

การวิเคราะห์ปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัย ในการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ*

อำพล นววงศ์เสถียร** สุรัตน์ จันทองปาน*** ภาณุภาณี วุฒิมกคาศร****
สิทธิชัย ฟรังทอง***** ธิบัติย์ โสติกวรรณ***** และ ชัญญุญาณ์ ป้อมสา*****

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ 2) พัฒนาแบบจำลองโลจิสติกหลายทางเลือกเพื่ออธิบายพฤติกรรมทางเลือกในการเลือกรูปแบบการขนส่ง (รถบรรทุก รถบรรทุกร่วมกับทางเรือ และรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ) ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างจังหวัดสมุทรปราการและเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม 3) นำผลการศึกษาไปใช้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งเชื่อมโยงหลายรูปแบบเพื่อสร้างประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้กับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ใน

- * งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2552
- ** หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และคณบดีคณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 298 ถนนสรรรพาวุธ แขวง/เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
เมล: n_ampol@yahoo.com
- *** บริษัท Kintetsu World Express (Thailand) Co., Ltd
3656/7 ถนนพระราม 4 แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
เมล: surat.janthongpan@yahoo.com
- **** กรมสรรพากร 90 ถนนพหลโยธิน 7 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
เมล: dadanee@hotmail.com
- ***** วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 298 ถนนสรรรพาวุธ แขวง/เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
- ***** วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 298 ถนนสรรรพาวุธ แขวง/เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260
- ***** วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก 298 ถนนสรรรพาวุธ แขวง/เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260

ประเทศไทย และนำไปใช้ในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยในตลาดโลก

หน่วยวิเคราะห์ คือ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามเชิงสำรวจเป็นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 248 บริษัท โดยใช้แบบจำลองโลจิสติกแบบหลายทางเลือก (Multinomial Logit) ขั้นตอนการศึกษาเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลทั้งจากข้อมูลในสถานการณ์จริง (Reveal Preference-RP) และข้อมูลจากสถานการณ์สมมติ (State Preference-SP) การพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในสถานการณ์จริง (Reveal Preference-RP) แบบโลจิสติกหลายทางเลือก พบว่า ความตรงต่อเวลาของการขนส่ง ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในสถานการณ์สมมติ (State Preference-SP) แบบโลจิสติกหลายทางเลือก พบว่า ตัวแปรต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความรวดเร็วของการขนส่ง ความตรงต่อเวลาของการขนส่ง ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นแบบจำลอง $V_{truck-air}$ ที่ความรวดเร็วและความตรงต่อเวลาในการขนส่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบจำลองทั้งหมดสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความรวดเร็วของการขนส่ง และความตรงต่อเวลาในการขนส่ง มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะเลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก และรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับเรือขนส่ง โดยความตรงต่อเวลาในการขนส่งมีอิทธิพลสูงสุด สำหรับการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่น โดยต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าจะมีอิทธิพลมากที่สุด

คำสำคัญ: รูปแบบการขนส่ง ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่ง ความยืดหยุ่นของปัจจัยในการขนส่ง การขนส่งรวมเชื่อมโยงหลายรูปแบบ แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง

An Analysis of Transportation Mode Choice Factors and Factors Elasticity of Autoparts Industries in Samutprakarn Province*

*Ampol Navavongsathian** Surat Janthongpan*** Dadanee Vuthipadadorn ****
Sithichai Farangthong***** Thipat Sothiwan***** and Chanya Pomsa******

Abstract

The objectives of this study are ; 1) to analyze transportation mode choice factors and factors elasticity of autoparts industries in Samutprakarn province. 2) to develop model of Multinomial Logit model; and describe behavior in choosing among intermodal modes (truck, truck-ship and truck-air) between Samutprakarn province and Hanoi. 3) to be used in making intermodal choices to enhance the efficiency and effectiveness of

-
- * This research was funded by National Research Council of Thailand of fiscal year 2009.
- ** Head of Research Project, Assistant Professor and Dean of Business Administration Faculty, Southeast Bangkok College 298 Sanpawut Road, Bangna, Bangkok 10260, THAILAND.
E-mail: n_ampol@yahoo.com
- *** Kintetsu World Express (Thailand) Co., Ltd, 3656/7 Rama IV Road, Khlong Toei, Bangkok 10110, THAILAND.
E-mail: surat.janthongpan@yahoo.com
- **** The Revenue Department, 90 Phaholyothin Road, Samsennai Phayathai Bangkok 10400, THAILAND.
E-mail: dadanee@hotmail.com
- ***** Southeast Bangkok College, 298 Sanpawut Road, Bangna, Bangkok 10260, THAILAND.
- ***** Southeast Bangkok College, 298 Sanpawut Road, Bangna, Bangkok 10260, THAILAND.
- ***** Southeast Bangkok College, 298 Sanpawut Rord, Bangna, Bangkok 10260, THAILAND.

autoparts industries in Thailand, as well as to determine public policy direction for the competitive advantages in the global market.

The unit of analysis is autoparts industries in Samutprakarn province of Thailand. The questionnaire-based survey is applied to a sample of 248 of autoparts industries in Samutprakarn province of Thailand. Results of the modeling development for describing behavior in choosing among intermodal modes by using Multinomial Logit model with data collection by Reveal Preference (RP). The models showed that transit time, transportation time, transportation costs, inventory carrying costs and speed time variables are significant at the 0.05 level. Results of the modeling development for describing behavior in choosing among intermodal modes by using Multinomial Logit model with data collection by State Preference (SP). The models showed that transportation costs, inventory carrying cost, speed time and transit time variables are significant at the 0.05 level, except $V_{truck-air}$ model which speed time and transit time variables are not significant at the 0.05 level. Most models explained that by an increase in speed time and transit time, recent results in the logistic managers have the opportunity to choose transportations by truck, and truck-ship increased. The transit time of transportation was the most influenced factor affecting choose transportations mode. The increase in transportation costs, and inventory carrying costs, recent results in the logistic managers have the opportunity to choose the original mode but shift to the others mode. The inventory carrying costs was the most influenced factor the affecting choose transportations mode.

Keyword: *Transportation Mode, Transportation Mode Choice Factor, Transportation Factor Elasticity, Intermodal Transportation, Transportation Mode Selection Model*

ความสำคัญของปัญหา

ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา บทบาทของผู้จัดการฝ่ายการขนส่งและโลจิสติกส์ได้ขยายไปสู่ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเพิ่มมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ที่มีผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมหรือธุรกิจ การตัดสินใจเลือกการขนส่งและโลจิสติกส์ที่ผิดพลาด อาจนำมาสู่ต้นทุนสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น สูญเสียยอดขายและกำไร ภาพลักษณ์ของสินค้าและบริษัท เป็นต้น การตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งและโลจิสติกส์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรม บริษัท และความสามารถในการแข่งขัน เพราะว่าผลการตัดสินใจนั้นย่อมมีผลกระทบต่อค่าบริการลูกค้า ความพึงพอใจของลูกค้า การส่งมอบที่ตรงต่อเวลา ความสอดคล้องเหมาะสมกับสินค้าที่ทำการขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับคลังสินค้า การใช้พลังงาน บรรจุภัณฑ์ มลพิษทางอากาศซึ่งเป็นผลจากการขนส่งทั้งสิ้น การตัดสินใจดังกล่าวจึงต้องพัฒนาไปสู่การเลือกรูปแบบการขนส่งที่ดีที่สุด ผู้จัดการขนส่งและโลจิสติกส์ไม่ใช่จะเผชิญกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังต้องประสบกับปัญหาองค์ความรู้ภายใต้การตัดสินใจเพื่อเลือกรูปแบบการขนส่งที่ดีที่สุดอีกด้วย

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์จัดเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลให้การสนับสนุน เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทในการสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งไทยเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก และมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในส่วนที่ก่อให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก และก่อให้เกิดการเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องต่าง ๆ พร้อมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนนับแสนล้านบาท สถานการณ์ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยได้เปลี่ยนไป เนื่องจากผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยต้องเผชิญกับภาวะการแข่งขันที่รุนแรงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศคู่แข่งที่มีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเข้ามาชิงส่วนแบ่งตลาด ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยต้องมีการปรับตัวโดยเน้นการเสริมสร้างศักยภาพการออกแบบและพัฒนา พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพการผลิต ตลอดจนลดการสูญเสียจากการผลิตด้วยการยกระดับเทคโนโลยีการผลิต และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันด้านต้นทุนโดยเฉพาะ จากการศึกษา พบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์และการขนส่งของอุตสาหกรรมไทยสูงถึงร้อยละ 18.9 (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2551)

