

OPTIMAL ALLOCATION OF CUSTOMER LOCATION FOR DISTRIBUTION CENTER: A CASE STUDY OF ICE MANUFACTURING COMPANY IN CHONBURI PROVINCE

Manuscript Submission Data: 2021, October 15

Article Editing Date: 2021, October 30

Article Accepted Date: 2021, November 20

Jirawan Niemsakul*

Sermpong Niemsakul**

ABSTRACT

The case study company has faced high transportation costs and decreased in customers due to Covid-19 situation and lack of technology to manage transportation system in terms of specifying the location of the customer, transport routing and customer zoning. The objectives of the research were 1) to establish a database indicating the customer's location on an online map and 2) to allocate the optimal customer groups of each distribution center using integer linear programming for the minimization of total transport distance. This will result in lower overall transportation costs. It was found that the transportation cost in the company's transportation operations can be reduced by 27.08% in terms of distance and working hours of drivers, representing a reduction in costs of 85,315 baht/year.

Keywords: Ice product, Ice transport, Cold chain, Integer programming, Distribution center.

* Head of Department, Faculty of Logistics and Supply Chain, Sripatum University at Chonburi

Corresponding author. e-Mail: jirawannie@gmail.com

** Lecturer, Faculty of Logistics and Supply Chain, Sripatum University at Chonburi

การจัดสรรพื้นที่ตั้งลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้า : กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตน้ำแข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี

วันที่ได้รับต้นฉบับบทความ: 15 ตุลาคม 2564

วันที่แก้ไขปรับปรุงบทความ: 30 ตุลาคม 2564

วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 20 พฤศจิกายน 2564

จิราวรรณ เนียมสกุล*

เสริมพงษ์ เนียมสกุล**

บทคัดย่อ

ปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา คือ ต้นทุนการขนส่งสูง และจำนวนลูกค้าลดลงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสถานการณ์ระบาดของโควิด 19 และยังขาดการใช้เทคโนโลยีในการจัดการการขนส่ง ทั้งในด้านการระบุตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า การจัดเส้นทางขนส่ง และการแบ่งโซนพื้นที่ให้บริการขนส่งของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) การจัดทำฐานข้อมูลลูกค้าตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าลงบนแผนที่ออนไลน์ และ 2) การจัดสรรตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็ม เพื่อให้มีระยะทางการขนส่งรวมต่ำที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งโดยรวมลดลง ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินการขนส่งของบริษัทสามารถลดต้นทุนการขนส่งทั้งในด้านระยะทางและชั่วโมงการทำงานของคนขับรถบรรทุกได้ร้อยละ 27.08 คิดเป็นต้นทุนที่ลดลง 85,315 บาท ต่อปี

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์น้ำแข็ง, ขนส่งน้ำแข็ง, ไซ้ความเย็น, โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม, ศูนย์กระจายสินค้า

* หัวหน้าสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี

Corresponding author. e-Mail: jirawannie@gmail.com

** อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี

บทนำ

โซ่ความเย็น (cold chain) เป็นการบริหารจัดการกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การเก็บรักษา การกระจายสินค้า และการขายของสินค้า รวมถึงการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และการปฏิบัติ เพื่อให้สินค้าคงความสดและมีคุณภาพให้ยาวนานที่สุดในเงื่อนไขที่สภาพของอุณหภูมิที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อการเก็บรักษาในแต่ละกระบวนการผลิต การพัฒนาโซ่ความเย็นเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์ การยกระดับ การบริหารจัดการโลจิสติกส์ และโซ่อุปทาน ภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม ภายใต้แผนยุทธศาสตร์ การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560 - 2565) ซึ่งมุ่งส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา การจัดการระบบโลจิสติกส์ที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อลดความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นทั้งกระบวนการ ลดต้นทุน และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (กองยุทธศาสตร์การพัฒนา ระบบโลจิสติกส์, 2564) นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาและพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานการขนส่งสินค้าแบบควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งขยายผลมาจากการศึกษาระบบมาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุก (กรมการขนส่งทางบก, ออนไลน์, 2563)

