

กระบวนการลดต้นทุนค่าขนส่งและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถ
แบบมิลค์รัน สำหรับกรณีศึกษา บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์
**TRANSPORT COST REDUCTION AND VEHICLE ROUTING
IMPROVEMENT IN A MILK-RUN OF AUTOMOTIVE PARTS
MANUFACTURING IN THAILAND**

ฐิติมา วงศ์อินตา¹, ชุติมา หวังรุ่งชัยศรี² และ อนิรุทธ์ ชันธสะอาด³

¹อาจารย์, สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

²นิสิต, หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

³อาจารย์, สาขาการค้าระหว่างประเทศฯ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

Thitima Wonginta¹, Chutima Wangrungwichaisri² and Anirut Kantasa-ard³

¹Instructor, Logistics Management program, Faculty of Logistics, Burapha University

169 Long-Haad Bangsaen Rd. Saensuk Subdistrict, Muang District,

Choburi 20131, Thailand

²Graduate student, M.Sc.Logistics and Supply Chain Management, Faculty of Logistics,

Burapha University 169 Long-Haad Bangsaen Rd. Saensuk Subdistrict,

Muang District, Choburi 20131, Thailand

³Instructor, International Trade and Logistics Management program, Faculty of Logistics,

Burapha University 169 Long-Haad Bangsaen Rd. Saensuk Subdistrict,

Muang District, Choburi 20131, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์ของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์กรณีศึกษา ระหว่างการขนส่งตรงจากโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบ (Suppliers) มายังโรงงานกรณีศึกษา และการจัดการขนส่งในรูปแบบ Milk-run โดยได้ทำการเปรียบเทียบเทคนิคในการจัดเส้นทาง 2 วิธี คือ วิธีการหาค่าประหยัด (Saving algorithm) และตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

(Traveling Salesman Problem) ผลการศึกษาพบว่า การจัดรูปแบบการขนส่งตามแนวคิด Milk run มีต้นทุนการขนส่งต่ำกว่าการจัดส่งตรงจากโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบ (Suppliers) โดยที่เมื่อใช้หลักการจัดเส้นทางตามวิธีการหาค่าประหยัด (Saving algorithm) สามารถกำหนดปริมาตรสินค้าที่จะโหลดเข้าตู้คอนเทนเนอร์ได้อย่างเหมาะสมในแต่ละเส้นทาง ในขณะที่การจัดเส้นทางด้วยวิธีตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายใช้ระยะทางรวมในการขนส่งสั้นกว่าวิธีการหาค่าประหยัด

คำสำคัญ: ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย, การขนส่งแบบ Milk-Run, วิธีการหาค่าประหยัด, ธุรกิจชิ้นส่วนรถยนต์, โปรแกรมเชิงเส้น

ABSTRACT

This research demonstrates the most appropriate optimization model, which is minimized the total distance of milk-run routes and transport cost between a number of suppliers and an automotive company case study. There are two interested methods implementing in this case; Saving Heuristics Algorithm, and Traveling Salesman Problem (TSP). As a result, it is revealed that the summary of transportation distances after using the concept of Traveling Salesman Problem is more reduced than implementing with Saving Algorithm meanwhile the total capacity in each container still be the same. Therefore, a total loading weight is not only one factor to subsidize the transportation cost, but it is also considered transportation distance to be another factor. Then, the concept of Traveling Salesman Problem is a useful method for solving a vehicle routing problem in the company case study.

KEYWORDS: Traveling Salesman Problem, Milk-Run Transportation, Integer Linear Programming, Automotive Parts, Saving Heuristics

1. บทนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ในประเทศไทยมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความต้องการและกำลังการผลิตรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นสูง ประมาณ 60 ล้านคัน ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ในประเทศไทย แบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนแบบ OEM หรือ Original Equipment Manufacturers ซึ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ส่งให้กับโรงงานประกอบรถยนต์โดยตรงและกลุ่มบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แบบ REM หรือ Replacement Equipment Manufacturers ที่ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่เพื่อการทดแทนชิ้นส่วนที่เสียหรือสึกหรอ [1] สำหรับบริษัทกรณีศึกษา ถือเป็นหนึ่งในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แบบ OEM ซึ่งผลิตชิ้นส่วนประเภทอุปกรณ์ระบบควบคุมที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าภายในรถยนต์โดยบริษัทตั้งอยู่

ในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี สำหรับกลุ่มลูกค้าของบริษัทประกอบด้วย บริษัทผลิตรถยนต์ และบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนี้ บริษัทกรณีศึกษามีการจัดซื้อวัตถุดิบจากผู้จัดหา(Supplier) มากกว่า 100 ราย ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ทั่วโลก โดยในจำนวนนี้จัดเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบภายในประเทศประมาณ 90 ราย ในปัจจุบันผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายทำการจัดส่งสินค้ามายังบริษัทกรณีศึกษาเองทั้งหมด จึงส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งจากผู้จัดหามายังบริษัทกรณีศึกษาค่อนข้างสูง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ของบริษัทกรณีศึกษาที่จะสามารถลดต้นทุนรวมของบริษัท โดยเฉพาะต้นทุนค่าขนส่งระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) กับบริษัทที่คิดเป็นร้อยละ 35 ของต้นทุนทั้งหมด

บริษัทกรณีศึกษาได้มีการตัดสินใจที่จะลดต้นทุนค่าขนส่งโดยนำหลักการจัดเส้นทางรถขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run) มาประยุกต์ใช้กับการขนส่งวัตถุดิบระหว่างเข้ามาช่วยในการคำนวณระยะทางและจัดสรรต้นทุนการขนส่งระหว่าง ผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) กับบริษัทกรณีศึกษา โดยหนึ่งในวิธีที่บริษัทเลือกใช้คือ เทคนิคการหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) ซึ่งเป็นวิธีที่คิดค้นโดย Clarke and Wright [2] สำหรับวิธีดังกล่าว ทางบริษัทกรณีศึกษาจะดำเนินการวางแผนเส้นทางและปริมาณในการขนส่งสินค้าแต่ละเที่ยวให้เหมาะสม โดยจะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาและจำนวนรถขนส่งของบริษัท หลังจากที่บริษัทได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนอะไหล่สำหรับรถยนต์ พบว่าต้นทุนในการขนส่งลดลงมากกว่าร้อยละ 80 อย่างไรก็ตามเทคนิคดังกล่าวอาจจะยังไม่ได้ให้ผลลัพธ์ในเรื่องของระยะทางและต้นทุนการขนส่งที่ดีที่สุดเนื่องจากบางเส้นทางที่มีการขนส่งสินค้ายังมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง หรือการบรรจุสินค้าภายในตู้คอนเทนเนอร์ยังไม่สามารถบรรจุได้เต็มประสิทธิภาพ

