

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการโลจิสติกส์ของธุรกิจแก๊สอุตสาหกรรม:
กรณีศึกษา บริษัท แก๊สอุตสาหกรรม แห่งหนึ่ง

An Increase of Efficiency of Logistics Process of An Industrial Gas Business:

A Case Study of An Industrial Gas Company

ธนากร รอดเจริญ^{1*} และบุญเลิศ วงศ์เจริญแสงศิริ¹

Thanakorn Rodcharoen^{1} and Boonlert Wongcharoensangsiri¹*

Received 6 June 2023, Revised 27 July 2023, Accepted 10 August 2023

ABSTRACT

The main objective of this research is to study an enhance of the efficiency of transportation using theories related to the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) by conducting experiments that involve changing the truck types and adjusting the delivery time window. The Clarke & Wright's Savings Algorithm was employed to find the most suitable and efficient routes, and the results of the experiments were analyzed and compared with the current operational processes.

The research findings indicate that increasing the sizes of the trucks, which lead to reduced transportation costs per delivered quantity over shorter distances can result in cost savings of up to 20%. This is achieved under the condition that all customers permit the use of larger trucks for safe delivery.

Furthermore, expanding the delivery time window is a factor that contributes to increased transportation efficiency. By extending the delivery time to 3, 5, and 7 days, it is possible to achieve overall cost savings of up to 30%, 41%, and 46% respectively. These savings are achieved under the condition that the product level on the delivery date must not fall below the level that can be maintained in the gas supply system at the customers' location.

The main practice of this research is to maintain the product level on the day of refueling at a minimum of 30% of the maximum tank capacity. This is achieved by adjusting the delivery time to achieve greater long-term cost savings and improve transportation efficiency in the short term. Therefore, this research enhances the management of vehicle routing and delivery planning, allowing for potential improvements to the current operational processes.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Clarke & Wright's Savings Algorithm, Industrial Gas

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาและเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนัก (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) โดยการทดลองเปลี่ยนประเภทของรถบรรทุกและปรับช่วงเวลาในการส่งมอบสินค้า เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการนำแนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright (Clarke & Wright's Savings Algorithm) มาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดลองกับกระบวนการที่ใช้ปัจจุบัน

^{1*} คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

Faculty of Business Administration, Panyapiwat Institute of Management, Pakkred, Nonthaburi 11120, Thailand.

* Corresponding author: Tel.08-6361-5729, E-mail address: t.rodcharoen@gmail.com

ผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนชนิดของรถบรรทุกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่อปริมาณสินค้าที่ส่งต่อระยะทางขนส่งที่น้อยลงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าได้ถึง 20% ภายใต้เงื่อนไขที่ลูกค้าทุกรายอนุญาตให้รถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าส่งสินค้าได้อย่างปลอดภัย

นอกจากนี้การขยายช่วงเวลาในการส่งสินค้า (Time Window) เป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้า เนื่องจากสามารถมีเวลาในการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้ามากขึ้น และใช้หลักการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright โดยการขยายระยะเวลาการส่งสินค้าให้เป็น 3 วัน, 5 วัน, และ 7 วัน สามารถประหยัดค่าขนส่งโดยรวมได้ถึง 30%, 41%, และ 46% ตามลำดับ ภายใต้เงื่อนไขที่ระดับสินค้าในวันส่งมอบต้องไม่ต่ำกว่าระดับสินค้าที่สามารถรักษาได้ในระบบจ่ายแก๊สที่ลูกค้า

หลักการปฏิบัติงานของงานวิจัยนี้คือรักษาระดับสินค้าในวันที่ไปเติมสินค้าให้ไม่ต่ำกว่า 30% ของความจุสูงสุดของถัง โดยการปรับเวลาการส่งสินค้าเพื่อให้สามารถประหยัดค่าขนส่งโดยรวมได้มากขึ้นในระยะยาว และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าได้ในระยะสั้นๆ ดังนั้นผลงานวิจัยนี้ช่วยให้การจัดการเส้นทางเดินรถบรรทุกและการวางแผนการส่งสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถปรับปรุงกระบวนการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทาง อัลกอริทึมแบบประหยัดของ Clarke-Wright แก๊สอุตสาหกรรม

คำนำ

โลจิสติกส์และการขนส่ง เป็นสองส่วนที่สำคัญมากของบริการขนส่งและกระจายสินค้า ซึ่งมีความหมายแตกต่างกัน การขนส่งคือการเคลื่อนย้ายสินค้า ส่วนโลจิสติกส์คือการจัดการ การขนส่งสินค้าเข้าและขาออกจากผู้ผลิตไปยังผู้ใช้ปลายทาง คำเหล่านี้มักใช้แทนกันได้ แต่เป็นสองคำที่ต่างกัน ในมุมมองของห่วงโซ่อุปทานโลจิสติกส์และการขนส่งเกี่ยวข้องกับการรับผลิตภัณฑ์และบริการจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง แม้ว่าบางครั้งคำว่าโลจิสติกส์และการขนส่งจะใช้แทนกันได้ แต่โลจิสติกส์นั้นมีขอบเขตที่กว้างมากกว่า เพราะรวมไปถึงการจัดการเก็บ การขนส่ง การบรรจุสินค้า และการบริหารจัดการ ซึ่งกว้างกว่าการขนส่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนย้ายผลิตภัณฑ์จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง (คำนาย, 2551) สำหรับอุตสาหกรรมโลจิสติกส์นั้นได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและการกระจายสินค้าผ่านการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันของภาคธุรกิจและองค์กรประกอบสำคัญในห่วงโซ่โลจิสติกส์คือระบบขนส่ง (Transportation) โดยการขนส่งเป็นต้นทุนหลักถึง หนึ่งในสาม ของต้นทุนรวมโลจิสติกส์ ซึ่งต้นทุนการขนส่งถือว่ามีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์อย่างมาก (Chang, 1998)

เมื่อกลับมามองประเด็นในประเทศไทย การเพิ่มประสิทธิภาพทางโลจิสติกส์นั้นเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะถือเป็นหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ซึ่งจำเป็นต้องยกระดับผลิตและการใช้นวัตกรรมในทั้งนี้ โดยมีความมุ่งหวังในการปฏิรูปโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ โดยหนึ่งในตัวชี้วัดความสำเร็จคือ การทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศลดลง (ร่างกรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี, 2563) และจากรายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2562 พบว่าการขนส่งสินค้าทางถนนยังคงเป็นรูปแบบการขนส่งหลักของประเทศ คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 78.3 รองลงมาได้แก่ การขนส่งสินค้าทางชายฝั่งทะเลและลำน้ำภายในประเทศ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10.6 และ 9.3 ตามลำดับ ในขณะที่การขนส่งสินค้าทางรางและทางอากาศมีสัดส่วนค่อนข้างน้อย คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.7 และ 0.1 ตามลำดับ

