การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากประเทศไทยไปสหภาพยุโรป (Multimodal Transportation from Thailand to European Union)

*สมเกียรติ สหประภา**[*]
*กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ**[**]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง วิธีการขนส่ง และเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต และเสนอแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากประเทศไทยไปสหภาพยุโรป โดยผ่านท่าเรือน้ำลึกทวาย ท่าเรือน้ำลึกปากบารา และท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งมีศักยภาพในการแข่งขันกันได้ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Multimodal Transport Cost Model เพื่อคำนวณหาต้นทุนรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่งและความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง จากนั้นใช้ Goal Programming Model เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่ตรงตามความต้องการของผู้ส่งออก โดยผู้ส่งออกเป็นผู้กำหนดน้ำหนักให้กับปัจจัยต่างๆ ที่จะนำมาพิจารณาด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า เส้นทางที่ 2: Ayutthaya – Dawei – Rotterdam ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 3,800 เหรียญสหรัฐ ใช้เวลาในการขนส่ง 21.4 วัน และมีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 0.14 เป็นเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออก

คำสำคัญ: การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ โปรแกรมเป้าหมาย

---

[*] นิสิตสาขาการจัดการด้านโลจิสติกส์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[**] ศาสตราจารย์ประจำภาควิชาพาณิชยศาสตร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

This thesis is the study of transport costs, transit time, modes and transportation routes for exporting cargo in 20 foot container and proposes data analysis models for selecting a multimodal transportation route from Thailand to European Union via Dawei Deep Seaport, Pakbara Deep Seaport and Laem Chabang Port which have competitive potentials. Data analysis is divided into 2 parts. Multimodal Transport Cost Model is for calculating total transport cost, transit time and transit time variability and Goal Programming Model is for calculating a route which meets exporter's need. Exporter will define weight of considered factors by himself. The result found that Route 2: Ayutthaya – Dawei – Rotterdam has total transport cost USD.3,800, transit time 21.4 days and transit time variability 0.14 is the multimodal transportation route which meets the exporter's need.

Keyword: Multimodal Transportation, Goal programming

1. บทนำ

การรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ในปี พ.ศ. 2558 มีเป้าหมายเพื่อยกเลิกอุปสรรคทางการค้า ทั้งด้านภาษีและที่มิใช่ภาษี รวมทั้งการปรับประสานกฎระเบียบและมาตรการทางการค้าต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกทางการค้า การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน จะส่งผลให้กลุ่มประเทศอาเซียน 10 ประเทศ เป็นเสมือนประเทศเดียวกัน ไม่มีกำแพงภาษีต่อกัน ไม่มีการกีดกันทางการค้า สินค้า บริการ การลงทุน แรงงานมีฝีมือเคลื่อนย้ายได้อย่างเสรี ดังนั้นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนจะส่งผลกระทบกับทุกภาคส่วน

และเมื่อปี พ.ศ. 2535 ประเทศในกลุ่มอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง ได้แก่ ไทย เมียนม่าร์ ลาว กัมพูชา เวียดนาม และจีนตอนใต้ (ยูนนาน) ได้ร่วมกันจัดตั้งโครงการพัฒนาความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง (Greater Mekong Sub-region: GMS) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการขยายตัวทางการค้า การลงทุน โดยมีธนาคารเพื่อการพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB) เป็นผู้ให้การสนับสนุนหลัก ในการพัฒนาสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานหลายแขนง โดยเฉพาะเส้นทางคมนาคมตามแนวระเบียงเศรษฐกิจอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง

ที่ผ่านมา รัฐบาลไทยเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศให้ทัดเทียมกับประเทศอื่นๆ ในภูมิภาค จึงให้การสนับสนุนการพัฒนาโครงการท่าเรือน้ำลึกขนาดใหญ่ 2 โครงการ ได้แก่ 1) ท่าเรือน้ำลึกทวาย 2) ท่าเรือน้ำลึกปากบารา นอกเหนือจาก ท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งเป็นท่าเรือหลักที่ใช้เป็นทางผ่านสินค้าเข้า-ออกในปัจจุบัน เพื่อเตรียมรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจการค้าของประเทศไทย และการเชื่อมต่อเส้นทางคมนาคมในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง เนื่องจากการรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

การรวมตัวกันของประเทศสมาชิกอาเซียน และโครงการพัฒนาท่าเรือน้ำลึกขนาดใหญ่ จะทำให้ระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ผู้ประกอบการนำเข้าและส่งออก ผู้ให้บริการขนส่ง ผู้รับจัดการขนส่ง ต้องศึกษาเรียนรู้เส้นทางการขนส่งที่เป็นทางเลือกใหม่ๆ เพื่อสามารถเลือกใช้ระบบการขนส่ง รวมถึงเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์

เนื่องจากต้นทุนการขนส่งสินค้าเป็นต้นทุนหลักที่จำเป็นของผู้ประกอบการ การตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่ง และเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง จึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างประเทศไทยไปสหภาพยุโรป โดยผ่านเส้นทางที่กำลังถูกพัฒนา สู่ท่าเรือน้ำลึกทวายและท่าเรือน้ำลึกปากบารา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง วิธีการขนส่ง และเส้นทางการขนส่งสินค้า พร้อมทั้งเสนอแนวทางวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง ที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออก

2. วรรณกรรมปริทัศน์

Banomyong (2000) ได้สรุปจากงานวิจัยของเขาว่า “การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ คือ การขนส่งสินค้าโดยมีวิธีการขนส่งหลายวิธี จากจุดหนึ่งหรือเมืองท่าต้นทางผ่านศูนย์เปลี่ยนถ่ายวิธีการขนส่งแห่งหนึ่งหรือมากกว่าไปยังเมืองท่าปลายทาง ซึ่งขั้นตอนการขนส่งทั้งหมดถูกกำหนดโดยผู้รับจัดการขนส่งเพียงรายเดียว” เขากล่าวว่าการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบเป็นระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้การปฏิบัติถูกดำเนินการภายใต้เอกสารฉบับเดียว มีการควบคุมและจัดการที่มีประสิทธิภาพ มีระบบความรับผิดชอบและการให้บริการโดยผู้ให้บริการรายเดียว ซึ่งมีความน่าเชื่อถือ สามารถคาดการณ์ได้ และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้

