บทที่ 2
กรอบแนวคิดทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของประสิทธิภาพการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์

ประสิทธิภาพการผลิต (Productive Efficiency) หมายถึง การที่หน่วยผลิตสามารถบรรลุเป้าหมายการผลิตสินค้าและ/หรือบริการจำนวนหนึ่ง ๆ ได้โดยใช้วิธีที่ก่อต้นทุนแก่หน่วยผลิตน้อยที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพการผลิตนั้นทำให้หน่วยผลิตมีการจัดสรรทรัพยากรที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นที่เหลือ

อีกนัยหนึ่ง ประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง ความสามารถของหน่วยผลิตในการที่จะผลิตสินค้าและ/หรือบริการให้ได้จำนวนมากที่สุดภายใต้ปริมาณปัจจัยการผลิตที่กำหนดไว้ หรือความสามารถของหน่วยผลิตในการที่จะใช้ปัจจัยการผลิตให้น้อยที่สุดภายใต้จำนวนสินค้าและ/หรือบริการที่เป็นเป้าหมาย

การวัดประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันได้รับอิทธิพลจาก Farrell (1957) เป็นอย่างมาก โดยงานดังกล่าวแบ่งประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตใด ๆ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.ประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิค (Technical Efficiency: TE) ประสิทธิภาพที่เกิดจากการเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถทำให้หน่วยผลิตนั้นผลิตสินค้าและ/หรือบริการได้จำนวนมากที่สุดภายใต้ปริมาณปัจจัยการผลิตที่กำหนดหรือสามารถทำให้หน่วยผลิตนั้นใช้ปัจจัยการผลิตในจำนวนน้อยที่สุดภายใต้จำนวนสินค้าและ/หรือบริการที่เป็นเป้าหมายได้

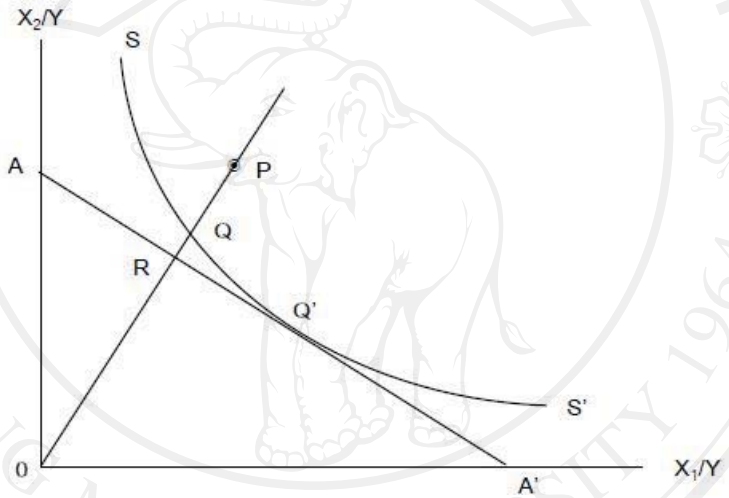
2.ประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร (Allocative Efficiency: AE) ประสิทธิภาพที่เกิดจากการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดแก่หน่วยผลิตดังกล่าว โดยประสิทธิภาพประเภทนี้ Farrell (1957) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ประสิทธิภาพเชิงราคา (Price Efficiency) เนื่องเพราะมีปัจจัยด้านราคาเข้ามามีส่วนในการตัดสินใจเลือกจุดผลิตของหน่วยผลิตด้วย

3.ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม (Overall Efficiency) ประสิทธิภาพอันเกิดจากประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรรวมกัน ประสิทธิภาพการผลิตนี้เรียกอีกอย่างว่า ประสิทธิภาพการผลิตรวมเชิงเศรษฐศาสตร์ (Total Economic Efficiency)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวัดประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันสามารถกระทำได้สองแนวทาง ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented Productive Efficiency Measurement) และการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-oriented Productive Efficiency Measurement)

(ก) การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented Productive Efficiency Measurement) เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่า หน่วยผลิตหนึ่ง ๆ จะมีประสิทธิภาพการผลิตได้ก็ต่อเมื่อหน่วยผลิตนั้นสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงให้ได้มากที่สุดโดยที่ปริมาณผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.1 การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต
(Input-oriented Productive Efficiency Measurement)
ที่มา: Coelli *et al.* (2001: 135)

รูปที่ 2.1 แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้หน่วยผลิตมีปัจจัยการผลิตที่สามารถเลือกใช้ได้ 2 ชนิด ได้แก่ ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 เพื่อนำไปผลิตเป็นสินค้าเพียงหนึ่งชนิด ได้แก่ สินค้า Y แกนตั้งแสดงสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_2 เพื่อนำไปผลิตสินค้า Y จำนวน 1 หน่วย ในขณะที่แกนนอนแสดงสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 เพื่อนำไปผลิตสินค้า Y จำนวน 1 หน่วย

เส้นโค้ง SS' คือเส้นผลผลิตเท่ากัน (Isoquant Curve) ซึ่งเส้นโค้งดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าทุกจุดการผลิตบนเส้นโค้งนี้สามารถผลิตสินค้าได้จำนวนที่เท่ากัน แม้จะมีสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2ที่แตกต่างกันในแต่ละจุด ในกรณีนี้คือ จุดทุกจุดบนเส้นโค้ง SS' สามารถผลิตสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Y ได้จำนวน 1 หน่วยเท่า ๆ กัน โดยพื้นที่ทางขวาของเส้นโค้ง SS' รวมถึงทุกจุดการผลิตบนเส้นโค้ง SS' นั้นจะแสดงถึงจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตที่สามารถผลิตสินค้า Y ได้จำนวน 1 หน่วย ส่วนพื้นที่ทางซ้ายของเส้นโค้ง SS' นั้นจะแสดงถึงจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถผลิตสินค้า Y ได้จำนวน 1 หน่วย และหากพิจารณาตามแนวคิดของ Farrell (1957) แล้วจะกล่าวได้ว่าการผลิตบนเส้น SS' นับเป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคด้วยกันทุกจุด เพราะมีการใช้ทรัพยากรในการผลิตน้อยกว่าจุดอื่น ๆ ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนเดียวกันในการผลิตสินค้า Y ได้จำนวน 1 หน่วย

สมมติให้หน่วยผลิตที่พิจารณาอยู่นั้นกำลังผลิต ณ จุด P ซึ่งมีสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_1และ X_2 ตามเส้น 0P โดยที่จุด P และจุด Q นั้นมีสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 เท่ากัน และทั้งสองจุดต่างก็สามารถผลิตสินค้า Y ได้จำนวน 1 หน่วยเช่นเดียวกัน แต่การผลิต ณ จุด Q หน่วยผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพียง $\frac{0Q}{0P}$ เท่าของการผลิต ณ จุด P ซึ่ง Farrell (1957) สรุปว่าอัตราส่วนดังกล่าวคือประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิค ดังนั้น ประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคของการผลิต ณ จุด P จะมีค่าเพียงร้อยละ $\left(\frac{0Q}{0P}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด Q เท่านั้น

หากต้องการนำระดับราคาของปัจจัยการผลิตทั้งสองเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาเลือกจุดการผลิต จะสามารถสร้างเส้นต้นทุนเท่ากัน (Isocost Line) ได้ดังเส้น AA' ซึ่งเส้นดังกล่าวแสดงอัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิต X1 และ X2 โดยทุก ๆ จุดบนเส้น AA' นั้นจะก่อให้เกิดต้นทุนที่เท่ากันแก่หน่วยผลิต แม้จะมีสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันก็ตาม จากรูปที่ 2.1 เส้น AA' สัมผัสเส้นผลผลิตเท่ากัน SS' ณ จุด Q' หากพิจารณาระหว่างจุด R และจุด Q' จะเห็นได้ว่าทั้งสองจุดนั้นต่างก็ทำให้เกิดต้นทุนที่เท่ากันแก่หน่วยผลิต พิจารณาต่อมาระหว่างจุด Q และ Q' แม้จุดการผลิตทั้งสองจะสามารถผลิตสินค้า Y ได้จำนวน 1 หน่วยเท่ากัน แต่ทั้งสองจุดกลับมีต้นทุนในการผลิตที่แตกต่างกันโดยจุด Q' จะมีต้นทุนการผลิตเพียง $\frac{0R}{0Q}$ เท่าของการผลิต ณ จุด Q ซึ่ง Farrell (1957) สรุปว่าอัตราส่วนดังกล่าวคือประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ดังนั้น ประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรของการผลิต ณ จุด Q จะมีค่าเพียงร้อยละ $\left(\frac{0R}{0Q}\right)$x100 ของการผลิต ณ จุด Q' เท่านั้น

จากอรรถาธิบายข้างต้นจะเห็นว่า ทุกจุดการผลิตบนเส้นผลผลิตเท่ากัน SS' นั้นนับเป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคด้วยกันทุกจุด แม้ทุกจุดจะมีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเช่นเดียวกัน แต่จะมีเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่มีทั้งประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ภายใต้ระดับราคาปัจจัยการผลิตสัมพัทธ์หนึ่ง ๆ ในกรณีนี้ได้แก่จุด Q' โดยหน่วยผลิตที่เลือกผลิต ณ จุด P นั้นเป็นหน่วยผลิตที่ไม่มีทั้งประสิทธิภาพการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ซึ่งหน่วยผลิต ณ จุด P มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเพียงร้อยละ $\left(\frac{0Q}{0P}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด Q ส่วนหน่วยผลิต ณ จุด Q จะมีประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรร้อยละ $\left(\frac{0R}{0Q}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด Q' เท่านั้น ดังนั้นหน่วยผลิต ณ จุด P จะมีประสิทธิภาพโดยรวมดังสมการ (1)

