สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 2
แนวคิดทางทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทางทฤษฎี

Data Envelopment Analysis (DEA)

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กรจากการวัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตภายใต้วิธี DEA ของ Banker, Charnes, and Cooper (1984, p. 1078) ได้กล่าวถึง จุดเริ่มต้นของแนวความคิดนี้ว่า เกิดจากความคิดริเริ่มของ Farrell (1957) ในปี พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นการศึกษาประสิทธิภาพทางการเกษตรในประเทศสหรัฐอเมริกาเปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ ในรูปแบบของ Non-parametric Approach ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ Farrell ได้ใช้ปัจจัยการผลิต (input) และผลผลิต (output) เพียงชนิดเดียวในการคำนวณค่าความมีประสิทธิภาพ ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 Charnes, Cooper, and Rhodes (1978) ได้พัฒนาแนวความคิดดังกล่าวให้สามารถใช้ได้กับปัจจัยการผลิต และผลผลิตหลายชนิด ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของ Data Envelopment Analysis

แนวคิดพื้นฐานของการวัดประสิทธิภาพ (measurement of efficiency)

การวัดประสิทธิภาพถือได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่นำมาใช้ในการพิจารณาถึงผลการดำเนินงานของหน่วยผลิตและค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินก็สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตได้ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงระดับความสามารถในการดำเนินงานของหน่วยผลิต โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ ดังนี้ (อัครพงศ์ อั้นทอง, 2547, หน้า 2)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 1 9 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 250423
เลขเรียกหนังสือ

วิธีการวัดประสิทธิภาพที่นิยมนำมาใช้ในการวัดผลการดำเนินงาน ก็คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละหน่วยผลิต กับค่ามาตรฐาน (benchmark) ซึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตค่ามาตรฐาน ก็คือ ค่าที่ได้จากหน่วยผลิตที่ดีที่สุด (best practice) เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่กำลังศึกษาทั้งหมด หรืออาจกล่าวได้ว่าหน่วยผลิตนั้นเป็นหน่วยผลิตที่อยู่ในระดับแนวหน้า (frontier) ส่วนหน่วยผลิตอื่น ๆ จะมีศักยภาพหรือประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า (inefficiency) โดยทั่วไปแล้วการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ดังนี้

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\text{Weighted Sum of Outputs}}{\text{Weighted Sum of Inputs}}$$

สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\sum_{j}^{n} \mu_r y_{rj}}{\sum_{i}^{m} \varpi_i x_{rj}} \; ; i = 1, ..., m, r = 1, ..., s, j = 1, ..., n$$

โดยที่

x_{ij} คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} คือ จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i

n คือ จำนวนของหน่วยผลิต

s คือ จำนวนของผลผลิต

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

แนวคิดที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ คือ แนวคิดของ Farrell (1957) โดยที่อาศัยหลักการของ Frontier Analysis ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต แนวคิดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นให้กับนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้คิดและพัฒนาวิธีการและแบบจำลองขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA)

วิธีการ DEA เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เนื่องจากวิธีการนี้ ไม่ต้องมีการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน ที่ใช้ในการพิจารณา และวิธีการนี้ก็สามารถวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานได้ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (multi input and output) Charnes et al. (1978) ได้นำเสนอวิธีการ DEA เป็นกลุ่มแรก โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Linear Programming (DEA) ถือได้ว่าเป็นสมการแบบ Non-parametric ในการประเมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

Charnes et al. (1978) ได้มีการนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต n ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต i แล้วได้ผลผลิต r ดังนั้น ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถหาได้จากการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งเสนอโดย Charnes et al. (1978) ซึ่งแบบจำลองนี้จะพิจารณาทางด้านปัจจัย และมีลักษณะของผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale--CRS) สามารถเขียนแบบจำลองได้ดังนี้

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{m} \varpi_i x_{rj0}$$

เมื่อ

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_r y_{rj0} = 1,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \varpi_i x_{ij} \leq 0$$

$$\mu_r, \omega_i \geq \varepsilon > 0; i = 1, ..., m, r = 1, ..., s, j = 1, ... n \qquad ...(1)$$

โดยที่

x_{ij} คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} คือ จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนเข้า i

n คือ จำนวนของหน่วยผลิต

s คือ จำนวนของผลผลิต

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

ε คือ ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

แบบจำลองข้างต้นนี้ เป็นรูปแบบทวีคูณ (multiplier form) ของ DEA เพื่อความ-สะดวกในการคำนวณประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถใช้สมการที่ (1)

ในหาคำตอบทางคณิตศาสตร์โดยสามารถเขียนแบบจำลองที่ (1) ดังนี้

$$\text{Max } \theta + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^{m} s_{ij0}^{-} + \sum_{r=1}^{s} s_{rj0}^{+} \right)$$

เมื่อ

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_{ij0}^{-} = x_{ij0},$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - \theta y_{rj0} - s_{rj0}^{+} = 0$$

$$\lambda_j,\ s_{ij0}^{-}\ s_{rj0}^{+} \geq 0;\ i = 1, \ldots, m, r = 1, \ldots, s, j = 1, \ldots, n \qquad \ldots(2)$$

แบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองที่มีข้อจำกัดน้อยกว่าแบบจำลองในรูปแบบทวีคูณ ดังนั้นจึงนิยมใช้แบบจำลองในการแก้ปัญหามากกว่าการใช้แบบจำลองในรูปแบบทวีคูณ โดยค่าของ θ จะเป็นค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่ i ซึ่ง $\theta \leq 1$ ถ้า $\theta = 1$ จุดจะอยู่บนเส้นพรมแดน (frontier) หมายความว่า หน่วยผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค

ตามแนวคิดของ Farrell (1957) แบบจำลองข้างต้น ซึ่งเป็นแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติแบบ CRS ซึ่งจะใช้ได้อย่างเหมาะสม เมื่อหน่วยผลิตทุกหน่วยมีการดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (optimal scale) ฉะนั้นเมื่อมีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หน่วยผลิตไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่โดย Banker et al. (1984) ภายใต้ข้อสมมติ (Variable Return to Scale--VRS) แบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS จะต้องเพิ่มสมการข้อจำกัดเข้าไปในแบบจำลอง อีกหนึ่งสมการ คือ $N1'\lambda = 1$ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยผลิตขนาดเดียวกันอย่างแท้จริง และสามารถหาค่าประสิทธิภาพในช่วง Non-increasing Returns to Scale (NIRS) ได้ ดังนั้นลักษณะของแบบจำลองสุดท้ายภายใต้ข้อสมมติ VRS ที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\mathrm{Min}_{\theta,\lambda}\,\theta$$

Subject to $\quad -y_i + y\lambda \geq 0$

$$\theta x_i - x\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda \leq 1$$

$\lambda \geq 0$ (3) ก $\lambda \geq 0$ (3) ddกา $\lambda \geq 0$ (3) ค $\lambda \geq 0$ ...(3)

การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมติแบบ VRS นั้น เป็นการวัดประสิทธิภาพในกรณีที่มีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หน่วยธุรกิจหนึ่งไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมติแบบ CRS นั้นจะต้องมีข้อจำกัดที่ว่าหน่วยผลิตทุกหน่วยจะต้องมีการ-ดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (optimal scale) ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมติ (Constant Retune to Scale--TE_{CRS}) ประกอบไปด้วย Scale Efficiency (SE) และ Pure Technical Efficiency (TE_{VRS}) ซึ่งถ้าหากหน่วยผลิตบางหน่วยไม่ได้ดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม ค่า TE_{CRS} และ TE_{VRS} จะมีค่าไม่เท่ากัน TE_{CRS}/TE_{VRS}

จะได้ Scale Efficiency (SE) เมื่อสมมติให้หน่วยผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด ให้ได้ผลผลิต 1 ชนิด ดังนี้

$TE_{CRS} = AP_C/AP$

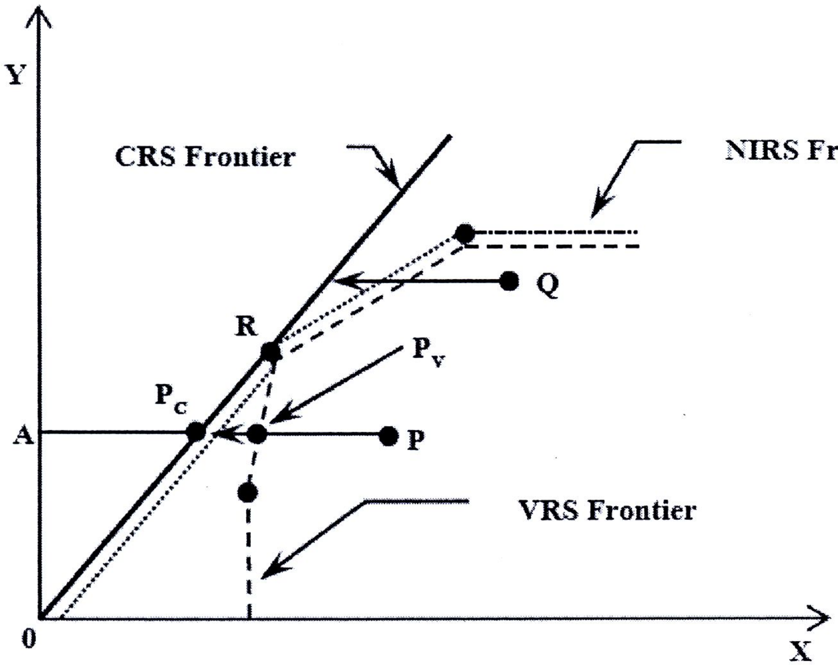
$TE_{VRS} = AP_V/AP$

$SE = AP_c/AP_V$

ซึ่งก็คือ

TE_{CRS}/TE_{VRS}

โดยค่า TE_{CRS} TE_{VRS} และ SE มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 จากสมการทั้งสาม แสดงว่า $TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE$ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมติ (Constant Retune to Scale--TE_{CRS}) ประกอบด้วย Pure Technical Efficiency (TE_{VRS}) และ Scale Efficiency (SE)



ภาพ 1 วิธีการคำนวณเพื่อหาค่า Scale Efficiency (SE)

ที่มา. จาก *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (p. 97), by T. J. Coelli, P. Rao, and G. E. Battese, 1998, Boston: Kluwer Academic.

นอกจากนี้ ในแบบจำลอง VRS ที่นำเสนอข้างต้น เป็นแบบจำลองที่สามารถบอกได้ว่าหน่วยผลิตนั้นมีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น หรือมีผลได้ต่อขนาดลดลง เนื่องจากในแบบจำลองได้ใช้ข้อจำกัด $N1'\lambda = 1$ ดังนั้นจึงสามารถหาค่าประสิทธิภาพได้ในช่วง Non-increasing Returns to Scale (NIRS) ได้

ถ้า $TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} \neq TE_{CRS}$ แสดงว่า เป็น Decreaing Returns to Scale

ถ้า $TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} = TE_{CRS}$ แสดงว่า เป็น Indecreaing Returns to Scale

สำหรับการวัดประสิทธิภาพต้นทุน (cost efficiency) และประสิทธิภาพโดยรวม (allocative efficiency) นั้น ต้องทำการประมาณค่าเส้นพรมแดนทางด้านต้นทุน ซึ่งจะเป็นเส้นที่แสดงถึงจุดที่หน่วยผลิตมีการใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด สามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการหาประสิทธิภาพทางต้นทุน ภายใต้ข้อสมมติ ได้ดังนี้

$$\text{Min}_{\lambda x_i} - w_i^* x_i^*$$

Subject to

$$-y_i^* + y\lambda \geq 0$$

$$x_i - x\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0 \qquad \text{...(4)}$$

โดยที่

w_i^* คือ ราคาปัจจัยการผลิต

x_i^* คือ เวกเตอร์ของปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่มีการใช้ต้นทุนต่ำที่สุด

แบบจำลองข้างต้นนั้นต้องการหาจุดที่มีต้นทุนต่ำที่สุด โดย Linear Programming ในแบบจำลองข้างต้นคำนวณหาปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยกำหนดราคาปัจจัย (W_i) และผลผลิต (y_i) มาให้ ดังนั้นประสิทธิภาพต้นทุนรวม

