วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 (187 -195) เมษายน - มิถุนายน 2554 บทความวิจัย
KKU Engineering Journal Vol.38 No.2 (187-195) April - June 2011

การออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ระหว่างไทยกับเวียดนาม

วรพจน์ มีถม [*1)] และสมชาย พรชัยวิวัฒน์ [2)]

บทคัดย่อ

จากการค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบนั้น ให้ความสำคัญกับการหาคำตอบของเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีต้นทุนต่ำที่สุดหรือเป็นเวลาในการขนส่งที่ต่ำที่สุดเท่านั้น โดยปราศจากการพิจารณาปัจจัยการตัดสินใจด้านคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาออกแบบระบบการตัดสินใจที่มีการพิจารณาทั้งปัจจัยเชิงปริมาณด้านงบประมาณที่มีในการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และปัจจัยเชิงคุณภาพอื่นๆ คือ ความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่ง ภายใต้งบประมาณ เวลาที่มีในการขนส่ง และความเสี่ยงของเส้นทาง ระบบ สนับสนุนการตัดสินใจนี้ประกอบด้วยเครื่องมือหลัก 3 ชนิด คือ 1) รูปแบบการคิดต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (*Multimodal Transport Cost-model)* เพื่อนำมาคำนวณหาต้นทุนและเวลาในการขนส่งในเส้นทางต่างๆ เพื่อเป็น ข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบตัดสินใจ 2) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (*Analytic Hierarchy Process*: AHP) ใช้เป็นเครื่องมือในการรวมปัจจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ และหาน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจ 3) การโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง (*Zero-One Goal Programming*: ZOGP) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อคำนวณหาเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสม ตามความต้องการที่ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนด และจะนำเอาน้ำหนักความสำคัญโดยการเปรียบเทียบที่ได้จากจากผู้ตัดสินใจตามแนวทางของ AHP มาเป็นน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ในสมการเป้าหมายของการโปรแกรมเป้าหมายนี้ ผลการวิจัยนี้ได้ทดสอบระบบช่วยการตัดสินใจโดยใช้กรณีศึกษา การขนส่งสินค้า 1 ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต ต้นทางที่ กรุงเทพมหานครในประเทศไทยไปนครดานังประเทศเวียดนาม โดยผู้ตัดสินใจกำหนดงบประมาณ ไว้ที่ 1,000 USD เวลาในการขนส่ง 10 วัน ระดับความเสี่ยงของเส้นทางไม่ต่ำกว่า 3 นอกจากนี้ผู้ตัดสินใจกำนหดให้ความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจทั้ง 3 เกณฑ์ โดยผลจากการคำนวณโดยระบบการตัดสินใจนี้ พบว่าเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อกำหนดนี้ คือ ขนส่ง โดยรถบรรทุกจากโรงงานไปที่ท่าเรือต่อด้วยการขนส่งทางทะเลจากกรุงเทพมหานครไปท่าเรือที่นครโฮจิมินห์ และขึ้นรถไฟ จากนครโฮจิมินห์ไปที่นครดานัง โดยเส้นทางนี้มีค่าใช้จ่ายโดยรวมเป็น 7 90 USD ซึ่งค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการขนส่งโดยรถบรรทุกเพียงอย่างเดียวประมาณ 580 USD หรือประมาณ 42.33 % แต่ใช้เวลามากกว่าเดิม 3 วัน หรือ 50 % แต่ไม่เกินความต้องการที่ผู้ตัดสินใจกำหนดไว้ คือ 10 วัน

คำสำคัญ: กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, การโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ, โลจิสติกส์, อนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง

[*1)] อาจารย์, สาขาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพมหานคร 10530, อีเมล์: mwarapoj@mut.ac.th

[2)] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800, อีเมล์: scc@kmutnb.ac.th

[*] Corresponding Author

Design of Decision Support System for Multimodal Transportation Route Selecting between Thai and Vietnam

Warapoj Meethom[*1)] and Somchai Pornchaivivat[2)]

