

Efficiency Evaluation of Rental Vehicle Usability in Undesirable Factor Model for Data Envelopment Analysis

Doungkamol Chulakasian^{1,*}, Tharinee Manisri², Siraprapa Manomat³

^{1,2} College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University

³ Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Received: 10 September 2018

Revised: 25 October 2018

Accepted: 7 November 2018

ABSTRACT

The objective of this research is to study and compare the different methods used in data envelopment analysis (DEA) for evaluating efficiency of rental vehicle usability when undesirable factors exist. In this research, data on the use of rental vehicles taken from the 22 government agencies are referred to as the Decision Making Unit (DMU). Such data include the cost of car rentals as an input factor, the entire active distance and the cost of maintenance as a desirable output, and the cost of car repairing after accident as an undesirable output; all mentioned information were gathered from the Information Systems (IS) of government agencies and car rental companies. To evaluate the efficiency on the use of rental vehicles, three methods (i.e. multiplicative inverse method, undesirable outputs as inputs method, and additive inverse method) were used for data evaluation in the DEA model with undesirable factors and the average efficiency scores of all three methods being comparatively analyzed by Analysis of Variance (ANOVA). The results indicate that there is no significant difference ($p > 0.05$) of the average efficiency scores as evaluated by three different methods. Therefore, it can be concluded that all three methods used in this research are applicable for DEA when evaluating the efficiency in DMU with undesirable factors. Nevertheless, the situations and relevant factors that may be different in each agency should be taken into consideration.

Keywords: Efficiency evaluation, Undesirable factor, Data envelopment analysis

* Corresponding Author; E-mail: dkamol_c@hotmail.com

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า กรณีที่ตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ด้วย วิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล(DEA)

ดวงกมล จุลกะเศียน^{1,*}, ธรีณี มณีศรี², ศิริประภา มโนมัย³

^{1,2} วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม

³ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า กรณีที่ตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล (DEA) โดยศึกษาการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการแห่งหนึ่งจำนวน 22 หน่วยตัดสินใจ โดยมีข้อมูลค่าเช่ารถยนต์ เป็นปัจจัยนำเข้า ระยะเวลาที่ใช้งานทั้งหมดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง เป็นผลลัพธ์พึงประสงค์ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ เป็นผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ จากระบบสารสนเทศของหน่วยงานและบริษัทที่ให้เช่ารถยนต์ ด้วยการวิเคราะห์ DEA กรณีมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ในตัวแบบการวิเคราะห์ 3 วิธีที่แตกต่าง ได้แก่ วิธีผลคูณผกผัน วิธีการปรับปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า และวิธีผลบวกผกผัน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบการวิเคราะห์ทั้งสามวิธีสามารถประเมินประสิทธิภาพได้ผลใกล้เคียงกัน และนำค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพไปทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่าทั้งสามวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 สรุปได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพ ด้วยการวิเคราะห์ DEA กรณีตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ สามารถเลือกใช้ตัวแบบการวิเคราะห์วิธีใดวิธีหนึ่ง อย่างไรก็ตามควรมีการพิจารณาสถานการณ์และข้อมูลของปัจจัยเกี่ยวข้องที่อาจแตกต่างกันในแต่ละหน่วยงาน

คำสำคัญ : ประเมินประสิทธิภาพ ปัจจัยไม่พึงประสงค์ การวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: dkamol_c@hotmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหน่วยงานราชการให้ความสำคัญในการลดงานที่ไม่สำคัญและจำเป็น ทั้งในรูปแบบของว่าจ้าง หน่วยงานภายนอกเข้าดำเนินการแทน (Outsource) หรือใช้วิธีการเช่าแทนการจัดหามาใช้ในงานราชการ เพื่อลดภาระและงบประมาณในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะรถยนต์ของทางราชการ จึงขอรับการสนับสนุนงบประมาณประจำปี เพื่อเช่ารถยนต์ตามอัตราค่าเช่ารถยนต์ที่กระทรวงการคลังกำหนด (Ministry of Finance, 2012) และเพื่อประเมินความคุ้มค่าของการใช้งบประมาณในการเช่ารถยนต์ หลายหน่วยงานได้จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับบริการ (Krai-u., 2009; Sanonil, 2016) ที่นำไปปรับปรุงการบริการให้ดีขึ้น แต่ไม่สามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการใช้รถยนต์เช่าเท่าที่ควร แนวทางการประเมินประสิทธิภาพที่นิยม ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis; DEA) เป็นวิธีการประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ด้วยการวัดผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเทียบกับปัจจัยนำเข้า โดยเทียบกับค่ามาตรฐาน (Benchmark) จากหน่วยตัดสินใจที่ดีที่สุด (Farrell, 1957; Charnes et al., 1978) ซึ่งนิยมใช้ในกระบวนการผลิต (Nimmalairat, 2011) ในกรณีที่มีปัจจัยนำเข้าและผลผลิตหลายปัจจัย (Bowlin, 1987) โดยมุ่งเน้นการปรับลดปัจจัยนำเข้า เช่น ต้นทุน หรือวัตถุดิบ หรือปรับเพิ่มผลลัพธ์ให้มากขึ้น แต่ในกระบวนการผลิตบางประเภท อาจได้ผลลัพธ์ในรูปแบบที่ไม่พึงประสงค์ (Undesirable Output) เช่น มลพิษ หรือ ของเสีย ทำให้การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA ตามแนวทางเดิม ที่มุ่งลดปัจจัยนำเข้าหรือการเพิ่มผลลัพธ์ (Charnes et al., 1978) อาจไม่สอดคล้องกับสภาพเป็นจริงเท่าที่ควร (Koopmans, 1951) จึงมีผู้วิจัยหลายท่านนำเสนอแนวทางในการปรับวิธี DEA ในกระบวนการผลิตให้รองรับปัจจัยไม่พึงประสงค์