(total cost efficiency) หรือประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ (economic efficiency) ของหน่วยผลิตที่ i สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$CE = W_i' X_i^* / W_i' X_i$$

สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (allocative efficiency) ได้ดังนี้

$$AE = CE/TE$$

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ DEA ในการพิจารณาทางด้านรายได้ โดยการคำนวณหาปริมาณผลผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้รายได้สูงสุด โดยกำหนดราคาผลผลิต (p_i) และปัจจัยการผลิต (x) มาให้ ซึ่งสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการหาประสิทธิภาพทางรายได้ภายใต้ข้อสมมติ ได้ดังนี้

$$\text{Max}_{\lambda, y_i} - p_i' y_i^*$$
$$\text{Subject to} \quad -y_i + y\lambda \geq 0$$
$$x_i^* - x\lambda \geq 0$$
$$N1'\lambda = 1$$
$$\lambda \geq 0 \qquad ...(5)$$

โดยที่

P_i' คือ ราคาผลผลิต

y_i* คือ เวกเตอร์ของปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมที่สุดที่ก่อให้เกิดรายได้สูงสุด

เช่นเดียวกันสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางรายได้ของหน่วยผลิตที่ i ได้ดังนี้

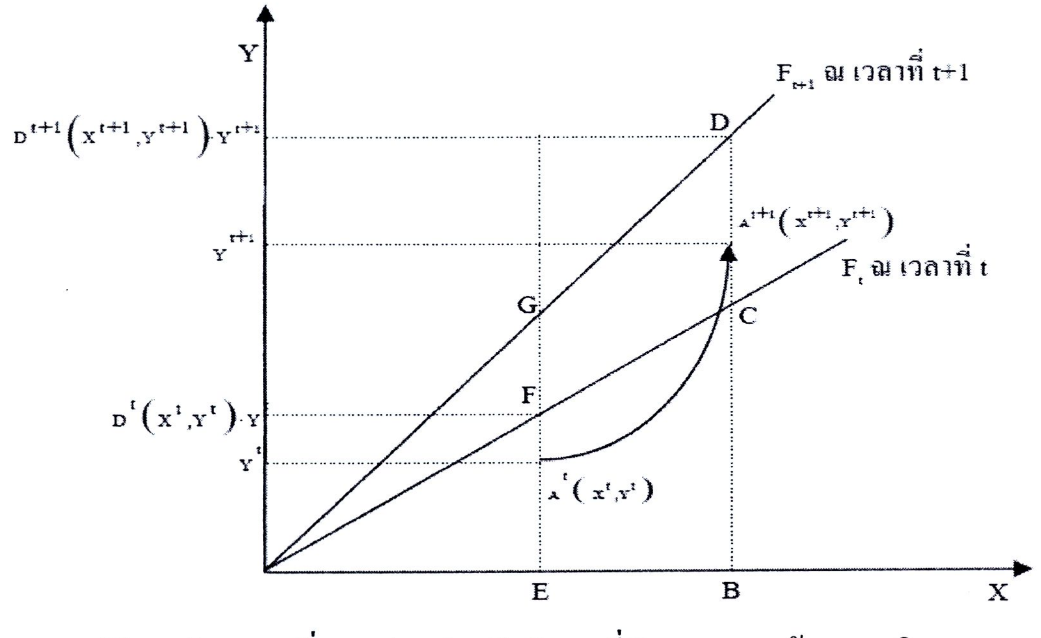
$$RE = P_i' Y_i^* / P_i' y_i$$

สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางรายได้ของหน่วยผลิตที่ i ได้ดังนี้

AE = RE/TE

การวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการจัดการ

วิธีวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการจัดการของหน่วยผลิตได้สามารถอธิบายแนวคิดของการวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการจัดการ ได้ดังนี้



ภาพ 2 วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพที่พิจารณาทางด้านผลผลิต

ที่มา. จาก "Using Data Envelopment Analysis to Measure Hotel Managerial Efficiency Change in Taiwan," by S.-N. Hwang and T.-Y. Chang, 2003, *Tourism Management, 24*(3), p. 369.

จากภาพ 1 เมื่อกำหนดให้ F_t คือ เส้น frontier ณ เวลาที่ t และ F_{t+1} คือ เส้น Frontier ณ เวลาที่ t + 1 ในขณะที่ ณ จุด $A^t(x^t, y^t)$ และ $A^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ แสดงถึงเวกเตอร์ของปัจจัยนำเข้าผลผลิตของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ t และ t + 1 ตามลำดับ สำหรับ

วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพจาก ณ เวลาที่ t ถึง t + 1 สามารถทำได้โดยการใช้ฟังก์ชันระยะทางประสิทธิภาพ (efficiency distance functions) $D^{t+1}(x^t, y^t)$ ฟังก์ชันนี้หมายความว่า เส้น Frontier ณ เวลาที่ t + 1 จะถูกใช้อ้างอิงในการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิต A ณ เวลาที่ t ซึ่งสามารถเขียนเป็น Linear Programming ได้ดังนี้

$$D^{t+1}\left(x^t, y^t\right) = \text{Max } \theta$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{t+1} x_{ij}^{t+1} \le x_{ij}^{t},$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{t+1} y_{rj}^{t+1} \ge \theta y_{rj0}^{t},$$

$$\lambda_j^{t+1} \ge 0 \quad i = 1, ..., m, r = 1, ..., s, j = 1, ..., n \qquad ...(6)$$

ในทางกลับกันฟังก์ชันระยะทางประสิทธิภาพ $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ จะหมายถึงเส้น Frontier ณ เวลาที่ t ที่จะถูกใช้อ้างอิงในการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยผลิต A ณ เวลาที่ t + 1 และสามารถเขียนเป็น Linear Programming ได้ดังนี้

$$D^{t}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right) = \text{Max } \theta$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{t} x_{ij}^{t} \le x_{ij}^{t+1},$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{t} y_{rj}^{t} \ge \theta y_{rj0}^{t+1},$$

$$\lambda_j^{t} \ge 0 \quad i = 1, ..., m, r = 1, ..., s, j = 1, ..., n \qquad ...(7)$$

จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า $D^t(x^t, y^t)$ และ $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ ก็คือ แบบจำลองที่พิจารณาทางด้านผลผลิต (output-oriented) และมีลักษณะผลตอบแทนคงที่ (CRS)

เหมือนกับแบบจำลองที่ (2) จากความหมายทางเรขาคณิตของฟังก์ชันระยะทาง และเมื่อพิจารณาจากภาพ 2 อีกครั้ง จะทำให้ทราบว่า

$$D^t\left(x^t, y^t\right) = EF/EA^t,$$
$$D^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right) = BD/BA^t,$$
$$D^t\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right) = BC/BA^t,$$
$$D^{t+1}\left(x^t, y^t\right) = EA^t/EG$$

Charnes, Cooper, Lewin, and Seiford (1995) โดยอธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพจากเวลาที่ t ถึง t + 1 นั้น ก็คือ สัดส่วนของ BD/BC และ EG/EF สำหรับค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของ BD/BC และ EG/EF สามารถหาได้ดังนี้

$$SIE_{t,t+1} = \left[\frac{BD}{BC}\cdot\frac{EG}{EF}\right]^{1/2} = \left[\frac{D^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)}{D^t\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)}\cdot\frac{D^{t+1}\left(x^t, y^t\right)}{D^t\left(x^t, y^t\right)}\right]^{1/2} \quad ...(8)$$

เช่นเดียวกัน Catching-up in Efficiency (CIE) จากเวลาที่ t ถึงเวลาที่ t + 1 สามารถอธิบายได้ในแบบจำลอง (9) ที่เป็นการแสดงถึงสัดส่วนระหว่างประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ (relative efficiency) ของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ t + 1 เทียบกับ ณ เวลาที่ t

$$CIE_{t,t+1} = \frac{BA^{t+1}}{BD}\cdot\frac{EA^t}{EF}$$
$$= \left[\frac{D^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)}{D^t\left(x^t, y^t\right)}\right]^{-1}$$
$$= \left[\frac{D^t\left(x^t, y^t\right)}{D^{t+1}\left(x^{t+1}, y^{t+1}\right)}\right] \quad ...(9)$$

สามารถหาการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวม (total efficiency change) ของหน่วยผลิต ณ เวลาที่ t ถึงเวลาที่ t + 1 ได้จาก $CIE_{t,t+1} \times SIE_{t,t+1}$ ดังนี้

$$TEC_{t,t+1} = CIE_{t,t+1} \times SIE_{t,t+1}$$

$$= \frac{D^{t}\left(x^{t},y^{t}\right)}{D^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)} \cdot \left[\frac{D^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}{D^{t}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)} \cdot \frac{D^{t+1}\left(x^{t},y^{t}\right)}{D^{t}\left(x^{t},y^{t}\right)}\right]^{1/2}$$

$$= \left[\frac{D^{t}\left(x^{t},y^{t}\right)}{D^{t}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)} \cdot \frac{D^{t+1}\left(x^{t},y^{t}\right)}{D^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)}\right]^{1/2} \qquad ...(10)$$

แบบจำลองที่ (10) คือ Malmquist Productivity Index ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของการวัดประสิทธิภาพตามวิธี DEA มีส่วนประกอบ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคโดยรวม (overall technical efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่แท้จริง (pure technical efficiency) และประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency) ร่วมกัน ซึ่งจะได้จากการคำนวณค่าความมีประสิทธิภาพโดยใช้แบบจำลอง CCR

2. ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่แท้จริง (technical efficiency หรือ pure technical efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพการผลิตที่เกิดจากการที่หน่วยผลิตสามารถผลิตได้บนเส้น Production Frontier ซึ่งเป็นจุดการผลิตที่ได้ปริมาณผลผลิตที่มากที่สุด จากปัจจัยการผลิตที่กำหนด หรือจุดการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด ณ ระดับปริมาณผลผลิตที่กำหนด ซึ่งค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจะเป็นประสิทธิภาพที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่แท้จริง โดยไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency) ซึ่งค่า Technical Efficiency จะได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง BCC

3. ประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น ณ ระดับการผลิตที่ต้นทุนเฉลี่ยต่ำที่สุด นั่นเอง ค่า Scale Efficiency เกิดจากการนำค่า Overall

Technical Efficiency หารด้วยค่า Technical Efficiency ซึ่งถ้าระดับการผลิตมากขึ้นหรือน้อยลงจากจุดที่เกิด Scale Efficiency จะทำให้ค่าความมีประสิทธิภาพโดยรวมลดลง

4. หน่วยการตัดสินใจ (Decision Making Unit--DMU) คือ หน่วยการผลิต ภายในองค์กรที่มีการปฏิบัติงานในลักษณะที่เหมือนกันใน 1 DMU จะประกอบด้วยปัจจัยการ-ผลิต และผลผลิตที่ได้จากปัจจัยการผลิตที่ผ่านกระบวนการผลิตภายใน DMU เดียวกัน

5. เส้นขอบเขตประสิทธิภาพ (efficient frontier) คือ ขอบเขตของการดำเนินงานที่ดีที่สุด หรือมีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่น ๆ โดยที่หน่วย-การผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพจะมีค่าประสิทธิภาพเต็มร้อยละ 100 ในส่วนหน่วยการผลิตที่ไม่อยู่บนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าร้อยละ 100

6. ชุดข้อมูลอ้างอิง (reference set) คือ ชุดของข้อมูลที่ประกอบด้วยหน่วยการ-ตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ และหน่วยการตัดสินใจที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งค่าความมี-ประสิทธิภาพที่คำนวณได้ของแต่ละหน่วยการตัดสินใจ จะคำนวณจากการเปรียบเทียบการดำเนินงานของแต่ละหน่วยการตัดสินใจที่อยู่ภายใต้ชุดข้อมูลอ้างอิงเดียวกัน