ในขณะที่ United Nations Multimodal Convention (1980) ได้ให้คำจำกัดความ คำว่า “การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างประเทศ” หมายถึง การขนส่งสินค้าโดยใช้วิธีการขนส่งอย่างน้อย 2 วิธีที่ต่างกัน ภายใต้สัญญาขนส่งต่อเนื่องฉบับเดียวกัน จากสถานที่หนึ่งที่ผู้รับจัดการขนส่งเข้าไปดำเนินการ จากประเทศหนึ่งไปยังสถานที่รับสินค้าที่กำหนดไว้ในต่างประเทศ

การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ มีปัจจัยที่แตกต่างกันไป ได้แก่ ต้นทุนค่าขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทาง และต้นทุนในการเคลื่อนย้ายเพื่อเปลี่ยนวิธีการขนส่ง นอกจากนั้น ปัจจัยอื่นๆ เช่น คุณสมบัติของสินค้า มูลค่าของสินค้า กลยุทธ์ทางการตลาด นโยบายสินค้าคงเหลือ ก็จำเป็นต้องถูกประเมินด้วย เพื่อหาวิธีการและเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด (Beresford, Zhou and Pettit, 2010)

ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (Transit Time) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เนื่องจากสินค้าที่อยู่ระหว่างการเดินทางก็ถือว่าเป็นต้นทุนอย่างหนึ่ง (Tyworth & Zeng, 1998) การทำให้ Transit Time ลดลง จึงทำให้ต้นทุนการส่งมอบสินค้าลดลงด้วย ต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่ง (In-Transit Inventory Cost) เป็นต้นทุนหลักอีกรายการหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการถือครองสินค้า ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง มูลค่าของสินค้า และอัตราต้นทุนสินค้าคงเหลือคิดเป็นเปอร์เซนต์ตามที่กำหนดไว้ Min (1991) ความตรงต่อเวลา (Time Reliability) ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ในบางอุตสาหกรรมที่มีตารางการปฏิบัติการที่แน่นอน การล่าช้าหรือเสียเวลาเป็นเรื่องที่ยอมรับไม่ได้ (Banomyong and Beresford, 2000)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีความพยายามหาวิธีที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทางขนส่งที่มีต้นทุนใกล้เคียงกับงบประมาณและเวลาที่กำหนดไว้ โดยมีความเสี่ยงในระหว่างการเดินทางอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่ไม่มีการนำต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่ง (In-Transit Inventory Cost) ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละเส้นทาง เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่ต่างกัน และต้นทุนการประกันภัย (Insurance Cost) เข้ามารวมไว้ในการคิดต้นทุนรวม ส่วนในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิด การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบโดยคำนึงถึงต้นทุนรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้น นอกจากนั้น เวลาที่ใช้ในขนส่ง (Transit Time) และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (Transit Time Variability) ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับต้นทุนรวม เนื่องจากการพิจารณาตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งอาจใช้ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือหลายปัจจัยร่วมกันเป็นเกณฑ์ตามสถานการณ์หรือความจำเป็น

เพื่อแก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ หรือหลายปัจจัยร่วมกัน Goal Programming Model จึงถูกนำมาใช้ โดยผู้ส่งออกสามารถกำหนดน้ำหนัก ให้กับปัจจัยดังกล่าวได้เองว่าจะให้น้ำหนักแก่ปัจจัยใดมากหรือน้อย ตามความต้องการหรือตามความสำคัญ ซึ่งทำให้เกิดความหยืดหยุ่นแก่ผู้ใช้งาน

3. วิธีการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) Multimodal Transport Cost Model เพื่อคำนวณหาต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ และเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการขนส่ง รวมทั้งความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง 2) Goal Programming Model เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่ตรงตามความต้องการของผู้ส่งออกหรือผู้รับจัดการขนส่งมากที่สุด จากข้อจำกัดต่างๆ

3.1 Multimodal Transport Cost Model ถูกพัฒนาขึ้นโดย Beresford (1999) และถูกนำมาปรับปรุงใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อสะท้อนให้เห็นต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Total Multimodal Transport Cost) โดยนำต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่ง (In-Transit Inventory Cost) และ ต้นทุนการประกันภัย (Insurance Cost) เข้ามารวมด้วย

Total Multimodal Transport Cost เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมจากกระบวนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ จากต้นทางไปจนถึงจุดหมายปลายทาง ต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Total Multimodal Transport Cost) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

ก. ต้นทุนรวมการขนส่ง (Total Transport Cost) ซึ่งเป็นต้นทุนหลัก ต้นทุนรวมการขนส่งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบและวิธีการขนส่ง ปริมาณสินค้า และระยะทางในการขนส่ง ต้นทุนส่วนนี้เมื่อได้รับจากผู้รับจัดการขนส่ง จะรวมต้นทุนการขนส่ง (Transport Cost) ต้นทุนการดำเนินการด้านเอกสาร (Documentation Cost) ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ (Packing Cost) ต้นทุนการขนย้าย (Handling Cost) ซึ่งรวมค่าอากร ค่ายกขนขึ้น-ลง ค่าคลังสินค้าระหว่างทาง ค่าใบอนุญาตต่างๆ และต้นทุนอื่นๆ (Miscellaneous Cost) สมการต้นทุนรวมการขนส่งเขียนได้ดังนี้

Total Transport Cost = Transport Cost + Documentation Cost + Packing Cost + Handling Cost + Misc. Costs (1)

ข. ต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่ง (In-Transit Inventory Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการถือครองสินค้า ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการขนส่ง มูลค่าของสินค้า และอัตราต้นทุนสินค้าคงเหลือคิดเป็นเปอร์เซนต์ตามที่กำหนดไว้ ต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่งสามารถคำนวณได้โดยสมการดังนี้

In-transit Inventory Cost = ICDT/365 (2)

