

การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราของกลุ่มผู้ผลิตวิสาหกิจชุมชน
ภาคใต้ ไปยังร้านจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต
**The Study of Transportation Costs for Latex Pillows of Agricultural
Community Enterprise in Southern Thailand Delivered to the Shop in Phuket.**

นฤมล โชติช่วง^{1*} เสกสรร สุธรรมานนท์² พัลลภ พึ่งจำรัส³ และ กันยา อัครอารีย์⁴

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

³ สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

⁴ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail: n.chodchuang@gmail.com ^{1*}

Naruemon Chodchuang^{1*} Sakesun Suthummanonta² Pallapat Penjumrus³ and Kanya Auckara-aree⁴

^{1,2} Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand

³ Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand

⁴ Department of Management Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand

E-mail: n.chodchuang@gmail.com ^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการกระจายสินค้าหมอนยางพาราจากผู้ผลิตที่เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ไปยังลูกค้ากลุ่มตัวแทนจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต ด้วยการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการเลือกผู้ผลิตที่เหมาะสม และใช้ Excel Solver เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวแบบเพื่อให้ได้ต้นทุนรวมในการจัดส่งต่ำที่สุด จากผลการวิเคราะห์พบว่า ต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราด้วยระยะกระบะบรรทุก 4 ล้อเท่ากับ 150,659.76 บาทซึ่งต่ำกว่าต้นทุนการขนส่งด้วยโปรขนีย์ด่วนพิเศษ ที่มีต้นทุน 817,400 บาท (81.57%) และต้นทุนจากการขนส่งด้วยโปรขนีย์ลงทะเลเบียดเท่ากับ 335,000 บาท(22.55%) ทั้งนี้เป็นการช่วยในการตัดสินใจสำหรับร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพารามองเห็นโอกาสในการส่งสินค้าจากกลุ่มเกษตรกรผลิตหมอนยางพาราในภาคใต้ และการสร้างมูลค่าเพิ่มจากยางพาราในพื้นที่เพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้มีรายได้

คำหลัก: หมอนยางพารา, ต้นทุนการขนส่ง, ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

Abstract

This research aims to create a model for analysis and find the cost of distributing latex pillow products from manufacturers that are farmers community enterprises south of Thailand sent to customers who sell latex pillow products in Phuket by developing a mathematical model for selecting the manufacturer. By using the mathematical model generated with excel solver Platform analyzed to get the lowest total cost of delivery. It was found that the cost of transporting latex pillows with a 4-wheeler truck is 150,659.76 baht, which is lower than the cost of transportation by express mail with a cost of 817,400 baht (81.57%) and the cost of shipping with registered mail is 335,000 baht (22.55%). This research aims to help merchants see the opportunity to order products from farmers groups who producing rubber pillows and creating additional value from in the area so that farmers in the southern region have income

Keywords: Latex pillow, Transportation Problem, Mathematical model

1. บทนำ

ปัจจุบันตลาดผลิตภัณฑ์หมอนยางพาราในประเทศไทยเป็นตลาดที่มีชื่อเสียง หลายปีที่ผ่านมาหมอนยางพาราจากประเทศไทยได้รับความนิยมสูงและมีตลาดใหญ่มากในประเทศจีน ซึ่งคาดว่าจะมีมูลค่าสูงถึง 10,000 ล้านบาท หรือเท่ากับ 50,000 ล้านบาท โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์หมอนยางพาราที่มีตรา Made In Thailand จะได้รับความนิยมและความน่าเชื่อถือว่าผลิตจากยางพาราแท้ 100% [1]

จังหวัดภูเก็ตถือเป็นจังหวัดที่นักท่องเที่ยวชาวจีนนิยมเข้ามาท่องเที่ยวและให้ความสนใจในการซื้อหมอนยางพาราเพื่อกลับไปฝากครอบครัวเนื่องจากเชื่อว่าจะทำให้ชีวิตมีความสุข จากการลงพื้นที่สำรวจตลาดผลิตภัณฑ์หมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ตพบว่า มีร้านจำหน่ายหมอนยางพารามากกว่า 20 ร้าน โดยสามารถแบ่งประเภทของร้านจำหน่ายออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่ (1) ร้านจำหน่ายหมอนยางพาราที่มีโรงงานเป็นของตนเอง และ (2) ร้านจำหน่ายหมอนยางพาราที่ไม่มีโรงงานเป็นของตัวเองหรือเรียกได้ว่าเป็นตัวแทนจำหน่าย สำหรับกลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่เป็นชาวต่างชาติ โดยร้อยละ 98 เป็นกลุ่มของนักท่องเที่ยวชาวจีน จากสถิติความต้องการหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ตเฉลี่ย 96,000 ใบต่อปีช่วงที่มียอดขายสูงจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ตลาดหมอนยางพาราของจังหวัดภูเก็ตจึงเป็นตลาดที่สามารถสร้างมูลค่าทางการค้าให้แก่จังหวัดได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้