ดังนั้น ค่าความมีประสิทธิภาพที่ได้จึงเป็นค่าความมีประสิทธิภาพเชิงสัมพันธ์ (relative efficiency) เนื่องจากมีการนำปัจจัยการผลิต และผลผลิตในแต่ละ DMU มาเปรียบเทียบกัน เพื่อนำไปหาขอบเขตความมีประสิทธิภาพในการผลิต สำหรับ DMU ที่อยู่บน Efficient Frontier จะถูกประเมินว่ามีประสิทธิภาพร้อยละ 100 และ DMU ที่ไม่อยู่บน Efficient Frontier ก็จะถูกประเมินว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าร้อยละ 100 โดยที่ค่าประสิทธิภาพที่ลดน้อยลงไปจะเท่ากับระยะห่างระหว่าง DMU นั้น ๆ กับ Efficient Frontier

วิธี DEA เป็นวิธีการประเมินประสิทธิภาพของการดำเนินของหน่วยผลิต โดยการประยุกต์โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (mathematical programming) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ หลักการของวิธี DEA สรุปได้ดังนี้

1. DEA เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคมีหลักการ คือ การหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ดีที่สุด (optimum weight) โดยจะพิจารณาจากจุดสูงสุดของผลผลิตหรือจุดต่ำสุดของปัจจัยการผลิตก็ได้ แล้วแต่จะพิจารณาทางด้าน

ผลผลิตหรือด้านปัจจัยการผลิต เป็นจุดที่ถือว่าดีที่สุดหรือมีประสิทธิภาพสูงสุด แล้วใช้จุดนั้นเป็นจุดเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตรายอื่น ๆ

2. การสร้างหน่วยผลิตเสมือนจริง (virtual producer) ภายใต้การวิเคราะห์ซึ่งอาจจะเป็นจุดสูงสุดหรือต่ำสุดก็ได้ การสร้างหน่วยผลิตขึ้นมาใหม่มีหลักการ จากการ-ผสมผสานระหว่างกลุ่มหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายถึง การใช้ปัจจัยการผลิตผสมผสานกันและได้ผลผลิตที่ผสมผสานกัน (composite inputs and composite outputs)

หน่วยผลิตที่สร้างขึ้นมานี้จะเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อยู่ภายใต้เงื่อนไขเนื่องจากหน่วยผลิตดังกล่าวนี้ไม่ได้มีจริงเป็นเพียงหน่วยผลิตเสมือนจริง การ-วิเคราะห์ของวิธีการ DEA คือ การหาหน่วยผลิตเสมือนจริงที่ดีที่สุดหรือมีประสิทธิภาพสูงสุด (the best virtual profucer) เพื่อใช้เป็นหน่วยอ้างอิง (reference set) สำหรับหน่วย-ผลิตจริง (real producer) แต่ละหน่วยที่พิจารณา ถ้าหน่วยผลิตเสมือนจริงที่หาได้ดำเนินการได้ดีกว่าหน่วยผู้ผลิตจริง กล่าวคือ ใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากันแต่ให้ผลผลิตที่มากกว่า หรือการผลิตให้ผลผลิตเท่ากันแต่ใช้ปัจจัยการผลิตที่น้อยกว่า แสดงว่า หน่วยผลิตจริงดำเนินการที่มีประสิทธิภาพไม่เต็มที่ แต่ถ้าหากหน่วยผลิตจริงสามารถให้ผลเช่นเดียวกับหน่วยผลิตเสมือนจริง แสดงว่า หน่วยผลิตจริงนั้นดำเนินการมีประสิทธิภาพเต็มที่

การหาหน่วยผลิตเสมือนจริงภายใต้วิธี DEA สามารถดำเนินการได้ภายใต้กรอบการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming)

แบบจำลองของ DEA แบ่งเป็น 4 รูปแบบ จากงานเขียนของ Charnes et al. (1995, pp. 23-24) โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. CCR Model เสนอโดย Charns, Cooper, and Rhodes ในปี พ.ศ. 2521 ตัวแบบของ CCR จะคำนวณค่าต่ำสุดของปัจจัยการผลิต หรือค่าสูงสุดของผลผลิต โดยอยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale--CRS) มีค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้เรียกว่า “ประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency--TE)”

2. BCC Model เสนอโดย Banker, Charnes, and Cooper ในปี พ.ศ. 2527 เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณค่าต่ำสุดของปัจจัยการผลิตหรือค่าสูงสุดของผลผลิตเช่นเดียวกับแบบจำลอง CCR แต่จะอยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable

Returns to Scale--VRS) มีค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้เรียกว่า "ประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency--PTE)"

3. Additive Model เสนอโดย Charnes ในปี พ.ศ. 2528 แบบจำลองนี้จะคำนวณหาระยะทางสูงสุดจากหน่วยตัดสินใจ (DMU) ไปจนถึงขอบเขตที่มีประสิทธิภาพ (efficient frontier) อยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale--VRS)

4. Multiplicative Model เสนอโดย Charnes ในปี พ.ศ. 2526 เป็นแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้จากแบบจำลองทั้ง 3 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยการใส่ Log ที่ข้อมูลแรกเริ่ม

Banker, Charnes, and Cooper (BCC) Model

เมื่อมีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หน่วยผลิตไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่โดย Banker et al. (1984) ซึ่งเรียกว่าแบบจำลอง BCC ภายใต้ข้อ-สมมติ Variable Returns to Scale (VRS) แบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS คือ การมีอัตราการเพิ่มของผลผลิตเปรียบเทียบกับอัตราการเพิ่มของปัจจัยการผลิตที่อาจเป็นแบบอัตราคงที่ อัตราเพิ่มขึ้นหรืออัตราลดลงก็ได้ แบบจำลองที่พัฒนาใหม่นี้สามารถหาค่าประสิทธิภาพในช่วง Non-increasing Returns Scale (NIRS) ได้

แบบจำลอง BCC สามารถจำแนกเป็น 4 รูปแบบ ตามแนวทางของ Banker, et al. (1984, p. 1081) โดยมีสมการดังนี้

1. BCC Primal Input-orientated Model

$$\text{Min } \theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right) \qquad ...(11)$$