การตัดสินใจที่สำคัญของผู้จัดการฝ่ายโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมการผลิต รวมไปถึงหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ระดับชาติด้านโลจิสติกส์และการขนส่ง คือ การตัดสินใจในด้านทางเลือกรูปแบบการขนส่ง โดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุดในด้านผลการประกอบการของธุรกิจ และนำไปสู่การกำหนดนโยบายโลจิสติกส์และการขนส่งระดับชาติ

คุณสมบัติและลักษณะของสินค้า ต้นทุนขนส่งและโลจิสติกส์ เส้นทางการขนส่ง การบริการและความรวดเร็วในการขนส่ง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง (Rushton et al., 2001) การขนส่งที่ต้องการความรวดเร็วต้องใช้การขนส่งทางอากาศ ส่วนการขนส่งที่มีระยะทางยาวไกลและประหยัด คือ การขนส่งทางรถไฟ ซึ่งรวดเร็วกว่าการขนส่งทางถนน การขนส่งทางเรือเป็นรูปแบบการขนส่งที่ช้าที่สุดแต่เหมาะสมกับสินค้าที่มีขนาดใหญ่รวมถึงวัตถุดิบและมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้นทุนการขนส่งมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความเร็วในการขนส่ง (Bollou, 1999)

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งและการขนส่งสินค้ามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพราะมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องจำนวนมากในการตัดสินใจ และนำไปสู่การพัฒนาวิธีการคัดเลือกรูปแบบการขนส่งจำนวนมาก เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมอย่างลงตัวกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโลจิสติกส์ ดังนั้น การเลือกรูปแบบการขนส่ง เหตุผลการเลือกรูปแบบการขนส่ง และความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งล้วนมีผลต่อการดำเนินการด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ตลอดจนถึงการกำหนดนโยบายด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ของภาครัฐและเอกชนทั้งสิ้น

งานวิจัยนี้จึงต้องการวิเคราะห์ปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ มีโครงสร้างด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ที่เหมาะสมต่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งเพื่อสร้างข้อได้เปรียบในด้านต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ นอกจากนี้ ที่ตั้งจังหวัดสมุทรปราการยังมีโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ สนามบินสุวรรณภูมิ ใกล้เคียงท่าเรือแหลมฉบัง และถนนสายบางนา-ตราด ซึ่งเป็นเส้นทางหลักสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และศูนย์กลางอุตสาหกรรมต่อเนื่อง และเชื่อมโยงสู่ตลาดโลก โดยต้องการค้นหาว่ามีปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัยอะไรบ้าง ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ และเหตุผลของการเลือกรูปแบบนี้เพราะเหตุผลใด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ
2. เพื่อวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของปัจจัยที่ศึกษาที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ
3. เพื่อนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่ง เพื่อสร้างประสิทธิภาพและประสิทธิผลให้กับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยและนำไปใช้ในการกำหนดนโยบาย

สาธารณะเพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลกต่อไป

บททวนวรรณกรรม

การขนส่งมีหน้าที่ 4 ประการ ในการช่วยเหลือให้เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ (Garrido and Leva, 2004)

- 1) การขนส่งเป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่อำนวยความสะดวกให้มีการโยกย้ายสินค้า และคนระหว่างศูนย์กลางการผลิตและการบริโภค
- 2) การปรับปรุงการขนส่งให้ดีขึ้นสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงต้นทุนปัจจัยการผลิต และช่วยลดระดับสินค้าคงเหลือ
- 3) การขนส่งช่วยให้ปัจจัยในการผลิตเคลื่อนย้ายได้รวดเร็ว
- 4) การขนส่งช่วยเพิ่มระดับสวัสดิการของบุคคล โดยการขยายขอบเขตของสิ่งอำนวยความสะดวก และป้องกันประเทศให้มั่นคงขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย

ผู้ประกอบการมีต้นทุนด้านการขนส่งถึงร้อยละ 10-25 ในต้นทุนสินค้าทั้งหมด (Bowersox et al., 1999) ในสหรัฐอเมริกา ยุโรป พบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์อยู่ที่ร้อยละ 10-15 (Kaneva and Purola, 2001) โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนด้านการขนส่งและคลังสินค้าเป็นต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงที่สุดในต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการทั่วโลก (Ballou, 1999) งานวิจัยจำนวนมากที่ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการขนส่งที่สำคัญ โดยวัดจากมูลค่าของสินค้า พบว่า ร้อยละ 72 ของการค้าระหว่างประเทศใช้การขนส่งทางเรือ และร้อยละ 13 ใช้ทางอากาศ ทั้งการนำเข้าและการส่งออกสินค้า การขนส่งทางถนนใช้ประมาณร้อยละ 13 ของการส่งสินค้าออกไปยังต่างประเทศและร้อยละ 7 สำหรับการนำสินค้าเข้าประเทศ นอกจากนี้ ใช้การขนส่งทางรถไฟหรือทางท่อลำเลียง (Bowersox et al., 1999; Allaz, 2002; Laitinen, 2002)

Semejin (1995) ได้ศึกษาการเลือกรูปแบบการขนส่งของธุรกิจในประเทศและธุรกิจระหว่างประเทศในมุมมองของผู้ขนส่งและผู้ส่งสินค้าโดยศึกษาตัวแปรพื้นฐาน ได้แก่ ความเชื่อถือได้ในการขนส่งที่ตรงเวลา ต้นทุน ผลการศึกษานำเสนอใจที่ว่าในมุมมองของผู้ขนส่งและผู้ส่งสินค้ามีความแตกต่างกันในปัจจัยการเลือกรูปแบบการขนส่งอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้ส่งสินค้าเห็นว่าความเชื่อถือได้ การตรงต่อเวลาและต้นทุนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเลือกรูปแบบการขนส่ง ส่วนผู้ขนส่งเห็นว่าบริการ ผู้ขนส่ง การแลกเปลี่ยนข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกรูปแบบการขนส่ง

การศึกษาของ Cullinane and Toy (2000) ได้สรุปในการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งและพบว่า ต้นทุน ราคา อัตราค่าขนส่ง เป็นปัจจัยอันดับแรก การบริการ และการส่งมอบตรงเวลาเป็นปัจจัยรอง ๆ ลงมาที่เป็นปัจจัยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้จัดการขนส่งและโลจิสติกส์ในการเลือกรูปแบบการขนส่ง แตกต่างกับที่ค้นพบจากการศึกษาในเรื่อง

เดียวกันว่า ปัจจัยด้านการส่งมอบสินค้าที่ตรงต่อเวลา เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดในการเลือกรูปแบบการขนส่งซึ่งเป็นปัจจัยอันดับแรกที่ McGinnis (1990) ค้นพบและพบว่า การรับรองถึงการส่งมอบที่ตรงเวลาของสินค้าปลายทางและความเชื่อถือได้จะเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดกว่าต้นทุนค่าขนส่งและโลจิสติกส์ แต่ทั้ง Kent and Parker (1999) เห็นว่าความเชื่อถือได้ (reliability) เป็นปัจจัยสำคัญมากที่สุดสำหรับเกณฑ์ในการเลือกผู้ให้บริการขนส่งแบบเรือคอนเทนเนอร์ ความเชื่อถือได้ตามความหมายของ Kent and Parker (1999) คือความแปรปรวนของการส่งมอบสินค้าตรงต่อเวลา ซึ่งความเชื่อถือได้ในบริการดูเหมือนจะเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดเหนือปัจจัยอื่น ๆ (Pedesen and Gray, 1998; McGinnis, 1990) ในขณะที่ Hayuth (1992) เห็นว่าการส่งมอบตรงต่อเวลาเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด และจัดปัจจัยด้านความเชื่อถือได้อยู่ในลำดับสุดท้ายของงานวิจัยสำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของผู้ประกอบการ ส่วน Adjadjhoue (1995) เห็นว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง คือ ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ในการขนส่ง คุณภาพการบริการ ความปลอดภัย และความรวดเร็ว

ผลการทบทวนวรรณกรรมเพื่อค้นหาว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งพบว่า ปัจจัยด้านความเชื่อถือได้ในการขนส่ง ความตรงต่อเวลาในการส่งมอบ ความยืดหยุ่นของรูปแบบการขนส่ง ต้นทุนค่าขนส่งและโลจิสติกส์ คุณภาพการบริการ ความปลอดภัย ความรวดเร็ว เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง

ระเบียบวิธีการวิจัย

ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษานี้จะศึกษาเส้นทางทางการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ตามเส้นทางหลวงจังหวัดหมายเลข 9 (East West Economic Corridor: EWEC) ด้วยรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์แบบเต็มตู้ ขนาด 40 ฟุต เทียบขาออกระหว่างประเทศ และเชื่อมโยงกับรูปแบบการขนส่งทางน้ำและทางอากาศ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ในวิเคราะห์ปัจจัยและความยืดหยุ่นของปัจจัยในการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อได้รับการยืนยันตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจากการทบทวนวรรณกรรมแล้ว ผู้วิจัยจะนำตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมาสร้างแบบจำลองทางเลือกการขนส่งตามแบบจำลองของ Ben-Akiva และ Lerman (1993) ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายและถูกใช้เป็น

เอกสารอ้างอิงในการศึกษาเรื่องพฤติกรรมกรรมการเลือกพาหนะของผู้บริโภค ซึ่งเป็นแบบจำลอง Logit แบบหลายทางเลือก (Multinomial Logit)

แบบจำลอง Logit เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์ถึงสัดส่วนการเลือกพาหนะในการขนส่ง โดยใช้หลักการว่า ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่ทำให้เกิดความพอใจสูงสุดท่ามกลางทางเลือกอื่น ๆ ที่มีให้เลือก และสมมติว่าความพอใจสามารถวัดได้ด้วยอรรถประโยชน์ หรือ utility ในรูปแบบของฟังก์ชันความพอใจ (utility function : U) ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอิสระที่สามารถวัดค่าในเชิงปริมาณได้ (systematic utility : V) และบางส่วนของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้ รวมทั้งความไม่แน่นอนที่ซึ่งรวมเรียกว่า random utility (ϵ) ค่า V และ ของแต่ละทางเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่า ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกใด เมื่อมีทางเลือกให้เลือกละหลายทางเลือก โดยปกติ ฟังก์ชัน utility จะถูกสมมติให้เป็นเส้นตรง ดังแสดงในสมการที่ (1) เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างแบบจำลองรวมทั้งงานวิจัยที่ผ่านมา ก็ยืนยันว่า แบบจำลองที่มีสมการ utility เป็นเส้นตรง สามารถพยากรณ์รูปแบบการขนส่งได้ในระดับที่น่าพอใจ

$$U_i = V_i + \epsilon_i \tag{1}$$

โดยที่

U_i คือ ความน่าพอใจของทางเลือก i

V_i คือ ส่วนประกอบของตัวแปรอิสระที่วัดค่าได้ของทางเลือก i (systematic utility)

ϵ_i คือ ส่วนของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้ และความไม่แน่นอนของทางเลือก i (random utility)

พฤติกรรมกรรมการเลือกทางเลือกของผู้บริโภค สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือสมมติว่าผู้ตัดสินใจมีอยู่ 2 ทางเลือก ได้แก่ ทางเลือก i และ j ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือก i ก็ต่อเมื่อผู้ตัดสินใจมีความพอใจทางเลือก i มากกว่าทางเลือก j แสดงดังได้สมการที่ (2)

$$i \text{ (is preferred to) } j \text{ หรือ } i > j \tag{2}$$

สมมติว่า ความพอใจของทางเลือกใด ๆ (k) สามารถวัดได้ด้วย utility (U_k) ดังนั้น สมการที่สามารถเขียนได้เป็น $U_i \geq U_j$

ซึ่งถ้าแทนด้วย $U_i = V_i + \epsilon_i$ จากสมการที่ (2) จะได้

$$(V_i + \epsilon_i) \geq (V_j + \epsilon_j) \tag{3}$$

ส่วนของ random utility (ϵ_i และ ϵ_j) ในสมการที่ (3) อาจทำให้การตัดสินใจในแต่ละครั้งไม่เหมือนเดิมแม้จะรู้ค่าของ V_i และ V_j ซึ่งก็คือ U_i อาจจะมีมากกว่า U_j หรือ U_j อาจจะมีมากกว่า U_i ก็ได้ขึ้นอยู่กับค่า ϵ_i และ ϵ_j ด้วยสาเหตุนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของความน่าจะเป็นมาหาความน่าจะเป็นของการเลือกทางเลือก i ดังแสดงในสมการ

$$P_n(i) = \text{Probability} [U_{in} \geq U_{jn}] \tag{4}$$

เมื่อ $P_n(i)$ คือ ความน่าจะเป็นในการเลือกทางเลือก i ของคนที่ n

เนื่องจาก $U_{in} = N_{in} + \varepsilon_{in}$ และ $U_{jn} = N_{jn} + \varepsilon_{jn}$ ดังนั้น

$$P_n(i) = \text{Probability} [(V_{in} + \varepsilon_{in}) \geq (V_{jn} + \varepsilon_{jn})] \tag{5}$$

$$\text{Probability} [(V_{in} + V_{jn}) \geq (\varepsilon_{in} + \varepsilon_{jn})]$$

จากนั้น เราสามารถหาความน่าจะเป็นที่ $(\varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn})$ น้อยกว่าหรือเท่ากับ $(V_{in} + V_{jn})$ ได้โดยการสมมติ “ ε ” ซึ่งเท่ากับ $\varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn}$ มีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Weibull หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ε_{in} และ ε_{jn} เป็นอิสระต่อกัน โดยฟังก์ชันของความน่าจะเป็นสะสม (cumulative probability function) เป็น

$$F(\varepsilon) = \exp [-e^{\mu(\varepsilon-\eta)}] \quad ; \mu > 0 \tag{6}$$

และมีฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วม (joint probability function) เป็น

$$f(\varepsilon) = \mu e^{-\mu(\varepsilon-\eta)} \exp [-e^{-\mu(\varepsilon-\eta)}] \tag{7}$$

เมื่อ

η คือ local parameter

μ คือ positive scale parameter

โดยมี ฐานนิยม = η

มัธยฐาน = $\eta + \gamma/\mu$ (γ คือ ค่าคงที่ของออยเลอร์มีค่าประมาณ 0.577)

ความแปรปรวน = $\pi^2/\sigma\mu^2$

จะได้ $P_n(i) = \text{Probability} [(V_{in} + V_{jn}) \geq (\varepsilon_{in} + \varepsilon_{jn})]$

$$P_{n(i)} = \frac{1}{1 + e^{\mu(V_{in} + V_{jn})}} \tag{8}$$

$$= \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{in}} + e^{V_{jn}}}$$

โดยทั่วไปค่า μ มักจะกำหนดให้เท่ากับ 1 เพื่อความสะดวกในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง แบบจำลองที่ได้จากสมมติฐานข้างต้นจะเรียกว่า แบบจำลอง binary logit ซึ่งถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์การเลือกรูปแบบยานพาหนะในการขนส่ง เพราะมีพื้นฐานทางทฤษฎีที่เด่นชัด คือ ทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมของการเลือกพาหนะการขนส่งของผู้บริโภค (consumer choice theory) แบบจำลอง Logit สามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ ดังนี้

$$P_{n(i)} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}} \quad (9)$$

เมื่อ J_n คือ กลุ่มของทางเลือกทั้งหมดที่มีให้ผู้ตัดสินใจคนที่ n เลือก

ขั้นที่ 2 การพัฒนาแบบจำลอง ทางเลือกในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งที่เป็นไปได้มีหลายรูปแบบ ผู้ตัดสินใจจะประเมินอรรถประโยชน์รวมที่คิดว่าได้รับสูงที่สุด บ่อยครั้งที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกรูปแบบการขนส่งที่ทำการตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นขณะนั้น เรียกว่า “การตัดสินใจเลือกในสถานการณ์จริง” (Revealed-Preference-RP data) กับการตัดสินใจเลือกในกรณีที่ถ้าเลือกได้ ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกใด เรียกว่า “การตัดสินใจในสถานการณ์สมมติ” (Stated-Preference-SP data) ในการวิจัยที่มีสถานการณ์ทดลองนี้ ผู้วิจัยจะสร้างสมมติฐานในสถานการณ์ทางเลือกขึ้นแต่ละสถานการณ์จะมีทางเลือกสองทางหรือมากกว่าระหว่างที่ผู้ทำการตัดสินใจจะถูกถามจากทางเลือกต่าง ๆ นั้น ส่วนในสถานการณ์การทดลองแบบสมมติ (SP experiments) เป็นสถานการณ์ที่ผู้ตัดสินใจจะทำการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยทำการสมมติขึ้น ซึ่งในสถานการณ์สมมติผู้ตัดสินใจอาจเลือกตัดสินใจแตกต่างจากสถานการณ์จริงก็เป็นไปได้ (Brownstone, Bunch, and Train, 2000)

ในงานวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์นี้ จะใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จริง (Revealed-Preference-RP data) สำหรับการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลอง ดังนั้น แบบจำลองทางเลือกูปแบบการขนส่ง จึงมีลักษณะ ดังนี้

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

โดยที่ U_i คือ ความน่าพอใจของทางเลือก i หรือการเลือกรูปแบบการขนส่งของผู้ใช้บริการ
 V_i คือ ส่วนประกอบของตัวแปรอิสระที่วัดค่าได้ของทางเลือก i (systematic utility) ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ ต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ และพฤติกรรมทางเลือกของผู้ใช้บริการ ซึ่งแสดงได้ด้วยสมการ ดังนี้

$$V_i = \text{Cost} (i,k) + \text{Con} (i,k)$$

โดยที่ $\text{Cost} (i,k) =$ ต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์

$$\text{Con} (i,k) = \text{พฤติกรรมผู้บริโภค}$$

ε_i คือ ส่วนของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้ และความไม่แน่นอนของทางเลือก i (random utility)

โดยที่ $\text{Cost} (i,k) =$ ต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ ประกอบด้วย

- 1) ต้นทุนการขนส่ง (transportation cost) หมายถึง ค่าธรรมเนียมการขนส่งแบบ door-to-door ที่จ่ายให้กับผู้ให้บริการโลจิสติกส์ เพื่อการเคลื่อนย้ายสินค้าจากต้นทางไปยังจุดหมายปลายทาง และสมมติฐานว่าเป็นการขนส่งแบบเต็มตู้ ต้นทุนการขนส่งนี้กำหนดเป็นจำนวนเงินที่แน่นอนโดยคิดเป็นบาทต่อตู้
- 2) ขนาดการขนส่ง (shipment size) หมายถึง ความจุของตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต ซึ่งจำกัดน้ำหนักบรรทุกสินค้าภายในตู้ไม่เกิน 25 ตันซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของท้องถิ่น ทั้งต้นทางและจุดหมายปลายทาง ในกรณีขนส่งทางรถบรรทุกและเรือคิดเป็นหนึ่งตู้ 40 ฟุต เท่ากับ 25 ตัน กรณีขนส่งทางอากาศคิดเป็นขนาดการขนส่งหน่วยตัน
- 3) ความตรงต่อเวลา (transit time) หมายถึง เวลาที่แตกต่างกันระหว่างการขนส่งสินค้าจากต้นทางไปยังจุดหมายปลายทาง โดยการส่งสินค้านี้จะต้องคำนึงถึงต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและคำนึงถึงสินค้าคงคลังที่ทันต่อการผลิตแบบ “pipeline”
- 4) ความเชื่อถือได้ของการตรงเวลาในการขนส่ง (transit time variability) หมายถึง ความแปรปรวนของการขนส่งในด้านการขนส่งตามเวลาที่กำหนด ผู้ส่งสินค้าต้องการคำนึงถึง “safety stock” เพื่อป้องกันเวลาที่ไม่แน่นอนของการรับมอบสินค้า
- 5) ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (inventory carrying costs) หมายถึง ต้นทุนรวมของผู้ผลิตในการเก็บรักษาสินค้าไว้ก่อนที่จะทำการผลิตหรือจำหน่ายสินค้านั้น เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นและถูกรวมไว้ในต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนการจัดจำหน่ายของสินค้าและแปรผันตามระยะเวลาในการเก็บรักษาสินค้าดังกล่าว (โดยคำนวณจากร้อยละของมูลค่าสินค้าทั้งหมดต่อเที่ยว)
- 6) ปัจจัยด้านความยืดหยุ่น อาทิ ความสามารถในการให้บริการในแต่ละรูปแบบการขนส่ง ตารางเวลาการขนส่งระยะไกล เป็นต้น

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยจะทำการสร้างแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งโลจิสติกหลายทางเลือก (Multinomial Logit) โดยผู้ประกอบการหรือผู้มีอำนาจตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการจะทำการเลือกรูปแบบการขนส่ง ได้แก่ รถบรรทุกอย่างเดียว รถบรรทุกร่วมกับทางเรือ หรือรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ซึ่งมีรูปแบบของแบบจำลองโลจิสติกหลายทางเลือก ดังนี้

$$P_n(i) = \frac{e^{v_n^i}}{e^{v_n^{\text{TRUCK}}} + e^{v_n^{\text{TRUCK-SHIP}}} + e^{v_n^{\text{TRUCK-AIR}}}}$$

โดยที่ $P_n(i)$ คือ ความน่าจะเป็นหรือสัดส่วนที่ผู้ประกอบการ n จะเลือกรูปแบบการขนส่งแบบ i

- v_i คือ ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรูปแบบการขนส่ง i
- i คือ รูปแบบการขนส่งแบบ i ที่เป็นสมาชิกของรูปแบบการขนส่งทั้งหมด ได้แก่ รถบรรทุกอย่างเดียว รถบรรทุกร่วมกับทางเรือ หรือรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ

รูปแบบของแบบจำลองสามารถสร้างขึ้นได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความหลากหลายในการนำตัวแปรมาประสมประสานกันเพื่อสร้างฟังก์ชันอรรถประโยชน์ ดังนั้น ในสมการอรรถประโยชน์จึงเลือกตัวแปรที่คาดว่ามอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งที่ได้จากการวิเคราะห์มาแล้วตอนต้นมาใช้ในการอธิบายพฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการขนส่ง

จากคุณสมบัติของแบบจำลองโลจิสต์ที่เป็นพฤติกรรมทางเลือก สามารถสร้างสมการโลจิสต์ของทางเลือก ซึ่งแสดงเป็นสมการอรรถประโยชน์ของทางเลือกการขนส่งโดยทางถนนด้วยรถบรรทุก รถบรรทุกร่วมกับเรือ และรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 V_{TRUCK} &= \beta_a^{TRUCK} X_a + \beta_b^{TRUCK} X_b \\
 V_{TRUCK-SHIP} &= \beta_0^{TRUCK-SHIP} + \beta_a^{TRUCK-SHIP} X_a + \beta_b^{TRUCK-SHIP} X_b \\
 V_{TRUCK-AIR} &= \beta_0^{TRUCK-AIR} + \beta_a^{TRUCK-AIR} X_a + \beta_b^{TRUCK-AIR} X_b
 \end{aligned}$$

- เมื่อ β_0 = ค่าคงที่
- β_a = ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นแบบ mode specific
- β_b = ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นแบบ generic
- X_a = ตัวแปรอิสระที่เป็นแบบ generic
- X_b = ตัวแปรอิสระที่เป็นแบบ mode specific
- $a = 1, 2, \dots, p$: p = จำนวนตัวแปรอิสระแบบ generic
- $b = 1, 2, \dots, q$: q = จำนวนตัวแปรอิสระแบบ mode specific

ในการพัฒนาแบบจำลองโลจิสต์มีความจำเป็นต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ซึ่งมีวิธีการประมาณค่าอยู่หลายวิธี แต่ในงานวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่านได้แนะนำให้ใช้วิธีการทางสถิติที่เรียกว่า Maximum Likelihood เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก การวิเคราะห์สามารถทำได้ง่ายและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด (Ben-Akiva and Lerman, 1993)

งานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Limdep เพื่อทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์และการทดสอบค่าทางสถิติ สำหรับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแบบจำลองโลจิสต์ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธี Maximum likelihood ด้วยวิธี Newton-Raphson ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ประมาณค่าจะมีการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแปรในทางสถิติ ได้แก่ การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์ตัวแปร การทดสอบระดับความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ และการทดสอบเครื่องหมาย

ของค่าสัมประสิทธิ์ สำหรับตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งของกลุ่มตัวอย่างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ปรากฏตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ค่าตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ

ตัวแปร	หน่วย	ความหมาย
ตัวแปรตาม		
Mode	-	รูปแบบการขนส่งที่เลือก (รถบรรทุก, รถบรรทุก-เรือ, รถบรรทุก-เครื่องบิน)
ตัวแปรอิสระ		
TypePro	-	ประเภทชิ้นส่วนที่ทำการผลิต (อุปกรณ์ไฟฟ้า, ชิ้นส่วน, ตัวถัง, อุปกรณ์ตกแต่ง)
TruckOwn	-	มีรถบรรทุกของตัวเอง (มี, ไม่มี)
TruckUse	คัน	ใช้รถบรรทุกของตัวเองในการขนส่งต่อเที่ยว (คัน/เที่ยว)
Frequent/year	ตู้ (40 ฟุต)	ปริมาณการขนส่งต่อปี (จำนวนตู้ 40 ฟุต/ปี)
Frequent/trip	ตู้ (40 ฟุต)	ปริมาณการขนส่งต่อเที่ยว (จำนวนตู้ 40 ฟุต/เที่ยว)
Ontime	ร้อยละ	ความตรงต่อเวลาเทียบเป็นร้อยละต่อจำนวนเที่ยวทั้งหมดที่ขนส่งตรงเวลา (ร้อยละของจำนวนครั้งในการขนส่งที่ส่งถึงจุดหมายปลายทางได้ตามเวลาที่กำหนด)
Destination	กิโลเมตร	ระยะทางการขนส่ง (จาก จ.สมุทรปราการถึงเมืองฮานอย)
Time	ชั่วโมง	ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (จาก จ.สมุทรปราการถึงเมืองฮานอย)
Cost	บาท	ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท/เที่ยว)
InvCost	บาท	ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า (บาท/เที่ยว)
C6	-	ค่าระดับความเร็วในการขนส่ง
D4		ค่าระดับต้นทุนโลจิสติกส์ในการขนส่ง
H5	-	ค่าระดับความตรงต่อเวลาในการขนส่ง

ตารางที่ 1 แสดงตัวแปรตาม ได้แก่ รูปแบบการขนส่งที่เลือก (รถบรรทุก, รถบรรทุก-เรือ, รถบรรทุก-เครื่องบิน) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ประเภทชิ้นส่วนที่ทำการผลิต (อุปกรณ์ไฟฟ้า, ชิ้นส่วน, ตัวถัง, อุปกรณ์ตกแต่ง) การมีรถบรรทุกของตัวเอง (มี, ไม่มี) การใช้รถบรรทุกของตัวเองในการขนส่งต่อเที่ยว (คัน/เที่ยว) ปริมาณการขนส่งต่อปี (จำนวนตู้ 40 ฟุต/ปี) ปริมาณการขนส่งต่อเที่ยว (จำนวนตู้ 40 ฟุต/เที่ยว) ความตรงต่อเวลาเทียบเป็นร้อยละต่อจำนวนเที่ยวทั้งหมดที่ขนส่งตรงเวลา (ร้อยละของจำนวนครั้งในการขนส่งที่ส่งถึงจุดหมายปลายทางได้ตามเวลาที่กำหนด) ระยะทางการขนส่ง (จากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย) ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท/เที่ยว) ต้นทุนในการ

เก็บรักษาลินค้า (บาท/เที่ยว) ค่าระดับความเร็วในการขนส่ง ค่าระดับต้นทุนโลจิสติกส์ในการขนส่ง ค่าระดับความตรงต่อเวลาในการขนส่ง ผลการวิเคราะห์ที่ได้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ปรากฏตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ

แบบจำลอง	ρ^2	ร้อยละความถูกต้อง	TypePro	TruckOwn	TruckUse	Frequent/year	Frequent/trip	Ontime	Destination	Time	Cost	InvCost	จำนวนตัวแปร
M-I	0.631	56.1						x		x		x	3
M-J	0.404	78.3	x					x	x		x		4
M-K	0.523	60.4						x		x	x	x	4
M-L	0.624	63.5								x			1
M-M	0.322	48.2						x			x	x	3
M-N	0.711	68.5						x		x	x	x	4
M-O	0.321	49.8			x						x		2
M-P	0.474	58.2						x		x	x	x	4
M-Q	0.456	59.5	x								x	x	3

ตารางที่ 3: แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการรวมตัวแปรแฝง

แบบจำลอง	ρ^2	ร้อยละความถูกต้อง	TypePro	TruckOwn	TruckUse	Frequent/year	Frequent/trip	Ontime	Destination	Time	Cost	InvCost	C6 (logisticcost)	D3 (time)	H5 (ontime)	จำนวนตัวแปร
ML-R	0.513	81.4					x			x			x	x	x	5
ML-S	0.508	66.2							x	x	x	x	x	x	x	7
ML-T	0.511	69.8						x		x	x	x	x	x	x	7
ML-U	0.460	65.3	x			x									x	3
ML-V	0.399	71.4					x	x		x				x	x	5
ML-W	0.582	82.7					x	x		x	x	x	x	x	x	8

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมในขั้นตอนของการคัดเลือกแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเชื่อถือได้ภายในของแบบจำลองในขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร และตรวจสอบความเชื่อถือได้ภายนอกด้วยการใช้ตัวอย่างจำนวน 50 ตัวอย่าง (ร้อยละ 15) ที่สำรองไว้ในขั้นตอนการออกแบบการวิจัย เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเชื่อถือได้ภายนอกของแบบจำลอง แบบจำลองที่ได้รับการคัดเลือก ได้พิจารณาจากแบบจำลองที่ให้ค่า ρ^2 กับอัตราความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ดีและมีความเหมาะสม (ค่า ρ^2 มากกว่า 0.20 ขึ้นไป) (David et al., 2005) ในการใช้ตัวแปรอธิบายแบบจำลอง

ผลการคัดเลือกแบบจำลองทำให้ได้แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมสำหรับในการพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ แบบจำลอง M-K ($\rho^2 = 0.523$), M-N ($\rho^2 = 0.711$) และ M-P ($\rho^2 = 0.474$) (ตารางที่ 2) สำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งรวมตัวแปรแฝงที่เหมาะสม คือแบบจำลอง ML- S ($\rho^2 = 0.508$) , ML- T ($\rho^2 = 0.511$) และ ML- W ($\rho^2 = 0.582$) (ตารางที่ 3)

ส่วนแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่ถูกคัดออก ได้แก่ M-I (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) M-J (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) M-L (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) M-M (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) M-O (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) M-Q (ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าสถิติทดสอบ t-test ต่ำ) (ตารางที่ 2)

ส่วนแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งที่รวมตัวแปรแฝงที่ไม่ผ่านการคัดเลือก ได้แก่ ML-R (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) ML-U (ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าสถิติทดสอบ t-test ต่ำ) ML-V (ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายไม่ถูกต้อง) (ตารางที่ 3)

สรุปผลการวิเคราะห์

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งที่มีความเหมาะสม แบบจำลองทั้ง 6 แบบจำลอง เมื่อหากเปรียบเทียบค่า ρ^2 กับอัตราความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าอยู่ในระดับที่ดี แบบจำลอง M-K, M-N และ M-P (ตารางที่ 2) ให้ผลการทำนายที่สอดคล้องกับงานวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งให้ผลการวิจัยที่ใกล้เคียงกัน แต่หากพิจารณาจากความสมเหตุสมผลในเชิงพฤติกรรม และจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้จัดการโลจิสติกส์และผู้มีอำนาจตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการประกอบการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดแล้ว พบว่า ปริมาณการขนส่งต่อเกี่ยวกับต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนในการขนส่งเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันและมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ดังนั้น แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์พฤติกรรม การเลือกรูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ แบบจำลอง M-K

ตารางที่ 4: สรूपแบบจำลองการเลือกรूपแบบการขนส่ง M-K (ข้อมูล RP)

ตัวแปร รูปแบบการขนส่ง	Constant	Ontime	Time	Cost	InvCost		ร้อยละ ความ ถูกต้อง
V_{TRUCK}	-	0.032	-0.011	-0.301	-0.844	0.442	52.4
	-	(2.123)	(-28.413)	(-2.244)	(-11.400)		
$V_{TRUCK-SHIP}$	-17.142	0.022	-0.031	-0.414	-0.665		
	(-5.220)	(2.845)	(-25.514)	(-3.242)	(-12.134)		
$V_{TRUCK-AIR}$	-8.515	0.065	-0.027	-0.519	-0.745		
	(-21.119)	(4.144)	(-24.438)	(-3.435)	(-10.234)		

ค่าในวงเล็บ คือ ค่าสถิติ t

ตารางที่ 4 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง Logit M-K พบว่า ความตรงต่อเวลาของการขนส่ง (ONTIME) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (TIME) ต้นทุนการขนส่ง (COST) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (INVCOST) ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบจำลองทั้งหมดสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความตรงต่อเวลาของการขนส่ง (ONTIME) มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะเลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ และรูปแบบรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศเพิ่มขึ้น โดยตัวแปรความตรงต่อเวลาของการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยรถบรรทุกร่วมกับทางเครื่องบินมากที่สุด

สำหรับต้นทุนการขนส่ง (COST) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (INVCOST) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (TIME) ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่น โดยต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าจะมีอิทธิพลมากที่สุด

สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือมากที่สุด ต้นทุนการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศมากที่สุด และต้นทุนการเก็บรักษาสินค้ามีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกมากที่สุด

ในทำนองเดียวกันแบบจำลองที่ถูกคัดเลือกจากการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยรวมตัวแปรแฝง คือ แบบจำลอง ML- S, ML- T, ML- W (ตารางที่ 3) พิจารณาแบบจำลองทั้งสามแบบแล้ว พบว่า แบบจำลอง ML-T มีความสามารถในการอธิบายพฤติกรรมทางเลือก

รูปแบบการขนส่งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการได้ดีกว่า โดยจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เห็นว่าในการผลิตอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มักเป็นการผลิตในระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (just-in-time) ดังนั้นปัญหาเรื่องการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์ที่ไม่ตรงเวลาและมีเวลารอคอย (lead time) ซึ่งเกิดจากการส่งไม่ตรงเวลาหรือไม่ทันเวลาจะมีผลทำให้เกิดต้นทุนการรอคอยจำนวนมาก ดังนั้นแบบจำลองที่เหมาะสมจึงได้แก่ แบบจำลอง ML-T

ตารางที่ 5: สรุปแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยรวมตัวแปรแฝง (ข้อมูล RP)

ตัวแปร รูปแบบ การขนส่ง	Constant	Ontime	Time	Cost	InvCost	C6	D3	H5	ρ^2	ร้อยละ ความ ถูกต้อง
V_{TRUCK}	-	0.033	-0.551	-0.033	-0.051	4.381	-0.882	6.202	0.411	61.6
	-	(4.124)	(-30.215)	(-3.318)	(-11.113)	(6.124)	(-11.423)	(8.441)		
$V_{\text{TRUCK-SHIP}}$	-20.111	0.085	-0.018	-0.029	-0.088	4.244	-0.554	7.144		
	(-4.208)	(4.489)	(-40.110)	(-5.882)	(-15.773)	(7.329)	(-14.832)	(9.542)		
$V_{\text{TRUCK-AIR}}$	-14.341	0.044	-0.011	-0.040	-0.099	5.320	-0.879	7.774		
	(-21.133)	(3.114)	(-28.003)	(-3.543)	(-12.745)	(6.418)	(-6.301)	(9.899)		

ค่าในวงเล็บ คือ ค่าสถิติ t

ตารางที่ 5 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง Logit ML-T พบว่า ความตรงต่อเวลาของการขนส่ง (ONTIME) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (TIME) ต้นทุนการขนส่ง (COST) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (INVCOST) ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่รวมตัวแปรแฝง มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบจำลองทั้งหมดสามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของความตรงต่อเวลาของการขนส่ง (ONTIME) มีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะเลือกใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ และรูปแบบรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศเพิ่มขึ้น โดยตัวแปรความตรงต่อเวลาของการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยรถบรรทุกร่วมกับทางเรือมากที่สุด

สำหรับต้นทุนการขนส่ง (COST) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (INVCOST) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (TIME) ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผู้จัดการโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มีโอกาสจะไม่เลือกใช้รูปแบบการขนส่งเดิม แต่จะไปเลือกใช้รูปแบบการขนส่งอื่น โดยตัวแปรระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกมากที่สุด ตัวแปรต้นทุนการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก

ร่วมกับทางอากาศมากที่สุด และตัวแปรต้นทุนการเก็บรักษาสินค้ามีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศมากที่สุด

ความยืดหยุ่นของตัวแปรในแบบจำลอง

ค่าความยืดหยุ่นในการเลือกเป็นดัชนีตัวหนึ่งซึ่งงานวิจัยนี้นำมาใช้ในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปรในแบบจำลองที่มีต่อการเลือกทางเลือกรูปแบบการขนส่ง โดยพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนในการเลือกทางเลือกใด ๆ เมื่อค่าของตัวแปรในแบบจำลองมีการเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 (Bhat, 2003)

ค่าความยืดหยุ่นของความน่าจะเป็นในการเลือก (elasticity of choice probability) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงการตอบสนองหรือระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าสัดส่วนของการเลือกแนวทางเลือกรูปแบบการขนส่ง เมื่อค่าของตัวแปรในแบบจำลองมีค่าเปลี่ยนแปลงไป จะพิจารณาให้อยู่ในรูปของการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการเลือกรูปแบบเป็นร้อยละ เมื่อค่าของตัวแปรในแบบจำลองมีการเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอธิบายถึงอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวที่มีต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการขนส่งของผู้ตัดสินใจได้ โดยค่าความยืดหยุ่นของความน่าจะเป็นในการเลือกแนวทางเลือก i สำหรับผู้ตัดสินใจ n เทียบกับตัวแปรตัวที่ k ซึ่งอยู่ในสมการอรรถประโยชน์ของแนวทางเลือก j , $E_{X_{jnk}}^{P_n(i)}$ หาได้จากสมการ

$$E_{X_{jnk}}^{P_n(i)} = \frac{\partial P_n(i)}{\partial X_{jnk}} \cdot \frac{X_{jnk}}{P_n(i)}$$

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาใช้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรมาใช้ในการหาค่าความยืดหยุ่นโดยทดสอบกับแบบจำลองรวมตัวแปรแฝง ค่าเฉลี่ยของตัวแปรจากฐานข้อมูลการพัฒนาแบบจำลอง ค่าความยืดหยุ่นจะแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่

- 1) ค่าความยืดหยุ่นตรง (direct elasticity) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของโหมด X ใดเมื่อค่าตัวแปรซึ่งอยู่ในรูปแบบโหมด X มีการเปลี่ยนแปลงไป
- 2) ค่าความยืดหยุ่นข้าม (cross elasticity) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางของโหมดอื่น ๆ ที่เหลือเมื่อค่าตัวแปรซึ่งอยู่ในรูปแบบโหมด X นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 6: ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่นำไปใช้ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งจากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม

แบบจำลอง	ตัวแปร	นิยามปฏิบัติการ	รถบรรทุก	รถบรรทุก ร่วมกับเรือ	รถบรรทุก ร่วมกับ เครื่องบิน
แบบจำลองแฝง					
- ต้นทุนโลจิสติกส์ (D4)	- น้ำหนักชิ้นส่วน (WEIGHT) - ต้นทุนค่าขนส่ง (COST) - ระยะเวลาการขนส่ง (TIME) - ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (INVEN)	จำนวนหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตู้ 40 ฟุต จำนวนหน่วยเป็นบาท/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว จำนวนหน่วยเป็นวัน/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว จากต้นทางถึงปลายทาง จำนวนหน่วยเป็นบาท/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว	- 165,000 7 -	- 25,800 10 -	- 1,440,000 5 -
- ความรวดเร็ว (C6)	- ต้นทุนค่าขนส่ง (COST) - ความตรงต่อเวลา (ONTIME)	จำนวนหน่วยเป็นบาท/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว คิดเป็นร้อยละของจำนวนครั้งในการขนส่งที่ส่งถึงจุดหมายปลายทางได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น การส่งสินค้า 100 ครั้งถึงจุดหมายปลายทางตรงเวลาได้ 80 ครั้ง คิดเป็นความตรงต่อเวลา ร้อยละ 80	165,000 85	25,800 85	1,440,000 90
- ความตรงต่อเวลา (H5)	- ประเภทชิ้นส่วนที่ทำการขนส่ง - ต้นทุนค่าขนส่ง (COST)	อุปกรณ์ไฟฟ้า, ชิ้นส่วน, ตัวถัง, อุปกรณ์ตกแต่ง จำนวนหน่วยเป็นบาท/ตู้/เที่ยว	- 165,000	- 25,8000	- 1,440,000

ตารางที่ 6: ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่นำไปใช้ในแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งจากจังหวัดสมุทรปราการถึงเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม (ต่อ)