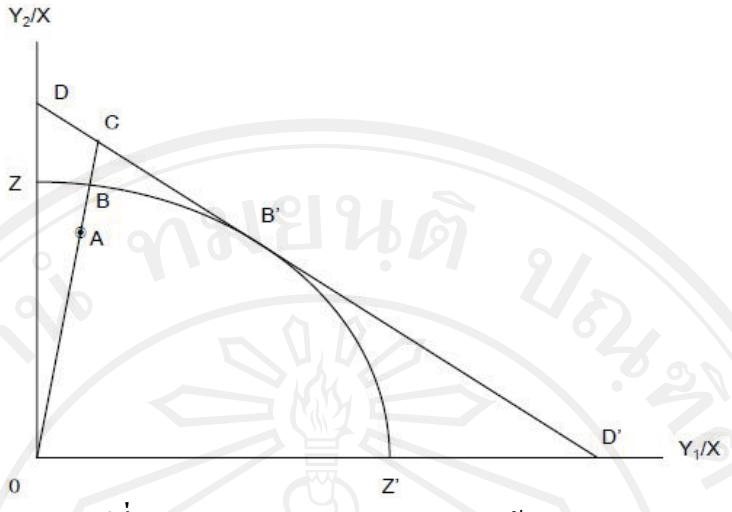
$$\mathbf{EE = TE \times AE}$$

$$\frac{0R}{0P} = \frac{0Q}{0P} \text{x} \frac{0R}{0Q} \qquad (1)$$

(ข) การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-oriented Productive Efficiency Measurement) เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่า หน่วยผลิต หนึ่ง ๆ จะมีประสิทธิภาพการผลิตได้ก็ต่อเมื่อหน่วยผลิตนั้นสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้มากที่สุดโดยที่ปริมาณปัจจัยการผลิตไม่เปลี่ยนแปลง

รูปที่ 2.2 แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต โดยกำหนดให้หน่วยผลิตมีสินค้าที่สามารถเลือกผลิตได้ 2 ชนิด ได้แก่ สินค้า Y_1 และ Y_2 โดยใช้ปัจจัยการผลิตเพียงหนึ่งชนิด ได้แก่ ปัจจัยการผลิต X แกนตั้งแสดงปริมาณการผลิตสินค้า Y_2 ด้วยการใช้ปัจจัยการผลิต X จำนวน1 หน่วย ในขณะที่แกนนอนแสดงปริมาณการผลิตสินค้า Y_1 ด้วยการใช้ปัจจัยการผลิต X จำนวน 1 หน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.2 การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต
(Output-oriented Productive Efficiency Measurement)
ที่มา: Coelli *et al.* (2001: 138)

เส้นโค้ง ZZ' คือเส้นเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Curve) ซึ่งทุกจุดบนเส้นโค้งดังกล่าวแสดงสัดส่วนปริมาณสินค้า Y_1 และ Y_2 ที่สามารถผลิตได้โดยใช้ปัจจัยการผลิต X เพียง 1 หน่วยภายใต้เทคโนโลยีที่ดีที่สุดในขณะหนึ่ง ๆ โดยพื้นที่ทางซ้ายรวมถึงทุกจุดบนเส้นโค้ง ZZ' แสดงสัดส่วนปริมาณสินค้า Y_1 และ Y_2 ที่สามารถผลิตได้โดยใช้ปัจจัยการผลิต X จำนวน 1 หน่วย ส่วนพื้นที่ทางขวาของเส้นโค้ง ZZ' แสดงสัดส่วนปริมาณสินค้า Y_1 และ Y_2 ที่ไม่สามารถผลิตได้โดยใช้ปัจจัยการผลิต X เพียง 1 หน่วย หากพิจารณาตามแนวคิดของ Farrell (1957) แล้วจะกล่าวได้ว่า การผลิตบนเส้น ZZ' นับเป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคด้วยกันทุกจุด เพราะสามารถผลิตสินค้า Y_1 และ Y_2 ได้ปริมาณมากกว่าจุดอื่น ๆ ที่มีการผลิตสินค้าในสัดส่วนเดียวกันโดยใช้ปัจจัยการผลิต X เพียง 1 หน่วย

สมมติให้หน่วยผลิตที่พิจารณาอยู่นั้นกำลังผลิต ณ จุด A ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตสินค้า Y_1 และ Y_2 ตามเส้น 0C โดยที่จุด A และจุด B นั้นมีสัดส่วนการผลิตสินค้า Y_1 และ Y_2 เท่ากันและทั้งสองจุดต่างก็มีปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต X จำนวน 1 หน่วยเช่นเดียวกัน แต่การผลิต ณ จุด A หน่วยผลิตกลับสามารถผลิตสินค้าทั้งสองชนิดได้เพียง $\frac{0A}{0B}$ เท่าของการผลิต ณ จุด B ซึ่ง Farrell (1957) สรุปว่าอัตราส่วนดังกล่าวคือประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิค ดังนั้นประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคของการผลิต ณ จุด A จะมีค่าเพียงร้อยละ $\left(\frac{0A}{0B}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด B เท่านั้น

หากต้องการนำระดับราคาของสินค้าทั้งสองเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาเลือกจุดการผลิตจะสามารถสร้างเส้นรายรับเท่ากัน (Isorevenue Line) ได้ดังเส้น DD' ซึ่งเส้นดังกล่าวแสดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราส่วนของราคาสินค้า Y_1 และ Y_2 โดยทุก ๆ จุดบนเส้น DD' นั้นจะสร้างรายรับที่เท่ากันแก่หน่วยผลิต แม้จะมีสัดส่วนการผลิตสินค้าที่แตกต่างกันก็ตาม จากรูปที่ 2.2 เส้น DD' สัมผัสเส้นเป็นไปได้ในการผลิต ZZ' ณ จุด B' หากพิจารณาระหว่างจุด C และ B' จะเห็นได้ว่าทั้งสองจุดนั้นต่างก็สร้างรายรับที่เท่ากันแก่หน่วยผลิต พิจารณาต่อมาระหว่างจุด B และ B' แม้จุดการผลิตทั้งสองจะใช้ปัจจัยการผลิต X จำนวน 1 หน่วยเท่ากันเพื่อผลิตสินค้าทั้งสองชนิด แต่ทั้งสองจุดกลับสร้างรายรับที่แตกต่างกันแก่หน่วยผลิต โดย จุด B ก่อให้เกิดรายรับเพียง $\frac{0B}{0C}$ เท่าของการผลิต ณ จุด B' ซึ่ง Farrell (1957) สรุปว่าอัตราส่วนดังกล่าวคือประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ดังนั้นประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรของการผลิต ณ จุด B จะมีค่าเพียงร้อยละ $\left(\frac{0B}{0C}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด B' เท่านั้น

จากอรรถาธิบายข้างต้นจะเห็นว่า ทุกจุดการผลิตบนเส้นเป็นไปได้ในการผลิต ZZ' นั้นนับเป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคด้วยกันทุกจุด แม้ทุกจุดจะมีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเช่นเดียวกัน แต่จะมีเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่มีทั้งประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ภายใต้ระดับราคาสินค้าสัมพัทธ์หนึ่ง ๆ ในกรณีนี้ได้แก่ จุด B' โดยหน่วยผลิตที่เลือกผลิต ณ จุด A นั้นเป็นหน่วยผลิตที่ไม่มีทั้งประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร ซึ่งหน่วยผลิต ณ จุด A มีประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคเพียงร้อยละ $\left(\frac{0A}{0B}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด B ส่วนหน่วยผลิต ณ จุด B จะมีประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรร้อยละ $\left(\frac{0B}{0C}\right)\times 100$ ของการผลิต ณ จุด B' เท่านั้น ดังนั้น หน่วยผลิต ณ จุด A จะมีประสิทธิภาพโดยรวม ดังสมการ (2)

$$\mathbf{EE = TE \times AE}$$

$$\frac{0A}{0C} = \frac{0A}{0B} \text{ x } \frac{0B}{0C} \qquad (2)$$

วิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีขอบเขตการผลิตที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันมีอยู่ 2 แนวทาง ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบด้วยวิธีอิงค่าพารามิเตอร์ (Parametric Methods for Measuring Comparative Performance) และการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบด้วยวิธีไม่อิงค่าพารามิเตอร์ (Non-parametric Methods for Measuring Comparative Performance)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบด้วยวิธีอิงค่าพารามิเตอร์ (Parametric Methods for Measuring Comparative Performance)

แบบจำลองแรกนั้นเป็นแบบจำลองที่ยอมให้มีค่าความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในแบบจำลองด้วย สมมติให้หน่วยผลิตที่กำลังพิจารณามีการใช้ปัจจัยการผลิตเพียง 1 ชนิด ได้แก่ ปัจจัยการผลิต X และสามารถนำไปผลิตเป็นสินค้าได้ Y_i ชนิด โดยที่ i = 1, 2, 3, …, s ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองการวัดประสิทธิภาพได้ ดังนี้

$$X = f(\beta, Y_1, Y_2, Y_3, ..., Y_s) + u \tag{3}$$

โดยที่ Y_i คือ ผลผลิตของหน่วยผลิต; i = 1, 2, 3, …, s

X คือ ปัจจัยการผลิตของหน่วยผลิต

β คือ พารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

u คือ ค่าที่แสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิต; $u \geq 0$

แบบจำลองข้างต้นมีชื่อเรียกว่า Deterministic Frontier Model โดยที่ค่า u นั้นแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของหน่วยผลิตเท่านั้น ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวโดยเพิ่มพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความคลาดเคลื่อนทางสถิติเข้าไปในแบบจำลองด้วย ซึ่งเป็นที่มาของแบบจำลอง Stochastic Frontier Model ดังนี้

$$X = f(\beta, Y_1, Y_2 Y_3, ..., Y_s) + v + u \tag{4}$$

ความแตกต่างที่สำคัญระหว่าง Deterministic Frontier Model กับ Stochastic Frontier Model ก็คือพารามิเตอร์ v ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวแสดงถึงความคลาดเคลื่อนทางสถิติ (Statistical Noise)

แม้วิธีการวัดโดยอิงค่าพารามิเตอร์นี้จะทำให้เราสามารถเข้าใจถึงกระบวนการผลิตของหน่วยผลิตที่กำลังพิจารณาได้ดีกว่าการใช้ดัชนีอย่างง่าย แต่วิธีการดังกล่าวก็ก่อปัญหาในการวิเคราะห์ด้วยเช่นเดียวกัน โดยปัญหาหลักของวิธีการนี้ก็คือ ผู้วิเคราะห์จำต้องกำหนดประเภทของแบบจำลองที่จะใช้ในการวิเคราะห์ (แบบจำลองเส้นตรง ไม่ใช่เส้นตรง ลอการิทึม หรืออื่น ๆ) ซึ่งหากกำหนดประเภทผิดพลาดแล้วอาจทำให้แบบจำลองไม่สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องนอกจากนี้ วิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังกล่าวยังไม่สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้ดีในกรณีที่มีผลผลิตและปัจจัยการผลิตหลายชนิด นั่นจึงเป็นสาเหตุของการพัฒนาวิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตในแนวทางต่อมาดังข้อ 2)

2) การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบด้วยวิธีไม่อิงค่าพารามิเตอร์ (Nonparametric Methods for Measuring Comparative Performance)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีนี้อาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าโปรแกรมเชิงเส้น(Linear Programming) เพื่อหาขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Piece-wise Linear Boundary) ซึ่งขอบเขตดังกล่าวคำนวณมาจากข้อมูลปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง วิธีการที่ได้รับความนิยมได้แก่ วิธี Data Envelopment Analysis คำว่า Data Envelopment Analysis หรือ DEA นั้น เริ่มเป็นที่รู้จักในวงวิชาการจากงานของ Charnes, Cooper, & Rhodes (1978) ซึ่งงานเขียนดังกล่าวได้นำแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีขอบเขตของ Farrell (1957) มาพัฒนา โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีข้อสมมติว่าฟังก์ชันการผลิตเป็นแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale; CRS) นั่นหมายถึงหน่วยผลิตทุกหน่วยที่พิจารณากำลังผลิต ณ ขนาดการผลิตที่เหมาะสม

แต่ในความเป็นจริง หน่วยผลิตต่าง ๆ มิได้มีขนาดการผลิตที่เหมาะสมเสมอไป ต่อมาจึงมีการคลายข้อสมมติดังกล่าว ใน Banker, Charnes, & Cooper (1984) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้หน่วยผลิตสามารถมีผลได้ต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale: VRS) ได้ นั่นคือ มีทั้งหน่วยผลิตที่มีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale: IRS) ผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale : CRS) และผลได้ต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale; DRS)

วิธีการ DEA นั้นเพิ่มขีดความสามารถให้แก่ผู้วิเคราะห์ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต และยังสามารถระบุได้ว่าปัจจัยการผลิตชนิดใดที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต และส่งผลด้วยขนาดเท่าใด อาทิ สามารถแยกแยะความมีประสิทธิภาพได้ว่าประกอบด้วยปัจจัยใดบ้าง สามารถประเมินได้ว่านโยบายต่าง ๆ ส่งผลต่อผลิตภาพการผลิตมากน้อยเพียงใด และสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพของอุตสาหกรรมอย่างเป็นเอกเทศจากหน่วยผลิตที่อยู่ภายในอุตสาหกรรมนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้วยแบบจำลอง Data Envelopment Analysis (DEA)

แบบจำลอง DEA ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดของ Farrell (1957) ซึ่งเสนอวิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวัดระยะห่างจากขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Piece-wise Linear Boundary) โดยแบบจำลอง DEA นี้อาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Mathematical Linear Programming) เพื่อหาค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตหนึ่ง ๆ วิธีการดังกล่าวมีข้อดีที่ไม่ต้องการข้อสมมติเกี่ยวกับประเภทของฟังก์ชันการผลิตและการกระจายตัวของค่าความผิดพลาด (Error Term) และสามารถนำไปวิเคราะห์ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ดีอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถหาสาเหตุแห่งความด้อยประสิทธิภาพอันจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขหน่วยผลิตให้มีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นได้

ในวงวิชาการมีการประยุกต์ใช้วิธี DEA เพื่อหาค่าประสิทธิภาพการผลิตในหลายภาคส่วน อาทิ ภาคการเงิน (วัดประสิทธิภาพการผลิตของธนาคาร กองทุน และบริษัทหลักทรัพย์) ภาคการสาธารณสุข (วัดประสิทธิภาพการผลิตของโรงพยาบาล) ภาคการศึกษา (วัดประสิทธิภาพการผลิตของโรงเรียน และมหาวิทยาลัย) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวในการประเมินประสิทธิภาพการกำกับควบคุมกิจการสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน (แก๊ส น้ำประปา และไฟฟ้า) อีกด้วย

วิธี DEA เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในการใช้วัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานที่มิได้แสวงหากำไรต่าง ๆ เนื่องจากวิธีการนี้สามารถวัดประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากปัจจัยการผลิตและผลผลิตได้หลายชนิดพร้อม ๆ กัน ทั้งที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variables) และตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative Variables) ซึ่งแบบจำลอง DEA นั้นมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented Productive Efficiency Measurement) และด้านผลผลิต (Output-oriented Productive Efficiency Measurement)

ในขั้นแรก Charnes, Cooper, & Rhodes (1978) ได้สร้างแบบจำลอง DEA ด้านปัจจัยการผลิตโดยมีข้อสมมติให้แบบจำลองดังกล่าวมีลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale; CRS) ซึ่งหมายความว่าสมมติให้หน่วยผลิตที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นมีขนาดการผลิตที่เหมาะสมแล้ว แต่เนื่องจากในความเป็นจริงหน่วยผลิตนั้นอาจมีผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตที่แตกต่างกันและอาจยังมีขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสมได้ ด้วยเหตุดังกล่าว Banker, Charnes, & Cooper (1984) จึงได้พัฒนาแบบจำลอง DEA โดยคลายข้อสมมติ CRS ลง และให้หน่วยผลิตที่กำลังพิจารณามีผลได้ต่อขนาดผันแปร (Variable Return to Scale; VRS)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนต่อไปจะอธิบายถึงโครงสร้างของแบบจำลอง DEA ทั้งแบบ CRS และ VRS ตามลำดับ

2.2.1 แบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (The Constant Returns to Scale DEA Model)

แบบจำลอง DEA นั้นมีการกำหนดรูปแบบสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการผลิต ดังนี้

$$E_i = \min_{\theta,\lambda} \theta_i \tag{5}$$

Subject to;

$$-Y_i + \bar{Y}\lambda \geq 0$$
$$\theta_i X_i - \bar{X}\lambda \geq 0$$
$$\lambda \geq 0$$

แบบจำลองข้างต้นนั้นเป็นแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input oriented Productive Efficiency Measurement) กำหนดให้ X_i เป็นเวคเตอร์ปัจจัยการผลิตขนาด k*1 โดยที่ k คือ จำนวนปัจจัยการผลิตของหน่วยผลิต i และ Y_i เป็นเวคเตอร์ผลผลิตขนาด m*1 โดยที่ m คือจำนวนผลผลิตของหน่วยผลิตที่ i

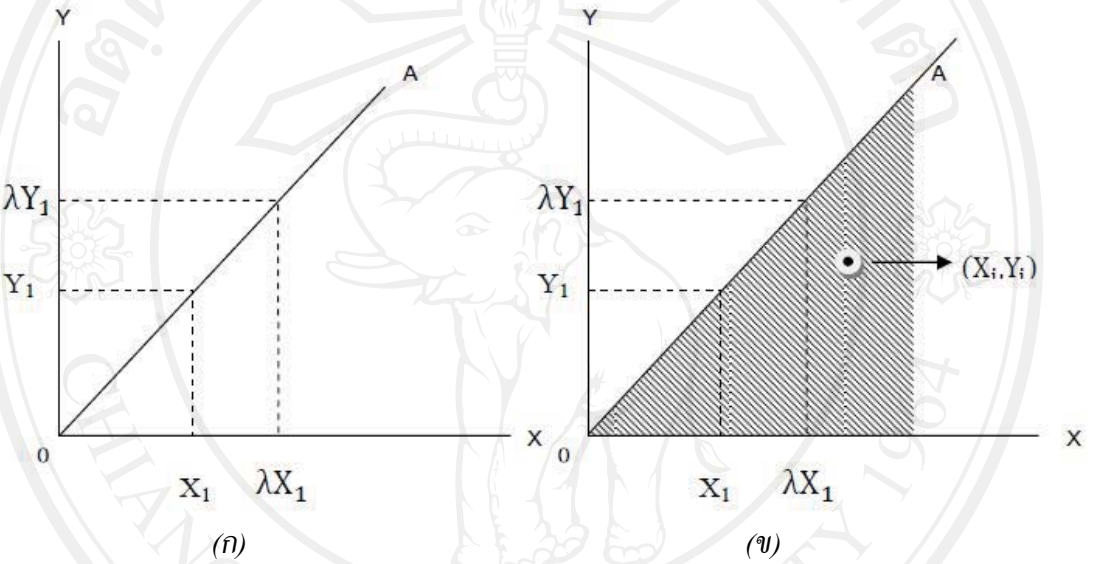
เมื่อพิจารณาทั้งอุตสาหกรรมซึ่งมีหน่วยผลิตจำนวน n หน่วย จะสามารถแสดงเมตริกซ์ของปัจจัยการผลิตขนาด k*n และเมตริกซ์ของผลผลิตขนาด m*n ได้ดังนี้

$$\bar{X}_{k\times n} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & \cdots & x_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{k1} & x_{k2} & \cdots & x_{kn} \end{pmatrix}$$

$$\bar{Y}_{m\times n} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ y_{31} & y_{32} & \cdots & y_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{mn} \end{pmatrix}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วน λ แสดงขนาดการผลิตเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่ทำการวัดประสิทธิภาพกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ (อยู่บนขอบเขตการผลิต) โดย เป็นเวคเตอร์ขนาด n*1 ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการหา เพื่อให้ค่า θ_i มีค่าต่ำที่สุด และสอดคล้องกับอสมการข้อจำกัดข้างต้น ซึ่งค่า θ_i แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตที่ i โดย θ_i จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หากหน่วยผลิต i มีค่า θ_i =1 แล้ว แสดงว่าหน่วยผลิตที่ i นั้นเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตและเป็นหน่วยผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว



รูปที่ 2.3 แนวคิดพื้นฐานของแบบจำลอง DEA

จากรูปที่ 2.3 (ก) สมมติให้ปริมาณปัจจัยการผลิตและผลผลิตของหน่วยผลิตที่ 1 คือ X_1 และ Y_1 ตามลำดับ ภายใต้ข้อสมมติของแบบจำลองว่าหน่วยผลิตมีผลได้ต่อขนาดคงที่ สามารถกล่าวได้ว่า หากมีการเพิ่มปัจจัยการผลิตเข้าไป λ เท่าของปริมาณปัจจัยการผลิตเดิม เป็น λX_1 จะทำให้หน่วยผลิตที่ 1 สามารถสร้างผลผลิตได้เป็น λ เท่าของปริมาณผลผลิตเดิมด้วย นั่นคือ หน่วยผลิตที่ 1 จะมีปริมาณผลผลิตใหม่เป็น λY_1 ฉะนั้น ขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะเป็นดังเส้น OA

