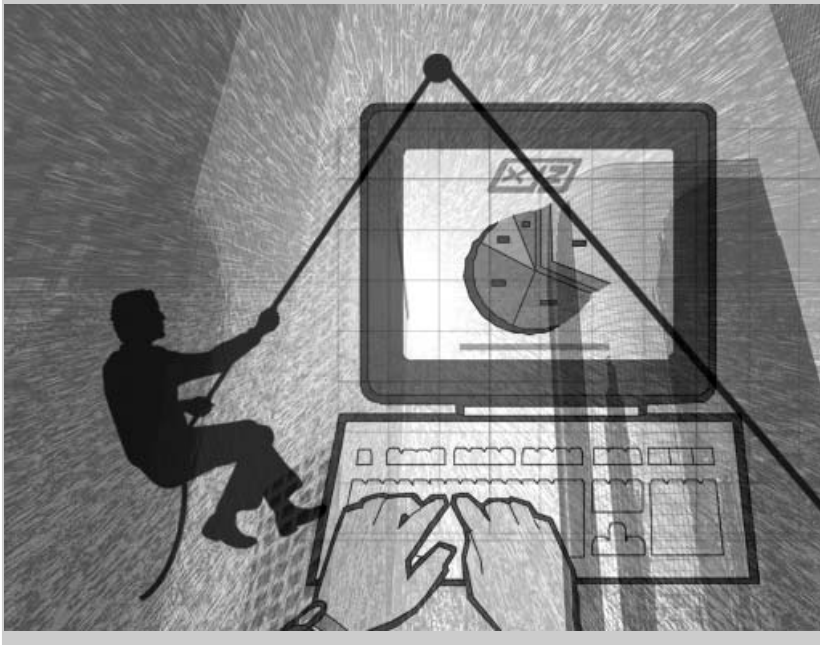
ประสพชัย พสุนนท์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการธุรกิจทั่วไป
คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร

การประเมินประสิทธิภาพองค์กร โดย *Data Envelopment Analysis*



[บทคัดย่อ]

บทความนี้ นำเสนอ Data Envelopment Analysis (DEA) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพระหว่างองค์กร โดยเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพครอบคลุมหลายปัจจัยนำเข้าและหลายผลผลิต เมื่อข้อมูลของปัจจัยนำเข้าและของผลผลิตเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ สำหรับแนวคิดพื้นฐานของ DEA มาจากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า การโปรแกรมเชิงเส้น ดังนั้น ข้อดีของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพองค์กรด้วย DEA คือ เป็นวิธีการทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ จึงลดข้อจำกัดทางสถิติลง และไม่จำเป็นต้องมีข้อตกลงต่างๆ ในการคำนวณ สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการวิเคราะห์ DEA คือ การเลือกปัจจัยนำเข้าและผลผลิตให้เหมาะสมกับการประเมินประสิทธิภาพ สำหรับตัวแบบที่ใช้ในบทความ คือ ตัวแบบ CCR ซึ่งเป็นตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นแรกของ DEA พัฒนาขึ้นโดย Charnes Cooper and Rhodes (1978) สามารถใช้ประเมินว่าองค์กรใดเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพและองค์กรใดเป็นองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยจะกล่าวถึง ความสำคัญ แนวคิด และตัวแบบในการประเมินประสิทธิภาพองค์กร ตลอดจนแสดงตัวอย่างประกอบการคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lido พร้อมผลลัพธ์

บทนำ

การบริหารองค์กรสมัยใหม่ให้ประสบความสำเร็จต้องอาศัยความสามารถ ประสบการณ์ ตลอดจนทักษะของผู้บริหาร อีกทั้งต้องใช้ทรัพยากรในองค์กรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อาทิ คน เงิน วัสดุสิ่งของ การจัดการ ตลาด เวลา เป็นต้น Alfred Sloan[1] กล่าวไว้ว่า "เงินที่เรามีอยู่ในธนาคารเป็นสิบๆ ล้านดอลลาร์ก็ดี เงินที่เราลงทุนไปในโรงงานนับร้อยๆ ล้านดอลลาร์ก็ดี แทบไม่มีความหมายอะไรเลย ถ้าเราไม่มีองค์กรที่รัดกุมและมีผลสัมฤทธิ์" ดังนั้น ประสิทธิภาพ (Efficiency) ขององค์กรถือเป็นหัวใจสำคัญในการจัดการหรือบริหารองค์กรทั้งในส่วนองค์กรภาครัฐและภาคเอกชน เพราะการที่สามารถประเมินถึงการมีหรือไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและการสร้างปริมาณผลผลิต ทำให้องค์กรสามารถปรับตัวและอยู่รอดภายใต้ภาวการณ์แข่งขันที่รุนแรงได้ ส่วนองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพการที่สามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพและใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงองค์กร น่าจะเป็นประโยชน์ในการจัดการหรือบริหารองค์กรต่อไป