แบบจำลอง	ตัวแปร	นิยามปฏิบัติการ	รถบรรทุก	รถบรรทุก ร่วมกับเรือ	รถบรรทุก ร่วมกับ เครื่องบิน
แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่งโดยรวมตัวแปรแฝง	- ความตรงต่อเวลา (ONTIME)	คิดเป็นร้อยละของจำนวนครั้งในการขนส่งที่ส่งถึงจุดหมายปลายทางได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น การส่งสินค้า 100 ครั้ง ถึงจุดหมายปลายทางตรงเวลา 80 ครั้ง คิดเป็นความตรงต่อเวลา ร้อยละ 80	85	85	90
	- ระยะทางการขนส่ง (DESTINATION)	จำนวนหน่วยเป็นกิโลเมตร/เที่ยว คิดจากระยะทางต้นทาง (สมุทรปราการ) ถึงปลายทาง (เมืองฮานอย)	1,392	3,159	940
	- ระยะเวลาในการขนส่ง (TIME)	จำนวนหน่วยเป็นวัน/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว	7	10	5
	- ระยะเวลาการรอคอยสินค้า (LEADTIME)	จากต้นทาง (สมุทรปราการ) ถึงปลายทาง (เมืองฮานอย)	7	15	5
	- ต้นทุนค่าขนส่ง (COST)	จำนวนหน่วยเป็นวัน	165,000	25,800	1,440,000
	- ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า (INVEN)	จำนวนหน่วยเป็นบาท/ตู้ 40 ฟุต/เที่ยว	-	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ (D4)					
ความรวดเร็ว (C6)					
ความตรงต่อเวลา (H5)					

ตารางที่ 7: ค่าความยืดหยุ่นของการเลือกรูปแบบการขนส่ง

รูปแบบการขนส่ง	ต้นทุนโลจิสติกส์		ความรวดเร็ว		ความตรงต่อเวลา	
	ความยืดหยุ่นตรง	ความยืดหยุ่นข้าม	ความยืดหยุ่นตรง	ความยืดหยุ่นข้าม	ความยืดหยุ่นตรง	ความยืดหยุ่นข้าม
รถบรรทุก	0.776	-0.000	0.0018	-0.000	0.941	-0.000
รถบรรทุกร่วมกับเรือ	3.581	-0.150	2.514	- 0.000	0.779	-0.778
รถบรรทุกร่วมกับอากาศ	0.0234	-0.087	0.022	-1.442	0.919	-1.321

จากข้อมูลของค่าความยืดหยุ่นของตัวแปร เมื่อพิจารณาถึงค่าน้ำหนักของตัวแปรทั่วไป ในที่นี้ใช้ตัวแปร COST เป็นตัวแทนของตัวแปรทั่วไป เนื่องจากมีค่าสถิติ t ที่สูงกว่าตัวแปรทั่วไปตัวอื่น ๆ เทียบกับค่าน้ำหนักของตัวแปรแฝงนั้น พบว่า อิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อแบบจำลองมีสัดส่วนเป็นตัวแปรต้นทุนโลจิสติกส์: ตัวแปรความรวดเร็ว:ตัวแปรความตรงต่อเวลา เท่ากับ 5 : 3 : 1 ทั้งนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลอง พบว่า รูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก ร่วมกับทางเรือได้รับผลกระทบสูงที่สุด (ตารางที่ 7)

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์สำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง (ดูตารางที่ 4 ประกอบ)

$$V_{\text{TRUCK}} = 0.032 \text{ ONTIME} - 0.011 \text{ TIME} - 0.301 \text{ COST} - 0.844 \text{ INVENCOST}$$

$$V_{\text{TRUCK-SHIP}} = - 17.142 + 0.022 \text{ ONTIME} - 0.031 \text{ TIME} - 0.414 \text{ COST} - 0.665 \text{ INVENCOST}$$

$$V_{\text{TRUCK-AIR}} = - 8.515 + 0.065 \text{ ONTIME} - 0.027 \text{ TIME} - 0.519 \text{ COST} - 0.745 \text{ INVENCOST}$$

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์สำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง

โดยรวมตัวแปรแฝง (ดูตารางที่ 5 ประกอบ)

$$V_{\text{TRUCK}} = 0.033 \text{ ONTIME} - 0.551 \text{ TIME} - 0.033 \text{ COST} - 0.051 \text{ INVCOST} + 4.381 \text{ C6} - 0.882 \text{ D4} + 6.202 \text{ H5}$$

$$V_{\text{TRUCK-SHIP}} = - 20.111 + 0.085 \text{ ONTIME} - 0.018 \text{ TIME} - 0.029 \text{ COST} - 0.088 \text{ INVCOST} + 4.244 \text{ C6} - 0.554 \text{ D4} + 7.144 \text{ H5}$$

$$V_{\text{TRUCK-AIR}} = -14.341 + 0.044 \text{ ONTIME} - 0.011 \text{ TIME} - 0.040 \text{ COST} \\ - 0.099 \text{ INVCOST} + 5.320 \text{ C6} - 0.879 \text{ D4} + 7.774 \text{ H5}$$

สมการโลจิสติกของแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง

$$V_{\text{TRUCK}} = \frac{e^{V_{\text{TRUCK}}}}{e^{V_{\text{TRUCK}}} + e^{V_{\text{TRUCK-SHIP}}} + e^{V_{\text{TRUCK-AIR}}}}$$

$$V_{\text{TRUCK-SHIP}} = \frac{e^{V_{\text{TRUCK-SHIP}}}}{e^{V_{\text{TRUCK}}} + e^{V_{\text{TRUCK-SHIP}}} + e^{V_{\text{TRUCK-AIR}}}}$$

$$V_{\text{TRUCK-AIR}} = \frac{e^{V_{\text{TRUCK-AIR}}}}{e^{V_{\text{TRUCK}}} + e^{V_{\text{TRUCK-SHIP}}} + e^{V_{\text{TRUCK-AIR}}}}$$

อิทธิพลของตัวแปรในแบบจำลอง

การพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรในแบบจำลองโดยค่าความยืดหยุ่น ค่าน้ำหนักของตัวแปรทั่วไปในที่นี้ใช้ตัวแปร COST เป็นตัวแทนของตัวแปรทั่วไป เนื่องจากมีค่าสถิติ t ที่สูงกว่าตัวแปรทั่วไปตัวอื่น ๆ เทียบกับค่าน้ำหนักของตัวแปรเหล่านั้น พบว่า อิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อแบบจำลองมีสัดส่วนเป็น ตัวแปรทั่วไป : ตัวแปรต้นทุนโลจิสติกส์ : ตัวแปรความรวดเร็ว : ตัวแปรความตรงต่อเวลา เท่ากับ 5 : 3 : 1 ทั้งนี้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลอง พบว่า รูปแบบการเดินทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือจะได้รับผลกระทบสูงที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

ต้นทุนโลจิสติกส์ ความรวดเร็วในการขนส่งและความตรงต่อเวลา เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ การพัฒนาแบบจำลองตัวแปรแฝง โดยกำหนดให้ต้นทุนโลจิสติกส์ ความรวดเร็วในการขนส่ง และความตรงต่อเวลา เป็นตัวแปรตาม พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนโลจิสติกส์ ได้แก่ ประเภทของชิ้นส่วนยานยนต์ ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วนยานยนต์ ต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรวดเร็วในการขนส่ง ได้แก่ ระยะทางการขนส่ง ระยะเวลาในการขนส่ง ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า จำนวนสินค้าต่อเที่ยว ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตรงต่อเวลา ได้แก่ ระยะทาง ระยะเวลา ต้นทุนการขนส่ง สำหรับการพัฒนาระบบการเลือกรูปแบบการขนส่ง โดยอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ มีการขนส่งโดยทางรถบรรทุก รถบรรทุกร่วมกับทางเรือ และรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ไม่มีการขนส่งทางรถไฟแต่อย่างใด ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง ได้แก่ ต้นทุน

การขนส่ง ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการขนส่งกับต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสินค้าที่ทำการขนส่งต่อเที่ยวกับต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า คงคลัง ลักษณะของสินค้า ได้แก่ ประเภท ขนาด น้ำหนักของสินค้า ความรวดเร็วในการขนส่งกับรูปแบบการขนส่ง ความตรงต่อเวลาในการขนส่งกับต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