เมื่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพคือการผลิตที่ใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตจำนวน X_1 ไปผลิตสินค้าได้จำนวน Y_1 พอดี ดังนั้น การผลิตที่ด้อยประสิทธิภาพย่อมหมายถึง การผลิตสินค้าจำนวน Y_1 โดยใช้ปัจจัยการผลิตที่มากกว่าจำนวน X_1 หรือการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน X_1 แต่ให้ผลผลิตน้อยกว่าจำนวน Y_1 ซึ่งจุดการผลิตต่าง ๆ ที่ด้อยประสิทธิภาพตามนิยามข้างต้น สามารถแสดงได้ด้วยพื้นที่แรงเงาใต้เส้น OA ในรูปที่ 2.3 (ข) และสามารถแสดงได้ดังสมการข้อจำกัด ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\lambda Y_1 \geq Y_i \tag{6}$$

$$\lambda X_1 \leq X_i \tag{7}$$

โดยที่ λX_1 และ λY_1 คือปริมาณปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่อยู่บนขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ Y_i และ X_i คือ ปริมาณปัจจัยการผลิตและผลผลิตใด ๆ ที่เป็นไปได้ภายใต้เทคโนโลยีการผลิตในรูปที่ 2.3

ตัวอย่างต่อไปนี้สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลอง DEA ได้ดียิ่งขึ้น โดยสมมติให้หน่วยผลิตที่จะทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตประกอบด้วยหน่วยผลิตจำนวน 6 หน่วย ซึ่งมีขนาดการผลิตต่าง ๆ กัน โดยแต่ละหน่วยผลิตมีปัจจัยการผลิตและผลผลิตอย่างละ 1 ชนิด ได้แก่ X และ Y ตามลำดับ จากสถานการณ์ดังกล่าวจะสามารถสร้างแบบจำลอง DEA สำหรับหน่วยผลิตหนึ่ง ๆ ได้ ดังนี้

$$E_i = \min_{\theta,\lambda} \theta_i \tag{8}$$

subject to

$$-Y_i + \sum_{j=1}^{6} Y_j \lambda_j \geq 0$$

$$\theta_i X_i - \sum_{j=1}^{6} X_j \lambda_j \geq 0$$

$$\lambda_j \geq 0$$

โดยที่ j = 0, 1, 2, …, 6

หากหน่วยผลิตที่ต้องการวัดประสิทธิภาพคือ หน่วยผลิตที่ 1 ดังนั้น แบบจำลอง DEA สามารถสร้างได้ ดังนี้

$$E_1 = \min_{\theta,\lambda} \theta_1 \tag{9}$$

subject to

$$-Y_1 + \left(Y_1\lambda_1 + Y_2\lambda_2 + Y_3\lambda_3 + Y_4\lambda_4 + Y_5\lambda_5 + Y_6\lambda_6\right) \geq 0$$

$$\theta_1 X_1 - \left(X_1\lambda_1 + X_2\lambda_2 + X_3\lambda_3 + X_4\lambda_4 + X_5\lambda_5 + X_6\lambda_6\right) \geq 0$$

$$\lambda_j \geq 0$$

โดยที่ j = 0, 1, 2, …, 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณปัจจัยการผลิตและผลผลิตของแต่ละหน่วยผลิตเป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตของแต่ละหน่วยผลิต

หน่วยผลิต / ตัวแปร	1	2	3	4	5	6
X	3	4	1	9	11	15
Y	0.2	0.5	0.8	0.6	0.4	0.3

จากข้อมูลการผลิตของหน่วยผลิตทั้ง 6 หน่วย สามารถกล่าวได้ว่าหน่วยผลิตที่ 3 นั้นเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด และอยู่บนขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ โดยค่าประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละหน่วยผลิต (θ_i) และค่าที่แสดงถึงขนาดการผลิตของหน่วยผลิตที่ i เทียบกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ (λ_i) สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 – 2

ตารางที่ 2.2 ผลการคำนวณจากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่

หน่วยผลิต	θ_i	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
1	0.083	0	0	0.25	0	0	0
2	0.156	0	0	0.625	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0
4	0.083	0	0	0.75	0	0	0
5	0.045	0	0	0.5	0	0	0
6	0.025	0	0	0.375	0	0	0

ที่มา : จากการคำนวณ

จากตารางที่ 2.2 เมื่อหน่วยผลิตที่ 3 เป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด ย่อมหมายถึง การใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน 1 หน่วย ทำให้หน่วยผลิตได้ผลผลิตจำนวน 0.8 หน่วย จึงเป็นการผลิตสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น หากพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่ 3 กับหน่วยผลิตที่ 1 แล้ว จะเห็นได้ว่าผลผลิตของหน่วยผลิตที่ 1 นับเป็น 0.25 เท่าของผลผลิตของหน่วยผลิตที่ 3 (หน่วยผลิตที่ 1 มีผลผลิตเพียง 0.2 ในขณะที่หน่วยผลิตที่ 3 มีผลผลิตสูงถึง 0.8) ซึ่งค่า 0.25 นี้ก็คือ ค่า λ_3 ของหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตที่ 1 นั่นเอง โดยค่านี้จะแสดงถึงขนาดการผลิตของหน่วยผลิตที่กำลังทำการวัดประสิทธิภาพเทียบกับขนาดการผลิตของหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้น หากหน่วยผลิตที่ 1 ต้องการเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพและอยู่บนขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว ก็จำเป็นต้องควบคุมการใช้ปัจจัยการผลิตให้เท่ากับ 0.25 เท่าของการใช้ปัจจัยการผลิตของหน่วยผลิตที่ 3 ด้วย ซึ่งทำให้การใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมของหน่วยผลิตที่ 1 คือ 0.25 หน่วย แต่ในขณะนี้หน่วยผลิตที่ 1 มีการใช้ปัจจัยการผลิตสูงถึง 3 หน่วย ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่ 1 (θ_1) จะเท่ากับ 0.083 (ซึ่งมาจาก $\frac{0.25}{3}$) หมายความว่าหากหน่วยผลิตที่ต้องการจะเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงร้อยละ 91.7 ของการใช้ปัจจัยการผลิตเดิม หรือต้องลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงให้เหลือเพียงร้อยละ 8.3 ของการใช้ปัจจัยการผลิตเดิมเท่านั้น สำหรับเหตุที่มีเพียง λ_3 เท่านั้นที่มีค่า เนื่องจากที่ได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าค่า λ_i เป็นค่าที่แสดงถึงขนาดการผลิตเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่กำลังพิจารณากับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งในกรณีนี้มีหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพเพียงหน่วยผลิตเดียวคือหน่วยผลิตที่ 3 ดังนั้นค่า λ_i จึงมีเพียงค่าเดียวคือค่า λ_3 เท่านั้น

กล่าวโดยสรุป แบบจำลอง DEA ข้างต้นถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตหนึ่ง ๆ (θ_i) โดยเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด และค่า λ_i แสดงขนาดการผลิตเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่ทำการวัดประสิทธิภาพกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งผลการคำนวณสามารถเป็นไปได้ 2 รูปแบบ ดังนี้ (ค่าประสิทธิภาพการผลิตมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1)

$E_i < 1$ หมายถึง หน่วยผลิตที่กำลังทำการวัดประสิทธิภาพนั้น มีความด้อยประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบเมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่น ๆ ในกลุ่มตัวอย่าง นั่นคือ หน่วยผลิตดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้โดยลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตลงโดยยังคงปริมาณผลผลิตไว้เท่าเดิม

$E_i = 1$ หมายถึง หน่วยผลิตที่กำลังทำการวัดประสิทธิภาพนั้น มีประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบเมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่นๆ ในกลุ่มตัวอย่างและอยู่บนขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 แบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปร (The Variable Returns to Scale DEA Model)

จากตัวอย่างการคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิตในแบบจำลอง DEA แบบ CRS ข้างต้น จะเห็นได้ว่าขนาดการผลิต (λ_i) นั้นมีผลต่อการคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิต แต่แบบจำลองดังกล่าวมิได้นำค่านี้มาพิจารณาในระเบียบวิธีคิด ซึ่งในความเป็นจริงนั้นหน่วยผลิตต่าง ๆ ไม่จำเป็นต้องมีการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) ดังข้อสมมติของแบบจำลองต่อมาจึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองให้นำขนาดการผลิตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในระเบียบวิธีคิดด้วย โดยมีข้อสมมติว่าหน่วยผลิตต่าง ๆ สามารถมีผลได้ต่อขนาดผันแปรได้ (Variable Return to Scale; VRS) พัฒนาการดังกล่าวนำโดย Banker, Charnes, & Cooper (1984)

แบบจำลอง DEA แบบ VRS เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ โดยเพิ่มอสมการข้อจำกัด $\sum_{j=1}^{n}\lambda_i = 1$ เข้าไปในแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่ ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวเรียกว่า Convexity Constraint โดยเพิ่มเข้าไปในแบบจำลองเมื่อคิดว่าขนาดการผลิตนั้นมีผลต่อค่าประสิทธิภาพการผลิต เพราะฉะนั้นแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปร สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E_i = \min_{\theta,\lambda}\theta_i \tag{10}$$

subject to

$$-Y_i + \bar{Y}\lambda \geq 0$$

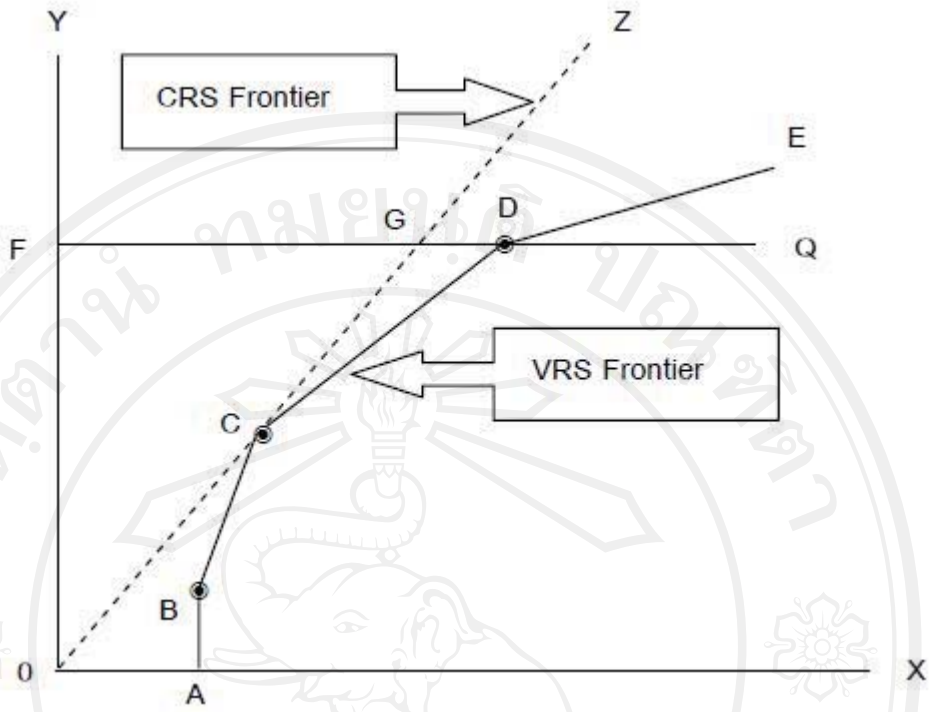
$$\theta_i X_i - \bar{X}\lambda \geq 0$$

