

SAC-01-048

การจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์เข้าสู่กระบวนการผลิต
ในอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด
Transportation Route Planning for Automotive Accessory Parts into the
Manufacturing Process in the Automotive Industry Using the Saving Algorithm

ศาสตราจารย์พรเวียง^{1*} และ ชมพูนุท อ่ำช้าง²

Sasawat Ponwiang^{1*} and Chompoonut Amchang²

สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,2}

Department of Logistics and Supply Chain Management, Faculty of Logistics, Burapha University^{1,2}

e-mail: sasawat.p1@gmail.com¹, chompoonut@go.buu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาและวิเคราะห์การจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ระหว่างโรงงานในเครือของบริษัทกรณีศึกษา และ (2) เปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทาง โดยประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke และ Wright (1964) การศึกษาใช้ข้อมูลการขนส่งจริงระหว่างโรงงานในเครือ 4 แห่ง ในจังหวัดระยอง ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ผลการวิจัยพบว่าเส้นทางเดิมเป็นการวิ่งรับส่งแยกเป็นรายคู่โรงงาน รวม 4 เที่ยว มีระยะทางรวม 26 กิโลเมตร และใช้เวลาเดินทางรวม 37 นาที เมื่อประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ได้เส้นทางที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการศึกษา คือ 1-2-3-5-1 ทำให้ระยะทางลดลงเหลือ 13 กิโลเมตร หรือลดลงร้อยละ 50 เวลาเดินทางลดลงร้อยละ 50 และจำนวนเที่ยววิ่งลดลงจาก 4 เที่ยว เหลือ 1 เที่ยวต่อรอบ ด้านต้นทุน พบว่าต้นทุนค่าขนส่งต่อรอบลดลงจาก 9,000 บาท เหลือ 3,900 บาท ประหยัดได้ 5,100 บาทต่อรอบ หรือร้อยละ 56.67 คิดเป็นเงินประมาณ 673,200 บาทต่อปี ภายใต้สมมติฐานว่าความถี่ในการขนส่งใกล้เคียงกับช่วงเวลาการศึกษา

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางขนส่ง อัลกอริทึมแบบประหยัด ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ต้นทุนการขนส่ง อุตสาหกรรมยานยนต์

Abstract

This quantitative research aimed to (1) study and analyze transportation route planning for automotive accessory parts among affiliated factories of a case-study company and (2) compare transportation costs before and after route planning by applying the Saving Algorithm of Clarke and Wright (1964). The study used actual transportation records among four affiliated factories in Rayong Province from October to December 2022. The results showed that the original routing consisted of four separate back-and-forth trips between factory pairs, with a total distance of 26 kilometers and a total travel time of 37 minutes. After applying the Saving Algorithm, an appropriate route under the study conditions, 1-2-3-5-1, was obtained. The distance was reduced to 13 kilometers, or 50 percent, travel time was reduced by 50 percent, and the number of trips decreased from four to one per round. Transportation cost per round decreased from 9,000 baht to 3,900 baht, saving 5,100 baht per round or 56.67 percent, equivalent to approximately 673,200 baht per year under the assumption that the transportation frequency remained close to the study period.

Keywords: Transportation Routing, Saving Algorithm, Vehicle Routing Problem, Transportation Cost, Automotive Industry

บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง ผู้ประกอบการจึงให้ความสำคัญกับการบริหารต้นทุนตลอดห่วงโซ่อุปทานโดยเฉพาะต้นทุนด้านโลจิสติกส์และการขนส่ง ซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการแข่งขันขององค์กร การวางแผนการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดต้นทุน ลดความซ้ำซ้อนของการดำเนินงาน และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อกระบวนการผลิตในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์ การผลิตมักต้องอาศัยการส่งมอบชิ้นส่วนระหว่างโรงงานอย่างต่อเนื่องและตรงเวลา เพื่อให้สายการผลิตดำเนินไปได้โดยไม่หยุดชะงัก การขนส่งภายในระหว่างโรงงานในเครือจึงเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นซ้ำและมีความถี่สูง หากการวางแผนเส้นทางไม่มีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งด้านเวลา ระยะเวลา และต้นทุนสะสมเป็นจำนวนมากในระยะยาว การปรับปรุงเส้นทางการขนส่งภายในจึงเป็นโอกาสสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและลดต้นทุนรวมขององค์กร

บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง โดยมีการขนส่งชิ้นส่วนระหว่างโรงงานในเครือ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิต และการประกอบในขั้นตอนถัดไป จากการศึกษากระบวนการขนส่งปัจจุบันพบว่า การจัดเส้นทางยังอาศัยประสบการณ์ของพนักงานเป็นหลัก และยังไม่มีการนำเครื่องมือเชิงปริมาณมาช่วยวางแผนอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้เกิดการวิ่งรถซ้ำซ้อน การรับ-ส่งสินค้า ไม่เต็มประสิทธิภาพของเที่ยววิ่ง และมีต้นทุนค่าขนส่งสูงเกินความจำเป็น

นอกจากนี้ ข้อมูลบันทึกการขนส่งช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ยังพบการใช้การขนส่งพิเศษ (Premium Freight) รวมประมาณ 1,594,191 บาท หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 44 ของค่าขนส่งทั้งหมด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการวางแผนเส้นทางที่ยังไม่มีประสิทธิภาพอาจก่อให้เกิดต้นทุนแฝงที่มีนัยสำคัญต่อองค์กร

การวางแผนเส้นทางการขนส่งอย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการมีการขนส่งระหว่างหลายโรงงานอย่างสม่ำเสมอ การนำแบบจำลองและวิธีการเชิงปริมาณมาช่วยในการตัดสินใจ จะทำให้สามารถกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมได้อย่างมีหลักการ ลดการพึ่งพาประสบการณ์ส่วนบุคคล และทำให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจสอบและทำซ้ำได้ ซึ่งปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษายังไม่มีการนำเครื่องมือดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ จึงเป็นช่องว่างที่งานวิจัยนี้มุ่งเติมเต็ม

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke และ Wright (1964) ซึ่งเป็นวิธีเชิงฮิวริสติกที่ใช้งานง่ายและคำนวณได้รวดเร็ว เหมาะกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ขนาดเล็ก มาวิเคราะห์และจัดเส้นทางขนส่งระหว่างโรงงานในเครือใหม่ เพื่อลดระยะเวลา เวลา และต้นทุนค่าขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่เหมาะสม
2. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา มุ่งเน้นการจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ระหว่างโรงงานในเครือ โดยประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke และ Wright (1964) เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์
2. ขอบเขตด้านพื้นที่ ศึกษาเฉพาะโรงงานในเครือ 4 แห่ง ของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง
3. ขอบเขตด้านระยะเวลาและข้อมูล ใช้ข้อมูลการขนส่งจริงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565
4. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา พิจารณาเปรียบเทียบระยะเวลา เวลาในการเดินทาง จำนวนเที่ยววิ่ง และต้นทุนค่าขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทาง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมระหว่างโรงงานในเครือของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งช่วยลดระยะเวลา เวลา และจำนวนเที่ยววิ่ง
2. ทราบผลการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทางอันเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงบริหาร
3. ได้แนวทางการวางแผนเส้นทางการขนส่งอย่างเป็นระบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขนส่งเส้นทางอื่นของบริษัทได้
4. เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการอื่นในอุตสาหกรรมยานยนต์ในการนำวิธีเชิงปริมาณมาประยุกต์ใช้เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังนี้

การจัดเส้นทางขนส่ง หมายถึง การกำหนดลำดับการเดินรถจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดส่งสินค้าต่าง ๆ และกลับสู่จุดเริ่มต้น เพื่อให้ระยะทางและต้นทุนรวมต่ำที่สุด

จุดศูนย์กลาง (Depot) หมายถึง โรงงานที่กำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเดินรถ ซึ่งในการศึกษานี้คือโรงงานที่ 1

จุดส่งสินค้า (Node) หมายถึง โรงงานปลายทางที่รถต้องเข้าไปรับหรือส่งสินค้าซึ่งในการศึกษานี้คือโรงงานที่ 2, 3 และ 5