Subject to

$$\sum_{j=i}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{ij} \qquad i = 1, 2, ..., m;$$

$$\sum_{j=i}^{n} x_{ij}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \qquad r = 1, 2, ..., s;$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \ \forall_{i,j,r}$$

2. BCC Dual Input-orientated Model

$$\text{Max } Z = \sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{ro} - u_o \qquad ...(12)$$

Subject to

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \nu_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^{m} \nu_i x_{io} = 1$$

$$\mu_r, \nu_i \geq \varepsilon > 0$$

โดยที่

u_0 คือ ค่าที่แสดงถึง ลักษณะของผลตอบแทนต่อขนาด (return to scale)

$u_0 < 0$ แสดงว่า มีลักษณะเป็น Increasing Returns to Scale

$u_0 = 0$ แสดงว่า มีลักษณะเป็น Constant Returns to Scale

$u_0 > 0$ แสดงว่า มีลักษณะเป็น Decreasing Returns to Scale

3. BCC Primal Output-orientated Model

$$\text{Max } \phi + \left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+ \right) \qquad ...(13)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{io}, i = 1, 2, ..., m$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j + s_r^+ = y_{ro}, r = 1, 2, ..., s$$

$$\sum_{j=1}^{n} j = 1$$

$$j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

4. BCC Dual Output-orientated Model

$$\text{Min } q = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} - v_o \qquad ...(14)$$

Subject to

$$\sum_{r=1}^{s} u_i y_{ro} = 1$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - v_0 \le 0, \qquad i = 1, 2, ..., m$$

$$\mu_r, \nu_i \ge \varepsilon \ge 0$$

โดยสรุปแล้วโมเดล DEA เป็นการนำข้อมูลผลผลิต y_{rj} และปัจจัยการผลิต x_{ij} ของแต่ละหน่วยการตัดสินใจหรือหน่วยผลิต นำมาพิจารณาเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพ โดยเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิต โดยไม่คำนึงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างกัน แต่จะพิจารณาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิต และผลผลิต (u_r, v_i) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดระดับประสิทธิภาพ (E) ของ DMUs ใด ๆ โดยค่าที่ได้จะมีค่าสูงสุดไม่เกิน 1 โดยค่าที่ได้จะแสดงถึงค่าความมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานของหน่วยผลิตนั้น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตอื่น ๆ ที่ดำเนินการผลิตแบบเดียวกัน

ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากโมเดล แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ

E = 1 หมายถึง หน่วยผลิตมีประสิทธิภาพเชิงสัมพันธ์ (relative efficiency)

E < 1 หมายถึง หน่วยผลิตไม่มีประสิทธิภาพเชิงสัมพันธ์ (relative inefficiency)

ค่า E < 1 แสดงค่าหน่วยผลิตนั้นมีการผลิตได้ผลผลิตในปริมาณที่เท่ากับหน่วยผลิตอื่นที่มีประสิทธิภาพ แต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในจำนวนที่มากกว่า หรือมีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่เท่ากัน แต่ได้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า

การวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธี DEA สามารถจำแนกขนาดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale--CRS) ขนาดของหน่วยงานประเภทนี้เป็นขนาดที่เหมาะสม ซึ่งเป็นขนาดของหน่วยงานที่อยู่บนขอบเขตการผลิตจากตัวแบบประเภท CRS

2. ผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Return to Scale--IRS) ขนาดของหน่วยงานประเภทนี้มีขนาดเล็กกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานที่อยู่บนขอบเขตการผลิตจากตัวแบบประเภท CRS ยังสามารถขยายกิจการได้ โดยอัตราผลตอบแทนภายหลังการขยายหน่วยงานยังเป็นอัตราที่เพิ่มขึ้น

3. ผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (Decreasing Return to Scale--DRS) ขนาดของหน่วยงานประเภทนี้มีขนาดใหญ่เกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานที่อยู่บนขอบเขตการผลิตจากตัวแบบ CRS จึงไม่ควรขยายกิจการต่อไปอีก และอาจพิจารณาแบ่งแยกหน่วยงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน โดยอัตราผลตอบแทนภายหลังการขยายหน่วยงานจะมีค่าลดลง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปรัตถะ สุนทราวราวิทย์ (2543) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ *การศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในประเทศไทย* มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงานทั่วไปและวิเคราะห์ประสิทธิภาพสัมพันธ์ในการดำเนินงานของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัด เพื่อเสนอแนวทางในการ-ปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของสำนักงานฯ ที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลในการดำเนินงานและผลผลิตของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัด ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2541 จำนวน 19 แห่ง นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี DEA แบบจำลอง CCR Model ใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิต 3 ชนิดประกอบด้วยจำนวนเงินงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานในการสงเคราะห์การปลูกยางพารา จำนวนเงินงบประมาณที่เกี่ยวกับเงินเดือนของพนักงาน และจำนวนเงินงบประมาณในการ-บริหารทั่วไปของสำนักงาน ส่วนตัวแปรด้านผลผลิตมี 2 ชนิด คือ จำนวนเนื้อที่สวน-ยางพาราที่พ้นจากการสงเคราะห์ และปริมาณการรับซื้อยางในตลาดประมูลยางพาราระดับท้องถิ่น

ผลการศึกษาพบว่า โดยเฉลี่ยช่วง 3 ปี มีสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดเพียง 6 แห่ง ที่มีประสิทธิภาพเต็มที่ ส่วนอีก 13 แห่งไม่มีประสิทธิภาพ

สำหรับสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดที่มีประสิทธิภาพไม่เต็มที่นั้น สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากแนวทางการดำเนินงานของสำนักงาน-กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดที่มีประสิทธิภาพเต็มที่