เมื่อ I = Inventory carrying cost, % per year
C = Cargo value
D = Annual requirement
T = Transit time, day

ค. ต้นทุนการประกันภัย (Insurance Cost) ต้นทุนนี้เกี่ยวกับ ประเภทและมูลค่าของสินค้า เส้นทางและวิธีการขนส่ง Bender (1985) กล่าวว่า รูปแบบการขนส่งที่ยิ่งใช้เวลานานและมีต้นทุนการขนส่งสูง จะต้องจ่ายค่าประกันภัยที่สูงกว่า แต่ผู้บริหารบริษัทรับประกันวินาศภัยในประเทศไทยแห่งหนึ่ง ได้ให้ข้อมูลว่า ค่าเบี้ยประกันภัยจะคิดจากมูลค่าสินค้า (CV) ซึ่งเป็นเงินสกุลเหรียญสหรัฐ ที่ปรากฏใน Invoice หรือ Bill of Lading บวก 10 เปอร์เซนต์ เพื่อใช้เป็นทุนประกัน จากนั้นแปลงสกุลเงินให้เป็นบาท ด้วยอัตราแลกเปลี่ยน ณ วันเอาประกัน แล้วจึงคูณด้วยอัตราเบี้ยประกันภัย (ตารางที่ 1) ตามประเภทของสินค้า บวกด้วยค่าอากรอีก 0.4 เปอร์เซนต์ ฉะนั้น Insurance Cost จึงสามารถหาได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้ (LMG Insurance, interview, 26 August 2012)

*Insurance Cost = CV * 1.1 * Exch. Rate * %Premium * 1.004* (3)

ตารางที่ 1 อัตราเบี้ยประกันภัย

ประเภทสินค้า	อัตราเบี้ยประกันภัย (%)
สินค้าอุตสาหกรรมทั่วไป	0.05% - 0.30%
สินค้าเกษตรทั่วไป	0.10% - 0.25%
สินค้าหัตถกรรมทั่วไป	1.00% - 2.00%
เครื่องประดับที่ทำด้วยเงิน	0.20% - 1.50%
อาหารแช่แข็ง	0.30% - 1.00%
สินค้าอื่นๆ นอกจาก 1-5 ที่ไม่อันตราย	0.10% - 0.50%

ที่มา: www.bkksiam.com

ต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ จึงเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

Total Multimodal Transport Cost = Total Transport Cost + In-Transit Inventory Cost + Insurance Cost (4)

3.2 Transit Time (เวลาที่ใช้ในการขนส่ง) คือ ระยะเวลาทั้งหมด ตั้งแต่สินค้าถูกขนส่งออกจากโรงงานผลิตของผู้ส่งออก หรือสถานที่ที่ตกลงกันไว้ จนถึงท่าเรือปลายทาง หรือสถานที่ที่กำหนดไว้

3.3 Transit Time Variability (ความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง) แสดงถึงความน่าเชื่อถือ (Reliability) ในเรื่องความตรงต่อเวลา ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าแสดงถึงประสิทธิภาพที่ดีกว่า ความเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเป็นจำนวนเท่าของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการขนส่ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

Transit Time Variability = (Maximum transit time - Minimum transit time) / Average Transit Time (5)

3.4 Goal Programming Model เป็นรูปแบบพิเศษของ Linear Programming ใช้แก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์รวมกัน (Multiple Objectives) โดยการกำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัยตามลำดับความสำคัญ (Priority) หรือตามความต้องการ ในงานวิจัยนี้ ต้นทุนรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ถูกนำมาวิเคราะห์หาเส้นทางที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งผู้ส่งออกเป็นผู้กำหนดเป้าหมาย (Goal) เองว่า สินค้าที่จะส่งออกในแต่ละคำสั่งซื้อ หรือแต่ละงวด ปัจจัยใดจาก 3 ปัจจัย ดังกล่าวข้างต้น มีความสำคัญเป็นอันดับแรกก็จะกำหนดน้ำหนักให้สูงกว่าปัจจัยอื่น และลดลงตามลำดับ ผู้ส่งออกสามารถกำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย เป็นสัดส่วน เช่น 60:30:10 หรือเท่าใดก็ได้ตามที่เห็นสมควร

โดยสมการเป้าหมาย (Objective Function) Min $Z = w_1d_1+w_2d_2+w_3d_3$ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลรวมถ่วงน้ำหนักที่ให้ค่าน้อยที่สุด (Minimize) ของความเบี่ยงเบนจากต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด (d_1) ความเบี่ยงเบนจากเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่น้อยที่สุด (d_2) และความเบี่ยงเบนจากความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่ต่ำที่สุด (d_3) ของแต่ละเส้นทาง โดยเส้นทางที่ให้ค่า Min Z น้อยที่สุดจะเป็นเส้นทางที่ถูกเลือกโดยโมเดล

ส่วนข้อจำกัด (Constraints) คือ ผลรวมของปัจจัยแต่ละปัจจัย ได้แก่ ต้นทุนรวม เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ในแต่ละเส้นทางต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ ค่าสูงสุด (Maximum) ของปัจจัยนั้นๆ โดยกำหนดให้

C = Maximum Cost of All Routes
T = Maximum Transit Time of All Routes
V = Maximum Transit Time Variability of All Routes

กำหนดให้ X_j คือ ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ (Decision Variables) แทนเส้นทางแต่ละเส้นทาง มีค่าเป็น 0 เมื่อเส้นทางนั้นไม่ถูกเลือก และมีค่าเป็น 1 เมื่อเส้นทางนั้นถูกเลือกให้เป็นเส้นทางที่ตรงกับความต้องการตามสมการที่ (10) เพื่อให้มีเส้นทางที่ถูกเลือกเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น

สมการที่ใช้สำหรับ Goal Programming Model ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

Min $Z = w_1 d_1 + w_2 d_2 + w_3 d_3$ (6)

Subject to:

Total Cost $c_1 X_1 + c_2 X_2 + ... + c_n X_n <= C$ (7)

Transit Time $t_1 X_1 + t_2 X_2 + ... + t_n X_n <= T$ (8)

Transit Time Variability $v_1 X_1 + v_2 X_2 + ... + v_n X_n <= V$ (9)

$X_1 + X_2 + ... + X_n = 1$ (10)

$w_i d_i >= 0$, i = 1, 2, 3

$c_j, t_j, v_j >= 0$, j = 1, 2, ...n

X_j = 0 or 1, j = 1,2,.... n

X_j is zero-one decision variables.