Abstract

The objective of research is to develop a decision support system (DSS) for selecting multimodal transportation route of an origin and a destination under limitation budget, time and qualitative factor for logistics service providers (LSPs) and small and medium enterprises (SMEs). The previous researches for selecting a multimodal transportation route have emphasised the selection of multimodal transportation routes for minimum cost or minimum time by using only quantitative criteria without qualitative criteria. This research is design for combine quantitative criteria and qualitative criteria. The DSS model is the combination of a number of models beginning with the Firstly, a *Multimodal Transport Cost-model* is used to find the cost and time of each route: Secondly, the AHP which can help to bring consistency weight whose decision criteria - both quantitative and qualitative - are expressed in subjective measures according to the point of view of users. Then followed by the ZOGP which can integrate weight from the AHP with quantitative data to achieve an optimal multimodal transportation routing based upon limitation of time, budget and risk. This case study of this research is transported service, originating from Bangkok in Thailand to a destination in Da Nang in Vietnam. The user sets the constraint: the budget at 1,000 USD, time 10 days and risk scale 10. The final recommendation, show that the optimal route is the route from Bangkok by sea to Ho Chi Minh City then by train to Da Nang. Transportation cost is equal to 790 USD that can reduce the transportation cost by truck about 580 USD (-43.33%), spent time increased for 3 days (+50%), which is not more than user need at 10 days.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Zero-One Goal Programming, Decision Support System, Multimodal Transportation, Logistics, Greater Mekong Sub-region

[*1)] Lecturer, Department of Industrial Management, Mahanakorn University of Technology, Bangkok, 10530, E-mail: mwarapoj@mut.ac.th

[2)] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800, Email: scc@kmutnb.ac.th

[*] Corresponding Author

1. บทนำ

ปัจจุบัน นี้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงผันผวนในแนวโน้มที่สูงขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นด้วย การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) เป็นทางเลือก หนึ่งของผู้ประกอบการ ในการจัดการต้นทุนการขนส่งสินค้า ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และในปัจจุบันมีข้อตกลงทางการค้าระดับทวิภาคีและภูมิภาค (Bilateral and Regional Trade Agreements: RTAs) มากขึ้น เช่น กรอบความตกลงของ องค์กรการค้าโลก (World Trade Organization: WTO) ความร่วมมือทางเศรษฐกิจในรูปแบบต่างๆ ในภูมิภาคอินโดจีนไม่ว่าจะเป็น อนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง (Greater Mekong Sub-region: GMS) อีกทั้งยุทธศาสาตร์ ความร่วมมือทางเศรษฐกิจระหว่าง ประเทศลุ่มน้ำอิรวดี เจ้าพระยาและแม่น้ำโขง (Ayeyawady - Chao Phraya - Mekong Economic Cooperation Strategy: ACMECS) และข้อตกลงว่าด้วยการค้าเสรี (Free Trade Agreement: FTA) ของหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทย ด้วย รัฐบาลจึงให้ความสำคัญด้านโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ อย่างมากมีกำหนดไว้ในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบ โลจิสติกส์ของประเทศไทย พ.ศ. 2550-2554 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ภายใต้วิสัยทัศน์ที่จะมีระบบโลจิสติกส์ที่ได้มาตรฐานสากล (World Class Logistics) เพื่อสนับสนุนการเป็นศูนย์กลางธุรกิจและการค้าของ GMS การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจึงมีบทบาทสำคัญในภูมิภาคนี้ เพื่อรองรับการแข่งขันทางการค้าเสรีที่เข้มข้นขึ้น

จากการศึกษางาน ศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการเลือกเส้นทางและรูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ Min (1991), Banomyong และ Beresford (2001), Bookbinder และคณะ (1998) และ Chang (2008) ให้ความสำคัญกับการเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุดหรือเวลาในการขนส่ง ที่น้อยที่สุดเท่านั้น โดยใช้เกณฑ์ตัดสินใจเชิงปริมาณ ไม่มีการนำเกณฑ์ตัดสินใจเชิงคุณภาพมาเกี่ยวข้องเลย ยกเว้นงานวิจัยของ Banomyong และ Beresford (2001) ที่มี การพิจารณาความเสี่ยงของเส้นทางร่วมด้วย การศึกษาครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นการ สร้างระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทาง การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ที่รวมปัจจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และสามารถกำหนดข้อจำกัดได้ตามความต้องการของผู้ตัดสินใจ นอกจากนี้ ผู้ตัดสินใจสามารถกำหนดงบประมาณในการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และระดับความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่งที่ยอมรับได้ รวมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจทั้ง 3 เกณฑ์ เพื่อให้ระบบตัดสินใจคำนวณเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสมกับสถานการณ์และความต้องการที่ผู้ตัดสินใจกำหนด

