



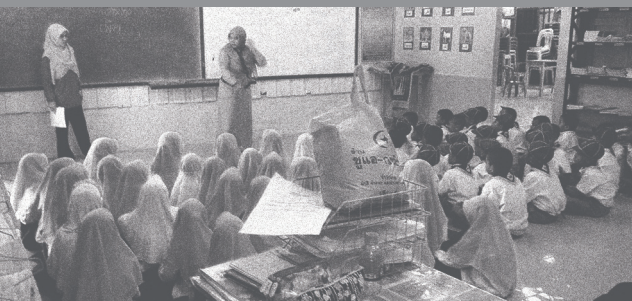
การประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด ขององค์กรด้วยวิธีการ WPF-DEA Worst-Efficiency Evaluation for Organizations Using the Worst Practice DEA Approach

ประสพชัย พสุนนท์¹ และสุดา ตระการเกลี้ยงศักดิ์²

Prasopchai Pasunon¹ and Suda Tragantalerngsak²

¹รศ., คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร เพชรบุรี 76120

²รศ.ดร., ประจําภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000



บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการ Worst Practice Data Envelopment Analysis (WPF-DEA) เพื่อใช้ในการค้นหาองค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด วิธีนี้แตกต่างจากวิธีการ DEA แบบดั้งเดิมคือจะสร้างขอบเขตแนวปฏิบัติที่ด้อยสุด (Worst Practice Frontier) จากองค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด แทนการสร้างขอบเขตแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice Frontier: BPF-DEA) จากองค์กรที่มีประสิทธิภาพตามวิธีการ DEA แบบดั้งเดิม ในบทความได้นำเสนอแนวคิดของวิธีการ DEA แบบดั้งเดิม และของวิธีการ WPF-DEA รวมทั้งแสดงตัวแบบ WPF-CCR และ WPF-BCC ในลักษณะมุมมองด้านปัจจัยนำเข้าและมุมมองด้านผลผลิต พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างเปรียบเทียบคะแนนประสิทธิภาพจากตัวแบบ BPF-BCC และตัวแบบ WPF-BCC ของบริษัทประกันวินาศภัย 41 แห่ง ในตอนท้ายของบทความได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิธีการ WPF-DEA ไปประเมินประสิทธิภาพองค์กร

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพด้อยที่สุด วิธีการ WPF-DEA

Abstract

The objective of this article is to present the Worst Practice Data Envelopment Analysis approach (WPF-DEA) to find the worst efficiency organizations. The main difference between WPF-DEA approach and the original DEA is that the WPF-DEA approach creates Worst Practice Frontier (WPF-DEA) based on the worst performance organization, while the original DEA approach creates Best Practice Frontier (BPF-DEA) based on the best performance organization. In this article, the basic concept of the original DEA and the WPF-DEA approach are introduced. The model formulations of both WPF-CCR and WPF-BCC approaches in terms of inputs and outputs oriented are provided. The BPF-DEA and WPF-BCC efficiency score of 41 insurance companies are illustrated as a sample. The last section gives a guideline for applying the WPF-DEA approach to evaluate organization efficiency.

Keywords : Worst-Efficiency, WPF-DEA Approaches

บทนำ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการดำเนินงานขององค์กรเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาองค์กรให้ประสบความสำเร็จ เพราะสถานการณ์การแข่งขันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว การพัฒนาให้องค์กรเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบกับองค์กรอื่น ๆ ในทางเศรษฐศาสตร์ได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้หลายความหมาย แต่หากมองในแง่ประสิทธิภาพของหน่วยผลิต ประสิทธิภาพ คือ ความสามารถของหน่วยผลิตในการเพิ่มผลผลิตภายใต้การใช้ทรัพยากรเท่าเดิม หรือความสามารถในการประหยัดทรัพยากรลง โดยไม่ส่งผลต่อจำนวนผลผลิต [1]

Farrell [2] จำแนกประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Efficiency) ของหน่วยผลิตออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ประสิทธิภาพด้านการจัดสรรทรัพยากร (Price or Allocative Efficiency) หมายถึง ความสามารถของหน่วยผลิตในการเลือกสัดส่วนของปัจจัยนำเข้า (Inputs) ได้อย่างเหมาะสมภายใต้เงื่อนไขทางด้านราคาของปัจจัยผลผลิต (Outputs) และ 2) ประสิทธิภาพด้านเทคนิค (Technical Efficiency) หมายถึง ความสามารถของหน่วยผลิตในการเพิ่มปริมาณผลผลิตภายใต้จำนวนปัจจัยนำเข้าที่มีอยู่ (ลักษณะนี้เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพในมุมมองผลผลิต (Output Oriented) ในทางตรงกันข้าม หากหน่วยผลิตสามารถลดจำนวนปัจจัยนำเข้าลง โดยที่ยังคงปริมาณผลผลิตได้เท่าเดิม (ลักษณะนี้เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพในมุมมองปัจจัยนำเข้า (Input Oriented)

ในระยะเวลา 35 ปีที่ผ่านมา การประเมินประสิทธิภาพด้านเทคนิคของหน่วยผลิตได้รับความนิยมและมีการประยุกต์ในองค์กรต่าง ๆ มากมาย อาทิ ธนาคาร อุทยานแห่งชาติ มหาวิทยาลัย บริษัทประกันภัย ทำอากาศยาน ห้องสมุด โรงแรมและอุตสาหกรรมบริการ และสหกรณ์ โดยเฉพาะวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA) ซึ่งเสนอโดย Charnes, Cooper and Rhodes [3] จากการรวบรวมข้อมูลของ Liu et al [4] ได้สำรวจบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการ DEA บนฐานข้อมูล ISI Web of Science ประกอบด้วย Science Citation Index Expanded (SCIE) Social Sciences Citation Index (SSCI) Conference Proceedings Index – Science (CPI-S) และ Conference Proceedings Index – Social Science and Humanities (CPI-SSH) ตั้งแต่ปี 1978 ถึงปี 2010 พบว่ามีบทความที่ได้รับการตีพิมพ์จำนวน 12,866 บทความ การเพิ่มขึ้นของบทความมีลักษณะแนวโน้มเป็นแบบเอ็กโพเนนเชียล โดยสามารถจำแนกลักษณะบทความได้ 5 หมวดหมู่ คือ 1) การขยายตัวแบบ (Extending Model) 2) การประเมินประสิทธิภาพแบบสองขั้นตอน (Two-stage Contextual Factor Evaluation Framework)