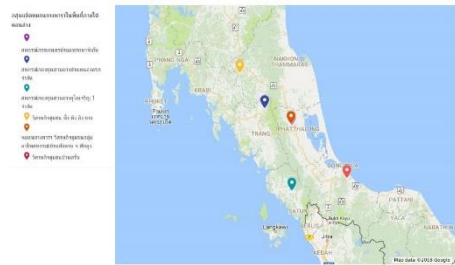
อุตสาหกรรมหมอนยางพาราในประเทศไทยเติบโตได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีการขยายตัวทางการผลิตของผู้ผลิตเอกชน และกลุ่มเกษตรกรที่มีการลงทุนทางการผลิตจากโรงงานขนาด SMEs นอกจากนี้ยังมีนักลงทุนจากจีนเข้ามาลงทุนในประเทศไทย เพื่อหวังที่จะได้ตราประทับธุรกิจให้เป็น Made In Thailand โดยเชื่อว่าจะเป็นความได้เปรียบของสินค้าที่มีแหล่งผลิตอยู่ในประเทศไทย

สำหรับตลาดการแข่งขันธุรกิจหมอนยางพาราในประเทศไทย ถือได้ว่าการแข่งขันสูง โดยเฉพาะเอกชนที่มีความได้เปรียบด้านการหาตลาดและเงินทุน ผู้ผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในภาคใต้จึงต้องการแปรรูปหมอนยางพาราในพื้นที่ให้มีมูลค่าสูงขึ้น ซึ่งมีความได้เปรียบเอกชนในด้านวัตถุดิบทางการผลิต ขณะเดียวกันก็มีความเสียเปรียบด้านการหาตลาดในประเทศ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลเชิงผู้วิจัยในปี พ.ศ. 2560 ข้อมูลตารางที่ 1 แสดงถึงกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในภาคใต้ที่เป็นผู้ผลิตหมอนยางพาราจากการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 9 ราย กระจายตามพื้นที่ต่าง ๆ ในภาคใต้ ซึ่งมีกำลังการผลิตหมอนยางพาราเฉลี่ย 20,000 ใบ/เดือน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพการผลิต แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับกลุ่มวิสาหกิจเหล่านี้คือ ขาดประสบการณ์ด้านการขาย และขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในตลาดต่างประเทศ

ตารางที่ 1 โรงงานผลิตหมอนยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในภาคใต้

จังหวัด	โรงงาน (กลุ่ม)
ชุมพร	1
สุราษฎร์ธานี	1
นครศรีธรรมราช	2
ตรัง	1
พัทลุง	2
สงขลา	1
สตูล	1
รวมทั้งหมด	9

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวางแผนการขนส่งสินค้าจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตหมอนยางพาราในภาคใต้ไปยังงานจัดจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนในการขนส่งที่เหมาะสมระหว่างผู้ผลิตหมอนยางพารากลุ่มวิสาหกิจชุมชน และร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต โดยวางแผนการจัดการขนส่งหมอนยางพาราเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยนำแบบจำลองปัญหาการขนส่งมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้การจัดเก็บและจัดส่งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดศักยภาพและความได้เปรียบทางการแข่งขันในระยะยาว และเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ผลิตหมอนยางพารากลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) มาวิเคราะห์ระยะทางและต้นทุนการขนส่ง ในการจัดการพื้นที่บนรถบรรทุก 4 ล้อ เพื่อจัดส่งสินค้าให้กับร้านจัดจำหน่ายหมอนยางพาราที่ไม่มีโรงงานผลิตเป็นของตนเอง โดยคัดเลือกโรงงานที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลจำนวน 6 โรงงานกระจายตามพื้นที่ต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 เข้ามาเพื่อใช้พัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในบริษัทยังผลให้มีความได้เปรียบทางธุรกิจต่อคู่แข่งทางการค้าเนื่องจากสามารถจัดการให้มีต้นทุนต่ำสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตรงตามเป้าหมายที่ลูกค้าต้องการและลูกค้าพึงพอใจทำให้บริษัทสามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดและกำไร



รูปที่ 1 ผู้ผลิตหมอนยางพารากลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้

2. แนวคิด ทฤษฎี และการทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

2.1 การขนส่ง

การขนส่ง และปัญหาการขนส่งการขนส่งหมายถึง การเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสินค้าจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง อันก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility) และอรรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility) รวมถึงการจัดการด้านโลจิสติกส์การเคลื่อนย้ายจากต้นทาง (Source of Origin) ไปยังผู้บริโภคปลายทาง (Final Destination) ได้ทันเวลา (Just In Time) โดยอาศัยซอฟต์แวร์ที่ทันสมัยในการจัดการ [2] ดังนั้นการขนส่งสินค้า จึงหมายถึง การเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานที่ที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งซึ่งเป็นกิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้า

จากผลการทบทวนทฤษฎีพบว่าการแก้ปัญหาการขนส่งเพื่อให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับหลายๆ ธุรกิจ งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งเพื่อให้ได้อรรถประโยชน์ที่สูงที่สุด และหากธุรกิจมีความสามารถทำให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำ จะทำให้ธุรกิจนั้นมีกำไรสูงขึ้นเพื่อการได้เปรียบทางการแข่งขันระหว่างธุรกิจ จึงทำให้มีผู้ศึกษาปัญหาการขนส่งเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะจุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งสินค้าให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีต่าง ๆ