Whereas;

Decision Variables:

X_j = binary decision variable: 1, if the route is selected, or 0, otherwise

d_1 = positive deviational variable from the lowest cost, in US dollar

d_2 = positive deviational variable from the lowest transit time

d_3 = positive deviational variable from the lowest transit time variability Parameters:

w_1 = weight determined by relative importance of lower costs

w_2 = weight determined by relative importance of less transit time

w_3 = weight determined by relative importance of less transit time variability

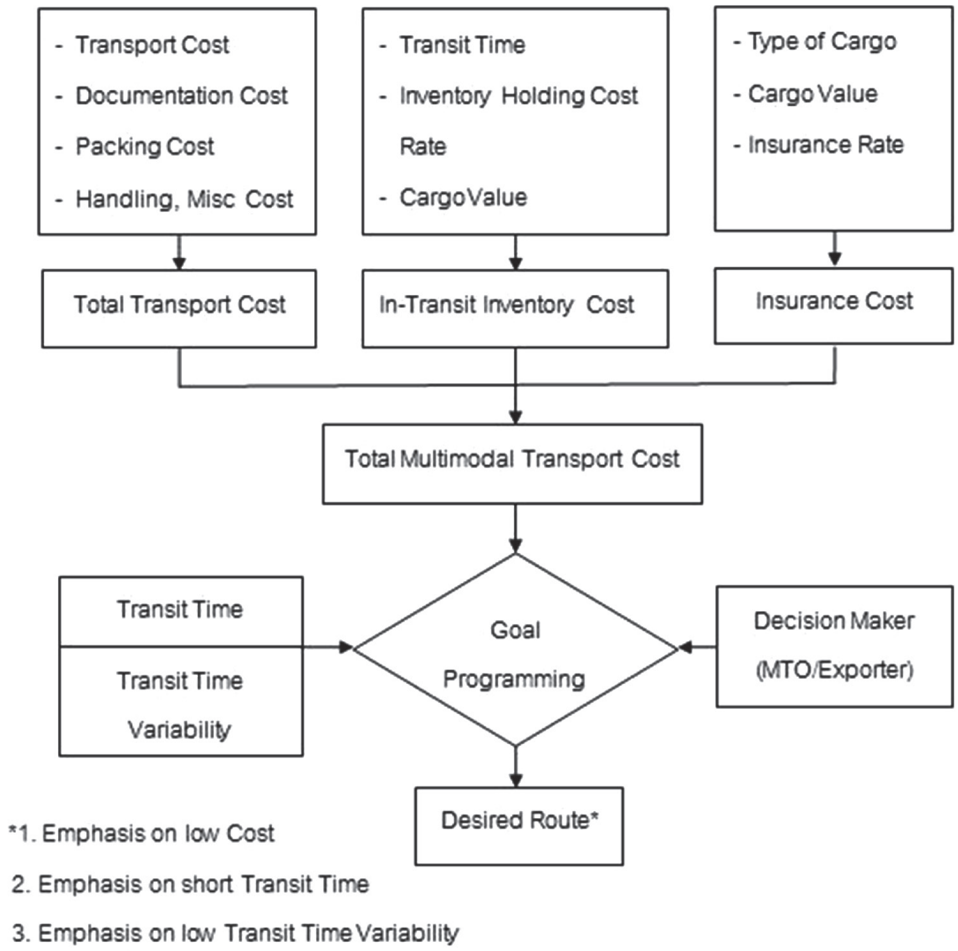
c_j = total cost of each route

t_j = transit time of each route

v_j = transit time variability of each route

โมเดลที่ใช้เพื่อหาคำตอบ แสดงไว้ตามภาพที่ 1

ภาพที่ 1 โมเดลที่ใช้เพื่อหาคำตอบ



4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 กรณีศึกษา: การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากประเทศไทยไปสหภาพยุโรป

กรณีศึกษานี้ จะพิจารณาการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งจัดอยู่ในประเภทสินค้าอุตสาหกรรมทั่วไป อัตราเบี้ยประกันภัย 0.30% (ตารางที่ 1) มูลค่าสินค้าตามใบตราส่ง (Bill of Lading) 100,000 เหรียญสหรัฐ รวมค่าขนส่งและประกันภัย จากโรงงานผลิตในนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไปยังลานจัดเก็บตู้คอนเทนเนอร์ของผู้ซื้อ ในท่าเรือ Rotterdam ประเทศเนเธอร์แลนด์ บรรจุในตู้สินค้าแห้งทั่วไป (Dry Container, Freight All Kind) ขนาด 20 ฟุต จำนวน 1 ตู้ เส้นทางหลักเป็นการขนส่งทางทะเล ผ่านท่าเรือต้นทางที่มีศักยภาพในการแข่งขัน ซึ่งได้แก่ ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือน้ำลึกทวาย และท่าเรือน้ำลึกปากบารา โดยผู้ส่งออกต้องการเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบซึ่งตรงกับความต้องการของตน ในด้านต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง เส้นทางการขนส่งที่จะทำการศึกษาในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 เส้นทาง แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เส้นทางและวิธีการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ทำการศึกษา

Route	Origin	Mode	Transfer	Mode	Transfer	Mode	Destination
1	Ayutthaya	Road	LCB	Sea	Singapore	Sea	Rotterdam
2	Ayutthaya	Road	Dawei	Sea	---	---	Rotterdam
3	Ayutthaya	Road	ICD	Rail	Pakbara	Sea	Rotterdam

