

Received :	January	22,2021
Revised :	March	18,2021
Accepted :	April	09,2021

การปรับโครงสร้างการกระจายสินค้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบขายหน้าร้าน เพื่อลดต้นทุนการกระจายสินค้า : กรณีศึกษา บริษัทเอปียี จำกัด

ปริญญ์ เอียบศิริเมธี^{1*}, นันทิ สุทธิการณณีย์² และ สราวุธ จันทร์ผง³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการกระจายสินค้าประเภทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบขายหน้าร้าน เนื่องจากพบว่าในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาดำเนินกระจายสินค้าด้วยลักษณะโครงข่ายการกระจายสินค้าแบบผ่านคลังภูมิภาค มีต้นทุนค่ากระจายสินค้าของบริษัทประกอบด้วยต้นทุนสองส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนค่าเช่าคลังภูมิภาค จำนวน 1,660,548 บาท และต้นทุนค่าขนส่งสินค้า จำนวน 2,435,643 บาท แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของค่าเช่าคลังสินค้าที่สูงถึงร้อยละ 41 ของต้นทุนกระจายสินค้าทั้งหมด ผู้วิจัยจึงนำเสนอให้ปรับโครงข่ายการกระจายสินค้าเป็นแบบตรงไม่ผ่านคลังจังหวัด และทดสอบประสิทธิภาพของโครงข่ายการกระจายสินค้าที่นำเสนอผ่านแบบจำลองสถานการณ์ 5 แบบจำลอง ปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาเป็นเงื่อนไขในแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณการขายสินค้า กระบวนการกระจายสินค้า และต้นทุนการดำเนินงานเพื่อการกระจายสินค้า ข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการเก็บข้อมูลของพนักงานขายและพนักงานในแผนกคลังสินค้า จำนวน 123 คน วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบ Saving Algorithm ถูกนำมาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2-5 สำหรับแบบจำลองที่ 1 และในกรณีที่สินค้าที่ส่งให้แก่พนักงานขายตอนต้นเดือนไม่เพียงพอสำหรับการขายให้มีการจัดส่งสินค้าแบบรายวัน ข้อมูลการขายสินค้าเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ของพนักงานขายในเขตกรุงเทพมหานคร ถูกนำมาใช้ในการทดลองแบบจำลองสถานการณ์ทุกแบบ ผลจากการจำลองสถานการณ์ทั้ง 5 พบว่าการปรับปรุงโครงข่ายการกระจายสินค้าส่งสินค้าเป็นแบบตรงโดยไม่ผ่านคลังจังหวัด ก่อให้เกิดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้นในทุกแบบจำลองเทียบกับโครงข่ายการกระจายสินค้าแบบเดิม แต่สามารถลดต้นทุนค่าเช่าคลังสินค้าในเขตกรุงเทพมหานครลงได้ทั้งหมด เท่ากับ 696,000 บาท ต่อปี เมื่อพิจารณาต้นทุนกระจายสินค้ารวมทั้งหมดพบว่าทุกแบบจำลองสถานการณ์ก่อให้เกิดต้นทุนรวมในการกระจายสินค้ารวมต่ำกว่ารูปแบบการกระจายสินค้าที่ดำเนินการอยู่ของบริษัทในปัจจุบัน โดยเฉพาะแบบจำลองสถานการณ์ที่ 4 และแบบจำลองสถานการณ์ที่ 5 สามารถลดต้นทุนการกระจายสินค้าได้สูงถึงร้อยละ 87.42 และร้อยละ 82.8 ตามลำดับ

คำสำคัญ: โครงข่ายการกระจายสินค้า การจัดเส้นทางเดินรถ ระบบขายหน้าร้าน การจำลองสถานการณ์

ประเภทบทความ: บทความวิจัย

* ผู้รับผิดชอบงานหลัก

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ วิทยาลัยนครราชสีมา, อีเมล : eapsirimetee@gmail.com

² อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, อีเมล : nanthi_sut@utcc.ac.th

³ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, อีเมล : sarawut@rsu.ac.th

The Redesign of the Point of Sales' Electronic Equipment Distribution Network to Reduce the Distribution Cost: Case Study of ABC Co., Ltd.

Preeyanat Eapsirimetee^{1*}, Nanthi Suthikarnnarunai² and Sarawut Janpong³

Abstract

This research aims to reduce the distribution cost of the electronics device products for point of sale systems. It was found that at present, the case study company distributes products to a customer using the indirect distribution network where the regional warehouses are set as the intermediates. The company's distribution costs consist of two major costs: The regional warehouse rental cost of 1,660,548 baht and freight cost of 2,435,643 baht. The proportion of the regional warehouse rental cost is as high as 41% of the total distribution cost. Thus, the direct distribution network is introduced by the researcher to the company. Five simulation scenarios are used to test the efficiency of the new redesigned distribution network. Factors that are used as conditions in the simulation model are sales volume, distribution process, and distribution cost. The data is collected from 123 salespeople and warehousing staff. Vehicle Routing Problem using Saving Algorithm is applied in simulation case 2 – 5. For simulation case 1 and in case of the products which has been shipped to each salesperson are insufficient for sales in each month, products will be delivered individually to salesperson when needed. The sales data of salesperson in Bangkok area from February 2019 to January 2020 is used to in all scenarios. The simulation results show that the new distribution network causes higher freight costs in all simulation models compared to the current distribution network. However, it is able to eliminate the cost of warehouse rental in Bangkok by 696,000 baht per year. When considering the total distribution cost, it is found that all scenarios contribute lower total distribution cost compared to the current distribution cost occurred in the present, especially in the fourth and the fifth scenario can reduce the total distribution cost by 87.42 percent and 82.48 percent, respectively.

Keywords: Distribution Network, Vehicle Routing Problem, Point of Sales Systems, Scenario

Type of Article: Research Article

*Corresponding author

¹Lecturer of Logistics and Supply Chain Management Program, Nakhon Ratchasima College,
E-mail: eapsirimetee@gmail.com

²Lecturer, School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce, E-mail: nanthi_sut@utcc.ac.th