อุตสาหกรรมแก๊สอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ แก๊สไนโตรเจน นั้นถือว่าเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยมีกลุ่มลูกค้ากระจายอยู่ทั่วประเทศไทยจำนวนมาก และต้องพึ่งพากระบวนการทางโลจิสติกส์

เป็นอย่างมาก โดยมีรูปแบบการส่งมอบผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ซึ่งการส่งมอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละวิธีจะมีต้นทุนการขนส่งที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้การเลือกรูปแบบที่ใช้ขนส่งก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม จำต้องพิจารณาหลายปัจจัยเข้าด้วยกัน ได้แก่ ต้นทุนค่าเช่ารถของผู้ใช้งาน ปริมาณการใช้งาน

โดยทั่วไปจะมีการขนส่งมอบสินค้าทั้งในรูปแบบที่เป็นสถานะแก๊สและสถานะของเหลว โดยการขนส่งในสถานะแก๊สโดยระบบท่อ (Gas Pipeline) จะมีเฉพาะในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมสำคัญเท่านั้น และ สำหรับพื้นที่ ที่ห่างไกลจากแนวท่อส่งแก๊ส จะมีการขนส่งผลิตภัณฑ์ด้วยรถบรรทุก ทั้งในรูปแบบแก๊สอัดความดันสูงที่จัดเก็บโดยถังแรงดันสูง (Gas High Pressure Portable Container) หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ขนส่งและจัดเก็บโดยถังสุญญากาศเก็บความเย็น (Cryogenic Tanker) เป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์เหลว โดยการขนส่งด้วยลักษณะผลิตภัณฑ์เหลว ยังคงเป็นสัดส่วนสำคัญในการส่งมอบ ผลิตภัณฑ์ไปยังพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย

แต่เนื่องจากสถานการณ์ปัจจุบัน การแข่งขันทางธุรกิจมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น ทำให้ทุกองค์กรต้องเพิ่มศักยภาพหรือความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจโดยการเปลี่ยนแปลงในองค์กรในทุกด้านไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างกระบวนการวิธีการทำงาน การจัดการเครื่องมือการจัดการในรูปแบบใหม่ เป็นต้น

การเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านโลจิสติกส์ ของผลิตภัณฑ์ของแก๊สอุตสาหกรรม ก็เป็นส่วนหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของความสามารถทางการแข่งขันในทุกธุรกิจของภาคอุตสาหกรรม ทางผู้วิจัยมองเห็นว่ากระบวนการส่งมอบสินค้าด้วยรถบรรทุก ยังสามารถปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพได้ในหลากหลายวิธีการ ตัวอย่างเช่น

- 1.การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งในรูปแบบบาทต่อตันต่อกิโลเมตร โดยการเลือกประเภทรถบรรทุกให้เหมาะสม

- 2.การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดย การจัดเส้นทางเดินรถ ให้เกิดเกิดความประหยัดสูงสุด ซึ่งปัจจุบันยังคงเป็นการส่งมอบโดยตรง การขนส่ง

หนึ่งเที่ยว ต่อหนึ่งลูกค้า โดยไม่ได้แชร์สินค้าร่วมกับเจ้าอื่น ๆ

- 3.การเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการการปรับช่วงเวลาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กว้างขึ้น เพื่อให้ผู้ผลิตได้มีความยืดหยุ่นในการจัดเส้นทางขนส่งมากขึ้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยมองเห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งนั้นสามารถทำได้โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขนส่ง (Vehicle Routing Problem, VRP) แต่เนื่องจากรถบรรทุกนั้นมีขนาดความจุที่จำกัด จึงได้มีการเลือกใช้ การจัดการเส้นทางขนส่งส่งสินค้าเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนัก (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) แทน โดย การทดลอง จะทำการเปลี่ยนประเภทของรถบรรทุก และ ปรับช่วงเวลาในการส่งมอบสินค้า โดยจะมีการนำแนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright (Clarke & Wright's Savings Algorithm) มาร่วมด้วย เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยผลการทดลองที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับกระบวนการที่ทำอยู่ในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.เพื่อปรับปรุงการจัดการเส้นทางขนส่งปัจจุบันโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright และ CVRP

- 2.เพื่อปรับปรุงการขนส่งปัจจุบันด้วยการเปลี่ยนประเภทรถบรรทุกโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright และ CVRP

- 3.เพื่อปรับปรุงการขนส่งปัจจุบันด้วยการเปลี่ยนประเภทรถบรรทุกและขยายช่วงเวลาการส่งสินค้าโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright และ CVRP

ทบทวนวรรณกรรม

รูปแบบการขนส่ง

การขนส่งมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีข้อดีและข้อเสียการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางที่จะใช้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อัตราค่าขนส่ง ความเร่งด่วน การเข้าถึงบริการ หัวข้อนี้จะกล่าวถึงขนส่ง

โดยรถบรรทุก รถไฟขนส่ง ขนส่งทางอากาศ ขนส่งทางท่อและทางเรือ โดยมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละรูปแบบในด้านกายภาพ (Physical View) แบ่งออกได้ออกเป็น 5 รูปแบบ (วิโรจน์, 2547) ได้แก่ 1. การขนส่งสินค้าทางถนน (Road transportation) 2. การขนส่งสินค้าทางราง (Rail transportation) 3. การขนส่งสินค้าทางน้ำ (Water transportation) 4. การขนส่งสินค้าทางอากาศ (Air transportation) 5. การขนส่งทางท่อ (Pipeline transportation)

ทางเลือกการออกแบบการขนส่ง

การขนส่งตรง เป็นการส่งสินค้าจากโรงงานเติมคันรถตรงไปให้ลูกค้าแต่ละราย โดยสินค้าจะไม่ผ่านคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าและไม่มีการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะระหว่างทาง ข้อดีการขนส่งตรง คือ ไม่ต้องใช้คลังสินค้า รวดเร็ว และระยะทางขนส่งสั้น การขนส่งตรงแบบ Milk Runs เป็นวิธีการขนส่งเพื่อใช้ระวังกายานพาหนะให้ได้ประโยชน์สูงสุดหรือเติมคันรถ ประกอบด้วย การขนส่งตรงแบบรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปให้ลูกค้ารายเดียว การขนส่งตรงจากโรงงานไปให้ลูกค้าหลายราย และการขนส่งแบบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปให้ลูกค้าหลายราย (ไชยยศ และมยุขพันธ์, 2552)