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

$$\lambda \geq 0$$

ความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่กับแบบผลได้ต่อขนาดผันแปร นั้นคือความด้อยประสิทธิภาพจากขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสม (scale inefficiency) ของหน่วยผลิต โดยขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลอง DEA ทั้งสองรูปแบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.4 ขอบเขตการผลิตของแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่และผลได้ต่อขนาดผันแปร

ที่มา: Coelli *et al.* (2001: 152)

รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขอบเขตการผลิตของแบบจำลอง DEA แบบ ผลได้ต่อขนาดคงที่กับแบบผลได้ต่อขนาดผันแปร โดยเส้นตรง 0Z ที่ลากออกจากจุดกำเนิดนั้นแสดงขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพตามแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ ซึ่งมีข้อสมมติพื้นฐานว่าหน่วยผลิตต่าง ๆ มีการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) ในขณะที่เส้น ABCDE นั้นแสดงขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพตามแบบผลได้ต่อขนาดผันแปร หากพิจารณาหน่วยผลิตที่เลือกผลิต ณ จุด Q ค่าประสิทธิภาพการผลิตตามแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่จะเท่ากับ $\frac{FG}{FQ}$ และค่าประสิทธิภาพการผลิตตามแบบจำลองผลได้ต่อขนาดผันแปร จะเท่ากับ $\frac{FD}{FQ}$ ซึ่งส่วนต่างของค่าประสิทธิภาพทั้งสองก็คือค่าประสิทธิภาพจากขนาดการผลิตนั่นเอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{FG}{FD}$ โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพทั้งสามได้ ดังนี้

$$\mathbf{TE_{CRS} = TE_{VRS} \times SE} \tag{11}$$

$$\frac{FG}{FQ} = \frac{FD}{FQ} \times \frac{FG}{FD} \tag{12}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยรวม (Global Technical Efficiency) หรือ TE_{CRS} เป็นค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่ ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ประกอบไปด้วยค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (TE_{VRS}) และค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต (Scale Efficiency; SE) หากค่าดังกล่าวเท่ากับ 1 นั่นหมายถึงหน่วยผลิตนั้น ๆ มีประสิทธิภาพการผลิตและอยู่บนขอบเขตการผลิต 0Z แต่หากน้อยกว่า 1 หมายถึงหน่วยผลิตนั้น ๆ ยังมีความด้อยประสิทธิภาพโดยรวมอยู่และอยู่ต่ำกว่าขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency) หรือ TE_{VRS} เป็นค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปร หากค่านี้มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงหน่วยผลิตนั้น ๆ มีการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่หากค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 1 นั่นหมายถึงหน่วยผลิตนั้น ๆ มีความด้อยประสิทธิภาพทางเทคนิคอันเนื่องมาจากการใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม

ค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต (Scale Efficiency) หรือ SE เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่กับแบบจำลองผลได้ต่อขนาดผันแปร ค่านี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนแล้วจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนมากน้อยเพียงใด หากหน่วยผลิตหนึ่ง ๆ มีประสิทธิภาพต่อขนาดนั้นแสดงว่า เมื่อหน่วยผลิตนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนแล้ว ปริมาณผลผลิตที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนเดียวกันอาทิ หากหน่วยผลิตมีการเพิ่มปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ผลผลิตที่หน่วยผลิตนั้นผลิตได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ด้วยเช่นเดียวกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือหน่วยผลิตดังกล่าวมีผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale; CRS) แต่หากหน่วยผลิตสามารถสร้างผลผลิตได้มากกว่าร้อยละ 20 แสดงว่าหน่วยผลิตนั้นมีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale; IRS) และในกรณีสุดท้าย หากหน่วยผลิตสามารถสร้างผลผลิตได้น้อยกว่าร้อยละ 20 นั่นหมายถึง หน่วยผลิตดังกล่าวมีผลได้ต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale; DRS) ซึ่งค่า SE นี้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยหน่วยผลิตที่มีค่า SE ต่ำกว่า 1 ย่อมหมายความว่า หน่วยผลิตนั้น ๆ มีความด้อยประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต ซึ่งเกิดจากการเลือกขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสมนั่นเอง

หากการวิเคราะห์จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่และแบบผลได้ต่อขนาดผันแปร ให้ค่าประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน แม้เป็นข้อมูลชุดเดิมก็ตาม แสดงว่า หน่วยผลิตที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นมีความด้อยประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิตอยู่ด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 แบบจำลองโทบิต (Tobit Models)

ในการประยุกต์เศรษฐมิติบางงานวิจัย ตัวแปรตามมีลักษณะต่อเนื่อง แต่พิสัย (range) ของตัวแปรตามนั้นอาจจะถูกจำกัด สิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ก็คือ เมื่อตัวแปรตามมีค่าเป็นศูนย์ เป็นจำนวนพอสมควรของประชากรที่ศึกษา แต่เป็นบวก โดยที่มีค่าแตกต่างกันจำนวนมากสำหรับส่วนที่เหลือของประชากรดังกล่าว ตัวอย่างเช่น ค่าใช้จ่ายสำหรับสินค้าคงทน จำนวนชั่วโมงทำงาน และจำนวนของการลงทุนโดยตรงในต่างประเทศของบริษัทหนึ่ง แบบจำลองโทบิตจะเหมาะสมที่จะจำลองแบบตัวแปรชนิดนี้ แบบจำลองโทบิตดั้งเดิมนั้นเสนอโดย James Tobin (Tobin, 1958) ผู้ซึ่งทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในสินค้าคงทนของครัวเรือนและ Arthur Goldberger ในปี 1964 ได้เรียกแบบจำลองนี้ว่าแบบจำลองโทบิต (Tobit) ทั้งนี้เนื่องจากความคล้ายกันกับแบบจำลองโพรบิต (Probit Models) ตั้งแต่นั้นมา แบบจำลองดั้งเดิมดังกล่าวได้ถูกทำให้เป็นการทั่วไปในหลายรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่การสำรวจของ Amemiya (1984) นักเศรษฐศาสตร์ได้อ้างถึงการทำให้เป็นการทั่วไปเหล่านี้ว่าเป็นแบบจำลองโทบิต รายละเอียดของแบบจำลองโทบิตสามารถศึกษาได้ใน Maddala(1983), Amemiya(1984) และ Lee(1996)

2.3.1 แบบจำลองโทบิตมาตรฐาน (The Standard Tobit Model)

สมมุติว่าเราสนใจในการอธิบายค่าใช้จ่ายในส่วนของยาสูบของครัวเรือนในปีใดปีหนึ่ง ให้ y คือ ค่าใช้จ่ายยาสูบ และให้ z คือค่าใช้จ่ายอื่นๆ รายได้รวมซึ่งสามารถใช้จ่ายได้ (หรือรายจ่ายทั้งหมด) แทนด้วย x เราจะใช้แนวคิดในการทำให้ความพอใจมีค่าสูงสุด ในการอธิบายการตัดสินใจของครัวเรือน

$$\underset{y,z}{Max}\, U(y,z) \tag{13}$$

โดยที่

$$y + z \le x \tag{14}$$

$$y, z \ge 0 \tag{15}$$

คำตอบสำหรับปัญหานี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของฟังก์ชันความพอใจ U ดังที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะสมมุติว่าครัวเรือนบางครัวเรือนจะใช้เงินที่มีอยู่ทั้งหมดไปในการซื้อยาสูบ เพราะฉะนั้นคำตอบที่เกิดขึ้นตรงมุม (corner solution) z = 0 จึงตัดออกไปได้เลย อย่างไรก็ตามคำตอบสำหรับ y

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาจจะเป็นศูนย์หรือบวกก็ได้ และเราสามารถที่จะคาดหวังได้ว่าจะเกิดคำตอบตรงมุมเป็นสัดส่วนที่มากของจำนวนครัวเรือนได้

ให้คำตอบสำหรับสมการ (13)-(14) โดยปราศจากข้อจำกัดในสมการ (15) เป็น y* ภายใต้ข้อสมมุติที่เหมาะสมของ U ผลเฉลยนี้จะมีลักษณะเชิงเส้นใน x เพราะฉะนั้นเราจะได้

$$y^* = \beta_1 + \beta_2 x + \varepsilon \tag{16}$$

โดยที่ ε จะสอดคล้องกับความแตกต่างๆ ที่เราไม่ได้สังเกต ดังนั้นถ้าไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ y และผู้บริโภคสามารถใช้จ่ายจำนวนเท่าใดก็ได้ในการซื้อยาสูบ เราก็จะเลือกที่จะใช้จ่าย y* อย่างไรก็ตาม ผลเฉลยของปัญหาดั้งเดิม คือปัญหาที่มีข้อจำกัดด้วย สามารถกำหนดได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} y &= y^* \quad \text{ถ้า} \quad y_i^* > 0 \\ y &= 0 \quad \text{ถ้า} \quad y^* \le 0 \end{aligned} \tag{17}$$

