



เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนเพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของซัพพลายเชนภายในองค์กร

Two-stage data envelopment analysis technique for evaluating internal supply chain efficiency

นิศากร สมสุข*¹⁾ และ ตริตศ เหล่าศิริหงษ์ทอง²⁾

Nisakorn Somsuk*¹⁾ and Tritos Laosirihongthong²⁾

¹⁾คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย จังหวัดปทุมธานี 12110

School of Aviation, Eastern Asia University, Pathumthani Thailand, 12110.

²⁾คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

Faculty of Engineering, Thammasat University, Pathumthani Thailand, 12120.

Received February 2014

Accepted August 2014

บทคัดย่อ

เทคนิค Data envelopment analysis (DEA) แบบสองขั้นตอน เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการของตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ประกอบด้วยกระบวนการย่อยสองกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กัน โดยผลผลิตจากกระบวนการย่อยที่ 1 (ซึ่งเป็นผลผลิตขั้นกลางของระบบ) จะเป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการย่อยที่ 2 การประยุกต์ใช้เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของระบบและประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ของกระบวนการย่อย จากการทบทวนงานวิจัยด้านการจัดการซัพพลายเชนพบว่า เทคนิคนี้ได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของซัพพลายเชนที่ประกอบด้วยกระบวนการย่อยสองกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะช่วยให้อธิบายว่ากระบวนการย่อยใดไม่มีประสิทธิภาพและต้องทำการปรับปรุง ทั้งนี้ เพื่อให้ประสิทธิภาพของซัพพลายเชนดีขึ้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายขั้นตอนของเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ พร้อมแสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนในการวัดประสิทธิภาพซัพพลายเชนภายในบริษัทประกันภัยเพื่อประกอบการอธิบาย นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ด้วย

คำสำคัญ : ซัพพลายเชนภายในองค์กร การวัดประสิทธิภาพ เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน

Abstract

A two-stage data envelopment analysis (DEA) which uses mathematical linear programming techniques is applied to evaluate the efficiency of a system composed of two relational sub-processes, by which the outputs from the first sub-process (as the intermediate outputs of the system) are the inputs for the second sub-process. The relative efficiencies of the system and its sub-processes can be measured by applying the two-stage DEA. According to the literature review on the supply chain management, this technique can be used as a tool for evaluating the efficiency of the supply chain composed of two relational sub-processes. The technique can help

* Corresponding author. Tel.: +66-(0)81-988-4601; Fax: +66-(0)577-1023

Email address: nisakornsomsuk@gmail.com

to determine the inefficient sub-processes. Once the inefficient sub-process was improved its efficiency, it would result in better aggregate efficiency of the supply chain. This paper aims to present a procedure for evaluating the efficiency of the supply chain by using the two-stage DEA, under the assumption of constant returns to scale, with an example of internal supply chain efficiency measurement of insurance companies by applying the two-stage DEA for illustration. Moreover, in this paper the authors also present some observations on the application of this technique.

Keywords : Internal Supply chain, Efficiency measurement, Two-stage data envelopment analysis

1. บทนำ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) เป็นอัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้รับกับทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินงาน ประสิทธิภาพมักจะนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จขององค์กร และหากตัวชี้วัดบ่งบอกถึงความไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กรใดแล้ว จำเป็นต้องทำการปรับปรุงองค์กรนั้นให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยลดการใช้ทรัพยากรอย่างสูญเปล่าหรือเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ปัจจุบันภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาประสิทธิภาพของซัพพลายเชนมากขึ้น ซึ่งการจัดการซัพพลายเชนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าด้วยต้นทุนที่ต่ำลง ตลอดจนสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน [1]

จากการทบทวนงานวิจัยด้านการจัดการซัพพลายเชนพบว่า มีหลายเทคนิคที่ได้นำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของซัพพลายเชน เช่น เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) เทคนิคฮิวริสติก (Heuristic) เทคนิคเดลฟาย (Delphi) เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) และเทคนิค Data Envelopment Analysis (DEA) [2] (สำหรับรายละเอียดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก [3, 4]) โดยเทคนิค DEA จะมีการใช้กันอย่างแพร่หลายและครอบคลุมหลายกลุ่มอุตสาหกรรมทั้งภาคการผลิตและบริการ [5] ทั้งนี้เนื่องจากเทคนิค DEA เป็นการนำทฤษฎีเศรษฐศาสตร์เข้ามาอธิบาย และยังใช้วิธีการคำนวณที่ค่อนข้างง่าย [6] อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นแล้ว เทคนิคนี้สามารถระบุหน่วยธุรกิจหรือขั้นตอนการดำเนินงานที่ “ไม่มีประสิทธิภาพ” โดยใช้ปัจจัยนำเข้าซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีอยู่ และยังช่วยในการวิเคราะห์หาผลผลิตส่วนที่ขาดและ