การขนส่งแบบใช้ศูนย์กระจายสินค้าเป็นจุดผ่าน เป็นวิธีขนส่งที่ใช้ศูนย์กระจายสินค้าหรือคลังสินค้าเป็นจุดสินค้าเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะ สินค้าที่มาจากหลายโรงงานจะขนลงจากรถบรรทุกแล้วคัดแยกและรวบรวมไปให้ลูกค้าโดยไม่มีการเก็บสินค้าที่ศูนย์การกระจายสินค้า ประโยชน์ของการขนส่งโดยใช้ Cross Docking คือ ลดสินค้าคงคลัง ลดค่าใช้จ่ายเก็บรักษาสินค้า ลดค่ายกขนสินค้า และ สินค้าเคลื่อนไหวเร็ว (ไชยยศ, 2550)

การเลือกใชยานพาหนะในการขนส่ง

การตัดสินใจในการกระจายสินค้าต้องพิจารณาในการเลือกยานพาหนะ จะเน้นการตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกรถยนต์ที่จะใช้ควรตัดสินใจภายใต้การพิจารณาปัจจัยต่างๆ ให้ครบถ้วนและรอบคอบก่อนที่จะได้ข้อสรุป แล้วจะพิจารณาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดตาม

ยานพาหนะที่จะเลือกใช้ ควรสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่จะใช้งาน ความสามารถในการประหยัด ซึ่งเกี่ยวข้องกับราคายานพาหนะที่จะซื้อ และต้นทุนที่ผันแปรในการใช้งานของยานพาหนะ ซึ่งมีหลายประเด็นที่ต้องพิจารณา ซึ่งควรนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับราคาต้นทุนและสมรรถนะของรถยนต์ชนิดอื่นที่เป็นทางเลือก และด้านกฎหมาย จะเน้นที่ความจำเป็นในการตรวจสอบว่ารถยนต์ที่ถูกเลือกและนำมาใช้งานถูกต้องเป็นไปตามกฎหมายการขนส่งที่บังคับใช้อยู่หรือไม่ เช่น ขนาดยานพาหนะ มาตรฐานการสร้างยานพาหนะ น้ำหนักบรรทุก กฎหมายเกี่ยวกับการขนส่งซึ่งรายละเอียดมีในกฎหมายการขนส่ง ประสิทธิภาพหมายความว่า วิธีที่ทำให้เกิดประสิทธิผลในการทำงาน ประสิทธิภาพในการขนส่ง คือ การพัฒนาการขนส่ง มุ่งเน้นที่จะพัฒนาการขนส่งที่มีคุณภาพมาตรฐาน และประสิทธิภาพมากที่สุด (คำนาย, 2556) เช่น ยานพาหนะที่เลือกใช้ควรจะเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ลักษณะของยานพาหนะ เช่น รถบรรทุกพบว่าในประเทศไทยใช้รถบรรทุกหลายประเภท ลักษณะของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ แบ่งออกเป็น 9 ลักษณะ ซึ่งลักษณะต่างๆ ของรถบรรทุก ได้แก่ รถกระบะบรรทุก รถตู้บรรทุก รถบรรทุกของเหลว รถบรรทุกวัตถุอันตราย รถเฉพาะกิจ รถพ่วง รถกึ่งพ่วง รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว และ รถลากจูง (กรมการขนส่งทางบก, 2562)

โครงสร้างของต้นทุน

ต้นทุนการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายที่ก่อให้เกิดต้นทุนระหว่างการขนส่ง อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แม้จะมีการขนส่งทางสินค้าด้วยรถบรรทุกหรือไม่ก็ตาม ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนที่คงที่ เช่น ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายในการซื้อรถบรรทุกหรือตัวพ่วง ค่าเสื่อมราคาของรถ และอุปกรณ์ เป็นต้น

ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการดำเนินงานหรือระยะทางในการเดินทาง ถ้าให้บริการ

ขนส่งสินค้ามาต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ก็จะมีต้นทุนที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อนำต้นทุนทั้งสองประเภทมารวมกันแล้วจะได้ต้นทุนการขนส่งสินค้าทั้งหมด (Total Cost) สามารถคำนวณต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยได้ เช่น ค่าขนส่งสินค้าต่อระยะทาง (กิโลเมตร) ค่าขนส่งสินค้าต่อชั่วโมงและค่าขนส่งสินค้าต่อน้ำหนัก (ตัน) เป็นต้น ทั้งนี้ ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุก จำเป็นต้องนำข้อมูลต้นทุนคงที่ (Fix Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุก อาจมีค่าใช้จ่ายอื่นนอกเหนือจากแต่ละธุรกิจของผู้ส่งสินค้า ต้นทุนการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกอาจจำแนกตามรายการค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขนส่ง

การคมนาคม หมายถึง การเคลื่อนย้ายคน สัตว์ หรือสิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง รีนฤดี (2553) ได้กล่าวว่า เมื่อมีการขนส่งอาจทำให้เกิดปัญหา เช่น จำนวนสิ่งของ คน หรือสัตว์ที่จะขนส่งมีจำนวนมาก หรือสถานที่ปลายทางของการขนส่งหลายที่ และรวมถึงข้อจำกัดใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการขนส่ง เช่น จำนวนยานพาหนะที่จำกัด รถมีจำนวนจำกัด หรือระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ในกรณีนี้ ฅณกรณ์ (2548) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการขนส่งที่ดี คือ การกระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยลดต้นทุนค่าขนส่ง เช่น การลดระยะทาง ลดเวลา ในการขนส่งหรือลดจำนวนรถให้น้อยลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการขนส่งต้องมีแผนการขนส่งให้เกิดขึ้น ต้นทุนรวมน้อยที่สุดโดยไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการขนส่งเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นหนึ่งในปัญหาที่นักวิจัยหลายๆ คนให้ความสนใจมาอย่างยาวนาน เพื่อพัฒนาวิธีการหาคำตอบที่ดีและรวดเร็วโดยใช้วิธีคิดและพัฒนาจาก Traveling Salesman Problem (TSP)

และเกี่ยวข้องกับปัญหาค่ามัธยฐาน ตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาในการมอบหมายงานในการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า วิธีการขนส่งที่ประหยัดที่สุดคือการใช้รถขนส่งในปริมาณน้อยที่สุด บรรทุกสินค้าได้มากขึ้นและส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าได้อย่างเต็มที่ โดยค้นหาเส้นทางขนส่งที่ประหยัดที่สุดตามจำนวนลูกค้าที่ต้องการและไม่บรรทุกเกินความจุของรถ

ปัญหาการกำหนดเส้นทางยานพาหนะ (VRP) ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกโดย Dantzig และ Ramser (1959) เป็นปัญหาด้านโลจิสติกส์ซึ่งเป็นปัญหาในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด การวางแผน คัดแยก และเส้นทางเดินเรือให้กับลูกค้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้า ปัญหา VRP ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากและได้รับการวิจัยจากนักวิจัยหลายท่านมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง กว่าห้าสิบปี โดยงานวิจัยของ Toth และ Vigo (2002)