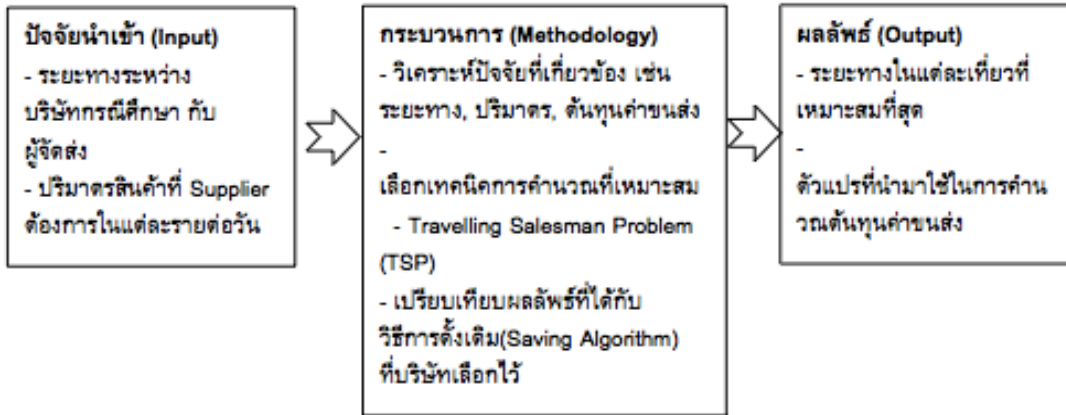
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจะทำการเปรียบเทียบระยะทางและต้นทุนในการขนส่งกับเทคนิคตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) โดยการประยุกต์ใช้รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ในการค้นหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Model) เนื่องจากตัวแบบดังกล่าวจะช่วยในการคำนวณหาระยะทางและปริมาณที่ดีที่สุด (Exact Method) สำหรับการขนส่งสินค้าแบบมิลค์รัน เพื่อดูว่าวิธีการใดจะมีระยะทางการขนส่งและต้นทุนรวมต่ำที่สุด

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบระยะทางและต้นทุนสำหรับการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์ระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบและบริษัทกรณีศึกษาระหว่างการใช้เทคนิคค่าประหยัดและการใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น

3. กรอบแนวคิด

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้



รูปที่ 1 รายละเอียดกรอบแนวคิดการวิจัย

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้มีการศึกษา พบว่าองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเลือกตัวแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Model) ที่จะทำให้ระยะทางและต้นทุนในการขนส่งลดลงนั้น มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run Transport) ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem) และ เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) โดยมีรายละเอียดตามที่อธิบายด้านล่างดังนี้

4.1 การขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run Transport)

วัตถุประสงค์ของการขนส่งแบบนี้เพื่อมุ่งให้เกิดการขนส่งชิ้นงานในปริมาณไม่มาก แต่สามารถขนส่งได้หลายเที่ยวในปริมาณที่เหมาะสมกับลูกค้าแต่ละราย แนวคิดดังกล่าวเกิดจากระบบส่งนมในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทุกเช้าในแต่ละวันจะมีคนนำขวดนมเปล่ามาวางไว้หน้าบ้านและรถส่งนมจะนำขวดนมมาสับเปลี่ยนกับขวดเปล่า โดยไม่มีการวิ่งเที่ยวรถกลับไปกลับมา แนวคิดนี้จึงถูกนำประยุกต์ใช้ในการขนส่งสินค้าไปยังร้านค้า โดยไม่ต้องมีจุดพักสินค้าระหว่างทาง ทำให้ส่งมอบสินค้าได้อย่างรวดเร็ว ทำให้การบรรทุกสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งลดลง [1] ในปัจจุบัน กลุ่มธุรกิจต่าง ๆ ได้นำหลักการขนส่งดังกล่าวมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตหรือธุรกิจค้าปลีก รวมถึงบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ได้มีการนำหลักการดังกล่าวมาใช้ในการจัดตารางเที่ยว

รถและบริหารเส้นทางรถขนส่งระหว่างผู้จัดส่ง (Supplier) และผู้ผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดให้หนึ่งเส้นทางจะต้องมีการรับโหลดสินค้าจากผู้จัดส่งให้ได้ปริมาณมากที่สุดเท่าที่รถจะบรรทุกได้ ทั้งนี้หลักการขนส่งแบบมิลค์รันได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวางแผนเส้นทางการเดินทาง อาทิ Chaismithkul [2] ได้นำหลักการจัดเส้นทางขนส่งมิลค์รัน มาประยุกต์ใช้กับการขนส่งวัตถุดิบระหว่างผู้จัดหากับบริษัทประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ซึ่งหลักการดังกล่าวสามารถลดจำนวนเที่ยวรถในการขนส่งได้ร้อยละ 52 และลดระยะทางในการขนส่งได้ร้อยละ 28 Chaiwongsakda and et.al. [3] ได้มีการนำหลักการดังกล่าวมาจัดเส้นทางในการขนส่งน้ำดื่มในจังหวัดเชียงราย ร่วมกับหลักการตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) มาออกแบบและวางแผนลดระยะทางในการขนส่ง จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการขนส่งแบบมิลค์รันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าได้รวดเร็วขึ้น รวมถึงการเตรียมข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ในกรณีศึกษา นี้ ก็จะต้องใช้ข้อมูลเส้นทางรถขนส่งแบบมิลค์รันของบริษัทด้วย

4.2 ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem)

ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย หรือ Travelling Salesman Problem (TSP) คือตัวแบบที่ใช้กำหนดการเดินทางของพนักงานขาย โดยเดินทางจากเมืองแรกไปส่งสินค้ายังเมืองต่างๆ ภายในระยะเวลาและเส้นทางที่กำหนด ซึ่งเงื่อนไขในการเดินทางคือ แต่ละเมืองจะสามารถเดินทางผ่านได้เพียงครั้งเดียว และไม่สามารถย้อนกลับมาที่เมืองนั้นๆ ได้อีก วัตถุประสงค์ของตัวแบบนี้คือ การกำหนดเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่สั้นที่สุด และครอบคลุมจุดหมายปลายทางทุกจุด ในระยะเวลาที่กำหนด [4] ทั้งนี้ตัวแบบดังกล่าวถูกจัดอยู่ในกลุ่มปัญหา NP-Hard หรือที่เรียกกันว่ากลุ่มปัญหาแบบยากที่สามารถตรวจคำตอบได้ในเวลา Polynomial time

นอกจากนี้ ตัวแบบดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการลดระยะทางสำหรับการเดินทางไปยังจุดต่างๆ แบบไม่ซ้ำเส้นทางอีกด้วย อาทิ Chaiwongsakda and et.al. [3] นำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับการจัดเส้นทางมิลค์รัน โดยดำเนินการแบ่งพื้นที่ขนส่งน้ำดื่มตามจำนวนลูกค้าที่จะต้องจัดส่ง และมีการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งพบว่าสามารถลดระยะทางรวมได้ถึงร้อยละ 4.16 สำหรับงานวิจัยต่อมา Patcharalak [5] ได้ศึกษาเส้นทางรถขนส่งสินค้าโดยนำหลักการ TSP ประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการค้นหาคำตอบเชิงลึก (Depth First Search) เพื่อกำหนดระยะทางที่เหมาะสมและสั้นกับระยะเวลาของลูกค้าแต่ละราย รวมถึงต้นทุนการขนส่งลดลงอีกด้วย หรืออีกหนึ่งกรณีศึกษา Thanyaphat and et.al [6] ได้นำหลักการ TSP ไปประยุกต์ใช้กับการกำหนดเส้นทางสายตรวจของตำรวจในพื้นที่ สภ.เสมีด ซึ่งหลักการดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบในแต่ละพื้นที่ดีขึ้นและสามารถลดอัตราการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่ที่มีการปรับปรุงเส้นทาง นอกจากนี้ Dorigo and et.al. [7] ได้นำหลักการของการเพิ่มประสิทธิภาพอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) มาใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

โดยจะใช้วิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างรังมดและแหล่งอาหาร เพื่อสามารถขนส่งอาหารกลับมายังรังได้เร็วที่สุด

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการเดินทางสำหรับกระบวนการรับส่งสินค้าในแต่ละจุดให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการดังกล่าวมาดำเนินการประมวลผลเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่ง (Supplier) เพื่อส่งไปยังบริษัทกรณีศึกษา รวมถึงมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกับเทคนิคการหาค่าประหยัด (Saving Algorithm) เพื่อหาระยะทางและต้นทุนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการขนส่งสินค้า สำหรับเทคนิคที่จะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คือ เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น

4.3 โปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming)

โปรแกรมเชิงเส้น ถือเป็นหนึ่งในเทคนิคที่นิยมถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization Model) [8] ทั้งนี้ นักวิจัยและองค์กรในภาคธุรกิจจำนวนมากได้ให้ความสนใจในความสามารถของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นมากขึ้น รวมถึงอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ที่นำแบบจำลองนี้มาช่วยคำนวณผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด และการหาวิธีลดต้นทุนรวมให้ได้ต่ำที่สุด อาทิ Kantasa-ard [9] ได้ทำการศึกษาและค้นหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดสรร “จำนวนพาเลทสินค้า” ให้เพียงพอกับปริมาณรถและจำนวนวันที่จะต้องทำการขนย้ายไปที่คลังสินค้าแห่งใหม่ หรือ Chaiwongsakda and et.al. [3] ได้ดำเนินการแปลงรูปสมการตัวแบบการเดินทางของพนักงานขนส่งน้ำดื่ม โดยผู้วิจัยได้นำโปรแกรมเชิงเส้นมาช่วยในการคำนวณหาเส้นทางขนส่งสินค้า ทั้งนี้ในแต่ละกรณีศึกษาจะต้องกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Relevant parameters) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) และเงื่อนไขอื่นๆ อีกมากมายที่นำมาใช้ในการสร้างสมการแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น รวมถึง Jaroensuk [10] ได้มีการนำเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นไปประยุกต์ใช้กับการบริหารรถขนส่งและการจัดสรรเส้นทางสำหรับขนส่งสินค้าอันตรายประเภทของเหลวระหว่างลูกค้ายับจุดกระจายสินค้า เพื่อหาจุดกระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขของระยะทาง ปริมาณน้ำหนักของเหลว และปริมาณลูกค้ายับสูงสุดที่สามารถดำเนินการจัดส่งได้ในแต่ละวัน ทั้งนี้กระบวนการลดต้นทุนในส่วนหนึ่งของระยะทางและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งแบบมีคลังรับของบริษัทกรณีศึกษา ได้มีการนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาตัวแบบที่ดีที่สุดอีกด้วย

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้น เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นจะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ และควบคุมต้นทุนการขนส่งสินค้าจากผู้จัดส่งมายังบริษัทกรณีศึกษาให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้เทคนิคดังกล่าวยังสามารถแบ่งองค์ประกอบได้ 3 ส่วน คือ สมการวัตถุประสงค์

(Objective function) เงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง (Constraints) และ ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังนี้

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function) คือ สมการที่จะทำหน้าที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรนั้นๆ เช่น ถ้าหากสมการวัตถุประสงค์ต้องการที่จะคำนวณหาต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด ตัวแปรตัดสินใจก็จะเป็นการเลือกเส้นทางขนส่งเชื่อมต่อกันจากเมืองหนึ่งไปสู่อีกเมืองหนึ่ง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องก็จะเป็นระยะทางจากเมืองหนึ่งไปสู่อีกเมืองหนึ่งจนครบทุกเมือง ทั้งนี้หากต้องการให้สมการวัตถุประสงค์มีความสมบูรณ์ ก็จำเป็นต้องมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ (Constraints) ที่สอดคล้องกับสมการ เพื่อให้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นสามารถคำนวณหาทางเลือกที่ดีที่สุดให้ ทั้งนี้ตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยขอนำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นกับการสร้างสมการเพื่อคำนวณหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยมีรายละเอียดตามด้านล่าง

ตัวอย่างที่ 1: การหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดโดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น [11]

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

C_j = ต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละผลิตภัณฑ์

b_i = ผลรวมของทรัพยากร i (for $i=1,2,\dots,m$)

a_{ij} = อัตราส่วนระหว่าง ทรัพยากร i กับผลิตภัณฑ์ j

ตัวแปรตัดสินใจ

$X_j = 1$ ถ้าเลือกผลิตภัณฑ์ j หรือ 0 ถ้าไม่เลือกผลิตภัณฑ์ (กำหนดให้ $j = 1, 2, 3, \dots, n$)

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

เงื่อนไข

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \geq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \geq b_2 \quad (3)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \geq b_m \quad (4)$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0 \text{ or } X_j \geq 0 \quad (5)$$

จากตัวอย่างดังกล่าว สมการวัตถุประสงค์ต้องการคำนวณหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด ซึ่งหากนำมาเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาของบทความนี้ สมการวัตถุประสงค์ก็คือการคำนวณหาระยะทางที่ต่ำที่สุด และการคำนวณหาปริมาณในการขนส่งต่อเที่ยวที่มากที่สุด เพื่อให้การขนส่งสินค้าแบบมีลักรันระหว่างผู้จัดหาชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์กับบริษัทกรณีศึกษาเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยใช้การคำนวณผลรวมระหว่างระยะทางกับสถานะการเลือกเส้นทางในแต่ละจุดที่จะต้องไปรับสินค้า รวมถึงการคำนวณสัดส่วนชิ้นงานที่จะไหลตขึ้นรถบรรทุก ซึ่งสถานะการเลือกเส้นทางและสัดส่วนชิ้นงานของรถแต่ละคันคือตัวแปรตัดสินใจ โดยมีเงื่อนไขคือ แต่ละจุดที่จะต้องเดินทางไปรับสินค้าจะต้องผ่านได้เพียงครั้งเดียว เพื่อไม่ให้เกิดการวนซ้ำของเที่ยวรถ และจำนวนปริมาณในการขนส่งแต่ละเที่ยวจะต้องไม่เกินความจุของรถบรรทุกแต่ละคัน นอกจากนี้ในการขนส่งแต่ละเที่ยวจะต้องเป็นการวิ่งรถเพียงเที่ยวเดียวและครอบคลุมจุดรับสินค้าทุกจุดในแต่ละเส้นทาง ทั้งนี้ทางผู้วิจัยจะนำเสนอการสร้างตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด รวมถึงการคำนวณระยะทางให้หัวข้อวิธีการวิจัยในลำดับต่อไป

5. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบวิธีการวิจัย โดยการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยแบ่งขั้นตอนการทำวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) รวบรวมข้อมูลรูปแบบการขนส่งรูปแบบเดิม 2) วิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาแบบจำลอง 3) เปรียบเทียบและสรุปผลการศึกษา

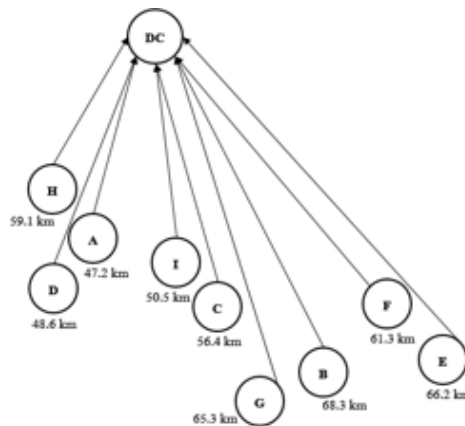
6. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลทั้งในส่วนของการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสำรวจข้อมูลสิ่งซื้อวัตถุดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559 จากผู้จัดหาวัตถุดิบจำนวน 9 ราย ตั้งอยู่ในเขตอำเภอศรีราชา และอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี และเขตอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดเส้นทางและปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ยระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบกับบริษัทกรณีศึกษา

ผู้จัดหาวัตถุดิบ	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ยต่อเดือน (ลบ.ม.)	ระยะทางระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบกับบริษัทกรณีศึกษา (กม.)
A	ม้วนสำหรับต่อสายไฟที่พวงมาลัย	305	47.2
B	แผงวงจรไฟฟ้าย่อย	32	68.3
C	แผงวงจรพิมพ์	48	56.4
D	ปุ่มควบคุมแบบวงแหวน	12	48.6
E	สายไฟ	14	66.2
F	สปริง	8	61.3
G	ระบบกุญแจอัจฉริยะ	35	65.3
H	เม็ดพลาสติก	228	59.1
I	ชิ้นส่วนปุ่มกดเคลื่อนที่	496	50.5

โดยผู้จัดหาวัตถุดิบจะเป็นผู้นำวัตถุดิบมาส่งที่โรงงานของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งจะมีการคิดค่าขนส่งรวมมาพร้อมกับราคาสินค้าในอัตราร้อยละ 1.0-1.5 ทั้งนี้เมื่อประมาณการค่าขนส่งพบว่ามีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,191,581.90 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 14,298,982.79 บาทต่อปี ซึ่งมีสัดส่วนค่อนข้างสูง และการจัดการวัตถุดิบเข้าโรงงานค่อนข้างยากลำบากเนื่องจากมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบหลายราย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การจำลองตำแหน่งที่ตั้งและระยะห่างของบริษัทกรณีศึกษาและซัพพลายเออร์ทั้ง 9 ราย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะมีการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจากแบบส่งตรงจากโรงงานผู้จัดทำมาใช้ในการขนส่งรูปแบบ Milk Run เพื่อช่วยลดต้นทุนการขนส่ง ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Toshinori and et.al. [12] และ Tuomola [13] ที่ได้นำเอารูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบการจัดการเส้นทาง 2 รูปแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 วิธีการหาค่าประหยัด (Saving algorithm)