ค่าความประหยัด (Saving) หมายถึง ระยะทางที่ลดลงเมื่อรวมจุดส่งสองจุดไว้ในเส้นทางเดียวกัน เมื่อเทียบกับการวิ่งแยกไปยังแต่ละจุด

การขนส่งพิเศษ (Premium Freight) หมายถึง การขนส่งเร่งด่วนที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าปกติซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อการวางแผนการขนส่งตามปกติไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทัน

ต้นทุนค่าขนส่ง หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเดินรถในแต่ละรอบซึ่งในการศึกษานี้พิจารณาในหน่วยบาทต่อรอบการจัดส่ง

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาที่มุ่งหาเส้นทางเดินรถจากจุดศูนย์กลาง (Depot) ไปยังจุดให้บริการต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ระยะทางหรือต้นทุนรวมต่ำที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของยานพาหนะและเงื่อนไขการให้บริการการจัดเส้นทางขนส่งที่ช่วยลดระยะทาง ลดจำนวนเที่ยววิ่ง และลดต้นทุนค่าขนส่งโดยรวม รัทธร ธาราศักดิ์ (2559)

แนวคิดเรื่องการจัดเส้นทางยานพาหนะได้รับการนำเสนอครั้งแรกโดย Dantzig และ Ramser (1959) ในชื่อปัญหาการจัดรถบรรทุก (The Truck Dispatching Problem) ซึ่งเป็นการขยายปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ให้ครอบคลุมการใช้ยานพาหนะหลายคันและข้อจำกัดด้านความจุ ต่อมาปัญหา VRP ได้ถูกพัฒนาออกเป็นหลายรูปแบบ เช่น ปัญหาการจัดเส้นทางที่มีข้อจำกัดด้านความจุ (Capacitated VRP) และปัญหาการจัดเส้นทางที่มีกรอบเวลาในการให้บริการ (VRP with Time Windows) เพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการดำเนินงานที่หลากหลายในทางปฏิบัติ

วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ของ Clarke และ Wright (1964) เป็นวิธีเชิงฮิวริสติกที่ใช้แก้ปัญหา VRP โดยมีแนวคิดว่าการรวมจุดส่งสองจุดที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ในเส้นทางเดียวกัน จะช่วยลดระยะทางการวิ่งกลับไปกลับมาระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดส่งได้ ค่าความประหยัด (Saving) ระหว่างจุด i และจุด j คำนวณจากสมการที่ (1) $S(i,j) = C(D,i) + C(D,j) - C(i,j)$ โดย C คือระยะทางระหว่างจุด และ D คือจุดศูนย์กลาง จากนั้นจึงนำค่าความประหยัดที่เป็นบวกมาจัดลำดับจากมากไปน้อย แล้วทยอยรวมจุดส่งเข้าด้วยกันตามเงื่อนไขว่า จุดที่นำมารวมต้องอยู่ที่ปลายเส้นทาง ไม่ทำให้เกิดวงรอบย่อย และปริมาณรวมไม่เกินความจุของยานพาหนะ จุดส่งที่มีค่าความประหยัดสูงจะมีโอกาสช่วยลดระยะทางได้มาก จึงพิจารณารวมก่อน

วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดมีข้อดีคือ มีขั้นตอนการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และใช้เวลาในการประมวลผลน้อย จึงเหมาะกับการนำไปใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนาดเล็กถึงขนาดกลางในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปการดำเนินการของวิธีนี้สามารถทำได้ทั้งแบบขนาน (Parallel) ที่พิจารณารวมเส้นทางพร้อมกันหลายคู่ และแบบลำดับ (Sequential) ที่สร้างทีละเส้นทางจนสมบูรณ์ก่อนเริ่มเส้นทางใหม่ การศึกษานี้ใช้แนวทางการพิจารณารวมเส้นทางตามลำดับค่าความประหยัดจากมากไปน้อยเป็นหลัก

เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมีความซับซ้อนสูง และจำนวนทางเลือกของเส้นทางจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อจำนวนจุดส่งเพิ่มขึ้น การหาคำตอบที่ดีที่สุดเชิงทฤษฎี (Exact Method) จึงใช้เวลาและทรัพยากรในการคำนวณสูง วิธีเชิงฮิวริสติก (Heuristic) เช่น วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด จึงเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสามารถให้คำตอบที่ดีและใกล้เคียงคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution) ภายในเวลาอันสั้น และเพียงพอต่อการนำไปใช้ตัดสินใจในทางปฏิบัติ