ข้อมูลต้นทุนการขนส่ง ได้รับมาจากการเสนอราคาและประเมินราคา โดยบริษัทผู้รับจัดการขนส่ง บริษัทเดินเรือทะเล การรถไฟแห่งประเทศไทย สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องลาดกระบัง บริษัทรถหัวลาก ด่านศุลกากร บริษัทประกันภัยขนส่งสินค้าทางทะเล ซึ่งให้บริการอยู่ในเส้นทางที่ทำการศึกษา ในบางส่วนที่ระบบการขนส่งและการปฏิบัติการยังไม่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่มีให้บริการในภูมิภาคนั้นๆ มาเปรียบเทียบและประยุกต์ใช้ตามความจำเป็น

เนื่องจากยังไม่มีการขนส่งสินค้า ไปยังท่าเรือน้ำลึกทวายและปากบารา ต้นทุนการขนส่ง และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง จึงเป็นตัวเลขประมาณการที่จัดทำโดยบริษัทผู้รับจัดการขนส่ง บนพื้นฐานการคำนวณ และเปรียบเทียบกับต้นทุนในการขนส่งที่ใช้อยู่ในเส้นทางปัจจุบัน คือ เส้นทาง Ayutthaya - Laem Chabang และ Port Kelang – Rotterdam

4.2 การวิเคราะห์เส้นทางการขนส่ง (Transportation Route Analysis)

เส้นทางที่ 1 (Route 1) เป็นเส้นทางที่มีให้บริการอยู่ในปัจจุบัน การขนส่งตู้สินค้าจากนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไปท่าเรือ Rotterdam ในสหภาพยุโรป จะใช้รถหัวลากลากตู้สินค้ามาที่ท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อลงเรือลำเลียง (Feeder) และไปขึ้นเรือเดินทะเล (Ocean-going Vessel) หรือเรือแม่ ที่ท่าเรือสิงคโปร์ รายละเอียดต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เส้นทางที่ 1: Ayutthaya - Laem Chabang - Rotterdam (via Singapore)

Step	Leg	Mode	Dist. (Km)	Cost (USD)	Transit Time Avg. (Hr)	Transit Time Max. (Hr)	Transit Time Min. (Hr)	Transit Time Vari ability
1*	Ayutthaya – Laem Chabang	Road	180	290	2.50	3.00	2.25	
	Document Fee			38				
	Seal Fee			4				
	Custom Charge			48				
	Gate Charge			25				
	THC (Laem Chabang)			83				
	Handling Charge			35				
	Laem Chabang Connection				24.00	48.00	12.00	
2**	Laem Chabang – Rotterdam (via Singapore)	Sea	16,968	1,600	552.00	575.00	528.00	
3	Sub Total (1+2)		17,148	2,123	578.50	626.00	542.25	0.14
4	VAT 7% (3)			149				
5	Total Transport Cost (3+4)			2,272				
6	Insurance Cost			331				
7	In-transit Inventory Cost			1,651				
8	Total Multimodal Transport Cost (5+6+7)			4,254 USD.	24.1 days			0.14

หมายเหตุ กำหนดให้ Inventory Carrying Cost เท่ากับ 25 เปอร์เซนต์ต่อปี, อัตราแลกเปลี่ยน ณ วันที่ 17 ธ.ค. 55 เท่ากับ 30.5 บาท ต่อ 1 เหรียญสหรัฐ, * ข้อมูลจาก WICE Logistics ผู้รับจัดการขนส่ง, ** Mitsui O.S.K Line เป็นผู้ให้บริการขนส่งทางทะเล, 1 ไมล์ทะเล เท่ากับ 1.852 กิโลเมตร, THC = Terminal Handling Charge

เส้นทางที่ 2 (Route 2) เกิดจากการรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) และโครงการพัฒนาท่าเรือน้ำลึกและนิคมอุตสาหกรรมทวาย ในสหภาพเมียนม่าร์ ทำให้ผู้ส่งออกสินค้าและผู้ประกอบการ มีเส้นทางขนส่งสินค้าออกไปสหภาพยุโรป ให้เลือกเพิ่มขึ้น โดยตู้สินค้าอาจถูกขนส่งทางถนน บนทางหลวงสายหลัก ผ่านด่านบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดกาญจนบุรี ไปลงเรือเดินทะเลที่ท่าเรือน้ำลึกทวายในสหภาพเมียนม่าร์ เพื่อขนส่งต่อไปยังสหภาพยุโรป รายละเอียดต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เส้นทางที่ 2: Ayutthaya - Dawei - Rotterdam

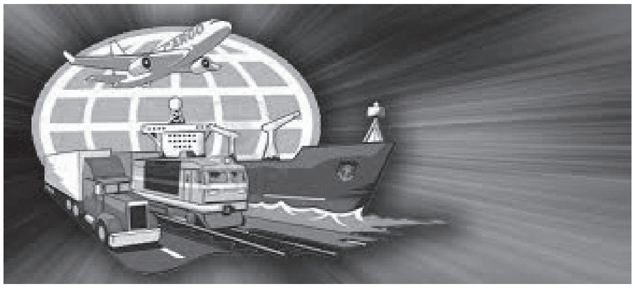
Step	Leg	Mode	Dist. (Km)	Cost (USD)	Transit Time Avg. (Hr)	Transit Time Max. (Hr)	Transit Time Min. (Hr)	Transit Time Variability
1*	Ayutthaya - ด่านบ้านพุน้ำร้อน	Road	228	368	5.25	6.00	4.75	
	Document Fee			38				
	Seal Fee			4				
	Custom Charge (Thai)			48				
	Gate Charge (ด่านบ้านพุน้ำร้อน)			25				
2**	ด่านบ้านพุน้ำร้อน - Dawei	Road	160	258	3.75	4.25	3.25	
	Transit Entry Document			10				
	Custom charge (Myanmar)			18				
	THC (Dawei)			170				
	Handling Charges			35				
	Dawei Connection				24.00	48.00	12.00	
3***	Dawei - Rotterdam	Sea	14,988	900	480.00	504.00	468.00	
4	Sub Total (1+2+3)		15,376	1,874	513.00	562.25	488.00	0.14