น้ำแข็งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีความสำคัญในโซ่อุปทานอาหารของคนในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อน และคนไทยนิยมบริโภคน้ำแข็งในทุกฤดู การขนส่งน้ำแข็ง จึงต้องใช้เวลาการจัดส่งและกระจายที่รวดเร็ว เพื่อไม่ให้น้ำแข็งละลาย และเป็นการจัดส่งในระยะทางที่ไม่ไกล จึงมีโรงงานผลิตน้ำแข็งกระจายอยู่ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในการวิจัยนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำแข็งในหลายรูปแบบ เช่น น้ำแข็งก้อน น้ำแข็งบด และน้ำแข็งหลอด เป็นต้น มีลูกค้าที่ต้องจัดส่งทั้งรายเล็ก รายใหญ่ มากกว่า 4,000 ราย ต่อวัน มีศูนย์กระจายน้ำแข็ง (distribution center) ในพื้นที่ใกล้เคียง 3 แห่ง เพื่อเป็นพื้นที่จัดเก็บน้ำแข็งที่ใกล้กับลูกค้า และเพื่อการกระจายสินค้าถึงลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูง การเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินศักยภาพด้านโลจิสติกส์ พบว่า ปัญหาของสถานประกอบการ คือ ปัญหาด้านการขนส่ง ระบบการแบ่งพื้นที่ให้บริการลูกค้าตามศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทที่มีอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งสอดคล้องกับสายรถบรรทุกแต่ละคัน เพื่อจัดสรรการใช้รถบรรทุกและพื้นที่ให้บริการขนส่งที่เหมาะสม เนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 ทำให้ลูกค้ารายย่อยถูกปิด และทางบริษัทต้องยกเลิกการจัดส่งชั่วคราว ส่งผลให้ไม่สามารถส่งน้ำแข็งให้ได้และรายได้ลดลง แต่ต้นทุนการขนส่งยังเท่าเดิม และเกิดความสูญเสียเปล่าในการบรรทุก จากเดิมบรรทุกเต็มคันแต่ลดลงกว่า ร้อยละ 50 รวมถึงตำแหน่งลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงและเลิกกิจการไป และปัญหาในด้านระบบสารสนเทศและเทคโนโลยี ที่บริษัทยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ระบบเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนกิจกรรมทางโลจิสติกส์ ประกอบกับบริษัทเองมีปัญหาในเรื่องของการตรวจติดตามสถานะสินค้า ปัญหาการตรวจสอบย้อนกลับสินค้า เช่น มีสินค้าเหลือกลับมาที่บริษัท และต้องละลายทิ้งไป ทำให้เสียเวลาและต้นทุนในการตรวจสอบในงานการขนส่ง

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พบว่า การขนส่งแบบผ่านศูนย์กระจายสินค้า (distribution center) (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ออนไลน์, 2564) จากกลไกการค้าในปัจจุบันที่มีการแข่งขันเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไปจากเดิม การตอบสนองอย่างรวดเร็ว จึงมีระบบศูนย์กระจายสินค้าเกิดขึ้นเพื่อเป็นตัวกลางในการตอบสนองความต้องการ และจัดการระบบการขนส่งสินค้าในปัจจุบัน เพราะเป็นการเพิ่มมูลค่า

ให้กับกิจกรรมการขนส่ง เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้ขายปลีก หรือเชื่อมโยงไปยังผู้บริโภคเลย โดยทำหน้าที่รับสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละรายมาเก็บไว้ในคลังสินค้าของตน โดยดำเนินการบริหารจัดการ มีเทคโนโลยีในการกระจายและจัดส่งสินค้าแทนผู้ผลิตสินค้า ทำให้ผู้ผลิตสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งไปยังลูกค้าแต่ละราย มาเป็นสิ่งที่ DC และ DC จะมีหน้าที่กระจายสินค้าให้

ประโยชน์ของศูนย์กระจายสินค้าทั้งในด้านการจัดเก็บและขนส่งนั้น สามารถเป็นที่จัดเก็บสินค้า หรือวัตถุดิบแทนผู้ผลิตและผู้ค้าปลีก เป็นการลดต้นทุนค่าจัดเก็บสินค้า และเป็นการสนับสนุนการผลิตแบบทันเวลาพอดี (just in time) ซึ่งเป็นแนวทางการลดต้นทุนในการผลิตและการบริหารคงคลังที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า จากการใช้ศูนย์กระจายสินค้าจะสามารถลดเวลาขนส่งที่เดิมขนส่งจากผู้ผลิตไปยังผู้ค้าปลีก สามารถป้องกันการขาดแคลนสินค้าที่อาจจะมีความไม่แน่นอนตามฤดูกาลและสภาวะตลาด และทำให้เกิดความประหยัดต่อขนาด (economies of scale)

งานวิจัยด้านการจัดการโซ่ความเย็นของการขนส่งน้ำแข็ง กฤต จันทรัมย์ (2554) ได้ศึกษาการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีค้นหาคำตอบแบบวนรอบซ้ำ เพื่อหาค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน และระยะทางการขนส่งแตกต่างกัน ต่อมา ฉัตริกา สมรูป (2557) ได้ศึกษารูปแบบการกระจายสินค้า และต้นทุนที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดต้นทุนในส่วนกิจกรรมที่ซับซ้อนที่เกิดขึ้นในการกระจาย สินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า (DC) และคลังจังหวัด หารูปแบบการกระจายสินค้าที่เหมาะสมกับ บริษัท เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการกระจายสินค้า และตอบสนองความต้องการลูกค้า รวมถึง อธิวัฒน์ บุญมี วรญา เนื่องมัจฉา และอัมภิกา บุญมี (2560) ได้มีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็ง โดยพิจารณาข้อจำกัดด้านคุณภาพของสินค้าประเภทน้ำแข็งเวลาในการขนส่ง กรอบเวลาที่ลูกค้าต้องการ รวมไปถึงความหลากหลายของรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งซึ่งประยุกต์ใช้เทคนิคทางเมตะฮิวริสติกส์ที่เรียกว่า วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค มีเป้าหมาย คือเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมในการวางแผนการขนส่งน้ำแข็งที่ต่ำที่สุด และ Yao and He (2019) ได้ศึกษาการจัดหาเส้นทางการขนส่งและกระจายสินค้าที่ดีที่สุดโดยใช้จุดเชื่อมต่อ สำหรับสายโซ่ความเย็น โลจิสติกส์ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สามารถลดต้นทุนการขนส่งและเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า รวมถึงการมีการศึกษาแนวทางการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า โดยการลดความสูญเสียเปล่าของรถในการขนส่ง การจัดเส้นทางการวิ่งรถ (นันทวัฒน์ ธรรมสอน และวรินทร์ วงษ์มณี, 2563) ซึ่งการวิจัยนี้มีประเด็นแตกต่างจากงานวิจัยด้านการขนส่งน้ำแข็งหรือการขนส่งในผลิตภัณฑ์โซ่ความเย็นคือ เป็นการจัดสรรกลุ่มตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เปรียบเสมือนการแบ่งโซนพื้นที่ให้บริการเพื่อให้มีระยะทางการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาจากระยะทางการขนส่งและปริมาณการขนส่งร่วมกัน

ดังนั้นในการวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาและปรับปรุงปัญหาดังกล่าว โดยการแก้ไขปัญหาระบบการขนส่งสินค้าน้ำแข็งไปยังลูกค้า โดยการจัดสรรกลุ่มของลูกค้าตามตำแหน่งที่ตั้งสำหรับแต่ละศูนย์กระจายสินค้าให้เหมาะสมด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็ม และวิเคราะห์ผลด้วย Microsoft Excel Solver เพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งลดลง รวมถึงการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ของการจัดทำฐานข้อมูลตำแหน่งลูกค้าผ่าน Google Map อย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

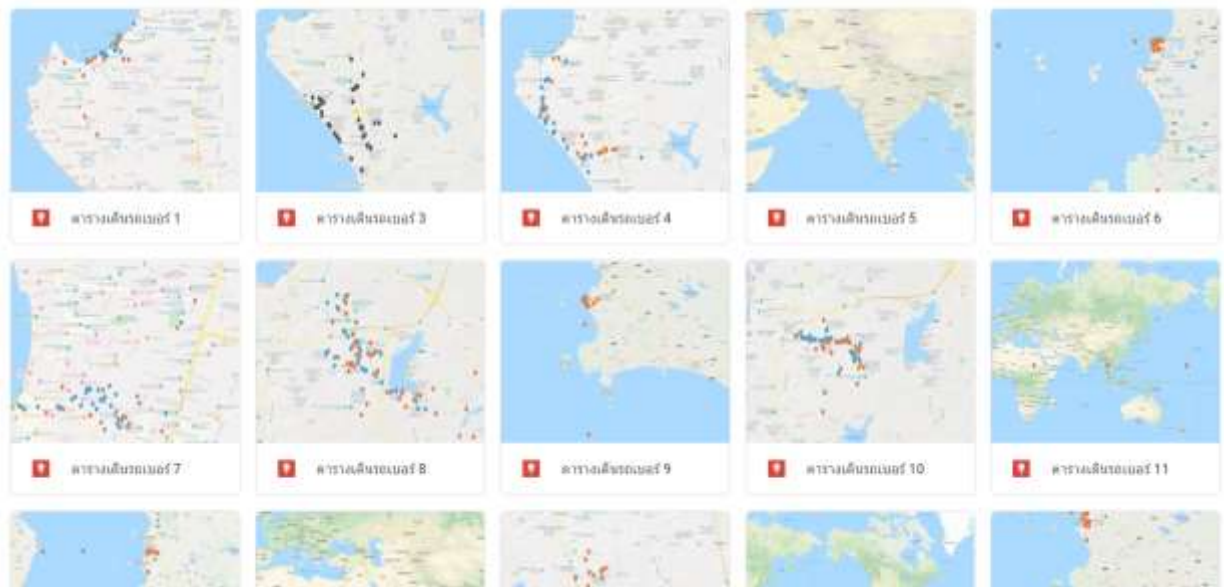
1. จัดทำฐานข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าลงบนแผนที่ออนไลน์ (google map)
2. การจัดสรรตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็ม (integer linear programming) เพื่อให้มีระยะทางการขนส่งรวมต่ำที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อัปเดตข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าที่มีการเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด เพื่อคำนวณระยะทางระหว่างที่ตั้งลูกค้ากับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยการให้พนักงานขับรถระบุตำแหน่งแต่ละจุดที่ไปส่งด้วย GPS Application
2. สร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็ม เพื่อจัดสรรตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยกำหนดสมการเป้าหมายเพื่อให้มีระยะทางการขนส่งรวมต่ำที่สุด และสมการเงื่อนไขที่สอดคล้องกับรูปแบบปัญหา
3. ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนรถที่เหมาะสมและตำแหน่งลูกค้าที่รถแต่ละคันจะให้บริการจัดส่ง (เทียบเคียงกับการแบ่งโซนสำหรับการขนส่งของรถแต่ละคัน) สำหรับศูนย์กระจายน้ำแข็งทั้ง 3 แห่ง
4. รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะเป็นรูปแบบมาตรฐานของบริษัท ซึ่งพนักงานสามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ได้ หากมีการเปลี่ยนแปลงของตัวเลขเชิงปริมาณ โดยระหว่างดำเนินโครงการวิจัยมีการอบรมให้ความรู้เชิงปฏิบัติการและมีการติดตามผล

ผลการวิจัย

1. อัปเดตข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งลูกค้า ด้วยการกำหนดพิกัดตำแหน่งด้วยระบบ GPS เพื่อหาตำแหน่งพิกัดละติจูดและลองจิจูด และปริมาณสินค้าที่จัดส่งโดยประมาณ โดยจัดทำในรูปแบบไฟล์เอ็กเซล



ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างผลการระบุข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งลูกค้า

จากภาพที่ 1 เป็นภาพตัวอย่างของการจัดทำแผนที่ออนไลน์ผ่าน Google Map ของสายการขนส่งรถแต่ละคัน จำนวน 30 คัน รวมตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าประมาณ 4,000 ตำแหน่งลูกค้า โดยการเก็บข้อมูลละติจูดและลองจิจูด แต่ละตำแหน่งลูกค้าผ่าน GPS Application เพื่อทดแทนการกำหนดจุดแผนที่โดยการวาดภาพบนกระดาษที่ไม่มีการอัปเดตข้อมูลและไม่สามารถเห็นพื้นที่และตำแหน่งการขนส่งได้

ตารางที่ 1 คือตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลตามแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าและปริมาณการขนส่งของสายขนส่งของรถแต่ละคัน โดยในตัวอย่างเป็นผลการเก็บข้อมูลรถเบอร์ 21 ในการขนส่ง 1 วัน จำนวนมากกว่า 200 ตำแหน่งลูกค้า โดยจำนวนตู้แสดงถึงการตรวจสอบจำนวนตู้แช่น้ำแข็งที่ตั้งอยู่แต่ละตำแหน่งลูกค้า โดยผลิตภัณฑ์น้ำแข็งที่จัดส่งประกอบด้วย น้ำแข็งจืด น้ำแข็งหลอดจืด น้ำแข็งหลอดใหญ่ น้ำแข็งโม น้ำแข็งกัก และน้ำแข็งหลอดเล็ก

ตารางที่ 1 ตัวอย่างปริมาณสินค้าที่จัดส่งโดยประมาณของรถขนส่งสาย 21 โดยจัดทำในรูปแบบไฟล์เอ็กเซล

ทะเบียนรถ...21.....					จุดเริ่มต้นขนส่ง		วันที่..7 เมษายน....						
ผู้บันทึก..นายเกียรติภูมิ ประ					คลัง....		2564.....						
ทุมศาลา...					บางละมุง.....								
ลำดับ	ละติจูด	ลองติจูด	รหัส ลูกค้า	ชื่อร้าน	จำนวนตู้		จำนวนสินค้าที่ส่ง						บริเวณ สถานที่
					เล็ก	ใหญ่	จิว บด	หลอด จิว	หลอด ใหญ่	น้ำแข็ง โม	น้ำแข็ง กัก	หลอด เล็ก	
1	12.963813	100.919518	2101/2	ร้านอาหารตามสั่ง				1		2			ชัยพรวิถิ ซ.1
2	12.906474	100.918511	2101/3	ร้านอาหารตามสั่ง				2	1	1	1		หน้าโรงพัสดุ
3	12.965375	100.917486	2101/7	ก๋วยเตี๋ยวเรือ นายช่าง	3		6			2			ซอยชัยพรวิถิ
4	12.965864	100.915797	2101/8	ป้าติ ข้าวแกงปักษ์ใต้	1	1		2			4		ซอยชัยพรวิถิ
5	12.966756	100.912261	2101/9	อารมณดีคาเฟ่				2					ซอยชัยพรวิถิ
6	"	"	2102/1	ข้าวแกงตรงข้าม เนทูเรซ่า							1	25	ซอยชัยพรวิถิ

2. สร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแบ่งโซนให้บริการ (จัดสรรลูกค้าสำหรับแต่ละ DC) หลักการ คือ การวิเคราะห์ว่าแต่ละ DC จะให้บริการลูกค้ารายใดบ้าง โดยมีเป้าหมายคือ ปริมาณงานรวม x ระยะทางการขนส่งรวม ที่มีค่าต่ำที่สุด เพื่อส่งผลให้ระยะทางการขนส่งในระบบโดยรวมน้อยที่สุดและมีความรวดเร็วในการขนส่งมากที่สุด ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สมการเป้าหมาย ตัวแปร และสมการเงื่อนไข ดังนี้

Decision variable:

Y_{ij} = Node i ถูกเลือกให้เป็นลูกค้าในโซนของ DC j

Parameter:

l_i = ความต้องการสินค้าของ Node i

d_{ij} = ระยะทางจาก Node i ไปที่ DC j

Objective Function:

$$\text{Minimize Load-Distance} = \sum_i \sum_j l_i d_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

(1) เป้าหมายคือ ระยะทางการขนส่งในระบบโดยรวมต่ำที่สุด

Subject to:

$$\sum_i Y_{ij} \geq 1 \quad \forall j \quad (2)$$

(2) กำหนดให้ DC j สามารถส่งสินค้าให้ Node ได้มากกว่า 1 Node

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (3)$$

(3) กำหนดให้แต่ละ Node i สามารถเป็นลูกค้าได้ 1 DC เท่านั้น

$$\sum_i I_i Y_{ij} \leq \text{Capacity}_j \quad \forall j \quad (4)$$

(4) ปริมาณการขนส่งจาก Node i ไป DC j ต้องไม่เกินพื้นที่การจัดเก็บที่ DC j

$$\sum_j I_i Y_{ij} = \text{Demand}_i \quad \forall i \quad (5)$$

(5) ปริมาณการขนส่งจาก DC j ไป Node i ไป DC j ต้องเท่ากับปริมาณความต้องการของ Node i

$$Y_{ij} = 0, 1 \text{ (กำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจมีค่าเท่ากับ 0 และ 1)} \quad (6)$$

3. สร้างตารางเมทริกซ์ระยะทางเพื่อใส่ในแบบจำลอง ขั้นตอนนี้จะใช้การคำนวณระยะทางระหว่างตำแหน่งลูกค้า (เมทริกซ์ระยะทาง) ที่ได้จากโปรแกรม VRP Spreadsheet Excel Solver ที่เป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดใช้งานจากเว็บไซต์โดยไม่มีค่าใช้จ่าย (freeware) ซึ่งใช้สำหรับสร้างเมทริกซ์ระยะทางโดยอ้างอิงจุดตำแหน่งจาก GIS จากนั้นนำค่าระยะทางของแต่ละ DC และ แต่ละ Node มาใส่ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าและการจัดสรรตำแหน่งลูกค้าสำหรับการขนส่งของรถแต่ละสายของ DC3 (ระบบเดิม)

สายรถ	ละติจูด	ลองจิจูด	สายรถ	ละติจูด	ลองจิจูด
5	13.06462	100.92337	15	13.02305	100.9306
	13.05364	100.92605		13.07982	100.92756
	13.04893	100.92676		13.07496	100.93555
	13.04247	100.92873		13.08374	100.92898
	13.0559	100.9427		13.07167	100.92273
	12.93233	100.90719		13.02781	100.98026
11	12.95018	100.90329	18	13.03218	100.94674
	12.9553	100.90584		13.02511	100.93211
	12.96007	100.90852		13.03432	100.92975

สายรถ	ละติจูด	ลองจิจูด	สายรถ	ละติจูด	ลองจิจูด
	12.96545	100.90769		13.03931	100.92736
	12.96978	100.90056		13.04325	100.93577
	12.97059	100.90836		13.04644	100.92089
	12.83515	100.92057		13.04713	100.92675
	12.98219	100.91774		12.99059	100.93249
12	12.97723	100.99383		12.92248	100.93205
	12.98044	100.97814	28	13.03921	100.92671
	12.98971	100.95222		13.0196	100.93902
				13.0687	100.91955

4. สร้างรูปแบบการคำนวณตามแบบจำลองโดยใช้ Microsoft Excel Solver

5. ผลการจัดสรรเพื่อแบ่งโซน Node สำหรับแต่ละ DC ทางบริษัทมี DC อยู่ 3 แห่ง คือ 1) DC1 2) DC2 และ 3) DC3 โดยตัวอย่างที่นำมาคำนวณ จะเป็นการแบ่งโซน Node สำหรับ DC3 โดยมีตำแหน่งที่ตั้ง Node ดังตารางที่ 3 โดย Node เหล่านี้จะถูกนำไปประมวลผลหาระยะทางระหว่างจุดของ Node และแต่ละ DC เพื่อหาโซน Node ที่เหมาะสมสำหรับ DC

ผลการแบ่งโซนจะเป็นการแบ่งโซนสำหรับสายรถที่ขนส่งสำหรับ DC3 เนื่องจากความพร้อมของข้อมูลระหว่างการศึกษา จึงได้ทดสอบเฉพาะสายรถที่ 5, 11, 12, 15, 18, 28 ที่ขนส่งจาก DC3 เท่านั้น เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ และทดลองขนส่งตามผลที่ได้จากการวิจัย ซึ่งตัวอย่างในการวิเคราะห์นี้ยังไม่ได้คำนึงถึงเงื่อนไขของ Capacity และ Demand เนื่องจากพื้นที่ของ DC3 และปริมาณการขนส่ง ไม่เกินจากปริมาณที่กำหนด สืบเนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 ที่มีปริมาณการขนส่งน้ำแข็งลดลง จากร้านค้ารายย่อยที่ปิดตัวลงเนื่องจากการปิดเมือง