ปัจจัยนำเข้าส่วนที่เกินเพื่อทำให้เกิดผลผลิตสูงสุด [7, 8] เทคนิค DEA ที่พัฒนาโดย Charnes Cooper และ Rhodes [9] นิยมเรียกว่าตัวแบบ CCR (ชื่อตัวแบบเรียกตามอักษรตัวแรกของชื่อคณะผู้พัฒนา) ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS) ซึ่งเทคนิค DEA จะอาศัยหลักการของตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของหน่วยธุรกิจหรือขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม จากปัจจัยนำเข้าและปัจจัยด้านผลผลิตหลายปัจจัย (Multiple Inputs and Outputs) โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อกำหนดเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงของประชากร และไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและปัจจัยด้านผลผลิต

หลังจากที่ Charnes et al [9] ได้พัฒนาเทคนิค DEA ในปี พ.ศ. 2521 จากนั้น เทคนิคนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) ของหน่วยธุรกิจหรือองค์กรจำนวน n หน่วย อย่างกว้างขวาง (ภายใต้บริบทของเทคนิค DEA มักจะเรียกหน่วยธุรกิจหรือองค์กรที่จะนำมาประเมินประสิทธิภาพว่า “หน่วยตัดสินใจ หรือ DMU (Decision-Making Unit)” ซึ่งต่อจากนี้จะเรียกว่า DMU) ผลการประเมินจะชี้ให้เห็นถึงการดำเนินการเปลี่ยนปัจจัยนำเข้าให้เป็นผลผลิตของ DMU ใดๆ ว่ามีประสิทธิภาพเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับ DMU อื่นๆ ซึ่งคำถามงานวิจัยต่อมาคือปัจจัยใดที่เป็นสาเหตุให้การดำเนินงานของ DMU นั้นไม่มีประสิทธิภาพ

เพื่อหาคำตอบในเรื่องนี้ นักวิจัยจำนวนหนึ่งได้ทำการแยกวิเคราะห์ประสิทธิภาพออกเป็นส่วนประกอบย่อยหลายๆ ส่วน เพื่อให้สามารถระบุแหล่งที่มาของความไม่มีประสิทธิภาพได้ ตัวอย่างของงานวิจัยลักษณะนี้ได้แก่การศึกษาของ Banker และคณะ [10] ที่แยกวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ DMU ออกเป็นประสิทธิภาพทางเทคนิค

และประสิทธิภาพด้านขนาด นอกจากนี้ ยังมีอีกหลายงานวิจัย [11-13] ที่เน้นการแยกขั้นตอนกระบวนการทำงานซับซ้อนออกเป็นกระบวนการย่อยหลายกระบวนการ และศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยหลายกระบวนการที่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะทำให้ค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้นั้นเป็นประสิทธิภาพของแต่ละกระบวนการย่อย โดยไม่ได้สะท้อนถึงความสัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการย่อยและไม่ได้สะท้อนถึงระบบโดยรวม แต่ในความเป็นจริงแล้ว “ผลผลิตชั้นกลาง” ของระบบซึ่งเป็นผลผลิตของกระบวนการย่อยก่อนหน้า และในขณะเดียวกันก็เป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการย่อยถัดไปนั้น จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการย่อย

Kao [14] เป็นหนึ่งในนักวิจัยรุ่นแรกที่ได้ทำการแยกวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมออกเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยหลายๆ กระบวนการ ที่ “มีความสัมพันธ์กัน” และประกอบกันเข้าเป็นระบบหรือซัพพลายเชน ต่อมา Kao ได้ร่วมกับ Hwang [15] ในการพัฒนาตัวแบบ DEA แบบสองขั้นตอน ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ ซึ่งตัวแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้รับความนิยมและนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมจำนวนมาก และต่อมาโครงสร้างของตัวแบบของ Kao และ Hwang นี้ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการขยายแนวความคิดของประสิทธิภาพของระบบที่ประกอบด้วยหลายขั้นตอนหรือหลายหน่วยธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันในมุมมองด้านการจัดการซัพพลายเชน บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการเสนอขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของซัพพลายเชนโดยใช้เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนที่สรุปจากผลการศึกษาของ Kao and Hwang [15] พร้อมแสดงการยกตัวอย่างประกอบ การอธิบายและข้อสังเกตเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าว

2. เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน

ตัวแบบ CCR แบบดั้งเดิมจะพิจารณากระบวนการที่ต้องการวัดประสิทธิภาพเสมือนว่าเป็นเพียง DMU หน่วยเดียว โดยไม่คำนึงถึงการทำงานของกระบวนการอื่นๆ ว่ามีกิจกรรมอะไรหรือมีขั้นตอนการดำเนินงานอย่างไร ซึ่งหากพิจารณาระบบที่ประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ หลายกระบวนการที่ต้องทำต่อเนื่องกัน อาจเป็นไปได้ว่า

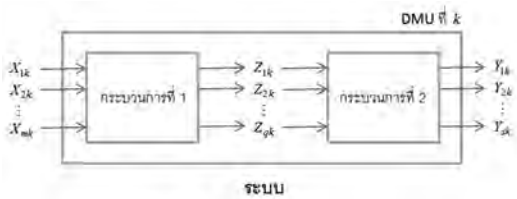
ระบบซึ่งมีกระบวนการย่อยบางกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพจะได้รับการประเมินว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ เช่น ในธนาคารที่การดำเนินงานประกอบด้วยสองกระบวนการ คือ การจัดเก็บเงินสมทบกองทุน และการนำเงินกองทุนไปลงทุนเพื่อแสวงหาผลประโยชน์ เป็นไปได้ว่ากระบวนการจัดเก็บเงินสมทบกองทุนได้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ธนาคารมีผลตอบแทนต่ำเนื่องจากการลงทุนในโครงการที่ไม่เหมาะสม และยังเป็นไปได้อีกว่า กระบวนการจัดเก็บเงินสมทบกองทุนได้ดำเนินการอย่างไม่มีประสิทธิภาพ แต่ธนาคารมีผลตอบแทนสูง เนื่องจากการลงทุนในโครงการที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อใช้เทคนิค DEA แบบดั้งเดิมแล้วจะเป็นการประเมินประสิทธิภาพของธนาคารแห่งนี้โดยไม่ได้แยกประเมินประสิทธิภาพในแต่ละกระบวนการ [16]

ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน และเพื่อระบุว่ากระบวนการย่อยใดเป็นกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพอันจะส่งผลให้ระบบไม่มีประสิทธิภาพด้วย จึงควรทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน

ซึ่ง Kao and Hwang [15] ได้ทำการพัฒนาเทคนิค DEA แบบดั้งเดิมเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการที่สามารถแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน (กระบวนการย่อย) ที่ต้องทำต่อเนื่องกันและมีความสัมพันธ์กัน ภายใต้กรอบแนวคิดนี้ ประสิทธิภาพของกระบวนการสามารถแยกออกเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยสองกระบวนการ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้สามารถระบุกระบวนการย่อยที่ไม่มีประสิทธิภาพซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของกระบวนการต่ำได้

ตัวแบบ CCR ของเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน:

สมมติให้การดำเนินงานของ DMU สามารถแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนหรือกระบวนการที่ทำต่อเนื่องกัน ดังรูปที่ 1 สำหรับ DMU ที่ k ซึ่งกระบวนการที่ 1 ใช้ปัจจัยนำเข้า X_{ik} , $i = 1, 2, \dots, m$ เพื่อเปลี่ยนเป็นผลผลิตชั้นกลาง Z_{pk} , $p = 1, 2, \dots, q$ และผลผลิตชั้นกลางทั้งหมดนำมาใช้ในกระบวนการที่สองเพื่อเปลี่ยนเป็นผลผลิตสุดท้าย Y_{rk} , $r = 1, 2, \dots, s$



รูปที่ 1 ระบบสองขั้นตอนซึ่งมีปัจจัยนำเข้า (X) ผลผลิตขั้นกลาง (Z) และผลผลิตสุดท้าย (Y) ที่มา: [15]

การคำนวณหาคะแนนประสิทธิภาพ โดยใช้ตัวแบบ CCR ของเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอน จากมุมมองด้านปัจจัยนำเข้านั้นสามารถทำได้โดยการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้น ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปปัญหาควบลู่ (Dual Problem) จากตัวแบบตัวคูณ (Multiplier Model) ได้ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$E_k = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \quad (1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \quad (5)$$

$$u_r, v_i \geq e$$

เมื่อ $i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, s; p=1, 2, \dots, q$