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบการหาต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transport Cost-model) เป็นรูปแบบ การคำนวณต้นทุนที่รวมค่าขนส่งตั้งแต่สองแบบขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นทางถนน ทางราง หรือทางทะเล และพิจารณาการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้า ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง ซึ่งรูปแบบการคำนวณนี้ปรับปรุงจาก Beresford และ Dubey ใน 1990 และปรับปรุงอีกโดย Beresford ใน ค.ศ.1999 Banomyong และ Beresford (2001)

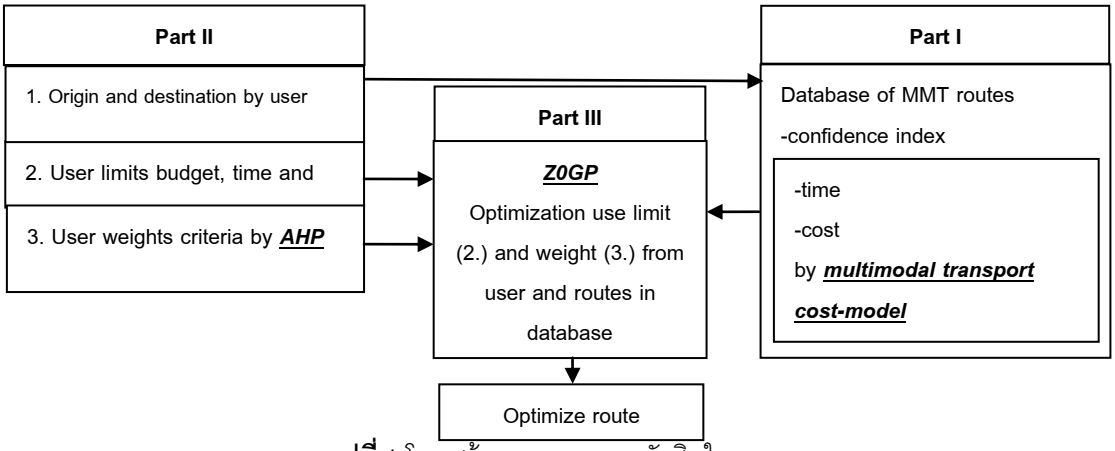
2.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) พัฒนาขึ้นโดย Saaty (1990) มีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง ในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi Criteria Decision Making: MCDM) จากการศึกษาของ Ho (2008) พบว่ามี 150 บทความที่นำ AHP มาใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่นๆ Vaidya และ Kumar (2006) มีการนำไปใช้ด้านการเงิน นอกจากนี้ AHP ยังถูกนำไปใช้ในด้านต่างๆ อีก ด้านการศึกษา ด้านวิศวกรรม ในหน่วยงานรัฐบาล ในอุตสาหกรรมด้าน การจัดการ ด้านกระบวนการผลิต เรื่องส่วนบุคคล ด้านการเมือง ด้านสังคม และด้านเกี่ยวกับกีฬา การที่นำไปใช้อย่างกว้างขวาง อาจเนื่องมาจากความง่าย ความสะดวกของการใช้ และสามารถรวมตัวกับเทคนิคอื่นๆ ได้ จุดเด่นของ AHP คือ น้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparison) ของ AHP สามารถยืนยันความสอดคล้องของการเปรียบเทียบความสำคัญ โดยอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง

(Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งถูกกำหนดว่าควรน้อยกว่า 0.1 Saaty (1990) เพราะฉะนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ผู้ตัดสินใจมีความมั่นใจในน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากเครื่องมือนี้ Meethom และ Kengpol (2008)