ตารางที่ 4 (ต่อ) เส้นทางที่ 2: Ayutthaya - Dawei - Rotterdam

Step	Leg	Mode	Dist. (Km)	Cost (USD)	Transit Time Avg. (Hr)	Transit Time Max. (Hr)	Transit Time Min. (Hr)	Transit Time Vari ability
5	VAT 7% (4)			131				
6	Total Transport Cost (4+5)			2,005				
7	Insurance Cost			331				
8	In-transit Inventory Cost			1,464				
9	Total Multimodal Transport Cost (6+7+8)			3,800 USD.	21.4 days			0.14

หมายเหตุ * ข้อมูลจากการประมาณการโดยผู้รับจัดการขนส่ง, ** ข้อมูลจาก Myanmar Port Authority (MPA) - http://www.mot.gov.mm/mpa/index.html, *** Sea freight by *Malaysian International Shipping Corporation Berhad (MISC)* - http://www.misc.com.my/ เป็นราคาเปรียบเทียบกับเส้นทาง Port Kelang - Rotterdam, ***เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งประมาณการโดยผู้วิจัย

เส้นทางที่ 3 (Route 3) สืบเนื่องมาจาก การศึกษาโครงการพัฒนาท่าเรือปากบารา จังหวัดสตูล ให้เป็นนิคมอุตสาหกรรมและท่าเรือน้ำลึกในภาคใต้ ฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยตู้สินค้าจะถูกขนส่งทางถนน จากนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาที่สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องลาดกระบัง (ICD - Lad Krabang) และใช้เส้นทางรถไฟบรรทุกตู้สินค้าสายใต้ ไปลงเรือเดินสมุทรที่ท่าเรือปากบารา จังหวัดสตูล เพื่อส่งออกไปยังสหภาพยุโรป รายละเอียดต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง แสดงไว้ในตารางที่ 5



ตารางที่ 5 เส้นทางที่ 3: Ayutthaya - ICD (Lad Krabang) - Pakbara - Rotterdam

Step	Leg	Mode	Dist. (Km)	Cost (USD)	Transit Time Avg. (Hr)	Transit Time Max. (Hr)	Transit Time Min. (Hr)	Transit Time Variability
1*	Ayutthaya – ICD (Lad Krabang)	Road	86	139	1.25	1.50	1.00	
	Document fee			38				
	Seal fee			4				
	Custom charge			48				
	THC (ICD)			83				
	ICD-Lad Krabang Connection				18.00	24.00	12.00	
2*	ICD (Lad Krabang) - Pakbara	Rail	976	360	15.00	27.00	14.00	
	Gate charge			25				
	THC (Pakbara)			83				
	Handling charges			35				
	Pakbara connection				24.00	48.00	12.00	
3**	Pakbara - Rotterdam	Sea	15,053	900	482.00	506.00	470.00	
4	Sub Total (1+2+3)		16,115	1,715	540.25	606.50	509.00	0.18
5	VAT 7% (4)			120				
6	Total Transport Cost (4+5)			1,835				
7	Insurance Cost			331				
8	In-transit Inventory Cost			1,490				
9	Total Multimodal Transport Cost (6+7+8)			3,656 USD.	22.5 Days			0.18

หมายเหตุ * ข้อมูลจากการประมาณการโดยผู้รับจัดการขนส่ง และการรถไฟแห่งประเทศไทย, ** Sea freight by *Malaysian International Shipping Corporation Berhad (MISC)* - http://www.misc.com.my/ เป็นราคาเปรียบเทียบกับเส้นทาง Port Kelang - Rotterdam, ข้อสังเกตุ ค่าขนส่งทางทะเล (Sea Freight) ในเส้นทาง Port Kelang - Rotterdam ของบริษัท MISC สายการเดินเรือแห่งชาติของประเทศมาเลเซีย ถือว่าเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้ส่งออกหรือผู้รับจัดการขนส่ง มาใช้ท่าเรือ Port Kelang และใช้บริการขนส่งทางทะเลของบริษัท MISC แต่จากการสัมภาษณ์ผู้รับจัดการขนส่ง ได้รับคำตอบว่าราคาที่เสนอโดย MISC เป็นราคาที่ใกล้เคียงกับราคาเฉลี่ยสำหรับเส้นทางนี้ ฉะนั้น ค่าขนส่งทางทะเลอาจสูงหรือต่ำกว่าที่ปรากฏในตารางที่ 4 และ 5 หากใช้บริการของสายการเดินเรืออื่น, ***เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งประมาณการโดยผู้วิจัย

ต้นทุนรวมในการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ตามวิธี Total Multimodal Transport Cost ของทั้ง 3 เส้นทาง แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 Total Multimodal Transport Cost, Transit Time and Transit Time Variability

Route	Total Multimodal Transport Cost (USD.)	Transit Time (Days)	Transit Time Variability
1. Ayutthaya - Laem Chabang - Rotterdam	4,254	24.1	0.14
2. Ayutthaya - Dawei - Rotterdam	3,800	21.4	0.14
3. Ayutthaya - ICD - Pakbara- Rotterdam	3,656	22.5	0.18

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Goal Programming Model

การนำ Goal Programming มาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อคำนวณหาเส้นทางการขนส่งที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออกมากที่สุด (Desired Route) ซึ่งอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อหา เส้นทางที่มีต้นทุนต่ำที่สุด เส้นทางที่ใช้เวลาในการขนส่งน้อยที่สุด เส้นทางที่มีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งน้อยที่สุด หรือหลายวัตถุประสงค์รวมกัน (Multiple Objectives) โดยกำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย

เนื่องจากข้อมูลของแต่ละปัจจัยมีหน่วยและปริมาณแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจทำให้มีอิทธิพลครอบงำปัจจัยอื่นๆ จึงทำการปรับข้อมูลทั้งหมดให้เป็นฐานเดียวกันก่อน (Normalization) โดยการหารด้วยค่าสูงสุดของแต่ละปัจจัยตามลำดับ ขั้นตอนการปรับฐานนี้ จะทำให้ข้อมูลยังมีการกระจายตัวเหมือนเดิม เป็นการแปลงต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ให้มีค่าเป็นบวกระหว่าง 0 ถึง 1 แสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง ทำให้เป็นฐานเดียวกัน