3) การจัดการกับข้อมูล ลักษณะพิเศษ (Handling Special Types of Data) 4) การตรวจสอบโครงสร้างภายใน DMU (Examining the Internal Structure of DMUs) และ 5) การประเมินลักษณะด้านสิ่งแวดล้อม (Measuring Environmental Performance)

ข้อดีของวิธีการ DEA คือ 1) สามารถวัดประสิทธิภาพจากหลายปัจจัยนำเข้าและหลายปัจจัยผลผลิต (Multi Input and Output) 2) ไม่จำเป็นต้องทราบการแจกแจงของข้อมูล และ 3) ไม่มีข้อตกลงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random Error) [5] นอกจากนี้ทั้งปัจจัยนำเข้าและผลผลิตที่ใช้ในการคำนวณไม่จำเป็นต้องมีหน่วยวัดแบบเดียวกัน เช่น ปัจจัยนำเข้าหรือผลผลิตอาจเป็นจำนวนคน จำนวนเงิน พื้นที่ หรือปริมาณผลผลิต ก็ได้ ซึ่งต่างจากวิธีการที่ประเมินประสิทธิภาพที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric Method) เช่น ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas (Cobb-Douglas Production Function) ฟังก์ชันการผลิตแบบ Translog (Translog Production Function) ที่จำเป็นต้องทราบฟังก์ชันการแจกแจง (Distribution Function) ของข้อมูลที่นำมาประเมินประสิทธิภาพ

วิธีการ DEA เป็นการประเมินประสิทธิภาพหน่วยการผลิต ด้วยวิธีการที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric Method) โดยมีพื้นฐานของการคำนวณจากตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Program Model) โดยบริบทของวิธีการ DEA เรียกหน่วยผลิตว่า Decision Making Unit (DMU) ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับคำว่าองค์กรหรือหน่วยงานนั่นเอง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน แนวคิดสำคัญของวิธีการ DEA คือ การวัดประสิทธิภาพขององค์กรจากอัตราส่วนของผลรวมถ่วงน้ำหนักของหลายปัจจัยผลผลิตต่อผลรวมถ่วงน้ำหนักของหลายปัจจัยนำเข้า Charnes, Cooper and Rhodes [3] นำเสนอตัวแบบแรก (ตัวแบบ CCR) ของการประเมินประสิทธิภาพด้านเทคนิคขององค์กร k (DMU_k ; $k = 1, 2, \dots, n$) ตามแนวคิด Farrell [2] ซึ่งเขียนในรูปตัวแบบการโปรแกรมเศษส่วน (Fractional Program) ดัง (1)

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์} \quad \text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

เงื่อนไขข้อจำกัด _____ (1)

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i > 0 \quad , r = 1, 2, \dots, s ; i = 1, 2, \dots, m$$

เมื่อ	u_r	แทนค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลผลิตที่ r
	v_i	แทนค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าที่ i
	y_{ri}	แทนปัจจัยด้านผลผลิตที่ r ขององค์กรที่ j
	x_{ij}	แทนปัจจัยนำเข้าที่ i ขององค์กรที่ j
	s	แทนจำนวนปัจจัยผลผลิต
	m	แทนจำนวนปัจจัยนำเข้า
	n	แทนจำนวนองค์กรทั้งหมด

วิธีการ DEA มีการพัฒนาเป็นลำดับ ภายหลังจากการนำเสนอตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพโดย Charnes, Cooper and Rhodes [3] จากนั้น Banker, Charnes and Cooper [6] ได้เสนอตัวแบบ BCC ซึ่งเป็นอีกหนึ่งตัวแบบหลักของวิธีการ DEA สำหรับความก้าวหน้าของการพัฒนาตัวแบบต่าง ๆ ในวิธีการ DEA พบได้จากบทความวิชาการต่าง ๆ อาทิ ตัวแบบ RCCR หรือ AP [7] ตัวแบบ MAJ [8] ตัวแบบ RMAJ [9] ตัวแบบ SBM [10] ตัวแบบ IDEA [11-13] ตัวแบบ E-DEA [14] ตัวแบบ AJ [15] และตัวแบบ GDEA [16] นอกจากนี้ ยังได้มีการนำวิธีการคำนวณแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ร่วมกับวิธีการ DEA อาทิ ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) กับวิธีการ DEA [11], [17-18] ประยุกต์ใช้วิธีการ Fuzzy กับวิธีการ DEA [19-21] ถึงกระนั้นก็ตาม ตัวแบบ CCR และ BCC ยังคงได้รับความนิยมในการนำไปวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิตเห็นได้จากปริมาณงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ

แต่เดิมนั้น การประเมินประสิทธิภาพองค์กรโดยวิธี DEA เป็นการพิจารณาค้นหาองค์กรที่มีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด (Best Efficiency) เพราะต้องการนำองค์กรเหล่านั้นไปเป็นต้นแบบ (Best Practices) ในการเทียบเคียง (Benchmarking) ให้กับองค์กรอื่น ๆ ได้ดำเนินตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี สำหรับองค์กรธุรกิจที่มีความเสี่ยงสูง เช่น ธนาคาร สถาบันการเงิน บริษัทประกันภัย ผู้ตัดสินใจอาจต้องการค้นหาหน่วยงานที่มีลักษณะด้อยสุด เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ได้แก่ 1) ให้ทราบถึงภาวะวิกฤตขององค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด 2) ผู้บริหารสามารถหาแนวทางป้องกันการล้มละลายขององค์กรได้ทันเวลาที่ 3) ใช้วิธีการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดรวมกับการประสิทธิภาพดีที่สุดเพื่อการวางแผนพัฒนาองค์กรให้มีความก้าวหน้าอย่างยั่งยืน 4) เป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงขององค์กรที่มีการดำเนินงานในบริษัทที่คล้ายคลึงกัน และ 5) เป็นข้อมูลให้หน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการให้ความช่วยเหลือ ดูแล และแก้ไขปัญหาขององค์กร ก่อนที่ปัญหาจะลุกลามและขยายในวงกว้าง Paradi, Asmild and Simak [22] ได้จุดประกายในการค้นหาองค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด (Worst Efficiency) ในการดำเนินงานด้วยวิธีการ DEA

บทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงรูปแบบของการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด โดยวิธีการ WPF-DEA (Worst Practice Frontier DEA Model) โดยในขั้นแรกจะทบทวนเกี่ยวกับตัวแบบ CCR และ BCC ของการประเมินประสิทธิภาพดีสุด (BPF-DEA) ก่อนต่อมาคือการนำเสนอแนวคิดและตัวแบบของการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด (Best Practice Frontier DEA Model) ทั้งในลักษณะตัวแบบ CCR และ BCC จากนั้นจะได้แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากตัวแบบ BPF-DEA และตัวแบบ WPF-DEA โดยใช้ข้อมูลจริง และตอนท้ายของบทความเป็นข้อเสนอแนะการใช้วิธีการ WPF-DEA

วิธีการ DEA แบบดั้งเดิม

Charnes, Cooper and Rhodes [3] ปรับตัวแบบ (1) ให้อยู่ในรูปแบบการโปรแกรมเชิงเส้น ในการประเมินประสิทธิภาพของ DMU_k ; $k = 1, 2, \dots, n$ ในมุมมองปัจจัยนำเข้า แสดงดัง (2)

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์} \quad \text{Max } \tau_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

เงื่อนไขข้อจำกัด _____ (2)

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i &> 0, \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

คะแนนประสิทธิภาพของ DMU_k คือ τ_k อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาคะแนนประสิทธิภาพของ DMU_k ; $k = 1, 2, \dots, n$ ในมุมมองผลผลิต สามารถเขียนตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นได้ดัง (3) โดยคะแนนประสิทธิภาพในมุมมองผลผลิต คือ $\tau_k = \frac{1}{\eta_k}$ (คะแนนประสิทธิภาพในมุมมองผลผลิตไม่จำเป็นต้องเท่ากับคะแนนประสิทธิภาพในมุมมองปัจจัยนำเข้า)

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Min } \eta_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$

เงื่อนไขข้อจำกัด _____ (3)

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i &> 0, \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

ตัวแบบ (2) และ (3) เรียกว่า ตัวแบบ CCR ตามอักษรชื่อตัวแรกของผู้ที่ร่วมกันพัฒนาขึ้น มีเป้าหมายเพื่อหาค่าสูงสุดของคะแนนประสิทธิภาพโดยรวม (Overall Technical Efficiency: TE_{CRS}) หรือคะแนนประสิทธิภาพ อยู่ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS บางครั้งจึงเรียกตัวแบบนี้ว่า ตัวแบบ CRS)

คะแนนประสิทธิภาพ τ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ($0 \leq \tau \leq 1$) ถ้า $\tau = 1$ แสดงว่า DMU นั้นมีประสิทธิภาพ แต่ถ้า τ มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า DMU นั้นไม่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง กล่าวได้ว่า ตัวแบบจะสร้างระนาบเกิน (Hyperplane) ซึ่งเรียกว่าขอบเขตประสิทธิภาพดีที่สุด (Best Practice Frontier หรือ BPF-DEA) DMU โดยอยู่บนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพแสดงว่า DMU นั้นมีประสิทธิภาพการดำเนินงาน แต่ถ้า DMU โดยอยู่ในขอบเขตประสิทธิภาพ แสดงว่ายังไม่มีประสิทธิภาพ คะแนนประสิทธิภาพของ DMU จะลดลงไปตามระยะทางระหว่าง DMU นั้นกับขอบเขตประสิทธิภาพนั่นเอง

ตัวแบบ (2) และ (3) เป็นตัวแบบในรูปผลคูณของปริมาณปัจจัยกับน้ำหนักที่ให้กับปัจจัยนั้น จึงเรียกตัวแบบลักษณะนี้ว่าตัวแบบเชิงคูณ (Multiplier Model) นอกจากนี้สามารถเขียนตัวแบบในรูปของตัวแบบควบคู่ (Dual Model) หรือตัวแบบเชิงแวดล้อม (Envelopment Model) ตัวแบบควบคู่ของตัวแบบ (2) โดยกำหนด $\tau, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ เป็นตัวแปรควบคู่ที่สัมพันธ์กับเงื่อนไขที่ 1, 2, ..., n+1 ดังนั้น จะได้ตัวแบบควบคู่ของตัวแบบ CCR ในมุมมองปัจจัยนำเข้า ดัง (4)

$$\begin{array}{ll} \text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์} & \text{Min } \tau_k \\ \text{เงื่อนไขข้อจำกัด} & \end{array} \quad (4)$$

$$\tau_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

เนื่องจากตัวแบบ CCR อยู่ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนคงที่ จะใช้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อองค์กรทุกหน่วยมีการดำเนินงาน ณ ระดับที่เหมาะสม แต่เมื่อมีการแข่งขันไม่สมบูรณ์ เกิดขึ้นหรือเกิดข้อจำกัดทางการเงินซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้องค์กรไม่ได้ดำเนินงานในระดับที่เหมาะสมได้ Banker, Charnes and Cooper [6] ได้พัฒนาตัวแบบใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว คือ ตัวแบบ BCC มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าของคะแนนประสิทธิภาพ τ ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดเปลี่ยนแปลงได้ (Variables Returns to Scale: VRS)