³Lecturer, School of Engineering, Rangsit University, E-mail: sarawut@rsu.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันในตลาดมีเพิ่มมากขึ้น ธุรกิจต่าง ๆ มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วโดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด องค์ความรู้ด้านโลจิสติกส์หลายด้าน อาทิเช่น การจัดการหรือจัดเส้นทางการขนส่ง (คิวพร สุกสี และธาริณี มีเจริญ, 2562) การจัดการสินค้าคงคลัง การจัดการคลังสินค้า เป็นองค์ความรู้ที่สำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันได้ การขนส่งและโลจิสติกส์ จึงเป็นกระบวนการที่สนับสนุนธุรกิจ และการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศโดยตรง การขนส่งจึงต้องมีการพัฒนาอยู่เสมอ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจ ซึ่งในยุค Thailand 4.0 เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อธุรกิจและชีวิตประจำวันของธุรกิจและประชาชนโดยทั่วไป เนื่องจากช่วยให้การดำเนินธุรกิจและการใช้ชีวิตประจำวันสะดวกมากขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการต่าง ๆ จึงพยายามที่จะปรับตัวให้เข้ากับยุคสมัย อันจะนำมาซึ่งช่องทางและโอกาสในการเข้าถึงลูกค้า เพื่อเพิ่มรายได้และกำไร ในปัจจุบันธุรกิจร้านค้าและร้านอาหารในประเทศไทย สร้างมูลค่าหมุนเวียนในธุรกิจเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระบบขายหน้าร้าน หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า POS (Point of Sale) เป็นระบบบริหารจัดการที่ประกอบด้วยระบบหน้าบ้าน ได้แก่ เครื่องมือสำหรับคิดเงิน (Cash register) และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชัน (application) ที่จัดเป็นระบบหลังบ้าน เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ประกอบการร้านค้าหรือร้านอาหารต่าง ๆ สามารถดูภาพรวมของธุรกิจผ่านการเคลื่อนไหวของข้อมูลต่าง ๆ เช่น ปริมาณการขายสินค้า ยอดขาย ปริมาณสินค้าคงเหลือ เป็นต้น ธุรกิจข้อมูลเหล่านี้จะสามารถนำไปช่วยประกอบการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บริษัท ABC จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมระบบบริหารหน้าร้าน พร้อมจำหน่ายอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) และ

เครื่องชำระเงินหลายรูปแบบ แบบครบวงจร สำหรับธุรกิจร้านอาหาร ร้านกาแฟ และร้านขนมขนาดเล็กถึงระดับกลาง ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลการขาย สต็อกสินค้า และข้อมูลการบันทึกค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เมื่อมีการขายสินค้าและบริการ ลูกค้าของบริษัท ABC แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มลูกค้าที่ซื้อสินค้าขาด และกลุ่มลูกค้าที่เช่าใช้สินค้าเป็นระยะเวลาตามแต่ตกลงกัน บริษัท ABC จำกัด มีคลังสินค้าหลักจำนวน 2 แห่ง คือ คลังสินค้าสำหรับรับสินค้าคืน เป็นคลังสินค้าที่รับสินค้าคืนในกรณีที่สินค้าเกิดความเสียหาย หรือเมื่อสินค้านั้นหมดสัญญาการเช่าใช้ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “ศูนย์รับคืนสินค้า” และคลังสินค้าสำหรับกระจายสินค้าให้แก่คลังสินค้าจังหวัด ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “ศูนย์กระจายสินค้า” นอกจากนั้นยังมีคลังสินค้าที่จังหวัดต่าง ๆ ที่รับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าหลัก ทำหน้าที่จัดเก็บสินค้าสำหรับพนักงานขายและให้พนักงานขายที่มีกระจายอยู่ทั่วประเทศวิ่งมารับสินค้าเมื่อมีคำสั่งซื้อหรือต้องการนำเสนอขาย รวมถึงเป็นสถานที่รวบรวมจัดเก็บสินค้าที่ลูกค้ายกเลิกการเช่า ต้องการส่งคืน ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “คลังย่อย”

จากข้อมูลการกระจายสินค้าในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 – เดือนธันวาคม 2562 เกิดค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าและรับคืนสินค้า รวมทั้งสิ้น 4,096,191 บาท แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งเท่ากับ 2,435,643 บาท หรือคิดเป็น 59% ของค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าทั้งหมด และค่าเช่าพื้นที่ศูนย์กระจายสินค้าและคลังสินค้า ต่าง ๆ เท่ากับ 1,660,548 บาท หรือคิดเป็น 41% ของค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้ารวม พนักงานร้อยละ 70.09 ของพนักงานทั้งหมดสามารถขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบขายหน้าร้านได้เฉลี่ยต่ำกว่า 5 เครื่องต่อเดือน ในแต่ละเดือนมีการคืนสินค้าจากการหมดสัญญาเช่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 เครื่องต่อพนักงานขาย 1 คน บริษัทมีการเช่าคลังย่อยทั้งหมด 10 คลัง เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่การขายสินค้าทั้งหมด 6 ภูมิภาคตามที่บริษัทได้แบ่งเขตไว้

ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคกลาง และเกิดความสูญเสียเปล่าของต้นทุนการเช่าคลังย่อยตามจังหวัดต่าง ๆ ที่สูงถึงร้อยละ 41 ของต้นทุนการกระจายสินค้าทั้งหมด

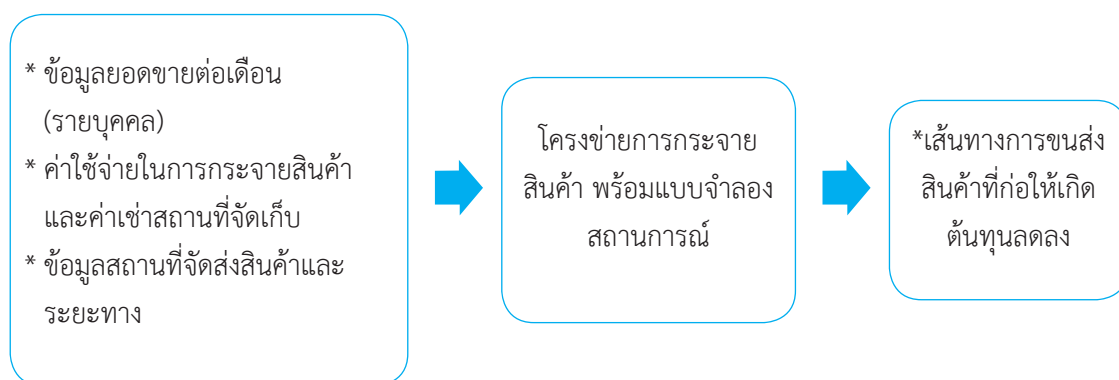
ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายสินค้าของบริษัท ABC จำกัด โดยการลดต้นทุนการกระจายสินค้ารวม ผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวคิดการปรับปรุงโครงข่ายการกระจาย

สินค้ารูปแบบใหม่ด้วยการจำลองแบบสถานการณ์การจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขาย ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการต้นทุนโดยรวมของบริษัทและยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับธุรกิจอื่น ๆ ได้ด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดต้นทุนการกระจายสินค้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบการขายหน้าร้าน

3. กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 การออกแบบโครงข่ายการกระจายสินค้า

Chopra (2003) ได้อธิบายถึงการออกแบบโครงข่ายการกระจายในโซ่อุปทานและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจออกแบบโครงข่าย จากการออกแบบโครงข่ายพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความต้องการของลูกค้าและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน โดยพิจารณาจากตัวแปรที่ใช้วัดการให้บริการลูกค้าที่มีผลต่อโครงสร้างของโครงข่ายการกระจายสินค้า ประกอบด้วย 1) เวลาในการตอบสนอง 2) ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ 3) การทำให้ของผลิตภัณฑ์ 4) คลังเก็บสินค้าเมื่อมีคำสั่งการซื้อเข้ามา