ในด้านต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนค่าขนส่งโดยทั่วไปประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เช่น ค่าเสื่อมราคายานพาหนะและค่าจ้างพนักงานขับรถ และต้นทุนผันแปร (Variable Cost) เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่แปรผันตามระยะทาง นอกจากนี้ โครงสร้างค่าขนส่งของผู้ประกอบการจำนวนมากยังมีค่าฐานต่อเที่ยว (Cost per Trip) ดังนั้น การลดจำนวนเที่ยววิ่งจึงส่งผลให้ต้นทุนรวมลดลงในสัดส่วนที่สูง การจัดเส้นทางที่ช่วยรวมเที่ยววิ่งจึงเป็นแนวทางสำคัญในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ขององค์กร

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รัทธร ธาราศักดิ์ (2559) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคมิลค์รัน (Milk-Run) ในการขนส่งวัตถุดิบของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งเป็นแนวคิดการรวมการรับส่งสินค้าจากหลายจุดไว้ในรอบการเดินรถเดียวกัน เพื่อลดจำนวนเที่ยววิ่งและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้นายพาหนะ ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของการจัดเส้นทางแบบรวมจุดส่งในงานวิจัยนี้ที่มุ่งลดระยะทางและต้นทุนค่าขนส่งโดยการรวมการจัดส่งให้โรงงานปลายทางหลายแห่งไว้ในรอบเดียว

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้ข้อมูลการขนส่งจริงระหว่างโรงงานในเครือ 4 แห่ง ได้แก่ โรงงานที่ 1, 2, 3 และ 5 ของบริษัทการศึกษาในจังหวัดระยอง ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ระยะทางระหว่างจุดได้จากการวัดระยะทางการเดินทางจริงด้วย Google Maps โดยใช้มาตรฐานเดียวกันทั้งหมด และนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความประหยัดตามหลักการของ Saving Algorithm โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์เส้นทางการขนส่งปัจจุบันของบริษัท เพื่อหาระยะทาง เวลา จำนวนเที่ยววิ่ง และต้นทุนค่าขนส่ง
2. กำหนดให้โรงงานที่ 1 เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเดินทาง (Depot) และโรงงานที่ 2, 3 และ 5 เป็นจุดส่งสินค้า (Node) ตามลักษณะการดำเนินงานจริง
3. สร้างคำตอบเริ่มต้นโดยให้แต่ละจุดส่งมีเส้นทางของตนเองในรูปแบบ D-i-D แล้วกำหนดระยะทางระหว่างจุดทุกคู่
4. คำนวณค่าความประหยัดของทุกคู่จุดส่งจากสมการที่ (1) และจัดลำดับค่าความประหยัดจากมากไปน้อย
5. ทอยรวมเส้นทางตามลำดับค่าความประหยัดภายใต้เงื่อนไขด้านปลายเส้นทาง การไม่เกิดวงรอบย่อย และความจุของยานพาหนะ จนได้เส้นทางที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการศึกษา
6. เปรียบเทียบระยะทาง เวลา จำนวนเที่ยววิ่ง และต้นทุนค่าขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทาง

ในการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่ง ผู้วิจัยใช้ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งต่อเที่ยวและต่อรอบจากบันทึกค่าใช้จ่ายจริงของบริษัท โดยคำนวณต้นทุนรวมของการขนส่งแบบเดิมจากผลรวมของทุกเที่ยววิ่ง และเปรียบเทียบกับต้นทุนของเส้นทางที่จัดใหม่ซึ่งรวมการจัดส่งไว้ในรอบเดียว จากนั้นจึงประมาณการผลประหยัดในภาพรวมโดยอ้างอิงจำนวนรอบการจัดส่งที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาที่ศึกษา

ระยะทางระหว่างโรงงานในเครือทั้ง 4 แห่ง ที่ได้จากการวัดด้วย Google Maps แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณค่าความประหยัดและการจัดเส้นทาง