บางครั้งจึงเรียกตัวแบบนี้ว่า ตัวแบบ VRS) โดยคะแนน τ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 และมีการแปลผลเช่นเดียวกันกับคะแนนประสิทธิภาพของตัวแบบ CCR ซึ่งถ้าหากองค์กรบางองค์กรไม่ได้ดำเนินงาน ณ ระดับที่เหมาะสม คะแนนประสิทธิภาพของตัวแบบ CCR และ BCC จะมีค่าไม่เท่ากัน

คะแนนประสิทธิภาพของตัวแบบ BCC คือ คะแนนประสิทธิภาพด้านเทคนิค (Pure Technical Efficiency: TE_{VRS}) โดยมีการเพิ่มตัวแปร w ในตัวแบบ CCR ค่าที่เป็นไปได้ของ w จากแต่ละองค์กรมีอยู่ 3 แบบ คือ 1) $w > 0$ หมายความว่าองค์กรนั้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปัจจัยผลผลิตรวมน้อยกว่าอัตราการเพิ่มปัจจัยนำเข้าทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกัน คือมีผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale: DRS) นั่นคือ องค์กรมีขนาดการผลิตเกินจุดที่เหมาะสมแล้ว จึงควรลดขนาดการผลิตลง 2) $w < 0$ หมายความว่าองค์กรนั้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปัจจัยผลผลิตรวมมากกว่าอัตราการเพิ่มปัจจัยนำเข้าทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกัน คือมีผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale: IRS) นั่นคือ ขนาดการผลิตขององค์กรยังต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมที่สุด องค์กรควรปรับเพิ่มขนาดการผลิต และ 3) $w = 0$ หมายความว่าองค์กรมีอัตราการเพิ่มของปัจจัยผลผลิตรวมเท่ากับอัตราการเพิ่มของปัจจัยนำเข้าทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกัน คือมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS) แสดงว่าขนาดการผลิตขององค์กรนั้นอยู่ที่จุดเหมาะสมที่สุด ตัวแบบ BCC ในการประเมินประสิทธิภาพของ DMU_k ; $k = 1, 2, \dots, n$ ในมุมมองปัจจัยนำเข้า แสดงดัง (5) สำหรับความแตกต่างระหว่างแนวคิดของตัวแบบ CCR และ BCC แสดงดังภาพที่ 1

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์} \quad \text{Max } \tau_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - w_k$$

เงื่อนไขข้อจำกัด (5)

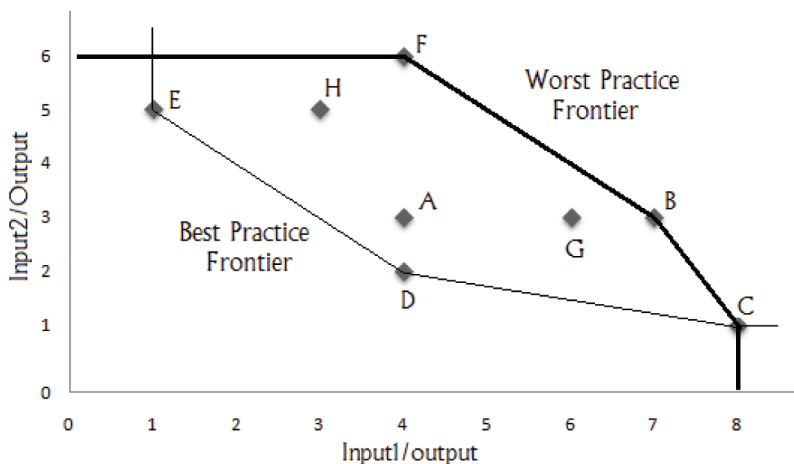
$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - w_k &\leq 0 \quad , j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i &> 0 \\ w_k &\text{ไม่จำกัดเครื่องหมาย} \end{aligned}$$

แนวคิดของการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด

วิธีการ DEA แบบดั้งเดิม จะประเมินประสิทธิภาพเพื่อค้นหาองค์กรที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Best Practice) โดยการจำแนกองค์กรที่มีประสิทธิภาพ คือ องค์กรที่อยู่บนขอบเขตแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice Frontier หรือ BPF-DEA) ในขณะที่องค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพ คือ องค์กรที่ไม่ได้อยู่บน BPF-DEA ตรงกันข้ามกับแนวคิดของการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด ซึ่งเป็นการค้นหาองค์กรที่มีการดำเนินงานในลักษณะด้อยที่สุด โดยการสร้างขอบเขตแนวปฏิบัติที่ด้อยสุด (Worst Practice Frontier หรือ WPF-DEA) จากองค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยสุด Liu and Chen [23] นำเสนอข้อมูลในตารางที่ 1 เพื่อเปรียบแนวคิดของการประเมินประสิทธิภาพแบบดั้งเดิมและแบบด้อยที่สุด โดยภาพที่ 2 เป็นการสร้างเส้น BPF-DEA และ WPF-DEA จากตารางที่ 1 พบว่า DMU C D และ E มีประสิทธิภาพตามแนวคิดของ BPF-DEA (พิจารณาที่เส้นบาง) ในขณะที่ A B F G และ H เป็น DMU ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ DMU C D และ E สำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุด พบว่า DMU B C และ F มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด เพราะอยู่บนเส้น WPF-DEA (เส้นหนา) ส่วน A D E G และ H มีประสิทธิภาพดีกว่า DMU ที่ด้อยทั้ง 3 แห่งนั้น พิจารณา DMU C ซึ่งอยู่บนทั้งเส้นขอบเขตแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดและที่ด้อยสุด แสดงว่า DMU C มีประสิทธิภาพในการจัดสรรปัจจัยนำเข้าเพื่อสร้างผลผลิตแต่อาจมีความเสี่ยงสูง เพราะในการสร้างผลผลิตหนึ่งหน่วยนั้น มีการใช้ปัจจัยนำเข้าที่ 1 มากที่สุด การมีประสิทธิภาพของ C อาจเกิดจากการมีลักษณะที่แตกต่างจาก DMU อื่น ๆ เช่น ใช้ปัจจัยนำเข้าน้อยกว่า DMU อื่น ๆ อย่างมาก จนไม่ถูกนำไปเปรียบเทียบกับ DMU ไต (Self-Identify)