Route	1. Ayutthaya-LCB-Rotterdam	2. Ayutthaya-Dawei-Rotterdam	3. Ayutthaya-ICD-Pakbara-Rotterdam
Total Multimodal Transport Cost	1	0.89	0.86
Transit Time	1	0.89	0.93
Transit Time Variability	0.78	0.78	1

การกำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย ก็จะถูกนำมาปรับให้เป็นฐานเดียวกันด้วย โดยกำหนดให้ w_1, w_2, w_3 เป็นน้ำหนักที่ผู้ส่งออกกำหนดให้กับปัจจัย ต้นทุนการขนส่ง เวลาที่ใช้ในการขนส่ง และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง เช่น 60%, 30% และ 10% เมื่อปรับฐานโดยการหารด้วย 100% แล้วจะเท่ากับ 0.6, 0.3 และ 0.1 ตามลำดับ

การหาคำตอบจาก Goal Programming Model ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ Solver ของ Microsoft Excel 2010 ในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้แสดงผลลัพธ์ไว้ 3 กรณีศึกษา ดังนี้

4.3.1 กรณีศึกษาที่ 1: Emphasis on low Cost

กรณีศึกษาที่ 1 ให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ (Emphasis on low Cost) เป็นลำดับแรก เพื่อต้องการหาเส้นทางที่มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ โดยคำนึงถึงปัจจัยอื่นร่วมด้วย ผู้ส่งออกกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 60% ส่วนปัจจัยเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และปัจจัยความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 30% และ 10% ตามลำดับ

พบว่าโมเดลเลือกเส้นทางที่ 2: Ayutthaya - Dawei - Rotterdam ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 3,800 เหรียญ ใช้เวลาในการขนส่ง 21.4 วัน และมีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 0.14 ผู้วิจัยได้ทดลองเพิ่มน้ำหนักให้กับต้นทุนการขนส่งขึ้นจนถึง 90% และไม่ให้น้ำหนักกับความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเลย โมเดลจึงจะเลือกเส้นทางที่ 3 ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 การกำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการ ซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์เปลี่ยนไป

ตารางที่ 8 Summary of Min Z when emphasis on low Cost

Weight (%)			Minimise Z		
Cost	Transit Time	Variability	Route 1	Route 2	Route 3
60	30	10	0.117	0.018	0.034
70	20	10	0.120	0.021	0.030
80	10	10	0.123	0.024	0.026
90	10	0	0.137	0.027	0.004

4.3.2 กรณีศึกษาที่ 2: Emphasis on short Transit Time

กรณีศึกษาที่ 2 ให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่สั้น (Emphasis on short Transit Time) เพื่อต้องการหาเส้นทางที่ใช้เวลาในการขนส่งน้อย ผู้ส่งออกกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 30% ส่วนปัจจัยเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และปัจจัยความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ 60% และ 10% ตามลำดับ พบว่าโมเดลเลือกเส้นทางที่ 2

4.3.3 กรณีศึกษาที่ 3: Emphasis on low Transit Time Variability

กรณีศึกษาที่ 3 ให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่ต่ำ (Emphasis on low Transit Time Variability) นั่นหมายถึง ผู้ส่งออกให้ความสำคัญมากในเรื่องการส่งสินค้าให้ตรงต่อเวลา เพื่อต้องการหาเส้นทางที่มีความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่งต่ำ โดยผู้ส่งออกกำหนดน้ำหนักให้ปัจจัยต้นทุนการขนส่งเท่ากับ 10% ส่วนปัจจัยเวลาที่ใช้ในการขนส่ง

และปัจจัยความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง เท่ากับ 30% และ 60% ตามลำดับ พบว่าโมเดลเลือกเส้นทางที่ 2

5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อเสนอแนวทางวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง ที่ตรงกับความต้องการของผู้ส่งออก หรือผู้รับจัดการขนส่ง คุณค่าของงานวิจัยนี้อยู่ที่ การเสนอแนวทางและโมเดลที่ใช้คำนวณเพื่อช่วยตัดสินใจเลือกเส้นทางและวิธีการขนส่ง เมื่อมีข้อจำกัดต่างๆในแต่ละสถานการณ์ การคำนวณหาต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบในงานวิจัยนี้ ได้นำต้นทุนสินค้าคงเหลือระหว่างการขนส่ง (In-Transit Inventory Cost) และต้นทุนการประกันภัย (Insurance Cost) เข้ามารวมไว้ จากนั้น นำต้นทุนรวมการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Total Multimodal Transport Cost) เวลาที่ใช้ในการขนส่ง (Transit Time) และความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (Transit Time Variability) มาวิเคราะห์โดยใช้ Goal Programming Model โดยผู้ส่งออกเป็นผู้กำหนดน้ำหนักให้แต่ละปัจจัยด้วยตนเอง

จากกรณีศึกษาพบว่า เส้นทางที่ 2: Ayutthaya - Dawei - Rotterdam เป็นเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่ถูกเลือก

ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับขนส่ง ผู้รับจัดการขนส่ง (Freight Forwarder) ผู้รับจัดการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (MTO) ผู้ส่งออก และผู้มีบทบาทในการตัดสินใจด้านเส้นทางขนส่งสาธารณะเพื่อการส่งออก เมื่อนำแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเส้นทางการขนส่ง และการวิเคราะห์โดยใช้ Goal Programming Model ไปประยุกต์ใช้ โดยการกำหนดน้ำหนักให้กับปัจจัยต่างๆที่นำมาพิจารณา ในระดับที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ค้นพบเส้นทางใหม่ๆ เพื่อสนองความต้องการของผู้ส่งออก ทำให้เกิดการได้เปรียบในการแข่งขัน และยังช่วยผู้ส่งออกลดต้นทุนโลจิสติกส์ลงได้

ผู้วิจัยหวังว่า การศึกษานี้จะสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการทำวิจัย เกี่ยวกับการขนส่งและโลจิสติกส์ ในกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน โดยการศึกษาขั้นต่อไป อาจรวมถึง

- การศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับท่าเรือแหลมฉบัง เมื่อท่าเรือน้ำลึกทวายเปิดให้บริการ
- การศึกษาความความคุ้มค่าของการใช้เส้นทาง Land Bridge ระหว่างท่าเรือน้ำลึกทวายกับท่าเรือแหลมฉบัง
- การศึกษาเส้นทางและวิธีการการขนส่งที่เหมาะสมจากท่าเรือทวายไปประเทศต่างๆที่เป็น Hinterland
- การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งวิธีการต่างๆ ในกลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เจรจาการค้าระหว่างประเทศ, กรม. (2553). **การเปิดเสรีโลจิสติกส์อาเซียน: โอกาส ผลกระทบ และการปรับตัวของผู้ประกอบการไทย**. โครงการพัฒนาศักยภาพผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย สู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน.

