

การเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางขนส่งยางพารา

The Selection of Depots Location and Vehicle Routing for Para-Rubber

สมศักดิ์ แก้วพลอย^{1*} สุจิตรา แก้วพลอย² และวัชนะชัย จุ่มผา³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

160 ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

² ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

85 ถนนสถลมารค ตำบลศรีไค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

³ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
วิทยาเขตตะวันออก

131 ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

Somsak Kaewploy^{1*}, Sujittra Kaewploy² and Watchanachai Jumpa³

¹Department of Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University

160 Kanchanawanit Road, Khao Rup Chang, Muang, Songkhla, Thailand, 90000

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University

85 Sathonlamark Road, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani, Thailand, 34190

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Agriculture Industrial Technology,

Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus

131 Pluang, Khao Khitchakut, Chanthaburi, Thailand, 22210

*ผู้รับผิดชอบบทความ: somsakp@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 08-8832-8112

Received: 16 November 2020, Revised: 25 January 2021, Accepted: 18 June 2021

บทคัดย่อ

ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อจัดสรรผู้ขายและการจัดเส้นทางขนส่งยางพารา ในอดีตไม่เคยมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง และมีรูปแบบ ทำให้ผู้ขายยางพาราต้องแบกรับภาระด้านต้นทุนสูงในการขนส่ง บทความวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีเมตริกแบบประหยัด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลการแก้ปัญหาดังกล่าวพบว่าเปิดจุดรับซื้อจำนวน 10 จุด จำแนกออกเป็นความจุขนาดเล็ก 3 จุด ความจุขนาดกลาง 5 จุด และความจุแบบไม่จำกัด 2 จุด ซึ่งสามารถลดต้นทุนการขนส่งจากเดิม 354,335.22 บาท/วัน ลดลงเหลือ 203,171 บาท/วัน คิดเป็นร้อยละ 42.7 ดังนั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีเมตริกแบบประหยัดในการแก้ปัญหา จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการเลือกสถานที่ตั้งและการจัดเส้นทางขนส่ง

คำหลัก ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดสรรงาน การจัดเส้นทางขนส่ง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Abstract

In the past, the location routing problems of Para-rubber was not properly studied for solutions. As a result, the rubber seller has to cover the transportation cost. In this research, a mathematics model is applied to

develop an algorithm for solving the problem which aims to reduce transportation cost while considering the economic worth. Results show that deploying a total of 10 depots which consists of 3 small-capacity depots, 5 middle-capacity depots and 2 unlimited-capacity depots can reduce the transportation cost from 354,335.22 baht/day down to 203,171 baht/day or 42.7 percentage. In conclusion, the mathematics model and cost-saving algorithm are proven to be an attractive solution to the location routing problem.

Keywords: Location Allocation Problem, Vehicle Routing Problem, Mathematical Model

1. บทนำ

นับเป็นเวลากว่าศตวรรษหลังจากที่ประเทศไทยนำยางพาราเข้ามาปลูก จนเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ โดยทรงความเป็นผู้นำในการผลิตและส่งออกยางพาราตลอดมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 พื้นที่ของภาคใต้ปลูกยางพารามากที่สุด รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง และภาคเหนือ ตามลำดับ การส่งออกยางพาราธรรมชาติของไทยส่งออกในรูปของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์ยาง ไม่ยางพาราแปรรูปและผลิตภัณฑ์ไม้ คิดเป็นมูลค่า 678,942 ล้านบาทต่อปี สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวสวนยาง ตลอดจนอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องมากมาย ยางพาราจึงมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรชาวสวนยางไทยกว่า 4 ล้านครอบครัว ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยมากกว่า 6 ล้านคน และเป็นสวนยางขนาดเล็กถึงร้อยละ 95 ของสวนยางทั้งหมดของประเทศ [1]

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการสร้างรายได้และความมั่นคงเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ให้กับเกษตรกร โดยได้มีการจัดตั้งตลาดกลางยางพาราโดยให้มีการกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ประกอบด้วย ตลาดกลางยางพารายะลา ตลาดกลางยางพาราสงขลา ตลาดกลางยางพารานครศรีธรรมราช ตลาดกลางยางพาราสุราษฎร์ธานี ตลาดกลางยางพาราบุรีรัมย์ และตลาดกลางยางพาราหนองคาย เพื่อเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมยางและกระจายผลผลิตยางพาราไปยังผู้ซื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]

ในความเป็นจริงแล้วระบบตลาดท้องถิ่นกลับมีอิทธิพลต่อตลาดการซื้อขายยางพาราเป็นอย่างมากนั่นคือเกษตรกรส่วนใหญ่จะนิยมขายยางพาราผ่านตลาดท้องถิ่น อันได้แก่ร้านค้ายางซึ่งกระจายอยู่ตามหมู่บ้าน ตำบลหรืออำเภอที่มีปริมาณการปลูกยางมาก ซึ่งการซื้อขายผ่านพ่อค้าคนกลางจะทำให้เกษตรกรถูกเอารัดเอาเปรียบและไม่ได้รับความเป็น

ธรรมในเรื่องราคา ทั้งนี้ปริมาณการซื้อขายยางในบางครั้งเกษตรกรมีปริมาณยางที่จะขายน้อยการจะไปส่งยางพารายังตลาดกลาง ถือเป็นเรื่องไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากจะมีต้นทุนในการขนส่งยางพาราเข้ามาเกี่ยวข้อง ในทางกลับกันหากเกษตรกรบางรายมีปริมาณยางพาราที่จะขายในปริมาณมาก รถกระบะเพียงคันเดียวที่มีความสามารถบรรทุกได้เต็มที่ไม่เกิน 3 ตัน อาจไม่สามารถบรรทุกได้เพียงเที่ยวเดียวซึ่งจะส่งผลให้เกิดต้นทุนในการขนส่งอันเป็นการลดรายได้ที่ควรจะได้รับของเกษตรกร

