความหมายของตัวแบบให้เป็นไปตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของตัวแบบกับข้อมูลที่มีอยู่ด้วย อย่างเช่น การศึกษาปัญหาการขนส่งโดยใช้ สมการเส้นตรง Linear Programming ในการหาค่าที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของเวลา [9] และงานวิจัยการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ไปยังร้านจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ตเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการเลือกผู้ผลิตที่เหมาะสมและต้นทุนรวมในการจัดส่งต่ำที่สุด[10]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าวิธีเมตะฮิวริสติกส์แบบวิธีค้นหาต้องห้ามและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อให้ระยะทางที่สั้นลงได้ ดังนั้นในบทความนี้จึงเลือกและนำหลักการดังกล่าว จากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเส้นทางการขนส่งในปัจจุบัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจำนวนลูกค้าทั้งหมด ในจังหวัดศรีสะเกษ และปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละรายที่กลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลต้องทำการจัดส่ง ซึ่งมีทั้งหมด 8 ราย จะทำการจำหน่ายปลานิลเมื่อมีอายุครบ 4 เดือน ใช้รถกระบะตอนเดียว (Single Cab) ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุมีขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง เป็นถึง

IBC (Intermediate Bulk Container) มีขนาดถึง 1 x 1.2 x 1.16 เมตร ซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการขนส่งคือสามารถขนส่งปลานิลได้เที่ยวละ 2,000 กิโลกรัม โดยผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิดในการวิจัยเพื่อแก้ปัญหา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลำดับแนวคิดในการวิจัยเพื่อแก้ปัญหา

3.1 สัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากการลงพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 6 1 พบว่าปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละรายที่กลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลต้องทำการจัดส่งโดยมีการจัดเส้นทางการทั้งหมด 4 เที่ยวตามความชำนาญของคนขับรถ ซึ่งมีทั้งหมด 8 ราย

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณความต้องการจำนวนเที่ยว และ ระยะทางแต่ละเที่ยว

เส้นทาง	อำเภอของลูกค้า	ความต้องการ (kg)	ระยะทาง ไป-กลับ (Km)
1	อำเภอเมือง (1)	300	163
	กันทรารมย์(2)	1,000	
2	กันทรลักษ์(3)	400	297
	ชูขันธ์ (4)	300	
3	อุทุมพรพิสัย(5)	500	133
	ห้วยทับทัน(6)	700	
4	ราษีไศล(7)	300	64
	บึงบูรพ์(8)	500	
รวมระยะทาง			657

3.2 การค้นหาคำตอบแบบเมตาฮีริสติกส์ (Meta-Heuristics) แบบวิธีค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) วิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตาฮีริสติกส์นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา เพราะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่ามาก อีกทั้งคำตอบที่ได้จากวิธีเมตาฮีริสติกส์ก็สามารถยอมรับได้ในการนำไปใช้งานจริง โดยมีแนวคิดดังนี้

3.1.1 สร้างคำตอบเริ่มต้น s และตั้ง $S^* = S, Z(S^*) = Z(S)$ และรายการต้องห้าม (Tabu List:TL)={S}

3.1.2 เมื่อจำนวนรอบในการวนยังไม่ถึงจำนวนรอบที่กำหนดหรือเงื่อนไขอื่น ๆ ที่ระบุค้นหาคำตอบ S' ซึ่งเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ใน $N(S)$ หรือ $Z(S') = \min(Z(N(S)))$ และ $N(S) \notin TL$

3.1.3 หยุดวนรอบ วิธีการค้นหาต้องห้ามจะทำงานซ้ำตามขั้นตอนจนกว่าจะครบรอบการทำซ้ำที่กำหนดหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่ระบุไว้ล่วงหน้าให้หยุดวนรอบ (Stopping Criterion) เช่น หากไม่พบคำตอบที่ดี ขึ้นหรือ S^* ใหม่ในการวนซ้ำ 200 รอบให้หยุด เป็นต้น