เจ้าท่า, กรม. (2552). **รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม**. โครงการก่อสร้างท่าเทียบเรือน้ำลึกและถมทะเล ระยะที่ 1 บริเวณปากคลองปากบารา อำเภอละงู จังหวัดสตูล.

ท่าเรือแหลมฉบัง. (2554). **ข้อมูลทั่วไป** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.laemchabangport.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=2&lang=th [26 สิงหาคม 2555]

ประกันคุ้มภัย, บริษัท (มหาชน) จำกัด. (2554). **การประกันภัยขนส่งสินค้าทางทะเล** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.safety.co.th/web/khumpai.nsf/0/53BCFF1CD1534A8247257170003D56 [6 กันยายน 2555]

ศูนย์ข้อมูลและการมีส่วนร่วมของประชาชนโครงการท่าเทียบเรือน้ำลึกปากบารา. (2553). **โครงการท่าเทียบเรือน้ำลึกปากบารา** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.pakbaradeepseaport.com/info.html [21 สิงหาคม 2555]

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2553). **การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้น ทางรถไฟเชื่อมโยงการขนส่งสินค้าระหว่างท่าเรือฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.otp.go.th/images/stories/9Project/2553/7_pakbara/B09.pdf [12 กันยายน 2555]

Al-Muhaisen, S.A. (2005). **Overview of Trends in Multimodal Transport**. World Free Zone Convention-IZMIR 2005 Int'l Conference.

Asian Development Bank. (2010). **Greater Mekong Subregion Program – ADB.org** [Online]. Available from: http://www.adb.org/GMS/program.asp [2012, August 6]

Bangkok Siam Risks Management. (2010). **Marine Insurance** [Online]. Available from: http://www.bkksiam.com/tservice01.php [2012, September 6]

Banomyong, R. (2000). **Multimodal transport corridors in South East Asia: A case study approach**. Philosophiae Doctor Thesis of the University of Wales, Logistics & Operations Management Section, Cardiff Business School, Cardiff University.

Banomyong, R., and Beresford, A.K.C. (2000). **Multimodal Transportation the case of Laotian garment exports**. International Journal of Physics Distribution & Logistics Management.

Bender, P.S. (1985). **Logistics system design**. J.F. Robeson and R.G. House (Eds.), The Distribution Handbook, pp. 143-224. The Free Press, New York.

Beresford, A.K.C. (1999**). Modeling freight transport costs: a case study of the UK-Greece corridor**. International Journal of Logistics: Research and Applications.

Beresford, A.K.C., Zhou, Z.B., and Pettit, S.J. (2010). **Multimodal Transport of Unit Load Shipments between France and South Africa: Costs and Modal Choice Decision Making**. Cardiff Business School, Cardiff University.

Bookbinder, J.H., and Fox, N.S. (1998). **International routing of Canada-Mexico shipments under NAFTA**. Transportation Research 34.

Branch, A.E. (1994). **Export practice and management**. Chapman & Hall, London.

Chan Shipping. (2010). **Marine Insurance** [Online]. Available from: http://www.chanshipping.com/index.php? [2012, September 6]

Chang, T. (2008). **Best routes selection in international intermodal networks**. Computers and Operations Research 35.

Coyle, J., Bardi, E., and Langley, C. (2003). **The management of Business Logistics: A supply chain perspective**. South-Western, Ohio.

Dawei Development Company Limited. (2011). **Dawei Project** [Online]. Available from: http://www.daweidevelopment.com/index.php/th/dawei-project [2012, September 8]

International Business Training. (2010). **INCOTERMS 2012 Rules** [Online]. Available from: http://www.i-b-t.net/incoterms.html [2012, September 3]

Kengpol, A., Meethom, W. and Touminen, M. (2008). **The development of a decision support system in multimodal transportation routing within Greater Mekong Subregion countries**. International Journal of Production Economics 111.

Kent J.L., and Parker R.S. (1999). **International Containership Carrier Selection Criteria: Shipper/Carrier Differences**. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 29.

Lambert, M., and Stock, J.R. (1993). **Strategic logistics management**. Irwin, London.

LMG Insurance. **Interview**. 26 August 2012.

Logistics digest. (2012). **Dawei Port** [Online]. Available from: http://www.logisticsdigest.com/article/logistics-insight/item/4285-dawei-port.html [2012, August 24]

Min, H. (1991). **International Intermodal Choices via chance-constrained goal programming**. Transportation Research 25A.

Netpas Distance. (2010). **Get Distance** [Online]. Available from: http://netpas.net/ [2012, September 2]

Rushton, A., Oxley, J. and Croucher, P. (2000). **Logistics and Distribution Management**. Kogan Page Limited, London.

Sahin, B., Yilmaz, H., Ust, Y., Guneri, A.F., and Gulsun, B. (2009). **An approach for analyzing transportation costs and a case study**. European Journal of Operation Research 193.

Tyworth, J.E., and Zeng, A.Z. (1998). **Estimating the Effect of Carrier Transport Time Performance on Logistics Costs and Service**. Transportation Research 32.

United Nations. (1980). **Convention on International Multimodal Transport of Goods**. Geneva.

World Bank. (2009). **Connecting to complete : Trade Logistics in the Global Economy** [Online]. Available from: http://web.worldbank.org [2012, August 16]

Yang, X., Low, J.M.W., and Tang, L.C. (2011). **Analysis of intermodal freight from China to India Ocean: A Goal Programming Approach**. Journal of Transport Geography 19.