มีงานวิจัยหลายฉบับที่ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปัญหาการขนส่งด้วยการลดต้นทุนการขนส่ง เช่น การ

วิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งกึ่งแห้งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม และได้ต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด [3] และการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งสินค้าวิเคราะห์ต้นทุนรายกิจกรรมและวิเคราะห์คุณค่าของกิจกรรมในกระบวนการขนส่งจากการศึกษาพบว่าต้นทุนกิจกรรมขนส่งสินค้ามีสัดส่วนที่สูงถึง 82.76% ซึ่งมาจากต้นทุนผันแปรเป็นส่วนใหญ่ [4] และในบางครั้งธุรกิจต้องการวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อการได้เปรียบทางการแข่งขัน เช่น งานวิจัยการวิเคราะห์ระบบต้นทุนขนส่งน้ำดื่มเพื่อกำหนดอัตราค่าขนส่งสินค้าโดยพิจารณาปัจจัยด้านระยะทาง [5]

2.2 การสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการตัดสินใจ (Mathematical Model Formulation for decision making)

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าของข้อมูลต่าง ๆ ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่แปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ วิจัย และดำเนินการในภายหลัง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นมาจากเสร็จสิ้นกระบวนการ และคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบนี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่ต้องการแก้ไข [6]

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ มีขั้นตอนดังนี้

- ระบุปัญหา ในการสร้างตัวแบบ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ก่อนการดำเนินการ

- รวบรวมข้อมูล หลังจากทราบปัญหาแล้ว ก็จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับปัญหา

- วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็น การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ เช่น การหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หาค่า

สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ฯลฯ

- ตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือคิดหาคำตอบ (ในที่นี้คือลักษณะของตัวแบบ) ที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นตอนที่สอง

- สร้างตัวแบบ เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

- ตีความหมาย คือ การแปลความหมายหรืออธิบายตัวแบบที่สร้างขึ้นมา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับปัญหาจริง

- เปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้เป็น การเปรียบเทียบค่าคาดคะเนที่คำนวณได้จาก ตัวแบบกับค่าที่ได้จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาได้ ถ้าค่าทั้งสองกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันก็แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับความเป็นจริง ถ้าผลออกมาเป็นตรงกันข้ามก็แสดงว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นเป็นตัวแบบที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการสร้างตัวแบบอาจผิดพลาด ควรจะทำการแก้ไขโดยการพิจารณาใหม่ตั้งแต่ขั้นแรก

- รายงานผล ถ้าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ก็สามารถเขียนรายงานผลหรือนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ออกมาสู่สาธารณชน

อย่างไรก็ตาม การอธิบายตัวแบบไม่สามารถทำได้โดยปราศจากความรู้เกี่ยวกับปัญหาและข้อมูลที่สัมพันธ์กัน การสร้างตัวแบบจริงต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ตัวแบบที่ดีไม่จำเป็นต้องมีความสลับซับซ้อนในสมการ หรือเป็นสมการชั้นสูง และไม่จำเป็นต้องมีจำนวนตัวแปรหลายตัว ในทางตรงกันข้าม การพัฒนาตัวแบบที่ถูกต้องควรทำให้ สมการเข้าใจง่ายขึ้น และทำให้จำนวนตัวแปรในสมการมีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อง่ายต่อการแปลความหมายของตัวแบบให้เป็นไปตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของตัวแบบกับข้อมูลที่มีอยู่ด้วย ดังนั้นในการสร้างตัวแบบ จึงจำเป็นต้องพิจารณาความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลที่รวบรวมได้กับค่าที่คำนวณได้จากตัวแบบที่สร้างขึ้น

และต้องพยายามทำให้ตัวแบบที่ได้เข้าใจง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างเช่น งานวิจัยการศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อสำหรับขนส่งน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้วิธีการโดยประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาและโปรแกรมเอกเซลโซเวอร์ [7] รวมถึงการศึกษาปัญหาการขนส่งโดยใช้ สมการเส้นตรง Linear Programming ในการหาค่าที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของเวลา [8] และงานวิจัยสร้างแบบจำลองการกระจายสินค้า ผลลัพธ์ของงานวิจัยไม่เพียงพอแปรูป น้ำมันปาล์ม ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเพื่อให้ทราบต้นทุนการขนส่งที่ดีที่สุด [9]

ในส่วนงานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีปัญหาการขนส่ง และใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์ต้นทุนที่ต่ำที่สุด ของการขนส่งหมอนยางพาราของกลุ่มผู้ผลิตวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ ไปยังร้านจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ทบทวนการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ นิยามและลักษณะแนวทางการจัดการขนส่ง รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนด้านการขนส่ง เป็นต้น