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบระบุน้ำหนัก

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบระบุน้ำหนัก (Capacitated Vehicle Routing Problem : CVRP) เป็นปัญหาในการค้นหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากทุกๆ n buff หรือ vertex อย่างน้อยหนึ่งครั้ง โดยแต่ละ buff หรือ vertex มีปริมาณสินค้าที่ต้องการ โดยการเดินทาง จากจุดเริ่มต้นกลับสู่จุดเริ่มต้นเพื่อขนส่งสินค้าตามปริมาณความต้องการในแต่ละบัฟหรือจุดน้ำหนักบรรทุกรวมต้องไม่เกินน้ำหนักบรรทุกสูงสุด โดยรถบรรทุกทุกคันมีน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเท่ากันและทราบจำนวนรถบรรทุก m ที่แน่นอน (Clark and Wright 1964)

ไชยยศ (2550) ได้ศึกษาปัญหาที่ผู้ประกอบการขนส่งพบเมื่อรวบรวมใบสั่งจัดส่ง สินค้ามากมายจากลูกค้ามากมาย ที่กระจุกกระจายตามสถานที่ต่างๆ ในพื้นที่ จึงจำเป็นต้องตัดสินใจว่าจะใช้รถบรรทุกขนาดใด จำนวนเท่าใด รถบรรทุกแต่ละคันจะบรรทุกสินค้าประเภทใด และเส้นทางใดที่จะวิ่งเพื่อให้ได้สินค้าทั้งหมดไปยังปลายทาง โดยใช้ต้นทุนที่ต่ำที่สุดจากการศึกษาการวางแผนการจัดส่งของหนึ่งใน

ผู้ประกอบการขนส่งรายใหญ่ของประเทศ พบว่า ขั้นตอนการจัดวาง แผนการส่งมอบยังอาศัยความเชี่ยวชาญของเจ้าหน้าที่วางแผนการจัดส่งเป็นหลัก จึงต้องใช้เวลาในขั้นตอนนี้ และอาจทำให้แผนการส่งมอบที่ได้รับมีคุณภาพต่ำ ในงานวิจัยนี้ เราพิจารณาปัญหาการส่งมอบเมื่อรถบรรทุกไม่ยอมวิ่งวน และได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ชนิดกำหนดจำนวนเต็มผสม (Mixed Integer Program) เพื่อให้ได้แผนการขนส่งที่มีต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลการจัดส่งจริงของผู้ปฏิบัติงานจากการประมวลผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนซอฟต์แวร์ Xpress-MP พบว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลนั้นน้อยกว่าเวลาที่พนักงานใช้ในการวางแผนการจัดส่งในปัจจุบัน นอกจากนี้ แผนการส่งมอบที่เกิดขึ้นสามารถลดต้นทุนการขนส่งได้ถึงร้อยละ 25

แนวความคิดจัดเส้นทางยานพาหนะแบบประหยัดของ Clarke-Wright

วิธีค้นหาการประหยัดค่าใช้จ่ายของ Clarke-Wright (1964) เป็นหนึ่งในวิธีการที่ใช้กันมากที่สุดใน การแก้ปัญหาการขนส่งยานพาหนะเพราะใช้วิธีการดังกล่าวในการรวมจุดส่งของต่างๆ เข้าในเส้นทางหลักได้ง่าย แทนการขนส่งจากโกดังไปและกลับจากจุดจัดส่งทั้งหมด Savings Algorithm เป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการ ปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ใจความของทฤษฎีไม่ซับซ้อน คือ พิจารณาการส่งจากคลังสินค้า แทนที่จะเป็นการส่งลูกค้า 1 รายด้วย รถ 1 คัน ดัง Figure 1 เราสามารถพิจารณาว่ารถ 1 คัน สามารถส่งสินค้าให้ลูกค้ามากกว่า 1 ราย ใน จำนวน n ราย และมีค่าความประหยัด (saving) เกิดขึ้น

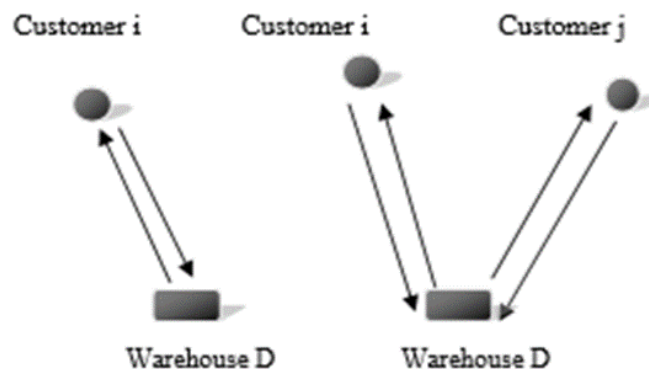


Figure 1 Delivery 1 customer per 1 trip

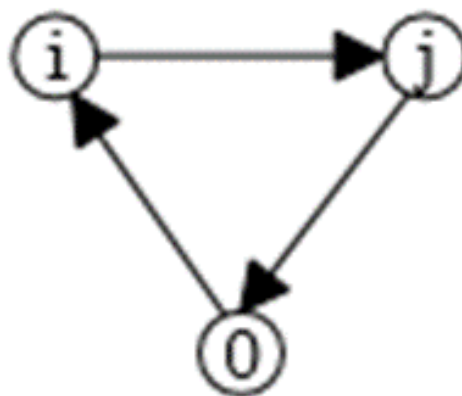


Figure 2 Delivery more than 1 customer per 1 trip

ผลลัพธ์ Saving $s(i, j)$ คือระยะทางที่ลดลงได้ ดัง Figure 2 หากระยะห่างระหว่างลูกค้ารายใด