3.3 การสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบ VRP จึงสามารถเขียนแบบจำลองคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้ กำหนดให้ ค่าคงที่ ดังนี้

a, b ใช้แทนลำดับของร้านค้าและลูกค้า โดยกำหนดให้ร้านค้ามี $a, b=0$ ลูกค้าอื่น ๆ มี $a, b = 1, 2, \dots, n$

k ใช้แทนรถยนต์พาหนะคันที่ $1, 2, \dots, k$ ตัวแปร

D_{ab} ระยะทางระหว่างร้านค้าหรือลูกค้าที่ a ไป b

n จำนวนร้านค้าและลูกค้าทั้งหมด

q_a ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าที่ a

Q ปริมาณความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถยนต์พาหนะ

$U_{abk} = 1$ เมื่อรถยนต์พาหนะ k ขนสินค้าระหว่าง a ไป b หากเป็นกรณีอื่นเท่ากับ 0

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^k \sum_{a=0}^n \sum_{b=0}^n D_{ab} U_{ab} \quad (1)$$

สมการข้อบ่งชี้

$$\sum_{a=0}^n \sum_{k=1}^k U_{abk} = 1 \quad \forall a = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{b=0}^n \sum_{k=1}^k U_{abk} = 1 \quad \forall b = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{a=0}^n U_{abk} - \sum_{b=0}^n U_{bak} = 0 \quad \forall b, k \quad (4)$$

$$\sum_{b=0}^n q_a - \left[\sum_{a=0}^n U_{abk} \right] \leq Q \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (5)$$

$$\sum_{b=0}^n U_{0bk} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (6)$$

$$\sum_{a=0}^n X_{a0k} \leq 1 \quad \forall k = 1, \dots, k \quad (7)$$

$$U_{abk} \in \{0, 1\} \quad \forall a, 0, k \quad (8)$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์หลักคือ (1) การหาระยะทางรวมที่น้อยที่สุด สมการเงื่อนไขที่ (2) และ (3) คือการกำหนดให้ลูกค้าแต่ละรายจะได้รับการส่งสินค้าจากรถยนต์เพียง 1 คัน สมการที่ (4) คือการกำหนดให้รถยนต์ที่วิ่งเข้าไปยังจุดส่งสินค้าต้องมีการวิ่งออกจากการส่งสินค้า สมการที่ (5) คือกำหนดให้รถยนต์ทุกคันสามารถบรรทุกสินค้าได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด สมการที่ (6) และ (7) กำหนดให้รถยนต์แต่ละคันถูกใช้เพียงเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเท่านั้น และสมการที่ (8) คือสมการกำหนดตัวแปรตัดสินใจมีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 จากนั้นแก้ไขปัญหาโดยใช้โปรแกรม LINGO version 13 ทำการประมวลผลหาคำตอบผ่านคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook Computer) หน่วยประมวลผลกลาง Intel® Core (TM) i3-4010U CPU@1.70 GHz และหน่วยความจำ 4 GB และนำตัวแบบปัญหา (Mathematical Model) เขียนในโปรแกรมโดยตรง

4. ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากระบบ Google Map และลงพื้นที่เพื่อสำรวจระยะทางจริง โดยได้รวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาใน และที่ตั้งของลูกค้าทั้ง 8 รายในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ สร้างเมตริกซ์ระยะทางระหว่างกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาไปยังลูกค้า ดังแสดงในภาคผนวก และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งของของผู้ประกอบการเลี้ยงปลาใน บ้านดงแดง ในช่วงที่ทำการวิจัย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการเดินทาง

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน	15.57 กิโลเมตร/ลิตร
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	29.86 บาท/ลิตร
ค่าสึกหรอของยานพาหนะ	
- ยางรถ	1.32 บาท/กิโลเมตร
- น้ำมันเครื่อง	0.7 บาท/กิโลเมตร
- เบรก	0.3 บาท/กิโลเมตร
- แบตเตอรี่	0.23 บาท/กิโลเมตร
ความจุสูงสุดของรถกระบะ	2,000 กิโลกรัม

