ต้นทุนการขนส่งรวมต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ

อำพล นววงศ์เสถียร[1]* สุรัตน์ จันทองปาน[2] ฏาฏะณี วุฒิภดาดร[3]
สิทธิชัย ฝรั่งทอง[2] ธิปัตย์ โสตถิวรรณ์[2] และ ชัญญญาณ์ ป้อมสา[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ โดยการรวบรวมข้อมูลทั้งจากข้อมูลในสถานการณ์จริง (Reveal Preference-RP) และข้อมูลจากสถานการณ์สมมติ (State Preference-SP) โดยการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้จัดการโลจิสติกส์สถานการณ์ทางเลือกรูปแบบการขนส่งทั้งสามรูปแบบ (ทางรถบรรทุก ทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ และทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ) จากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบจำลองส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความรวดเร็วของการขนส่งและความตรงต่อเวลาในการขนส่ง มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีโอกาสจะเลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก และรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับเรือขนส่ง โดยความตรงต่อเวลาในการขนส่งมีอิทธิพลสูงสุด สำหรับการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการ เก็บรักษาสินค้า มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่น โดยต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าจะมีอิทธิพลมากที่สุด

คำสำคัญ: ต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ
รูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
[2] อาจารย์ คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
[3] นักวิชาการภาษี ชำนาญการพิเศษ กรมสรรพากร
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08-6326-6617 อีเมล: n_ampol@yahoo.com

รับเมื่อ 30 เมษายน 2556 ตอบรับเมื่อ 20 สิงหาคม 2556

Total Intermodal Transportation Cost Affecting Transportation Mode Choice of Auto Parts Industries in Samutprakarn Province

Ampol Navavongsathian[1]* Surat Janthongpan[2] Dadanee Vuthipadadorn[3]
Sithichai Farangthong[2] Thipat Sothiwan[2] and Chanya Pomsa[2]

Abstract

The objective of this study is to analyze total intermodal transportation cost affecting transportation mode choices of auto parts industries in Samutprakarn Province. The data collection was conducted by interviewing logistics managers in Reveal Preference (RP) and State Preference (SP) about their choices of modal transportation from Samutprakarn Province, Thailand to Hanoi, Vietnam on 3 alternative modes (truck, truck-ship, and truck-air). The results showed 4 main variables, i.e. transportation cost variable, inventory cost, speed of transportation, and punctuality of transportation at 0.05 statistical significance. This can be explained through the developed model that the transportation speed and the punctuality affect the decision of the logistics managers making higher chances to choose truck and truck-ship based on the punctuality. The increase of transportation cost and inventory cost might affect the decision of the logistics managers in auto parts industries not to choose the traditional transportation but other modes of transportation with the most considered factor on the inventory cost.

Keywords: Total Intermodal Transportation Cost, Transportation Intermodal Mode

1 Assistant Professor, Faculty of Business Administration, Southeast Bangkok College.

2 Lecturer Faculty of Business Administration, Southeast Bangkok College.

3 Senior Professional Level, The Revenue Department.

* Corresponding Author, Tel.08-6326-6617, E-mail: n_ampol@yahoo.com

Received 30 April 2013; Accepted 20 August 2013

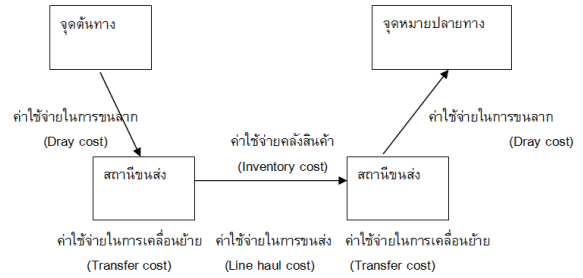
1. บทนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์จัดเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลให้การสนับสนุน เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทในการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งไทยเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก และมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในส่วนที่ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก และก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องต่างๆ ทั้งยังเป็นอุตสาหกรรม ที่สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนนับแสนล้านบาท ผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยต้องเผชิญกับภาวการณ์แข่งขันที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศคู่แข่งที่มีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเข้ามาชิงส่วนแบ่งตลาด ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทยต้องมีการปรับตัวโดยเน้นการเสริมสร้างศักยภาพ การออกแบบและพัฒนา พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพการผลิต ตลอดจนลดการสูญเสีย จากการผลิตด้วยการยกระดับเทคโนโลยีการผลิตและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันด้านต้นทุน ต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์ของประเทศไทย มีมูลค่ารวมประมาณ 1.7 ล้านล้านบาท หรือคิดเป็นสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 18.6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาประจำปี (GDP at Current Prices) [1] ปัญหาที่ธุรกิจต้องเผชิญเป็นปัญหาลำดับต้นๆ คือการขนส่งสินค้าหรือปัจจัยการผลิตไปยังลูกค้าปลายทางที่เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล กล่าวคือ มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ รวดเร็ว ทันกับความต้องการของลูกค้า การขนส่งที่เชื่อถือได้ ตรงต่อเวลา และเกิดความปลอดภัยกับสินค้า ไม่ทำให้เกิดความเสียหายหรือสูญหาย เพื่อให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้และสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันกับคู่แข่งขันในระดับโลก นอกจากนี้เมื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ได้ทำการพิจารณาตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งอย่างใดอย่างหนึ่งในการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์แล้ว ไม่ว่าจะเลือกทางถนน ทางรถไฟ ทางเรือ ทางอากาศ การตัดสินใจนี้อาจไม่ใช่กลยุทธ์ที่ดีที่สุดสำหรับการลดต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ จากการศึกษาพบว่ากลยุทธ์สำคัญอีกกลยุทธ์หนึ่งคือการเชื่อมโยงรูปแบบการขนส่งมากกว่าหนึ่งรูปแบบขึ้นไปเพื่อใช้ในการลดต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ อาทิ การเลือกการเชื่อมโยงระหว่าง รถบรรทุก-รถไฟ รถบรรทุก-เรือ รถบรรทุก-เครื่องบิน เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาเรื่องความยืดหยุ่นของปัจจัยในสาขาการขนส่งและโลจิสติกส์ ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาต่อไปว่า การเชื่อมโยงการขนส่งแบบใดดังที่กล่าวแล้วข้างต้นจะทำให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ที่ต่ำที่สุด รวมทั้งการศึกษาความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งเพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์สำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์อีกด้วย