2.3 การโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์-หนึ่ง (Zero One Goal Programming: ZOGP) การโปรแกรมเป้าหมาย (GP) เป็นเครื่องมือที่แก้ปัญหาที่เหมาะสมในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) มีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับการใช้ AHP กับ GP แต่ไม่พบว่ามีการใช้ในเลือก เส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ จากการทบทวนบทความของ Macharis และ Bontekoning (2004) โดยพยายามที่จะลดความเบี่ยงเบนของเป้าหมายที่กำหนดขึ้นของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Badri (1999), Reddy และคณะ (2007) และ Schniederjans และ Garvin (1997)

3. ผลการศึกษา

การเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบของ Banomyong และ Beresford (2001) นำเสนอปัจจัยในการเลือกเส้นทางการขนส่งหลายรูปแบบ โดยใช้ต้นทุน เวลา และความเสี่ยงของเส้นทางเป็นปัจจัยในการเลือก แต่ไม่ได้นำมารวมกันเป็นระบบการตัดสินใจที่ใช้เกณฑ์เหล่านี้ร่วมกัน การวิจัยนี้ จึงได้นำเอาปัจจัยด้านต้นทุนการขนส่ง ซึ่งกำหนดเป็นด้านงบประมาณการขนส่งที่มี เวลาในการขนส่ง คือ เวลาที่มีให้สำหรับการขนส่ง จนถึงวันนัดส่งสินค้า และความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่ง มารวมกันเป็นระบบการตัดสินใจ ซึ่งในระบบประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ชนิด คือ Multimodal Transport Cost-model, AHP และ ZOGP ดังรูปที่ 1 ระบบการตัดสินใจนี้ ผู้ตัดสินใจ สามารถกำหนดความต้องการโดยส่งผ่าน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ผู้ ตัดสินใจเลือกจุดต้นทางและปลายทาง ขั้นตอนที่ 2 ผู้ ตัดสินใจกำหนดงบประมาณ เวลาในการขนส่ง และความเสี่ยงของเส้นทางที่ยอมรับได้ และขั้นตอนที่ 3 ผู้ตัดสินใจกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจทั้งสามโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ตามแนวทางของ AHP หลังจากได้รับข้อมูลความต้องการของผู้ตัดสินใจแล้วระบบจะนำไปเป็นข้อกำหนดในการตัดสินใจ



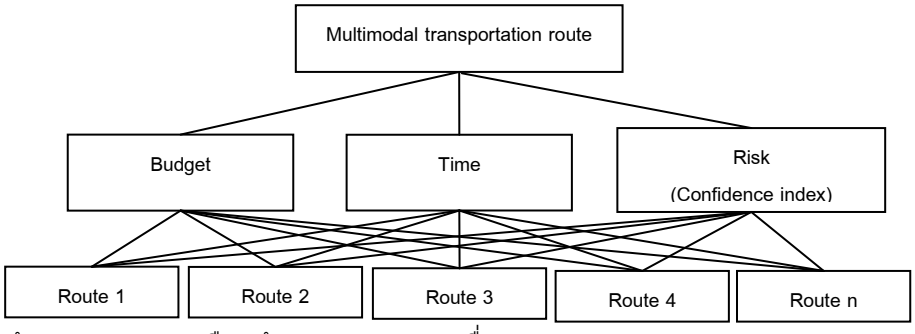
รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบการตัดสินใจ

จากรูปที่ 1 ระบบการตัดสินใจนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ส่วนของฐานข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วย เส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เป็นไปได้ และข้อมูลของแต่ละเส้นทาง คือ ต้นทุน และเวลาในการขนส่ง โดยใช้รูปแบบการคำนวณต้นทุนการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transport Cost-model) และปัจจัยเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่ง

ตารางที่ 1 ระดับความเชื่อมั่นของเส้นทาง

Confidence Index (CI)	Description
1	Almost no confidence
2	not very confident
3	Fairly confident
4	Confident
5	very confident