ในงานด้านโลจิสติกส์ โดยเฉพาะการขนส่ง ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีทั้งผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ (Desirable Output) เช่น จำนวนของผู้โดยสาร หรือจำนวนรอบในการขนส่ง และผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Undesirable Output) เช่น ปริมาณมลพิษ หรือปริมาณอุบัติเหตุ (Koopmans, 1951) การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA ตามแนวทางเดิม อาจไม่เหมาะสม โดยมีงานวิจัยที่นำเสนอการประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของการขนส่ง ด้วยวิธี DEA โดยมีมลพิษที่เกิดขึ้นเป็นผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ ด้วยการใช้แนวทางการปรับปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ให้เป็นปัจจัยนำเข้า (Wojcik et al., 2017)

ดังนั้นเพื่อนำแนวทางการปรับปัจจัยไม่พึงประสงค์จากกระบวนการผลิต มาประยุกต์ใช้ในงานด้านขนส่ง และเป็นทางเลือกในการปรับปัจจัยไม่พึงประสงค์ที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่ทำการศึกษาและเปรียบเทียบการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA กรณีมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ด้วยวิธีผลคูณผกผัน วิธีการปรับปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า และ วิธีผลบวกผกผัน ของการใช้นายรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการ โดยมีค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุเป็นปัจจัยไม่พึงประสงค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพและกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานด้านโลจิสติกส์ ให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประเมินประสิทธิภาพการใช้นายรถยนต์เช่า กรณีที่ตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)

การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis; DEA) เป็นการประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เรียกว่า หน่วยตัดสินใจ (Decision Making Unit; DMU) ที่มีการใช้ปัจจัยนำเข้าเพื่อผลิตผลลัพธ์ที่หลากหลาย (Charnes, Cooper and Rhodes, 1978) ที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ จำนวน ปริมาณ ความเร็ว หรือ ราคา และยากในการหาความสัมพันธ์ในเชิงตัวเลขระหว่างปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์ (Golany and Roll, 1989: 237) ด้วยเงื่อนไขการพิจารณาปัจจัยการประเมินประสิทธิภาพดังกล่าว ทำให้วิธี DEA เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้กับหน่วยงานราชการ หน่วยงานที่ไม่หวังผลกำไร และหน่วยงานด้านความมั่นคง (Charnes et al., 1984) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบในมิติของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์ และสามารถกำหนดปริมาณของปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ที่เหมาะสม เพื่อจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด (Golany and Roll, 1989; Bowlin, 1987)

ในงานด้านโลจิสติกส์ โดยเฉพาะในด้านการขนส่งและบริการ มีการนำวิธี DEA มาประยุกต์ใช้ด้านการขนส่งสินค้าและการรับส่งผู้โดยสาร โดยมีการใช้พลังงาน เป็นปัจจัยนำเข้า และปริมาณการขนส่งต่อกิโลเมตรเป็นปัจจัยผลลัพธ์ (Balezentis and Balezentis, 2011) และการประเมินประสิทธิภาพของการขนส่งสาธารณะท้องถิ่น สำหรับกำหนดนโยบาย โดยมีจำนวนของยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เป็นปัจจัยนำเข้า ผลของการให้บริการ และรายได้เป็นผลลัพธ์ของการบริการ (Daraio et al., 2016) และยังมีการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการขนส่งในศูนย์กระจายสินค้า เพื่อประเมินและปรับนโยบายการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ (Andrejic et al., 2016)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DEA

1. การคัดเลือกหน่วยตัดสินใจ

หน่วยตัดสินใจต้องเป็นหน่วยที่มีคุณลักษณะเหมือนกัน (Homogenous) มีการทำงานเหมือนกัน วัตถุประสงค์คล้ายคลึงกัน ภายใต้กลไกการตลาดเดียวกัน (Golany and Roll, 1989) โดยจำนวนของหน่วยตัดสินใจที่เหมาะสม อย่างน้อยที่สุดควรจะเป็นสองเท่าของปัจจัยนำเข้าและผลผลิต (Bowlin, 1987)

2. การคัดเลือกปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์

ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์ต้องมีผลต่อประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจที่นำมาวิเคราะห์ เป็นได้ทั้งเชิงปริมาณ เช่น ปริมาณกระแสไฟฟ้า จำนวนพนักงาน และในเชิงคุณภาพ (Cook, 2006) โดยปัจจัยนำเข้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (Daraio et al., 2016) ประกอบด้วย ด้านการวัดทางกายภาพ ได้แก่ จำนวนพนักงาน และจำนวนของยานพาหนะ (Bian et al., 2015; Andrejic et al., 2016) ด้านรายจ่ายในการลงทุน เพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพย์สินในการดำเนินการ ได้แก่ ค่าลิขสิทธิ์ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อเป็นเจ้าของ (Azadi et al., 2014; Bian et al., 2015; Pal and Mitra, 2016) และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เพื่อสร้างรายได้หรือผลลัพธ์ในระยะเวลาที่กำหนด ได้แก่ ค่าจ้างพนักงาน ค่าน้ำมัน เป็นต้น (Pina and Torres, 2006) และการพิจารณาปัจจัยผลลัพธ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (Daraio et al., 2016) ประกอบด้วย ด้านการให้บริการ ได้แก่ จำนวนยานพาหนะในการขนส่งต่อกิโลเมตร จำนวนที่นั่งที่ใช้งานต่อกิโลเมตร (Jiang et al., 2017; Pina and Torres, 2006; Bian et al., 2015) ด้านการให้บริการที่เกี่ยวข้องกับลูกค้าหรือผู้รับประโยชน์ในกระบวนการ ได้แก่ จำนวนระยะทางที่เดินทาง

(Wu et al., 2016) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น (Zhou and Ang, 2008) และด้านรายได้ ในรูปของการเงิน ได้แก่ รายได้จากการดำเนินการ รายได้จากค่าโดยสาร (Sharma et al., 2016; Bian et al., 2015) ดังนั้นการคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญ อาจต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานในหน่วยตัดสินใจ (Golany and Roll, 1989) เพื่อคัดเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

3. การประยุกต์ใช้วิธี DEA ในการสร้างตัวแบบเพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์

วิธี DEA ได้รับการพัฒนาครั้งแรกโดย Charnes, Cooper และ Rhodes (1978) เพื่อหาค่าสูงสุดของคะแนนประสิทธิภาพโดยรวม ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale; CRS) หรือเรียกว่าแบบจำลอง CCR โดยมีค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยรวมตั้งแต่ 0 ถึง 1 แบ่งประเภทตามการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบจำลอง CCR ด้านปัจจัยนำเข้า (Input -Oriented CCR Model) ที่ประเมินประสิทธิภาพโดยเน้นการลดปัจจัยนำเข้า หรือใช้ปัจจัยนำเข้าให้น้อยที่สุด เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ณ ระดับการผลิตที่กำหนด และแบบจำลอง CCR ด้านปัจจัยผลลัพธ์ (Output -Oriented CCR Model) ที่ประเมินประสิทธิภาพโดยเพิ่มการผลิตผลลัพธ์ให้มากที่สุด ภายใต้ปัจจัยนำเข้าที่มีอยู่ ต่อมา Tone (2001) ได้เพิ่มเงื่อนไขในการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลลัพธ์ส่วนที่ขาด (Output Shortfall หรือ Output Slack) และปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกิน (Input Excess หรือ Input Slack) เพื่อนำค่าดังกล่าว มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจ

ในงานวิจัยนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า เพื่อวิเคราะห์ค่าเช่าของรถยนต์ซึ่งเป็นปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมและสอดคล้องเป็นไปตามการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง จึงพิจารณาใช้แบบจำลอง CCR (Charnes et al., 1994) ด้านปัจจัยนำเข้า เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับการประเมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจ โดยแบบจำลองแสดงดังนี้

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \theta_k x_{ik} &= \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_i^-, i = 1, \dots, m \\ y_{rk} &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+, r = 1, \dots, s \\ 0 &\leq \lambda_j, S_i^-, S_r^+ \quad \forall j, i, r \end{aligned} \quad (1)$$

โดยมี

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

θ_k คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k

λ_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักอ้างอิงของหน่วยตัดสินใจที่ j

S_i^- คือ ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนเกิน (Input Slack) ของปัจจัยนำเข้าที่ i

S_r^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์ส่วนที่ขาด (Output Slack) ของปัจจัยผลลัพธ์ที่ r

พารามิเตอร์ (Parameter)

x_{ij} คือ ค่าปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยตัดสินใจที่ j

y_{rj} คือ ค่าผลลัพธ์ที่ r ของหน่วยตัดสินใจที่ j

ดัชนี (Index)

- ε คือ ค่าตัวเลขที่มีขนาดเล็กมาก
 m คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าทั้งหมด
 s คือ จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด
 n คือ จำนวนหน่วยตัดสินใจทั้งหมด

โดยการประเมินประสิทธิภาพเป็นการหาค่าถ่วงน้ำหนัก (λ) ให้กับปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์ของหน่วยตัดสินใจ ที่ทำให้อัตราส่วนของผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลลัพธ์กับผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าหรือค่าคะแนนประสิทธิภาพ (θ) มีค่ามากที่สุด โดยการปรับค่าด้วยปัจจัยนำเข้าส่วนเกิน (S^-) และปัจจัยผลลัพธ์ส่วนที่ขาด (S^+) ของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลลัพธ์แต่ละปัจจัยตามลำดับ เนื่องจากแต่ละปัจจัยมีคุณลักษณะและหน่วยนับที่แตกต่างกัน

การประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล กรณีมีปัจจัยที่ไม่พึงประสงค์