2. แนวคิด ทฤษฎีและแบบจำลอง

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Intermodal Transportation Model) เป็นรูปแบบการขนส่งอีกแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในสองทศวรรษที่ผ่านมา การขนส่งเชื่อมโยงหลายรูปแบบ หมายถึง การขนส่งสินค้าที่ใช้รูปแบบการขนส่งตั้งแต่สองหรือมากกว่าสองรูปแบบขึ้นไป เพื่อสร้างทางเลือกและความได้เปรียบในการแข่งขันให้ผู้ประกอบการ เหตุผลสำคัญคือการที่ผู้ส่งสินค้าพยายามค้นหาความได้เปรียบจากการรวมรูปแบบการขนส่งเข้าด้วยกัน โดยเน้นไปที่การประหยัดต้นทุนการขนส่ง หลักการสำคัญของการขนส่งแบบเชื่อมโยงหลายรูปแบบคือ การเชื่อมโยงการขนส่งหลายรูปแบบเข้ากับการสร้างข้อได้เปรียบด้านต้นทุนและระดับของการบริการที่ตอบสนองความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าได้ [3]

รูปแบบของการขนส่งโดยการเชื่อมโยงหลายรูปแบบเกิดขึ้นจากการขนส่งโดยการใช้รถบรรทุก เพื่อขนส่งสินค้าจากจุดต้นทาง (โรงงาน) ไปสู่สถานีขนส่งเส้นทางหลัก (ทางเรือ ทางอากาศ ทางรถไฟ เป็นต้น) เมื่อได้ขนส่งสินค้าถึงสถานีปลายทางแล้ว จะใช้รถบรรทุกขนส่งไปยังจุดหมายปลายทางส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป รูปแบบการขนส่งเชื่อมโยงดังกล่าว เช่น รถบรรทุก-เรือเทกอง รถบรรทุก-เรือขนส่งสินค้า รถบรรทุก-ทางอากาศ รถบรรทุก-รถไฟ เป็นต้น



รูปที่ 1 องค์ประกอบของต้นทุนการขนส่งแบบเชื่อมโยงหลายรูปแบบ

ต้นทุนการขนส่งรวมเชื่อมโยงหลายรูปแบบ (Total Intermodal Transportation Cost) เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สุดในปัญหาการเลือกรูปแบบการขนส่ง ต้นทุนการขนส่งเชื่อมโยงหลายรูปแบบรวมประกอบด้วย 1) ค่าใช้จ่ายในการขนลาก (Dray Cost) 2) ค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้า (Transfer Cost) 3) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า (Line Haul Cost) และ 4) ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง (Inventory Cost) (รูปที่ 1)

ค่าใช้จ่ายการขนลาก (Dray Cost) คือค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดต้นทางไปยังสถานีขนส่งต้นทาง และจากสถานีขนส่งปลายทางไปยังจุดหมายปลายทางเพื่อส่งมอบให้ลูกค้า

ค่าใช้จ่ายการเคลื่อนย้าย (Transfer Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายของการเคลื่อนย้ายภายในสถานีขนส่งเดียวกัน ซึ่งได้แก่ สถานีขนส่งต้นทาง และปลายทาง

ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (Line Haul Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าในเส้นทางการขนส่งหลัก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างสถานีขนส่งต้นทางหนึ่ง กับสถานีขนส่งปลายทาง เช่น ค่าขนส่งทางเรือ ทางอากาศ ทางรถไฟ เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายคลังสินค้า (Inventory Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าระหว่างกระบวนการขนส่ง ซึ่งเกิดจากความล่าช้า หรือการรอการบรรทุกขนส่งในระหว่างกระบวนการขนส่ง

Sheffi et al. [4] ได้ทำการศึกษาแบบจำลองเรื่องการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยพิจารณาจากต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์รวม ปกติการเลือกรูปแบบการขนส่งในเส้นทางขนส่งหลักของผู้ใช้บริการการขนส่งสินค้ามักพิจารณาจากอัตราค่าขนส่งที่ผู้ให้บริการขนส่งเรียกเก็บจากผู้ใช้บริการและระดับของการบริการ

การศึกษาจำนวนมากต้องการค้นหาระดับบริการของผู้ให้บริการขนส่งที่มีต่อผู้ใช้บริการ เพื่อให้ทราบความพึงพอใจสูงสุดของผู้ใช้บริการการขนส่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิจารณาต้นทุนการขนส่งของผู้ใช้บริการ เช่น ความสามารถในการแลกเปลี่ยน ข้อมูลกันทางอิเล็กทรอนิกส์ การเรียกเก็บค่าบริการความสูญหายหรือเสียหายจากการขนส่งสินค้า การเรียกร้องค่าเสียหาย เป็นต้น หรือบริการอื่นๆ ที่มีผลต่อต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าของผู้ใช้บริการขนส่ง รวมถึงเวลาในการขนส่ง ความเชื่อถือได้ ความสามารถของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้และตลอดความรับผิดชอบ แต่องค์ประกอบที่กล่าวมาทั้งหมดก็คือ ต้นทุนของผู้ใช้บริการขนส่งนั้นเอง