ซึ่งความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่งพิจารณาจากหลายด้าน เช่น ด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ ความยืดหยุ่นของเส้นทาง เป็นต้น โดยประเมินเป็นระดับความเชื่อมั่นของ เส้นทาง (Confidence Index: CI) ดังตารางที่ 1 Banomyong และ Beresford (2001)



รูปที่ 2 โครงสร้างของปัญหาการเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบตามแนวทาง AHP

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของความต้องการของผู้ตัดสินใจ และเป็นขั้นตอนการรวมปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ คือ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) โดยผู้ตัดสินใจสามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้ตามสถานการณ์ ประสบการณ์ และความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ตามแนวทางของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังรูปที่ 2 ซึ่งสามารถยืนยันความสอดคล้องของน้ำหนักปัจจัยที่ได้จากการเปรียบเทียบความสำคัญได้ โดยค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) ต้องมีค่าไม่เกิน 0.1 แล้วนำเอาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้ มาเป็นสัมประสิทธิ์ (สปส.) ของปัจจัยแต่ละปัจจัยในสมการเป้าหมายของการโปรแกรมเป้าหมายแบบศูนย์หนึ่ง (Zero-One Goal Programming: ZOGP) ในส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม กับข้อจำกัดเชิงปริมาณ ด้านเวลา ด้านต้นทุน และปัจจัยด้านคุณภาพที่ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนด

สมการเป้าหมายและสมการข้อจำกัดใน ZOGP

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{m} w_i(d_i^- + d_i^+)$$

$$= w_1(d_1^-) + w_2(d_2^-) + w_3(d_3^-) \quad (1)$$

Subject to:

$$Budget, c_1x_1 + \ldots + c_nx_n \le C \quad (2)$$

$$Time, t_1x_1 + \ldots + t_nx_n \le 100 \quad (3)$$

$$Risk, r_1x_1 + \ldots + r_nx_n \le R \quad (4)$$

$$x_1 + \ldots + x_n \le 1 \quad (5)$$

$$w_i, d_i^- \ge 0 : i = 1,2,3$$

$$c_j, t_j, r_j \ge 0 : j = 1,2,\ldots,n$$

$$X_j = 0 or 1 : for\ j = 1,2,\ldots,n$$

สมการที่ 1 คือ สมการเป้าหมายประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ งบประมาณ (g_1) เวลาในการขนส่ง (g_2) และ ความเสี่ยงของเส้นทาง (g_3) ผู้ตัดสินใจจะกำหนดน้ำหนักความสำคัญตามแนวทางของ AHP กำหนดให้เป็น w_1, w_2, และ w_3 ตามลำดับ d_i^-, d_i^+ คือ ความเบี่ยงเบนจากเป้าหมายของแต่ละปัจจัย

x_j คือ ตัวแปรตัดสินใจที่แทนเส้นทางแต่ละเส้นทาง มีค่าเป็น 0 เมื่อเส้นทางนั้นไม่ถูกเลือก และเป็น 1 เมื่อเส้นทางนั้นถูกเลือกเป็นเส้นทางที่เหมาะสมภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่กำหนด

ระบบการตัดสินใจกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด คือ เป็นเส้นทางที่มีต้นทุนและระดับความเสี่ยงที่ต่ำที่สุด แต่ไม่เกินค่าที่ผู้ตัดสินใจกำหนด ส่วนด้านเวลาจะเป็นเวลาที่ใกล้เคียงแต่ไม่เกินค่าที่ผู้ตัดสินใจกำหนด

จากสมการเป้าหมายพบว่าปริมาณของงบประมาณ เวลา และความเสี่ยงของเส้นทางนั้นมีความแตกต่างกันมาก ฉะนั้นในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของสมการข้อจำกัดของแต่ละเส้นทาง จะทำให้เป็น บรรทัดฐาน (Normalisation) โดยการแปลงเป็นร้อยละทุกปัจจัย สมการที่ 2 c_j คือ สปส.ของ x_j ได้มาจากร้อยละของ

ต้นทุนการขนส่งของเส้นทางแต่ละเส้นทาง กับงบประมาณที่ผู้ตัดสินใจกำหนด C เป็นตัวเลขด้านขวามือ (RHS)

c_j = [(งบประมาณที่มี – ต้นทุนการขนส่งแต่ละเส้นทาง) x 100/ งบประมาณที่มี]