3.2 ศึกษาสภาพปัจจุบันของตลาดหมอนยางพาราในปัจจุบัน รวมถึงระบุขอบเขตของปัญหาโดยกำหนดสมมติฐานการวิจัยดังนี้

- เป็นการวางแผนการจัดการขนส่งเป็นรายเดือน

- การขนส่งหมอนยางพาราในแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับพิกัดหน้าหน้การบรรทุกของรถบรรทุก 4 ล้อ 1 คัน โดยกฎหมายอนุญาตให้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อทุกสินค้าได้ไม่เกิน 1,100 กิโลกรัมตามประกาศผู้อำนวยการทางหลวงพิเศษ [10] ดังนั้นความสามารถในการบรรทุกหมอนยางพารา สามารถบรรทุกได้ไม่เกิน 200 ใบเนื่องจากรถกระบะ 1 คัน (หมอนยางพารา 1 ใบน้ำหนักเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัม) แต่ด้วยขนาดหมอนการบรรทุกเติมน้ำหนักอาจทำให้

หมอนเสียหาย จึงตั้งสมมติฐานให้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ 1 คันสามารถบรรทุกได้ไม่เกิน 200 ใบต่อคัน

- ทำการศึกษาค่าใช้จ่ายการขนส่งหมอนยางพาราจะศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการขนส่งด้วยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อเปรียบเทียบกับต้นทุนการขนส่งด้วยรถขนส่งสาธารณะอ้างอิงค่าใช้จ่ายตามประกาศค่าขนส่งไปรษณีย์ไทย [11] เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนถึงรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสม

- ลูกค้านี้มีจำนวนมากแต่ปริมาณสินค้าต่อลูกค้าแต่ละรายมีจำนวนน้อย และพื้นที่จัดส่งกระจายตัวทั่วจังหวัดภูเก็ต ต้องมีการจัดเส้นทางที่ดีเพื่อให้เกิดความคุ้มค่า ในขณะเดียวกันต้องสามารถรองรับการส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ตามระยะเวลาที่กำหนด

- ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอกเซลในการวางแผนจัดการการขนส่งสินค้า โดยคำนวณโมเดลทางคณิตศาสตร์ด้วยเอกเซลโซเวอร์ (Excel Solver)

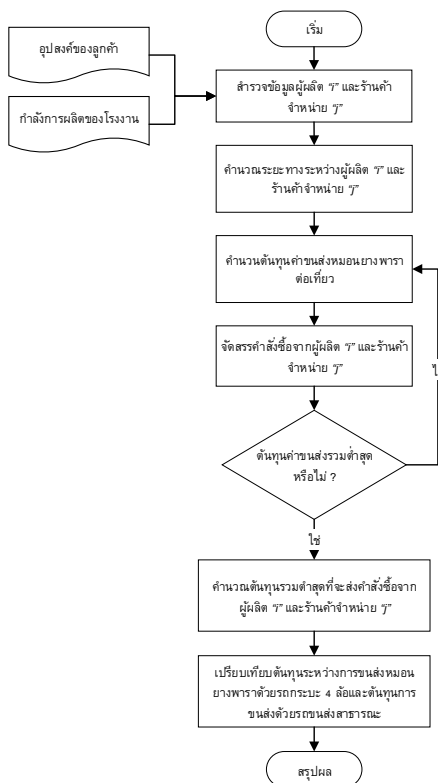
โดยตารางที่ 2 จะแสดงสมมติฐานงานวิจัยของการศึกษาต้นทุนการขนส่งหมอนยางพาราของผู้ผลิตกลุ่มผู้ผลิตวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ เพื่อตอบสนองอุปสงค์ทางการตลาดร้านจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

ตารางที่ 2 ขอบเขตของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ลักษณะของปัญหา	ทางเลือกที่เป็นไปได้
1. จำนวนของยานพาหนะ (Fleet)	จำนวน 1 คันต่อโรงงาน
2. ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ (Vehicle type)	ประเภทเดียวกัน กำหนดขนส่งด้วยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ
3.ความต้องการในการขนส่ง (Transport Demand)	ความต้องการที่แน่นอน (Deterministic)
4. จุดกำเนิดความต้องการ (Demand Location)	ที่ตำแหน่ง (Node หรือ Point)
5. ความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ (Vehicle Capacity)	เท่ากันหมด คือ 200 ใบ/คัน/เที่ยว

6. เวลาในการขนส่งที่ยอมรับได้มากที่สุด (Maximum Route Time)	ไม่กำหนด
7. ข้อจำกัดในด้านเวลาในการขนส่ง (Time Windows)	แบบไม่มีข้อจำกัด (No time windows)
8. ต้นทุนค่าขนส่ง	- ต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนเส้นทาง - ต้นทุนคงที่หรือต้นทุนยานพาหนะ - ต้นทุนขนส่งรวม

3.3 กำหนดแนวทางการสัมภาษณ์ ออกแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์ข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดทำกรอบแนวคิดการศึกษาดังรูปที่ 2 ดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4 สัมภาษณ์เก็บข้อมูลเชิงลึกจากผู้ผลิตหมอนยางพารากลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ ดังตารางที่ 3

โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก จากการลงพื้นที่ที่ศึกษาข้อมูลพบว่า มีโรงงานที่เป็นผู้ผลิตหมอนยางพารากลุ่มวิสาหกิจชุมชน 9 โรงงานและมีโรงงานที่ยินยอมให้ศึกษาข้อมูลจำนวน 7 โรงงานสามารถแบ่งประเภทโรงงานได้ 3 ประเภทตามกำลังการผลิตต่อเดือน

ตารางที่ 3 โรงงานวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตหมอนยางพาราในพื้นที่ภาคใต้

ขนาดโรงงาน	โรงงานที่	กำลังการผลิต (ใบต่อเดือน)
ขนาดใหญ่	1	16,000
	2	10,000
ขนาดกลาง	3	1,680
	4	1,800
	5	3,360
	6	300
ขนาดเล็ก	7	400

3.5 สัมภาษณ์เก็บข้อมูลเชิงลึก สัมภาษณ์ผู้จำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต ดังตารางที่ 4 โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลพิกัดที่อยู่ และเข้าสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามเชิงลึกให้ได้ข้อมูลปริมาณความต้องการหมอนยางพาราเพื่อจำหน่ายของแต่ละร้าน โดยผู้วิจัยได้เลือกศึกษาบ้านจำหน่ายหมอนยางที่ไม่มีโรงงานผลิตเป็นของตนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพธุรกิจในปัจจุบัน

ตารางที่ 4 ร้านจำหน่ายหมอนยางพารา

ร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต	ปริมาณความต้องการหมอนยางพารา (ใบ/เดือน)	จำนวนเที่ยวรถที่ใช้ขนส่งตามปริมาณ (เที่ยว/เดือน)
1	1,000	5
2	500	3
3	2,500	8
4	300	2
5	1,000	5
6	500	3

7	500	3
8	1,000	5
9	400	2

3.6 ออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาการจัดการขนส่งระหว่างผู้ผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ และร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

การกำหนดสมมติฐานของตัวแบบคณิตศาสตร์

3.6.1 การวิจัยนี้มีการพิจารณาค่าสั่งซื้อหมอนยางพารารายเดือน

3.6.2 ข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์หมอนยางพารารายเดือน เกิดจากการนำข้อมูลในอดีตมาคำนวณ

3.6.3 ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลต่อเดือน

3.6.4 หน่วยในการคำนวณสำหรับตัวแบบคณิตศาสตร์กำหนดเป็นหมอนยางพารา (ใบ)

3.6.5 โรงงานหมอนยางพารากรณีศึกษาเป็นโรงงานหมอนยางพาราวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ภาคใต้จำนวน 7 โรงงานที่มีกำลังการผลิตแตกต่างกัน และความสามารถในการผลิตที่แตกต่างกัน กำหนดให้ดำเนินการผลิต 360 วัน/ปี

3.6.6 กำหนดให้ปริมาณการผลิตหมอนยางพาราเป็นการผลิตตามสต็อก (Make to stock)

3.6.7 กรณีที่ความต้องการมากกว่ากำลังการผลิตในวันนั้นๆ ความต้องการจะถูกจัดสรรไปผู้ผลิตสมมติ (dummy) และแจ้งความต้องการส่วนเกินให้แก่ลูกค้ารับทราบ

การสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ใช้หลักการการแก้ปัญหาของ Mixed Integer Programming (MIP) ประกอบด้วยตัวแปร (Variables) ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) และข้อจำกัดของปัญหา (Constraints) ดังต่อไปนี้ ดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min} \left(\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^9 C_{ij} X_{ij} \right)$$

(1)

โดยที่

$$C_{ij} = \left[\frac{C_a - C_b}{C_e \times 365} \right] + \left[C_f \times C_g \right] + \left[\frac{Y_{ij}}{C_p} \times C_d \right] \times N_{ij}$$

(2)

ดัชนี

i คือ ผู้ผลิตหมอนยางพาราที่ โดยที่
($i = 1, 2, 3, \dots, 7$)

j คือ ลูกค้านายทาง โดยที่
($j = 1, 2, 3, \dots, 9$)

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{ij} คือ ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากผู้ผลิต i
ไปยังร้านค้าจำหน่าย j

กำหนดพารามิเตอร์ใช้คำนวณตัวแบบทางคณิตศาสตร์

C_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากโรงงาน i
ไปยังลูกค้า j (บาท)

C_a คือ ค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุกจากราคาขายของรถกระบะบรรทุก 4 ล้อในปัจจุบัน

C_b คือ มูลค่าซากเมื่อขายมือสอง

C_e คือ อายุการใช้งานรถบรรทุก 4 ล้อทั่วไป

C_f คือ เงินเดือนพนักงานขับรถตาม

กระทรวงแรงงาน ปี 2561

C_g คือ จำนวนพนักงานขับรถ

Y_{ij} คือ ระยะทางระหว่างโรงงาน i ไปยัง

ลูกค้า j

C_p คือ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

C_d คือ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ณ วันที่ 20 กันยายน 2561 ราคา 29.59 บาท/ลิตร