โดยที่

- E_k แทนคะแนนประสิทธิภาพของ DMU ที่ k
- Y_{rk} แทนปริมาณของผลผลิตสุดท้ายที่ r จาก DMU ที่ k
- u_r แทนค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิตสุดท้ายที่ r
- X_{ij} แทนปริมาณของปัจจัยนำเข้าที่ i จาก DMU ที่ j
- Y_{ij} แทนปริมาณของผลผลิตสุดท้ายที่ r จาก DMU ที่ j
- Z_{pj} แทนปริมาณของผลผลิตขั้นกลางที่ p DMU ที่ j
- v_i แทนค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าที่ i
- w_p แทนค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิตขั้นกลางที่ p
- m แทนจำนวนปัจจัยนำเข้า
- s แทนจำนวนผลผลิตสุดท้าย
- q แทนจำนวนผลผลิตขั้นกลาง
- n แทนจำนวนของ DMU
- ϵ แทนค่าตัวเลขที่มีขนาดเล็กมาก

หมายเหตุ: เงื่อนไขที่ (2) ในตัวแบบตัวคูณนั้นจะเท่ากับผลรวมของเงื่อนไขที่ (3) และ (4) ดังนั้น เงื่อนไขที่ (2) จึงเป็นเงื่อนไขบังคับเกินความจำเป็น (Redundant Constraint)

เมื่อได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้าปัจจัยของผลผลิตขั้นกลาง และของผลผลิตสุดท้าย (แทนด้วย v_i^* , w_p^* และ u_r^* ตามลำดับ) แล้ว ก็จะสามารถคำนวณหาคะแนนประสิทธิภาพของระบบ และคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยที่ 1 และ 2 (แทนด้วย E_k , E_k^1 และ E_k^2 ตามลำดับ) ได้จากสมการต่อไปนี้

$$E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \quad (6)$$

$$E_k^1 = \frac{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pk}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik}} \quad (7)$$

$$E_k^2 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pj}} \quad (8)$$

ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้ $E_k = E_k^1 \times E_k^2$

จากความสัมพันธ์นี้ จึงกล่าวได้ว่า DMU ใดๆ จะมีประสิทธิภาพ ($E_k = 1$) ก็ต่อเมื่อกระบวนการย่อยทั้งสองกระบวนการใน DMU นั้นๆ ต้องมีประสิทธิภาพ ($E_k^1 = 1$ และ $E_k^2 = 1$) ดังนั้นหากพบกระบวนการย่อยอย่างน้อย 1 กระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพใน DMU ใดแล้ว ก็จะทำให้ DMU นั้นไม่มีประสิทธิภาพด้วย

ลักษณะสำคัญของตัวแบบนี้คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิตขั้นกลาง (w_p) เป็นค่าเดียวกันทั้งในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ถึงแม้ว่าในขั้นตอนที่ 1 จะพิจารณาผลผลิตขั้นกลางว่าเป็นผลผลิต และในขั้นตอนที่ 2 จะพิจารณาผลผลิตขั้นกลางว่าเป็นปัจจัยนำเข้าก็ตาม

3. ตัวอย่างการประยุกต์ใช้

3.1 ชัพพลายเชนภายในของบริษัทประกันภัย

การดำเนินงานของชัพพลายเชนภายในองค์กร (Internal supply chain) ของบริษัทประกันภัย ซึ่งการดำเนินงานประกอบด้วยกระบวนการย่อยสองกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน คือ กระบวนการทางการตลาด และกระบวนการลงทุนแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ซัพพลายเชนภายในบริษัทประกันภัย ที่มา: [15]

ตารางที่ 1 รายละเอียดปัจจัยนำเข้า ผลผลิตขั้นกลาง และผลผลิตขั้นสุดท้ายของบริษัทประกันภัยทั้ง 6 แห่ง (ตัวเลขในตารางมีหน่วยเป็น ล้านบาท)

j	บริษัทประกันภัยแห่งที่ j (DMU _j)	ปัจจัยนำเข้า		ผลผลิตขั้นกลาง		ผลผลิตสุดท้าย	
		ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (X ₁)	ค่าเบี่ยงแปรกัน (X ₂)	เบี่ยงแปรกันภัยรับตรง (Z ₁)	เบี่ยงแปรกันภัยค่อ (Z ₂)	กำไรจากการรับประกันภัย (Y ₁)	กำไรจากการลงทุน (Y ₂)
1	DMU ₁	14	13	100	18	12	8
2	DMU ₂	6	6	32	4	2	2
3	DMU ₃	11	6	63	3	14	7
4	DMU ₄	26	7	97	10	17	4
5	DMU ₅	13	13	82	5	17	5
6	DMU ₆	26	14	139	8	36	2

ที่มา: ดัดแปลงจาก [15]