จินตนาพร สุวรรณจันทร์ดี (2548) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ *การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยวิธี DEA: กรณีศึกษาของบริษัทประกันสินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของ บสย.* ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลปัจจัยการ-ผลิตและผลิตของ บสย. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 จนถึงปี พ.ศ. 2546 โดยปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการพิจารณาประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ มูลค่าสินทรัพย์ถาวร ค่าใช้จ่ายสำนักงาน และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพนักงาน ส่วนผลผลิตที่ใช้ในการพิจารณา คือ วงเงินอนุมัติค้ำประกันรวม เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานภายใต้แนวคิดของวิธี DEA โดยทำการประเมินประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency--PTE) ประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency--SE) และประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยรวม (Overrall Technical Efficiency--OTE) แบบจำลองที่ใช้ในการหาค่าความมีประสิทธิภาพ คือ แบบจำลอง CCR Output-orirntated และแบบจำลอง BCC Output-orientated จำนวนข้อมูลศึกษาทั้งหมด 17 ปี ผลการคำนวณด้วยแบบ CCR Output-orirntated พบว่า บสย. มีค่าความมี-ประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวมเท่ากับ 1 ในปี พ.ศ. 2531, 2545 และ 2546 ผลการ-คำนวณด้วยตัวแบบ BCC Output-orientates ได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 1 ในปี พ.ศ. 2530, 2531, 2545 และ 2546

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (PTE) เท่ากับ 63.61 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพต่อขนาด (SE) เท่ากับ 93.57 และค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคโดยรวม (OTE) เท่ากับ 59.75 สรุปผลได้ว่า ประสิทธิภาพการดำเนินงานของ บสย. อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่ง บสย. ควรลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่าง ๆ และเพิ่มมูลค่าการอนุมัติค้ำประกัน เพื่อให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานของ บสย. เข้าสู่ระดับที่มีประสิทธิภาพเต็มร้อยละ 100

วัชระ วีระวงศ์ (2548) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ *การศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพต่อขนาดของสหกรณ์ออมทรัพย์ในประเทศไทย: กรณีศึกษา สหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัย* วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาลักษณะปัจจัยการผลิต

ผลผลิตของสหกรณ์ออมทรัพย์ และเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพต่อขนาดในเชิงธุรกิจของสหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัย และเสนอแนะแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพแก่สหกรณ์ออมทรัพย์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพต่อขนาดอย่างเต็มที่ ในการศึกษานี้ จะทำการวัดประสิทธิภาพการผลิตของสหกรณ์ออมทรัพย์ของมหาวิทยาลัย จำนวน 26 แห่งโดยศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2545-2547 เป็นระยะเวลารวม 3 ปี เป็นช่วงที่เศรษฐกิจกำลังขยายตัว เป็นการวัดค่าดัชนีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency--PTE) และค่าดัชนีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency--TE) และค่าดัชนีประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency--SE) โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์จากแบบจำลองเชิงเส้น (linear programming) ด้วยวิธี DEA ซึ่งได้ใช้แบบจำลอง 2 ชนิด คือ แบบจำลอง BCC และแบบจำลอง CCR ในการ-วิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยได้กำหนดตัวแปรผลผลิตจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เงินให้กู้ยืม ทุนเรือนหุ้น และรายได้จากการดำเนินงานและกำหนดตัวแปรปัจจัยการผลิตไว้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ต้นทุนของเงินทุน ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพนักงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่น

ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (PTE) และประสิทธิภาพต่อขนาด (SE) ของสหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัยจำนวน 26 แห่ง ดังกล่าว พบว่า สหกรณ์ออมทรัพย์ทั้งหมด มีค่าดัชนีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงเฉลี่ย เท่ากับ 0.793 โดยมีสหกรณ์ออมทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงอย่างเต็มที่ จำนวน 9 แห่ง (คิดเป็นร้อยละ 34.62 ของจำนวน DMU ทั้งหมด) ซึ่งสหกรณ์ออมทรัพย์ดังกล่าวมีการผลิตอยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ จำนวน 7 แห่ง ผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น 1 แห่ง และผลตอบแทนต่อขนาดลดลง จำนวน 1 แห่ง ส่วนสหกรณ์ออมทรัพย์ที่เหลืออีก 17 แห่ง ถือว่ายังไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงอย่างเต็มที่และต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงการผลิต ในการปรับปรุงการผลิตในภาพรวม พบว่าในด้านผลผลิต พบว่า ในด้านการผลิต ควรปรับปรุงเงินให้กู้ยืมให้เพิ่มขึ้น อัตราร้อยละ 39.11 ควรปรับปรุงทุนเรือนหุ้นให้เพิ่มขึ้นอัตราร้อยละ 133.59 ควรปรับปรุงรายได้จากการ-ดำเนินงานให้เพิ่มขึ้นอัตราร้อยละ 50.27 ส่วนด้านปัจจัยการผลิต ควรปรับปรุงต้นทุนของเงินทุนให้ลดลง อัตราร้อยละ 1.80 ควรปรับปรุงค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพนักงานให้ลดลง

อัตราร้อยละ 12.51 และควรปรับปรุงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่นให้ลดลงอัตราร้อยละ 24.13

ในส่วนผลการศึกษาประสิทธิภาพต่อขนาด ของสหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัยทั้งหมด จำนวน 26 แห่ง พบว่าสหกรณ์ออมทรัพย์ทั้งหมดมีค่าดัชนีประสิทธิภาพต่อขนาดเฉลี่ย เท่ากับ 0.960 โดยมีสหกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่อขนาดอย่างเต็มที่จำนวน 7 แห่ง (คิดเป็นร้อยละ 26.92 ของจำนวน DMU ทั้งหมด) และสหกรณ์ออมทรัพย์ ดังกล่าวมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ จึงมีขนาดธุรกิจที่เหมาะสม โดยมีขนาดการผลิตที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด (most productive scale size) ส่วนสหกรณ์ออมทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงแล้ว แต่ยังขาดประสิทธิภาพต่อขนาดมีจำนวน 2 แห่ง ในจำนวนนี้มีสหกรณ์ออมทรัพย์ จำนวน 1 แห่ง มีผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น จึงควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไขการผลิตโดยปรับเพิ่มปริมาณผลผลิตและปัจจัยการผลิตควบคู่กันไป ในส่วนสหกรณ์ออมทรัพย์ที่เหลืออีก จำนวน 1 แห่งมีผลตอบแทนต่อขนาดลดลง จึงควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไขการผลิตโดยปรับลดปริมาณผลผลิตและปัจจัยการผลิตควบคู่กันไป เพื่อให้สหกรณ์ออมทรัพย์ทั้ง 2 แห่งดังกล่าว มีการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพต่อขนาดอย่างเต็มที่