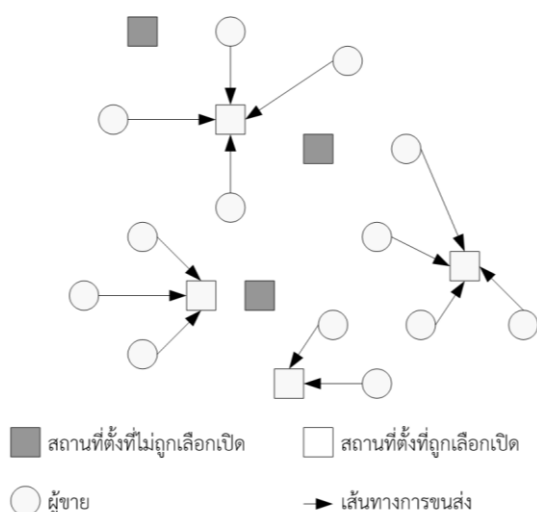
ด้วยความสำคัญของเกษตรกรชาวสวนยางที่รัฐบาลและตลาดกลางต้องให้การช่วยเหลือและแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความเป็นธรรม ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงได้ทำการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและจัดเส้นทางขนส่ง โดยจัดเส้นทางยานพาหนะไปรับยางพาราจากผู้ขายยางพาราแต่ละรายมายังจุดรับซื้อ แทนที่ผู้ขายนำยางพาราไปขายยังตลาดกลางหรือพ่อค้าคนกลางหรือตลาดท้องถิ่น การขนส่งประเภทนี้จะช่วยลดการขนส่งที่ซ้ำซ้อนลงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการวางแผนการรับซื้อและการจัดเส้นทางขนส่ง ถือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมากกว่าปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งโดยทั่วไป นอกจากนี้ยังสามารถไปปรับใช้กับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบอื่น ๆ ได้อีกหลายรูปแบบ และที่ผ่านมายังมีผู้ศึกษาปัญหานี้ไม่มากนัก จึงนับเป็นปัญหาที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งตลาดจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพารา ตลอดจนการจัดเส้นทางขนส่งของผู้ขายยางพาราไปยังจุดรับซื้อ ในพื้นที่ห้าจังหวัดชายแดนใต้ ประกอบด้วย จังหวัดสงขลา สตูล ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model) และจัดเส้นทางด้วยวิธีแบบประหยัด (Saving Method)

2. ทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัย

ในการแก้ปัญหาของงานวิจัยฉบับนี้ เป็นการแก้ปัญหา 2 ระดับ คือระดับแรกเป็นการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายให้กับจุดรับซื้อ โดยใช้โปรแกรม Lingo ในการแก้ปัญหา จากนั้นระดับที่สองเป็นการจัดเส้นทางรถขนส่งของจุดรับซื้อให้กับผู้ขายอย่างพารา โดยใช้วิธีแบบประหยัด (Saving Method) ร่วมกับโปรแกรม Python

2.1 ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและการจัดสรรผู้ขาย

สำหรับปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขาย (Location Allocation Problem; LAP) [3] เป็นปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อ จากนั้นทำการจัดสรรผู้ขายอย่างพาราที่จะทำการรับหรือส่งไปยังจุดรับซื้อ เพื่อให้ระยะทางในการขนส่งสินค้ามีน้อยที่สุดและเพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเลือกจุดรับซื้อและจัดสรรผู้ขายอย่างพารา

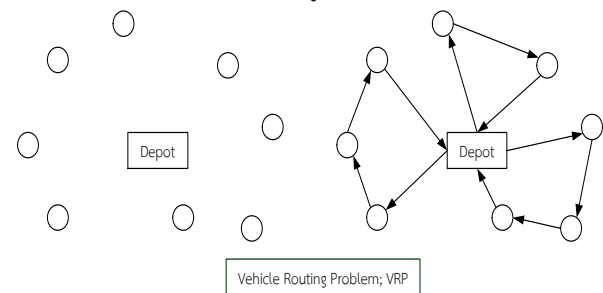
การเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้ออย่างพารา เมื่อผู้ขายอย่างพารา จะต้องนำของไปส่งขายให้กับตลาดกลางอย่างพารา โดยผู้ขายกระจายอยู่ตามหมู่บ้านต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัด โดยตลาดกลางอย่างพารามีความจำเป็นต้องเปิดจุดรับซื้ออย่างพารา เพื่อให้ระยะทางในการเดินทางจากผู้ขายไปยังตลาดกลางอย่างพาราและจุดรับซื้อต่ำที่สุด

สาเหตุที่ทำให้สถานที่ตั้งของจุดรับซื้ออย่างพาราบางจุดไม่ได้เปิดเป็นจุดรับซื้ออย่างพารา เนื่องจากในการเปิดจุดรับซื้ออย่างพาราแต่ละจุดย่อมมีค่าใช้จ่ายทั้งค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้น

สร้างจุดรับซื้ออย่างพารา และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หากต้นทุนในการขนส่งไปยังจุดรับซื้ออย่างพาราที่เปิดทำการอยู่แล้วประหยัดกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของจุดรับซื้ออย่างพารานั้น ย่อมไม่ได้รับการพิจารณาให้เปิดเป็นจุดรับซื้ออย่างพารา

2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem; VRP) คือการกำหนดกลุ่มของเส้นทางการขนส่งจากจุดรับซื้อไปยังจุดรับซื้ออย่างพาราจากผู้ขายแต่ละราย โดยที่ค่าใช้จ่ายหรือระยะทางในการขนส่งมีค่าต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น เวลา จำนวนและขีดจำกัดของยานพาหนะ เป็นต้น [4-6] คำตอบที่ต้องการอยู่ในรูปจำนวนเต็ม (Integer) เท่านั้น หรือมีค่าเป็นไปได้เพียง 0 หรือ 1 คือพาหนะนี้จะเดินทางไป ($x=1$) หรือไม่เดินทางไป ($x=0$) ในเส้นทางนี้เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ

การจัดเส้นทางรถขนส่งที่เหมาะสมสำหรับยานพาหนะนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการขนส่งอย่างพาราของผู้ขายอย่างพาราทุกรายด้วยยานพาหนะที่มีอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดในการดำเนินงาน เช่น ความจุของรถบรรทุก เวลาในการทำงานของพนักงาน เวลาในการขนส่ง เป็นต้น สำหรับตัวแปรสำคัญที่ใช้ในปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งจะประกอบไปด้วย 1) โครงข่ายถนน (Road Network) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ขายแต่ละรายและตลาดกลางอย่างพารา 2) ยานพาหนะ (Vehicles) ทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายของพาราระหว่างผู้ขายกับจุดรับซื้อหรือตลาดกลาง บนโครงข่ายถนน และ 3) ลูกค้า (Customer) หรือผู้ขาย (Seller) ผู้ที่ทำการขายอย่างพาราให้กับตลาดกลางหรือตลาดเครือข่าย