ตารางที่ 1 ข้อมูลของ Liu and Chen [23]

DMU	A	B	C	D	E	F	G	H
Input1 (x_1)	4	7	8	4	1	4	6	3
Input2 (x_2)	3	3	1	2	5	6	3	5
Output (y)	1	1	1	1	1	1	1	1



ภาพที่ 2 แนวคิดของ BPF-DEA และ WPF-DEA ตามแนวคิดของ Liu and Chen [23]

ในการศึกษาองค์กรที่ล้มเหลวในการดำเนินงานหรือองค์กรที่ล้มละลาย โดยใช้วิธีการ BPF-DEA นั้น พบในงานของ Pendharkar [24] Pille and Paradi [25] Cielen, Peeters and Vanhoof [26] และ Sueyoshi [27] พบว่าองค์กรเหล่านั้นมีผลการประเมินที่ไม่มีประสิทธิภาพ แต่ไม่ได้หมายความว่าเป็้องค์กรที่ด้อยที่สุด ซึ่งไม่ตอบสนองกับความเป็่นจริงในโลกปัจจุบันเพราะการแข่งขันในทางธุรกิจมีความสำคัญมาก การทราบถึงสถานการณ์ที่แย่ที่สุดขององค์กรจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหาหนทางในการจัดการและรับมือกับปัญหาต่าง ๆ ได้ทันทั่วทั้ง โดยเฉพาะ การทำนายความเสี่ยงจากการลงทุนหรือภาวะการณ์ล้มละลาย รวมไปถึงปัญหาที่อาจเกิดจากวิกฤตการณ์ทางการเงินหรือเศรษฐกิจ เช่น วิกฤตต้มยำกุ้งในปี 1997 วิกฤตเศรษฐกิจในอาร์เจนตินาในปี 1999 - 2002 วิกฤตแฮมเบอร์เกอร์ในปี 2007 - 2008 และวิกฤตหนี้สาธารณะยุโรปในปี 2010

Paradi, Asmild and Simak [22] เป็นผู้เริ่มต้นในการนำเสนอแนวทางการประเมินเพื่อค้นหาองค์กรที่มีผลปฏิบัติงานด้อยที่สุด เป็นการพิจารณาในแง่ความเสี่ยงขององค์กร โดยประยุกต์ใช้วิธีการ WPF-DEA กับการประเมินความเสี่ยงและความน่าเชื่อถือของบริษัทหลักทรัพย์ต่อภาวะล้มละลายในประเทศแคนาดา วิธีการ WPF-DEA ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจาก Shuai and Li [28] และ Liu and Chen [23] โดยมีการนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในงานด้านธุรกิจ อาทิ การประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดในกรณีที่มีปัจจัย

ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของหน่วยผลิตและข้อมูลมีความไม่ชัดเจน เช่น ข้อมูลลำดับข้อมูลแบบช่วง [29] การนำปัจจัยที่ไม่พึงประสงค์ร่วมในการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการ BPF-DEA และ WPF-DEA เพื่อใช้ในการส่งเสริมการตลาดและสร้างรูปแบบที่เหมาะสมในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค [30] การพัฒนาตัวแบบการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดในการเลือก ซัพพลายเออร์ (Supplier) ในการนิรูบบแบบของข้อมูลไม่ชัดเจน [31] การประยุกต์ใช้วิธีการ WPF-DEA ในการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดของธนาคารในประเทศได้หวั่นในการค้นหาธนาคารที่ล้มเหลวเพื่อป้องกันการล้มละลาย [32] และการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธีการ WPF-DEA ร่วมกับ Assurance Region DEA เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศอิหร่าน [33]

ตัวแบบ WPF-CCR และ WPF-BCC

ตัวแบบการโปรแกรมเศษส่วนของ WPF-DEA ที่ดัดแปลงมาจาก (1) แสดงดัง (6) โดยเป็นการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดของ DMUK; $k = 1, 2, \dots, n$

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

เงื่อนไขข้อจำกัด

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} &\geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r, v_i &> 0, \quad r = 1, 2, \dots, s; \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

จาก (6) สามารถเขียนตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดด้วยวิธีการ WPF-DEA ของตัวแบบ CCR หรือวิธีการ WPF-CCR ได้ดัง (7) เป็นตัวแบบเชิงคูณในมุมมองปัจจัยนำเข้า [23]

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Min } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$

เงื่อนไขข้อจำกัด _____ (7)

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0 \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i > 0 \quad , r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

โดยที่ h เป็นคะแนนประสิทธิภาพด้อยที่สุด ($h \geq 1$) ถ้าคะแนน $h = 1$ แสดงว่าองค์กรนั้นมีประสิทธิภาพด้อยที่สุด แต่ถ้าคะแนน $h \geq 1$ แสดงว่าองค์กรนั้นไม่ได้เป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด และยิ่งหาก h มีค่ามากขึ้น แสดงว่าองค์กรนั้นก็มียุทธศาสตร์ที่ดีมากตามไปด้วย สำหรับตัวแบบควบคู่ของ (7) แสดงดัง (8) ซึ่งเป็นตัวแบบเชิงแนวกลับ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Max } h_k$