ทำให้ประหยัดค่าได้สูง แสดงว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

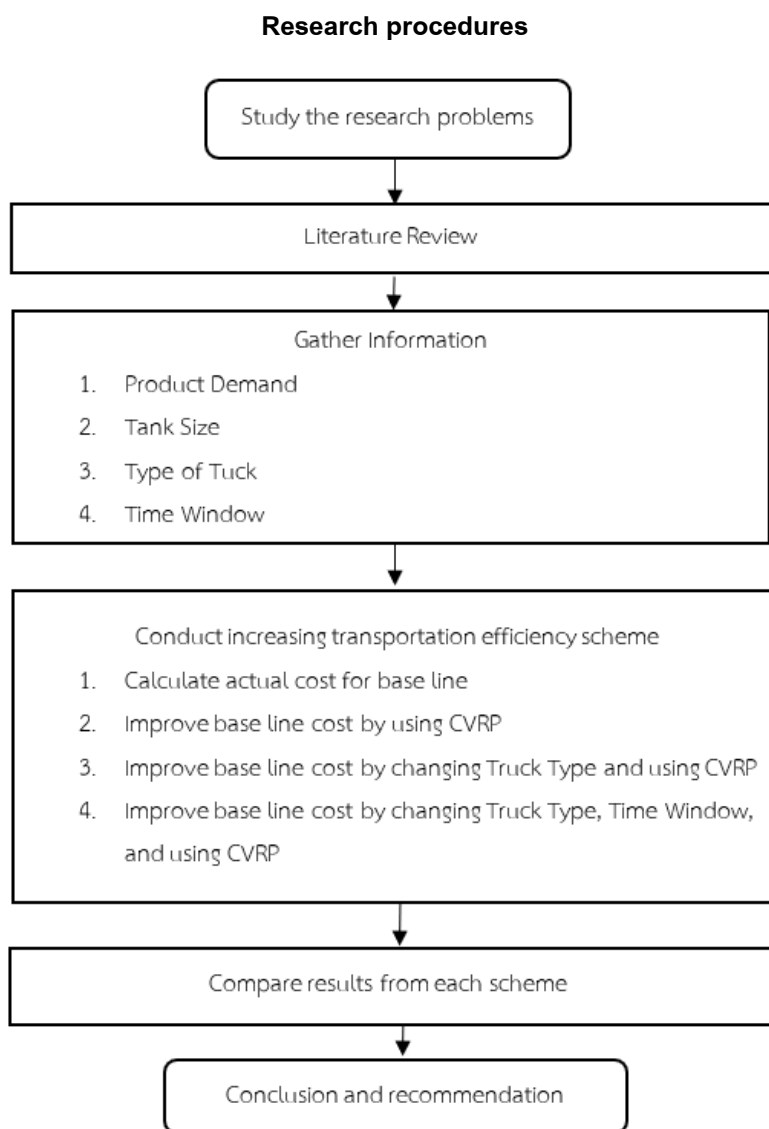


Figure 3 Research procedures

การเก็บรวบรวมข้อมูลของปัญหาที่ทำการวิจัย ในกรณีศึกษา

ปริมาณความต้องการสินค้า

ผู้ทำวิจัย ได้ทำการเลือกหัวข้อที่สนใจแล้ว ทำการศึกษา โดยเลือกระบบบรรจุ-ส่ง แก๊ส อุตสาหกรรมของบริษัทแห่งหนึ่งจากนั้นทำการกำหนดขอบเขต ในงานวิจัย โดยสภาพทั่วไปของกลุ่มลูกค้าจะมีทั้งกลุ่มลูกค้าที่เป็น กลุ่มอุตสาหกรรมทั่วไป หรือ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร คิดเป็นจำนวน 16 ราย กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ภาคกลาง

ขนาดของถังสินค้า

อีกหนึ่งข้อมูลที่น่าสนใจในการขนส่งสินค้า คือ ประเภทและความจุของถังสินค้า โดยลูกค้าแต่ละรายจะมีความจุถังที่แตกต่างกัน ซึ่งสืบเนื่องมาจากการประมาณความต้องการสินค้าในช่วง Feasibility Study และการออกแบบให้เกิดความเหมาะสม โดยขนาดของถังที่ได้รับความนิยมคือโมเดล SCS11000, SCS19000 และ SCS32000 ซึ่งมีความจุจะตั้งอยู่ที่ 14.9 ตัน 25.0 ตัน และ 40.5 ตัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ด้วยนโยบายการส่งมอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เราจึงได้มีการกำหนด ปริมาณต่ำสุด (Minimum Vol.) ไว้ที่ 30%

ของความจุถัง และ จะต้องเหลือพื้นที่พื้นที่ส่วนบนของถัง 5% ทำให้เราสามารถเติมได้มากที่สุดที่ 95% ของความจุถัง หรือ 65% จากปริมาณต่ำสุด

ประเภทของรถขนส่งสินค้า

รถบรรทุกสินค้าคือ ปัจจัยสำคัญในกระบวนการโลจิสติกส์ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีการขนส่งด้วยรถบรรทุก สองขนาดคือ รถสิบล้อ และ รถเทรลเลอร์

ซึ่งสามารถบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวในปริมาณ 7 ตัน และ 21.7 ตัน ตามลำดับ

ต้นทุนของการขนส่ง

อ้างอิงจากรายงานกรมขนส่งทางบกประจำปี 2552 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบ่งตามประเภทรถจะแสดงดัง Table 1

Table 1 Transportation cost by type of truck

Type of Truck	Transportation Cost (THB/km)
Rigid	28.22
	24.24
Trailer	29.02
	23.47

Remark: Diesel price 24 THB/Liter

Table 2 Tank size and type of transportation

Customer	Tank Size (MT)	Type of Truck
D07	14.9	Rigid
D10	14.9	Rigid
D02	14.9	Rigid
D12	14.9	Rigid
D06	14.9	Rigid
D01	14.9	Rigid
D09	14.9	Rigid
D05	40.5	Trailer
D08	25.0	Trailer
D11	40.5	Trailer
D04	14.9	Trailer
D03	14.9	Trailer
D15	40.5	Trailer
D14	25.0	Trailer
D16	25.0	Trailer
D06	25.0	Trailer

ตำแหน่งและระยะทางในการส่งสินค้า

ผู้ทำวิจัย ได้ทำการเลือกกรณีศึกษาโดยเลือกระบบรับ-ส่ง ของบริษัทแก๊สอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง โดยกลุ่มลูกค้าจะมีทั้งกลุ่มลูกค้าที่เป็น กลุ่ม

อุตสาหกรรมทั่วไป หรือ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร คิดเป็นจำนวน 16 ราย กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ภาคกลาง

การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright

โดยแนวคิดแบบประหยัดของ Clarke และ Wright (1964) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยวิธีจะสร้างคำตอบที่ละขั้นตอน โดยเริ่มจากการจัดเส้นทางที่มีค่าความประหยัดสูงสุดแล้วค่อยๆ แทรกจำนวนลูกค้ามาในเส้นทาง โดยความต้องการรวมจะต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกและความจุของยานพาหนะ การแทรกลูกค้าในเส้นทางจะถูกแทรกเข้าอยู่เรื่อย ๆ จนทำให้เกิดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดโดยจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างเส้นทางย่อยจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดรับส่งแต่ละจุดและกลับมายังจุดเริ่มต้น