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาของการจัดการเพื่อหาจำนวนเส้นทางและลำดับของการเดินทางที่มีความเหมาะสมไปยังผู้ขายรายต่าง ๆ ในแต่ละเส้นทางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการจัดเส้นทางเดินทางได้แก่ ข้อจำกัดในเส้นทาง (Route Capacities) และกรอบของเวลา (Time Window)

2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางขนส่งยางพารา เป็นการแก้ปัญหา 2 ระดับ คือ ระดับแรกจะเป็นการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพารา โดยการใช้โปรแกรม Lingo ในการแก้ปัญหา จากนั้นระดับที่สองเป็นการจัดเส้นทางขนส่งของจุดรับซื้อกับผู้ขายยางพารา โดยใช้วิธีแบบประหยัด (Saving Method) โดยใช้โปรแกรม Python

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ ได้พัฒนาขึ้นสำหรับการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพาราไปยังจุดรับซื้อ ประกอบด้วยกลุ่มของดัชนี (Indices) พารามิเตอร์ (Parameters) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) สมการข้อจำกัด (Constraints) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ดัชนี

i, j คือดัชนีของโหนดต่าง ๆ ของผู้ขายยางพาราจุดรับซื้อและตลาดกลางยางพารา j โดยที่ $j = 1$ คือตลาดกลางยางพาราสงขลา $j = 2$ คือตลาดกลางยางพารายะลา

l คือดัชนีของตลาดกลางยางพารา โดยที่ $l = 1$ คือตลาดกลางยางพาราสงขลา $l = 2$ คือตลาดกลางยางพารายะลา

a คือดัชนีขนาดจุดรับซื้อ

2) เซต

I คือเซตของตำแหน่งผู้ขายยางพารา โดยที่ $I = \{1, 2, \dots, 355\}$

J คือเซตของตำแหน่งที่สามารถเปิดจุดรับซื้อ โดยที่ $J = \{1, 2, \dots, 355\}$

L คือเซตของตำแหน่งตลาดกลางยางพาราโดยที่ $L = \{1, 2\}$, $LC \ I$ และ $LC \ J$

A คือเซตของตำแหน่งขนาดจุดรับซื้อ โดยที่ $A = \{1, 2, 3\}$

3) ตัวแปร

- ตัวแปรที่ทราบค่า (Parameters)

E คือค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถขนส่ง (บาท/กิโลเมตร*ตัน)

Q_i คือปริมาณยางพาราทั้งหมดที่มีอยู่ต่อวันของผู้ขายรายที่ i (ตัน/วัน)

D_{ij} คือระยะทางการขนส่งจากโหนด i ไปโหนด j (กิโลเมตร)

D^M กำหนดให้ระยะทางขนส่งยางพาราได้ไม่เกิน 480 กิโลเมตร (กำหนดความเร็วรถไม่เกิน 60 กม./ชม. ในเวลาปฏิบัติงาน 1 วัน (8 ชม.))

C_a คือปริมาณความสามารถในการรับยางพาราของขนาดจุดรับซื้อ a (ตัน/วัน)

M_a คือค่าเสื่อมราคาของขนาดจุดรับซื้อ a (บาท/วัน)

F_a คือค่าใช้จ่ายคงที่ในการดำเนินการของจุดรับซื้อ a (บาทต่อวัน)

- ตัวแปรในการตัดสินใจ (Decision Variable)

$$Y_{ja} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ามีการเปิดจุดรับซื้อยางพารา} \\ & \text{ที่จุด } j \text{ ขนาดจุดรับซื้อ } a \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$$

V_{ij} = ปริมาณยางพาราผู้ขายยางพาราที่ i ไปจุดรับซื้อหรือตลาดกลางที่ j (ตัน)

- ตัวแปรสนับสนุนการตัดสินใจ (Support Decision Variable)

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ามีการเดินทางจากผู้ขายยางพาราที่ } i \\ & \text{ไปจุดรับซื้อหรือตลาดกลางที่ } j \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$$

4) สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } Z = \left(\sum_{j \in J} \sum_{a \in A} Y_{ja} (F_a + M_a) \right) + E \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} Z_{ij} D_{ij} \right) \quad (1)$$

5) สมการข้อจำกัด

$$\sum_{j \in J} Z_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$2 * Z_{ij} D_{ij} \leq D^M \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (3)$$

$$V_{ij} = Z_{ij} Q_i \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (4)$$

$$\sum_{a \in A} Y_{ja} \leq 1 \quad \forall j \in J, J \geq 3 \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} V_{ij} \leq \sum_{a \in A} Y_{ja} C_a \quad \forall j \in J, J \geq 3 \quad (6)$$

$$Z_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (7)$$

$$Y_{ja} \in \{0, 1\} \quad \forall a \in A, \forall j \in J \quad (8)$$

สมการที่ (1) คือสมการวัตถุประสงค์ที่มีเป้าหมายต้นทุนรวมต่ำสุด ประกอบด้วย ค่าเชื่อมการตั้งจุดรับซื้อ ค่าการขนส่งจากผู้ขายยางพาราไปจุดรับซื้อ สมการที่ (2) ผู้ขายยางพาราสามารถส่งได้เพียงหนึ่งจุดที่เปิดจุดรับซื้อหรือตลาดกลาง สมการที่ (3) ผู้ขายยางพาราสามารถส่งที่เปิดจุดรับซื้อหรือตลาดกลางไม่เกินระยะทางกำหนด สมการที่ (4) ปริมาณขนาดของยางพาราจากผู้ขายยางพารา i ไปจุดที่เปิดจุดรับซื้อหรือตลาดกลาง j สมการที่ (5) จุดที่เปิดจุดรับซื้อจะเลือกขนาดได้เพียงหนึ่งรูปแบบ สมการที่ (6) ปริมาณยางพาราที่รับจะไม่เกินขนาดของจุดรับซื้อที่เลือกเปิด สมการที่ (7) และสมการที่ (8) การกำหนดเขตการตัดสินใจแบบไบนารี