ผลการศึกษา พบว่า ต้นทุนการขนส่งที่ลดลงจะทำให้ผู้ประกอบการเลือกรูปแบบการขนส่งที่มีค่าขนส่งที่ต่ำกว่ามากขึ้น ได้แก่ การขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ แต่การเลือกรูปแบบนี้มีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าเก็บรักษาสินค้าคงคลังด้วย กล่าวคือ หากผู้ประกอบการเลือกการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือแล้วทำให้มีต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้น ค่าเช่าและค่าจัดการคลังสินค้าและต้นทุนในสินค้าคงคลังที่ต้องใช้ในการผลิต (buffer stock) แบบทันเวลาพอดี (just-in-time) ผู้ประกอบการอาจไม่เลือกการขนส่งในรูปแบบนี้แต่จะยอมเสียค่าขนส่งในรูปแบบอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ความรวดเร็วในการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบขนส่งโดยใช้รถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ โดยเฉพาะสินค้าที่มีมูลค่าสูง การขนส่งต้องการความรวดเร็วเนื่องจากการขนส่งรูปแบบอื่นทำให้เกิดระยะเวลาในการรอคอยสินค้าไม่ทันกับการผลิตและหากขนส่งโดยรูปแบบอื่นแล้วจะทำให้เกิดระยะเวลาการรอคอยสินค้าซึ่งทำให้อุตสาหกรรมต้องมีต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังสูงเพื่อให้ทันกับการผลิต ความตรงต่อเวลาที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศเนื่องจากสินค้าบางรายการมีมูลค่าสูง เช่น ชิ้นส่วนสมองกลควบคุมการทำงานในรถยนต์ซึ่งหากสินค้าไปถึงปลายทางล่าช้าจะมีผลต่อการผลิตแบบทันเวลาพอดี

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา พบว่า ต้นทุนการขนส่งที่ลดลงจะทำให้อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เลือกรูปแบบการขนส่งที่มีค่าขนส่งที่ต่ำกว่ามากขึ้น ได้แก่ การขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือ แต่การเลือกรูปแบบนี้มีความสัมพันธ์กับต้นทุนค่าเก็บรักษาสินค้าคงคลัง กล่าวคือ หากอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เลือกการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเรือแล้วทำให้มีต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้น (ค่าเช่า ค่าจัดการคลังสินค้า และต้นทุนในสินค้าคงคลังที่ต้องใช้ในการผลิตแบบทันเวลาพอดี) อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์อาจไม่เลือกการขนส่งในรูปแบบนี้ แต่จะยอมเสียค่าขนส่งในรูปแบบอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ ปัจจัยต่อมา คือ ความรวดเร็วในการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบขนส่ง จะเลือกใช้รถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ โดยเฉพาะสินค้าที่มีมูลค่าสูง การขนส่งต้องการความรวดเร็วเพื่อลดระยะเวลารอคอยสินค้าและลดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ปัจจัยด้านความตรงต่อเวลาที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุก หรือทางรถบรรทุกร่วมกับทางอากาศ เนื่องจากชิ้นส่วนยานยนต์บางประเภทใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ความตรงต่อเวลาของการขนส่งจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบ

การขนส่ง แบบจำลองโลจิสติกหลายทางเลือกสำหรับการเลือกรูปแบบการขนส่ง แสดงให้เห็นถึงปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่งและโลจิสติกส์ที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง อุตสาหกรรมยานยนต์จะเลือกรูปแบบการขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าที่ต่ำกว่า กรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนในการขนส่งสินค้าที่มีมูลค่าสูง รูปแบบการขนส่งที่มีความรวดเร็วจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่ง ปัจจัยด้านความสามารถในการขนส่งไปยังจุดหมายปลายทางตรงตามเวลาอย่างสม่ำเสมอ จะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งที่มีความตรงต่อเวลา

ดังนั้น รูปแบบการขนส่งทั้งสามรูปแบบ ควรมีการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการของแต่ละรูปแบบการขนส่ง ได้แก่ รูปแบบรถบรรทุก ควรปรับปรุงในเรื่องต้นทุนค่าขนส่งให้ต่ำลง หาเส้นทาง การขนส่งที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด มีประสิทธิภาพมากขึ้น ปรับปรุงเครื่องยนต์เพื่อใช้พลังงานทางเลือก เช่น ก๊าซธรรมชาติ NGV และให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า รูปแบบรถบรรทุก ร่วมกับเรือ ควรเพิ่มความรวดเร็วในการขนส่ง ความตรงต่อเวลา และมีตารางการขนส่งที่แน่นอนและมีความเที่ยงตรง ส่วนรูปแบบการขนส่งทางรถบรรทุกร่วมกับทางเครื่องบินควรลดต้นทุนค่าระวางลง และมีการเพิ่มจำนวนเที่ยวที่มากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพของรูปแบบการขนส่งให้สามารถแข่งขันกันเองได้ในแต่ละรูปแบบการขนส่งเอง

เอกสารอ้างอิง

- สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2551). *การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ในประเทศไทย*. สืบค้นวันที่ 19 มิถุนายน 2553. จาก <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=118>
- AdjadjhoueCR. (1995). *Corridor analysis and forecasting of intermodal transportation systems between Finland and Eastern European countries*, Acta Polytechnica Scandinavia. Civil Engineering and Building Construction Series. No. 101. Finnish Academy of Technoloty, Helsinki.
- Allaz, C. (2002). Air Cargo: Trends and New Challenges. Tourouve, LBC: *Institute of Air Transport*, 25-35.
- Ballou, R.H. (1999). Business Logistics Management—Planning, *Organizing and Controlling the SupplyChain*, 4th ed., 682 (New Jersey: Prentice Hall).
- Ben-Akiva, M., and Morikawa. (1990). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Ben-Akiva, M.E. and Lerman, S.R. (1993). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, Ma.

- Bhat, C.R. (2003). Simulation estimation of mixed discrete choice models using randomized rand scrambled Halton sequences. *Transportation Research Part B: Methodological* 37(9), 837-855.
- Brownstone, D., D.S. Bunch, and K. Train. (2000). Joint Mixed Logit Models of Stated and Revealed reference for Alternative-fuel Vehicles. *Transportation Research*. B.34.
- Bunch D.S. and Train K. (2000). Joint Mixed Logit Models of Stated and Revealed reference for Alternative-fuel Vehicles. *Transportation Research*. B.34.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Stank, T.P. (1999). 21st Century Logistics. *Making Supply Chain Integrations a Reality*, 264. (Oak Brook Council of Logistics Management).
- Cullinane K. and Toy N. (2000). Identifying influential attributes in freight route/mode choice decisions: a content analysis techniques. *Logistic and Transportation Review*. 36E(1). March. 41-53.
- Garrido, R.A. and Leva, M. (2004). Port of destination and carrier selection for fruit exports: a multi-dimensional space-time multi-nomial probit model. *Transportation Research Part B: Methodological*. 38(7). 657-67.
- David A.H, Rose. M.J., and Greene H.W. (2005). *Applied Choice Analysis. A Primer*. Cambridge University Press.
- Hayuth Y. (1992). Multimodal freight transport. *Modern Transport Geography*. Hoyle BS and Knowles R (Eds.) Belhaven. London. 199-214
- Kanerva, K. and Purola, J. (2001). *Logistiikkaselvitys 2001* [Logistics in Finland]. Publication No. 52/2001(Helsinki: Ministry of Transport and Communications). [in Finnish].
- Kent, J.L; Parker, R.S. and Luke, R.H. (2001). An empirical examination of shipper perceptions of service-selection attributes in five truckload industry segments. *Transportation Journal*. 41(1). 27-36.
- Laitinen, T. (2002) . Kansainvliset lentorahtipalvelut Suomessa [International Airfreight Services in Pöllänen, M. and Mäntynen, J. 2002. *Tieliikenne [Road Traffic]*. Publication No. 32 (Tampere: TampereUniversity of Technology). [in Finnish]
- McGinnis, M.A. (1990). A comparative evaluation of freight transportation choice models. *Transportation Journal*. 29(2). 36-46.

- Pedersen, E.L. and Gray, R. (1998). The Transport-choice decision process: The potential, methodology and applications of script-theoretic modeling. *International journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 21(5). 13-22.
- Rushton, A., Oxley, J. and Croucher, P. (2001). *The Handbook of Logistics and Distribution Management.*, 2nd edn (London: Kogan Page).
- Semeijn, J. (1995). Service priorities in international logistics. *The International Journal of Logistics Management*. 6(1). 27-36.

Translated Thai References

- National Economics and Social Development. (2551). *Infrastructure and Logistics Systems Development of Thailand*. retrieved June,19 2010. from <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=118>