C = [งบประมาณที่มี – ต้นทุนของเส้นทางที่ต่ำที่สุด) X 100/ งบประมาณที่มี]

สมการที่ 3 t_j คือ สปส.ของ x_j ได้มาจากร้อยละของเวลาที่ใช้ในการขนส่งของเส้นทางแต่ละเส้นทาง กับเวลาที่ผู้ใช้ระบบกำหนด ตัวเลข RHS เป็น 100%

t_j = [เวลาที่ใช้ของแต่ละเส้นทาง x 100/ เวลาที่ผู้ตัดสินใจกำหนด]

ในสมการที่ 4 r_j คือ สปส.ของ x_j ได้มาจากร้อยละความแตกต่างของ ระดับความเชื่อมั่น ของเส้นทางแต่ละเส้นทางกับค่าความเสี่ยงที่น้อยที่สุด คือระดับ 5 ส่วน R เป็นตัวเลขด้าน RHS

r_j = [(ระดับความเชื่อมั่นที่สูงที่สุด – ระดับความเชื่อมั่นของแต่ละเส้นทาง) x 100/ (ระดับความเชื่อมั่นที่สูงที่สุด)]

R = [(ระดับความเชื่อมั่นที่สูงที่สุด - ระดับความเชื่อมั่นที่ผู้ตัดสินใจกำหนด) x 100/ ระดับความเชื่อมั่นที่สูงที่สุด]

สมการที่ 5 สำหรับกำหนดให้มีทางเลือกที่เหมาะสมต่อสถานการณ์หนึ่งๆ ได้เพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น

ตารางที่ 2 เส้นทางและข้อมูลปัจจัยด้านต่างๆ ของการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากกรุงเทพฯไปนครดานัง

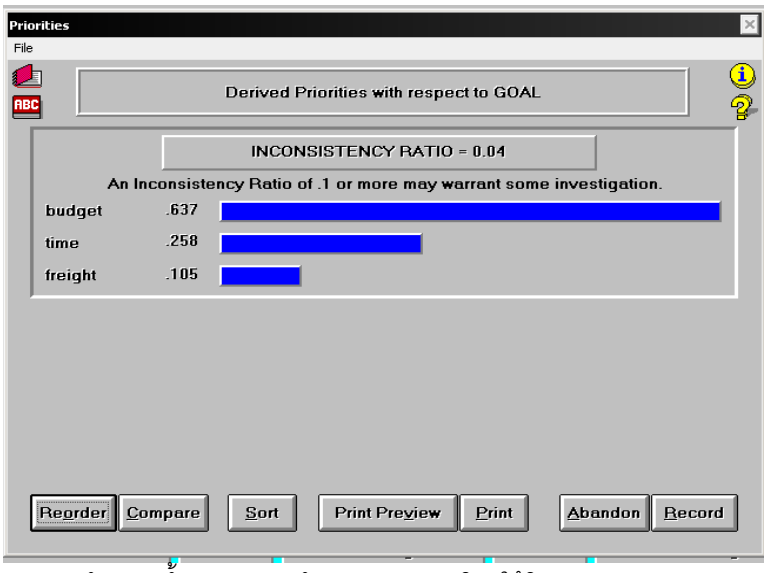
เส้นทาง	ต้นทุน (USD)	เวลา (days)	ระดับความเชื่อมั่นของเส้นทาง
1. Bkk---HMC###Da nang	1,330	5.0	3
2. Bkk---HMC+++Da nang	1,260	5.0	3
3. Bkk###HMC---Da nang	960	6.0	3
4. Bkk###HMC+++Da nang	790	6.0	3