2.4 โปรแกรม LINGO

จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการเขียนขึ้นมานั้น ได้ใช้โปรแกรม LINGO เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นการแก้ปัญหาที่ได้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งขนาดปัญหายังเป็นปัญหามิติขนาดเล็ก [7] จึงใช้โปรแกรม LINGO ในการแก้ปัญหา โดยองค์ประกอบของการเขียนตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 แสดงถึงการเขียนดัชนี (Index) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Parameter) ส่วนที่ 2 แสดงถึงการใส่ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ และส่วนที่ 3 แสดงถึงสมการวัตถุประสงค์และสมการเงื่อนไข ต่าง ๆ ตามรูปแบบมาตรฐานทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นตั้งแต่สมการที่ 1-8 ตามลำดับ

2.5 วิธีเมตริกแบบประหยัด

ปี ค.ศ.1964 Clark and Wright นักวิจัยชาวอังกฤษ ได้นำเสนอการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายรายและยานพาหนะมีความจุหลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังพัสดุแห่งเดียว โดยการพัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และผลที่ได้จากการ

แก้ปัญหาวิธีนี้คือทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งและปริมาณสินค้าที่ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคัน [8]

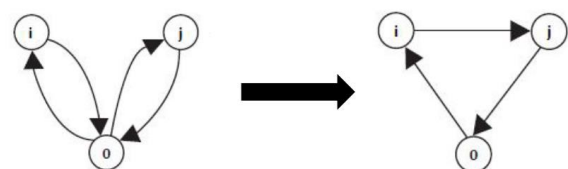
วิธีเมตริกแบบประหยัด (The Savings Matrix Method) โดยการจำลองระยะทาง เวลา หรือต้นทุนการขนส่ง ระหว่างคู่ของลูกค้าใด ๆ ด้วยเมตริก แล้วหาเมตริกการประหยัด (Savings Matrix) จากการรวบรวมลูกค้าคู่ใด ๆ เข้าด้วยกัน ขั้นตอนหลักในการใช้วิธี Savings คือ ขั้นตอนที่ 1 สร้าง Distance Matrix ขั้นตอนที่ 2 สร้าง Saving Matrix ขั้นตอนที่ 3 กำหนดลูกค้าให้กับยานพาหนะและเส้นทาง และขั้นตอนที่ 4 จัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง ซึ่งสามขั้นตอนแรกใช้ในการกำหนดลูกค้าให้กับพาหนะ และขั้นตอนที่สี่ใช้ในการกำหนดเส้นทางยานพาหนะแต่ละคัน เพื่อให้ระยะทางที่ต้องเดินทางน้อยที่สุด

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม และผลที่ได้จากการแก้ปัญหาวิธีนี้คือทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง และปริมาณยางพาราที่ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกจุดเริ่มต้นของจุดรับซื้อขึ้นมาหนึ่งจุดให้เป็นจุดที่หนึ่ง

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าของระยะทางในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost) หรือค่า S_{ij} ซึ่งก็คือความประหยัดระหว่างจุด i และ j โดยที่ i, j คือผู้ขายยางพารา และ D คือจุดรับซื้อยางพารา โดยงานวิจัยนี้ใช้ค่าระยะทางในการคำนวณค่า S_{ij} ดังแสดงในสมการที่ 9

$$S_{ij} = C_{iD} + C_{Dj} - C_{ij} \quad (9)$$



รูปที่ 3 แนวคิดของค่าความประหยัด

ขั้นตอนที่ 3 เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย

ขั้นตอนที่ 4 สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมจุด i และ j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

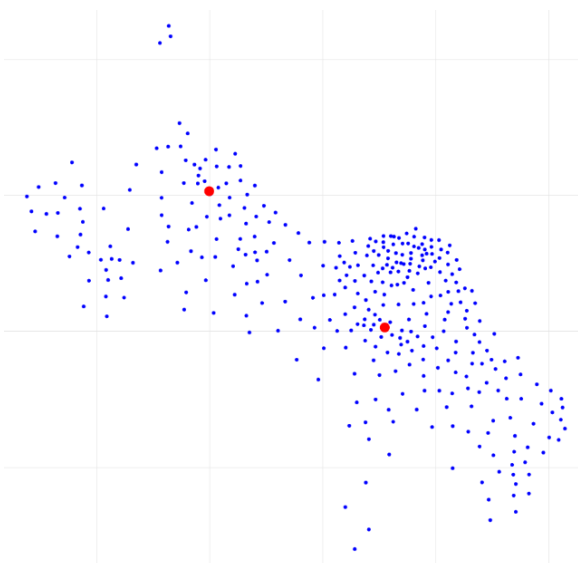
ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะ จะต้องม

สินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะและต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3 วิธีเมตริกแบบประหยัดเป็นทฤษฎีที่ยอมรับในการแก้ปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ทฤษฎีนี้ไม่มีความซับซ้อน ค่าความประหยัด (S_{ij}) ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้ระหว่างผู้ขายใด ๆ หากเกิดค่าความประหยัดสูงก็หมายความว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

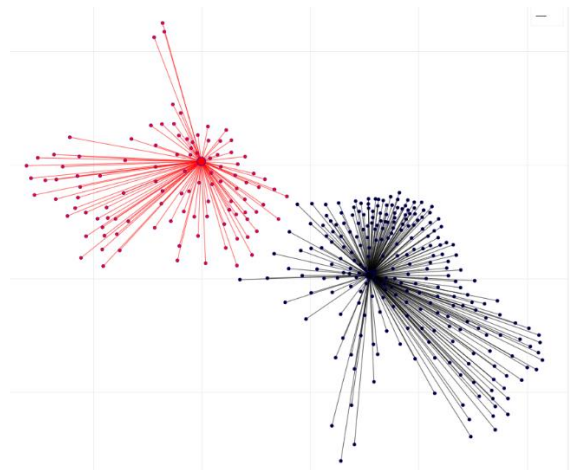
2.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของผู้ขายยางพาราและตลาดกลางยางพาราในพื้นที่ห้าจังหวัดชายแดนใต้ ประกอบด้วย จังหวัดสงขลา สตูล ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส จำแนกตามตำบลของผู้ขายแต่ละราย จำนวน 353 ราย โดยมีตลาดกลางยางพาราจำนวน 2 แห่ง คือตลาดกลางยางพาราสงขลา และตลาดกลางยางพารายะลา รวมทั้งหมด 355 แห่ง นำมาเขียนพิกัดแผนที่เพื่อให้เห็นภาพรวมของผู้ขายยางพาราและตลาดกลางยางพารา ดังแสดงในรูปที่ 4