วิธี DEA นำมาใช้ในการประเมินความมีประสิทธิภาพและความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ของหน่วยตัดสินใจ โดยปรับเปลี่ยนประสิทธิภาพด้วยการลดระดับของปัจจัยนำเข้า หรือเพิ่มระดับของผลลัพธ์ แต่ในกระบวนการผลิตบางประเภท ผลลัพธ์ที่ได้อาจอยู่ในรูปปัจจัยไม่พึงประสงค์ที่ต้องลดระดับลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานให้มากขึ้น (Koopmans, 1951) จึงมีงานวิจัยเสนอแนะแนวทางในการปรับปัจจัยไม่พึงประสงค์ในกระบวนการผลิต ได้แก่ การปรับผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ ให้เป็นค่าตรงข้ามในรูปของเศษส่วน (Golany and Roll, 1989) การปรับผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า (Liu and Sharp, 1999) การปรับผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ให้เป็นค่าลบ (Seiford and Zhu, 2002) หรือการปรับเป็นรูปแบบโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Non-linear DEA) เพื่อให้ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์เพิ่มขึ้น และผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์มีค่าลดลง

ประเภทของการประเมินประสิทธิภาพ กรณีมีปัจจัยไม่พึงประสงค์

1. วิธีการทางตรง (Direct Approach) ด้วยการปรับสมมติฐานให้เป็นรูปแบบโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Non-linear DEA) โดยใช้ค่าเริ่มต้นของปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ซับซ้อน และไม่นิยมใช้งาน (Scheel, 2001)
2. วิธีการทางอ้อม (Indirect Approach) ใช้หลักการของการแปลงค่าของปัจจัยที่ไม่พึงประสงค์ โดยใช้ฟังก์ชันการลดค่า และนำค่าที่เปลี่ยนแปลงไปรวมเป็นค่าผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ง่ายในการดำเนินการ (Scheel, 2001) ประกอบด้วย

2.1 วิธีผลบวกผกผัน (Additive inverse; ADD) ได้รับการนำเสนอครั้งแรกโดย Koopmans (1951) และพัฒนาต่อโดย Berg et al. (1992) ซึ่งเป็นวิธีที่ปรับผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ U ให้เป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

$$f(U) = -U$$

2.2 วิธีการปรับปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า (undesirable outputs as Inputs; INP) เป็นวิธีที่ใช้เทคนิคเดียวกับวิธี ADD ต่างกันที่เครื่องหมายของผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ โดยวิธีนี้จะปรับค่าของผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ U ให้เป็นปัจจัยนำเข้า พบในงานวิจัยของ Liu และ Sharp (1999)

2.3 วิธีผลคูณผกผัน (Multiplicative inverse; MLT) นำเสนอโดย Golany and Roll (1989) และพัฒนาต่อโดย Lovell et al. (1995) โดยปรับผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ ให้เป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

$$f(U) = \frac{1}{U}$$

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนของการวิจัย

รูปแบบของการวิจัยเป็นการวิจัยในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยอยู่ในรูปแบบของข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่รวบรวมจากข้อมูลการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการแห่งหนึ่ง จำนวน 22 หน่วยตัดสินใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลการใช้งานรถยนต์เช่าที่ใช้ในงานวิจัยรวบรวมจากฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศของหน่วยงานราชการแห่งหนึ่ง และข้อมูลการซ่อมบำรุง ข้อมูลการซ่อมจากอุบัติเหตุ จากบริษัทที่ให้เช่ารถยนต์

ขั้นตอนการวิจัย

1.คัดเลือกหน่วยตัดสินใจ

หน่วยตัดสินใจในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า คือหน่วยงานในสังกัดของหน่วยงานราชการแห่งหนึ่งที่มีการใช้รถยนต์เช่า เพื่อปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย จำนวน 22 หน่วยตัดสินใจ

2.คัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์

2.1 ตัวแปรปัจจัยนำเข้า (Input Variable)

การพิจารณาปัจจัยนำเข้าเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการ จะพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เป็นค่าเช่าของรถยนต์เป็นรายเดือน เป็นปัจจัยนำเข้าของงานวิจัยนี้ ที่รวมถึงค่าประกันอุบัติเหตุ ค่าซ่อมบำรุงตามวงรอบ โดยทำสัญญาว่าจ้างเป็นระยะเวลา 5 ปี ตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงการคลังได้กำหนดไว้ (Ministry of Finance, 2012) ในส่วนของปัจจัยนำเข้าด้านการวัดทางกายภาพ ได้แก่ ค่าจ้างของพนักงาน ที่อยู่ในรูปของอัตราเงินเดือนที่คงที่ และเป็นงบประมาณประจำปีของหน่วยงาน รวมถึงความเป็นเจ้าของทรัพย์สิน ที่ยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ให้เช่าตามระยะเวลาในการเช่า จึงไม่นำมาพิจารณาเป็นปัจจัยนำเข้าในงานวิจัยนี้

2.2 ตัวแปรปัจจัยผลลัพธ์ (Output Variable)

ผลลัพธ์หลักของการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการที่ใช้ในงานวิจัยคือ ระยะทางที่ใช้งานทั้งหมดในแต่ละคัน และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์ (Vehicle Usability) เทียบกับงบประมาณที่ลงทุนคือ ค่าเช่ารถยนต์ โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานของงานวิจัยนี้ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นผลลัพธ์พึงประสงค์ ที่ต้องมีการซ่อมบำรุงให้เป็นไปตามระยะทางที่ใช้งานจริง และค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ ที่เกิดขึ้นจากความไม่