ผู้วิจัยได้นำหลักการหาค่าประหยัด (Saving Heuristic algorithm) มาใช้ในการออกแบบเส้นทางขนส่งระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบกับบริษัทกรณีศึกษา โดยการใช้สมการการหาค่าประหยัด ดังนี้

$$S_{ij} = [D_{1i} + D_{1j} - D_{ij}] \quad (6)$$

โดยที่

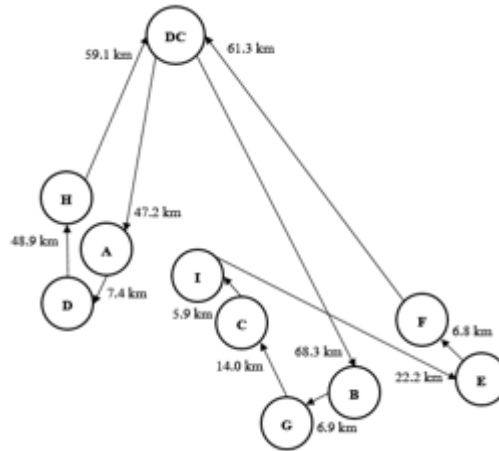
S_{ij} = ค่าการประหยัดของคู่จุด i ไปยัง j

D_{1i}, D_{1j} = ระยะทางในการเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาไปยังจุด i และจุด j ตามลำดับ

D_{ij} = ระยะทางในการเดินทางจากจุด i ไปยัง จุด j

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการคำนวณหาค่าประหยัดของระยะทางระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบและบริษัทกรณีศึกษา อาทิ การหาค่าประหยัดระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ A และผู้จัดหาวัตถุดิบ B ซึ่งมีเงื่อนไขคือระยะทางระหว่างบริษัทกรณีศึกษาไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ A (D_{1i}) = 47.2 กิโลเมตร ระยะทางระหว่างบริษัทกรณีศึกษาไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ B (D_{1j}) = 68.3 กิโลเมตร ระยะทางระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ A ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ B (D_{ij}) = 23.5 กิโลเมตร จากข้อมูลดังกล่าว สามารถคำนวณหาค่าการประหยัดโดยแทนค่าสมการ (6) เป็น $SA \cdot B = [47.2 + 68.3 - 23.5]$ กิโลเมตร

ดังนั้นค่าประหยัดในการเดินทางระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B = 92.0 กิโลเมตร โดยหลังจากที่มีการประยุกต์ใช้หลักการหาค่าประหยัด พบว่าระยะทางในการขนส่งสินค้าลดลงจากระยะทางเดิม 165 กิโลเมตรหรือร้อยละ 34 และปริมาตรในการบรรจุสินค้าอยู่ที่ร้อยละ 90 ต่อการขนส่งหนึ่งเที่ยว และค่าใช้จ่ายในการขนส่งสามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 80 โดยมีเส้นทางจัดส่งดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจำลองเส้นทางการเดินทางที่ได้จากวิธี Saving

6.2 ตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP)

สำหรับแนวคิดตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการประมวลผลข้อมูลจากการใช้ตัวแบบดังกล่าว ซึ่งหนึ่งในวิธีประมวลผลข้อมูลที่ถูกนำมาใช้กับตัวแบบดังกล่าวมากที่สุด คือ เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาระยะทางและปริมาตรที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 กระบวนการ คือ เก็บข้อมูลระยะทางเดิมที่มีการใช้เทคนิคการหาค่าประหยัด สร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function) ที่ใช้คำนวณหาปริมาตรและระยะทางสำหรับขนส่งวัตถุดิบ และนำเสนอแบบจำลองโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น

6.2.1 เก็บข้อมูลระยะทางเดิม

ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ เส้นทางการขนส่งจากผู้จัดหาวัตถุดิบมายังบริษัท กรณีศึกษา ปริมาณการขนส่งต่อเที่ยว จำนวนรอบต่อวัน และระยะทางในแต่ละเส้นทาง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มีการนำเทคนิคการหาค่าประหยัดมาช่วยในการปรับปรุงเส้นทาง โดยมีรายละเอียดแสดงผลตามตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2 รายละเอียดเส้นทางรถขนส่งแบบมิลค์รันระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบกับบริษัท กรณีศึกษา

เส้นทางรถขนส่ง	ปริมาตรรถขนส่ง (ลบ.ม.)	จำนวนรอบ/วัน	ระยะทาง
DC-B-G-C-I-E-F-DC	28.77	1	185.4 Km.
DC-A-D-H-DC	24.77	1	162.6 Km.
Total	53.54	2	358.0 Km.

จากตารางที่ 2 จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นทางรถขนส่งที่ถูกออกแบบด้วยเทคนิคการหาค่าประหยัด กับปริมาตรและระยะทางในการขนส่งแต่ละรอบ ทั้งนี้ระยะทางที่ยาวที่สุดคือเส้นทางแรก คิดเป็นร้อยละ 52 ของระยะทางทั้งหมด และมีปริมาตรรถขนส่งต่อรอบคิดเป็นร้อยละ 90 ของพื้นที่ในการบรรจุสินค้า จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าบริษัทกรณีศึกษาสามารถเพิ่มจำนวนผู้รับวัตถุดิบเข้าไปอีกได้ รวมถึงการจัดลำดับจุดรับวัตถุดิบใหม่ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้ามากที่สุด

6.2.2 สร้างสมการวัตถุประสงค์

สำหรับใช้คำนวณหาปริมาตรและระยะทางสำหรับขนส่งวัตถุดิบ โดยทั้ง 2 สมการนี้จะต้องการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรตัดสินใจ สมการวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขข้อจำกัด โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.2.1 สมการวัตถุประสงค์สำหรับการคำนวณหาปริมาตร