5) ประสิทธิภาพของลูกค้า 6) ติดตามคำสั่งซื้อ การส่งของกลับคืน ทุกปัจจัยดังกล่าวข้างต้นมีผลต่อการออกแบบโครงข่ายการกระจายสินค้าและการเปลี่ยนแปลงการออกแบบโครงข่ายการกระจายสินค้าที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในโซ่อุปทาน ได้แก่ 1) ค่าใช้จ่ายเก็บสินค้า (Inventory cost) 2) ค่าใช้จ่ายการขนส่ง (Transportation cost) 3) ค่าใช้จ่ายก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกและการขนถ่าย (Facility and handling) และ 4) ค่าใช้จ่ายการติดต่อข้อมูล (Information cost)

ดังนั้น การจัดการโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพหน้าที่ที่สำคัญคือ การจัดการการขนส่งให้มีต้นทุนต่ำ

และมีคุณภาพ ตลอดจนมีการประสานงานตลอดห่วงโซ่อุปทาน ทั้งระหว่างผู้ขายวัตถุดิบกับโรงงานที่ผลิตสินค้า และระหว่างโรงงานที่ผลิตสินค้ากับลูกค้า โดยมีจุดมุ่งหมายคือให้คุณค่ากับผู้บริโภคด้วย การตอบสนองที่รวดเร็วทันเวลาราคาต่ำและคุณภาพสูง

4.2 การจัดเส้นทางรถขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทาง (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นทฤษฎีการแก้ปัญหาที่สำคัญในทางโลจิสติกส์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการลำเลียงสินค้าจากต้นทางไปยังปลายทางตามแผนการขนส่งที่กำหนดไว้ (ปรียาณัฐ เอียบศิริเมธี และคณะ, 2563) นอกจากนั้นแล้วการจัดเส้นทางรถขนส่ง จัดเป็นการวางแผนเชิงยุทธวิธีที่ต้องวางแผนการปฏิบัติงานด้านการขนส่งเป็นรายสัปดาห์หรือรายวัน (กฤษณา ปุณยงกูร และคณะ, 2562) ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากลูกค้ามักมีความไม่แน่นอนในความต้องการของสินค้าทั้งด้านประเภทและปริมาณ

การจัดเส้นทางรถขนส่ง เป็นการกำหนดเส้นทางของยานพาหนะแต่ละคัน เพื่อไปบริการให้ลูกค้าที่กำหนดโดยเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด ที่พบว่าแบ่งออกเป็นหลายลักษณะหรือหลายประเภทแตกต่างกันไปตามลักษณะของ ประเภทยานพาหนะ จำนวนศูนย์กระจายสินค้า จำนวนยานพาหนะ ระยะเวลาในการจัดส่งสินค้า (พิมพ์ชนก ทำนอง, 2552) ซึ่งจากความแตกต่างดังกล่าวก่อให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งในหลายรูปแบบหรือหลายลักษณะ อาทิเช่น Archetti et al. (2014; 2015) เสนอวิธีการแตกกิ่งและตัด (Branch and Cut) และวิธีการแตกกิ่งพิจารณาค่าตัวแปรและตัด (Branch-Price and Silva, 2015) และคณะประยุกต์วิธีค้นหาคำตอบแบบวนรอบซ้ำ (Iterated Local Search: ILS) และ Wilck and Cavalier (2012) ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) ในการแก้ปัญหา Bolduc et al. (2010) ลดต้นทุนการขนส่งและจัดเก็บสินค้า

คงคลังโดยรวมโดยใช้วิธีการค้นหาแบบทาบ (Tabu Search: TS) การจัดเส้นทางรถขนส่งที่มีข้อจำกัดด้านรอบเวลาการขนส่ง (Prat Boonsam et al., 2013) การจัดเส้นทางรถขนส่งที่มีการขนส่งเที่ยวกลับ (Emmanouil et al., 2012) การจัดเส้นทางรถขนส่ง เป็นต้น

วิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) เป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal solution) เหมาะกับปัญหาที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก เนื่องจากลักษณะการแก้ปัญหาเป็นการแตกตัวแปรและเงื่อนไขทั้งหมดออกมาพิจารณา ทำให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อนในการประมวลผล ก่อให้เกิดการใช้ระยะเวลานานมากในการแก้ปัญหา

2) วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristics Method) เป็นวิธีการหาคำตอบโดยอาศัยหลักการประมาณที่เกิดจากการสร้างแบบกระบวนการจำลองหรือกระบวนการค้นหาคำตอบที่ชัดเจน และทำซ้ำ จนได้ค่าของคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ วิธีการฮิวริสติกส์ ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง ได้ในระยะเวลาที่รวดเร็วกว่าวิธีการตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) วิธีการฮิวริสติกส์แบบดั้งเดิม (Classical heuristics) เป็นวิธีการที่กำหนดขั้นตอนหรือวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งที่ไม่มีความซับซ้อนมาก ขอบเขตในการค้นหาคำตอบไม่กว้างมากนัก และไม่เกิดการกระบวนการค้นหาซ้ำเมื่อค้นหาจนจบกระบวนการที่กำหนดไว้ ทำให้สามารถค้นหาคำตอบได้ในระยะเวลาที่รวดเร็ว แต่คำตอบที่ได้รับอาจไม่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด วิธีการฮิวริสติกส์แบบดั้งเดิมที่รู้จักกันดี ได้แก่ วิธี Nearest Neighbor Algorithm วิธี Saving Algorithm วิธี Sweep Method เป็นต้น

2) วิธีการเมตาฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) เป็นวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการฮิวริสติกส์แบบดั้งเดิม เนื่องจากการกำหนดพื้นที่หรือขอบเขตในการค้นหาคำตอบให้กว้างที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ อีกทั้งมักมีการกำหนดให้เกิดการประมวลผลซ้ำภายใต้ขอบเขตการสุ่มหรือการประมวลผลที่กำหนด ทำให้สามารถได้คำตอบที่ดีจนอาจสามารถเท่ากับหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุดได้ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถรับรองผลว่าคำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ด้วยเหตุนี้เองวิธีการประมวลผลแบบเมตาฮิวริสติกส์นี้มักเป็นวิธีการที่ใช้เวลาค่อนข้างมากในการประมวลผลเพื่อหาคำตอบ แต่อย่างไรก็ตาม ยังน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลหาคำตอบเมื่อเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ วิธีการ เมตาฮิวริสติกส์ที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง ได้แก่ วิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เป็นต้น (พิชญ์ พันธุ์พัฒน์ และเปรมพร เชมารุณณ์, 2562)