ความสำคัญของการประเมินประสิทธิภาพขององค์กรอาจสรุปได้ดังนี้ 1) ทำให้รู้ว่าแผนที่มีการวางไว้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ 2) ทำให้รู้สถานะของตนว่าเป็นอย่างไรอยู่ตรงจุดไหนเมื่อเทียบกับคู่แข่ง 3) การที่องค์กรจะก้าวหน้าต้องเริ่มที่การประเมินตนเองก่อน และ 4) การประเมินจะช่วยให้บุคลากรในองค์กรเกิดความรับผิดชอบและมุ่งมั่นที่จะทำงานมากขึ้น โดยทั่วไป การประเมินประสิทธิภาพขององค์กรจะใช้อัตราส่วนระหว่างจำนวนผลผลิต (Output) เทียบกับจำนวนปัจจัยนำเข้า (Input) เช่น อัตราส่วนระหว่างกำไรต่อค่าจ้าง อัตราส่วนระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อแรงงาน เป็นต้น ดังนั้น แนวคิดเบื้องต้นในการประเมินประสิทธิภาพขององค์กรมีดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{จำนวนของผลผลิต}}{\text{จำนวนปัจจัยที่นำเข้า}}$$

อย่างไรก็ตาม การวัดประสิทธิภาพข้างต้นเป็นการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ซึ่งไม่ครอบคลุมจำนวนผลผลิตและจำนวนปัจจัยนำเข้าทั้งหมด ในช่วงปี 1957 เป็นต้นมา นักเศรษฐศาสตร์และนักสถิติชั้นนำได้ช่วยกันพัฒนาวิธีการในการวัดประสิทธิภาพองค์กรด้วยการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของแต่ละองค์กรกับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ในการเปรียบเทียบระหว่างองค์กรนั้น ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่ได้จากองค์กรที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับองค์กรอื่นๆ ที่นำมาร่วมพิจารณา กล่าวคือ องค์กรนั้นจะถือเป็นองค์กรในระดับแนวหน้า (Frontier) ที่มีประสิทธิภาพ ส่วนองค์กรอื่นๆ จะถือว่าเป็นองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficiency) วิธีการดังกล่าวเป็นการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ (Relative Efficiency) ระหว่างองค์กร ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ} = \frac{\text{ผลรวมถ่วงน้ำหนักของจำนวนผลผลิต}}{\text{ผลรวมถ่วงน้ำหนักของจำนวนปัจจัยที่นำเข้า}}$$

Farrell (1957) เสนอแนวคิดในการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจซึ่งประกอบด้วย ประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา Farrell and Fieldhouse (1962) แก้ปัญหาที่ไม่ครอบคลุมของจำนวนผลผลิตและจำนวนปัจจัยนำเข้าด้วยการตีความสมมติฐานขององค์กรที่มีประสิทธิภาพจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเทียบกับองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพ Coelli Rao and Battese (1989) แสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพไว้ 2 แนวทาง คือ การพิจารณาด้านปัจจัยการนำเข้า (Input - Orientated Measurement) และการพิจารณาด้านผลผลิต (Output - Orientated Measurement)

[1] *Alfred Sloan: President and Chief Executive Office of the General Motors Corporation ซึ่งเป็นผู้มีส่วนสำคัญในการกอบกู้กิจการของบริษัทเจเนอรัลมอเตอร์ให้เป็นองค์กรทางธุรกิจที่ประสบความสำเร็จที่สุดแห่งหนึ่งในโลก*

Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพระหว่างองค์กร เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non - Parametric Statistics) ซึ่งไม่จำเป็นต้องทราบลักษณะของประชากร ไม่ต้องกำหนดบริเวณวิกฤตและข้อตกลงเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random Error) การวัดประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา และไม่ต้องกำหนดการแจกแจง (Distribution) ระหว่างผลผลิตและปัจจัยการนำเข้า ตัวแบบ DEA ที่นิยมและพบในงานวิจัยต่างๆ ได้แก่ 1) ตัวแบบ CCR ได้รับการพัฒนาโดย Charnes Cooper and Rhodes (1978) 2) ตัวแบบ BCC ได้รับการพัฒนาโดย Banker Charnes and Cooper (1984) และ 3) ตัวแบบ RCCR ได้รับการพัฒนาโดย Andersen and Petersen (1993) สำหรับความแตกต่างระหว่างทั้ง 3 ตัวแบบอยู่ที่การเพิ่มหรือลดเงื่อนไขข้อจำกัดบางประการในการคำนวณ ทั้งนี้ เพื่อใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ในการอธิบายผลลัพธ์ของแต่ละตัวแบบ มีผู้ประยุกต์ใช้ DEA ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพองค์กร อาทิ Vassiloglou and Giokas (1990) จัดอันดับการมีประสิทธิภาพของธนาคารในประเทศกรีซจำนวน 20 ธนาคาร ด้วย DEA พบว่ามี 9 ธนาคารที่มีประสิทธิภาพ Tone and Sahoo (2005) วัดประสิทธิภาพของบริษัทประกันชีวิตที่ให้บริการในประเทศอินเดียด้วย DEA ระหว่างปี 1982 - 2001 Cinca Callen and Molinero (2005) ใช้ DEA วัดประสิทธิภาพของบริษัทผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต 40 บริษัท จากนั้น แยกประเภทของบริษัทด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) จากการวิเคราะห์ตัวแบบของ DEA ด้วยการจัดกลุ่ม (Combination) Srdjevic Medeiros and Porto (2005) ทำการวัดประสิทธิภาพของเขื่อนจำนวน 6 เขื่อน ด้วย DEA โดยเปรียบเทียบผลการวัดประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบ CCR และตัวแบบ RCCR