ตารางที่ 1

ระยะทางระหว่างโรงงานในเครือ (กิโลเมตร)

โรงงาน	1 (Depot)	2	3	5
1 (Depot)	-	3.10	8.00	1.85
2	3.10	-	3.60	2.00
3	8.00	3.60	-	4.45
5	1.85	2.00	4.45	-

ที่มา: จากการวัดระยะทางด้วย Google Maps

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เส้นทางการขนส่งปัจจุบัน พบว่าบริษัทดำเนินการขนส่งแบบวิ่งรับ-ส่งแยกเป็นรายคู่โรงงานแบบไปและกลับรวม 4 เที่ยว มีระยะทางรวม 26 กิโลเมตร และใช้เวลาเดินทางรวม 37 นาที ทำให้รถต้องวิ่งผ่านเส้นทางเดิมซ้ำกันหลายครั้ง ส่งผลให้เกิดระยะทางและเวลาที่มากเกินความจำเป็น รายละเอียดของเส้นทางการขนส่งแบบเดิมแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

เส้นทางและระยะทางการขนส่งแบบเดิม (ก่อนปรับปรุง)

เที่ยวที่	เส้นทาง	ระยะทางไป-กลับ (กม.)
1	1-2-1	6.2
2	2-3-2	7.2
3	3-5-3	8.9
4	5-1-5	3.7
รวม	-	26.0

เมื่อกำหนดค่าความประหยัดของแต่ละคู่จุดส่งตามสมการที่ (1) พบว่าคู่วางงานที่ (2, 3) มีค่าความประหยัดสูงสุดเท่ากับ 7.50 กิโลเมตร รองลงมาคือคู่ (3, 5) เท่ากับ 5.40 กิโลเมตร และคู่ (2, 5) เท่ากับ 2.95 กิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ผลการคำนวณค่าความประหยัด (Saving) ของแต่ละคู่จุดส่ง

คู่จุดส่ง (i, j)	การคำนวณ $S(i,j) = C(D,i) + C(D,j) - C(i,j)$	ค่าความประหยัด (กม.)	อันดับ
(2 , 3)	$3.10 + 8.00 - 3.60$	7.50	1
(3 , 5)	$8.00 + 1.85 - 4.45$	5.40	2
(2 , 5)	$3.10 + 1.85 - 2.00$	2.95	3

เมื่อพิจารณารวมเส้นทางตามลำดับค่าความประหยัดจากมากไปน้อย เริ่มจากคู่ (2, 3) ที่มีค่าความประหยัดสูงสุด ทำให้เกิดเส้นทางย่อย 2-3 จากนั้นพิจารณาคู่ (3, 5) ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับปลายเส้นทางที่จุด 3 ได้ จึงขยายเป็นเส้นทาง 2-3-5 และเมื่อเชื่อมจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเข้ากับ Depot (โรงงานที่ 1) จึงได้เส้นทางขนส่งที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการศึกษา คือ 1-2-3-5-1 ซึ่งรวมการจัดส่งสินค้าให้โรงงานปลายทางไว้ในรอบเดียว มีระยะทางรวม 13 กิโลเมตร และใช้เวลาเดินทางประมาณ 18.5 นาที โดยคู่ (2, 5) ไม่ถูกนำมารวมเพิ่ม เนื่องจากจุดทั้งสองไม่ได้อยู่ที่ปลายเส้นทางในขั้นตอนการพิจารณานั้น ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการจัดเส้นทางแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการขนส่งก่อนและหลังการจัดเส้นทาง

ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง	ร้อยละ
ระยะทาง (กม./รอบ)	26.0	13.0	13.0	50.00
เวลาเดินทาง (นาที/รอบ)	37.0	18.5	18.5	50.00
ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท/รอบ)	9,000	3,900	5,100	56.67
จำนวนเที่ยววิ่ง (เที่ยว/รอบ)	4	1	3	75.00