ดังนั้น ถ้าครัวเรือนต้องการที่จะใช้จ่ายเป็นจำนวนติดลบ y* ครัวเรือนก็จะไม่ใช้จ่ายในยาสูบเลย โดยทฤษฎีแล้ว ทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น ทำให้เราได้แบบจำลองโทบิตมาตรฐาน (Standard Tobit Model) ซึ่งเราจะสร้างสูตร ดังนี้

$$\begin{aligned} y_i^* &= x_j'\beta + \varepsilon_i, i = 1, 2, ..., N \\ y_i &= y_i^* \quad \text{ถ้า} \quad y_i^* > 0 \\ y &= 0 \quad \text{ถ้า} \quad y_i^* \le 0 \end{aligned} \tag{18}$$

โดยที่ ε_i ถูกสมมุติว่ามีลักษณะ เป็น $NID(0,\sigma^2)$ และเป็นอิสระกับ x_i ความคล้ายกันของแบบจำลองนี้กับแบบจำลองโพรบิตมาตรฐาน (Standard Probit Model) มีความคล้ายกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกัน ก็คือ ในเรื่องการส่ง (mapping) จากตัวแปรแฝง (latent variable) ไปสู่ตัวแปรที่สังเกตได้ (โปรดสังเกตว่าเราสามารถที่จะระบุ (identify) การปรับมาตรา (scaling) ได้ในที่นี้ ดังนั้นเราไม่ต้องใส่ข้อจำกัดเกี่ยวกับการทำให้เป็นบรรทัดฐาน)

แบบจำลองในสมการ (18) เรียกว่าแบบจำลองการถดถอยที่ถูกเซ็นเซอร์ (Censored Regression Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองถดถอยมาตรฐาน โดยที่ทุกค่าของค่าลบจะถูกส่ง (mapped)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปสู่ค่าศูนย์ นั่นคือ ค่าสังเกตจะถูกเซ็นเซอร์ (จากข้างล่าง) ณ ค่าศูนย์ ดังนั้นแบบจำลองจะอธิบายสองสิ่ง สิ่งแรกก็คือความน่าจะเป็นที่ว่า $y_i = 0$ (กำหนดค่า x_i มาให้) ถูกกำหนดโดย

$$\begin{aligned} P\{y_i = 0\} = P\{y_i^* \le 0\} &= P\{\varepsilon_i \le x_i'\beta\} \\ &= P\left\{\frac{\varepsilon_i}{\sigma} \le -\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right\} \\ &= \Phi\left(-\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right) \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right) \end{aligned} \tag{19}$$

ประการที่สอง ก็คือ การแจกแจงของ y_i โดยกำหนดว่า y_i มีค่าเป็นบวก ในส่วนนี้ก็จะเป็นการแจกแจงปกติแบบตัดปลาย (truncated normal distribution) ด้วยค่าคาดหมาย

$$E\{y_i \mid y_i > 0\} = x_i'\beta + E\{\varepsilon_i \mid \varepsilon_i > -x_i'\beta\} = x_i'\beta + \sigma\frac{\phi(x_i'\beta/\sigma)}{\Phi(x_i'\beta/\sigma)} \tag{20}$$

แบบจำลองโทบิตได้อธิบายความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ที่ศูนย์ ดังนี้

$$P\{y = 0\} = 1 - \Phi(x_i'\beta/\sigma)$$

ซึ่งหมายความว่า β/σ สามารถที่จะอธิบายในลักษณะที่คล้ายกับ β ในแบบจำลองโพรบิต ในการกำหนดผลกระทบส่วนเพิ่ม (marginal effect) ของการเปลี่ยนแปลงใน x_{ik} ที่มีต่อความน่าจะเป็นของการสังเกตผลลัพธ์ที่มีค่าศูนย์

นั่นคือ

$$\frac{\partial P\{y = 0\}}{\partial x_{ik}} = -\phi(x_i'\beta/\sigma)\frac{\beta_k}{\sigma} \tag{21}$$

ยิ่งกว่านั้น ดังที่แสดงในสมการ (20) แบบจำลองโทบิตได้อธิบายค่าคาดหมายของ y_i กำหนดให้ว่าค่า y_i มีค่าเป็นบวก สิ่งนี้แสดงว่าผลกระทบส่วนเพิ่มของการเปลี่ยนแปลงใน x_{ik} ต่อค่าของ y_i (กำหนดการตรวจตรา (censoring) มาให้) จะแตกต่างไปจาก β_k ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนเพิ่มในพจน์ที่สองของสมการ (8) จากสมการ (8) เราจะได้ว่าค่าคาดหมายของ y_i ถูกกำหนดโดย

$$E\{y_i = x_i\beta\Phi(x_i'\beta/\sigma) + \sigma\phi(x_i'\beta/\sigma)\} \tag{22}$$

จากสมการนี้เราได้ว่า ผลกระทบส่วนเพิ่ม (marginal effect) ต่อค่าของ y_i ของการเปลี่ยนแปลงใน x_{ik} ถูกกำหนดโดย

$$\frac{\partial E\{y_i\}}{\partial x} = \beta_k \Phi\left(x_i'\beta/\sigma\right) \tag{23}$$

ซึ่งบอกว่าผลกระทบส่วนเพิ่มของการเปลี่ยนแปลงใน x_{ik} ต่อ ผลลัพธ์ที่คาดหมาย y_i ถูกกำหนดโดย สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองคูณด้วยความน่าจะเป็นของการมีผลลัพธ์เป็นบวก

สำหรับผลกระทบส่วนเพิ่ม (marginal effect) ที่มีต่อตัวแปรแฝง สามารถหาได้ ดังนี้

$$\frac{\partial E\{y^*\}}{\partial x_{ik}} = \beta_k \tag{24}$$

2.3.2 การประมาณค่า (Estimation)

การประมาณค่าแบบจำลองโทบิต โดยปกติแล้วจะกระทำผ่านวิธีการความควรจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood)

ลอการิทึมของฟังก์ชันความควรจะเป็น ในกรณีนี้สามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\log L_1\left(\beta,\sigma^2\right) &= \sum_{i\in I_0}\log P\{y_i=0\} + \sum_{i\in I_1}\left[\log f\left(y_i \mid y_i>0\right) + \log P\{y_i>0\}\right] \\ &= \sum_{i\in I_0}\log P\{y_i=0\} + \sum_{i\in I_1}\log f\left(y_i\right)\end{aligned} \tag{25}$$

โดยที่ $f(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่น (density function) เซตของดัชนี (index sets) I_o และ I_1 ถูกนิยามว่าเป็นเซตของดัชนีที่สอดคล้องกับค่าสังเกตที่เป็นศูนย์และเป็นบวกตามลำดับ นั่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คือ $I_0 = \{i = 1,...,N : y_i = 0\}$ ด้วยการใช้นิพจน์ (expression) ที่เหมาะสมสำหรับการแจกแจงปกติ (normal distribution) เราจะได้

$$\begin{aligned}\log L_1\left(\beta,\sigma^2\right) &= \sum_{i\in I_0}\log\left[1-\Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right)\right] \\ &\quad + \sum_{i\in I_1}\log\left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left\{-\frac{1}{2}\frac{\left(y_i - x_i'\beta\right)^2}{\sigma}\right\}\right] \\ &= \sum_{i\in I_0}\log\left[1-\Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right)\right] \\ &\quad + \sum_{i\in I_1}\log\left(\frac{1}{\left(2\pi\sigma^2\right)^{1/2}}\right) - \sum_{i\in I_1}\frac{1}{2\sigma^2}\left(y_i - x_i'\beta\right)^2\end{aligned} \tag{26}$$

ทำสมการ (26) ให้มีค่าสูงสุด โดยการคำนึงถึง β และ σ^2 จะให้ค่าประมาณความควรจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood estimates) สมมุติว่าแบบจำลองดังกล่าวได้ระบุมา และมีประสิทธิภาพเชิงเส้นกำกับ (asymptotically efficient) สำหรับ β และ σ^2 ภายใต้เงื่อนไขความปรกติอย่างอ่อน (mild regularity conditions) โปรดสังเกตว่า y_i^* สามารถจะถูกอธิบายได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องการ ด้วยค่าใช้จ่ายจริงมีค่าเท่ากับศูนย์ ถ้าปริมาณที่ต้องการมีค่าเป็นลบ

ในบางการประยุกต์ ค่าสังเกตนั้นขาดหายไปโดยสิ้นเชิง ถ้า $y_i \le 0$ ยกตัวอย่าง เช่น ตัวอย่าง (sample) ของเรา อาจจะถูกจำกัดอยู่กับครัวเรือนที่มีค่าใช้จ่ายในยาสูบเป็นบวกเท่านั้น ในกรณีนี้ เราจะยังคงสามารถใช้ โครงสร้างพื้นฐานอันเดิม แต่ว่าจะมีกฎเกี่ยวกับค่าสังเกตที่แตกต่างไปเล็กน้อย สิ่งนี้ได้นำไปสู่แบบจำลองการถดถอยแบบตัดปลาย (truncated regression model) นั่นคือ โครงสร้างจะกลายมาเป็น ดังนี้

$$\begin{aligned} y^* &= x_i'\beta + \varepsilon_i, i = 1,2,...,N \\ y_i &= y_i^* \quad \text{ถ้า} \quad y_i^* > 0 \end{aligned} \tag{27}$$

โดยที่ ε_i ถูกสมมุติว่าเป็น $NID\left(0,\sigma^2\right)$ และเป็นอิสระกับ x_i ในกรณีนี้เราจะไม่มีตัวอย่างสุ่ม (random sample) และเราจะต้องนำเข้ามาพิจารณาด้วยเมื่อจะลงความเห็น (เช่น การประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า β, σ^2) เพราะฉะนั้น ฟังก์ชันความควรจะเป็นสำหรับแบบจำลองถดถอยตัดปลายสามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\log L_2\left(\beta,\sigma^2\right) &= \sum_{i\in I_1}\log f\left(y_i \mid y_i > 0\right) \\ &= \sum_{i\in I}\left[\log f\left(y_i\right) - \log P\left\{y_i > 0\right\}\right] \end{aligned} \tag{28}$$

และสำหรับการแจกแจงปกติ เราจะได้

$$\log L_2\left(\beta,\sigma^2\right) = \sum_{i\in I_1}\left\{\log\left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left\{-\frac{1}{2}\frac{\left(y_i - x_i'\beta\right)^2}{\sigma^2}\right\}\right]\right\} - \log\Phi\left(\frac{x_i'\beta}{\sigma}\right) \tag{29}$$