วิธีการ Saving Algorithm หรือวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด เป็นหนึ่งในวิธีการภายใต้กลุ่มการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์แบบดั้งเดิม เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และมีผู้นำวิธีการนี้ไปเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการจัดเส้นทางขนส่ง โดยใช้ชื่อว่า VRP Solver ที่พัฒนาโดย Larry Snyder จาก Lehigh University, USA. ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูปนี้มีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้ คือ จำนวนพาหนะทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่งสินค้า เส้นทางขนส่งสินค้าของพาหนะแต่ละคัน และลำดับการจัดส่งสินค้าของพาหนะแต่ละคัน ขั้นตอนการดำเนินการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าด้วยวิธีการ Saving Algorithm เป็นดังต่อไปนี้

1) กำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของการขนส่งสินค้า ที่โดยส่วนมากกำหนดให้เป็นศูนย์กระจายสินค้า (Depot: D)

2) สร้างตารางเมตริกซ์ระยะเวลา หรือระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า ระหว่างศูนย์กระจายสินค้า (D) กับทุกสถานที่ตั้งของลูกค้า (i หรือ j) และจากทุกสถานที่ตั้งของลูกค้าไปยังสถานที่ตั้งของลูกค้ารายอื่น ๆ ให้ครบทุกราย

3) คำนวณหาค่าประหยัด (Saving Cost) ดังสมการที่ (1)

$$S_{ij} = D_{iD} + D_{Dj} - D_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ

S_{ij} = ค่าประหยัด

D_{iD} = ระยะเวลา หรือระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายระหว่างสถานที่ส่งสินค้ากับศูนย์กระจายสินค้า

D_{Dj} = ระยะเวลา หรือระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับสถานที่ส่งสินค้า

D_{ij} = ระยะเวลา หรือระยะทาง หรือค่าใช้จ่ายระหว่างสถานที่ส่งสินค้าต่าง ๆ

4) เรียงลำดับคู่ลำดับระหว่างคู่ของสถานที่ขนส่งสินค้าใด ๆ ตามค่าประหยัดจากค่าประหยัดมากที่สุดไปหาค่าประหยัดน้อยที่สุด

5) สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมสถานที่ต่าง ๆ (i และ j) ตามค่าประหยัดจากมากไปน้อย จนกระทั่งสามารถจัดเรียงสถานที่จัดส่งสินค้าทั้งหมดทุกสถานที่เข้ามาอยู่ในเส้นทาง

6) ทำการตัดเส้นทางที่ได้ในข้อที่ 5) โดยใช้เงื่อนไขของความจุ หรือปริมาตร หรือน้ำหนักบรรทุกของพาหนะ โดยเปรียบเทียบความต้องการสินค้าของแต่ละสถานที่จัดส่งสินค้าตามเส้นทางที่เรียงลำดับไว้ในขั้นตอนที่ 5) หากพบว่าการบรรทุกเพื่อการจัดส่งในสถานที่ต่าง ๆ รวมกันแล้วเกินความจุ หรือเกินปริมาตร หรือน้ำหนักบรรทุกของพาหนะที่จะใช้ในการขนส่งแล้ว ให้ถือเป็นการตัดเส้นทางขนส่งของพาหนะหนึ่งคัน และทำซ้ำจนกว่าจะสามารถจัด

สถานที่จัดส่งสินค้าทุกสถานที่ไปตามเส้นทางการขนส่งได้ครบถ้วน

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรการวิจัยเป็นพนักงานของบริษัท ABC จำกัด จำนวน 123 คน

5.3 เครื่องมือวิจัย

1) โปรแกรม Microsoft Excel ใช้ในการเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษา คำนวณความถี่ในการจัดส่งสินค้าและจัดเรียงจุดส่งสินค้าด้วยวิธี Saving Algorithm

2) แผนที่ทางภูมิศาสตร์ Google Map เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค้นหาพิกัดทำเลที่ตั้งจุดจัดส่งสินค้าและใช้ในการค้นหาข้อมูลระยะทางและระยะเวลาของสถานที่ตั้งแต่ละแห่ง

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการกระจายสินค้าในปัจจุบัน

2) ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกระจายสินค้า เช่น ยอดขายสินค้า ปริมาณการรับสินค้า และส่งคืน รูปแบบการกระจายสินค้า พื้นที่การจัดส่ง และต้นทุนที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น การลดต้นทุนการขนส่ง และการจัดเส้นทางการขนส่ง

4) กำหนดพื้นที่ตัวอย่างที่ทำการศึกษาและออกแบบทางเลือกที่จะใช้ในการศึกษา

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าของบริษัท ABC จำกัด ในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีข้อมูลสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบโครงข่ายการกระจาย

สินค้าและการสร้างแบบจำลองการขนส่ง ดังนี้

1) ต้นทุนค่ากระจายสินค้าที่ประกอบด้วย ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าและต้นทุนค่าเช่าคลังย่อย เท่ากับ 4,096,191 บาท ซึ่งแบ่งเป็นค่าขนส่ง 2,435,643 บาท คิดเป็น 59% ของต้นทุนค่ากระจายสินค้ารวม และค่าเช่าคลังย่อย 1,660,548 บาท คิดเป็น 41% ของต้นทุนค่ากระจายสินค้ารวม

2) บริษัทมีนโยบายให้พนักงานขายแต่ละราย ถือครองสต็อกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบขายหน้าร้านเท่ากับ 5 เครื่องต่อเดือน ในขณะที่ผลจากการวิเคราะห์พบว่าร้อยละ 70.09 ของพนักงานทั้งหมดสามารถขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบขายหน้าร้านได้เฉลี่ยต่ำกว่า 5 เครื่องต่อเดือน ในขณะที่มีพนักงานร้อยละ 14.53 ที่สามารถขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบขายหน้าร้านได้เฉลี่ยเท่ากับ 5 เครื่องต่อเดือน และร้อยละ 15.38 ของพนักงานทั้งหมดสามารถขายได้เฉลี่ยมากกว่า 5 เครื่องต่อเดือน

3) ในแต่ละเดือนมีการคืนสินค้าจากการหมดสัญญาเช่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 เครื่องต่อพนักงานขาย 1 คน ที่บริษัทต้องทำการรับสินค้าไปส่งไว้ที่ศูนย์รับคืนสินค้าเพื่อเข้าสู่กระบวนการจัดการการคืนสินค้าต่อไป