ด้านต้นทุนค่าขนส่ง พบว่าการขนส่งแบบเดิมมีต้นทุนรวม 9,000 บาทต่อรอบในขณะที่การขนส่งแบบใหม่ที่มีการรวมการจัดส่งโรงงานปลายทางไว้ในเที่ยวเดียวมีต้นทุนเพียง 3,900 บาทต่อรอบ ประหยัดได้ 5,100 บาทต่อรอบ หรือคิดเป็นร้อยละ 56.67 เมื่อพิจารณาจากบันทึกการขนส่งจริงซึ่งพบการจัดส่งรอบรวมประมาณ 33 รอบในช่วง 3 เดือนที่ศึกษา หากบริษัทเปลี่ยนมาใช้การจัด

เส้นทางแบบรวมแทนการวิ่งแยกทุกครั้ง จะประหยัดต้นทุนได้ประมาณ 168,300 บาทต่อ 3 เดือน หรือประมาณ 673,200 บาทต่อปี ภายใตสมมติฐานว่าความถี่ในการขนส่งใกล้เคียงกับช่วงที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาผลประหยัดในเชิงปริมาณ การประหยัดต้นทุน 5,100 บาทต่อรอบ เมื่อคูณด้วยจำนวนรอบการจัดส่งที่รวมเส้นทางได้ประมาณ 33 รอบในช่วง 3 เดือน จะคิดเป็นผลประหยัดประมาณ 168,300 บาท และเมื่อประมาณการตลอดทั้งปีภายใต้สมมติฐานว่าความถี่ในการขนส่งใกล้เคียงกับช่วงที่ศึกษา จะคิดเป็นผลประหยัดประมาณ 673,200 บาทต่อปีซึ่งเป็นจำนวนเงินที่มีนัยสำคัญต่อการบริหารต้นทุนของบริษัท ทั้งนี้ ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจริงอาจแปรผันตามจำนวนรอบและปริมาณสินค้าในแต่ละช่วงเวลา

นอกจากนี้ การลดจำนวนเที่ยววิ่งยังมีแนวโน้มช่วยลดความจำเป็นในการใช้การขนส่งพิเศษ (Premium Freight) ซึ่งเป็นต้นทุนแฝงที่สูงได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากการวางแผนเส้นทางแบบรวมช่วยให้การใช้รถในแต่ละรอบมีความต่อเนื่องมากขึ้น และลดการเรียกรถเพิ่มเติมในกรณีที่สามารถรวมเที่ยววิ่งได้

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยตอบวัตถุประสงค์ทั้งสองข้อ กล่าวคือ การประยุกต์ใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดทำให้ได้เส้นทางขนส่งที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการศึกษา คือ 1-2-3-5-1 ซึ่งรวมการจัดส่งให้โรงงานปลายทางไว้ในรอบเดียว ช่วยลดระยะทางจาก 26 กิโลเมตร เหลือ 13 กิโลเมตร หรือลดลงร้อยละ 50 ลดเวลาเดินทางจาก 37 นาที เหลือประมาณ 18.5 นาที หรือลดลงร้อยละ 50 และลดจำนวนเที่ยววิ่งจาก 4 เที่ยว เหลือ 1 เที่ยวต่อรอบ หรือลดลงร้อยละ 75

ในด้านต้นทุน พบว่าต้นทุนค่าขนส่งต่อรอบลดลงจาก 9,000 บาท เหลือ 3,900 บาท ประหยัดได้ 5,100 บาทต่อรอบ หรือร้อยละ 56.67 หากพิจารณาความถี่ในการขนส่งจากข้อมูลช่วงที่ศึกษา จะคิดเป็นเงินประหยัดประมาณ 168,300 บาทต่อ 3 เดือน หรือประมาณ 673,200 บาทต่อปี ภายใตสมมติฐานว่าความถี่ในการขนส่งใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่ศึกษา

การอภิปรายผล

ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของ Clarke และ Wright (1964) ที่อธิบายว่า การรวมจุดส่งที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ในเส้นทางเดียวกันช่วยลดระยะทางการวิ่งกลับไปกลับมาระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดส่งได้ ในกรณีศึกษานี้ โรงงานในเครือข่าย 4 แห่งตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน การวิ่งแยกเป็นรายคู่โรงงานแบบเดิมจึงทำให้รถต้องกลับมายังจุดเริ่มต้นซ้ำหลายครั้ง เมื่อรวมจุดส่งทั้งหมดไว้ในรอบเดียว รถจึงวิ่งผ่านแต่ละช่วงถนนอย่างต่อเนื่องมากขึ้น ทำให้ระยะทางและเวลาลดลงอย่างชัดเจน