ในการจัดเส้นทางการขนส่งยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางปัจจุบัน ผู้ขายยางพารานำยางพาราของตนเองไปจำหน่ายที่ตลาดกลางยางพารา ด้วยยานพาหนะของตนเอง ไปจำหน่ายยังตลาดกลางแบบไป-กลับ (Direct Shipping) ดังแสดงในรูปที่ 5 ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการขนส่ง เนื่องจากไม่มีการรวมกลุ่มกันจัดส่ง เมื่อวิเคราะห์ระยะทางและต้นทุนในการขนส่งทั้งหมดพบว่า มีระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 46,021.22 กม./วัน คิดเป็นต้นทุนในการขนส่งเท่ากับ 354,335.22 บาท/วัน



รูปที่ 4 ตำแหน่งพิกัดของผู้ขายยางพาราและตลาดกลาง



รูปที่ 5 เส้นทางการขนส่งของผู้ขายยางพารา

นอกจากนี้เก็บรวบรวมข้อมูลระยะทางระหว่างผู้ขาย และปริมาณยางที่ขาย โดยใช้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์มาหาระยะทางทั้งหมด โดยใช้โปรแกรม Google Earth พร้อมทั้งสร้างเมตริกซ์ระยะทางระหว่างผู้ขายแต่ละราย และตลาดกลางยางพารา โดยใช้โปรแกรม Google Map ตามระยะทางจริงในแผนที่ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดย F1 แทนตลาดกลางยางพาราสงขลา F2 แทนตลาดกลางยางพารายะลา และ F3-F355 แทนผู้ขายแต่ละรายของเกษตรกรชาวสวนยางพารา เพื่อนำมากำหนดสถานะของปัญหาในการวิจัย โดยกำหนดเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของจุดรับซื้อและจัดเส้นทางการขนส่งของผู้ขายยางพารา

ตารางที่ 1 เมตริกซ์ระยะทางของผู้ขายยางพาราและตลาดกลางยางพารา

พิกัด	F1	F2	...	F355	ปริมาณยาง (กก./วัน)
F1	0	136.4	...	135.2	0
F2	136.4	0	...	260.7	0
F3	228.55	95.81	...	353.15	25,252
.	.	.	...	.	.
.	.	.	...	.	.
F354	114.1	243.4	...	28.57	10,471
F355	134.8	264.1	...	0	1,783

2.7 สมมติฐานและลักษณะของปัญหา

1) ทราบตำแหน่งที่ตั้งของตลาดกลางยางพาราสงขลา ตลาดกลางยางพารายะลา และผู้ขายยางพารา โดยจะทำการจัดเส้นทางการขนส่งระหว่างตลาดกลางกับผู้ขายยางพารา และจุดรับซื้อจากผู้ขายยางพารา

2) ปริมาณยางพาราของผู้ขายแต่ละรายที่มีอยู่จะถูกแบ่งออกเป็นโหนดยางพารา (Rubber Node) หลาย ๆ โหนด ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 353 โหนด โดยผู้ขายยางพาราแต่ละรายสามารถขายยางพาราได้เพียงจุดรับซื้อใดจุดรับซื้อหนึ่งเท่านั้น

3) การเปิดจุดรับซื้อยางพารา สามารถเปิดได้ทุกตำแหน่งของผู้ขายยางพารา แต่บังคับต้องเปิดที่ตลาดกลางยางพาราสงขลา และตลาดกลางยางพารายะลาด้วยเสมอ โดยขนาดความจุของจุดรับซื้อยางพารา มีจำนวน 3 ขนาด คือ (1) จุดรับซื้อขนาดเล็ก 50 ตันต่อวัน ต้นทุนในการเปิด 500,000 บาท (2) จุดรับซื้อขนาดกลาง 100 ตันต่อวัน ต้นทุนในการเปิด 750,000 บาท และ (3) จุดรับซื้อขนาดใหญ่ 200 ตันต่อวัน ต้นทุนในการเปิด 1,000,000 บาท นอกจากนี้ในส่วนนี้ของตลาดกลางยางพาราสงขลา และตลาดกลางยางพารายะลาเปิดเป็นจุดรับซื้อจะมีขนาดความจุที่มากกว่าจุดรับซื้ออื่น ๆ เป็นแบบไม่จำกัดอายุการใช้งานของจุดรับซื้อที่กำหนดไว้ที่ 20 ปี

4) สำหรับการจัดเส้นทางการขนส่ง รถขนส่งจะต้องเดินทางจากจุดรับซื้อไปรับยางพาราจากผู้ขายด้วยยานพาหนะประกอบด้วย 3 ขนาดคือ (1) รถบรรทุก 6 ล้อ (น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 10 ตัน) (2) รถบรรทุก 10 ล้อ (น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 20 ตัน) และ 3 รถบรรทุก 10 ล้อและรถลากพ่วง (น้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 25 ตัน) การเลือกขนาดของยานพาหนะ เป็นการเลือกขนาดตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายของการใช้ยานพาหนะ ซึ่งการจัดเส้นทางการขนส่ง ตลาดกลางยางพาราสงขลาและตลาดกลางยางพารายะลา สามารถนำยานพาหนะมารับยางพาราจากผู้ขายมากกว่าหนึ่งเที่ยว

5) ไม่มีข้อกำหนดเรื่องเวลาที่ต้องรับ-ส่ง (No Time Window) หรือลำดับก่อนหลังในการรับ-ส่งสินค้า

6) มีจำนวนรถขนส่งเพียงพอต่อการขนส่งเสมอและรถขนส่งมีความสามารถในการบรรทุกยางพาราในปริมาณความจุที่กำหนด

7) จำนวนยางพาราที่จุดรับซื้อไปรับยางพาราจากผู้ขายยางพารานั้นเป็นจำนวนที่ทราบค่าแน่นอน

8) ไม่มีข้อจำกัดเรื่องระยะทางสูงสุดที่วิ่งได้ในแต่ละเส้นทาง

9) ไม่มีข้อกำหนดเรื่องสินค้าคงคลัง (Inventory) ไม่มีการเก็บยางพาราไว้ที่จุดรับซื้อและที่ตลาดกลางยางพาราไว้เกินวันที่ได้รับ