การพัฒนาแบบจำลองของ Sheffi et al. [4] เริ่มจากการพัฒนากรอบแนวคิดโดยคำนวณหาต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์รวมจากกรณีตัวอย่างที่ศึกษาจากจุดต้นทางไปยังจุดหมายปลายทางโดยใช้ทางเลือกการขนส่ง ซึ่งรวมทั้งรูปแบบการขนส่งแบบเดี่ยว ยิ่งไปกว่านั้นแบบจำลองได้กำหนดสมมติฐานว่าค่าขนส่งที่เรียกเก็บไม่ได้แปรผันตามขนาดการขนส่ง (Shipment Size) อีกด้านหนึ่งนี้การขนส่งหมายถึง อัตราค่าขนส่งที่ใช้พาหนะในการขนส่ง (เช่น รถบรรทุก รถขนส่ง เป็นต้น) ข้อสังเกตแบบจำลองนี้ไม่ได้มีสมมติฐานว่าต้นทุนการขนส่งผันแปรไปตามจำนวนต่อหน่วยของสินค้า (Unit to Freight) แต่ใช้ต้นทุนการขนส่งต่อเที่ยวขนส่ง (Per Shipment) ซึ่งแท้ที่จริงแบบจำลองอธิบายว่า ต้นทุนต่อหน่วยลดลงตามขนาดของการขนส่ง

ดังนั้น การคำนวณต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์รวมจึงใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้มากำหนดค่าในสูตรดังนี้ ค่าทุนการขนส่งต่อเที่ยว (a /เที่ยว) โดยมีสมมติฐานว่าต้นทุนต่อเที่ยวคงที่ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยกำหนดให้

เวลาในการขนส่ง (t) กำหนดให้หน่วยของเวลาเป็น วัน สัปดาห์ เป็นต้น เวลาในการขนส่งอาจสะท้อนค่าเฉลี่ย หรือเวลาที่เป็นค่าร้อยละที่มีค่าแน่นอนในการขนส่งสินค้า และอยู่ภายใต้สมมติฐานว่าเวลาในการขนส่งไม่มีการผันแปร

อัตราอุปสงค์ (s) หน่วยเป็นหน่วยของสินค้า / หน่วยเวลา หน่วยของสินค้าอาจเป็นปอนด์ cwt, Cubic Feet, Cases, Pallets, แกลลอน หรือกำหนดให้เป็น หน่วยสินค้า (Items) อัตราอุปสงค์คือการหมุนเวียนของหน่วยสินค้าจากจุดต้นทางไปจุดหมายปลายทางตามหน่วยเวลาที่เลือกใช้

ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ($ / หน่วย / หน่วยเวลา) กำหนดต้นทุนเหล่านี้เป็นสินค้าตามมูลค่าของแต่หน่วยสินค้า (V $ / หน่วยสินค้า) และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง คือ I% / ปี ดังนั้นต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าของแต่ละหน่วยสินค้าคือ VI $ / หน่วยเวลา

สมรรถนะของพาหนะขนส่ง (เช่น เทลเลอร์ ตู้รถไฟ คอนเทนเนอร์ เป็นต้น) หน่วยเป็นหน่วยสินค้า (u)

การกำหนดต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์รวมควรกำหนดเป็นขนาดการขนส่ง (Shipment Size) ซึ่งควรกำหนดบนพื้นฐานการเทียบกันระหว่างต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังและเพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสินค้าคงคลังและขนาดการขนส่ง นั่นคือเมื่อสินค้าส่งมาถึงที่จุดหมายปลายทางและยังไม่ได้ถูกใช้ (ขายหรือใช้ผลิต) อย่างแน่นอนแล้ว แต่มากกว่าที่อัตราอุปสงค์ จากเวลาแต่ละหน่วยสินค้า (Items) ที่ส่งมาถึงจนกระทั่งถูกใช้ สินค้าเหล่านี้จะมาอยู่ในคลังสินค้าและสะสมเป็นต้นทุนสินค้าคงคลัง ต้นทุนเหล่านี้รวมถึงต้นค่าเสียโอกาสในกรณีที่สินค้าขาดมือด้วย ค่าบริหารจัดการ ค่าธรรมเนียมการดูแลรักษา ค่าพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บรักษา และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนสินค้า ที่อาจเสียหายบกพร่อง

การเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนค่าขนส่งกับต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าถูกกำหนดขึ้นจากการขนส่ง ถ้าขนาดการขนส่งขนาดใหญ่ต้นทุนการเก็บรักษาที่คลังสินค้าจะสูง แต่ต้นทุนการขนส่งจะต่ำ ขณะเดียวกันถ้าขนาดขนส่งเล็ก (และถี่) ต้นทุนสินค้าคงคลังจะต่ำ แต่ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะสูง ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างต้นทุนโลจิสติกส์รวมและขนาดการขนส่งสินค้าถูกคำนวณโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ x แทนขนาดการขนส่งสินค้า ดังนั้น

ต้นทุนการขนส่งสินค้าต่อหน่วยสินค้า = a/x ($/หน่วยสินค้า) (โดยที่ a คือต้นทุน / เที่ยว และ x คือขนาดการขนส่งสินค้า)

เวลาเฉลี่ยระหว่างสินค้าเข้าของการส่งสินค้าคือ x/s (หน่วยของเวลา)