ตั้งใจของผู้ใช้งานรถยนต์เช่า และเมื่อเกิดอุบัติเหตุ จึงต้องมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและแก้ไขให้รถยนต์เช่าสามารถกลับมาใช้งานได้เหมือนเดิม

3. สร้างแบบจำลองสำหรับประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า ของหน่วยงานราชการ จะมีการใช้งานตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย จึงพิจารณาเลือกแบบจำลอง CCR ที่ประเมินประสิทธิภาพภายใต้ข้อสมมุติผลตอบแทนคงที่ โดยมุ่งเน้นด้านปัจจัยนำเข้า เพื่อพิจารณาปรับลดค่าเช่าของรถยนต์ที่เหมาะสม และเป็นไปตามการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า 1 ปัจจัย คือ ค่าเช่ารถยนต์ และปัจจัยผลลัพธ์จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้งานทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

จากแบบจำลองในสมการ (1) เพื่อจำลองปัญหาการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการ จึงพัฒนาเป็นสมการสำหรับการจำลองปัญหาการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิค ได้ดังนี้

สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon(s_1^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \theta_k x_k - \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j - S_1^- &= 0 \\ \sum_{j=1}^n y_{1j} \lambda_j - S_1^+ &= y_{1k} \\ \sum_{j=1}^n y_{2j} \lambda_j - S_2^+ &= y_{2k} \\ \sum_{j=1}^n y_{3j} \lambda_j - S_3^+ &= y_{3k} \end{aligned} \quad (2)$$

โดยที่

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

θ_k คือ ค่าประสิทธิภาพในการใช้รถยนต์เช่าของหน่วยตัดสินใจที่ k

λ_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักอ้างอิงให้กับหน่วยตัดสินใจที่ j

S_1^- คือ ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนเกินของปัจจัยนำเข้าที่ 1

S_1^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์ส่วนที่ขาดของผลลัพธ์ที่ 1

S_2^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์ส่วนที่ขาดของผลลัพธ์ที่ 2

S_3^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์ส่วนที่ขาดของผลลัพธ์ที่ 3

พารามิเตอร์ (Parameter)

x_j คือ ค่าเช่ารถยนต์ของหน่วยตัดสินใจที่ j

x_k คือ ค่าเช่ารถยนต์ของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k

y_{1j} คือ ระยะเวลาที่ใช้งานของหน่วยตัดสินใจที่ j

y_{2j} คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุของหน่วยงานที่ j

y_{3j} คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของหน่วยตัดสินใจที่ j

ดัชนี (Index)

ε คือ ค่าตัวเลขที่มีขนาดเล็กมาก

n คือ จำนวนหน่วยตัดสินใจทั้งหมด

k คือ หน่วยตัดสินใจที่ต้องการวิเคราะห์

j คือ ลำดับของหน่วยตัดสินใจ, $j = 1, 2, \dots, n$

4.การประเมินประสิทธิภาพปัจจัยไม่พึงประสงค์ด้วยวิธี DEA

ปัจจัยไม่พึงประสงค์ของการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นปัจจัยผลลัพธ์ที่ไม่ควรเกิดขึ้น เพราะอาจทำให้เกิดความเสียหายกับรถยนต์เช่าและผู้ขับขี่ โดยแบ่งการประเมินประสิทธิภาพออกเป็น 3 วิธี

4.1 วิธีผลบวกผกผัน ปรับผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ U เป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ ด้วยฟังก์ชัน $-U$ แสดงในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} Y \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ \overline{Y^b} \\ X \end{bmatrix} \quad \text{โดย } \overline{y_j^b} = -y_j^b$$

จากสมการสามารถแสดงสมการเชิงเส้นใหม่ ดังนี้

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon(s_1^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \theta_k x_k &= \sum_{j=1}^{22} x_j \lambda_j + S_1^- \\ y_{1k}^g &= \sum_{j=1}^{22} y_{1j}^g \lambda_j - S_1^+ \\ y_{2k}^g &= \sum_{j=1}^{22} y_{2j}^g \lambda_j - S_2^+ \\ \overline{y_{3k}^b} &= \sum_{j=1}^{22} \overline{y_{3j}^b} \lambda_j - S_3^+ \\ 0 &\leq \lambda_j \end{aligned} \tag{3}$$

โดยที่

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

θ_k คือ ค่าประสิทธิภาพในการใช้รถยนต์เช่าของหน่วยตัดสินใจที่ k

λ_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักอ้างอิงให้กับหน่วยตัดสินใจที่ j

S_1^- คือ ค่าปัจจัยนำเข้าส่วนเกิน (Input Slack) ของค่าเช่ารถยนต์

S_1^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์พึงประสงค์ส่วนที่ขาด (Desirable Output Slack) ของระยะทางที่ใช้งานทั้งหมด

S_2^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์พึงประสงค์ส่วนที่ขาด (Desirable Output Slack) ของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

S_3^+ คือ ค่าปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ส่วนที่ขาด (Undesirable Output Slack) ของค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ

พารามิเตอร์ (Parameter)