10) การศึกษาเน้นระบบโลจิสติกส์ในการขนส่งยางพาราจากผู้ขายแต่ละรายมายังจุดรับซื้อหรือตลาดกลางเท่านั้น

3.ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 การเลือกสถานที่ตั้งและการจัดสรรผู้ขายยางพารา

ในการเลือกสถานที่ตั้งและจัดสรรผู้ขายยางพารา โดยกำหนดขนาดความจุของจุดรับซื้อและต้นทุนในการเปิด จำนวน 3 ขนาด ประกอบด้วย (1) จุดรับซื้อขนาดเล็ก (ความจุ 50 ตัน) ต้นทุนในการเปิด 500,000 บาท (2) จุดรับซื้อขนาดกลาง (ความจุ 100 ตัน) ต้นทุนในการเปิด 750,000 บาท และ (3) จุดรับซื้อขนาดใหญ่ (ความจุ 200 ตัน) ต้นทุนในการเปิด 1,000,000 บาท และนอกจากนี้ตลาดกลางยังสามารถเปิดเป็นจุดรับซื้อได้ด้วย โดยมีขนาดความจุแบบไม่จำกัด ซึ่งอายุการใช้งานของจุดรับซื้อที่กำหนดไว้ที่ 20 ปี [9] เมื่อได้ข้อมูลนำเข้าครบแล้ว จึงทำการแปลงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ให้เป็นคำสั่งในโปรแกรม Lingo แล้วจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาป้อนเข้าสู่โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมคำนวณการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพารา ที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข หลังจากใช้เวลาในการประมวลผลนาน 24 ชั่วโมงจึงได้คำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นนำไปพลอตกราฟด้วยโปรแกรม Python ดังแสดงในรูปที่ 6

ตารางที่ 3 และรูปที่ 6 พบว่าในการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อ สามารถเลือกจุดรับซื้อได้จำนวน 10 จุดรับซื้อ ประกอบด้วย (1) จุดรับซื้อแบบไม่จำกัด จำนวน 2 จุดคือ พิกัดที่ 1 ตลาดกลางยางพาราสงขลา มีผู้ขายจำนวน 78 ราย และพิกัดที่ 2 ตลาดกลางยางพารายะลา มีผู้ขายจำนวน 96 ราย (2) จุดรับซื้อขนาดเล็ก จำนวน 3 จุด คือ พิกัดที่ 14 ตำบลบางขุนทอง อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส มีผู้ขายจำนวน 17 ราย พิกัดที่ 23 ตำบลลูโบะสาวอ อำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส มีผู้ขายจำนวน 15 ราย

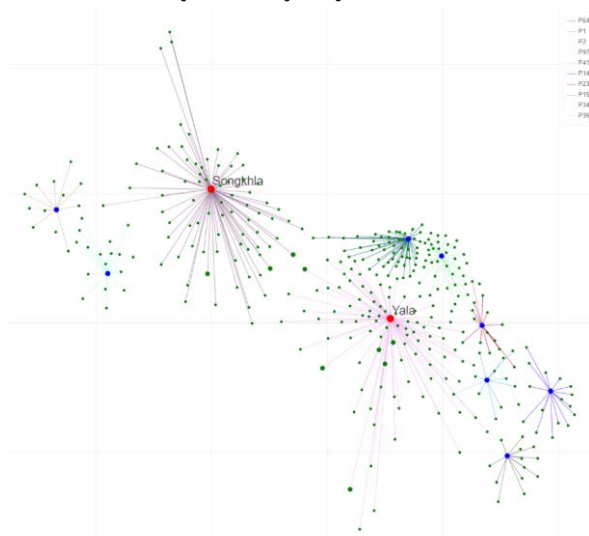
ตารางที่ 2 ตำแหน่งจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขาย

จุดที่	ตำแหน่งจุดรับซื้อ	ตำแหน่งผู้ขายยางพารา	จำนวนผู้ขาย (ราย)	ปริมาณ ยางพารา (กก.)
1	ตลาดกลางยางพาราสงขลา (F1)	F234 F235 F236 F237 F238 F239 F240 F241 F242 F243 F244 F245 F246 F247 F248 F249 F250 F251 F252 F253 F254 F255 F256 F257 F258 F259 F264 F265 F266 F267 F268 F269 F270 F271 F272 F273 F274 F275 F276 F277 F278 F279 F280 F281 F282 F283 F284 F285 F286 F287 F288 F289 F290 F291 F292 F293 F294 F295 F296 F297 F298 F299 F300 F301 F302 F312 F313 F314 F315 F316 F317 F318 F319 F320 F321 F322 F323 F324	78	992,214
2	ตลาดกลางยางพารา ยะลา (F2)	F3 F4 F5 F42 F43 F44 F45 F46 F47 F48 F50 F51 F58 F59 F61 F62 F63 F82 F83 F84 F86 F88 F90 F91 F92 F93 F125 F127 F132 F136 F178 F179 F180 F181 F182 F183 F184 F185 F186 F187 F188 F189 F190 F191 F192 F193 F194 F195 F196 F197 F198 F199 F200 F201 F202 F203 F204 F205 F206 F207 F208 F209 F210 F211 F212 F213 F214 F215 F216 F217 F218 F219 F220 F221 F223 F224 F225 F226 F227 F228 F229 F230 F231 F232 F233 F260 F263 F303 F304 F305 F306 F307 F308 F309 F310 F311	96	1,586,737
3	ต.บางขุนทอง อ.ตากใบ จ.นราธิวาส (F14)	F9 F10 F11 F12 F13 F14 F15 F16 F17 F24 F25 F69 F70 F71 F73 F74 F77	17	49,894
4	ต.ลูโบะสาวอ อ.บาเจาะ จ.นราธิวาส (F23)	F18 F19 F20 F21 F23 F26 F27 F31 F32 F33 F34 F35 F49 F128 F167	15	49,897
5	ต.บาโงสะโต อ.ระแงะ จ.นราธิวาส (F41)	F6 F7 F28 F29 F30 F36 F37 F38 F39 F40 F41 F60	12	99,368
6	ต.เกียร์ อ.สุคีริน จ.นราธิวาส (F64)	F52 F53 F54 F55 F56 F57 F64 F65 F66 F67 F68 F72 F75 F76	14	48,775
7	ต.ควน อ.ปะนาเระ จ.ปัตตานี (F97)	F8 F22 F78 F79 F80 F94 F95 F96 F97 F98 F99 F100 F101 F102 F103 F104 F105 F107 F109 F110 F113 F114 F115 F116 F129 F142 F143 F146 F147 F150 F156 F158 F159 F160 F161 F162 F163 F164 F165 F166 F222	41	85,350
8	ต.ราตาป็นยัง อ.ยะหริ่ง จ.ปัตตานี (F155)	F81 F85 F87 F89 F106 F108 F111 F112 F117 F118 F119 F120 F121 F122 F123 F124 F126 F130 F131 F133 F134 F135 F137 F138 F139 F140 F141 F144 F145 F148 F149 F151 F152 F153 F154 F155 F157 F168 F169 F170 F171 F172 F173 F174 F175 F176 F177 F261 F262	49	53,300
9	ต.บ้านควน อ.ละงู จ.สตูล (F349)	F325 F326 F327 F328 F329 F330 F331 F332 F333 F341 F342 F343 F344 F345 F346 F347 F348 F349 F354	19	99,161
10	ต.เขาขาว อ.ละงู จ.สตูล (F351)	F334 F335 F336 F337 F338 F339 F340 F350 F351 F352 F353 F355	12	99,806
รวม			353	3,164,502