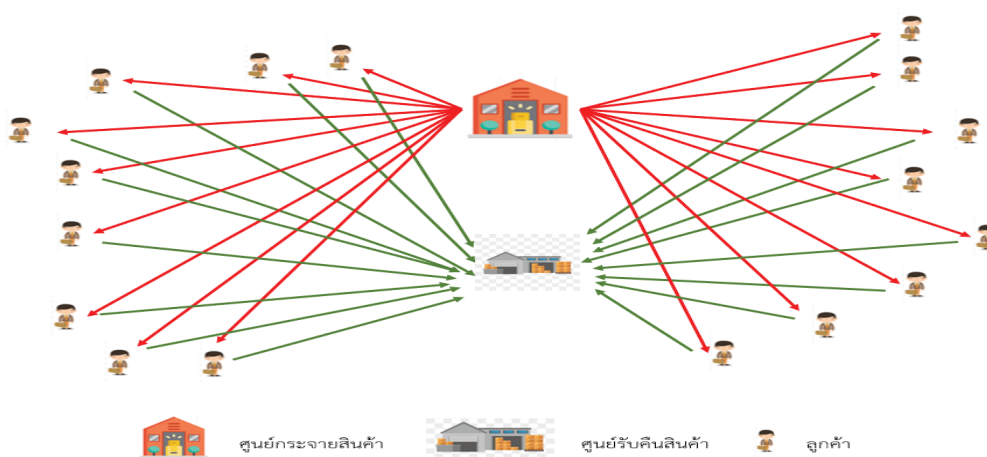
4) บริษัทมีเช่าคลังย่อยทั้งหมด 10 คลัง ประกอบด้วย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต เชียงราย เชียงใหม่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 คลัง ขอนแก่น และจังหวัดชลบุรีครอบคลุมพื้นที่การขายสินค้าทั้งหมด 6 ภูมิภาคตามที่บริษัทได้แบ่งเขตไว้ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคกลาง แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายในปี พ.ศ. 2562 พบว่า เขตกรุงเทพมหานครมีสัดส่วนยอดขายสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 33.36 ของยอดขายสินค้าทั้งหมด ในขณะที่ยอดขายสินค้าของภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคกลาง มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 17.73, 18.68, 15.48, 13.41

และ 1.34 ตามลำดับ

5. ในปี พ.ศ. 2562 บริษัทใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ที่มีปริมาณบรรทุกสินค้าสูงสุดเท่ากับ 60 เครื่องในการขนส่งสินค้า พบว่ามีปริมาณการบรรทุกสูงสุดเท่ากับ 58 เครื่องต่อเที่ยว น้อยที่สุดเท่ากับ 10 เครื่องต่อเที่ยว และมีค่าเฉลี่ยการบรรทุกสินค้าเท่ากับ 26 เครื่องต่อเที่ยว จะเห็นได้ว่าในแต่ละเที่ยววิ่งส่วนใหญ่จะบรรทุกสินค้าได้ไม่เต็มคันรถ ทำให้เกิดพื้นที่ว่างในการขนส่งโดยเฉลี่ย 66 % ต่อเที่ยว หรือคิดเป็นอัตราอรรถประโยชน์ (Utilization) ของการใช้พาหนะ

เท่ากับร้อยละ 34

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสูญเสียเปล่าของต้นทุนการเข้าคลังย่อยตามจังหวัดต่าง ๆ ที่สูงถึงร้อยละ 41 ของต้นทุนการกระจายสินค้าทั้งหมด จึงทดลองปรับปรุงโครงข่ายการกระจายและขนส่งสินค้าของบริษัทให้เปลี่ยนเป็นโครงข่ายการกระจายและขนส่งสินค้าแบบตรง ตามภาพที่ 1 และสำหรับการจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขายแต่ละรายนั้นให้ดำเนินการจัดเส้นทางทางขนส่งสินค้าในแต่ละวัน ตามที่มิกำหนดให้จัดส่งสินค้า



ภาพที่ 2 โครงข่ายการกระจายสินค้าแบบตรง ที่นำเสนอให้ปรับปรุง

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองหรือการจำลองการกระจายสินค้าโดยโครงข่ายการกระจายและขนส่งสินค้าแบบใหม่ให้แก่ลูกค้า โดยใช้ข้อมูลของปริมาณการขายของพนักงานขายในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 36 คน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2563 เท่านั้น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนการขายสินค้าที่มากที่สุดในปี พ.ศ. 2562 และกำหนดแบบจำลองไว้ 5 รูปแบบ ดังนี้

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 1: จัดส่งและรับสินค้าตรงให้แก่หรือจากพนักงานขายตามจำนวนที่ร้องขอและเมื่อพนักงานขายร้องขอ

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2: ให้พนักงานขายมีสต็อกสินค้า 2 เครื่อง/เดือน บริษัทจะจัดส่งสินค้าตรงให้แก่พนักงานขายแต่ละรายโดยรถเข้าเหมาคันเดือนละ 1 ครั้ง กรณีที่มีปริมาณความต้องการเพิ่มเติมจะจัดส่งรายขึ้น แต่หากเมื่อสิ้นงวดพนักงานขายยังคงมีปริมาณสินค้าคงเหลือเท่ากับ 2 เครื่อง จะไม่มีการส่งสินค้าไปในเดือนถัดไป

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3: ให้พนักงานขายมีสต็อกสินค้า 3 เครื่อง/เดือน เท่ากับค่าเฉลี่ยของปริมาณการขายของพนักงานขายในเขตกรุงเทพมหานครต่อเดือน บริษัทจะจัดส่งสินค้าตรง

ให้แก่พนักงานขายแต่ละรายโดยรถเช่าเหมาคันเดือนละ 1 ครั้ง กรณีที่มีปริมาณความต้องการเพิ่มเติมจะจัดส่งรายขึ้น แต่หากเมื่อสิ้นงวดพนักงานขายยังคงมีปริมาณสินค้าคงเหลือเท่ากับ 3 เครื่อง จะไม่มีการส่งสินค้าให้ในเดือนถัดไป

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 4: ให้พนักงานขายมีสต็อกสินค้า 5 เครื่อง/เดือน บริษัทจะจัดส่งสินค้าตรงให้แก่พนักงานขายแต่ละรายโดยรถเช่าเหมาคันเดือนละ 1 ครั้ง กรณีที่มีปริมาณความต้องการเพิ่มเติมจะจัดส่งรายขึ้น แต่หากเมื่อสิ้นงวดพนักงานขายยังคงมีปริมาณสินค้าคงเหลือเท่ากับ 5 เครื่อง จะไม่มีการส่งสินค้าให้ในเดือนถัดไป

แบบจำลองสถานการณ์ที่ 5: ให้พนักงานขายมีสต็อกสินค้าเท่ากับปริมาณยอดขายสูงสุดในอดีต บริษัทจะจัดส่งสินค้าตรงให้แก่พนักงานขายแต่ละรายโดยรถเช่าเหมาคัน กรณีที่มีปริมาณความต้องการเพิ่มเติมจะจัดส่งรายขึ้น แต่หากเมื่อสิ้นงวดพนักงานขายยังคงมีปริมาณสินค้าคงเหลือเท่ากับปริมาณยอดขายสูงสุดในอดีต จะไม่มีการส่งสินค้าให้ในเดือนถัดไป

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดเส้นทางการขนส่งภายใต้แบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 5 แบบจำลอง ด้วยวิธีการ Saving Algorithm ที่กำหนดเงื่อนไขการขนส่งสินค้าดังต่อไปนี้