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Parameters):

$$n = \text{จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ}$$

$$V_i = \text{ปริมาตรสินค้าของแต่ละผู้จัดหา } i \text{ (กำหนดให้ } i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$\text{MaxCap} = \text{ปริมาตรรถขนส่งสินค้าสูงสุดต่อรอบ}$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable):

$$Y_i = 1 \text{ เลือกรับสินค้าจากผู้จัดหา } i \text{ และบรรจุลงในเส้นทาง,}$$

$$0 \text{ เลือกไม่รับสินค้าจากผู้จัดหา}$$

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function): ต้องการหาปริมาตรในการขนส่งต่อรอบที่สูงที่สุด

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n V_i Y_i \quad (7)$$

เงื่อนไขข้อจำกัด (Constraints):

1) ผลรวมของปริมาณในการขนส่งจะต้องมีค่า “น้อยกว่าหรือเท่ากับ” ปริมาณการขนส่งสูงสุดต่อรอบ

$$\sum_{i=1}^n V_i Y_i \leq \text{MaxCap} \quad (\text{กำหนดให้ } i = 1, \dots, n) \quad (8)$$

2) สถานะในการเลือกรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบจะต้องมีค่าเป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น

$$Y_i \text{ is binary} \quad (9)$$

หลังจากที่ดำเนินการหาปริมาณสินค้าต่อจำนวนเที่ยวรถ 1 เที่ยวเรียบร้อยแล้ว ทางผู้วิจัยจะดำเนินการ นำจำนวนจุดรับวัตถุดิบของแต่ละเที่ยวรถมาจัดเรียงลำดับการขนส่งในสมการถัดไป เพื่อหาระยะทางที่เหมาะสมที่สุดในการรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาแต่ละราย ซึ่งมีรายละเอียดตามสมการข้อที่ 6.2.2.2

6.2.2.2 สมการวัตถุประสงค์สำหรับการคำนวณหาระยะทาง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (Parameters):

m = จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมด

D_{ij} = ระยะทางจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j

S = จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเส้นทาง

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable) :

$X_{ij} = 1$ เลือกเส้นทางการขนส่งจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j ,

0 ไม่ได้เลือกเส้นทางดังกล่าว

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function): ต้องการหาระยะทางในการขนส่งต่อรอบที่ต่ำที่สุด

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m D_{ij} X_{ij} \quad (10)$$

เงื่อนไขข้อจำกัด (Constraints):

1) การเดินทางออกจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ใดๆ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j ใดๆ จะมีค่าเท่ากับ แสดงว่าจุดหมายปลายทางใด ๆ จะมีจุดเริ่มต้นเพียงจุดเดียวเท่านั้น

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1 \quad (\text{กำหนดให้ } i = 1, \dots, m) \quad (11)$$

2) การเดินทางจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ใดๆ ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j ใดๆ จะมีค่าเท่ากับ แสดงว่าการเดินทางจากจุดเริ่มต้นใด ๆ จะมีจุดหมายปลายทางได้เพียงจุดเดียวเท่านั้น

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1 \quad (\text{กำหนดให้ } j = 1, \dots, m) \quad (12)$$

3) ในการเดินทางแต่ละรอบจะมีได้เพียงเส้นทางเดียวที่ครอบคลุมทุกจุดรับวัตถุดิบจะไม่มี การเกิดเส้นทางย่อย

$$\sum_{i,j} X_{ij} \leq |S|-1 ; S \subset m, 2 \leq |S| \leq m \quad (13)$$

จากสมการวัตถุประสงค์ทั้ง 2 สมการ ซึ่งประกอบด้วยการคำนวณปริมาตรสูงสุดและการหาระยะทางรวมต่ำที่สุดนั้น ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ซึ่งจะนำเสนอผ่านโปรแกรม Excel Solver โดยรายละเอียดจะแสดงในหัวข้อนำเสนอแบบจำลอง

6.2.3 การนำเสนอแบบจำลองโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาโครงสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function) และเงื่อนไขข้อจำกัด (Constraint) สำหรับการคำนวณหาปริมาตรและระยะทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการขนส่งแต่ละเที่ยวเรียบร้อยแล้วนั้น ทางผู้วิจัยได้นำโครงสร้างดังกล่าวมาทดสอบและสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Excel Solver ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองจะแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดแสดงผลการคำนวณปริมาตรสินค้าในแต่ละเที่ยว

Station	Weight	Status
A	13.86	1
B	1.45	1
C	2.18	1
D	0.55	1
E	0.64	1
F	0.36	1
G	1.59	1
H	10.36	1
I	22.55	0

จากตารางดังกล่าว หลังจากที่ได้นำเสนอการวัดอุปสงค์ข้อที่ 2.1 การคำนวณปริมาตรในการขนส่ง พบว่าเส้นทางแรกที่ระบบนำเสนอคือ การขนส่งจากบริษัทการศึกษาไปยังลูกค้า A ถึงลูกค้า H โดยมีเงื่อนไขคือ รถบรรทุก 1 คันสามารถบรรทุกสินค้าได้สูงสุด 31.8 ลบ.ม. ส่วนเส้นทางที่สองคือการขนส่งสินค้าจากบริษัทการศึกษาไปยังลูกค้า I หลังจากนั้น ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลเส้นทางแรกมาดำเนินการจัดเรียงใหม่อีกครั้ง เพื่อหาระยะเวลาที่สั้นที่สุดและขนส่งครอบคลุมทุกผู้จัดหาวัตถุดิบ โดยมีรายละเอียดแสดงในรูปที่ 4

From/To	DC	A	B	C	D	E	F	G	H
DC	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	1	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	1	0
D	0	0	0	1	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1
F	0	0	0	0	0	1	0	0	0
G	0	0	1	0	0	0	0	0	0
H	1	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 4 รายละเอียดแสดงผลการคำนวณระยะทางขนส่งสินค้าในแต่ละเที่ยว

จากผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำสมการวัตถุประสงค์ข้อที่ 2.2 การคำนวณระยะทางในการขนส่งมาประยุกต์ใช้กับการขนส่งในเส้นทางแรก พบว่าโปรแกรมสามารถจำลองเส้นทางในการขนส่งได้เหมาะสมมากขึ้น โดยมีรูปแบบเส้นทางคือ เริ่มต้นเดินทางจากบริษัทกรณีศึกษาเพื่อไปรับวัตถุดิบที่ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และปิดท้ายที่ผู้จัดหา H เป็นรายสุดท้ายก่อนย้อนกลับมาที่บริษัทกรณีศึกษาอีกครั้ง (DC-A-D-C-G-B-F-E-H-DC) ทั้งนี้ สำหรับเส้นทางที่สอง ทางผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการปรับปรุงระยะทางเนื่องจากมีจุดรับวัตถุดิบเพียงจุดเดียว คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ I เมื่อมีการคำนวณปริมาตรและระยะทางเรียบร้อยแล้ว ทางผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์มาสรุปและเปรียบเทียบกับข้อมูลตั้งต้น ซึ่งจะกล่าวถึงในผลการวิจัยต่อไป

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบจำลองเส้นทางขนส่งแบบมิลค์รันระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบและบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ผ่านโปรแกรม Excel Solver ผลปรากฏว่า ปริมาตรการขนส่งในแต่ละเส้นทางเพิ่มมากขึ้นตามความสามารถในการบรรทุกของรถแต่ละคัน ในขณะที่เดียวกันระยะทางรวมของทุกเส้นทางมีขนาดที่สั้นลง เหลือระยะทางเพียง 298.8 กิโลเมตร หรือลดลง 59.8 กิโลเมตรจากระยะทางเดิม รายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดการปรับปรุงเส้นทางขนส่งแบบมิลค์รันโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น

เส้นทางขนส่ง	ปริมาตรการขนส่ง (ลบ.ม.)	จำนวนรอบ/วัน	ระยะทาง
DC-A-D-C-G-B-F-E-H-DC	30.99	1	197.8 Km.
DC-I-DC	22.55	1	101.0 Km.
Total	53.54	2	298.8 Km.

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคค่าประหยัด (Saving Algorithm) ต้นทุนในการขนส่งสินค้าโดยวิธีการคำนวณเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ยังคงมีค่าใช้จ่ายเท่าเดิม เนื่องจากค่าขนส่งในแต่ละเที่ยวจะคำนวณจากปริมาตรในการขนส่งสินค้า และปริมาตรในการขนส่งรวมทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงเส้นทางยังมีปริมาตรเหมือนเดิม ทั้งนี้หากบริษัทปรับกระบวนการคิดต้นทุนในการขนส่งสินค้าโดยนำระยะทางมาใช้ในการคำนวณ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งก็จะมีมูลค่าที่ลดลง เนื่องจากระยะทางรวมที่ลดลง จากข้อมูลเส้นทางของกรณีศึกษา หากบริษัทใช้เส้นทางขนส่งตามการคำนวณเทคนิคค่าประหยัด (Saving Algorithm) บริษัทจะมี

ค่าใช้จ่ายประมาณ 1,582 บาท/เที่ยว แต่ถ้าบริษัทใช้เส้นทางขนส่งตามการคำนวณเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) บริษัทจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,321 บาท/เที่ยว ซึ่งต้นทุนการขนส่งรวมจะลดลงประมาณ 261 บาท/เที่ยว หรือร้อยละ 16.5 หากคำนวณต้นทุนต้นทุนค่าขนส่งรายเดือน บริษัทสามารถประหยัดต้นทุนลงได้ถึงเดือนละ 5,742 บาท (อัตราค่าขนส่งเฉลี่ยอ้างอิงจากกรมการขนส่ง: ราคาน้ำมัน 4.42 บาท/กม. ปริมาตรขนส่งรวม 53.54 ลบ.ม./เที่ยว จำนวนวันทำงานเท่ากับ 22 วัน/เดือน) สำหรับผลการวิจัยดังกล่าว จะพิจารณาเฉพาะระยะทางระหว่างบริษัทการศึกษาและผู้จัดการวัตถุดิบ และปริมาณในการขนส่งแต่ละเที่ยวเท่านั้น แต่จะยังไม่นำข้อมูลในเรื่องของระยะเวลาในการขนส่งแต่ละวันมาคำนวณ เนื่องจากทางบริษัทการศึกษาไม่ได้มีการเปิดเผยข้อมูลดังกล่าว

7. บทสรุป

งานวิจัยดังกล่าวแสดงผลการเปรียบเทียบระยะทางในการขนส่งสินค้าระหว่างผู้จัดการวัตถุดิบและบริษัทการศึกษา โดยงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบการคำนวณระยะทาง 2 แบบ ประกอบด้วย การใช้เทคนิคค่าประหยัด (Saving Algorithm) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคที่หาคำตอบที่เหมาะสมแต่อาจจะไม่ได้ค่าที่ต่ำที่สุด (Heuristic Method) และ การใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น (Integer Linear Programming) ซึ่งเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ใช้สำหรับหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมที่สุด (Exact Method) จากการคำนวณระยะทางทั้ง 2 วิธี พบว่าการใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นสามารถคำนวณระยะทางรวมได้สั้นลงกว่าเทคนิคการหาค่าประหยัด รวมถึงสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งลงร้อยละ 16.5 ต่อการขนส่งหนึ่งเที่ยว นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถนำเสนอให้เห็นว่าการใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการหาเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม รวมถึงการลดต้นทุนค่าขนส่งที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ข้อจำกัดและอุปสรรค

ทั้งนี้ในระหว่างที่มีการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิจัยนั้น ทางผู้วิจัยพบปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนวิธีการขนส่ง ดังนี้

- บางเส้นทางยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนการขนส่งได้ในทันที เนื่องจากผู้จัดการวัตถุดิบหลายราย ไม่ได้ใช้รถในการขนส่งสินค้าเอง บางเส้นทางมีการใช้บริการจากผู้ขนส่งภายนอก ซึ่งมีในเรื่องของข้อสัญญาเช่ารถเข้ามาเกี่ยวข้อง
- หากทางบริษัทตัดสินใจที่จะดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นแทนการใช้เทคนิคการหาค่าประหยัด จะส่งผลให้ปริมาณจุดรับสินค้าจากผู้จัดการวัตถุดิบในเส้นทางแรกจะมีปริมาณมากขึ้น และระยะเวลาในการรับส่งสินค้าจะเพิ่มสูงขึ้น