ขั้นที่ 2 ทำการคำนวณหาค่า ความประหยัดของจุดรับส่งแต่ละคู่โดยคำนวณได้จากสมการ (2) และ ผลการคำนวณแสดงใน Table 10

$$S_{ij} = D_{i0} + D_{0j} - D_{ij} \quad (2)$$

S_{ij} = ค่า Saving ระหว่างคู่จุดรับส่ง i และ j

D_{i0} = ระยะทางจากจุดรับส่ง i ไปยังคลังสินค้า

D_{0j} = ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังจุดรับส่ง j

D_{ij} = ระยะทางจากจุดรับส่ง i ไปยังจุดรับส่ง j

ขั้นที่ 3 เรียงลำดับค่า ความประหยัด แต่ละคู่จากมากไปหาน้อย และทำการจัดเส้นทางโดยพิจารณาเลือกค่า Saving ที่มีค่ามากที่สุดก่อน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความจุของรถที่ใช้ในการ

รับส่งว่ามีความจุเกินหรือไม่ ถ้าเต็มความจุ ให้ทำการเปิดเส้นทางใหม่และทำการจัดเส้นทาง

ขั้นที่ 5 ทำการจัดเส้นทางจุดรับส่งจนครบทุกจุดรับส่ง

ตัวอย่างการคำนวณ และ หาคำตอบด้วย

Clarke - Wright Saving Heuristic

เราได้ทำการพิจารณา กลุ่มตัวอย่างลูกค้าจำนวน 5 ราย ซึ่งมีความต้องการสินค้าในช่วงเวลาเดียวกัน โดยได้คำนวณระยะทางในการขนส่งในแต่ละ คู่ของลูกค้ายกตัวอย่าง Table 3 โดยตำแหน่งที่ 0 จะเป็นตัวแทนของจุดกระจายสินค้า และความต้องการการใช้สินค้าต่อ ดังแสดงใน Table 4

จากนั้นทำการคำนวณค่า ความประหยัด โดยใช้สูตรที่ (2) โดยผลลัพธ์จะแสดงดัง Table ที่ 5

ขั้นตอนถัดไปคือ เรียงลำดับค่าความประหยัด แต่ละคู่จากมากไปหาน้อย และทำการจัดเส้นทางโดยพิจารณาเลือกค่าความประหยัด ที่มีค่ามากที่สุดก่อน ซึ่งจะแสดงใน Table 6

หลังจากนั้น ทำตรวจสอบความจุของรถที่ใช้ในการรับส่ง ว่ามีความจุเกินหรือไม่ โดยความจุของการส่งสินค้า จะอยู่ที่ 21.7 ตัน ถ้าเต็มความจุให้ทำการเปิดเส้นทางใหม่และทำการจัดเส้นทาง ดังข้อมูล ที่แสดงใน Table 7

Table 3 Calculated transportation distance in kilometer (km) from each pair of customers

	0	D05	D08	D10	D11	D16
0	0	208	179	122	191	82
D05		0	24	92	137	121
D08			0	65	113	98
D10				0	82	21
D11					0	121
D16						0

Table 4 Product demand in tons/month (MT/m) of 5 target customers

No.	Customer	Demand (MT)
1	D05	7.0
2	D08	9.0
3	D10	3.0
4	D11	7.0
5	D16	14.0

Table 5 Calculated saving cost from each pair of customers in term of kilometer (km) saving.

		1	2	3	4	5
		D05	D08	D10	D11	D16
1	D05	0	363	238	262	169
2	D08		0	236	257	163
3	D10			0	231	183
4	D11				0	152
5	D16					0

Table 6 Sorting the order of savings of each pair of customers (km)

Node	Pair of Customer	Saving (km)
1-2	D05-D08	363
1-4	D05-D11	262
2-4	D08-D11	257
1-3	D05-D10	238
2-3	D08-D10	236
3-4	D10-D11	231
3-5	D10-D16	183
1-5	D05-D16	169
2-5	D08-D16	163
4-5	D11-D16	152

Table 7 Calculation of the total capacity of each pair of customers.

Route	Total Capacity (MT)	Status
1-2	7+9 = 16	Under Capacity
1-2-4	7+9+7 = 21.0	Over Capacity
1-2-3	7+9+3 = 19.0	Under Capacity
4-5	4+5 19.0	Under Capacity

ลูกค้าที่ 1 และ 2 ถือเป็นลูกค้าอันดับแรก เนื่องจากมีค่าความประหยัที่สูงที่สุด สามารถกำหนดเส้นทางเดียวกันได้ เนื่องจากความต้องการรวมกันเท่ากับ 16 ($7+9=16$) หน่วยไม่เกินความจุของรถ ดังนั้นเราสร้างการเชื่อมต่อ 1-2

ต่อไปเราจะพิจารณาลูกค้า 1 และ 4 หากลูกค้า 1 และ 4 ควรจะอยู่ในเส้นทางนี้จะต้องมีลำดับลูกค้า 1-2-4 บนเส้นทาง เนื่องจากเราได้กำหนดไว้แล้วว่าจะต้องไปส่งลูกค้าที่ 1 และ 2 บนเส้นทางเดียวกัน ความต้องการทั้งหมดจะเป็น 21 ($7+9+7 = 23$) บนเส้นทางนี้จะเกินความจุของรถ 20 ตัน ดังนั้น ลูกค้า 1 และ 4 จึงไม่เชื่อมต่อกัน

การรวมกันของค่าความประหยัคู้ถัดไป 1 และ 3 ส่งผลให้เส้นทาง 1-2-3 มีความต้องการทั้งหมดเท่ากับ 19 ($7+9+3$) ซึ่งการรวมกันนี้เป็นไปได้ และเราสร้างการเชื่อมต่อระหว่าง 2 และ 3 และเมื่อพิจารณาความจุส่วนที่เหลือ พบว่าไม่สามารถเพิ่มจุดในเส้นทางได้อีก เราจึงได้จัดทำเส้นทาง 0-1-2-3-0 และจะทำการจัดเส้นทางการส่งสินค้าใหม่สำหรับลูกค้าที่เหลือ โดยเราจะพบเพียงคู่จุดที่ 4 และ 5 เท่านั้น สองจุดนี้สามารถส่งสินค้าได้ในเส้นทางเดียวกัน เพราะไม่เกินความจุของรถ และเราสร้างเส้นทาง 0-4-5-0

โดยสรุปแล้ว ภายใต้เงื่อนไขที่เรากำหนด เราจะได้เส้นทางการเดินทางเป็น 2 เส้นทาง คือ

0-1-2-3-0 และ 0-4-5-0 โดยระยะทางวิ่งรวมจะลดลงมาที่ 775 เมตร ซึ่งประหยัดกว่าการวิ่งแบบปกติแบบไม่จัดเส้นทางถึง 789 กิโลเมตร