N_{ij} คือ จำนวนรอบที่วิ่ง ต่อปริมาณอุปสงค์ของผู้ผลิต i ไปยังโรงงาน j

D_j คือ ปริมาณอุปสงค์ความต้องการ ณ จุดปลายทาง j

s_i คือ กำลังการผลิตของโรงงาน i ข้อจำกัด
ของปัญหา

$$X_{ij} \leq S_i \quad \forall i, j \quad (3)$$

ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากโรงงาน i ไป
ร้านค้าจำหน่าย j ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลัง
การผลิตของโรงงาน j

$$X_{ij} = D_j \quad \forall i, j \quad (4)$$

ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากโรงงาน i ไป
ร้านค้าจำหน่าย j ต้องเท่ากับปริมาณอุปสงค์ความ
ต้องการ ณ จุดปลายทาง j

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (5)$$

ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากโรงงาน i ไป
ร้านค้าจำหน่าย j ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

3.7 คำนวณระยะทางการขนส่งจากผู้ผลิต i
ส่งไปตัวแทนจำหน่าย j โดยใช้เครื่องมือ Google
map ช่วยในการคำนวณระยะทาง โดยได้ระยะทาง
ดังตารางที่ 5

3.8 คำนวณต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุน สำหรับรถ
4 ล้อดีเซล ได้แก่ ค่าพาหนะ ค่าแรงงาน และค่า
เชื้อเพลิงเป็นหลัก เนื่องจากผู้ผลิตหมอนยางพารา
ส่วนใหญ่จะมีการขนส่งด้วยรถกระบะ 4 ล้อ และ
แรงงานของตนเอง โดยพบว่าปริมาณการผลิตของ
โรงงานผู้ผลิตหมอนยางพารา และต้นทุนการขนส่ง
ต่อหมอนยางพารา (ใบ) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ระยะทางระหว่างผู้ผลิตหมอนยางพาราภาคใต้ไปยังร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

(หน่วย : กิโลเมตร)

Y_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	278	282	287	286	285	286	294	293	278
2	340	344	349	348	347	348	357	355	340
3	384	387	392	391	390	391	400	398	384
4	218	221	226	225	224	225	234	232	218
5	340	344	349	348	347	348	357	355	340
6	457	461	466	465	464	465	474	472	457

ตารางที่ 6 ต้นทุนค่าขนส่งตามระยะทางโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ผู้ผลิตหมอนยางพาราภาคใต้ไปยังร้านค้าจำหน่ายหมอน
ยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

(หน่วย : บาทต่อคัน)

C_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,851.72	3,892.76	4,944.04	4,933.78	2,923.52	4,933.78	5,015.86	5,005.60	2,851.72
2	5,487.72	5,528.76	5,580.04	5,569.78	5,559.52	5,569.78	5,651.84	5,631.34	5,487.72
3	5,939.08	5,969.84	6,021.14	6,010.88	6,000.62	6,010.88	6,103.20	6,082.68	5,939.08
4	4,236.24	4,267.02	4,318.28	4,308.04	4,297.80	4,308.04	4,400.38	4,379.86	4,236.24
5	5,487.72	5,528.76	5,580.04	5,569.78	5,559.52	5,569.78	5,651.84	5,631.34	5,487.72
6	6,687.88	6,728.94	6,780.22	6,769.96	6,759.72	6,769.96	6,852.04	6,841.76	6,687.88

4. ผลการวิจัย

ผลการจำลองสถานการณ์การวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งผู้ผลิตหมอนยางพาราจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ ไปยังลูกค้าตัวแทนจำหน่ายในจังหวัดภูเก็ต ดังตารางที่ 8 พบว่า โปรแกรมได้คัดเลือกให้ผู้ผลิตที่มีระยะทางต่ำสุดซึ่งแปรผันตรงกับต้นทุนได้ส่งสินค้าให้ลูกค้าก่อน โดยโรงงานที่ 4 ซึ่งเป็นโรงงานที่มีต้นทุนต่ำสุดได้ส่งสินค้าให้ลูกค้า ที่ 3 จำนวน 800 ใบ ลูกค้าที่ 6 จำนวน 500 ใบ และลูกค้าที่ 7 จำนวน 500 ใบ โดยส่งเพิ่มกำลังการผลิตต่อเดือน และโปรแกรมได้คัดเลือกผู้ผลิตที่ 1 ในการส่งสินค้าให้ลูกค้า ร้านจำหน่ายที่ 1 จำนวน 1,000 ใบ ร้านจำหน่ายที่ 2 จำนวน 500 ใบ ร้านจำหน่ายที่ 3 จำนวน 700 ใบ ร้านจำหน่ายที่ 4 จำนวน 300 ใบ ร้านจำหน่ายที่ 5