เงื่อนไขข้อจำกัด _____ (8)

$$h_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0 \quad , i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \leq 0 \quad , r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad , j = 1, 2, \dots, n$$

สำหรับตัวแบบ WPF-BCC นั้น จะมีลักษณะเหมือนกันกับตัวแบบ BCC แบบดั้งเดิม กล่าวคือ ในตัวแบบเชิงคุณ ต้องเพิ่มตัวแปร w ในตัวแบบ WPF-CCR และตัวแบบควบคู่ ต้องเพิ่มเงื่อนไข $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ ในตัวแบบ ตารางที่ 2 และ 3 เป็นตารางสรุปตัวแบบ WPF-CCR และ WPF-BCC ตามลำดับ ทั้งมุมมองปัจจัยนำเข้าและมุมมองผลผลิต

ตารางที่ 2 ตัวแบบ WPF-CCR

ตัวแบบเชิงคุณ	ตัวแบบเชิงเวกเตอร์
มุมมองด้านปัจจัยนำเข้า	
<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Min $h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0, \forall j$ $u_r, v_i > 0, \forall r, i$	<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max h_k</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $h_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0, \forall i$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \leq 0, \forall r$ $\lambda_j \geq 0, \forall j$
มุมมองด้านผลผลิต	
<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $h'_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0, \forall j$ $u_r, v_i > 0, \forall r, i$	<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Min h'_k</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0, \forall i$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - h'_k y_{rk} \leq 0, \forall r$ $\lambda_j \geq 0, \forall j$

หมายเหตุคะแนนประสิทธิภาพด้อยที่สุดของตัวแบบมุมมองปัจจัยนำเข้า คือ h_k

คะแนนประสิทธิภาพด้อยที่สุดของตัวแบบมุมมองปัจจัยผลผลิต คือ $\frac{1}{h'_k}$

ตารางที่ 3 ตัวแบบ WPF-BCC

ตัวแบบเชิงคูณ	ตัวแบบเชิงเวกเตอร์
มุมมองด้านปัจจัยนำเข้า	
<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Min $h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - w_k$</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - w_k \geq 0, \forall j$ $u_r, v_i > 0, \forall_{r,i}$	<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max h_k</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $h_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0, \forall_i$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{rk} \leq 0, \forall_r$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ $\lambda_j \geq 0, \forall_j$
มุมมองด้านผลผลิต	
<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $h'_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - w_k$</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - w_k \geq 0, \forall_j$ $u_r, v_i > 0, \forall_{r,i}$	<p>ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Min h'_k</p> <p>เงื่อนไขข้อจำกัด</p> $x_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq 0, \forall_i$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - h'_k y_{rk} \leq 0, \forall_r$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ $\lambda_j \geq 0, \forall_j$

หมายเหตุ คะแนนประสิทธิภาพด้วยที่สุดของตัวแบบมุมมองปัจจัยนำเข้า คือ h_k
 คะแนนประสิทธิภาพด้วยที่สุดของตัวแบบมุมมองปัจจัยผลผลิต คือ $\frac{1}{h'_k}$

ตัวอย่างการแปลผลตัวแบบ WPF-BCC

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากตัวแบบ BPF-DEA และตัวแบบ WPF-DEA ในมุมมองปัจจัยนำเข้าของบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทยประจำปี 2554 จำนวน 41 แห่ง (41 DMU) โดยใช้ 3 ปัจจัยนำเข้า คือ สินทรัพย์รวม ค่าสินไหมทดแทน และค่าจ้างและค่าบำเหน็จ และ 2 ปัจจัยผลผลิต คือ เบี้ยประกันภัยที่ถือเป็นรายได้ และรายได้จากการลงทุน ซึ่งได้จากงานวิจัยของชุดิมา ศรีจันทร์ทอง และสกุลเกตุ ดอกไม้ [34]

ตารางที่ 4 คะแนนประสิทธิภาพ CCR และ WPF-CCR จากข้อมูลของ ชุดิมา ศรีจันทร์ทอง และสกุลเกตุ ดอกไม้ [34]

DMU	CCR	WPF-CCR	DMU	CCR	WPF-CCR	DMU	CCR	WPF-CCR
1	0.933	1.292	15	0.992	1.357	29	0.893	1.271
2	0.612	1.565	16	1.000	3.123	30	0.796	3.734
3	0.737	1.680	17	0.789	1.475	31	0.893	1.405
4	1.000	6.165	18	0.839	1.345	32	0.951	1.511
5	0.685	1.288	19	0.344	1.000	33	0.432	1.234
6	0.732	2.566	20	0.968	2.148	34	0.811	1.698
7	0.605	1.000	21	0.642	1.589	35	0.297	1.000
8	0.832	2.209	22	1.000	1.178	36	1.000	1.000
9	1.000	1.936	23	0.333	1.759	37	0.990	1.311
10	0.584	1.000	24	0.857	1.300	38	1.000	8.821
11	0.924	1.254	25	1.000	2.377	39	1.000	3.951
12	1.000	1.715	26	1.000	1.377	40	1.000	1.317
13	0.556	1.220	27	0.639	1.316	41	0.408	1.693
14	0.727	1.000	28	0.724	1.466			

จากผลลัพธ์ในตาราง 4 สามารถประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานได้ ดังนี้

1. DMU7 DMU10 DMU14 DMU19 และ DMU35 มีคะแนนประสิทธิภาพ CCR น้อยกว่า 1 และมีคะแนนประสิทธิภาพด้อยที่สุด WPF-CCR เท่ากับ 1 คือเป็น DMU ที่อยู่บนเส้นแนวปฏิบัติด้อยที่สุด นั่นคือบริษัทประกันวินาศภัยทั้ง 5 แห่ง ไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานและมีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการดำเนินงานมากด้วย