(จำนวนค่าเฉลี่ยของเที่ยวขนส่งสินค้า/ หน่วยเวลาคือ s/x และดังนั้นจึงกลับเศษเป็นส่วนคือ x/s) ดังนั้น เวลาค่าเฉลี่ยจึงเป็นหน่วยสินค้าที่ใช้ในคลังสินค้าที่เก็บรักษาสินค้าเท่ากับ x/2s (หน่วยเวลา)

ต้นทุนการเก็บรักษาสำหรับแต่ละหน่วยสินค้าคือ VIx/2s ($ / หน่วยสินค้า)

แต่ละหน่วยสินค้าใช้ t (หน่วยของเวลา ในการขนส่ง) ดังนั้นต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังขาเข้าจึงเป็น VIt

ต้นทุนโลจิสติกส์รวม/หน่วยสินค้า c(x) จึงเป็นดังนี้

$$c(x) = a/x + VIx/2s + VIt \ (\$/\text{หน่วย}) \qquad (1)$$

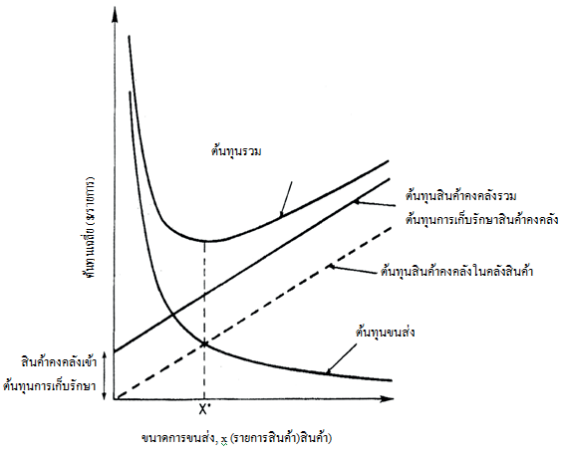
ต้นทุนโลจิสติกส์รวม = ต้นทุนการขนส่ง + ต้นทุนสินค้าคงคลังในคลังสินค้า + ต้นทุนสินค้าคงคลังขาเข้า จากรูปที่ 2

$$X^* = \sqrt{2as/VI)} \qquad (2)$$

สมการ EOQ นี้เป็นสมการที่รู้จักกันเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการผลิตสินค้ากับต้นทุนสินค้าคงคลังซึ่งเป็นปริมาณการสั่งซื้อสินค้าคงคลังที่ประหยัดที่สุดและทำให้เกิดสินค้าคงคลังต่ำที่สุด [4]

เมื่อกำหนดให้ขนาดการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม ต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำที่สุด (c*) จึงเป็นดังนี้

$$C^* = \sqrt{2VIa/S} + VIt \quad (\$) \qquad (3)$$



รูปที่ 2 ต้นทุนโลจิสติกส์รวม [4]

ในทางปฏิบัติจุดต้นทางจะส่งสินค้าไปยังจุดหมายปลายทางหลายแห่ง ดังนั้นการขนส่งสินค้าขาออกจึงมักจะมีความถี่มากกว่า ความถี่ในการรับสินค้าขาเข้าที่จุดหมายปลายทางและผลลัพธ์ก็คือคลังสินค้าต้นทางจึงเป็นลักษณะคอขวด ดังนั้นเมื่อวัตถุประสงค์ในการเลือกรูปแบบการขนส่ง คลังสินค้าต้นทางจึงเป็นลักษณะคอขวดดังที่กล่าวมาแล้ว ความเหมาะสมของขนาดการขนส่งสินค้าอาจไม่แน่นอนกับเมื่อต้องใช้พาหนะในการขนส่ง ถ้ากำหนดให้ความจุของพาหนะในการขนส่งเป็น u ขนาดการขนส่งที่เหมาะสมคือ

$$x \leq u \qquad (4)$$

นอกเหนือจากนั้นบางบริษัทได้กำหนด เวลาระหว่างการจัดส่งสินค้าให้น้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาการขนส่ง (T) ดังนั้นจำนวนของความต้องการสินค้าในเวลา T คือ sT ซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดการขนส่ง ดังนั้น

$$x \leq s \qquad (5)$$

เมื่อรวมสมการ (2), (4) และ (5) ขนาดการส่งสินค้าที่เหมาะสมควรจะเป็นดังนี้

$$X^* = \min (u, sT, \sqrt{2as/VI})$$

ความเชื่อถือได้ของเวลาในการขนส่ง โดยปกติเวลาในการขนส่งมักไม่แน่นอนหรือคงที่เสมอๆ ความผันแปรของ t ในสมการที่ (1) ซึ่งสามารถแสดงจากค่าเฉลี่ยของเวลาขนส่ง ผู้ใช้บริการการขนส่งมักระมัดระวัง เพื่อปกป้องความเสียหายของบริษัทจากการขนส่งที่ล่าช้ากว่าค่าเวลาเฉลี่ยในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง เพื่อให้จำนวนสินค้าคงคลัง (Safety Stock) เพียงพอต่อการผลิต เวลาที่เผื่อไว้สำหรับการขนส่งมักถูกเรียกว่าเวลาที่ป้องกันความล่าช้าในการขนส่งสินค้า

ดังนั้นค่า t จึงเป็น VIt ($/หน่วยสินค้า) เพื่อป้องกันต้นทุนการเก็บรักษาจาก Safety Stock