ตารางที่ 3 ตำแหน่งที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางขนส่งของผู้ขายยางพารา

จุดรับซื้อ	ที่ตั้งจุดรับซื้อ	ขนาดจุดรับซื้อ	จำนวน ผู้ขาย (ราย)	จำนวนรถบรรทุก (คัน)				ต้นทุนรวม (บาท/วัน)
				10 ตัน	20 ตัน	25 ตัน	รวม (คัน)	
1	ตลาดกลางยางพาราสงขลา	ไม่จำกัด	78	1	3	39	43	57,266
2	ตลาดกลางยางพารายะลา	ไม่จำกัด	96	0	6	61	67	90,146
3	ต.ขุนทอง อ.ตากใบ จ.นราธิวาส	ขนาดเล็ก	17	1	1	1	3	4,384
4	ต.ลูโบะสาวอ อ.บาเจาะ จ.นราธิวาส	ขนาดเล็ก	15	0	2	1	3	4,932
5	ต.ลูบงาโสะโต อ.ระแงง จ.นราธิวาส	ขนาดกลาง	12	1	0	4	5	8,357
6	ต.เกียร์ อ.สุคีริน จ.นราธิวาส	ขนาดเล็ก	14	0	3	0	3	4,658
7	ต.ควน อ.ปะนาเระ จ.ปัตตานี	ขนาดกลาง	41	3	2	2	7	8,905
8	ต.ราตาปันยัง อ.ยะหริ่ง จ.ปัตตานี	ขนาดกลาง	49	4	1	1	6	6,987
9	ต.บ้านควน อ.ละงู จ.สตูล	ขนาดกลาง	19	0	1	4	5	8,905
10	ต.เขาขาว อ.ละงู จ.สตูล	ขนาดกลาง	12	0	2	3	5	8,631
รวม			353	10	21	116	147	203,171

พิกัดที่ 64 ตำบลเกียร์ อำเภอสูคีริน จังหวัดนราธิวาส มีผู้ขายจำนวน 14 ราย และ (3) จุดรับซื้อขนาดกลาง จำนวน 5 จุด พิกัดที่ 41 ตำบลบาโงสะโต อำเภอระแงง จังหวัดนราธิวาส มีผู้ขายจำนวน 12 ราย พิกัดที่ 97 ตำบลควนอำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี มีผู้ขายจำนวน 41 ราย พิกัดที่ 155 ตำบลราตาปันยัง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี มีผู้ขายจำนวน 49 ราย พิกัดที่ 349 ตำบลบ้านควน อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีผู้ขายจำนวน 19 ราย พิกัดที่ 351 ตำบลเขาขาว อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีผู้ขายจำนวน 12 ราย



รูปที่ 6 การเลือกสถานที่ตั้งและการจัดสรรผู้ขาย

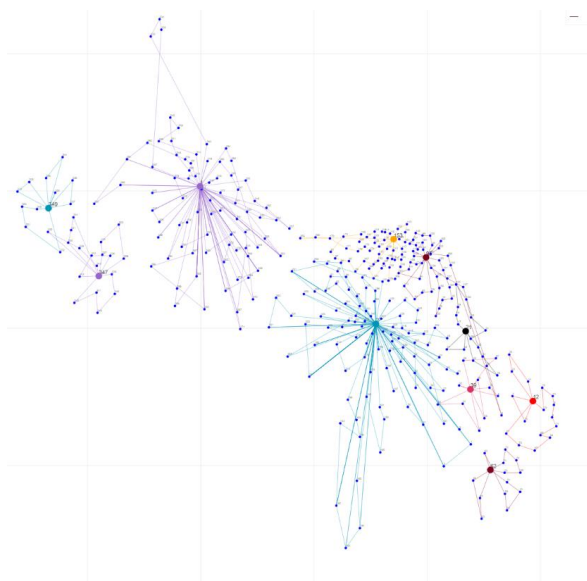
3.2 การจัดเส้นทางขนส่ง

หลังจากได้ตำแหน่งของจุดรับซื้อและจัดสรรผู้ขายให้กับจุดรับซื้อแล้ว จากนั้นทำการจัดเส้นทางขนส่ง

ยางพาราจากจุดรับซื้อไปยังลูกค้าแต่ละราย โดยการใช้วิธีการแบบประหยัด (Savings Method) ซึ่งค่าขนส่งยางพาราของผู้ขาย จะคำนวณโดยคิดตามระยะทางของผู้ขายแต่ละรายในอัตรา 4 บาทต่อกิโลเมตร ส่วนค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุกจะคำนวณจากมูลค่าของรถบรรทุก ซึ่งมี 3 ประเภท ประกอบด้วย (1) รถบรรทุก 6 ล้อ มูลค่า 1,500,000 บาท ขนาดน้ำหนักบรรทุก 10 ตัน (2) รถบรรทุก 10 ล้อ มูลค่า 2,300,000 บาท ขนาดน้ำหนักบรรทุก 20 ตัน และ (3) รถบรรทุก 10 ล้อและรถลากพ่วง มูลค่า 3,000,000 บาท ขนาดน้ำหนักบรรทุก 25 ตัน โดยอายุการใช้งานของรถบรรทุกทุกประเภทกำหนดไว้เท่ากันที่ 12 ปี