2. ในขณะที่ DMU4 DMU9 DMU12 DMU16 DMU22 DMU25 DMU26 DMU38 DMU39 และ DMU40 มีคะแนนประสิทธิภาพ CCR เท่ากับ 1 และมีคะแนนประสิทธิภาพ WPF-CCR มากกว่า 1 คือเป็นบริษัทประกันวินาศภัยที่อยู่บนเส้นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด นั่นคือบริษัทมีลักษณะประสิทธิภาพในการดำเนินงานและมีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการดำเนินงานน้อย

3. ส่วนใหญ่บริษัทประกันวินาศภัยจะมีลักษณะการดำเนินงานที่ยังไม่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่ระดับความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการดำเนินงานอยู่ในระดับน้อย ได้แก่ DMU1 - DMU3 DMU5 DMU6 DMU8 DMU11 DMU13 DMU15 DMU17 DMU18 DMU20 DMU24 DMU27 DMU34 DMU37 และ DMU41 กล่าวคือเป็นบริษัทประกันวินาศภัยมีคะแนนประสิทธิภาพ CCR น้อยกว่า 1 และมีคะแนนประสิทธิภาพด้อยที่สุด WPF-CCR มากกว่า 1 คือเป็นบริษัทที่อยู่ระหว่างเส้นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดกับเส้นแนวปฏิบัติด้อยที่สุด

4. ส่วน DMU36 เป็นเพียงบริษัทประกันวินาศภัยเพียง 1 บริษัทที่มีคะแนนประสิทธิภาพ CCR และคะแนนประสิทธิภาพ WPF-CCR เท่ากับ 1 คือเป็นจุดที่ทั้งบนเส้นแนวปฏิบัติดีที่สุดและเส้นแนวปฏิบัติด้อยที่สุด นั่นคือเป็นบริษัทประกันวินาศภัยที่มีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน แต่ขณะเดียวกันก็มีความเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการดำเนินงานมากด้วย

ข้อเสนอแนะ

ในการประเมินประสิทธิภาพด้อยที่สุดด้วยวิธีการ WPF-DEA สำหรับองค์กรต่าง ๆ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การประเมินประสิทธิภาพองค์กรควรพิจารณาในทุกมิติ การใช้ตัวแบบ BPF-DEA และ WPF-DEA ร่วมกัน จะเป็นการเพิ่มสารสนเทศในการพิจารณาองค์กรทั้งในแง่ประสิทธิภาพดีที่สุดและด้อยที่สุดร่วมกัน ช่วยให้การกำหนดนโยบายและวางแผนปฏิบัติงานมีความชัดเจนในการเพิ่มจุดแข็งและแก้ไขจุดอ่อนขององค์กร

Figure 1 is a graph illustrating the peeling algorithm for the Weighted Peeling Problem (WPP). The x-axis is labeled "Input/output" and ranges from 0 to 8. The y-axis is labeled "Input2/Output" and ranges from 0 to 6. The graph shows a series of points A through H connected by line segments. The segments are labeled: "First peeling of WPF" (connecting F to G), "Second peeling of WPF" (connecting E to H), and "Third peeling of WPF" (connecting A to D). The points are: A(4, 3), B(7, 3), C(8, 1), D(4, 2), E(1, 5), F(4, 6), G(6, 3), and H(3, 5).

3. การคัดเลือกตัวแปรปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต สำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพ ด้อยที่สุดด้วยวิธีการ WPF-DEA มีความสำคัญเช่นเดียวกันกับวิธีการ DEA เพราะส่งผลต่อ คะแนนประสิทธิภาพ [5] แต่การคัดเลือกตัวแปรสำหรับวิธีการ WPF-DEA นั้นมีความแตกต่าง จากวิธีการ DEA เพราะต้องพิจารณาถึงสาเหตุของความเสียหายหรือการล้มละลาย [22]

วารสารปริชาต
มหาวิทยาลัยทักษิณ

5. เนื่องจากองค์กรที่อยู่บนเส้นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดต่างมีคะแนนประสิทธิภาพต่ำที่สุดเท่ากับ 1 ดังนั้น จึงไม่สามารถจัดเรียงลำดับองค์กรที่อยู่บนเส้นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดเหล่านั้นได้ Liu and Chen [23] ได้เสนอวิธี HypoSBM บนเส้นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด ช่วยให้สามารถจัดเรียงลำดับองค์กรทั้งหมดตามความมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดได้

6. Liu and Chen [23] ได้นำเสนอการใช้เมทริกซ์กลยุทธ์ทางธุรกิจ (Business Strategy Matrix: Stars, Cows, Sleepers and Dogs) ร่วมกับวิธีการ DEA และ WPF-DEA เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือในด้านการบริหารเพื่อใช้ในการจัดการองค์กร

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมชาย หาญหิรัญ. (2556). **แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางเศรษฐศาสตร์**. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2556, จาก <http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/article/HowtoCheckTFP-inEconomy.pdf>.
- [2] Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**. 120(3), 253-290.
- [3] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. L. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", **European Journal of Operational Research**. 2, 429-444.
- [4] Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W., and Lin, B. J. Y. (2013). "Data Envelopment Analysis 1978- 2010 : A Citation-based Literature Survey", **Omega**. 41, 3-15.
- [5] ประสพชัย พสุนนท์. (2548). "การประเมินประสิทธิภาพองค์กรโดย Data Envelopment Analysis", **วารสารบริหารธุรกิจ**. 28(108), 32-42.
- [6] Banker, R. D., Charnes, A, and Cooper, W. W. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", **Management Science**. 30, 1078-1092.
- [7] Anderson, P., and Petersen, N.C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", **Management Science**. 39(10), 1261-1264.