1. กรณีการส่งรายขึ้น ค่าขนส่งต่อกล่องเท่ากับ 205 บาท
2. กรณีขนส่งแบบเหมาคัน มีรายละเอียด ดังนี้
 - ค่าขนส่งเหมาคัน เท่ากับ 2,800 บาท ต่อวัน
 - รถกระบะสำหรับจัดส่งสินค้า 1 คัน สามารถบรรทุกได้สูงสุด 60 เครื่อง
3. กำหนดให้จุดเริ่มต้นของการเดินทาง คือ ศูนย์กระจายสินค้า และจุดสิ้นสุดของการเดินทาง คือ ศูนย์รับคืนสินค้า
4. กำหนดเวลารับสินค้าของพนักงานขายอยู่ในช่วงเวลา 08.30 - 17.30 น. เท่านั้น
5. กำหนดให้ระยะเวลาในการขนถ่ายต่อจุดส่งเท่ากับ 10 นาทีต่อจุดส่งสินค้า

6. ผลการวิจัย

ในทดสอบการกระจายสินค้าด้วยโครงข่ายแบบใหม่ที่ไม่ผ่านคลังย่อย ตามเงื่อนไขของการจำลองสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น และทำการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการ Saving Algorithm ผลการทดลองแสดงในหัวข้อที่ 6.1 – 6.5 และตารางที่ 1 ผลการจำลองสถานการณ์การขนส่ง

ตารางที่ 1 ผลการจำลองการขนส่งภายใต้สถานการณ์

รายการ	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 2	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 3	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 4	แบบจำลองสถานการณ์ที่ 5
จำนวนสินค้าที่ต้องจัดส่งทั้งหมด	189 ชิ้น	189 ชิ้น	189 ชิ้น	-
จำนวนพนักงานทั้งหมด	36 คน	36 คน	36 คน	36 คน
จำนวนสินค้าที่จัดส่งโดยรถขนส่งแบบเหมาคัน	72 ชิ้น	108 ชิ้น	180 ชิ้น	344 ชิ้น
จำนวนรถขนส่งทั้งหมด	4 คัน	4 คัน	4 คัน	6 คัน

ตารางที่ 1 ผลการจำลองการขนส่งภายใต้สถานการณ์ (ต่อ)

รายการ	แบบจำลอง สถานการณ์ที่ 2	แบบจำลอง สถานการณ์ที่ 3	แบบจำลอง สถานการณ์ที่ 4	แบบจำลอง สถานการณ์ที่ 5
ค่าขนส่งสินค้าแบบเหมาคัน	2,800 บาท/คัน/วัน	2,800 บาท/คัน/วัน	2,800 บาท/คัน/วัน	2,800 บาท/คัน/วัน
รวมค่าขนส่งแบบเหมาคันทั้งหมด	11,200 บาท	11,200 บาท	11,200 บาท	16,800 บาท
จำนวนสินค้าที่ส่งแบบรายชิ้น	117 ชิ้น	81 ชิ้น	9 ชิ้น	-
ราคาค่าส่งสินค้าแบบรายชิ้น	205 บาท/ชิ้น	205 บาท/ชิ้น	205 บาท/ชิ้น	205 บาท/ชิ้น
รวมค่าขนส่งสินค้าแบบรายชิ้น	23,985 บาท	16,605 บาท	1,845 บาท	-
รวมค่าขนส่งสินค้าทั้งหมด	35,185 บาท	27,805 บาท	13,045 บาท	16,800 บาท

6.1 ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 1

ผลการคำนวณหาค่าจัดส่งสินค้าในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ของสถานการณ์จำลองที่ 1 ที่กำหนดให้จัดส่งและรับสินค้าตรงให้แก่หรือจาก พนักงานขายตามจำนวนที่ร้องขอและเมื่อพนักงานขายร้องขอ แสดงในตารางที่ 1 พบว่าเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมดเท่ากับ 60,885 บาท แต่หากเมื่อใช้ข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าเกิดค่าใช้จ่ายในการส่งสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 766,620 บาท

6.2 ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 2

ในสถานการณ์จำลองที่ 2 บริษัทจะจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขายจำนวน 2 เครื่อง เพื่อเป็นสินค้าพร้อมขายสำหรับเดือนนั้น ๆ และจะจัดส่งเพิ่มเติมเป็นรายชิ้นเมื่อมีการร้องขอ ด้วยนโยบายการจัดส่งสินค้าแบบสถานการณ์ที่ 2 นี้เอง ทำให้มี

การขนส่งสินค้าให้แก่พนักงานตอนต้นเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยรถขนส่งแบบเหมาคันเท่ากับ 72 คัน ใช้รถขนส่งสินค้าทั้งหมด 4 คัน ที่คำนวณจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการ Saving Algorithm ภายใต้เงื่อนไขด้านเวลาขนส่งสินค้าที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งเส้นทางขนส่งสินค้าทั้ง 4 เส้นทาง และในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 นั้นจะมีการ

ขนส่งสินค้าแบบรายชิ้นให้แก่พนักงานขายเมื่อร้องขออีกจำนวน 117 ชิ้น ซึ่งผลจากการขนส่งในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 2 นี้เกิดต้นทุนรวมเท่ากับ 35,185 บาท แต่หากเมื่อใช้ข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าเกิดค่าใช้จ่าย

ในการส่งสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 435,360 บาท นอกจากนั้นแล้ว ผลจากการกระจายสินค้าด้วยโครงข่ายแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอที่นำไปจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธีการ Saving Algorithm แล้วนั้น พบว่าก่อให้เกิดอัตราอรรถประโยชน์ (Utilization) ของการใช้พาหนะบรรทุกทุกเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 30

6.3 ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 3

บริษัทจะจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขายจำนวน 3 เครื่อง เพื่อเป็นสินค้าพร้อมขายสำหรับเดือนนั้น ๆ และจะจัดส่งเพิ่มเติมเป็นรายชิ้นเมื่อมีการร้องขอ ด้วยนโยบายการจัดส่งสินค้าแบบสถานการณ์ที่ 3 นี้เอง ทำให้มีการขนส่งสินค้าให้แก่พนักงานตอนต้นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยรถขนส่งแบบเหมาคันเท่ากับ 108 คัน ใช้รถขนส่งสินค้าทั้งหมด 4 คัน ที่คำนวณจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการ Saving Algorithm ภายใต้เงื่อนไขด้านเวลาขนส่งสินค้าที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งเส้นทางขนส่งสินค้าทั้ง 4 เส้นทาง เป็นเส้นทางเดียวกับผลการจัดเส้นทางในการจำลอง

สถานการณ์ที่ 2 ด้วยเหตุของการกำหนดช่วงเวลาเช่นเดียวกันและปริมาณบรรทุกสูงสุดของพาหนะที่เท่ากันของทั้งสองแบบจำลอง แต่ในระหว่างเดือนจะมีการจัดส่งสินค้าแบบรายชิ้นรวมทั้งหมด 81 ชิ้น ซึ่งผลจากการขนส่งในแบบจำลองที่ 3 นี้เกิดต้นทุนรวมในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เท่ากับ 27,805 บาท แต่หากเมื่อใช้ข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 373,800 บาท นอกจากนั้นแล้ว ผลจากการกระจายสินค้าด้วยโครงข่ายแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอที่นำไปจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการ Saving Algorithm แล้วนั้น พบว่าก่อให้เกิดอัตรารรถประโยชน์ (Utilization) ของการใช้พาหนะบรรทุกทุกเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 45