การปรับปรุงการขนส่งปัจจุบัน

ในงานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยได้ ศึกษาการปรับปรุงการขนส่ง ด้วยการเริ่มจากการเปลี่ยนประเภทรถบรรทุก (Truck Type) ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมไปถึง การปรับขยายระยะเวลาในการส่งสินค้า (Time Window) จากแบบปกติ คือ 1 วัน เป็น 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน ภายใต้สมมติฐานที่ว่า

1.ไม่มีข้อจำกัดด้านเส้นทางรถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสามารถเข้าส่งสินค้าให้กับลูกค้าทุกรายได้อย่างปลอดภัย และ ถูกต้องตามกฎหมายจราจร

2.ไม่มีข้อจำกัดเรื่องของเวลาปฏิบัติงาน และ ชั่วโมงการพักของพนักงานส่งสินค้า

3.ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาในการเข้าส่งสินค้าโรงงานลูกค้า

4.ไม่มีข้อจำกัดด้านขนาดของถังสินค้า ณ โรงงานลูกค้า

โดยจะมีการนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบเทียบกัน โดย Scheme ที่เราได้ทำการศึกษาจะแสดงใน Table 1

Table 8 Product demand in tons/month (MT/m) of 16 target customers

Row Labels	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19	Jul-19
D01	5.54	6.49	5.78	3.30	6.70	6.25	6.11
D02	28.29	23.65	27.79	9.11	18.16	17.83	39.76
D03	22.03	21.16	7.90	29.59	14.53	15.60	6.13
D04	4.97	0.00	2.41	2.87	2.50	2.77	0.00
D05	16.41	16.58	16.98	17.00	33.85	17.00	17.00
D06	2.00	2.00	2.01	4.00	0.00	4.27	2.00
D07	11.73	8.99	14.12	9.29	9.47	12.92	16.38
D08	29.88	46.03	39.68	33.30	62.68	62.13	48.24
D09	11.65	5.01	9.04	6.02	11.12	5.90	6.67
D10	7.97	9.73	10.49	6.95	7.53	7.82	7.68
D11	18.21	0.00	19.11	16.27	19.59	0.00	0.00
D12	2.71	3.89	0.00	0.00	2.50	0.00	3.77
D13	10.67	0.00	0.00	10.00	14.24	0.00	0.00

Table 8 Product demand in tons/month (MT/m) of 16 target customers (continue)

Row Labels	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19	Jul-19
D14	20.65	19.39	17.28	20.26	19.94	28.54	10.21
D15	15.20	17.51	16.05	18.11	17.31	16.14	16.72
D16	27.78	64.86	63.15	58.47	61.03	48.03	55.00
Total	235.67	245.31	251.79	244.54	301.17	245.21	235.67

Table 9 Calculated transportation distance in kilometer (km) from each pair of customers

[illegible]

Table 10 Calculated saving cost from each pair of customers in term of kilometer (km) saving

[illegible]

Table 11 Compared results for different schemes of vehicle routing

Scheme	Condition	Distance (km)	Cost (THB)	Cost Saving (THB)	% Saving
Base Line	- Truck Type: Trailer and Rigid - Time Window: 1 Day - Route Management: On-call	70,862	2,034,132	0	0%
Scheme 1	- Truck Type: Trailer and Rigid - Time Window: 1 Day - Route Management: CVRP	66,538	1,910,031	124,101	6%
Scheme 2	- Truck Type: Trailer - Time Window: 1 Day - Route Management: CVRP	55,961	1,623,988	410,144	20%
Scheme 3.1	- Truck Type: Trailer - Time Window: 3 Day - Route Management: CVRP	44,863	1,301,924	732,207	36%
Scheme 3.2	- Truck Type: Trailer - Time Window: 5 Day - Route Management: CVRP	41,551	1,205,810	828,321	41%
Scheme 3.3	- Truck Type: Trailer - Time Window: 7 Day - Route Management: CVRP	38,176	1,107,868	926,263	46%

อภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยมองเห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งนั้นสามารถทำได้โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการขนส่ง (Vehicle Routing Problem, VRP) โดยเลือกใช้ การจัดการเส้นทางการขนส่งส่งสินค้าเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนัก (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) ซึ่งงานวิจัย จะเริ่มจากการประยุกต์ใช้ CVRP กับเส้นทางขนส่งในปัจจุบัน จากนั้นจะทำการเปลี่ยนประเภทของรถบรรทุก (Truck Type) และ ปรับช่วงเวลาในการส่งมอบสินค้า (Time Window) โดยจะมีการนำแนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright (Clarke & Wright's Savings Algorithm) มาร่วมด้วย โดยผลการวิจัยที่ได้จะถูกไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับกระบวนการที่ทำอยู่ในปัจจุบัน

จาก Table 11 จะเห็นได้ว่า Scheme 1: การปรับปรุงการขนส่งปัจจุบัน (Base Line) ด้วยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright แต่เนื่องจากภายใต้เงื่อนไขนี้ มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวน คำสั่งซื้อรายวันซึ่งมีจำนวนน้อย อีกทั้งยังต้องแบ่งเส้นทางรถบรรทุก

เป็น 2 ประเภท ทำให้ไม่สามารถจัดการเส้นทางการขนส่งส่งสินค้าเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนัก ได้แบบเต็มประสิทธิภาพ และค่าความประหยัดที่ได้จาก Scheme 1 อยู่ที่ประมาณ 6%

สำหรับ Scheme 2: มีการปรับปรุงการขนส่งปัจจุบัน ด้วยการเปลี่ยนประเภทรถบรรทุก เป็นรถเทรลเลอร์ทั้งหมด และประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright ซึ่งการเปลี่ยนชนิดของรถบรรทุก (Truck Type) ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้ความสามารถในการบรรทุกสินค้าต่อเที่ยวสูงมากขึ้น งานวิจัยนี้พบว่าการเปลี่ยนชนิดรถบรรทุกสามารถรวมคำสั่งซื้อรายวันจากลูกค้าหลายๆ รายและ สามารถจัดการเส้นทางการขนส่งส่งสินค้าเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนักได้มากขึ้น ทำให้ค่าความประหยัดใน Scheme 2 เพิ่มขึ้นมาเป็น 20% อย่างไรก็ตามใต้เงื่อนไขนี้เราจำเป็นต้องพิจารณาสถานการณ์จริงในงาน ในเรื่องของการเส้นทางเข้าถึงสถานีเต็มสินค้า โดยเส้นทางจะต้องมีความกว้างเพียงพอให้รถบรรทุกขนาดใหญ่ เข้าส่งสินค้าได้อย่างปลอดภัย

สำหรับ Scheme 3: การปรับปรุงการขนส่งปัจจุบัน ด้วยการเปลี่ยนประเภทรถบรรทุกเป็นรถเทรลเลอร์ทั้งหมด รวมถึงการปรับช่วงเวลาการส่งสินค้า (Time