ในหลายๆ กรณี ผู้ใช้บริการการขนส่งจะเจาะจงให้ผู้ให้บริการขนส่งเผื่อเวลาในการขนส่งไม่ให้เกิดปัญหาความไม่ตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้าโดยวิธีการเพิ่มเวลา ซึ่งคิดออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ผู้ใช้บริการคาดหวังว่าคำสั่งซื้อจะได้รับในเวลาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันสินค้าขาดมือ ความต้องการนี้ถูกคำนวณเป็นค่าทางสถิติที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ของเวลาในการขนส่งซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ของการขนส่งสินค้ามายังปลายทาง (อาจกล่าวว่า 95% หรือ 99%) ความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ไทล์เวลาและค่าเฉลี่ยของเวลาการขนส่งสินค้าคือ ค่าที่แน่นอนของ t (Exactly t) เพื่อปกป้องระยะเวลาการขนส่งสินค้าให้ตรงเวลา

แบบจำลองพฤติกรรมการเลือก (Discrete Choice Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกของบุคคลเมื่อต้องเผชิญกับทางเลือกหลายๆ ทาง ในรอบทศวรรษที่ผ่านมาแบบจำลองดังกล่าวได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันอย่างกว้างขวางในหลายๆ แขนง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาวิเคราะห์ในทางเลือกรูปแบบการขนส่ง เช่น ทางเลือกการขนส่งโดยรถบรรทุก ทางเรือ ทางอากาศ ทางรางหรือทางเลือกการประสมประสานระหว่างรูปแบบ (Mode) มากกว่าหนึ่งหรือสองรูปแบบ เช่น ทางรถบรรทุก-เรือ รถบรรทุก-

อากาศ รถบรรทุก-ทางราง เป็นต้น

การพัฒนาแบบจำลองการเลือกในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งที่เป็นไปได้มีหลายรูปแบบ ผู้ตัดสินใจจะประเมินอรรถประโยชน์รวมที่คิดว่าได้รับสูงที่สุด บ่อยครั้งที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกรูปแบบการขนส่งที่ทำการตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นขณะนั้น เรียกว่า "การตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริง" (Revealed-Preference-RP Data) กับการตัดสินใจเลือกในกรณีที่ถ้าเลือกได้ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกใด เรียกว่า "การตัดสินใจในสถานการณ์สมมติ" (Stated-Preference-SPdata) ในการวิจัยที่มีสถานการณ์ทดลอง ผู้วิจัยจะสร้างสมมติฐานในสถานการณ์ทางเลือกขึ้นแต่ละสถานการณ์จะมีทางเลือกสองทางหรือมากกว่าระหว่างที่ผู้ทำการตัดสินใจจะถูกถามจากทางเลือกต่างๆ นั้น ส่วนในสถานการณ์การทดลองแบบสมมติ (SP Experiments) เป็นสถานการณ์ที่ผู้ตัดสินใจจะทำการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยทำการสมมติขึ้น ซึ่งในสถานการณ์สมมติผู้ตัดสินใจอาจเลือกตัดสินใจแตกต่างจากสถานการณ์จริงก็เป็นไปได้ งานวิจัยที่กล่าวมา เช่น Ben-Akiva et al. [6], Hensher [7] รวมถึงการใช้ Logit ของ Bhat and Guo [8] การใช้ Mixed Logit ของ Brownstone et al [9]

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งรวมเชื่อมโยงหลายรูปแบบและความยืดหยุ่นของต้นทุนการขนส่งรวมเชื่อมโยงหลายรูปแบบ ที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ผู้วิจัยจะใช้แบบจำลองทางเลือกการขนส่งของ Ben-Akiva และ Lerman [10] ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายและถูกใช้เป็นเอกสารอ้างอิง ในการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการเลือกพาหนะในการขนส่ง ซึ่งเป็นแบบจำลองโลจิตแบบหลายทางเลือก (Multinomial Logit) ซึ่งใช้ในกรณีผู้เลือกจะต้องเลือกทางเลือกมากกว่าหนึ่งทางเลือกขึ้นไป

แบบจำลอง Logit เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์ถึงสัดส่วนการเลือกพาหนะในการขนส่ง โดยใช้หลักการว่าผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่ทำให้เกิดความพอใจสูงสุด ท่ามกลางทางเลือกอื่นๆ ที่มีให้เลือก และสมมติว่าความพอใจสามารถวัดได้ด้วยอรรถประโยชน์หรือ Utility ในรูปแบบของฟังก์ชันความพอใจ (Utility Function: U) ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอิสระที่สามารถวัดค่าในเชิงปริมาณได้ (Systematic Utility: V) และบางส่วนของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้ รวมทั้งความไม่แน่นอนที่ซึ่งรวมเรียกว่า Random Utility (ε) ค่า V และ ε ของแต่ละทางเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่า ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกใด เมื่อมีทางเลือกให้เลือกหลายทางเลือก โดยปกติฟังก์ชัน Utility จะถูกสมมติให้เป็นเส้นตรง ดังแสดงในสมการที่ (6) เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างแบบจำลองรวมทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาก็ยืนยันว่า แบบจำลองที่มีสมการ Utility เป็นเส้นตรงสามารถพยากรณ์รูปแบบการขนส่งได้ในระดับที่น่าพอใจ

$$u_i = v_i + \varepsilon_i \qquad (6)$$

โดยที่

u_i คือความน่าพอใจของทางเลือก i

v_i คือส่วนประกอบของตัวแปรอิสระที่วัดค่าได้ของทางลือก i (Systematic Utility)

ε_i คือส่วนของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้ และความไม่แน่นอนของทางเลือก i (Random Utility)

ซึ่งแบบจำลอง Logit สามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$P_{n(i)} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}}$$

โดยที่

$P_{n(i)}$ คือความน่าจะเป็นในการเลือกทางเลือก i ของคนที่ n

V_{in} คือส่วนประกอบของตัวแปรอิสระที่วัดค่าได้ของทางลือก i ที่มีให้ผู้ตัดสินใจคนที่ n เลือก