6.4 ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 4

บริษัทจะจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขายจำนวน 5 เครื่อง เพื่อเป็นสินค้าพร้อมขายสำหรับเดือนนั้น ๆ และจะจัดส่งเพิ่มเติมเป็นรายชิ้นเมื่อมีการร้องขอ ด้วยนโยบายการจัดส่งสินค้าแบบสถานการณ์ที่ 4 นี้เอง ทำให้มีการขนส่งสินค้าให้แก่พนักงานตอนต้นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยรถขนส่งแบบเหมาคันเท่ากับ 180 คัน โดยใช้รถขนส่งสินค้าทั้งหมด 4 คัน ที่คำนวณจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการ Saving Algorithm ภายใต้เงื่อนไขด้านเวลาขนส่งสินค้าที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งเส้นทางการขนส่งสินค้าทั้ง 4 เส้นทางเป็นเส้นทางเดียวกับผลการจัดเส้นทางในการจำลองสถานการณ์ที่ 2 และ 3 ด้วยเหตุของการกำหนดช่วงเวลาเช่นเดียวกันและปริมาณบรรทุกสูงสุดของพาหนะที่เท่ากันของทั้งสามแบบจำลองแต่ในระหว่างเดือนจะมีการจัดส่งสินค้าแบบรายชิ้นรวมทั้งหมด 9 ชิ้น ซึ่งผลจากการขนส่งในแบบจำลองที่ 4 นี้เกิดต้นทุนรวมเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เท่ากับ 13,045 บาท แต่หากเมื่อใช้ข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าทั้งหมดเท่ากับ 166,080 บาท และพบ

ข้อที่น่าสังเกตคือในบางเดือนจะไม่มีมีการส่งสินค้าให้แก่พนักงานบางรายเนื่องจากจำนวนสินค้าที่คงเหลืออยู่มากกว่าจำนวน 5 ชิ้น และอัตรารรถประโยชน์ (Utilization) ของการใช้พาหนะเฉลี่ยในแบบจำลองสถานการณ์นี้เท่ากับร้อยละ 75

6.5 ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 5

บริษัทจะจัดส่งสินค้าให้แก่พนักงานขายเท่ากับจำนวนที่เคยขายมากที่สุดตั้งเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมา เพื่อเป็นสินค้าพร้อมขายสำหรับเดือนนั้น ๆ และจะจัดส่งเพิ่มเติมเป็นรายชิ้นเมื่อมีการร้องขอ ด้วยนโยบายการจัดส่งสินค้าแบบสถานการณ์ที่ 5 นี้เอง ทำให้มีการขนส่งสินค้าให้แก่พนักงานตอนต้นเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 โดยรถขนส่งแบบเหมาคันเท่ากับ 344 คัน โดยใช้รถขนส่งสินค้าทั้งหมด 6 คัน ที่คำนวณจากการจัดเส้นทางด้วยวิธีการ Saving Algorithm ภายใต้เงื่อนไขด้านเวลาขนส่งสินค้าที่กำหนดไว้เท่านั้น ในขณะที่ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าในแบบจำลองสถานการณ์ที่ 5 ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 นี้เท่ากับ 16,800 บาท เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มาจำลองสถานการณ์ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่ 5 พบว่าอาจไม่เกิดการส่งสินค้าในบางเดือน เนื่องจากจำนวนสินค้าที่เคยขายได้สูงสุดในอดีตมีจำนวนสูงมาก แต่ระหว่างช่วงเดือนบางช่วงในระยะเวลาที่ศึกษาที่มีจำนวนขายได้น้อยกว่าจำนวนสูงสุดมาก แต่ในขณะที่มีการส่งสินค้ากลับรายชิ้น ทำให้เกิดค่าขนส่งรวมตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562- เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 เท่ากับ 203,640 บาท โดยมีอัตรารรถประโยชน์ (Utilization) ของการใช้พาหนะขนส่ง เท่ากับร้อยละ 78

7. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

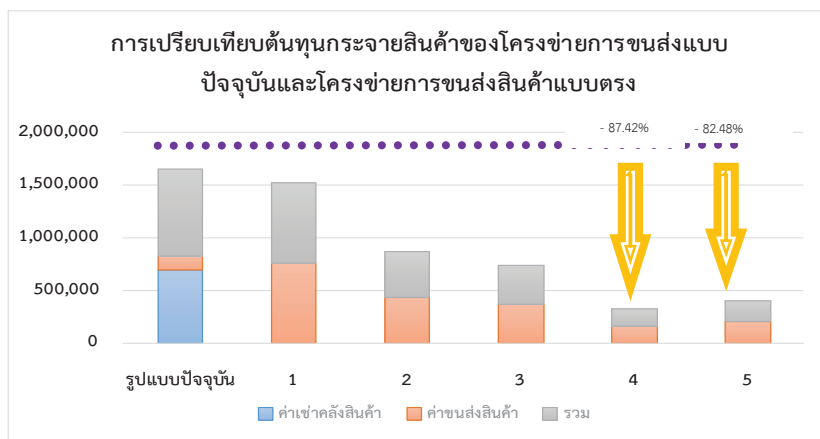
ผลจากการทดลองการขนส่งสินค้าตามแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 5 แบบนั้น เมื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง

ตามโครงข่ายการกระจายสินค้าที่บริษัทดำเนินการอยู่จริงแสดงดังตารางที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ว่าเมื่อปรับปรุงโครงข่ายการกระจายสินค้าเป็นแบบตรงจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบจัดการหน้าร้าน โดยจะสามารถลดต้นทุนค่าเช่าคลังย่อยในเขตกรุงเทพมหานครได้ทั้งหมด เท่ากับ 696,000 บาทต่อปี ผลกระทบที่เกิดจากการไม่เช่าคลังย่อยส่งผลให้ค่าขนส่งสินค้าเพิ่มมากขึ้นในทุกแบบจำลองสถานการณ์เมื่อเทียบกับต้นทุนค่าขนส่งที่เกิดขึ้นจากโครงข่ายการกระจายสินค้าแบบผ่านคลังย่อย แต่หากเมื่อพิจารณาต้นทุนการกระจายสินค้ารวมทั้งหมดของแบบจำลองสถานการณ์ที่นำเสนอทั้ง 5 รูปแบบแล้ว ทุกแบบจำลองสถานการณ์ก่อให้เกิดต้นทุนรวมในการกระจายและขนส่งสินค้ารวมต่ำกว่ารูปแบบการกระจายสินค้าที่ดำเนินการอยู่ของบริษัทในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองสถานการณ์ที่ 4 ที่กำหนดให้พนักงานสามารถมีสินค้า