4.2 เปรียบเทียบผลลัพธ์ หลังจากได้ข้อมูลในการทดลองแล้ว ผู้วิจัยได้หาคำตอบจากวิธีเมตะฮิวริสติกส์แบบวิธีต้องห้าม และทำการแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นคำสั่ง ในโปรแกรม LINGO (version13) แล้วนำข้อมูลทั้งหมด ที่มีป้อนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อคำนวณการจัดเส้นทางใหม่ที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข ดังตารางที่ 3 พบว่าจากการคำนวณทั้ง 2 วิธีให้ผลที่เหมือนกันคือ สามารถจัดเส้นทางได้ 2 เส้นทางภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณบรรทุก โดยเส้นทางใหม่ที่จัดได้ลดลงเหลือ 2 เส้นทาง (2 เที่ยว) คิดเป็นระยะทางรวม 450 กิโลเมตร ซึ่งผลจากการจัดเส้นทางใหม่สามารถลดระยะทางจากปัจจุบัน 207 กิโลเมตร

ตารางที่ 3 ผลการจัดเส้นทางของวิธีเมตะฮิวริสติกส์แบบวิธีค้นหาต้องห้าม และผลจากการประมวลผลโดยโปรแกรม LINGO

เส้นทาง	เส้นทาง การขนส่ง	ความต้องการ (kg/วัน)	ระยะทางไป-กลับ (Km)
1	DC - 7 - 3 - 2 - 1 - DC	2,000	241
2	DC - 8 - 6 - 4 - 5 - DC	2,000	209
รวมระยะทาง			450

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการจัดเส้นทางรถขนส่งปลาใน กรณีศึกษา กลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาใน บ้านดงแดง ตำบลด่านอำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ โดยการจัดรูปแบบเส้นทางด้วยวิธีการค้นหาคำตอบเมตะฮิวริสติกส์แบบวิธีค้นหาต้องห้าม และวิธีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม LINGO เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (VRP) และช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งของกลุ่มกรณีศึกษา

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าแต่ละรายในกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลาใน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างรูปแบบปัญหาเพื่อประมวลผลเพื่อจัดเส้นทาง จากการคำนวณทั้ง 2 วิธีให้ผลที่เหมือนกัน ดังตารางที่ 4 คือ สามารถลดจำนวนเส้นทางรถขนส่งจากเดิม 4 เส้นทางเหลือ 2 เส้นทาง

โดยเส้นทางที่ 1 มีเส้นทางขนส่ง 241 กิโลเมตร และเส้นทางที่ 2 มีเส้นทางขนส่ง 207 กิโลเมตร รวมระยะทางการขนส่งทั้งสิ้น 450 กิโลเมตร ซึ่งหากเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งก็จะพบว่า การจัดเส้นทางใหม่นี้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลง 1,119 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นต้นทุนที่สามารถลดลงได้มากถึง 31.51% สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการลดระยะทางการขนส่งโดยใช้วิธีการค้นหาค่าตอบแบบเมตาฮีริสติกส์ ด้วยวิธีการค้นหาต้องห้ามของ ภาณุจนา ลิ้มวัฒนากุล หาผลลัพท์ของระยะทางและค่าใช้จ่ายรวม พบว่าวิธีเมตาฮีริสติกส์ (Meta-Heuristics) แบบวิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) สามารถลดระยะทางและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้มากกว่าวิธีการขนส่งในปัจจุบัน โดยสามารถลดระยะทางลง 1,509 กิโลเมตร และลดค่าใช้จ่ายลง 6,037 บาท และสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการลดระยะทางการขนส่งโดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของนฤมล โชติช่วงและคณะ 2562 ศึกษาต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ไปยังร้านจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถคัดเลือกผู้ผลิตที่ระยะทางขนส่งและต้นทุนต่ำที่สุด