จากรูปที่ 2 กระบวนการย่อยที่ 1 (กระบวนการทางการตลาด) มีปัจจัยนำเข้าสองปัจจัยได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (x_1) และ ค่าเบี่ยงแปรกัน (x_2) โดยดำเนินการขายผลิตภัณฑ์ประกันภัยต่างๆ ของบริษัทให้แก่ลูกค้า ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นเบี่ยงแปรกันภัยรับตรง (z_1) และ เบี่ยงแปรกันภัยค่อ (z_2) ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตขั้นกลางของการดำเนินการในซัพพลายเชน จากนั้น บริษัทจะนำเบี่ยงแปรกันดังกล่าวไปลงทุนต่อเพื่อสร้างผลกำไร โดยผลผลิตขั้นกลางเหล่านี้จะเป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการย่อยที่ 2 (กระบวนการลงทุน) ในขั้นตอนนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจว่าควรจะต้องลงทุนในธุรกิจอะไรและอย่างไร ทำให้ได้ผลลัพธ์ ได้แก่ กำไรจากการรับประกันภัย (y_1) และกำไรจากการลงทุน (y_2) ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตขั้นสุดท้าย

ของการดำเนินงานในซัพพลายเชน[15] หากต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานของซัพพลายเชนของบริษัทประกันภัยจำนวน 6 แห่งโดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 1 การคำนวณจะแยกตัวแบบ CCR ออกเป็น 6 ตัวแบบตามจำนวนบริษัทประกันภัยที่จะประเมินประสิทธิภาพ

3.2 ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น

ในกรณีที่ต้องการคำนวณหาค่าคะแนนประสิทธิภาพของบริษัทประกันภัยแห่งที่ 1 โดยใช้ตัวแบบ CCR ตามสมการที่ (1) - (5) จะได้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นต่อไปนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$E_k = \text{Max } 12_{u1} + 8_{u2}$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\begin{aligned}
 12u_1 + 8u_2 - 14v_1 - 13v_2 &\leq 0 \\
 2u_1 + 2u_2 - 6v_1 - 6v_2 &\leq 0 \\
 14u_1 + 7u_2 - 11v_1 - 6v_2 &\leq 0 \\
 17u_1 + 4u_2 - 26v_1 - 7v_2 &\leq 0 \\
 17u_1 + 5u_2 - 13v_1 - 13v_2 &\leq 0 \\
 36u_1 + 2u_2 - 26v_1 - 14v_2 &\leq 0 \\
 100w_1 + 18w_2 - 14v_1 - 13v_2 &\leq 0 \\
 32w_1 + 4w_2 - 6v_1 - 6v_2 &\leq 0 \\
 63w_1 + 3w_2 - 11v_1 - 6v_2 &\leq 0 \\
 97w_1 + 10w_2 - 26v_1 - 7v_2 &\leq 0 \\
 82w_1 + 5w_2 - 13v_1 - 13v_2 &\leq 0 \\
 139w_1 + 8w_2 - 26v_1 - 14v_2 &\leq 0 \\
 12u_1 + 8u_2 - 100w_1 - 18w_2 &\leq 0 \\
 2u_1 + 2u_2 - 32w_1 - 4w_2 &\leq 0 \\
 14u_1 + 7u_2 - 63w_1 - 3w_2 &\leq 0 \\
 17u_1 + 4u_2 - 97w_1 - 10w_2 &\leq 0 \\
 17u_1 + 5u_2 - 82w_1 - 5w_2 &\leq 0 \\
 36u_1 + 2u_2 - 139w_1 - 8w_2 &\leq 0 \\
 14v_1 + 13v_2 &= 1
 \end{aligned}$$

$$u_1, u_2, v_1, v_2, w_1, w_2 \geq 0.000001 \text{ เมื่อ } \varepsilon = 0.000001$$

3.3 ผลการประเมินคะแนนประสิทธิภาพ

การคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมนั้น สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปมาใช้ในการคำนวณหาคำตอบได้ โปรแกรมที่สามารถใช้คำนวณการโปรแกรมเชิงเส้นได้แก่ LINDO, XpressMP, MOSEK และ EXCEL เป็นต้น ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้โปรแกรม EXCEL Solver ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งยังเหมาะสมในการนำมาใช้กับปัญหาที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก [17], [18] ผลการคำนวณตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นข้างต้น จะได้ค่า $v_1^*, v_2^*, w_1^*, w_2^*, u_1^*$ และ u_2^* ของบริษัทประกันภัยแห่งที่ 1 เท่ากับ 0.037117 0.036951 0.010000 0.000001 0.000001 และ 0.089997 ตามลำดับ จากนั้นก็นำมาคำนวณหาค่า E_k E_k^1 และ E_k^2 ได้จากสมการที่ (6)-(8) ดังนี้