อนุกูล กฤติยารัตนวงศ์ (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคและประสิทธิภาพทางด้านต้นทุนของโรงพยาบาลชุมชน ในจังหวัดนครราชสีมา* โดยวิธี DAE การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคและประสิทธิภาพทางด้านต้นทุนของโรงพยาบาลชุมชน โดยกรณีศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา จำนวนทั้งสิ้น 26 แห่ง ใช้ข้อมูลปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 แบ่งโรงพยาบาลออกเป็นสามกลุ่มตามระดับการให้บริการด้วยเกณฑ์ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System--GIS) ได้แก่ ทุติยภูมิระดับต้น ระดับกลาง และระดับสูง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี DEA ตัวแบบที่ใช้ คือ BCC Model (input-oriented) มีตัวแปรทั้งสิ้น 15 ตัวแปร แบ่งเป็น ตัวแปรผลผลิต (Output) 4 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนวันนอนรวมของผู้ป่วยใน จำนวนครั้งของการให้บริการผู้ป่วยนอก อัตราการครองเตียง และอัตราการใช้เตียง ตัวแปรปัจจัยการผลิต (input) จำนวน 6 ตัวแปร

ได้แก่ จำนวนแพทย์ จำนวนพยาบาล จำนวนบุคลากรอื่น จำนวนเตียงที่ใช้ จำนวนรายการครุภัณฑ์ และจำนวนรายการที่ดินและสิ่งก่อสร้าง และตัวแปรราคาปัจจัยการผลิต (price of input) จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ ค่าจ้างแพทย์ ค่าจ้างพยาบาล ค่าจ้างบุคลากรอื่น งบครุภัณฑ์ที่โรงพยาบาลได้รับ และงบที่ดินและสิ่งก่อสร้างที่โรงพยาบาลได้รับ

ผลการศึกษาพบว่า มีโรงพยาบาลชุมชนจำนวน 20 แห่ง จากทั้งหมด 26 แห่ง ที่มีค่าดัชนีประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคเท่ากับ 1 หรือมีประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคอย่างเต็มที่ โดยโรงพยาบาลในกลุ่มทุติยภูมิระดับต้น มีค่าดัชนีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงที่สุด ภาพรวมโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดนครราชสีมามีค่าประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคโดยเฉลี่ย เท่ากับ 0.9756 หรือคิดเป็นร้อยละ 97.56 หมายความว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่เป็นไปได้แล้ว ณ ระดับผลผลิตที่เป็นอยู่ โรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดนครราชสีมาสามารถรองรับผู้ป่วยได้ร้อยละ 97.56 ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานโดยลดปัจจัยการผลิตลงได้ร้อยละ 2.44 สำหรับประสิทธิภาพทางด้านต้นทุน พบว่ามีโรงพยาบาลชุมชนจำนวน 19 แห่ง ที่มีประสิทธิภาพทางด้านต้นทุนอย่างเต็มที่ โดยโรงพยาบาลในกลุ่มทุติยภูมิระดับสูง มีค่าดัชนีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงที่สุด ภาพรวมค่าประสิทธิภาพทางด้านต้นทุนโดยเฉลี่ยของโรงพยาบาลชุมชนทุกแห่ง เท่ากับ 0.956 หมายความว่า โรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา มีความสามารถในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อให้บริการผู้ป่วยได้อย่างคุ้มค่า โดยก่อให้เกิดต้นทุนการดำเนินงานโดยรวมน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 95.6 ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินงานโดยลดปัจจัยการผลิตลงได้ร้อยละ 4.4

Sherman and Gold (1985) ได้ศึกษาถึง *Bank Branch Operating Efficiency Evaluation with Data Envelopment Analysis* การศึกษานี้เพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของสาขาธนาคารโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ DEA ที่มีความเหมาะสมในการวัดการดำเนินงานของหน่วยผลิตที่ประกอบไปด้วย บริการหรือผลิตผลหลากหลาย เช่น ธุรกรรมของสาขาธนาคาร และสามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการดำเนินงานข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ข้อมูลปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสาขาธนาคารจำนวน 14 สาขา ข้อมูลผลผลิตที่ศึกษา คือ จำนวนธุรกรรมของสาขา ซึ่งประกอบด้วย เงินฝาก เงินกู้ยืม จำนวนการเปิดปิดบัญชีธนาคาร ตลอดจนการซื้อขาย

ธนบัตรและบริการต่าง ๆ ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แรงงาน และทุน โดยแรงงานประกอบด้วย จำนวนชั่วโมงแรงงานเต็มเวลาของบุคลากรในสาขานั้น ๆ ส่วนทุนนั้นประกอบด้วย ค่าเช่าพื้นที่ทำการของสาขา และต้นทุนในการดำเนินธุรกรรมของสาขา

ผลการศึกษาพบว่า 6 สาขา ใน 14 สาขาของธนาคารไม่มีประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ โดยแต่ละสาขาจะมีค่าประสิทธิภาพน้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นถึง การใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไป หรือการผลิตผลผลิตน้อยเกินไป เมื่อเทียบกับสาขาอื่นที่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การพยายามลดการใช้ปัจจัยการผลิตหรือการเพิ่มปริมาณผลผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับสาขาอื่น ๆ โดยสรุปแล้ว DEA แสดงถึง ผลการ-ดำเนินงานภายในของสาขาธนาคาร ซึ่งไม่สามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดอื่น ๆ เช่น

การวัดความสามารถในการทำกำไร โดยการใช้อัตราส่วนทางการเงินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง DEA สามารถใช้พิจารณาหน่วยผลิตที่มีลักษณะส่วนผสมของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่หลากหลาย ซึ่งเป็นตัวกำหนดระดับความมีประสิทธิภาพของหน่วยผลิตนำไปสู่การปรับปรุงรูปแบบการดำเนินงานให้อยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพเพื่อนำมาซึ่งผลกำไรของสาขาธนาคารต่อไป