บทความนี้ จะนำเสนอการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ DEA ในตัวแบบ CCR สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระหว่างองค์กรต่างๆ โดยเริ่มจากแนวคิดของตัวแบบ CCR พร้อมแสดงตัวอย่างประกอบการคำนวณ โดยองค์กรที่นำมาเป็นตัวอย่างประกอบการอธิบายคือโรงพยาบาลในสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ ยังจะกล่าวถึงขั้นตอนการคำนวณโดยแสดงแต่ละตัวแบบอย่างละเอียด รวมถึงแสดงผลลัพธ์ของตัวแบบที่คำนวณด้วยโปรแกรม Lindo ในแต่ละตัวแบบด้วย สำหรับตัวแบบ BBC และตัวแบบ RCCR ผู้เขียนจะได้กล่าวถึงที่มา แนวคิด ทฤษฎีและข้อเปรียบเทียบอย่างละเอียดตลอดจนการเลือกตัวแบบไปประยุกต์ใช้ในโอกาสต่อไป

แนวคิดของตัวแบบ CCR

DEA เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพที่ได้รับความนิยมในทางการจัดการดำเนินงาน เพราะเป็นวิธีการที่ไม่ต้องมีข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงทางสถิติ และยังสามารถวัดประสิทธิภาพในกรณีที่มีหลายปัจจัยการนำเข้าและหลายผลผลิต (Multi Input and Output) โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ซึ่งเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Model of Mathematics) สำหรับลักษณะพื้นฐานของการโปรแกรมเชิงเส้นเป็นการหาผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อจำกัดและทำให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าสูงสุดหรือมีค่าต่ำสุดตามที่ตั้งไว้ การโปรแกรมเชิงเส้นได้รับการพัฒนาตั้งแต่ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 และถูกนำไปใช้ในการวางแผนในด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง อาทิ การจัดการกับปัญหาการขนส่งมวลชน เครือข่ายโทรคมนาคม การวางแผนกำลังรบ งานผังเมือง เป็นต้น Charnes Cooper and Rhodes (1978) ได้เสนอ DEA เป็นตัวแบบแรกในการประเมินประสิทธิภาพของ n องค์กร ที่มี m ปัจจัยนำเข้า และ s ผลผลิต สำหรับตัวแบบที่ใช้วัดประสิทธิภาพองค์กรที่ j สามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Max} \quad \tau_j = \sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj}$

เงื่อนไขข้อจำกัด

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj}}{\sum_{r=1}^{m} \omega_i I_{ij}} \leq 1 \qquad \text{(ทุก n องค์กร)}$$