เมื่อนำข้อมูลการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพารา ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1 จากนั้นนำมาหาเส้นทางขนส่งด้วยวิธีการแบบประหยัด โดยใช้โปรแกรม Python ในการวิเคราะห์ผลการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางของผู้ขายยางพารา ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อนำมาพลอตรูป ดังแสดงในรูปที่ 7

ตารางที่ 3 พบว่าในการเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อ มีจำนวน 10 จุด (นับรวมตลาดกลาง) จำแนกออกเป็นจุดรับซื้อขนาดเล็กจำนวน 3 จุด และจุดรับซื้อขนาดใหญ่จำนวน 5 จุด โดยมีปริมาณยางในการรับซื้อ 3,164.5 ตัน/วัน โดยมีต้นทุนรวมทั้งสิ้น 203,171 บาท/วัน



รูปที่ 7 การจัดเส้นทางการขนส่งของผู้ขายยางพารา

เมื่อทำการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการขนส่งยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางพาราแบบเดิมที่เกษตรกรชาวสวนยางพารานำยางพาราไปจำหน่ายยังตลาดกลางยางพาราด้วยยานพาหนะของตนเองแบบไป-กลับ (Direct Shipping) กับการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดสรรผู้ขายยางพารา จากนั้นทำการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีแบบเมตริกแบบประหยัด (Saving Metrix Method) พบว่าระยะทางในการขนส่งลดลงร้อยละ 69.4 และต้นทุนของการขนส่งลดลงร้อยละ 42.7 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการจัดเส้นทางการขนส่งยางพารา

รายการ	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท/วัน)
แบบเดิม (Direct Shipping)	46,021.02	354,335.22
แบบ Location Routing Problem	14,067.66	203,171.00
ลดลง (ร้อยละ)	69.40	42.70

4. บทสรุป

บทความวิจัยนี้เป็นการแก้ปัญหา 2 ระดับ คือ (1) การเลือกสถานที่ตั้งของจุดรับซื้อและจัดสรรผู้ขายยางพาราให้กับจุดรับซื้อ โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และโปรแกรม Lingo ในการแก้ปัญหา และ (2) การจัดเส้นทางการขนส่งของจุดรับซื้อ โดยการใช้วิธีการเมตริกแบบประหยัด และโปรแกรม Phyton ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้ขายยางพาราจำนวน 353 ราย และมีตลาดกลางยางพาราจำนวน 2 แห่ง คือตลาดกลางยางพาราสงขลาและตลาดกลางยางพารายะลา

ผลการทดลองพบว่าจำนวนจุดรับซื้อจำนวน 10 จุด และมีต้นทุนรวมในการดำเนินการเท่ากับ 203,171 บาท/วัน เมื่อทำการเปรียบเทียบกับดำเนินการแบบเดิมที่เป็นการขนส่งแบบโดยตรง (Direct Shipping) พบว่าสามารถลดต้นทุนและระยะทางได้มากกว่า 40% จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการใช้โปรแกรม Lingo ในการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและการใช้วิธีการเมตริกแบบประหยัดสามารถลดระยะทางการขนส่งและลดต้นทุนลงได้จริง ทำให้ผู้ขายหรือตลาดกลางมีกำไรมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางการขนส่งของตลาดกลางยางพาราโดยการประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาแบบต้องห้าม (Tabu Search) [10]

ข้อเสนอแนะเนื่องจากการแก้ปัญหานี้เป็นการแก้ปัญหาแบบ 2 ระดับ ดังนั้นควรสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถแก้ปัญหาทั้งการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทางไปพร้อมกันหรือเรียกว่าปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งและจัดเส้นทาง (Location Routing Problem; LRP) นอกจากนี้ควรใช้เทคนิคอื่นในการแก้ปัญหา เช่น วิธี Heuristics และ Metaheuristics เป็นต้น ซึ่งจะใช้เวลาในการหาคำตอบได้รวดเร็วกว่าการใช้โปรแกรม Lingo เนื่องจากโปรแกรม Lingo เหมาะกับปัญหขนาดเล็ก ดังนั้นในการหาคำตอบของการแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้งจุดรับซื้อและการจัดเส้นทางการขนส่งยางพารานี้ สามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้สำหรับประกอบการพิจารณาหรือเป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการตัดสินใจแก้ปัญหาการขนส่ง

ยางพาราของเกษตรกรกับตลาดกลางยางพารา เพื่อ
แก้ปัญหาความไม่เป็นธรรมกับผู้ขายยางพาราต่อไปใน
อนาคตได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณตลาดกลางยางพาราสงขลาและ
ตลาดกลางยางพารายะลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล
งานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณพนักงานเจ้าหน้าที่ ทุกท่าน
ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็น
อย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Logistics Office. Optimization of industrial logistics in the southern region. Bangkok: Y C S Media; 2014.
- [2] Rubber Research Institute. Natural rubber production of Thailand. Bangkok: Thai Rubber Association; 2015.
- [3] Rapeepan P. Specialized topics in operations management. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University; 2017.
- [4] Laporte G, Louveaux FV. Solving stochastic routing problem with the integer L-shaped method. Fleet Management and Logistics. 1998; 159-167.
- [5] Fischetti M, Toth P, Vigo D. A branch and bound algorithm for the capacitated vehicle routing problem on directed graphs. Operation Research. 1994; 42(5): 846-859.
- [6] Lysgaard J, Letchford AN, Eglese RW. A new branch and cut algorithm for the capacitated vehicle routing problem. Mathematical Programming. 2004 Jun;100(2):423-445.
- [7] Lambert DM, Cooper MC, Pagh JD. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. The International Journal of Logistics Management. 1998 Jul 1; 9(2):1-20.
- [8] Clarke G, Wright JW. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. Operations Research. 1964 Aug;12(4): 568-581.
- [9] Somsak K, Sujittra K, Sombat S. The location routing problem with para rubber by using tabu search. Conference on Industrial Engineering, 2018 July 23- 26, Ubon Ratchathani; 2018. p. 348-1352.
- [10] Somsak K, Sindhuchao S. Solving location Routing Problem of the Central Rubber Market by Tabu Search. KMUTNB Int J Appl Sci Technol. 2017; 10(2); 145-151.