- ปริมาณการใช้วัตถุดิบของบริษัทมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นหากความต้องการของลูกค้าเปลี่ยนแปลงมาก และปริมาณวัตถุดิบที่กำหนดรับในแต่ละจุดเพิ่มสูงขึ้น เส้นทางที่เคยออกแบบไว้อาจจะไม่สามารถรองรับการขนส่งวัตถุดิบได้
- รูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผู้จัดหาวัตถุดิบมีทั้งรูปแบบบรรจุบนพาเลทและบรรจุลงกล่อง โดยขนาดของกล่องก็จะมีขนาดที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาในการจัดวางสินค้าภายในรถบรรทุก

9. ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้มีการนำเสนอข้อจำกัดและอุปสรรคที่พบในงานวิจัยนั้น ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กรณีแรก สำหรับการให้บริการรถขนส่งจากภายนอก อาจจะต้องรอให้หมดสัญญา ก่อนจึงจะสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งได้
- กรณีที่สอง หากมีการตัดสินใจจัดเส้นทางรถโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้น ทางบริษัทจะต้องเผื่อระยะเวลาสำหรับขนถ่ายสินค้าในแต่ละจุดที่รับสินค้าจากผู้จัดหาด้วย
- กรณีที่สาม ในส่วนของการปริมาณการใช้วัตถุดิบที่เพิ่มสูงขึ้นตามความต้องการของลูกค้า นั้น หากเส้นทางใดมีการเปลี่ยนแปลงมาก อาจจะต้องพิจารณาปรับปรุงเส้นทางให้เกิดความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
- กรณีสุดท้าย สำหรับความแตกต่างในด้านบรรจุภัณฑ์ บริษัทจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการจัดรวมหีบห่อสินค้าให้เป็นมาตรฐานเดียวกันของผู้จัดหาแต่ละราย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการขนถ่ายสินค้ามากที่สุด

นอกจากนี้ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับปรุงเส้นทางขนส่งสินค้า ซึ่งงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะเงื่อนไขระยะทางและปริมาตรที่ใช้ในการขนส่งสินค้าในแต่ละเส้นทาง หากมีการนำงานวิจัยดังกล่าวไปต่อยอดในเรื่องของการคำนวณต้นทุนค่าขนส่ง ควรมีการนำกรอบระยะเวลา (Window time) ในการขนส่งสินค้าและระดับสินค้าคงคลัง ในแต่ละพื้นที่ [14] มาคำนวณเพิ่มเติม เพื่อควบคุมต้นทุนในเรื่องของระยะเวลาที่ดีที่สุด ระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และลดการทำงานของพนักงานขนส่งสินค้าล่วงเวลา

References

- [1] Wangrungwichaisri C. The implementation of Milk Run delivery and vehicle Routing: a case study of automotive parts manufacturing [Master of Supply Chain Management]. Chonburi: Burapha University; 2017. (In Thai)
- [2] Chaismithkul C. Transport routing improvement of Milk-Run transport project [Bachelor of Logistics Management]. Chonburi: Burapha University; 2016. (In Thai)
- [3] Chaiwongsakda N, Ananaue P, Jeenaboonrueang N, Winyangkul S, Sinnarong K, Jakkaew T, et al. Vehicle routing by using a saving algorithm and the traveling salesman problem: a case study of a drinking water factory. Thai Journal of Operations Research 2015;3:51-61. (In Thai)
- [4] Horowitz E, Sahani S, Rajasekaran S. Fundamentals of computer algorithm. 2nd ed. New Jersey: Silicon Press Summit; 2007.
- [5] Patcharalak. Route with local search for planning salesman travelling. Proceeding of the 7th National Conference on Technical Education; 2014 Nov 6; Bangkok, Thailand. Bangkok: NCTechEd07SIT01; 2014. p. 185-92.
- [6] Muangpan T, Wonginta T, Muangpan T. The conceptual framework of motorcycle patrol route: the case study of Samed police station, Chonburi. Journal of Transportation and Logistics 2016;9:30-42. (In Thai)
- [7] Dorigo M, Gambardella LM. Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem. IEEE Transactions on Evolutionary Computation 1997;1:53-66.
- [8] Dantzig GB. Linear programming and extensions. 11th ed. New Jersey: Princeton University Press; 1998.
- [9] Kantasa-ard A. Optimization of the number of relocated automotive spare-part pallets using linear programming model. Proceedings of the 3rd RMUTT Global Business and Economics International Conference; 2017 May 25-26; Pathumthani, Thailand. Pathumthani: RTBEC; 2017. p. 153-63.
- [10] Jaroensuk K. A study of truck fleet management and vehicle routing: a case study of liquid product [Master of Supply Chain Management]. Chonburi: Burapha University; 2017. (In Thai)
- [11] Ferguson TS. Linear programming: a concise introduction [Internet]. 2000 [cited 2017 Nov 1]. Available from: <https://www.math.ucla.edu/~tom/LP.pdf>

- [12] Toshinori N, Katsuhiko H, Masataka H. Milk-Run logistics by Japanese automobile manufacturers in Thailand. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2010;2:5980-9.
- [13] Tuomola E. Introducing an effective inbound logistics concept to the automotive industry: Preparing a Milk-Run transportation plan for Valmet Automotive Ltd [Bachelor of International Business]. Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences; 2014.
- [14] Moura D. Characterization and analysis of one collecting scheduling system of parts, Milk Run, in the Brazilian automotive industry [Bachelor of Naval Engineering]. São Paulo: Escola Politécnica; 2000.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ฐิติมา วงศ์อินตา อาจารย์ สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 169 ถ.ลพดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 โทรศัพท์ 084-9327775 อีเมลล์ t_wonginta@hotmail.com
Interested Field: Transportation and Traffic Engineering



อนิรุทธ์ ชันธสะอาด อาจารย์ สาขาการค้ำระหว่างประเทศ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 169 ถ.ลพดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 โทรศัพท์ 086-8587863 อีเมลล์ anirutka@gmail.com
Interested Field: Operation Research and Supply Chain Management



ชุตินา หวังรุ่งชัยศรี นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 169 ถ.ลพดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 อีเมลล์ chutima.numwan@gmail.com
Interested Field: Logistics and Supply Chain Management