$$\sum_{r=1}^{m} \omega_i I_{ij} = 1$$

$$\alpha_r , \omega_i \geq \varepsilon$$

เมื่อ i = 1, 2, ..., m, r = 1, 2, ..., s และ j = 1, 2, ..., n

โดยที่ O_{rj} คือ จำนวนผลผลิตที่ r จากองค์กรที่ j

I_{ij} คือ จำนวนปัจจัยนำเข้าที่ i จากองค์กรที่ j

α_r คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิตที่ r

ω_i คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าที่ i

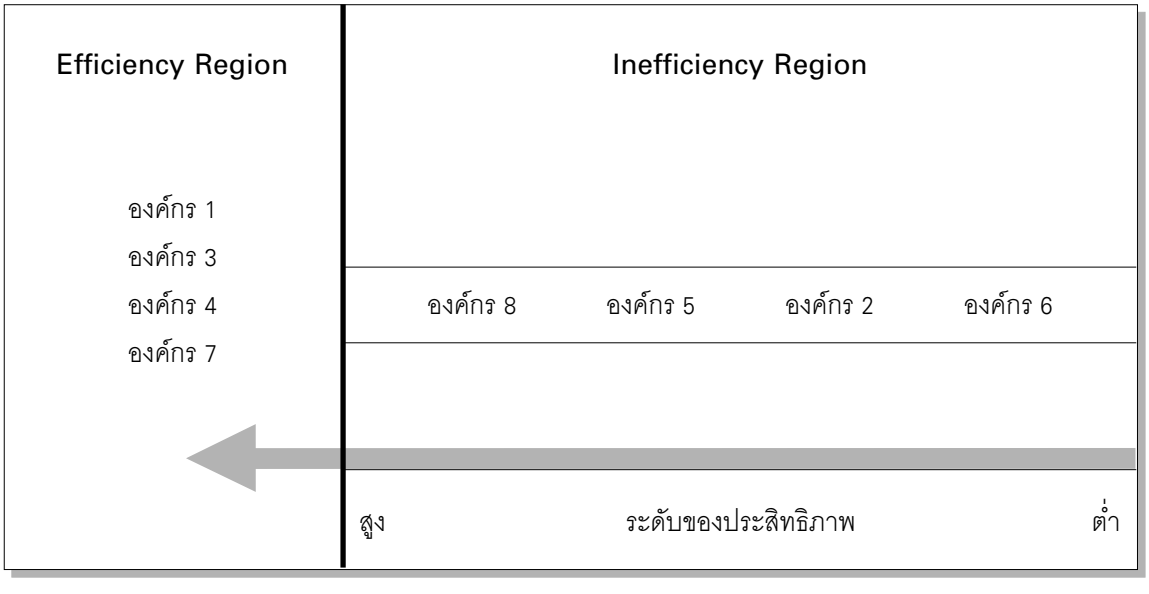
m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

s คือ จำนวนของผลิต

n คือ จำนวนขององค์กร

ε คือ ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นข้างต้นเรียกว่า ตัวแบบ CCR ซึ่งเรียกตามอักษรชื่อตัวแรกของผู้ที่นำเสนอขึ้น เป็นการพิจารณาด้านผลผลิตโดยตัวแบบจะมีลักษณะของผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale) บางครั้งมีผู้เรียกตัวแบบนี้ว่า ตัวแบบ CRS การพิจารณาความมีประสิทธิภาพ จะพิจารณาค่า τ โดยที่ $0 \leq \tau_j \leq 1$ ถ้า $\tau = 1$ จุดจะอยู่บนเส้นพรมแดน (frontier) แสดงว่าองค์กรมีประสิทธิภาพ แต่ถ้า $\tau < 1$ จุดจะอยู่ใต้เส้นพรมแดน แสดงว่าองค์กรไม่มีประสิทธิภาพ และค่าประสิทธิภาพขององค์กรที่ j แทนด้วย E_j โดยที่ $E_j = 100\ \tau_j$ % นอกจากจะวัดระหว่างความมีประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพระหว่างองค์กรแล้ว ยังสามารถเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพในส่วนขององค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพได้อีกด้วย กล่าวคือ ในองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพด้วยกัน ค่า E_j จะแปรผันตรงกับระดับความมีประสิทธิภาพ เช่น ถ้ามีองค์กรทั้งหมด 8 องค์กร และมีค่าประสิทธิภาพ คือ $E_1 = E_3 = E_4 = E_7 = 100$, $E_2 = 87.59\%$, $E_5 = 98.87\%$, $E_6 = 70.35\%$ และ $E_8 = 99.23\%$ ก็จะสรุปได้ว่าองค์กรที่ 1 องค์กรที่ 3 องค์กรที่ 4 และองค์กรที่ 7 เป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพ ส่วนองค์กรที่เหลืออยู่ในข่ายองค์กรที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถเรียงลำดับได้ว่าองค์กรที่ 8 องค์กรที่ 5 องค์กรที่ 2 และองค์กรที่ 6 มีประสิทธิภาพจากมากไปน้อยตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระดับความมีประสิทธิภาพของ 8 องค์กร

ตัวอย่าง[2]

ในสหรัฐอเมริกาแบ่งโรงพยาบาลออกเป็น 4 ประเภท คือ โรงพยาบาลทั่วไป (General Hospital) โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย (University Hospital) โรงพยาบาลชุมชน (County Hospital) และโรงพยาบาลของมลรัฐ (State Hospital) การจัดสรรงบประมาณสนับสนุนงานของโรงพยาบาลจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพของโรงพยาบาลแต่ละประเภทด้วย จึงได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโรงพยาบาลทั้ง 4 ประเภท โดยกำหนดปัจจัยนำเข้าดังนี้

1. ระยะเวลาทำงานเต็มเวลาของบุคลากรที่ไม่ใช่แพทย์ แทนด้วย I_1
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโรงพยาบาล แทนด้วย I_2
3. จำนวนเตียงของโรงพยาบาล แทนด้วย I_3

ปัจจัยนำเข้าของโรงพยาบาลทั้ง 4 ประเภท แสดงดังตารางที่ 1 สำหรับผลผลิตที่พิจารณาในการวัดประสิทธิภาพ กำหนดดังนี้