- x_j คือ ค่าเช่ารถยนต์ของหน่วยตัดสินใจที่ j
- y_{1k}^g คือ ระยะทางที่ใช้งานทั้งหมดของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k
- y_{2k}^g คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k
- y_{3k}^b คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k
- y_{1j}^g คือ ระยะทางที่ใช้งานทั้งหมดของหน่วยตัดสินใจที่ j
- y_{2j}^g คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของหน่วยตัดสินใจที่ j
- y_{3j}^b คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุของหน่วยตัดสินใจที่ j

ดัชนี (Index)

j คือ ลำดับของหน่วยตัดสินใจ, $j = 1, 2, \dots, n$

4.2. วิธีการปรับปรุงผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า ปรับผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ ให้เป็นปัจจัยนำเข้า แสดงในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} Y \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ Y^b \\ X \end{bmatrix} \quad \text{โดย } X_j = y_j^b$$

และสามารถแสดงสมการเชิงเส้นใหม่ ดังนี้

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon(s_1^- + s_2^- + s_1^+ + s_2^+)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned} \theta_k x_{1k} &= \sum_{j=1}^{22} x_{1j} \lambda_j + S_1^- \\ \theta_k x_{2k} &= \sum_{j=1}^{22} x_{2j} \lambda_j + S_2^- \\ y_{1k}^g &= \sum_{j=1}^{22} y_{1j}^g \lambda_j - S_1^+ \\ y_{2k}^g &= \sum_{j=1}^{22} y_{2j}^g \lambda_j - S_2^+ \\ 0 &\leq \lambda_j \end{aligned} \tag{4}$$

โดยที่

พารามิเตอร์ (Parameter)

- x_{1k} คือ ค่าเช่ารถยนต์ของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k
- x_{2k} คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุของหน่วยตัดสินใจที่สนใจหน่วยที่ k
- x_{1j} คือ ค่าเช่ารถยนต์ของหน่วยตัดสินใจที่ j

x_{2j} คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุของหน่วยตัดสินใจที่ j
โดย ตัวแปรตัดสินใจและพารามิเตอร์บางส่วน จะมีลักษณะเดียวกับ วิธีผลบวกผกผัน

4.3 วิธีผลคูณผกผัน ปรับผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ U ให้เป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ ด้วยฟังก์ชัน $\frac{1}{U}$
สามารถแสดงในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} Y \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ \overline{Y^b} \\ X \end{bmatrix} \quad \text{โดย } -\overline{y_j^b} = \frac{1}{y_j^b}$$

โดยใช้สมการเชิงเส้นใหม่เช่นเดียวกับวิธี ADD ตามสมการ (3) ลักษณะเดียวกับ วิธีผลบวกผกผัน

5.การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพปัจจัยไม่พึงประสงค์ด้วยวิธี DEA

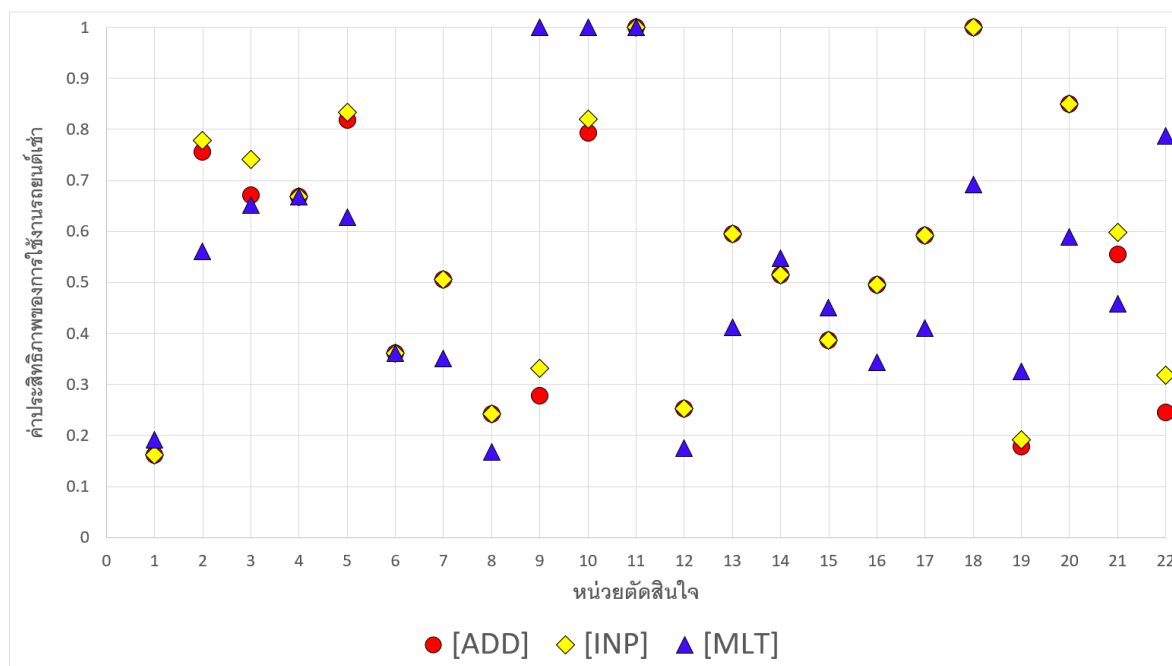
เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จาก 3 วิธี โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) มีขั้นตอนดังนี้