$$E_k = \frac{u_1^* Y_{11} + u_2^* Y_{21}}{v_1^* X_{11} + v_2^* X_{21}} = \frac{0.000001(12) + 0.089997(8)}{0.037117(14) + 0.036951(13)} = 0.720$$

$$E_k^1 = \frac{w_1^* Z_{11} + w_2^* Z_{21}}{v_1^* X_{11} + v_2^* X_{21}} = \frac{0.010000(100) + 0.000001(18)}{0.037117(14) + 0.036951(13)} = 1.000$$

$$E_k^2 = \frac{u_1^* Y_{11} + u_2^* Y_{21}}{w_1^* Z_{11} + w_2^* Z_{21}} = \frac{0.000001(12) + 0.089997(8)}{0.010000(100) + 0.000001(18)} = 0.720$$

ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์ $E_k = E_k^1 \times E_k^2$ ดังนี้

$$0.720 = 1.000 \times 0.720$$

ในการทำงานเดียวกัน จะสามารถคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก และคะแนนประสิทธิภาพสำหรับบริษัทประกันภัยแห่งอื่นๆ ได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

3.4 สรุปผลการประเมินคะแนนประสิทธิภาพ

ก. เมื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของบริษัทประกันภัย (ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของระบบ) จะพบว่าการดำเนินงานของ DMU3 นั้นมีประสิทธิภาพ ส่วนการดำเนินงานของ DMU อื่นๆ นั้นไม่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพดังนี้ คือ DMU₆ DMU₅ DMU₄ DMU₁ และ DMU₂ ซึ่งมีคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 0.951 0.770 0.722 0.720 และ 0.420 ตามลำดับ

ข. เมื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยที่ 1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการทางการตลาด) จะพบว่าการดำเนินงานในกระบวนการทางการตลาดของ DMU₁ DMU₃ และ DMU₄ นั้นมีประสิทธิภาพ ส่วนการดำเนินงานในกระบวนการทางการตลาดของ DMU อื่นๆ นั้นไม่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพดังนี้ คือ DMU₆ DMU₅ และ DMU₂ ซึ่งมีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการทางการตลาดเท่ากับ 0.951 0.883 และ 0.747 ตามลำดับ

ค. เมื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยที่ 2 (ประสิทธิภาพของกระบวนการลงทุน) จะพบว่าการดำเนินงานในกระบวนการลงทุนของ DMU₃ และ DMU₆ นั้นมีประสิทธิภาพ ส่วนการดำเนินงานในกระบวนการลงทุนของ DMU อื่นๆ นั้นไม่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพดังนี้ คือ DMU₅ DMU₄ DMU₁ และ DMU₂ ซึ่งมีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการลงทุนเท่ากับ 0.872 0.722 0.720 และ 0.562 ตามลำดับ

ง. DMU ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน นั้นมีแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้น ดังนี้ DMU_1 และ DMU_4 ควรปรับปรุงประสิทธิภาพ การดำเนินงานในกระบวนการลงทุน ในขณะที่ DMU_6

ควรปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานในกระบวนการ ทางการตลาด ส่วน DMU_2 และ DMU_5 ควรปรับปรุง ประสิทธิภาพการดำเนินงานทั้งในกระบวนการทางการ ตลาดและกระบวนการลงทุน

ตารางที่ 2 คะแนนประสิทธิภาพของบริษัทประกันภัย

บริษัทประกันภัย แห่งที่ j	ค่าถ่วงน้ำหนัก				คะแนนประสิทธิภาพ				
	v_1	v_2	w_1	w_2	u_1	u_2	E_k^1	E_k^2	E_k
DMU_1	0.037117	0.036951	0.010000	0.000001	0.000001	0.089997	1.000	0.720	0.720
DMU_2	0.166666	0.000001	0.023333	0.000001	0.000001	0.209997	0.747	0.562	0.420
DMU_3	0.037133	0.098589	0.015102	0.016182	0.000050	0.142758	1.000	1.000	1.000
DMU_4	0.000001	0.142853	0.010309	0.000001	0.038982	0.014819	1.000	0.722	0.722
DMU_5	0.076922	0.000001	0.010769	0.000001	0.040721	0.015480	0.883	0.872	0.770
DMU_6	0.015118	0.043353	0.006415	0.007432	0.025914	0.009088	0.951	1.000	0.951