จำนวน 1,000 ใบ ร้านจำหน่ายที่ 8 จำนวน 1,000 ใบ และร้านจำหน่ายที่ 9 จำนวน 400 ใบ จากข้อมูลการวางแผนการขนส่งที่นำมาจำลองสถานการณ์ ปริมาณความต้องการรวมน้อยกว่ากำลังการผลิต จึงทำให้ไม่เกิดกำลังการผลิตรวม ในกรณีที่ปริมาณความต้องการหมอนยางพารารวมมากกว่ากำลังการผลิตรวมทุกโรงงานผู้วิจัยได้สร้างตัวแปร ผู้ผลิตปลอม (Dummy) เพื่อให้โปรแกรมได้จัดสรรปริมาณความต้องการส่วนเกินไปยังผู้ผลิตปลอม (Dummy) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีปริมาณต้นทุน และระยะทางที่สูง เพื่อให้รู้ว่าปริมาณความต้องการส่วนเกินที่ผู้ผลิตหมอนยางพาราจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ไม่สามารถขนส่งให้ได้มีจำนวนกี่ใบ การจัดทำเช่นนี้เพื่อสะดวกต่อการตัดสินใจของร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต

ตารางที่ 7 ผลจากการจำลองสถานการณ์ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากโรงงาน i ไปลูกค้า j (หน่วย : ใบ)

X_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	กำลังการ
1	1000	500	700	300	1000			1000	400	4,900.00
2										
3										
4			800			500	500			1,800.00
5										
6										
อุปสงค์	1000	500	1500	300	1000	500	500	1000	400	4,900.00

จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบอัตราการขนส่ง กับสถานการณ์ปัจจุบันที่ร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ตส่วนใหญ่ใช้บริการขนส่งผ่านไปรษณีย์ทั้งไปรษณีย์ลงทะเบียนและไปรษณีย์แบบด่วนพิเศษจากผู้ผลิต เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นว่า ระหว่างการขนส่งด้วยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ กับการขนส่งผ่านไปรษณีย์ด่วนพิเศษและไปรษณีย์ลงทะเบียนว่าลักษณะการขนส่งแบบใดที่จะส่งผลให้มีต้นทุนต่ำที่สุด

จากตารางที่ 8 และ 9 เป็นการเปรียบเทียบหากผู้ผลิตมีการขนส่งหมอนยางพาราจำนวนเดียวกันที่เป็นผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ขนส่งจากผู้ผลิต i ไปยังร้านค้าจำหน่าย j ด้วยการขนส่งไปรษณีย์ด่วนพิเศษ และไปรษณีย์ลงทะเบียน จากการคำนวณต้นทุนพบว่าต้นทุนรวมของการขนส่งด้วยไปรษณีย์ด่วนพิเศษเท่ากับ 817,400 บาทและต้นทุนจากการขนส่งด้วยไปรษณีย์ลงทะเบียนเท่ากับ 335,000 บาท ดังรูปภาพที่ 3

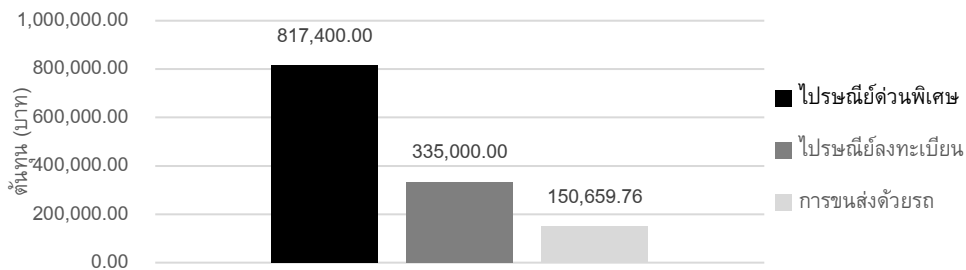
ตารางที่ 8 ต้นทุนการขนส่งด้วยโปรชนีย์ตัวพิเศษ (หน่วย : บาทต่อหมอนหนึ่งใบ)

X_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	122,000	61,000	85,400	36,600	122,000	0	0	122,000	48,800
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	97,600	0	0	61,000	61,000	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 9 ต้นทุนการขนส่งด้วยโปรชนีย์ลงทะเบียน (หน่วย : บาท)

X_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50,000	25,000	35,000	15,000	50,000	0	0	50,000	20,000
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	40,000	0	0	25,000	25,000	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ต้นทุนการขนส่งจากผู้ผลิตหมอนยางพารา ไปยังร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพารา



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งของผู้ผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่งไปยังร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราในจังหวัดภูเก็ต (หน่วย : บาท)

5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาต้นทุนการขนส่งสินค้าหมอนยางพารา กรณีศึกษาผู้ผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตหมอนยางพาราภาคใต้จำนวน 9 โรงงานด้วยการขนส่งด้วยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะต้นทุนการขนส่งที่เหมาะสมกับผู้ผลิตและ