J_n คือกลุ่มของทางเลือกทั้งหมดที่มีให้ผู้ตัดสินใจคนที่ n เลือก

แบบจำลอง Logit มีคุณสมบัติที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ความน่าจะเป็นของการเลือกทางเลือกจากแบบจำลอง Logit มีค่าระหว่าง 0 คือ ไม่เลือกทางเลือกเลย กับ 1 คือ เลือกทางเลือก 100%

2. ค่า Utility ซึ่งใช้วัดค่าของความพอใจของทางเลือกมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยและไม่มีความหมายในตัวเอง จะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเทียบกับค่า Utility ของทางเลือกอื่น

3. คุณสมบัติในการนำแบบจำลองไปใช้ในพื้นที่อื่นได้ (Model Transferability) เนื่องจากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเป็นการจำลองพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่ง แบบจำลองดังกล่าวอาจจะนำไปใช้ในพื้นที่อื่นได้ ถ้าผู้เลือกและอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในพื้นที่ดังกล่าว มีพฤติกรรมการตัดสินใจที่คล้ายกัน

4. แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความสะดวกในการใช้ทดสอบนโยบายด้านการขนส่ง (Policy Testing) เพราะตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับนโยบายสามารถถูกกำหนดไว้ในแบบจำลองได้โดยตรง

วิธีการการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ข้อมูลจากการที่ผู้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งที่ทำการตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นขณะนั้น เรียกว่า “การตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริง” (Revealed-Preference-RP Data) กับการตัดสินใจเลือกในกรณีที่ถ้าเลือกได้ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกใด เรียกว่า “การตัดสินใจในสถานการณ์สมมติ” (Stated-Preference-SP Data) เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง Logit โดยมีตัวแปรอิสระจำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วในการขนส่ง และความตรงต่อเวลาของการขนส่ง โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลด้วยวิธีการสร้าง Fractional Factorial แบบ 2^{k-1} Design ซึ่งจะทำให้ได้ Run ทั้งหมด 8 Run หรือ 8 สถานการณ์สมมติเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป

ผลจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเข้มข้นพบว่าตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยด้านสินค้า ปัจจัยด้าน ผู้ขนส่ง ปัจจัยด้านรูปแบบการขนส่ง มีผลและมีอิทธิพลต่อต้นทุนโลจิสติกส์ ซึ่งมีผลต่อการเลือกรูปแบบและการปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสู่รูปแบบการขนส่งแบบเชื่อมโยงหลายรูปแบบ นอกจากนี้พฤติกรรมของผู้เลือก อาทิ ความเชื่อถือ ความเคยชิน ทัศนคติที่มีต่อผู้ให้บริการรูปแบบการขนส่ง ผู้ขนส่งก็มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบและการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งไปสู่รูปแบบการขนส่งแบบเชื่อมโยงหลายรูปแบบ

4. ผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองแบบหลายทางเลือก (Multinomial Logit) พบว่าตัวแปรต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบจำลองทั้งหมดสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความรวดเร็วของการขนส่งและความตรงต่อเวลาในการขนส่ง มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะเลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก และรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับเรือขนส่ง โดยความตรงต่อเวลาในการขนส่งมีอิทธิพลสูงสุด สำหรับการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่น โดยต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าจะมีอิทธิพลมากที่สุด ค่าสถิติที่บอกถึงความสอดคล้องของสมการ คือค่า Pseudo R-squared ของแบบจำลองเท่ากับ 0.049 และความสามารถในการทำนายของแบบจำลองถูกต้องเท่ากับ 51.44%

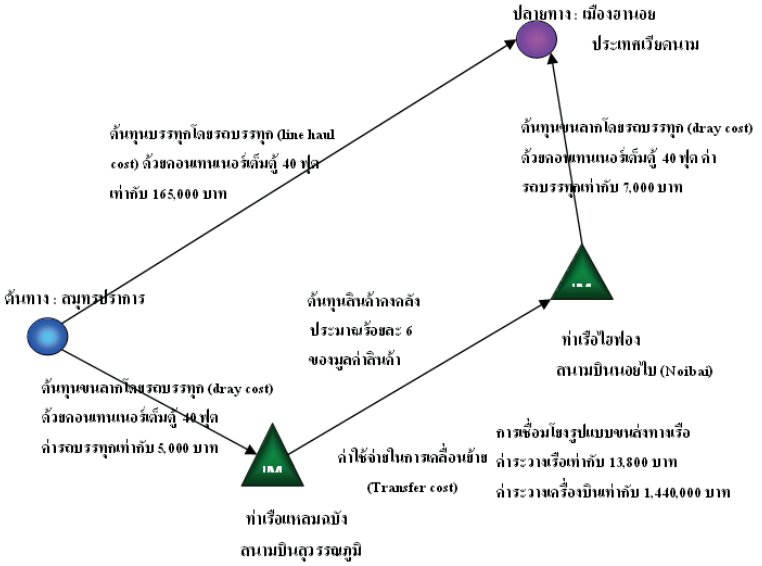
ผลการวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของตัวแปร ในแบบจำลองการตัดสินใจเลือกรูปแบบการทางถนน (รถบรรทุก) ทางถนนร่วมกับทางเรือ (รถบรรทุกร่วมกับเรือขนส่ง) ทางถนนร่วมกับทางอากาศ (รถบรรทุกร่วมกับเครื่องบิน) เมื่อพิจารณาต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยแบบจำลอง

Multinomial Logit พบว่าความยืดหยุ่นของตัวแปรในแบบจำลอง Logit มีความยืดหยุ่นของอุปสงค์ของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่งของแบบจำลองมีค่าเท่ากับ -1.823, -0.865, .0976, -.0188 ตามลำดับ ส่วนแบบจำลองการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับทางเรือมีค่าเท่ากับ -.562, -0.0405, -.284, -.366 ตามลำดับ ในขณะที่แบบจำลองการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับทางอากาศมีค่าเท่ากับ -.754, .029, .0163, .0224 ตามลำดับ

5. อภิปรายผลและสรุป

จากผลการวิจัย พบว่าตัวแปรต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่ง มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ รูปแบบการขนส่งที่ใช้เวลามากและไม่ตรงต่อเวลาได้รับผลกระทบที่ผู้จัดการโลจิสติกส์จะไม่เลือกรูปแบบนี้มากที่สุด ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีราคาต่อหน่วยสูง หากทำการเก็บรักษาไว้ในคลังสินค้ามากย่อมเกิดต้นทุนจมจำนวนมาก ต้นทุนสินค้าจะเพิ่มสูงขึ้น แต่หากเลือกใช้รูปแบบการขนส่งที่รวดเร็วแม้ต้นทุนค่าขนส่งจะสูงขึ้นแต่สามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์รวมได้มากกว่า การขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับเครื่องบินจึงตอบสนองความต้องการสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีราคาสูงได้ รวมถึงการตอบสนองเมื่อสินค้าที่เป็นปัจจัยการผลิตขาดจากคลังสินค้าแบบกะทันหัน ในการบริหารต้นทุนของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเพื่อรอส่งเข้าสายการผลิตในจำนวนเล็กน้อยแต่เพียงพอต่อระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Buffer Stock) ดังนั้น หากมีการส่งสินค้าไม่ตรงต่อเวลาเพียงเล็กน้อยอาจเกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิตที่ไม่มีปัจจัยการผลิตป้อนกระบวนการผลิต ผลที่ตามมาคือการส่งมอบไม่ทันเวลาซึ่งทำให้สูญเสียลูกค้าและโอกาสทางการค้า และที่สำคัญมีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ความตรงต่อเวลาในการขนส่งยิ่งมากขึ้นโอกาสที่จะเลือกรูปแบบการขนส่งโดยทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศยิ่งมากขึ้นตามไปด้วย แม้ว่าจะทำให้ต้นทุนการขนส่งสูงขึ้น แต่สามารถทำให้ผลิตในระบบแบบทันเวลาพอดีได้ และสามารถลดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าลงได้ นอกจากนี้ ผลการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่า ต้นทุนการขนส่งที่ลดลงจะทำให้อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เลือกรูปแบบการขนส่งที่มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำกว่ามากยิ่งขึ้น ได้แก่ การขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ แต่การเลือกรูปแบบการขนส่งนี้จะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าเก็บรักษาสินค้าคงคลังด้วย กล่าวคือหากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เลือกการขนส่งในรูปแบบดังกล่าวแล้วจะทำให้มีต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าเพิ่มขึ้น จากค่าเช่า ค่าจัดการคลังสินค้า และเกิดต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าในการผลิตแบบทันเวลาพอดี อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์อาจไม่เลือกการขนส่งในรูปแบบนี้ แต่จะยอมเสียค่าขนส่งในรูปแบบอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ทางรถบรรทุกอย่างเดียวหรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ปัจจัยต่อมาคือความรวดเร็วในการขนส่งที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ในกรณีที่สินค้าที่ขนส่งมีมูลค่าสูง ต้องการความรวดเร็วในการขนส่ง ทั้งนี้เพื่อลดระยะเวลารอคอยสินค้า และลดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ปัจจัยด้านความตรงต่อเวลามีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ความตรงต่อเวลาของการขนส่งจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง กรณีมีความจำเป็นเร่งด่วนในการขนส่งสินค้าที่มีมูลค่าสูง รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศจะเป็นรูปแบบการขนส่งที่ได้รับการเลือกใช้ในการขนส่ง

สำหรับข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้ เห็นว่ารูปแบบการขนส่งโดยรถบรรทุก ควรปรับปรุงในเรื่องต้นทุนค่าขนส่งให้ต่ำลง พิจารณาเส้นทางการขนส่งที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด มีประสิทธิภาพมากขึ้น ปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อใช้พลังงานทางเลือก เช่น ก๊าซธรรมชาติ NGV และให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า สำหรับรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือควรเพิ่มความรวดเร็วในการขนส่ง ความตรงต่อเวลา และ



รูปที่ 3 แบบทดลองต้นทุนการขนส่งโลจิสติกส์รวมจากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย บรรทุกเต็มตู้ ขนาด 40 ฟุต ด้วยการเชื่อมโยงรูปแบบการขนส่ง ที่มา: อำพล [2] ปรับปรุงจาก Sheffi et al [4]

มีตารางการขนส่งที่แน่นอน ตลอดจนมีความเที่ยงตรงในการขนส่ง ส่วนรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเครื่องบิน ควรลดต้นทุนค่าระวางลง และมีการเพิ่มจำนวนเที่ยวที่มากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพของรูปแบบการขนส่งให้สามารถแข่งขันกันเองได้ในแต่ละรูปแบบการขนส่ง

6. กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2552

ภาคผนวก ก

จากรูปที่ 3 แสดงแบบทดลองต้นทุนการขนส่งโลจิสติกส์จากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย บรรทุกเต็มตู้ ขนาด 40 ฟุต ด้วยการเชื่อมโยงรูปแบบการขนส่งขาออกระหว่างประเทศเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีค่าขนส่งที่ได้จากแบบจำลองต้นทุนการขนส่งโลจิสติกส์ของรูปแบบการขนส่งทั้งสามรูปแบบ ดังนี้