การทำให้ค่า $\log L_2$ มีค่าสูงสุด โดยการคำนึงถึง β และ σ^2 จะให้ตัวประมาณค่าที่คล้องจอง (consistent estimators) ถ้าค่าสังเกตที่มี $y_i = 0$ เป็นค่าที่ขาดหายไป สมการ (15) และ (16) ก็เป็นสิ่งที่ดีที่สุดที่เราจะทำได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าเราจะมีค่าสังเกตด้วยค่า $y_i = 0$ เราก็ยังคงสามารถใช้วิธีการทำให้ $\log L_2$ มีค่าสูงสุดแทน $\log L_1$ ได้ นั่นคือ เราสามารถที่จะประมาณค่าแบบจำลองถดถอยตัดปลาย (truncated regression model) ซึ่งแบบจำลองโทบิตสามารถทำได้ และเป็นที่ทราบดีว่า วิธีการโทบิตจะใช้ข้อมูลมากกว่า ดังนั้นจึงนำไปสู่ตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่า โดยข้อเท็จจริงแล้ว เราสามารถแสดงได้ว่าข้อมูลที่บรรจุในแบบจำลองโทบิต จะเป็นการรวมเอาข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองถดถอยตัดปลายกับข้อมูลของแบบจำลองโพรบิตที่อธิบายการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับศูนย์หรือไม่ใช่ศูนย์เข้าด้วยกัน ข้อเท็จจริงนี้มาจากผลลัพธ์ที่ว่าฟังก์ชันความควรจะเป็นโทบิต คือ ผลบวกของการถดถอยแบบตัดปลาย และฟังก์ชันความควรจะเป็นโพรบิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 วัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้า

1) งานวิจัยภาษาไทย

วิทูร เจริญธรรม (2546) ได้ทำการศึกษาเรื่องการวัดประสิทธิภาพเทคนิคการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะขอบเขตการผลิตไฟฟ้าจากแบบจำลอง Stochastic Frontier โดยใช้แบบจำลอง Fixed Effect Model ข้อมูลแบบ Panel Data และกำหนดการแจกแจงของข้อมูลเป็นลักษณะ truncated normal distribution ผลการศึกษาพบว่า ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตโดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 90.13 เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละโรงผลิตไฟฟ้า พบว่า แต่ละโรงไฟฟ้ามีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตไม่แตกต่างกัน ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตกับสัดส่วนการผลิตจริงและกำลังการผลิตสูงสุด พบว่า ความแปรปรวนของประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตจะมีค่าค่อนข้างสูงในกรณีที่สัดส่วนการผลิตจริงต่ำกว่าร้อยละ 50 ของกำลังการผลิตสูงสุด ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นช่วงการผลิตที่มีระดับการผลิตค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเป็นผล มาจากการลดระดับการผลิตตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ หรือการซ่อมบำรุงเครื่องจักร ทำให้มีรูปแบบการผลิตที่หลากหลาย สำหรับในกรณีที่ระดับการผลิตสูงกว่าร้อยละ 50 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพเทคนิคการผลิตจะมีความเหมาะสมมากกว่าเพราะเป็นระดับการผลิตที่มีรูปแบบการผลิตที่แน่นอน ซึ่งพบว่า ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตโดยเฉลี่ยของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเท่ากับร้อยละ 91.94 นอกจากนี้ในการศึกษาทางด้านความสำคัญของปัจจัยการผลิตและทางด้านการทดแทนกันของการใช้ปัจจัยการผลิต พบว่า ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตที่มีอิทธิพลสำคัญที่สุดในการผลิต ส่วนปัจจัยที่สำคัญรองลงมา คือ ปัจจัยแรงงาน หรือชั่วโมงการเดินเครื่องจักร ปัจจัยเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานไฟฟ้า และปัจจัยทางด้านต้นทุนหรือมูลค่าความพร้อมในการผลิต ตามลำดับ สำหรับการทดแทนกันของปัจจัยการผลิต พบว่า มีความสามารถในการทดแทนกันทางการผลิตได้น้อยมาก หรือแทบจะไม่สามารถทดแทนกันได้เลย

2) งานวิจัยภาษาอังกฤษ

Barros Carlos Pestana (2006) ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังน้ำกรณีศึกษาในประเทศโปรตุเกส การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแทนที่ดีที่สุดซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลาดพลังงาน และทำการประมาณค่าความเปลี่ยนแปลงความสามารถในการผลิตรวม (total productivity) แบ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิค (technically efficient change) และการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิต (technological change) โดยใช้วิธี Data

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Envelopment Analysis (DEA) นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์สมการถดถอยของค่าประสิทธิภาพโดยใช้ Tobit model ร่วมด้วย โดยใช้ข้อมูลของโรงไฟฟ้าตามการเปลี่ยนแปลงความสามารถการผลิตรวมในระหว่างปี 2001 – 2004 ซึ่งเป็นข้อมูล panel data ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำจำนวน 25 แห่ง ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเปลี่ยนแปลงในความสามารถการผลิตรวมจะมากกว่า 1 ในเกือบทุกโรงไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าพลังน้ำส่วนใหญ่มีค่าความสามารถการผลิตรวมเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา และเมื่อพิจารณาค่าความเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิค (technically efficient change) และการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิต (technological change) ร่วมกันแล้ว จะพบว่ามีโรงไฟฟ้าพลังน้ำจำนวน 16 แห่ง ที่มีค่าทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ดีและถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของโรงไฟฟ้าทั้งหมด การคำนวณค่าความสามารถการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างช่วงเวลา (Inter-temporal productivity growth) จะพบว่าค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วย Tobit model แล้ว พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ได้แก่ ช่วงเวลา และ การอยู่ในพื้นที่ใกล้กับแม่น้ำ

Barros and Carlos Pestana Nicolas Peypoh (2008) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในประเทศโปรตุเกส โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สองขั้นตอน ได้แก่ การประมาณค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าใช้วิธีการ DEA เพื่อศึกษาว่าโรงไฟฟ้าโรงใดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้ข้อมูลแบบ panel ตั้งแต่ปี 1996 – 2004 ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจำนวน 7 แห่ง และในขั้นที่สองทำการวิเคราะห์สมการถดถอยโดยใช้แบบจำลอง Tobit เพื่อศึกษาความเกี่ยวข้องระหว่างค่าประสิทธิภาพและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระบุถึงแหล่งที่มาของความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคซึ่ง DEA ไม่สามารถระบุได้ จากผลการศึกษาพบว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมส่วนใหญ่มีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคอยู่ในช่วง 0.853-0.990 ซึ่งถือว่าไม่มีประสิทธิภาพ โดยมีโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพียงแห่งเดียวที่มีค่าประสิทธิภาพ 1.00 คือที่ Sines และเมื่อวิเคราะห์สมการถดถอย พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคเพิ่มขึ้นได้แก่ ช่วงเวลา แต่เป็นการเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง และ ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า ปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากนี้ซึ่งได้แก่ อายุของโรงไฟฟ้า แหล่งเชื้อเพลิง ซึ่งได้แก่ แก๊ส และ น้ำมันเชื้อเพลิง ค่ามลพิษทางอากาศและทางน้ำ ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคลดลงทั้งสิ้น

Lam Pun-Lee and Alice Shiu (2001) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนในประเทศจีนโดยใช้ Data Envelopment Analysis (DEA) ในการวิเคราะห์ มีจุดประสงค์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนในประเทศจีน โดยใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวาง(cross-sectional data) ระหว่างปี 1995 และ 1996 ของโรงไฟฟ้าจำนวน 30 แห่ง แบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วนคือ ในส่วนแรกทำการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนโดยใช้วิธี DEA และในส่วนที่สองทำการวิเคราะห์สมการถดถอยโดยใช้แบบจำลอง Tobit เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิค จากผลการศึกษาพบว่าเมืองและจังหวัดที่อยู่ในภาคตะวันออกของประเทศจีนซึ่งเป็นแหล่งที่มีถ่านหินอุดมสมบูรณ์และจังหวัดที่มีอิสระไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุมของ State Power Corporation (SPC) จะมีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคในระดับที่ค่อนข้างสูง และผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพบว่า ค่าประสิทธิภาพพลังงานและค่าcapacity มีนัยสำคัญซึ่งส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

Liu C.H. *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาการประเมินค่าการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าในไต้หวันโดยใช้วิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA) มีตัวแบบชี้วัดประสิทธิภาพ 3 แบบ ได้แก่ ผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale) ผลได้ต่อขนาดผันแปร (Variable Return to Scale) และ Scale Efficiency ทำการศึกษาประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าหลักๆในไต้หวัน ระหว่างปี 2004 – 2006 โดยใช้ข้อมูลจากโรงไฟฟ้าในไต้หวันทั้งหมด 12 แห่ง ซึ่งประกอบไปด้วยโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้าดีเซล และ โรงไฟฟ้ากังหัน ไอน้ำ จากผลการศึกษาพบว่า ทุกโรงไฟฟ้าที่ทำการศึกษามีค่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ ในช่วงที่ยอมรับได้คือมีค่าประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 0.737 - 1 และโรงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการวัดประสิทธิภาพทั้งสามรูปแบบ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม Hsinta โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำและ โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส Taichung ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1 ถือว่ามีการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม สำหรับสาเหตุที่โรงไฟฟ้าทั้งสามโรงมีค่าประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูงอาจเนื่องมาจากโรงไฟฟ้าทั้งสามโรงเป็นโรงไฟฟ้าที่เพิ่งสร้างเสร็จใหม่ซึ่งทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพ ในอันดับรองลงมาได้แก่ โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ Shenao โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม Linkou และโรงไฟฟ้าดีเซล Jianshan ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ VRS เท่ากับ 1 แต่ค่า Scale Efficiency น้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าเหล่านี้มีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ด้อยประสิทธิภาพจากขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสม และกลุ่มสุดท้ายได้แก่ โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ Hsiehho , Talin และ Tunghsiao ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ VRS น้อยกว่า 1 แต่มีค่า Scale Efficiency เท่ากับหรือใกล้เคียงกับ 1 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าเหล่านี้ไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค แม้ว่าจะมีขนาดการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้วก็ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2 การวัดประสิทธิภาพในหน่วยงานอื่นๆ