พร้อมขายได้ 5 เครื่อง และแบบจำลองสถานการณ์ที่ 5 ที่กำหนดให้พนักงานมีสินค้าพร้อมขายได้เท่ากับจำนวนมากที่สุดที่เคยขายได้ ที่สามารถลดต้นทุนการกระจายสินค้าได้สูงถึงร้อยละ 87.42 และร้อยละ 82.48 ตามลำดับ ดังภาพที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัตริกา สมรูป (2557) พบว่าต้นทุนในการกระจายสินค้าในรูปแบบ Direct Shipment จะสามารถลดต้นทุนการกระจายสินค้า และสามารถลดเที่ยววิ่งการขนส่งสินค้าจากโรงงานมาคลังสินค้าได้ เช่นเดียวกับ อสมพร ประดุงมณีพันธ์ (2552) พบว่ารูปแบบการขนส่งโดยตรงจะส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนโลจิสติกส์ในขณะที่อัครพล ชุณหเกียรติ์สกุล (2559) ทดลองพัฒนาโปรแกรมค้นหาเส้นทางจากการประยุกต์ใช้วิธีการ Saving Algorithm พบว่าสามารถลดต้นทุนผันแปรในการขนส่งได้ 23.08% สำหรับการกระจายสินค้า 1 เที่ยวรถบรรทุกขาเข้า และยังสามารถช่วยจัดสรรทรัพยากรด้านอื่นๆ ได้ดีขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบต้นทุนการกระจายสินค้าตามโครงข่ายการกระจายสินค้าแบบปัจจุบัน และแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ

		ต้นทุน (บาท)		
		ค่าเช่าคลังสินค้า	ค่าขนส่งสินค้า	รวม
รูปแบบปัจจุบัน		696,000	134,400	830,400
แบบจำลอง สถานการณ์	1	-	766,620	766,620
	2	-	435,360	435,360
	3	-	373,800	373,800
	4	-	166,080	166,080
	5	-	203,640	203,640



ภาพที่ 3 ต้นทุนกระจายสินค้าตามโครงการการกระจายสินค้าแบบปัจจุบัน และแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

บริษัทควรนำแนวทางการวิจัยนี้ไปขยายการทดลองโดยใช้ข้อมูลของการขายทั่วประเทศ ซึ่งผลจากการขยายข้อมูล อาจทำให้แต่ละภูมิภาคมีลักษณะโครงการกระจายและขนส่งสินค้าเหมือนดังเช่นเขตกรุงเทพมหานครหรือไม่ก็ได้ นอกจากนั้นแล้วบริษัทควรมีการทบทวนการวิเคราะห์ข้อมูลและทำการทดลองตามแนวทางที่ได้นำเสนอไว้ในงานวิจัยฉบับนี้อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้บริษัทสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการสินค้าของลูกค้าที่มีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลาได้อย่างทัน่วงที

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้พิจารณาเฉพาะกิจกรรมกระจายสินค้าเท่านั้น ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าหากทำการพิจารณาปรับปรุงกิจกรรมการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทร่วมด้วย จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัทในการเข้าใจถึงความต้องการของตลาดได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และจะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์รวมของบริษัทได้มากยิ่งขึ้นการที่ลดคลังสินค้า

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา ปุณยงกูร, จรรยา ธนาอธิพร, ระวีวรรณ มาลัยวรรณ, ศรีธนา บุญญเศรษฐ์, จรรยา ฤกษ์ศิริสุข, ชีระ พุ่มเสนาะ, จักรกฤษณ์ ดวงพัสดรา, สิริอร เศรษฐมานิต และนันทิ สุทธิการณนัย. (2554). *เศรษฐศาสตร์การจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ (Economics of Transportation and Logistics Management)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.
- ฉัตริกา สมรูป. (2557). *การศึกษารูปแบบการกระจายสินค้าเพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์กรณีบริษัท X.X.X. จำกัด*. สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ปริญญ์ เอียบศิริเมธี นันทิ สุทธิการณนัย และสรารุจ จันทรง. (2563). เทคนิคการแก้ปัญหาการกระจายสินค้าและการขนส่ง. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 14(1), 326–342.
- พิมพ์ชนก ทำนอง. (2552). *การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าจากจุดส่งเดียว กรณีเปรียบเทียบวิธีการแบบฮิวริสติกส์ และวิธีการเชิงพันธุกรรม*. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิชญ์ พันธุ์พัฒน์ และเปรมพร เขมาวุฒ. (2562). การจัดเส้นทางขนส่งของรถบรรทุกขนาดใหญ่ สำหรับสินค้าประเภทเทกองและกระสอบ กรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการขนส่ง. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 9(1), 1-20.
- ศิวพร สุกสี และธาริณี มีเจริญ. (2562). การลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทาง การเดินทาง: กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ประดับยนต์. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 9(1), 69-84.
- อัศรพล ชุนทเกียรติสกุล. (2559). *การลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทขนส่ง กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า จังหวัดเพชรบุรี*. สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อสมพร ประดุมณีนันท์. (2552). *การออกแบบและประเมินระบบการขนส่งสินค้าโดยตรงของสินค้าเคมีเหลว จากโรงกลั่นไปยังลูกค้า*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Archetti, C., Bianchessi, N. & Speranza, M.G. (2015). A Branch-price-and-cut Algorithms for the Commodity Constrained Split Delivery Vehicle Routing Problem. *Computers and Operations Research*. 64, 1-10.
- Bolduc, M.C., Laporte, G., Renaud, J. & Boctor, F.F. (2010). A Tabu Search Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem with Production and Demand Calendars. *European Journal of Operational Research*, 202, 122-130.
- Chopra, S. (2003). *Designing the Distribution Network in a Supply Chain*. Transportation Research: Part E: Logistics and Transportation Review. Retrieved 25 December 2019, From : [http://dx.doi.org/10.1016/S1366-5545\(02\)00044-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1366-5545(02)00044-3).
- Emmanouil E, Zachariadis, & Chris T. Kiranoudis. (2012). An effective local search approach for the Vehicle Routing Problem with Backhauls. *Expert Systems with Applications*. 39(3), 3174-3184.

- Larry Snyder (online). *VRP solver is for Windows-based systems*. Retrieved 20 March 2019, From: <https://coral.ise.lehigh.edu/larry/software/vrp-solver/>.
- Silva, M.M., Subramanian, A. & Ochi, L.S. (2015). An Iterated Local Search Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem. *Computers and Operations Research*. 53, 234-249.
- Wilck IV, J.H. & Cavalier, T.M. (2012). A Genetic Algorithm for the Split Delivery Vehicle Routing Problem. *American Journal of Operations Research*. 2, 207-216.
- Prat Boonsam, Nanthi Suthikarnnarunai & Wanchai Rattanawong. (2013). Efficiency Improvement for Multi Depot Vehicle Routing: A Case Study in Cash Distribution. *Applied Mechanics and Materials*, 284-287: 3667-367.