1) ทางรถบรรทุกอย่างเดียว โดยการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากต้นทางจังหวัดสมุทรปราการถึงปลายทางเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ระยะทาง 1,608 กิโลเมตร ต้นทุนบรรทุกโดยรถบรรทุกสินค้าเต็มตู้ขนาด 40 ฟุต ต้นทุนบรรทุกโดยรถบรรทุก เท่ากับ 165,000 บาท ไม่มีต้นทุนค่าขนลากและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้า ระยะเวลาขนส่งจากต้นทางถึงจุดหมายปลายทางประมาณ 4-5 วัน คิดเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งสิ้นประมาณ 165,000 บาท ยังไม่รวมต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคิดเป็นประมาณร้อยละ 7 ของมูลค่าสินค้า

2) ทางรถบรรทุกร่วมกับเรือ โดยการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากต้นทางจังหวัดสมุทรปราการถึงปลายทางเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ต้นทุนบรรทุกโดยรถบรรทุกสินค้าเต็มตู้ขนาด 40 ฟุต ประกอบด้วย ต้นทุนค่าขนลากต้นทางจากจังหวัดสมุทรปราการถึงท่าเรือแหลมฉบัง มีต้นทุนค่าขนส่งลากโดยรถบรรทุกและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้า คิดเป็นต้นทุนรวมเท่ากับ 5,000 บาท ค่าระวางเรือจากท่าเรือแหลมฉบังถึงท่าเรือไฮฟองประเทศเวียดนาม เท่ากับ 13,800 บาท มีต้นทุนค่าขนส่งลากโดยรถบรรทุกและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อน

ย้ายสินค้าปลายทางเท่ากับ 7,000 บาท ระยะเวลาขนส่งจากต้นทางถึงจุดหมายปลายทาง ประมาณ 11-13 วัน คิดเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งสิ้นประมาณ 25,800 บาท ยังไม่รวมต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคิดเป็นประมาณร้อยละ 10 ของมูลค่าสินค้า

3) ทางรถบรรทุกร่วมกับเครื่องบิน โดยการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากต้นทางจังหวัดสมุทรปราการถึงปลายทางเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ต้นทุนบรรทุกโดยรถบรรทุกสินค้าเต็มตู้ขนาด 40 ฟุต ประกอบด้วยต้นทุนค่าขนลากต้นทางจากจังหวัดสมุทรปราการถึงสนามบินนอยไบ (Noibai) มีต้นทุนค่าขนส่งลากโดยรถบรรทุกและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้า คิดเป็นต้นทุนรวมเท่ากับ 5,000 บาท ค่าระวางขนส่งทางอากาศจากสนามบินสุวรรณภูมิถึงสนามบินนอยไบประเทศเวียดนาม เท่ากับ 1,440,000 บาท มีต้นทุนค่าขนส่งลากโดยรถบรรทุกและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายสินค้าปลายทางเท่ากับ 7,000 บาท ระยะเวลาขนส่งจากต้นทางถึงจุดหมายปลายทาง ประมาณ 2-3 วัน คิดเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งสิ้นประมาณ 1,452,000 บาท ยังไม่รวมต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคิดเป็นประมาณร้อยละ 5 ของมูลค่าสินค้า

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the National Economics and Social Development Board : *Thailand's Logistics Report, 2009*, December, 2009.

[2] Ampol Navavongsathian, "The Studying of The Factors Elasticity in Transportation and Logistics : Samutprakarn Province," Research Funding from National Research Council of Thailand, Fiscal Year 2009, December, 2010.

[3] Cook, Peter D., Das Sanjay, Aeppli Andreas, and Martland Carl, "Key Factors in Road-Rail Mode Choice in India: Applying the Logistics CostApproach," in *Proceedings of the 1999, Winter Simulation Conference*, 1999, pp.1280-1286.

[4] Sheffi, Yosef, Eskandari, Babak, and Doutsopoulos N. Harris, "Transportation Mode Choice Based and Total Logistics Costs," *Journal of Business Logistics*, Vol.9.2, ABI/INFORM Global, 1998.

[5] S. Nahmias, "Inventory Models," *Encyclopedia of Computer Science and Technology*, Vol. 9, J. Belzer, A. Hulzman and A. Kent (eds.), New York: Marval Dekker, 1978.

[6] M. E. Ben-Akiva, M. J. Bergman, A. J. Daly, and R. Ramaswamy, "Modeling inter-urban route choice behaviour," in *J. Volmuller and R. Hamerslag.* (eds), *Proceedings from the ninth international symposium on transportation and traffic theory*, Utrecht, Netherlands: VNU Science Press, 1984, pp. 299-330.

[7] D. Hensher, "HEV Choice Models as a Search Engine for the Specification of Nested Logit Tree Structures," *Marketing Letters*, Vol.10 (4), pp.339-349, 1999.

[8] C. R. Bhat & J. Guo, "A mixed spatially Correlated Logit model: formulation and application to residential choice modeling," *TransportationResearch Part B: Methodo logical*, vol. 38 (2), pp.147-168, References 272, 2004.

[9] D.Brownstone, D.S.Bunch, and K.Train, "Joint Mixed Logit Models of Stated and Revealed Reference For Alternative - fuel Vehicles," *Transportation Research*, Vol.B.34, 2000.

[10] M. E. Ben-Akiva and S. R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, Cambridge: MIT Press, Ma, 1985.