4. ข้อสังเกตเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิค

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนที่นำเสนอข้างต้น มีดังนี้

ก. ตัวแบบที่นำเสนอเป็นตัวแบบ CCR ที่พิจารณาจากมุมมองด้านปัจจัยนำเข้า ภายใต้ข้อสมมติ ผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS) ซึ่งหมายถึง การปรับเพิ่ม หรือลดปัจจัยนำเข้าด้วยสัดส่วนหนึ่ง จะทำให้ผลผลิตปรับ เพิ่มหรือลดด้วยสัดส่วนเดียวกัน โดยที่ประสิทธิภาพของ DMU ยังคงเดิม

ข. ซัพพลายเชนที่สามารถนำเอาเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนไปประยุกต์ใช้นั้น จะต้องเป็นระบบที่ ประกอบด้วยกระบวนการย่อยสองกระบวนการ ซึ่งปัจจัย นำเข้าของกระบวนการย่อยที่สองจะเป็นผลผลิตขั้นกลาง เท่านั้น (Closed Two Stage DEA System) กล่าวคือ ผลผลิตจากกระบวนการย่อยที่หนึ่งเท่านั้นที่จะเป็นปัจจัย นำเข้าของกระบวนการย่อยที่สอง ทั้งนี้ไม่มีปัจจัยนำเข้า อื่นใดที่มาจากนอกระบบ

ค. เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนนี้ เป็นเทคนิค การตัดสินใจเมื่อพิจารณาจากหลายปัจจัย เพื่อให้ได้ ตัวแบบสำหรับการประเมินประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้น สิ่งแรกที่ต้องทำก่อนที่จะคำนวณคะแนนประสิทธิภาพ คือ การกำหนดหรือเลือกตัวแปรนำเข้าและผลผลิต ซึ่งจะขึ้น

อยู่กับปัญหาของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ หรือลักษณะ ขององค์กรที่จะนำมาประเมิน ปัจจุบันยังไม่มีกรอบตรวจสอบ ความเหมาะสมของตัวแบบแต่อย่างใด มีเพียงข้อเสนอแนะ ในเรื่องจำนวนของ DMU ซึ่งนักวิจัยหลายท่านได้แนะนำ ไว้ดังนี้ จำนวนของ DMU ควรจะมากกว่า(หรือเท่ากับ) สองเท่าของผลรวมของจำนวนปัจจัยนำเข้ากับจำนวน ผลผลิต [19-22] เนื่องจากในระบบที่นำมาศึกษาประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า ผลผลิตขั้นกลาง และผลผลิตสุดท้าย ดังนั้น ข้อเสนอแนะในที่นี้ n ควรจะมากกว่า $2(m+q+s)$ เมื่อ n แทนจำนวนของ DMU m แทนจำนวนของ ปัจจัยนำเข้า q แทนจำนวนผลผลิตขั้นกลาง และ s แทนจำนวนของผลผลิตสุดท้าย

ง. เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนนี้มีข้อจำกัด ในเรื่องของการใช้ข้อมูลเชิงปริมาณเป็นสำคัญ ซึ่งหาก ต้องการพิจารณาข้อมูลเชิงคุณภาพพร้อมด้วยแล้ว ข้อมูลนั้น จะต้องสามารถวัดให้คะแนนหรือประเมิน (Rating Scale) ออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ (Quantification)

จ. นอกจากนี้ ตัวแบบ CCR ของเทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนจะมุ่งความสนใจไปที่การคำนวณ ค่าคะแนนประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (Technical Efficiency) เท่านั้น ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อ ขนาดคงที่ อีกทั้งค่าตอบของตัวแบบสามารถมีได้มากกว่า

1 คำตอบ กล่าวคือ ถ้า v_i^* , w_p^* และ u_r^* คือค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมของตัวแบบแล้วค่า av_i^* , aw_p^* และ au_r^* (สำหรับ $a > 0$) จะให้คำตอบของตัวแบบที่เท่ากัน [23]

5. สรุป

การประยุกต์ใช้เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนตามแนวทางที่อธิบายมาข้างต้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการจัดการซัพพลายเชนเชิงสัมพัทธ์นี้ ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของซัพพลายเชนและของกระบวนการย่อยในซัพพลายเชน ว่าเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับซัพพลายเชนอื่น ทั้งนี้เพื่อช่วยให้สามารถระบุถึงสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพของซัพพลายเชนต่ำ อันเกิดจากกระบวนการย่อยที่ไม่มีประสิทธิภาพได้ ทั้งนี้ เมื่อทราบว่ากระบวนการย่อยใดที่ไม่มีประสิทธิภาพแล้ว จำเป็นต้องทำการปรับปรุงกระบวนการย่อยนั้นให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพการดำเนินงานของซัพพลายเชนจะดีขึ้นด้วย