- [8] Mehrabian, S., Alirezaee, M.R, and Jahanshahloo, G.R. (1999).
“A Complete Efficiency Ranking of Decision Making Units in Data Envelopment Analysis”, **Computational Optimization and Applications**. 4, 261-266.
- [9] Saati, M.S., Angiz, Z., M., and Jahanshahloo, G.R. (1999). “A Model for Ranking Decision Making Units in Data Envelopment Analysis”, **Recrca Operative**. 31, 47-59.
- [10] Tone, K. (2001). “A Slack-Based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**. 130, 498-509.
- [11] Zhu, J. (1998). “Data Envelopment Analysis vs. Principal Component Analysis: An Illustrative Study of Economic Performance of Chinese Cities”, **European Journal of Operational Research**. 111, 5-61.
- [12] _____. (2003). “Imprecise Data Envelopment Analysis (IDEA): A Review and Improvement with an Application”, **European Journal of Operational Research**. 144, 513-529.
- [13] _____. (2004). “Imprecise DEA via Standard Linear DEA Models with a Revisit to a Korean Mobile Telecommunication Company”, **Operations Research**. 52, 323-329.
- [14] Oral, M. (2010). “E-DEA: Enhanced Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operation Research**. 207, 916- 926.
- [15] Abri, A.G., and Jelodar, M.F. (2012). “A Complementary on Proposing a New Model on Data Envelopment Analysis By Considering Non Discretionary Factors and a Review on Previous Models”, **Mathematical and Computational Applications**. 17(3), 244-246.
- [16] Xu, H. and Zhou, S. (2013). “A Grey Data Envelopment Analysis Model”, **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**. 48(3), 1552-1557.
- [17] Jenkins, L., and Anderson, M. (2003). “A Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**. 147, 51-61.

- [18] Ho, C. and Wu, D. (2009). “Online Banking Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis and Principal Component Analysis”, **Computers & Operations Research**. 36, 1835-1842.
- [19] Wen, M., and Li, H. (2009). “Fuzzy data envelopment analysis (DEA) : Model and ranking method”, **Journal of Computational and Applied Mathematics**. 223(2), 872-878.
- [20] Tlig, H. and Rebai, A. (2009). “A Mathematical Approach to Solve Data Envelopment Analysis Models when Data are LR Fuzzy Numbers”, **Applied Mathematical Sciences**. 48(3), 2383-2396.
- [21] วราธร ปัญญางาม พัชราภรณ์ ญาณกริตต์ พิรุยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล และเสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล. (2550). “การหาประสิทธิภาพด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ความครอบคลุมข้อมูลภายใต้ความไม่แน่นอนอย่างสุ่มและอย่างคลุมเครือ: กรณีอัตราผลตอบแทนคงที่”, **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 7**. (15-16 พฤศจิกายน 2550), 328-333.
- [22] Paradi, J. C., Asmild, M., and Simak, P. C. (2004). “Using DEA and Worst Practice DEA in Credit Risk Evaluation”, **Journal of Productivity Analysis**. 21, 153-165.
- [23] Liu, F. F., and Chen, C. (2009). “The Worst-Practice DEA Model with Slack-based Measurement”, **Computers & Industrial Engineering**. 57, 496-505.
- [24] Pendharkar, P. C. (2002). “A Potential use of Data Envelopment Analysis for the Inverse Classification Problem”, **Omega**. 30, 243-248.
- [25] Pille, P. and Paradi, J. C. (2002). “Financial Performance Analysis of Ontario (Canada) Credit Unions: An Application of DEA in the Regulatory Environment”, **European Journal of Operational Research**. 139, 339-350.
- [26] Cielen, A., Peeters, L., and Vanhoof, K. (2004). “Bankruptcy Prediction Using a Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**. 154, 526-532.

- [27] Sueyoshi, T. (2006). “DEA-Discriminant Analysis: Methodological Comparison Among Eight Discriminant Analysis Approaches”, **European Journal of Operational Research**. 169, 247-272.
- [28] Shuai, J. J., and Li, H. L. (2005). “Using Rough Set and Worst Practice DEA in Business Failure Prediction”, **Lecture notes in Computer Science (Berlin: Springer)**. 503-510.
- [29] Azizi, H., and Ajirlu, H. G. (2011). “Measurement of the Worst Practice of Decision-making Units in the Presence of Non-discretionary Factors and Imprecise Data”, **Applied Mathematical Modelling**. 35(4), 149-156.
- [30] Noorzadeh, A., Mahdiloo, M., and Saen, R. F. (2011). “Incorporating Undesirable Outputs into the Best and Worst Practice DEA Models for Customers Scoring”, **International Journal of Modelling in Operations Management**. 1(4), 396-406.
- [31] Azadi, M., and Saen, R. F. (2012). “Developing a Worst Practice DEA Model for Selecting Suppliers in the Presence of Imprecise Data and Dual-role Factor”, **International Journal of Applied Decision Sciences**. 5(3), 272-291.
- [32] _____. (2012). “Identifying Bank Failures with Two-stage Data Envelopment Analysis in the Worst-case Scenario: The Case of Taiwan Banks”, **WSEAS Transactions on Information Science and Applications**. 3(9), 93-102.
- [33] Momeni, H. A., Youssefi, M., and Mohammadkhani, M. (2012). “Providing a Model of Organization Downsizing Based on AR-WPF-DEA Model: Case Study of Iran Automotive Industry”, **World Applied Sciences Journal**. 18(11), 1619-1629.
- [34] ชูติมา ศรีจันทร์ทอง และสกุลเกตุ ดอกไม้. (2555). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทยด้วยเทคนิค Data Envelopment Analysis (DEA) ในกรณีวิธี Original DEA และ WPF-DEA. ปรียญญาณิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.