1) งานวิจัยภาษาไทย

ประภัสสร สุขจีระเดช (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประมาณฟังก์ชันการผลิตกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิดและประสิทธิภาพทางเทคนิคของการปลูกผักปลอดสารพิษในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 3 ประการคือ ประการแรก เพื่อประมาณฟังก์ชันการผลิตกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิด ประการที่สอง เพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษ โดยอาศัยการประมาณฟังก์ชันการผลิตกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิดและประการที่สาม ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความไม่มีประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษ วิธีที่ใช้ศึกษาเป็นการวิเคราะห์แบบพารามิเตอร์ โดยอาศัยรังสีพรมแดนการผลิตแบบเชิงสุ่มเพื่อประมาณฟังก์ชั่นการผลิตผลผลิตหลายชนิด ผลการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษ โดยอาศัยการประมาณฟังก์ชันพรมแดนการผลิตกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิด สอดคล้องกับผลการประมาณโดย วิธีการประมาณฟังก์ชั่นการผลิตที่มีผลผลิตชนิดเดียว การเปลี่ยนแปลงผลผลิตคะน้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อทดแทนปริมาณผลผลิตผักปลอดสารพิษชนิดอื่นเมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตปริมาณเท่าเดิมนั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตโดยรวมถือเป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรนั้นต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษมีโอกาสที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยอาศัยการยกระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคให้สูงขึ้น

ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และ คณะ (2546) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการหารายได้ของเทศบาลโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ของเทศบาลชั้น 1-3 จำนวน 81 แห่งทุกภูมิภาค ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการจัดเก็บรายได้ ทั้งภาษีท้องถิ่น และรายได้ที่ไม่ใช่ภาษี อีกทั้ง เพื่อวัดประสิทธิภาพการบริหารจัดเก็บรายได้ ตลอดจนเสนอข้อสังเกตเกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ว่าด้วยการจัดการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และการพัฒนาด้านวิชาการควบคู่กันไป ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ด้านปัจจัยการผลิต ได้แก่ พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร) บ้าน (หลัง) ประชากร (คน) ชั้นเทศบาล พนักงาน (คน) และความหนาแน่น (คนต่อตารางกิโลเมตร) ด้านผลผลิต ได้แก่ รายได้ภาษีท้องถิ่น (บาท) และรายได้ที่ไม่ใช่ภาษี (บาท) ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านรายได้ภาษีท้องถิ่น และด้านรายได้ที่มิใช่ภาษี พบว่า ด้านภาษีท้องถิ่น หน่วยงานที่มีประสิทธิภาพสูงมีจำนวน 9 แห่งหน่วยงานที่ด้อยประสิทธิภาพมีจำนวน 69 แห่ง ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ 5.184 ด้านรายได้ที่มิใช่ภาษี ได้แก่ หน่วยงานที่มีประสิทธิภาพสูงมีจำนวน 10 แห่ง หน่วยงานที่ด้อยประสิทธิภาพมีจำนวน 48 แห่ง ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ 3.487

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดราภรณ์ เดชพลมาตย์ (2548) ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเทศบาล 527 แห่ง โดยเทคนิค Data Envelopment Analysis (DEA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคในการดำเนินงานของเทศบาลในประเทศไทย โดยมุ่งศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเทคนิคของเทศบาลประเภทเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า เทศบาลนคร 11 แห่ง มีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.818 ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 0.928 และค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 0.889 สำหรับเทศบาลเมือง มีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.612 ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 0.757 และค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 0.798 จะเห็นว่าเทศบาลนครซึ่งถือเป็นเทศบาลขนาดใหญ่มีค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าเทศบาลเมืองซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าเทศบาลนคร นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ความด้อยประสิทธิภาพของปัจจัยนำเข้า พบว่าเทศบาลมีการใช้รายจ่ายงบกลางอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ขณะที่เทศบาลเมืองมีการใช้ปัจจัยนำเข้าคือรายจ่าย ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการศึกษาพบว่า จากความสัมพันธ์ของรายจ่ายกับประสิทธิภาพ การปรับส่วนผสมของปัจจัยนำเข้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมทำให้เทศบาลมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและเข้าใกล้เส้นพรมแดนการผลิตมากขึ้นเท่านั้น แต่จำนวนเทศบาลที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตหรือมีการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ 100% มิได้เพิ่มจำนวนขึ้น

ยุทธพงษ์ พงศกรนภดล (2548) ได้ทำการศึกษาการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงเรียนประถมและมัธยม โดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) มีวัตถุประสงค์ เพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา และวิเคราะห์ปัจจัยที่กำหนดความมีประสิทธิภาพของโรงเรียนทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) เพื่อวัดระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงเรียนตามแนวคิดของการประมาณขอบเขตการผลิต (frontier production function) และใช้แบบจำลอง Tobit ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับปัจจัยอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่า โรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่ยังมีการดำเนินงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ โดยโรงเรียนที่มีขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะเป็นโรงเรียนที่มีประสิทธิภาพมากกว่า โรงเรียนเอกชนซึ่งมีสภาพการแข่งขันที่สูงกว่า มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าโรงเรียนรัฐบาล สภาพแวดล้อมที่ดีของเขตที่ตั้งโรงเรียนมีแนวโน้มที่เป็นบวกต่อประสิทธิภาพของโรงเรียน และจากผลการศึกษายังสะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมต่างๆ นอกจากการใช้ทรัพยากรของตัวโรงเรียนเอง มีผลต่อประสิทธิภาพของโรงเรียน โดยสภาพการแข่งขันระหว่างโรงเรียนที่สูง ทำให้โรงเรียนมีความพยายามที่จะใช้ปัจจัยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นผลให้โรงเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ สภาพของชุมชนในเขตที่ตั้งของโรงเรียนก็มีผลต่อค่าประสิทธิภาพเช่นกัน โดยชุมชนที่มีความเป็นอยู่ที่ดีมีแนวโน้มที่จะทำให้เด็กมีความพร้อมในการเรียนได้อย่างเต็มที่ ทำให้โรงเรียนในเขตที่มีสภาพชุมชนที่ดีมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพสูง

4.2.2 งานวิจัยภาษาอังกฤษ

Chalos และ Cherian (1995) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค DEA ในการวัดผลการดำเนินงานและความรับผิดชอบของภาครัฐ โดยประยุกต์ใช้กับบริการด้านการศึกษา มีผลผลิตหรือหน่วยผลงานคือ คะแนนการสอบของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ซึ่งใช้เทคนิค DEA ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพประกอบการวิเคราะห์กับตัวแปรแสดงประสิทธิผลซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการด้านการศึกษา ผลการศึกษาพบว่าโรงเรียนที่มีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลคือการมีรายจ่ายดำเนินงานต่อนักเรียน สัดส่วนของครูที่จบปริญญาโท และอัตราการเข้าเรียนสูง และที่น่าสังเกตคือ เป็นโรงเรียนที่มีสัดส่วนชนกลุ่มน้อยและคนยากจนต่ำ ซึ่งเป็นตัวแปรที่สะท้อนความสำคัญของสภาพสังคม สำหรับความสัมพันธ์กับแหล่งที่มาของเงินทุนพบว่า รายได้จากทรัพย์สินของท้องถิ่นและฐานภาษีมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่เสมอภาคทางการคลัง

Haas Dieter *et al.* (2001) ศึกษาประสิทธิภาพของทีมฟุตบอลอาชีพในประเทศเยอรมนีโดยใช้วิธีการ Data Envelope Analysis (DEA) เพื่อวัดประสิทธิภาพของสโมสรฟุตบอลทั้ง 18 ทีมในการแข่งขันฟุตบอลบุนเดสลีก้าเยอรมนี ในการศึกษาข้อมูลที่ใช้ประกอบได้ด้วยข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยปัจจัยการผลิตได้แก่ ค่าจ้าง ตัวผู้เล่น และผู้ฝึกสอน ส่วนผลผลิตวัดได้จาก จำนวนแต้ม ประโยชน์โดยเฉลี่ยที่ได้รับจากสนาม และรายรับ ผลจากการศึกษาทีมที่มีค่าประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ได้แก่ทีม Bayern München ทีมWerder Bremen ทีม SC Freiburg ทีม FC Schalke ทีม Eintracht Frankfurt ทีม SSV Ulm และทีมArminia Bielefeld จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้รับไม่สัมพันธ์กับอันดับในตารางคะแนนจากการแข่งขันจริง ทีมขนาดกลางและขนาดเล็ก อย่างเช่นทีม Ulm ให้ผลทางประสิทธิภาพที่ดีกว่าทีมที่รู้จักกันดีอย่างทีม Borussia Dortmund

Kang, Joon Ho *et al.* (2007) ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพการจัดการของทีมเบสบอลอาชีพในประเทศเกาหลี โดยใช้วิธีการ Data Envelope Analysis (DEA) เพื่อทำการวัดประสิทธิภาพของทีมเบสบอลอาชีพในประเทศเกาหลีจำนวน 8 ทีมในฤดูกาล 2004 โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ข้อมูลทางด้านการเงิน เช่น เงินเดือนของผู้เล่น เปอร์เซ็นต์จำนวนชัยชนะที่ได้รับ จำนวนคนดู เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า จากทีมเบสบอลทั้ง 8 ทีมที่ทำการศึกษา ทีม LG Twins และ ทีม Doosan Bears เป็นทีมที่มีประสิทธิภาพในการจัดการสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อีก 6 ทีมที่เหลือมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสองทีมแรกข้างต้น โดยมีทีม Lotte Giants ที่มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับสองทีมแรกข้างต้นโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 97.41 เมื่อดูในส่วนของทีมที่มีค่าประสิทธิภาพต่ำ ทีม SK Wyverns มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 77.08 และจบฤดูกาลแข่งขันด้วยอันดับที่ 3 แต่ว่ามีการใช้จ่ายทางด้านเงินเดือนของผู้เล่นมากกว่าทีมที่มีค่าประสิทธิภาพสูงสุดสี่อันดับแรก ส่วนทีม Samsung Lions เป็นทีมที่ได้แชมป์ลีก ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ชัยชนะที่สูง และมีการใช้เงินในการซื้อผู้เล่นที่มีทักษะที่สูงรวมไปถึงโค้ชที่มีความสามารถ จึงให้ทีมประสบความสำเร็จ แต่อย่างไรก็ตามกลับไม่มีประสิทธิภาพทางการจัดการ โดยมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 52.75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved