

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัย
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Mathematical Model for the Optimization of Inbound Transport of Agricultural
Commodities in Ayutthaya Province

อดิศัย วรธนระภูติ¹ สิบเอกธีระศักดิ์ ทรัพย์ประเสริฐ¹ สุตาภัทร จันทรประเสริฐ¹ พงศกร เอี่ยมสอาด¹ ณัฐวัฒน์ หมุดเพ็ชร²
E-mail: Kapaosapay2@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันถือว่าต้นทุนด้านการขนส่งมีส่วนสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจภาคบริการหรือภาคการผลิต ทั้งนี้ ธุรกิจการเกษตรเองการขนส่งก็มีส่วนสำคัญในการบริหารจัดการให้เกิดประสิทธิภาพในด้านต้นทุนให้ได้มากที่สุด โดยงานวิจัยชิ้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการรับสินค้าเกษตรปลอดภัยจากกลุ่มวิสาหกิจและเกษตรกรต่างๆ จากการเก็บข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิพบว่าเกษตรกรที่ปลูกสินค้าเกษตรปลอดภัยมีการกระจายตัวอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาทั้ง 9 แห่ง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบของแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการกำหนดสมการเชิงเส้น และใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft excel ในการแก้ปัญหาการขนส่งในลักษณะของการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ผลปรากฏว่าการกำหนดรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์ขาเข้าของการรับสินค้าเกษตรปลอดภัยทั้ง 9 แห่ง มีระยะทางทั้งสิ้น 177.5 กิโลเมตร คิดเป็นต้นทุนรวมในการขนส่งทั้งสิ้น 438.43 บาท ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบในการขนส่งที่มีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการเดินทางจากสถานที่ที่ใกล้ที่สุด ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้าเกษตรขาเข้าในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้

คำสำคัญ: แบบจำลองคณิตศาสตร์ ขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัย สมการเชิงเส้น

Abstract

Nowadays, transportation costs are considered an important part of business operation. However, agriculture management, transportation is management to achieve to cost efficiency. This research have Objective to create a mathematical model used to improve safe inbound transportation of agricultural goods in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. To find the shortest distance to receive safe agricultural products from various enterprises and farmers. Which were distributed in 9 locations of Phanakorn Si Ayutthaya by using the mathematical model to define linear equations And use the Solver function in a Microsoft excel program. The results showed that the inbound mathematical model of the receipt of the 9 locations agricultural products had a total distance of 177.5 kilometers, cost of transportation of 438.43 baht,

which was considered the most efficient mode of transport. Compared with the way of traveling from the nearest place This research could be a guideline for improving the efficiency of inbound agricultural products transportation in Phanakorn, Si Ayutthaya.

Keywords: mathematical model, inbound transport of agricultural, linear programming

ความเป็นมาของปัญหา

สินค้าทางการเกษตรเป็นสินค้าหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศมาอย่างช้านาน การทำการเกษตรถือว่าเป็นอาชีพหนึ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูกข้าว ซึ่งถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจและที่สินค้าที่เกษตรกรในประเทศไทยนิยมปลูกมาอย่างช้านาน แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยไม่ได้มีเพียงแค่ข้าวที่สามารถเป็นพืชผลทางเศรษฐกิจของครัวเรือนต่างๆ ได้เพียงอย่างเดียว ในปัจจุบันนี้กลับพบการเติบโตในการปลูกพืชผักนั้นได้รับความนิยมและเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของเกษตรกรในการดำเนินการเพาะปลูกเพื่อเป็นรายได้ให้กลับครัวเรือนด้วยเช่นกัน นอกจากนี้เนื่องการให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพของคนในประเทศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้สินค้าจำพวกผักนั้นมีตลาดที่กว้างขึ้น ซึ่งถือเป็นโอกาสในการดำเนินธุรกิจของเกษตรกรเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าเกษตรที่ปลอดภัย ปลอดภัยใช้สารพิษในการเพาะปลูก จะเห็นได้จากการ

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สำรวจถึงความต้องการของคนที่ต้องการมีสุขภาพที่ดีขึ้นจะเริ่มมีการปฏิบัติภารกิจบริการโภชนาการในอีก 12 เดือนข้างหน้า ซึ่งจะหันมาบริโภคผักและผลไม้มากถึง 90% มีการวางแผนในการรับประทานเนื้อสัตว์ลดลงถึง 53% และมีแนวทางในการบริโภคอาหารมังสวิรัต และชีวจิตถึง 45% (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2561) จากตัวเลขดังกล่าวถือว่าคนไทยเริ่มให้ความสำคัญกับการบริโภคสินค้าเกษตรโดยเฉพาะผักปลอดภัยมากขึ้น นอกจากนี้ยังสำหรับสินค้าทางการเกษตรปลอดภัยยังเป็นสินค้าที่สามารถจำหน่ายในราคาที่สูงให้กับกลุ่มผู้บริโภคได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากวิธีการดูแลรักษาและการดำเนินงานที่ใช้ต้นทุนสูง การบริโภคและความต้องการในการเข้าถึงแหล่งปลูกที่ปลอดภัยถือเป็นโอกาสสำคัญในการดำเนินธุรกิจ แต่อย่างไรก็ตามสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดภัยยังประสบปัญหาในเรื่องของการดำเนินการผลิต การรวมกลุ่ม การขนส่ง การทำความเข้าใจถึงเรื่องความปลอดภัยมากกว่าการแสวงหารายได้ ซึ่งประเด็นดังกล่าวถือเป็นเรื่องท้าทายให้เกษตรกรผู้ปลูกสินค้าเกษตรปลอดภัยด้วยเช่นกัน

โดยจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้กำหนดยุทธศาสตร์อาหารปลอดภัยของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในปี พ.ศ. 2562 ไว้ 3 ระดับ 1. การพัฒนาคุณภาพเกษตรกร 2. พัฒนาขีดความสามารถในการผลิตการจัดการสินค้าเกษตรและความมั่นคง 3. พัฒนาระบบการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพสมดุลและยั่งยืน โดยการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตการจัดการสินค้าเกษตรและความมั่นคงนั้นเป็นประเด็นสำคัญที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการดำเนินการและสร้างรายได้ที่ยั่งยืนจากการดำเนินงานได้ ส่งผลให้มีหลายหน่วยงานที่ให้ความสนใจและให้ความสำคัญทั้งในระดับประเทศและในระดับจังหวัด เนื่องจากสินค้าทางการเกษตรเป็นสินค้าที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคที่มีราคาไม่สูงมากส่งผลให้เกษตรกรจำเป็นต้องมีแนวทางในการลดต้นทุนและอาศัยการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างรายได้และรักษาคุณภาพของสินค้าให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะประเด็นในการบริหารจัดการเรื่องระบบการจัดการโลจิสติกส์ ที่เป็นเรื่องการจัดการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย จัดเก็บ รวบรวม กระจาย สินค้าทางการเกษตรให้มีประสิทธิภาพ การดำเนินการขนส่ง ต้องมีความรวดเร็วและลดต้นทุนในการดำเนินงานให้ได้มากที่สุด เพราะเนื่องจากการสินค้าดังกล่าวมีความอ่อนไหวในเรื่องของเวลา นอกจากนี้ในเรื่องของการจัดเก็บ รวบรวม และกระจายก็ต้องมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพควบคู่กันไปด้วยเช่นกัน แผนแม่บทการพัฒนาโลจิสติกส์และโซ่อุปทานภาคการเกษตร พ.ศ. 2560-2564 ได้กำหนดวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มมูลค่าในห่วงโซ่อุปทานและพัฒนาประสิทธิภาพการบริหารจัดการ โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านโลจิสติกส์ การเกษตรออกเป็น 3 แนวทางได้แก่ 1. ยกระดับการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานภาคการเกษตรให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์การเกษตรและเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บเกี่ยวมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกร สถาบันเกษตรกรและผู้ประกอบการด้วยการเพิ่มทักษะและองค์ความรู้ในด้านการบริหารจัดการระบบโลจิสติกส์ สินค้าเกษตรตั้งแต่ระดับฟาร์มจนถึงส่งมอบผู้บริโภค 2. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการอำนวยความสะดวกด้านโลจิสติกส์การเกษตรให้มีประสิทธิภาพโดยสร้างพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งอำนวยความสะดวกโลจิสติกส์สินค้าเกษตรของเกษตรกร สถาบันเกษตรกรและผู้ประกอบการให้มีความเชื่อมโยงกันอย่างครบวงจรและ 3. พัฒนาปัจจัยสนับสนุนด้านโลจิสติกส์ภาคการเกษตรด้วยการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านโลจิสติกส์การเกษตรและการปรับปรุงกฎหมายกฎระเบียบเพื่อเอื้อต่อ การบริหารจัดการโลจิสติกส์สินค้าเกษตร ที่มีประสิทธิภาพ

สำหรับในปัจจุบันต้นทุนการขนส่งสินค้านั้นมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจเป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นและมีมูลค่าที่สูงหากเทียบกับต้นทุนด้านอื่นๆ ที่เกิดขึ้น โดยหากพิจารณาต้นทุนด้านโลจิสติกส์ของประเทศ จะเห็นได้ว่าต้นทุนในเรื่องของการขนส่งมีการปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลอดช่วงปี 2548-2556 ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 แสดงถึงต้นทุนด้านโลจิสติกส์ในไทยระหว่างปี 2548-2556
ที่มา: สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2558

ทั้งนี้หากพิจารณาในเรื่องของต้นทุนการขนส่งทางถนน คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้นทุนผันแปรที่ผันแปรไปตามระยะทางในการขนส่ง และเวลาที่เกิดขึ้นในการขนส่ง โดยทั้ง 2 ต้นทุนผันแปรนี้นั้นจะเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนที่มีผลกระทบต่อการบริหารต้นทุนการขนส่ง นอกจากนี้ในเรื่องของความล่าช้าก็มีผลกระทบต่อต้นทุนในเรื่องของการขนส่งด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะสินค้าทางการเกษตรซึ่งเป็นสินค้าที่ขี้อาจกัดในเรื่องของเวลา และอุณหภูมิในการเก็บรักษา ด้วยเหตุนี้เองการบริหารการขนส่งจึงมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดการเรื่องดังกล่าว โดยเฉพาะการบริหารสินค้าขาเข้า (Inbound Logistics) เพราะเนื่องจากการบริหารในห่วงโซ่อุปทานหากมีการบริหารขาเข้าอย่างมีประสิทธิภาพในเรื่องของการขนส่งสินค้าเข้า จะเป็นส่วนหนึ่งในการยืดอายุสินค้าทางการเกษตรให้สามารถอยู่ได้นานขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นเหตุในการนำเครื่องมือในการบริหารการขนส่งการรับสินค้าทางการเกษตร โดยการจัดเส้นทางในการรับสินค้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จากการดำเนินการใน ณ ปัจจุบันการขนส่งสินค้าทางการเกษตรอย่างเช่นสินค้าเกษตรปลอดภัยยังไม่ได้มีรูปแบบในการขนส่งสินค้าที่ลักษณะเฉพาะและรูปแบบการขนส่งก็ยังเป็นรูปแบบการขนส่งที่ต่างคนต่างส่ง ส่งผลให้เกิดต้นทุนอย่างไม่เหมาะสม โดยการวิจัยแบบจำลองคณิตศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จะเป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพ โดยมีการดำเนินงานทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน เก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการในการขนส่งสินค้า โดยจะมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกผักปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาทั้ง 9 แห่ง

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลทุติยภูมิจากสารสนเทศที่ได้ทำการเดินทางไปเก็บรวบรวมไว้ เพื่อทำการกำหนดจุดรวบรวมสินค้าเก็บปลอดภัย ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดตำแหน่งจุดรวบรวมที่เหมาะสมที่เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการขนส่ง โดยกำหนดให้ วิสาหกิจแห่งที่ 1 เป็นจุดรวบรวมผักปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เนื่องจากเป็นวิสาหกิจที่มีการรวมกลุ่มกันอย่างเข้มแข็ง อีกทั้งมีศักยภาพในเรื่องของแรงงาน พื้นที่ รวมถึงมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพของผักปลอดภัย การดำเนินงานในโครงสร้างพื้นฐานของกลุ่มเกษตรกรมีความเป็นระบบ และให้ความใส่ใจในเรื่องของความปลอดภัย และสุดท้ายในกลุ่มวิสาหกิจดังกล่าวยังเป็นจุดรวบรวมผักปลอดภัยให้กับร้านค้าปลีกขนาดใหญ่

2) กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกผักปลอดภัยที่อยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีทั้ง 9 แห่ง โดยแสดงพิกัดที่ตั้ง (X, Y), บน Google maps ดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงพิกัดที่ตั้ง (X,Y), บน Google maps ของเกษตรกรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้ง 9 แห่ง

แห่งที่	ชื่อฟาร์ม	พิกัด
1	กลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจบ้านนาคูร่วมใจพัฒนา	14.466500, 100.259990
2	กลุ่มเกษตรกรกรวิสาหกิจชุมชนปลูกผักปลอดภัย ตำบลสิงหนาท	14.141123, 100.411785
3	กลุ่มเกษตรกรสวนไม้ By ยายลิ	14.385959, 100.554210
4	กลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนปลูกข้าวโพดเทียนบ้านเกาะ	14.381195, 100.583986
5	กลุ่มเกษตรกร บ้านสวนเกษตร “ฟาร์มของเรา”	14.5387521, 100.535163
6	กลุ่มเกษตรกรนาทิพย์เกษม	14.245506, 100.577771
7	กลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจเพาะเห็ดตับเต่าสามเรือน	14.285354, 100.638026
8	กลุ่มเกษตรกรทำน้าบ้านแพรก	14.646610, 100.578596
9	กลุ่มเกษตรกรทำน้าบ้านใหม่	14.408745, 100.514774

3) ระยะทางระหว่างกลุ่มวิสาหกิจและเกษตรกรด้วยกันเอง และกลุ่มวิสาหกิจและเกษตรกรกับวิสาหกิจที่รวบรวมสินค้า เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมกับต้นทุนที่สุด โดยแสดงระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด ซึ่งสามารถดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เมตริกซ์ระยะทางระหว่างจุดใดๆ (หน่วย: กม.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	55.8	41.1	46.7	42.7	54.5	56.9	49.9	35.4
2	55.6	0	47	47.8	60.9	34.7	53.3	78.2	42.4
3	41.6	47.1	0	10.8	20.9	22.2	18.8	36	7.8
4	46.7	48.7	11	0	25.7	20.2	16.3	40.4	18.8
5	47.4	60.9	22.5	31.2	0	42	36.3	16	22
6	58.6	34.7	22.3	20.2	40.5	0	25.7	55.5	21.9
7	60.9	50.7	21.5	18.5	39	19.7	0	56.3	26.5
8	51.7	78.2	39.3	48	16	57.1	53.1	0	38.8
9	38.8	45	8.1	16.4	21.7	26.2	25.5	38.8	0

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

วิธีการในจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าเกษตรฯ เข้า โดยเลือกโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) ในการรับสินค้าทางการเกษตร เพื่อให้เกิดความเหมาะสมด้านต้นทุนในการดำเนินงานให้ต่ำที่สุด โดยรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์มีดังต่อไปนี้

รายละเอียดตัวแปรสำหรับรูปแบบ

ดังนี้

i, j จุดรับสินค้าจากเกษตรกร i และ j ใดๆ เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ และ $j = 1, 2, 3, \dots, n$

ปัจจัยนำเข้า

n จำนวนสถานที่รับสินค้า

D_{ij} ระยะทางจากจุดรับสินค้า i ใดๆ ถึงจุดรับลูกค้า j ใด (กิโลเมตร)

ตัวแปรในการตัดสินใจ

x_{ij} ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกเส้นทางจากจุดรับสินค้า i ใดๆ ไปยังจุดรับสินค้า j ใดๆ

P_i ลำดับการเดินทางในการรับสินค้า i ใดๆ

รูปแบบคณิตศาสตร์

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n D_{ij} x_{ij}$$

สมการเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{เมื่อ } i \in \{2, 3, \dots, n\} \quad \text{for all } j$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{เมื่อ } j \in \{3, 2, 3, \dots, n\} \quad \text{for all } i$$

$$P_i - P_j + (n-1)x_{ij} \leq n-2 \quad \text{เมื่อ } 2 \leq i \leq n \text{ และ } 2 \leq j \leq n$$

(5)

$$P_i = 1 \quad \text{เมื่อกำหนดให้จุดที่ 1 (i=1) เป็นฟาร์มเกษตรกร}$$

คำอธิบายสมการ

สมการที่ (1) ระยะทางการเดินทางรวมที่สั้นที่สุดจาก node i ไป node j

สมการที่ (2) การเดินทางเข้าเส้นทาง i ได้เพียงครั้งเดียว

สมการที่ (3) การเดินทางออกจากเส้นทาง j ได้เพียงครั้งเดียว

สมการที่ (4) เป็นสมการป้องกันการเกิดการขนส่งทางย่อย (sub tour) การเกิดการเดินทางย่อยหมายความว่า การเดินทางเริ่มต้นจากสถานที่ใดเมืองหนึ่งแต่เดินทางไม่ครบทำให้เกิดทัวร์ย่อยขึ้น

สมการที่ (5) เป็นเงื่อนไขบังคับกำหนดลำดับการขนส่ง $P_i=1$ เมื่อกำหนดจุดที่ 1 ($i=1$) เป็นฟาร์มเกษตรกรรมเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 4 นำรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์มาแก้ไขปัญหาด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ในฟังก์ชันผ่านเครื่องมือ เอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) โดยนำเสนอด้วยวิธีการ จัดเส้นทางการเดินทางรถด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ และ การจัดเส้นทางการเดินทางรถด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 นำวิธีการดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับวิธีการจัดเส้นทางรถด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 นำผลลัพธ์มาสรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. การดำเนินงานสร้างรูปแบบจำลองคณิตศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้ง 9 แห่งด้วยลักษณะแก้ปัญหาของปัญหาการเดินทางของพนักงาน (Traveling Salesman Problem : TSP) จากเมตริกซ์ระยะทางที่ได้มาจาก Google Maps ซึ่งวัดระยะทางจากจุดแต่ละจุด และต้นทุนราคาน้ำมันที่ใช้ในการขนส่ง โดยการขนส่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการขนส่งด้วยรถกระบะที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการขนส่ง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (บาท/กม.)} = \frac{\text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล (บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิงน้ำมัน (กม./ลิตร)}}$$

$$\text{เมื่อแทนค่าจะได้ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ } \frac{24.19^*}{9.8} = 2.47 \text{ บาท/กม.}$$

หมายเหตุ *อ้างอิงน้ำมันดีเซล B7 ในวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2563 มีราคา 24.19 บาท/ลิตร

2. ผลการจัดเส้นทางรถด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์

จากการหาระยะทางในการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถแสดงเส้นทางในการขนส่งขาเข้าคิดเป็นระยะทางรวมกัน 177.5 กิโลเมตร มีต้นทุนเชื้อเพลิงรวมทั้งสิ้น 438.43 บาทต่อการขนส่ง 1 เที่ยว (177.5×2.47) โดยเส้นทางที่เหมาะสมจากการเดินทางที่ใกล้ที่สุดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เส้นทางรถขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด

เส้นทาง	ระยะทาง
1 - 8 - 5 - 9 - 3 - 4 - 7 - 6 - 2 - 1	177.5 กิโลเมตร

วิธีการหาเส้นทางในการขนส่งขาเข้าดังกล่าวมีการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) เพื่อหาคำตอบในการขนส่งขาเข้าในระยะทางที่ต่ำที่สุดซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนในการขนส่ง

3. ผลการจัดเส้นทางรถด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด

โดยการสร้างเส้นทางย่อยของโครงข่ายในการขนส่งสินค้าเกษตรจากกลุ่มวิสาหกิจที่ใกล้ที่สุด จะมีระยะทางรวมกันทั้งสิ้น 201.9 กิโลเมตร มีต้นทุนเชื้อเพลิงรวมทั้งสิ้น 498.69 บาทต่อการขนส่ง 1 เที่ยว (201.5×2.47) โดยเส้นทางที่เหมาะสมจากการเดินทางที่ใกล้ที่สุดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เส้นทางรถขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรจังหวัดพระนครศรีอยุธยาด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด

เส้นทาง	ระยะทาง
1 - 9 - 3 - 4 - 7 - 6 - 2 - 5 - 8 - 1	201.5 กิโลเมตร

4. การเปรียบเทียบผล

จากการหาเส้นทางการขนส่งขาเข้าที่เหมาะสมด้วย 2 รูปแบบ คือ การจัดเส้นทางการเดินทางด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด และการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5

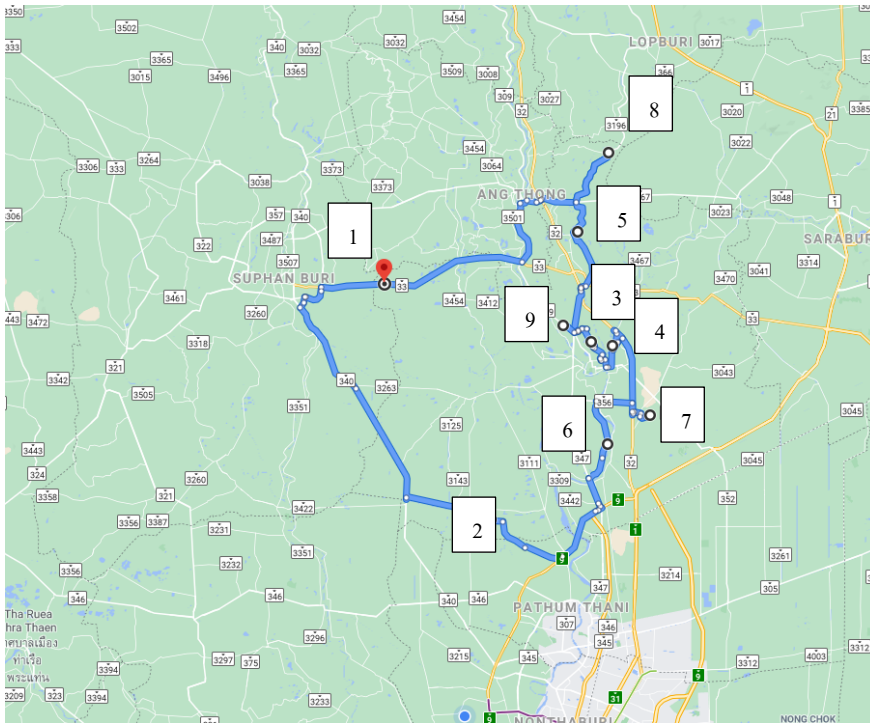
ตารางที่ 5 สรุประยะทางรวมและต้นทุนในการขนส่งของ 2 วิธี

วิธีการจัดเส้นทางในการขนส่ง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท)
ผลการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์	177.5	438.43
ผลการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด	201.5	498.69

จากการดำเนินงานดังกล่าวจะพบว่าการจัดเส้นทางด้วยการเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์มีผลการดำเนินงานที่ต่ำกว่าการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด โดยการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์

อภิปรายผล

การวิจัยชิ้นนี้เป็นสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้รูปแบบคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดเส้นทางผ่านโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ด้วยฟังก์ชัน เอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) ในการแก้ปัญหาการขนส่งในลักษณะของการเดินทางของพนักงาน (Traveling Salesman Problem : TSP) จากการใช้ระยะทางในการดำเนินงานที่ต่ำที่สุด เพราะระยะทางในการเดินทางจะสะท้อนถึงต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการบริหารจัดการการขนส่ง ซึ่งรูปแบบการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ดังกล่าวเป็นเครื่องมือช่วยในการลดระยะทางในการขนส่งสินค้าขาเข้า ดังรูปที่ 1.2 ที่แสดงถึงเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่ระยะทางต่ำที่สุดด้วยวิธี การเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ส่งผลต่อต้นทุนในการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด โดยวิธีการขนส่งดังกล่าวมีระยะทางเพียง 177.5 ต้นทุนในการขนส่งเท่ากับ 438.43 ต่อ 1 เทียบการขนส่ง การดำเนินงานดังกล่าวจะเป็นส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการรวบรวมสินค้าทางการเกษตรขาเข้าให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกสินค้าปลอดภัยให้มีต้นทุนในการดำเนินการด้านการขนส่งที่ต่ำลง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการบริหารจัดการเส้นทางขนส่งสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการอีกด้วย



ภาพประกอบที่ 1 แสดงถึงเส้นทางขนส่งสินค้าด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบการเดินทางของพนักงาน (Traveling Salesman Problem: TSP) ด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยแบบจำลองคณิตศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อให้ความเหมาะสมด้านต้นทุนให้ต่ำที่สุดจากการรับสินค้าทางการเกษตรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและเกษตรกร ทั้ง 9 แห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการขนส่งที่มีประสิทธิภาพด้านต้นทุนมากที่สุดคือ การเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งมีระยะทางรวมในการขนส่ง 177.5 กิโลเมตร ใช้ต้นทุนในการขนส่งทั้งสิ้น 438.43 ต่อเที่ยว วิธีดังกล่าวเป็นการหาค่าตอบที่ดีที่สุดในเรื่องของระยะทางในการขนส่งที่สามารถประหยัดต้นทุนในการขนส่งเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการจัดการจัดเส้นทางเดินทางเดินทางด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด

ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยเรื่องการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงการขนส่งสินค้าขาเข้าทางการเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นการเสนอรูปแบบการจัดการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพในเรื่องของระยะทางในการดำเนินงานให้ได้มากที่สุด เพราะเนื่องจากระยะทางดังกล่าวมีผลต่อต้นทุนการขนส่ง งานวิจัยชิ้นนี้ได้มีการเปรียบลักษณะของการขนส่งใน 2 รูปแบบได้แก่ การจัดการเส้นทางเดินทางเดินทางด้วยวิธีการเดินทางด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดจากแบบจำลองคณิตศาสตร์และการจัดการเส้นทางเดินทางเดินทางด้วยวิธีการแบบเดินทางจากเมืองใกล้ที่สุด อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการดำเนินการที่หลากหลายในการจัดการเส้นทางที่หลากหลายที่สามารถนำมาเปรียบเทียบในการวิจัยครั้งต่อไปอีกหลายวิธี รวมไปถึงการพิจารณาองค์ประกอบในเรื่องของปริมาณในการขนส่งสินค้าเพื่อให้รูปแบบการดำเนินการขนส่งสินค้าเกษตรปลอดภัยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีประสิทธิภาพและต้นทุนในการเรื่องของการจัดการโลจิสติกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับกรวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับประเด็นในการศึกษาในอนาคตแบบจำลองคณิตศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งขาเข้าของสินค้าเกษตรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีดังต่อไปนี้

1. สำหรับประเด็นในอนาคตควรมีการศึกษารูปแบบในการขนส่งสินค้าเกษตรปลอดภัยที่เน้นถึงรูปแบบในการขนส่งที่เพิ่มความสะอาดและปลอดภัย
2. ควรมีการศึกษารูปแบบการขนส่งหรือการจำลองการขนส่งที่หลากหลายเพื่อเปรียบเทียบถึงระยะทางที่ต่ำที่สุด
3. ควรศึกษาถึงแนวทางและความเป็นไปได้ในการลงทุนเองพาหนะในการขนส่งสินค้าร่วมกันในการอนาคตเพื่อใช้เป็นรูปในการพัฒนาความร่วมมือในการดำเนินการด้านโลจิสติกส์ของเกษตรกรปลอดภัยร่วมกัน
4. ควรมีการศึกษาในการโปรแกรมที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพมากกว่าโปรแกรม Solver ในการประมวลผลเพราะเนื่องจากข้อจำกัดเพียง 200 ตัวแปร แต่ถ้าหากสามารถใช้โปรแกรม Lindo นั้นจะสามารถนำเข้า Input ให้มีจำนวนมากกว่านี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก สุทธิวาหนฤพุฒิ,ศลิษา ภมรสติย และ จักรกฤษณ์ ดวงพิศตรา. (2547). การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด/แมคกรอ-ฮิล.
- กรมพัฒนาธุรกิจทางการค้า. (2561). ความต้องการมีโภชนาการที่ดีขึ้นของชาวไทย. <www.bltbangkok.com>
- ไชยยศ ไชยมั่นคง และมยุขพันธ์ ไชยมั่นคง. (2554). กลยุทธ์โลจิสติกส์และซัพพลายเชนเพื่อการแข่งขันตลาดโลก. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.
- วิจิตร ตันทสุทธิ; วันชัย วิจิรวิช; และศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2548). การดำเนินงานวิจัย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วรรณวิษา ชูแดง และคณะ. (2557). บทความวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สถานการณ์ผักสดปลอดภัยในมุมมองโซ่อุปทานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วารสารสืบเนื่องจากที่ประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุทธิมา ชำนาญเวช. (2555). การวิเคราะห์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒนา.
- สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, (2558). รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2557. <https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=3390>. (สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2561).
- B. Gillett and L. Miller. A heuristic for the vehicle dispatching problem. (1974). Operations Research.
- B.L. Golden, A.A. Assad, L. Levy, and F.G. Gheysens. (1984). The fleet size and mix vehicle routing problem. Computers & OR, 11(1):49–66, 1984.
- M. L. Fisher and R. Jaikumar. (1981) A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing. Networks, Vol. 11.