1. จำนวนคนไข้ต่อวันที่เข้ารับบริการภายใต้สวัสดิการสังคม แทนด้วย O_1
2. จำนวนคนไข้ต่อวันที่เข้ารับบริการที่ไม่ใช้สวัสดิการสังคม แทนด้วย O_2
3. จำนวนพยาบาลฝึกหัด แทนด้วย O_3
4. จำนวนแพทย์ฝึกหัด แทนด้วย O_4

และผลผลิตของทั้ง 4 โรงพยาบาล แสดงดังตารางที่ 2

ทั้งนี้เพื่อความสะดวกจะกำหนดให้โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย โรงพยาบาลชุมชน และโรงพยาบาลของมลรัฐ แทนด้วยโรงพยาบาลที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ อีกทั้งยังสามารถแสดงประสิทธิภาพของแต่ละโรงพยาบาลพิจารณาโดยกำหนด α_r เป็นราคา (ตัวถ่วงน้ำหนัก) 1 หน่วยของผลผลิตที่ r และ ω_i เป็นต้นทุน (ตัวถ่วงน้ำหนัก) 1 หน่วยของปัจจัยนำเข้าที่ i จากข้อมูลของปัจจัยนำเข้าและจำนวนผลผลิตที่แสดงในตารางที่ 1 และ 2 และเขียนประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของแต่ละโรงพยาบาลได้ดังนี้

ประสิทธิภาพของโรงพยาบาลที่ 1

$$= \frac{48.14\alpha_1 + 43.10\alpha_2 + 253\alpha_3 + 41\alpha_4}{285.20\omega_1 + 123.80\omega_2 + 106.72\omega_3}$$

ประสิทธิภาพของโรงพยาบาลที่ 2

$$= \frac{34.62\alpha_1 + 27.11\alpha_2 + 148\alpha_3 + 27\alpha_4}{162.30\omega_1 + 128.70\omega_2 + 64.21\omega_3}$$

ประสิทธิภาพของโรงพยาบาลที่ 3

$$= \frac{36.72\alpha_1 + 45.98\alpha_2 + 175\alpha_3 + 23\alpha_4}{275.70\omega_1 + 348.50\omega_2 + 104.10\omega_3}$$

ประสิทธิภาพของโรงพยาบาลที่ 4

$$= \frac{33.16\alpha_1 + 56.46\alpha_2 + 160\alpha_3 + 84\alpha_4}{210.40\omega_1 + 154.10\omega_2 + 104.04\omega_3}$$

ตารางที่ 1 ปัจจัยนำเข้าของโรงพยาบาลทั้ง 4 ประเภท

ปัจจัยนำเข้า	โรงพยาบาล			
	ทั่วไป	มหาวิทยาลัย	ชุมชน	มลรัฐ
1. ระยะเวลาทำงานเต็มเวลาของบุคลากรที่ไม่ใช่แพทย์	285.20	162.30	275.70	210.40
2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโรงพยาบาล	123.80	128.70	348.50	154.10
3. จำนวนเตียงของโรงพยาบาล	106.72	64.21	104.10	104.04

[2] *ที่มา : Anderson, Sweeney and Williams (2001),* ***Quantitative Methods for Business,*** *Ohio : Suth-Western College Publishing.*

ตารางที่ 2 จำนวนผลผลิตของโรงพยาบาลทั้ง 4 ประเภท

จำนวนผลผลิต	โรงพยาบาล			
	ทั่วไป	มหาวิทยาลัย	ชุมชน	มลรัฐ
1. จำนวนคนไข้ต่อวันที่เข้ารับบริการภายใต้สวัสดิการสังคม	48.14	34.62	36.72	33.16
2. จำนวนคนไข้ต่อวันที่เข้ารับบริการที่ไม่ใช้สวัสดิการสังคม	43.10	27.11	45.98	56.46
3. จำนวนพยาบาลฝึกหัด	253	148	175	160
4. จำนวนแพทย์ฝึกหัด	41	27	23	84

การคำนวณตัวแบบ CCR

การคำนวณ DEA ในตัวแบบ CCR จะใช้ตัวอย่างของโรงพยาบาลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโรงพยาบาลทั้ง 4 ประเภทเป็นตัวอย่างประกอบ ซึ่งมีแนวทางการคำนวณดังนี้

1. จะไม่มีโรงพยาบาลประเภทใดที่มีประสิทธิภาพเกิน 100% ดังนั้น แต่ละโรงพยาบาลจะกำหนดค่า τ ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เสมอ สำหรับโรงพยาบาลทั่วไป (ที่ 1) จะได้ว่า $\frac{48.14\alpha_1 + 43.10\alpha_2 + 253\alpha_3 + 41\alpha_4}{285.20\omega_1 + 123.80\omega_2 + 106.72\omega_3} \leq 1$ คูณทั้งซ้ายและขวาของอสมการด้วย $285.20\omega_1 + 123.80\omega_2 + 106.72\omega_3$ (เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดในการคำนวณและการคำนวณในตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นทำง่ายขึ้น) ผลที่ได้ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัด คือ $48.14\,\alpha_1 + 43.10\,\alpha_2 + 253\,\alpha_3 + 41\,\alpha_4 - 285.20\,\omega_1 - 123.80\,\omega_2 - 106.72\,\omega_3 \leq 0$