ต้นทุนค่าขนส่งลดลงในสัดส่วนสูงกว่าการลดลงของระยะทาง เนื่องจากโครงสร้างค่าขนส่งของบริษัทมีค่าฐานต่อเที่ยว เมื่อรวมการจัดส่งหลายจุดไว้ในเที่ยวเดียว จึงลดจำนวนครั้งของค่าขนส่งที่ต้องจ่ายซ้ำในแต่ละรอบ ส่งผลให้ต้นทุนต่อรอบลดลงมากกว่าการลดระยะทางเพียงอย่างเดียว ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดด้านการลดจำนวนเที่ยววิ่งและการใช้ทรัพยากรขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุด (ธวัช ธาราศักดิ์, 2559)

ในเชิงการบริหารจัดการ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการนำวิธีเชิงปริมาณมาใช้ในการวางแผนเส้นทางขนส่งสามารถสร้างผลประหยัดที่เป็นรูปธรรมได้ โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนในทรัพยากรเพิ่มเติม เพียงแต่ปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเส้นทางจากการอาศัยประสบการณ์มาเป็นการคำนวณอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ การลดจำนวนเที่ยววิ่งยังส่งผลดีต่อการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมขององค์กรในปัจจุบัน

ข้อสังเกตที่สนับสนุนความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย คือ เส้นทางรวม 1-2-3-5-1 ปรากฏอยู่จริงในบันทึกการขนส่งของบริษัทประมาณ 33 ครั้งในช่วงที่ศึกษา จึงสามารถยืนยันได้ว่าเส้นทางดังกล่าวสามารถดำเนินการได้จริงด้วยรถทรานเฟอร์ที่บริษัทใช้อยู่ และอยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของยานพาหนะ อย่างไรก็ตาม วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดเป็นวิธีเชิงฮิวริสติกที่ให้คำตอบที่ดีและใกล้เคียงคำตอบที่เหมาะสมที่สุดภายในเวลาอันสั้น แต่ไม่รับประกันว่าเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในเชิงทฤษฎี ดังนั้น ผลการศึกษานี้จึงควรใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและปรับปรุงการขนส่งภายใต้เงื่อนไขของบริษัทกรณีศึกษา

ข้อเสนอแนะ

บริษัทควรนำเส้นทางขนส่งแบบรวม 1-2-3-5-1 ไปใช้เป็นแนวทางมาตรฐานในการวางแผนการขนส่งระหว่างโรงงานในเครือ แทนการวิ่งรับ-ส่งแยกเป็นรายคู่โรงงาน โดยควรตรวจสอบปริมาณสินค้าในแต่ละรอบก่อนจัดเที่ยววิ่ง หากปริมาณสินค้าเกินความจุของรถ ควรแบ่งการจัดส่งออกเป็นหลายเที่ยวตามความเหมาะสม นอกจากนี้ การวางแผนเส้นทางอย่างเป็นระบบยังช่วยลดความจำเป็นในการใช้การขนส่งพิเศษ (Premium Freight) ซึ่งเป็นต้นทุนแฝงที่สูง

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำเงื่อนไขด้านกรอบเวลาในการรับ-ส่งสินค้า (Time Window) ปริมาณสินค้าในแต่ละรอบ และข้อจำกัดด้านความจุของยานพาหนะมาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อให้แบบจำลองใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากยิ่งขึ้น รวมทั้งควร

เปรียบเทียบผลของวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดกับวิธีอื่น เช่น วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) หรือวิธีหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Exact Method) และควรขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมโรงงานอื่นหรือซัพพลายเออร์ภายนอก เพื่อให้การจัดเส้นทางครอบคลุมการขนส่งทั้งระบบของบริษัท

เอกสารอ้างอิง

ธภัทร ธาราคักดี. (2559). การประยุกต์ใช้เทคนิคมัลครันในการขนส่งวัตถุดิบของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ [วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.

Clarke, G., & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12(4), 568–581. <https://doi.org/10.1287/opre.12.4.568>

Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science*, 6(1), 80–91. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.1.80>