Window) โดยแยกเป็น 3 Scheme ย่อย คือการขยายระยะเวลาในการส่งสินค้าเป็น 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน แล้วนำไปประยุกต์ใช้แนวคิดแบบประหยัดของ Clarke-Wright พบว่า เราสามารถจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าเส้นทางเดินรถบรรทุกแบบระบุน้ำหนัก และสามารถประหยัดค่าขนส่งสามารถเพิ่มได้เป็น 36% 41% และ 46% ตามลำดับ

สำหรับ Scheme 3.1 การขยายช่วงเวลาในการส่งสินค้าจาก 1 วัน เป็น 3 วัน สามารถดำเนินการได้เลย โดยไม่กระทบกับการใช้งานแก๊สของลูกค้า เนื่องจากขนาดความจุของถังสินค้านั้นมีเพียงพอสำหรับการรองรับสินค้าในช่วงเวลา 3 วัน ซึ่งระดับสินค้า ณ วันส่งมอบต้องไม่ต่ำกว่าระดับสินค้า ที่สามารถรักษาเสถียรภาพแรงดันในระบบจ่ายแก๊ส ณ พื้นที่ลูกค้าได้ โดยหลักการปฏิบัติจะต้องรักษาระดับสินค้า ณ วันที่ไปเติมสินค้า ให้ไม่น้อยกว่า 30% ของความจุสูงสุดของถัง และจาก Scheme 3.1 เราสามารถประหยัดค่าขนส่งโดยรวมได้ถึง 36 %

สำหรับ Scheme 3.2 และ 3.3 การขยายช่วงเวลาในการส่งสินค้าเป็น 5 วัน และ 7 วัน สามารถประหยัดค่าขนส่งโดยรวมได้ถึง 41% และ 46% ตามลำดับเมื่อเทียบกับ Base Case หรือ เพิ่มขึ้นอีก 5% และ 10% เมื่อเทียบกับ Scheme 3.1 อย่างไรก็ตาม ทางผู้ทำวิจัยพบว่าการขยายช่วงเวลาส่งสินค้า จะทำให้ระดับสินค้า ณ วันส่งมอบต่ำกว่าระดับ 30% ของความจุสูงสุดของถัง ในบางช่วงเวลา ซึ่งจะส่งผลต่อเสถียรภาพแรงดันในระบบจ่ายแก๊ส ณ พื้นที่ลูกค้า ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความไม่ต่อเนื่องในการใช้งานแก๊ส ณ พื้นที่ลูกค้า การขยายระยะเวลาการส่งสินค้าเป็น 5 วัน และ 7 วัน ต้องมีการพิจารณา เปลี่ยนขนาดสินค้าให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งต้องพิจารณา การลงทุนซื้อถังสินค้าใหม่มาเปลี่ยน โดยมูลค่าการลงทุนถังใหม่ขนาด 25 ตัน และ 40.5 ตัน จะมีมูลค่าโดยการลงทุนโดยประมาณ 1,500,000 และ 2,000,000 บาท และเมื่อพิจารณาความคุ้มค่าใน

การลงทุนเปลี่ยนขนาดสินค้า โดยเปรียบเทียบระหว่าง Scheme 3.1 และ Scheme 3.3 พบว่า Scheme 3.3 มีความประหยัดมากกว่า 193,940 บาทในช่วงการเก็บข้อมูล 7 เดือน หรือคิดเทียบเป็น 332,468 บาทต่อปี ซึ่งเงินจำนวนนี้ สามารถนำไปใช้ในการ ปรับปรุงหรือเปลี่ยนขนาดถังสินค้าได้

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2556). *แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบ โลจิสติกส์ของประเทศไทย ฉบับที่ 2. การอำนวยความสะดวกทางการค้าและการจัดการโซ่อุปทานเพื่อความ สามารถในการแข่งขัน.* (2556-2560). เมื่อ 12 มีนาคม 2566 จาก www.ditp.go.th/contents_attach/85879/85879.pdf
- กรมการขนส่งทางบก. (2552). *พิกัดรถบรรทุก รถขนส่งสินค้า.* เมื่อ 12 มีนาคม 2566 จาก <https://doh.go.th/doh/images/pdf/jkm60-11.pdf>
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2563). *รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทย ประจำปี 2562.* เมื่อ 12 มีนาคม 2566 จาก https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=10791
- ค่านาย อภิปรัชญาสกุล. (2551). *การจัดการขนส่ง (พิมพ์ครั้งที่ 2).* กรุงเทพฯ: โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิง
- ชวลีกร ชนะสิทธิ์. (2554) *การพัฒนาโปรแกรมการจัดการเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้า กรณีศึกษาบริษัท ผู้ให้บริการด้านธุรกิจขนส่งสินค้า (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ).* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ไชยยศ ไชยมั่นคง และ มยุขพันธ์ ไชยมั่นคง. (2550). *กลยุทธ์โลจิสติกส์และซัพพลายเชนเพื่อ แข่งขันในตลาดโลก.* นนทบุรี: ซี.วาย.ซี.ซี.เอ็ม พรินติ้ง
- ณกร อินทร์พยุ. (2548). *การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมขนส่งและ โลจิสติกส์ (Discrete Optimization in Transport and Logistics).* กรุงเทพฯ: บริษัท ซี.เอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

- ศิริวรรณ โพธิทอง.(2552). *มาตรการในการขนส่งเพื่อเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาบริษัท อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ในประเทสไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2556). *แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ฉบับที่ 2 (2556-2560)*. เมื่อ 16 เมษายน 2566 จาก https://www.ditp.go.th/contents_attach/85879/85879.pdf
- ไพรินทร์ เปลี่ยนไพร. (2554). *วิธีอีวิริสติกส์สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อส่งสินค้าหลายจุดที่มีเงื่อนไขรอบเวลา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- รีนฤดี อัครมณี. (2553). *การพัฒนากการจัดเส้นทางเดินรถของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต)* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิโรจน์พุทธรวิที. (2547). *การจัดการโลจิสติกส์ชุมพลังของธุรกิจยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: โอเอซิส ปริ้นท์ติ้ง.
- Chang, Y.H. (1998). *Logistical Management*. Taipei: Hwa-Tai Bookstore Ltd.
- Toth, P. and Vigo, D. (2010). *Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications Second Edition*. Bologna: University of Bologna
- Dantzig, G.B., Fulkerson, D.R., and Johnson, S.M. (1954). Solution of a Large Scale Travelling Salesman Problem. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(4). 393-410. doi: 10.1287/opre.2.4.393
- Clark G. and Wright, J.W. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operation Research*, 12(4). 568-581. doi: 10.1287/opre.12.4.568