5.1 นำข้อมูลมาตรวจข้อตกลงเบื้องต้นก่อนทำวิเคราะห์ความแปรปรวน

5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า

ผลการวิจัย

ผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยตัดสินใจด้วยการวิเคราะห์ DEA จำนวน 22 หน่วยตัดสินใจ โดยมีปัจจัยนำเข้า คือ ค่าเช่ารถยนต์ ผลลัพธ์พึงประสงค์ คือ ระยะทางที่ใช้งานทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ คือค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ ด้วยวิธี ADD วิธี INP และวิธี MLT เพื่อปรับปรุงปัจจัยไม่พึงประสงค์ ผลการวิเคราะห์แสดงตามภาพที่ 1 พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจของทั้งสามวิธี มีค่าประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของทั้งสามวิธี โดยนำมาคำนวณค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด แสดงตามตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนประสิทธิภาพมีค่าใกล้เคียงกัน จึงนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลและมีการแจกแจงแบบปกติซึ่งตรวจสอบโดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilks สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า 50 จำนวน (Royston, 1983) แสดงตามตารางที่ 2 และผลการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรในทุกกลุ่มย่อย ด้วยการทดสอบ Homogeneity of Variance พบว่าทุกกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน โดยมีค่าระดับนัยสำคัญ (Sig.) = 0.962 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ โดยผลวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่า กรณีตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ พบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงตามตารางที่ 3



ภาพที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่า ด้วยวิธี ADD, วิธี INP และวิธี MLT

คะแนนประสิทธิภาพ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า ค่าคะแนนประสิทธิภาพของการใช้งานรถยนต์เช่าเป็นข้อมูลในรูปแบบของมาตราอันตรภาค (Interval Scale) ที่มีความเป็นอิสระจากกัน

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของค่าคะแนนประสิทธิภาพด้วยวิธี ADD , วิธี INP และวิธี MLT

วิธีการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ADD	0.5420	0.2587	0.1619	1.000
INP	0.5564	0.2569	0.1619	1.000
MLT	0.5352	0.2536	0.1679	1.000

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบแจกแจงแบบปกติ

วิธีการประเมิน	ค่าสถิติ	ระดับนัยสำคัญ
ADD	0.951	0.330
INP	0.955	0.396
MLT	0.935	0.158

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0.005	2	0.003	0.039	0.962
Within Groups	4.143	63	0.066		
Total	4.149	65			

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่าของหน่วยงานราชการหน่วยหนึ่ง จำนวน 22 หน่วยตัดสินใจ โดยมีปัจจัยนำเข้า คือ ค่าเช่ารถยนต์ ผลลัพธ์พึงประสงค์ คือ ระยะทางที่ใช้งานทั้งหมด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ ด้วยการวิเคราะห์ DEA ในวิธี ADD วิธี INP และ วิธี MLT เพื่อปรับค่าผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์ให้เหมาะสม พบว่าหน่วยตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (ค่าประสิทธิภาพ = 1.000) ทั้งสามวิธี ได้แก่ หน่วยตัดสินใจที่ 11 และหน่วยตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในวิธี ADD และวิธี INP ได้แก่ หน่วยตัดสินใจที่ 18 และหน่วยตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในวิธี MLT ได้แก่ หน่วยตัดสินใจที่ 9 และ 10 อย่างไรก็ตามการประเมินค่าคะแนนประสิทธิภาพของทั้งสามวิธีนี้ได้ผลการประเมินใกล้เคียงกัน และเมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มที่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทั้งสามวิธีมีค่าน้อย เนื่องจากผลการประเมินประสิทธิภาพที่แสดงตามรูปที่ 1 ของทั้งสามวิธีส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าคะแนนประสิทธิภาพภายในกลุ่มของทั้งสามวิธีมีค่าตั้งแต่ 0.1619 ถึง 1.000 จึงทำให้ค่าความแปรปรวนภายในกลุ่มมีค่าค่อนข้างมาก จากผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินประสิทธิภาพของทั้งสามวิธีไม่แตกต่าง แต่จากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่าในวิธี MLT ซึ่งเป็นการปรับค่าในรูปของผลคูณผกผัน ในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการซ่อมจากอุบัติเหตุ มีค่าเป็น 0 อาจทำให้ไม่สามารถหาผลลัพธ์และคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพได้ นอกจากนี้วิธี INP อาจไม่สะท้อนความเป็นจริงจากการใช้งาน เนื่องจากต้องปรับผลลัพธ์ไปเป็นปัจจัยนำเข้า (Seiford and Zhu, 2002) ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถยนต์เช่า กรณีที่ตัวแบบมีปัจจัยไม่พึงประสงค์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงล้อมกรอบข้อมูล วิธี ADD จึงเป็นวิธีที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาตัวแบบของประเมินประสิทธิภาพในงานด้านโลจิสติกส์ และนำไปพิจารณานโยบาย รวมถึงการปฏิบัติที่เหมาะสมให้คุ้มค่างบประมาณต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลของการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการปรับปรุงปัจจัยไม่พึงประสงค์ ในวิธีผลคูณผกผัน วิธีการปรับปรุงปัจจัยผลลัพธ์ไม่พึงประสงค์เป็นปัจจัยนำเข้า และวิธีผลบวกผกผัน ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถคัดเลือกวิธีปรับปรุงปัจจัยไม่พึงประสงค์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาตัวแบบของประเมินประสิทธิภาพในงานด้านโลจิสติกส์ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้วิธีการปรับปรุงปัจจัยไม่พึงประสงค์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ควรศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปรับปรุงปัจจัยไม่พึงประสงค์ใหม่ในวิธีการทางตรงและวิธีการทางอ้อม เพื่อคัดเลือกวิธีการใหม่ที่เหมาะสมและครอบคลุมการประเมินประสิทธิภาพในหน่วยงานทุกประเภท

เอกสารอ้างอิง

Andrejic, M., Bojovic, N., and Kilibarda, M. (2016). A framework for measuring transport efficiency in distribution centers. *Transport Policy*, 45, 99-106.