ตารางที่ 4 เปรียบผลการจัดเส้นทางและต้นทุนการขนส่งของวิธีเมตาฮีริสติกส์ แบบวิธีค้นหาต้องห้าม และผลจากประมวลผลโดยโปรแกรม LINGO เทียบกับเส้นทางปัจจุบัน

ต้นทุนการขนส่ง	วิธีการขนส่ง		
	ปัจจุบัน	Tabu	LINGO
ระยะทางรวม(km)	657	450	450
อัตราการสิ้นเปลือง (ลิตร)	42	29	29
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท)	1,260	863	863
ค่าสึกหรอ			
- ยาง (บาท)	867	594	594
- น้ำมันเครื่อง(บาท)	460	135	135
- เบรค (บาท)	197	135	135
- แบตเตอรี่ (บาท)	151	104	104
ต้นทุนการขนส่ง(บาท)	2,978	1,859	1,859

สรุปได้ว่า การจัดเส้นทางแบบใหม่ด้วยวิธีการค้นหาค่าตอบแบบเมตาฮีริสติกส์และวิธีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม LINGO สามารถช่วยลดระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ทำให้การขนส่งของผู้ประกอบการเลี้ยงปลานิล บ้านดงแดง ตำบลด่าน อ.ราชสีห์ จังหวัดศรีสะเกษเกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มผู้ประกอบการเลี้ยงปลานิล บ้านดงแดง ตำบลด่าน อำเภอราชสีห์ จังหวัดศรีสะเกษที่ร่วมให้ข้อมูลเพื่อการทำวิจัย รวมถึงทีมวิจัยทุกท่าน ตลอดจนมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษที่อนุเคราะห์สถานที่สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนยุทธศาสตร์ การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยฉบับที่ 3 (พ.ศ.2560-2564). กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบ โลจิสติกส์. 2560
- [2] อัครพล ชูณเกียรติสกุล, การลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทขนส่ง กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเพชรบุรี [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ;มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2559
- [3] อธิวัฒน์ บุญมี, วรญา เนื่องมัจฉา และ อัมภิกา บุญมี. การปรับปรุงเส้นทางขนส่งน้ำแข็งเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งโดยวิธีค้นหาที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย. ปีที่ 3(1), 17-24. ม.ค. – มี.ย. 2560
- [4] ประภาพรณ เกษราพงศ์ และ อารีญา ชูเงิน. การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าของบริษัทแปรรูปอาหารขนาดย่อม โดยใช้ตัวแบบการจัดเส้นทางยานพาหนะ. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. ปีที่ 5(2), 39-55. ก.ค. – ธ.ค. 2558
- [5] พิชญ์ พันธุ์พิพัฒน์ และ เปรมพร เขมาวุฒย์. การจัดเส้นทางขนส่งของรถบรรทุกขนาดใหญ่ สำหรับสินค้าประเภทเทกองและกระสอบ กรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการขนส่ง. วิศวกรรมสาร

- เกษมบัณฑิต. ปีที่ 9(1), 136-151. ม.ค. – เม.ย 2562
- [6] ณัฏพร ไชยเสนา. การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้านโลจิสติกส์. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์. 2560
- [7] กาญจนา ลิ้มวัฒนากุล. การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อ สำหรับขนส่งน้ำมันหล่อลื่น [สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร; 2558
- [8] ชีรวัฒน์ นาคะบุตร. ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏนครปฐม; 2558
- [9] Z. Li, Q. Xu and N. Li. Mathematical Model and Solving Method Based on Software for the Shortest Time Limited Transportation Problem. The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA'10). 2010;414-421
- [10] นฤมล โชติช่วงและคณะ. การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราของกลุ่มผู้ผลิตวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ไปยังร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย. ปีที่ 5(2), 55-66. ก.ค. – ธ.ค. 2562