ตัวอย่างที่นำมาแสดงนั้นเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค DEA สองขั้นตอนเพื่อวัดประสิทธิภาพของ “ซัพพลายเชนภายในบริษัทประกันภัย” อย่างไรก็ตาม เทคนิค DEA แบบสองขั้นตอนนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับซัพพลายเชนต้นน้ำ (Upstream Supply Chain) สองขั้นตอน (ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อ-จัดหา) และซัพพลายเชนปลายน้ำ (Downstream Supply Chain) สองขั้นตอน (ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดส่งสินค้าไปยังผู้บริโภคและบริการหลังการขาย) ซึ่งตัวแบบจะเป็นการวัดประสิทธิภาพของซัพพลายเชนระหว่างองค์กรสององค์กรแทนกระบวนการย่อยสองกระบวนการ

อย่างไรก็ตามยังมีอีกหลายกรณีที่ต้องประกอบของซัพพลายเชนมีความซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยมากกว่าสองกระบวนการ ดังนั้น ในการประเมินประสิทธิภาพของซัพพลายเชนและของกระบวนการย่อยจะต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่า DEA แบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage DEA)

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Nanthapodej R, Phutthala S, Pattanapairoj S. Principle of Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model. *KKU Engineering Journal*. 2006;33(4):325-35.
- [2] Najmi A, Gholamian MR, Makui A. Supply chain performance models: A literature review on approaches, techniques, and criteria. *Journal of Operations and Supply Chain Management*. 2013;6(2):94-113.
- [3] Kriengsakulikul V, Thongprasert S. Assessment of eco-efficiency and application of mathematical model for cement manufacturing. *KKU Engineering Journal*. 2010;37(4):277-85.
- [4] Suwanrungsri T, Ngaoprasertwong J. Determination of standard performance of an industrial product distributor with Balanced Scorecard concept. *KKU Engineering Journal*. 2010;37(4):267-75.
- [5] Liu JS, Lu LYY, Lu W-M, Lin, BJY. A survey of DEA applications. *Omega*. 2013;41(5):893-902.
- [6] Cook WD, Seiford LM. Data Envelopment Analysis (DEA)—thirty years on. *European Journal of Operational Research*. 2009;192: 1-17.
- [7] Yu YS, Han HT, Barros A. Evaluating technical efficiency of Taiwan public listed companies: an application of Data Envelopment Analysis. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*. 2012;1(12):16-23.
- [8] Wadhwa S, Kumar A, Saxena A. Modelling and analysis of technical education system: a KM and DEA Based Approach. *Studies in Informatics and Control*. 2005;14(4):235-50.
- [9] Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978;2: 429-44.

- [10] Banker RD, Charnes A, Cooper WW. Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*. 1984;30:1078-92.
- [11] Fa`re R, Grosskopf S. Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*. 2000;34: 35-49.
- [12] Seiford LM, Zhu J. Profitability and market-ability of the top 55 US commercial banks. *Management Science*. 1999;45:1270-88.
- [13] Fa`re R, Grosskopf S. Productivity and intermediate products: A frontier approach. *Economics Letters*. 1996;50:65-70.
- [14] Kao C. Some properties of Pareto efficiency under the framework of data envelopment analysis. *International Journal of Systems Science*. 1995;26:1549-58.
- [15] Kao C, Hwang SN. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*. 2008;185:418-29.
- [16] Kao C, Liu ST. Efficiencies of two-stage systems with fuzzy data. *Fuzzy Sets and Systems*. 2011;176:20-35.
- [17] Baker KR. Optimization modeling with spreadsheets, Thomson Books/Cole, CA, USA, 2006.
- [18] Taha HA. *Operations Research: An Introduction*, 7th edition, Prentice Hall, 2003.
- [19] Boussofiane A, Dyson R, Rhodes E. Applied DEA. *European Journal of Operational Research*, 1991;2(6):1-15.
- [20] Ramanathan R. *An introduction to Data Envelopment Analysis*. Sage Publications; 2003.
- [21] Golany B, Roll Y. An application procedure for Data Envelopment Analysis. *Omega, International Journal of Management Science*. 1989;3:237-50.
- [22] Min H, Min H, Joo SJ. A Data Envelopment Analysis-based balanced scorecard for measuring the comparative efficiency of Korean luxury hotels. *International Journal of Quality and Reliability Management*. 2008; 25: 349-65.
- [23] Suebpongsakorn A. The methodology of Data Envelopment Analysis (DEA) and the measurement of productive efficiency. *CMU. Journal of Economics*. 2012;16(1):44-82.