ตารางที่ 3 ผลการจัดสรรเพื่อแบ่งโซนลูกค้า (Node) สำหรับแต่ละ DC ที่เหมาะสมที่สุด

สายรถ	Node	ระยะทาง (กิโลเมตร)			ผลการจัดสรรสายรถแต่ละ DC ที่เหมาะสม		
		DC1	DC2	DC3	DC1	DC2	DC3
5	N1	12.279	22.351	6.236	0	0	1
	N2	10.802	20.874	4.759	0	0	1
	N3	10.644	20.716	4.601	0	0	1
	N4	11.504	21.576	5.461	0	0	1
	N5	12.937	23.009	6.894	0	0	1
11	N6	4.098	6.773	11.527	1	0	0
	N7	3.71	8.967	8.639	1	0	0
	N8	4.067	9.324	8.996	1	0	0
	N9	2.931	9.782	7.86	1	0	0
	N10	2.144	10.547	6.787	1	0	0
	N11	2.843	12.093	7.394	1	0	0
	N12	1.956	11.206	6.281	1	0	0
12	N13	17.824	7.881	23.975	0	1	0
	N14	3.383	12.633	5.084	1	0	0
	N15	14.989	24.384	12.367	0	0	1
	N16	12.838	22.233	8.406	0	0	1
	N17	8.54	18.612	4.901	0	0	1
15	N18	7.409	17.481	1.366	0	0	1
	N19	14.49	24.562	8.447	0	0	1
	N20	14.361	24.433	8.318	0	0	1
	N21	15.056	25.128	9.013	0	0	1
	N22	13.198	23.27	7.155	0	0	1
18	N23	13.706	30.067	6.98	0	0	1
	N24	10.274	20.346	4.231	0	0	1
	N25	7.874	17.946	1.831	0	0	1
	N26	10.053	20.125	4.01	0	0	1
	N27	9.433	19.505	3.39	0	0	1
	N28	11.998	22.07	5.955	0	0	1
	N29	10.665	20.737	4.622	0	0	1
	N30	10.786	20.858	4.743	0	0	1
28	N31	3.743	13.962	3.4	0	0	1
	N32	5.749	8.86	18.172	1	0	0
	N33	9.364	19.436	3.321	0	0	1
	N34	8.465	18.537	1.413	0	0	1
	N35	13.079	23.151	7.036	0	0	1

การจัดสรรแบบเดิม คือ ลูกค้าแต่ละ Node (35 Nodes) ขนส่งโดยรถ จำนวน 6 คัน โดยอยู่ในพื้นที่บริการของ DC3 เท่านั้น มีระยะทางการขนส่งรวมเท่ากับ 243.57 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน

จากตารางที่ 3 ผลการจัดสรรลูกค้าสำหรับแต่ละ DC ที่เหมาะสมที่สุด ระยะทางรวม 177.62 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน มีรายละเอียดดังนี้

ลูกค้า N1 - N5 อยู่ในพื้นที่บริการของ DC3 ระยะทางรวม 27.95 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน

ลูกค้า N6 - N12, N14, N32 อยู่ในพื้นที่บริการของ DC1 ระยะทางรวม 30.881 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน

ลูกค้า N13 อยู่ในพื้นที่บริการของ จาก DC2 ระยะทางรวม 7.88 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน

ลูกค้า N15-N31, N33-N35 อยู่ในพื้นที่บริการของ DC3 ระยะทางรวม 110.91 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน

ตารางที่ 4 สรุปผลการวิจัยตามตัวชี้วัด

ชื่อตัวชี้วัด	สูตรการคำนวณตัวชี้วัด	ผลการดำเนินงาน		ผลการเปลี่ยนแปลง	คิดเป็นร้อยละ
		ก่อน (บาท)	หลัง (บาท)	หลัง-ก่อน (บาท)	
ต้นทุนขนส่ง	ต้นทุนค่าน้ำมัน 3.5 บาท/กม. X ระยะทาง (กม.)	243.57 กม./เที่ยว/วัน	177.62 กม./เที่ยว/วัน	65.95 กม./วัน	27.08%
ตามระยะทาง		854 บาท	623 บาท	231 บาท	

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการจัดสรรแบบเดิม คือ ลูกค้าแต่ละ Node (35 Nodes) ขนส่งโดยรถ จำนวน 6 คัน โดยอยู่ในพื้นที่บริการของ DC3 ทั้งหมด คิดเป็นระยะทางการขนส่งระหว่าง Node และ DC เท่ากับ 243.57 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า มีบาง Node ควรอยู่ในพื้นที่บริการของ DC อื่น ได้แก่ Node N6 - N14, N32 เพื่อให้ระยะทางการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด คือ 177.62 กิโลเมตร/เที่ยว/วัน โดยสามารถลดต้นทุนหรือเพิ่มประสิทธิภาพ ได้เท่ากับ 27.08% ในส่วนของสัดส่วนต้นทุนการขนส่งต่อยอดขาย คิดเป็นต้นทุนที่ลดลงได้ 231 บาท/วัน, 84,315 บาท/ปี (สำหรับรถบรรทุก จำนวน 6 คัน ที่เก็บข้อมูลได้ครบ จากรถบรรทุกทั้งหมด จำนวน 30 คัน)

จากการวิจัยมีการใช้วิธีการและเครื่องมือในการวิจัยคือ การโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็ม และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ในการจัดสรรพื้นที่ลูกค้าเพื่อแต่ละศูนย์กระจายสินค้า จะสามารถให้บริการได้โดยมีระยะทางการขนส่งต่ำที่สุด สอดคล้องกับ กฤต จันทรัมย์ (2554); อธิวัฒน์ บุญมี, วรญา เนื่องมัจฉา และอัมภิกา บุญมี (2560) ที่เป็นการวิจัยเพื่อปรับปรุงการจัดเส้นทางขนส่งให้มีต้นทุนต่ำที่สุดด้วยการวิเคราะห์จากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการขนส่ง รวมถึงสอดคล้องกับการวิจัยของ Yao and He (2019) เพื่อจัดหาเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมของสายโซ่ความเย็นโลจิสติกส์ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรตามจุดเชื่อมต่อให้ได้เส้นทางกระจายสินค้าที่ดีที่สุดและลดต้นทุนการขนส่งสินค้าทางการเกษตรและความพึงพอใจของลูกค้า โดยจะมีการดำเนินการวิจัยต่อเนื่องด้านการจัดเส้นทางขนส่งของรถแต่ละคันต่อจากผลที่นำเสนอในการวิจัยนี้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 ทำให้ตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้านี้มีการเปลี่ยนแปลง บางแห่งหายไปและมีบางแห่งเพิ่มขึ้นมา โดยการวิจัยกำลังดำเนินการจัดเก็บข้อมูลและตรวจสอบพิกัดตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าเพิ่มเติมให้ครบในทุกสายการขนส่ง เมื่อได้ข้อมูลครบจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองที่นำเสนอในบทความนี้ เพื่อขยายผลการจัดสรรตำแหน่งที่ตั้งลูกค้าสำหรับแต่ละศูนย์การกระจายให้ครบทุกแห่ง และในการดำเนินการวิจัยขั้นต่อไปคือการจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการขนส่งของรถแต่ละสายสำหรับแต่ละศูนย์กระจายน้ำแข็งต่อไป เพื่อให้มีระยะทางการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด และอยู่ในช่วงเวลาการจัดส่งที่กำหนด

บรรณานุกรม

- กฤต จันทรมัย. (2554). *การปรับปรุงเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการค้นหาค่าตอบแบบวนรอบซ้ำกรณีศึกษา ร้านโด่งน้ำแข็ง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กรมการขนส่งทางบก. (2563). *มาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ (Q Cold Chain)* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <https://www.thaitruckcenter.com/qcoldchain/index> [10 มิถุนายน 2564].
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2564). *การขนส่งแบบผ่านศูนย์กระจายสินค้ากลาง* (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <https://bsc.dip.go.th/th/category/logistics/lg-centertransport> [10 มิถุนายน 2564].
- กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์. (2564). การจัดการโซ่ความเย็น การพัฒนาระบบโซ่ความเย็นในประเทศไทย. *จดหมายข่าว กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ สศช*, 4(1) หน้า 4 - 11.
- ฉัตริกา สมรูป. (2557). *การศึกษารูปแบบการกระจายสินค้าเพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ กรณีบริษัท X.X.X. จำกัด*. การศึกษาค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาการจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- นันทวัฒน์ ธรรมสอน และวรินทร์ วงษ์มณี. (2563). การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้ากรณีศึกษา บริษัท จำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า. ใน *การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15*, (หน้า 1219 - 1230). ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.
- อริวัฒน์ บุญมี, วรญา เนื่องมัจฉา และอัมภิกา บุญมี. (2560). การปรับปรุงเส้นทางการขนส่งน้ำแข็งเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งโดยวิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย*, 3(1), หน้า 17 - 24.
- Yao, Y., & He, S. (2019). Optimization of distribution route for cold chain logistics of agricultural products based on connection point. *Journal of Accountancy and Management*, 11(2), pp. 140 - 157.