Remark: truck ---, train +++ and sea ###

Bkk กรุงเทพมหานคร, HMC นครโฮจิมินห์, Da Nang นครดานัง

4. กรณีศึกษาทดสอบระบบการตัดสินใจ

ผู้ตัดสินใจต้องการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปนครดานัง ประเทศเวียดนาม 1 ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต ซึ่งปัจจุบันการขนส่งโดยรถบรรทุกจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,370 USD ใช้เวลาประมาณ 3 วัน โดยเดินทางจากกรุงเทพฯ ไป จังหวัดมุกดาหารผ่านด่านสหวันเขตเข้าประเทศลาว ออกด่านแดนสหวันผ่านด่านลาวบาวเข้าประเทศเวียดนาม วิ่ง ตรงไปที่นครดานัง จากการค้นหาข้อมูลเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบจากจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางนี้ มีเส้นทางที่เป็นไปได้ 4 เส้นทาง ดังตารางที่ 2 ผู้ตัดสินใจกำหนดให้มีงบประมาณที่ 1,000 USD มีเวลาการขนส่ง 10 วัน และกำหนดระดับความเชื่อมั่นของเส้นทางไว้ไม่ต่ำกว่าระดับ 3



รูปที่ 3 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยใช้โปรแกรม Super Decision 9.0

ตารางที่ 3 ผลจากการคำนวณจากระบบการตัดสินใจ

เส้นทาง	ต้นทุน (USD)	เวลา (days)	ระดับความเสี่ยงของเส้นทาง	ความเบี่ยงเบนโดยรวม
เป้าหมาย	1,000	10	3	
นำหนักความสำคัญ	0.637	0.258	0.105	
1. Bkk---HMC###Danang	1,330	5.0	3	59.40
2. Bkk---HMC+++Danang	1,260	5.0	3	54.94
3. Bkk###HMC---Danang	960	6.0	3	33.25
4. Bkk###HMC+++Danang	**790**	**6.0**	**3**	**22.42**

ผู้ตัดสินใจกำหนดความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจ คือ งบประมาณ เวลาในการขนส่ง และค่าระดับความเสี่ยงของเส้นทาง โดยการเปรีย บเทียบเป็นคู่ๆ ตามแนวทาง AHP ซึ่งน้ำหนักความสำคัญจากคำนวณปัจจัยด้านงบประมาณเป็น 0.637 ปัจจัยด้านเวลาเป็น 0.258 และปัจจัยด้านความเสี่ยงของเส้นทางเป็น 0.105 โดยมีค่า C.R. เป็น 0.04 (ไม่เกิน 0.1) ดังรูปที่ 3 จากการคำนวณโดย ZOGP พบว่าเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับข้อจำกัดที่กำหนด เป็นไปดังตารางที่ 3 คือ เส้นทางที่ 4 ซึ่งมีต้นทุนการขนส่ง 790 USD ใช้เวลาในการขนส่ง 6 วัน ดัชนีความเชื่อมั่นของเส้นทางเป็น 3 พบว่าค่าใช้จ่ายลดลงกว่าการขนส่งโดยรถบรรทุก 580 USD คิดเป็น 42.33 % แต่ใช้เวลามากกว่าเดิม 3 วัน เพิ่มขึ้น 50 % แต่ไม่เกินความต้องการที่กำหนดไว้ คือ 10 วัน ระดับความเชื่อมั่นของเส้นทางอยู่ภายใต้ระดับที่ผู้ตัดสินใจต้องการ

5. บทสรุป

จากการศึกษาวิจัยนี้ มีการพัฒนาระบบการตัดสินใจให้ใกล้เคียงกับการตัดสินใจของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์และผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดย่อม ซึ่งเป็นการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบภายใต้ความต้องการของของผู้ตัดสินใจ ทั้งปัจจัยเชิงปริมาณ คือ งบประมาณในการขนส่งที่มีอยู่ ช่วงเวลาที่มีในการขนส่ง และปัจจัยจัยเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงของเส้นทาง เนื่องจากการใช้ปัจจัยเชิงปริมาณอาจยัง ทำให้การตัดสินใจ ไม่สมบูรณ์ หรือไม่เพียงพอในการตัดสินใจ Kengpol และ O'Brien (2001), Kengpol (2004), Kengpol (2006) Kengpol และ Tuominen (2006) และ

Kengpol (2008) เพราะฉะนั้น จึงต้องใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาช่วยในการรวมปัจจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเข้าด้วยกัน เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญหาปัจจัยแต่ละปัจจัยแล้วใช้ ZOGP เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ตัดสินใจในด้านต่างๆ ในมุมมองของผู้ตัดสินใจเอง อีกทั้งระบบการตัดสินใจนี้ยังสามารถให้ผู้ตัดสินใจกำหนดงบประมาณ เวลในการขนส่งและระดับความเสี่ยงของเส้นทางที่ยอมรับได้ เพื่อเป็นข้อกำหนดในการตัดสินใจ และยัง สามารถใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการ คำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมได้ และมีวิธีการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน สามารถปรับได้ตามสถานการณ์และความต้องการของผู้ตัดสินใจ

ระบบการตัดสินใจนี้ จะพัฒนาให้สามารถที่ปรับเปลี่ยนค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ เพื่อการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงผันผวน แต่ปัญหาที่พบคือ ต้นทุนในการขนส่งในแต่ละประเทศและวิธีการคิดค่าขนส่งสินค้าต่างกัน ส่วนปัจจัยเชิงคุณภาพที่ใช้ใน การตัดสินใจนั้น คณะวิจัยกำลังศึกษาต่อไปว่ามีควรเป็นปัจจัยด้านใดบ้าง และเกณฑ์ ตัดสินใจควรกำหนด อย่างไรต่อไป หลังจากปรับปรุงแล้ว จะสร้างเป็นโปรแกรม สำเร็จรูป ที่สามารถใช้งานได้บนเวบไซต์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สัญญาเลขที่ RDG 5150076 และขอขอบคุณสมาคมนักธุรกิจไทยในเวียดนาม (TBA Vietnam) ที่สนับสนุนข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

Badri, M.A. (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem. *International Journal of Production Economics*. Vol.62, 237-248.

Banomyong, R., Beresford, A.K.C. (2001). Multimodal transportation the case of Laotian garment exports. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol.31, 663-685.

Bookbinder, J.H., Fox, N.S., Supatn, N. (1998). Intermodal routing of Canada - Mexico shipments under NAFTA. *Transportation Research Part E*. Vol.34, 289-303.

Chang, T.S. (2008). Best routes selection in international intermodal networks. *Computers & Operations Research*. Vol.35, 2877-2891.

Ho, W. (2008). Decision Support: Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*. Vol.186, 211-228.

Kengpol, A., O'Brien, C. (2001). The development of a decision support tool for the selection of advanced technology to achieve rapid product development. *International Journal of Production Economics*. Vol.69, 177-191.

Kengpol, A. (2004). The design of a decision support system (DSS) to evaluate the investment in new distribution centre using the analytic hierarchy process (AHP), capital investment model and transportation model. *International Journal of Production Economics*. Vol.90, 59-70.

Kengpol, A. (2006). The implementation of information quality to improve production planning and control. *International Journal of Management*. Vol.23, 53-60.

Kengpol, A., Tuominen, M. (2006). A framework for group decision support systems: An application in the evaluation of information technology for logistics firms. *International Journal of Production Economics*. Vol.101, 159-171.

Kengpol, A. (2008). Design of a decision support system to evaluate logistics distribution network

in Greater Mekong Subregion Countries. *International Journal of Production Economics*. Vol.115, 388-399.

Macharis, C., Bontekoning, Y.M. (2004). Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review. *European Journal of Operational Research*. Vol.153, 400-416.

Meethom, W., Kengpol, A. (2008). *Study on weight of the assessment criteria for Thailand Quality Award. International Conference of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM08)*, Singapore, December 9-11.

Min, H. (1991). International intermodal choices via chance - constrained goal programming. *Transportation Research Part A.* Vol.6, 351-362.

Reddy, R.M., Naidu, M.M., Govindarajulu, P. (2007). An Integrated approach of Analytical Hierarchy Process Model and Goal Model (AHP-GP Model) for Selection of Software Architecture. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol.7, 110-117.

Saaty, T.L. (1990). *Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Schniederjans, M., Garvin, T. (1997). Using the analytic hierarchy process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing. *European Journal of Operational Research*. Vol.100, 72-80.

Vaidya, O.S., Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research.* Vol.169 No.1, 1–29.