- Azadi, M., Shabani, A., Khodakarami, M., and Saen, R. F. (2014). Planning in feasible region by two-stage target-setting DEA methods: An application in green supply chain management of public transportation service providers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 70, 324-338.
- Balezentis, A. and Balezentis, T. (2011). Assessing the efficiency of Lithuanian Transport sector by applying the methods of multimooora and data envelopment analysis. *Transport*, 26(3), 263-270.
- Berg, S.A., Forsund, F.R., and Jansen, E.S. (1992). Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian Banking 1980-89. *The Scandinavian Journal of Economics*, 94, 211-228.
- Bian, Y., Hu, M., and Xu, H. (2015). Measuring efficiencies of parallel systems with shared inputs/ outputs using data envelopment analysis. *Kybernetes*, 44(3), 336-352.
- Bowlin, W. F. (1987). Evaluation the efficiency of US Air-Force real property maintenance activities. *The Journal of the Operational Research Society*, 38(2), 127-135.
- Charnes, A., Clark, C. T., Cooper, W. W., and Golany, B. (1984). A developmental study of Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2(1), 95-112.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., and Seiford, L. M. (1994). Basic SEA Models. In *Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Applications*, pp. 23-47. Dordrecht: Springer.
- Charnes, A., Cooper, W.W and Rhodes, E. (1978). Measurement the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Cook, D. W. (2006). Qualitative Data in Dea. *Handbook on Data Envelopment Analysis* , 153-175. Boston, MA.: Springer.
- Daraio, C., Diana, M., Costa, F. D., Leporelli, C., Matteucci, G., and Nastasi, A. (2016). Efficiency and effectiveness in the urban public transport sector: A critical review with directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 1-20.
- Djordjevic, B., Krmac, E., and Mlinaric, T. J. (2018). Non-radial DEA model: A new approach to evaluation of safety at railway level crossings. *Safety Science*, 103, 234-246.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(30), 253-278.
- Golany, B. and Roll, Y. (1989). An application Procedure for DEA. *Omega: The International Journal of Management Science*, 17, 237-250.
- Jiang, G., Liu, L., and Lv, H. (2017). Transportation system evaluation model based on DEA. *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 20(1), 115-124.
- Koopmans, T. C. (1951). *Activity Analysis of Production and Allocation*. New York: Wiley.

- Krai-u., M. (2009). *Satisfaction of passengers on using air-conditioned van service. Case Study: Bangkok - Phetchaburi (Line 73)*. Master of Business Administration, Bangkok University. (in Thai)
- Liu, W. and Sharp, J. (1999). DEA models via goal programming. In *Data Envelopment Analysis in the Service Sector*, 79-101. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Lovell, C.A.K., Pastor, J.T. and Turner, J.A. (1995). Measuring macroeconomic performance in the OECD: A comparison of European and non-European countries. *European Journal of Operational Research*, 87, 507-518.
- Ministry of Finance. (2012). Ministry of Finance Report Urgent GK 0406.4/v.64 *Rental rates for government cars*, 1-3. (in Thai)
- Nimmalairat., C. (2011). *The technology Efficiency of Refinery in Thailand*. Master of Economic, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Pal, D., and Mitra, S. K. (2016). An Application of the directional distance function with the number of accidents as an undesirable output to measure the technical efficiency of state road transport in India. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 93, 1-12.
- Pina, V., and Torres, L. (2006). Public-private efficiency in the delivery of services of general economic interest: The case of urban transport. *Local Government Studies*, 32(2), 177-198.
- Royston, J.P. (1983). Some techniques for assessing multivariate normality based on the Shapiro-Wilk W. *Applied Statistics*, 32, 121-133.
- Sanonil., S. (2016). *Car Rental Behavior of Foreign Tourists in Pattaya*. Master of Business Administration, Burapha University. (in Thai)
- Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 400-410.
- Seiford, L. M. and Zhu, J. (2002). Modeling Undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142, 16-20.
- Sharma, M. G., Debnath, R. M., Oloruntoba, R., and Sharma, S. M. (2016). Benchmarking of rail transport service performance through DEA for Indian railways. *The International Journal of Logistics Management*, 27(3), 629-649.
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509.
- Wojcik, V., Dyckhoff, H. and Gutgesell, S. (2017). The desirable Input of Undesirable Factors in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operation Research*, 259(1-2), 461-484.
- Wu, J., Zhu, Q., Chu, J., Liu, H., and Liang, L. (2016). Measuring energy and environmental efficiency of transportation systems in China based on a parallel DEA approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 460-472.
- Zhou, P., and Ang, B. W. (2008). Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance. *Energy Policy*, 36(8), 2911-2916.