2. สมมติว่าจะหาคำตอบของประสิทธิภาพโรงพยาบาลที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3, 4 วิธีการคือพยายามคัดเลือกราคาของผลผลิต (α_1, α_2, α_3 และ α_4) และต้นทุนของปัจจัยนำเข้า (ω_1, ω_2 และ ω_3) ที่ส่งผลให้โรงพยาบาลมีประสิทธิภาพมากที่สุด กล่าวคือ ถ้าโรงพยาบาลที่ j มีค่า τ = 1 แสดงว่าโรงพยาบาลนั้นมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าโรงพยาบาลที่ j มีค่า τ < 1 แสดงว่าโรงพยาบาลนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

3. จะต้องกำหนดต้นทุนของปัจจัยนำเข้าเท่ากับ 1 ในแต่ละโรงพยาบาล (หรือแต่ละตัวแบบ) เช่น โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย จะมี $162.30\,\omega_1 + 128.70\,\omega_2 + 64.21\,\omega_3 = 1$ เป็นเงื่อนไขข้อจำกัดภายใต้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น

4. จะต้องให้แต่ละปัจจัยนำเข้าและจำนวนผลผลิตมีค่ามากกว่า 0 (มีค่าเป็นจำนวนบวก) เพราะถ้า

$\alpha_r = 0$ แล้ว DEA จะไม่ได้รับผลกระทบต่อประสิทธิภาพจากผลผลิตที่ r ในทำนองเดียวกัน ถ้า

$\omega_i = 0$ แล้ว DEA ก็จะไม่ได้รับผลกระทบต่อประสิทธิภาพจากปัจจัยนำเข้าที่ i เช่นกัน

จากข้อ 1 - 4 ข้างต้น สามารถเขียนตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นได้ 4 ตัวแบบตามโรงพยาบาลที่ 1 ถึงโรงพยาบาลที่ 4 เพื่อใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของแต่ละโรงพยาบาลดังนี้

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของโรงพยาบาลทั่วไป (ที่ 1) แสดงดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $\tau_2 = 34.62\,\alpha_1 + 27.11\,\alpha_2 + 148\,\alpha_3 + 27\,\alpha_4$

เงื่อนไขข้อจำกัด

$$48.14\,\alpha_1 + 43.10\,\alpha_2 + 253\,\alpha_3 + 41\,\alpha_4 - 285.20\,\omega_1 - 123.80\,\omega_2 - 106.72\,\omega_3 \leq 0$$
$$34.62\,\alpha_1 + 27.11\,\alpha_2 + 148\,\alpha_3 + 27\,\alpha_4 - 162.30\,\omega_1 - 128.70\,\omega_2 - 64.21\,\omega_3 \leq 0$$
$$36.72\,\alpha_1 + 45.98\,\alpha_2 + 175\,\alpha_3 + 23\,\alpha_4 - 275.70\,\omega_1 - 348.50\,\omega_2 - 104.10\,\omega_3 \leq 0$$

$33.16\ \alpha_1 + 56.46\ \alpha_2 + 160\ \alpha_3 + 84\ \alpha_4 - 210.40\ \omega_1 - 154.10\ \omega_2 - 104.04\ \omega_3 \le 0$

$285.20\ \omega_1 + 123.80\ \omega_2 + 106.72\ \omega_3 = 1$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \ge 0.0001$

$\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ge 0.0001$

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย (ที่ 2) แสดงดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $\tau_2 = 34.62\ \alpha_1 + 27.11\ \alpha_2 + 148\ \alpha_3 + 27\ \alpha_4$

เงื่อนไขข้อจำกัด

$48.14\ \alpha_1 + 43.10\ \alpha_2 + 253\ \alpha_3 + 41\ \alpha_4 - 285.20\ \omega_1 - 123.80\ \omega_2 - 106.72\ \omega_3 \le 0$

$34.62\ \alpha_1 + 27.11\ \alpha_2 + 148\ \alpha_3 + 27\ \alpha_4 - 162.30\ \omega_1 - 128.70\ \omega_2 - 64.21\ \omega_3 \le 0$

$36.72\ \alpha_1 + 45.98\ \alpha_2 + 175\ \alpha_3 + 23\ \alpha_4 - 275.70\ \omega_1 - 348.50\ \omega_2 - 104.10\ \omega_3 \le 0$

$33.16\ \alpha_1 + 56.46\ \alpha_2 + 160\ \alpha_3 + 84\ \alpha_4 - 210.40\ \omega_1 - 154.10\ \omega_2 - 104.04\ \omega_3 \le 0$