ร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพาราให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นำมาซึ่งการลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการขนส่งเนื่องจากบางกรณีศึกษาลูกค้ามีความต้องการพิเศษหรือผลลัพธ์เส้นทางที่กำหนดจากโปรแกรมสำเร็จรูปมีปัญหา เช่น ปัญหาจากการจราจรที่หนาแน่น หรือ เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ต้นทุนการขนส่งต่อเดือนต่ำสุด โดยโปรแกรม สามารถช่วยคัดเลือกผู้ผลิตที่ระยะทางการขนส่ง และ ต้นทุนต่ำที่สุด ที่จะส่งสินค้าให้ร้านค้าจำหน่ายหมอน ยางพาราในจังหวัดภูเก็ต โดยผลลัพธ์จากการจำลอง สถานการณ์ต้นทุนการขนส่งรายเดือนพบว่าต้นทุนการ ขนส่งหมอนยางพาราด้วยระยะกระบะบรรทุก 4 ล้อเท่ากับ 150,659.76 บาทซึ่งต่ำกว่าต้นทุนการขนส่งด้วย ไปรษณีย์ด่วนพิเศษ ที่มีต้นทุน 817,400 บาท (81.57%) และต้นทุนจากการขนส่งด้วยไปรษณีย์ ลงทะเบียนเท่ากับ 335,000 บาท (22.55%) ทั้งนี้เป็น การช่วยให้ร้านค้าจำหน่ายหมอนยางพารามองเห็น โอกาสในการส่งสินค้าจากกลุ่มเกษตรกรผลิตหมอน ยางพาราในภาคใต้ และการสร้างมูลค่าเพิ่มจาก ยางพาราในพื้นที่เพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้มี รายได้จากการขายสินค้าได้มากขึ้น และร้านค้าจำหน่าย สามารถมั่นใจได้ว่าหมอนยางพาราที่นำมาขายเป็น หมอนยางพาราแท้ซึ่งมีแหล่งที่มาจากเกษตรกรใน ภาคใต้รวมกลุ่มกันสร้างมูลค่าเพิ่มให้หมอนยางพารา อย่างไรก็ดีตามสามารถสร้างโอกาสในการหาตลาดของ ผู้ผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนภาคใต้ในการขายสินค้าได้ มากขึ้น ซึ่งสามารถแข่งขันกับเอกชนในตลาดและสร้าง ความได้เปรียบทางการแข่งขัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สถาบันการศึกษา โดยผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ ดังนี้ งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนจากทุนผลการเรียนดีเด่นเข้า ศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2559 ได้รับ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ทุนวิจัยต่อยอดเพื่อสร้างนวัตกรรม ยาง พารา ประจำปี บ ปร ะ มา ณ 2 5 6 0 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนบัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2560 ได้รับ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลา นครินทร์

ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปี การศึกษา 2561 ได้รับจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ยางปาล์ม. หมอนยางพาราไทย เนื้อหอมในจีน ตลาดใหญ่มูลค่า 50,000 ล้านบาท/ปี[ออนไลน์]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2560]. เข้าถึงได้ จาก:<https://www.yangpalm.com/2017/05/50000.html>
- [2] ประยงค์ ฌมา มาศ. การปรับปรุงเพิ่ม ประสิทธิภาพการขนส่งกระจายสินค้า กรณีศึกษา บริษัท ซี-โปร โลจิสติกส์ แอนด์ ดิสทริบิวชั่น จำกัด[อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึง เมื่อ 11 ธันวาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: <http://eprints.utcc.ac.th/2682/3/2682fulltext.pdf>.
- [3] Songthuan T. Location Analysis for Dried-Shrimp Distribution Centers: A Case Study Dried – Shrimp Industries in Nakhon Si Thammarat. *WMS Journal of Management*. 2015;4:24-33.
- [4] พงษ์ชัย อธิคมรัตน์กุล และ ปฎิภา รัตนชุม. การ วิเคราะห์ต้นทุนรายกิจกรรมสำหรับงานขนส่ง สินค้าทางถนน กรณีศึกษา : บริษัทขนส่ง ปูนซีเมนต์. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 2560; 117-136.
- [5] วรลักษณ์ คุณทะสิงห์ และศิริโรจน์ ปรีชาโว. การ วิเคราะห์ต้นทุนด้านการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา: กิจการค่าน้ำดื่ม เค แอนด์ เค. เอกสารสืบ เนื่องจากการประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ครั้งที่ 9. 2555.
- [6] ชีรวัดณ์ นาคะบุตร. ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling). คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏนครปฐม; 2546.
- [7] กาญจนา ลิ้มวัฒนากุล. การจัดเส้นทางเดินรถ ขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต].

กรุงเทพฯ;มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร;
2558.

- [8] Z. Li, Q. Xu and N. Li. Mathematical Model and Solving Method Based on Software for the Shortest Time Limited Transportation Problem. The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA'10). 2010;414-421.
- [9] ไทยแลนด์มูฟอิงโกดส์. พิกัดนำหนักรถบรรทุกใหม่ เริ่ม 1 ม.ค. 2557. 08 June 2014. [อินเทอร์เน็ต]. 2557[เข้าถึงเมื่อ 11 ธันวาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก: <https://joo.gl/fSwEC>
- [10] ไปรษณีย์ไทย. อัตราค่าบริการไปรษณีย์[อินเทอร์เน็ต]. 2562[เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2562]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thailandpost.co.th/un/rate_result