$162.30\ \omega_1 + 128.70\ \omega_2 + 64.21\ \omega_3 = 1$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \ge 0.0001$

$\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ge 0.0001$

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของโรงพยาบาลชุมชน (ที่ 3) แสดงดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $\tau_3 = 36.72\ \alpha_1 + 45.98\ \alpha_2 + 175\ \alpha_3 + 23\ \alpha_4$

เงื่อนไขข้อจำกัด

$48.14\ \alpha_1 + 43.10\ \alpha_2 + 253\ \alpha_3 + 41\ \alpha_4 - 285.20\ \omega_1 - 123.80\ \omega_2 - 106.72\ \omega_3 \le 0$

$34.62\ \alpha_1 + 27.11\ \alpha_2 + 148\ \alpha_3 + 27\ \alpha_4 - 162.30\ \omega_1 - 128.70\ \omega_2 - 64.21\ \omega_3 \le 0$

$36.72\ \alpha_1 + 45.98\ \alpha_2 + 175\ \alpha_3 + 23\ \alpha_4 - 275.70\ \omega_1 - 348.50\ \omega_2 - 104.10\ \omega_3 \le 0$

$33.16\ \alpha_1 + 56.46\ \alpha_2 + 160\ \alpha_3 + 84\ \alpha_4 - 210.40\ \omega_1 - 154.10\ \omega_2 - 104.04\ \omega_3 \le 0$

$275.70\ \omega_1 + 348.50\ \omega_2 + 104.10\ \omega_3 = 1$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \ge 0.0001$

$\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ge 0.0001$

ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของโรงพยาบาลของมลรัฐ (ที่ 4) แสดงดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ Max $\tau_4 = 33.16\ \alpha_1 + 56.46\ \alpha_2 + 160\ \alpha_3 + 84\ \alpha_4$

เงื่อนไขข้อจำกัด

$48.14\ \alpha_1 + 43.10\ \alpha_2 + 253\ \alpha_3 + 41\ \alpha_4 - 285.20\ \omega_1 - 123.80\ \omega_2 - 106.72\ \omega_3 \le 0$

$34.62\ \alpha_1 + 27.11\ \alpha_2 + 148\ \alpha_3 + 27\ \alpha_4 - 162.30\ \omega_1 - 128.70\ \omega_2 - 64.21\ \omega_3 \le 0$

$36.72\ \alpha_1 + 45.98\ \alpha_2 + 175\ \alpha_3 + 23\ \alpha_4 - 275.70\ \omega_1 - 348.50\ \omega_2 - 104.10\ \omega_3 \le 0$

$33.16\ \alpha_1 + 56.46\ \alpha_2 + 160\ \alpha_3 + 84\ \alpha_4 - 210.40\ \omega_1 - 154.10\ \omega_2 - 104.04\ \omega_3 \le 0$

$210.40\ \omega_1 + 154.10\ \omega_2 + 104.04\ \omega_3 = 1$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \ge 0.0001$

$\omega_1, \omega_2, \omega_3 \ge 0.0001$

การคำนวณตัวแบบทั้ง 4 ของโรงพยาบาลแต่ละแห่งสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการหาคำตอบได้ โปรแกรมที่สามารถใช้คำนวณการโปรแกรมเชิงเส้น ได้แก่ Fortran, Excel, Lindo และ Lingo เป็นต้น สำหรับการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ของ 4 ตัวแบบ บทความนี้เลือกใช้ Lindo ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สะดวกในการหาผลลัพธ์ของการโปรแกรมเชิงเส้น การใช้ Lindo ในการคำนวณของค่า τ จะแสดงในภาคผนวก โดยใช้ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นของโรงพยาบาลชุมชน (ที่ 3) เป็นตัวอย่างประกอบ (ส่วนวิธีการและขั้นตอนการคำนวณจะละไว้ ผู้สนใจสามารถศึกษาได้จากหนังสือด้าน Operations Research หรือ Modeling of Mathematics) สำหรับผลลัพธ์จากการคำนวณทั้ง 4 ตัวแบบ แสดงในตารางที่ 3 จะเห็นว่าโรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลของมลรัฐอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพ ส่วนโรงพยาบาลชุมชนเป็นโรงพยาบาลเดียวที่ไม่มีประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาจาก 3 ปัจจัยนำเข้า และ 4 ผลผลิต กล่าวคือ $E_1 = E_2 = E_4 = 100\%$ ส่วน $E_3 = 87.68\%$ โดยมีราคาผลผลิต คือ $\alpha_1 = 0.0001$, $\alpha_2 = 0.0115$, $\alpha_3 = 0.0020$ และ $= \alpha_4$ 0.0001 และมีต้นทุนปัจจัยนำ คือ $\omega_1 = 0.0001$, $\omega_2 = 0.0001$ และ $\omega_3 = 0.0090$ (ดูผลลัพธ์ที่ภาคผนวก) นั่นคือ มีเพียงโรงพยาบาลชุมชนเท่านั้นที่ต้องปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ของ 4 ตัวแบบ ที่คำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lindo

ที่	ประเภทของโรงพยาบาล	ค่า τ
1	ทั่วไป	1
2	มหาวิทยาลัย	1
3	เมือง	0.8768
4	มลรัฐ	1

ตัวแบบควบคู่

ตัวแบบของการโปรแกรมเชิงเส้นทุกตัวแบบสามารถสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นอีกหนึ่งตัวแบบซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดได้ โดยตัวแบบแรกเรียกว่า ตัวแบบเดิม (Primal Model) ส่วนอีกตัวแบบหนึ่งที่สัมพันธ์กับตัวแบบเดิมจะเรียกว่า ตัวแบบควบคู่ (Dual Model) ถ้าตัวแบบเดิมมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นค่าสูงสุด ตัวแบบควบคู่จะมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นค่าต่ำสุด ในทางตรงกันข้าม ถ้าตัวแบบเดิมมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นค่าต่ำสุด ตัวแบบควบคู่จะมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นค่าสูงสุด และทั้งสองตัวแบบเป็นตัวแบบควบคู่ซึ่งกันและกัน การหา

ผลลัพธ์ของตัวแบบหนึ่งเท่ากับการหาผลลัพธ์ของอีกตัวแบบหนึ่ง ในกรณี DEA ถ้าตัวแบบเดิมเป็นการพิจารณาด้านผลผลิตแล้ว ตัวแบบควบคู่จะพิจารณาด้านปัจจัยการนำเข้า สำหรับตัวแบบ CCR มีตัวแบบควบคู่ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $\text{Min} \quad \sum_{r=1}^{m} \omega_i I_{ij}$

เงื่อนไขข้อจำกัด $\dfrac{\sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} \omega_i I_{ij}} \leq 1$ (ทุก n องค์กร)

$$\sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj} = 1$$

$$\alpha_r , \omega_i \geq \varepsilon$$

สรุป

บทความนี้ ได้นำเสนอ Data Envelopment Analysis (DEA) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดการหรือบริหารองค์กร โดยใช้วัดประสิทธิภาพระหว่างองค์กรซึ่งสามารถนำปัจจัยนำเข้าและจำนวนผลผลิตหลายๆ ชนิดมาร่วมในการพิจารณาได้ ผลดีก็คือไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบ (Distribution) ของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ วิธีการ DEA นี้ ต้องการเพียงว่าปัจจัยนำเข้าหรือผลผลิตอะไรที่เหมาะสมต่อการพิจารณาความมีประสิทธิภาพขององค์กร จึงเป็นวิธีการที่ลดข้อจำกัดทางสถิติและเพิ่มความสะดวกในการประเมินประสิทธิภาพองค์กร นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ DEA ร่วมกับการประเมินประสิทธิภาพองค์กรแบบอื่นๆ อาทิ บาลานซด์สกอร์คาร์ด (Balanced Scorecard) เบนช์มาร์กกิง (Benchmaking) ซิกซ์ซิกมา (Six Sigma) เป็นต้น

บรรณานุกรม

Andersen and Petersen. (1993), "A Procedure for Ranking Efficient units in Data Envelopment Analysis" **Management Science,** 39, 1261 - 1264.

Anderson, Sweeney and Williams. (2001), **Quantitative Methods for Business,** Ohio : Suth-Western College Publishing.

Banker, Charnes and Cooper. (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis" **Management Science,** 30, 1078 - 1092.

Charnes, Cooper, and Rhodes. (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" **European Journal of Operational Research,** 2, 429 - 444.

Cinca, Callen and Molinero. (2005), "Measuring DEA Efficiency Internet Companies" **Decision Support Systems,** 38, 557 - 573.

Coelli, Rao and Battese. (1989), **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis,** Boston : Kluwer Acadamic Publishers.

Farrell. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency" **Journal of Royal Statistical Society A,** 120 , 253 - 281.

Farrell and Fieldhouse. (1962), "Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale" **Journal of Royal Statistical Society A,** 125, 252 - 267.

Srdjevic, Medeiros and Porto. (2005), "Data Envelopment Analysis of Reservoir System Performance" **Computer & Operational Research,** 32, 3209 - 3226.

Tone and Sahoo. (2005), "Evaluating Cost Efficiency and Returns to Scale in the Life Insurance Corporation of India using Data Envelopment Analysis" **Socio - Economic Planning Sciences,** 39, 261 - 285.

Vassiloglou and Giokas. (1990), "A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches : An Application of Data Envelopment Anlysis" **The Journal of Operational Research Society,** 41, 591 - 597.

Winston. (2004), **Operations Research : Applications and Algorithm,** Belmont : Thomson Books.