บทที่ 2
ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดการวัดประสิทธิภาพ (Efficiency measurement concepts)

ประสิทธิภาพ ในความหมายทางเศรษฐศาสตร์ คือ การใช้ทรัพยากรเพื่อก่อให้เกิดผลสูงสุดหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการผลิตให้เกิดผลผลิตมากที่สุดภายใต้ปัจจัยการการผลิตที่กำหนด หรือ การผลิตให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมายโดยที่ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งถ้าหากกล่าวตามแนวคิดของ Farrell (1957) ผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิต (production frontier) คือ ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตและผู้ผลิตที่อยู่นอกเส้นขอบเขตการผลิตคือผู้ผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพการผลิต

การวัดประสิทธิภาพของหน่วยธุรกิจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) และการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (allocative efficiency)

ประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) คือ ประสิทธิภาพในการผลิตที่ทำให้ได้รับผลผลิตสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง หรือการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำสุดในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่ง

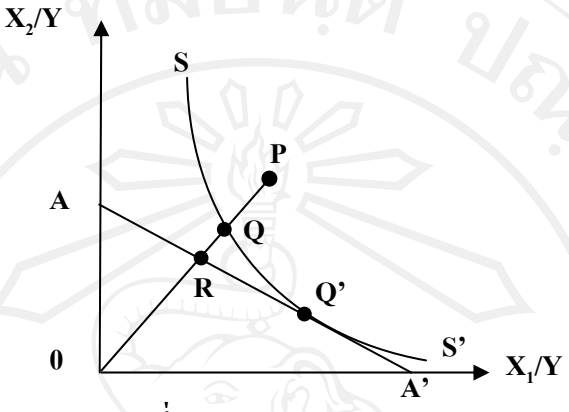
ประสิทธิภาพโดยรวม (allocative efficiency) คือ ประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากรหรือการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตได้เหมาะสมที่สุดในการผลิตในระบบเศรษฐกิจให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมมากที่สุด นั่นคือ การจัดสรรปัจจัยการผลิตและผลผลิตเพื่อให้หน่วยธุรกิจได้รับประโยชน์สูงสุดและเสียต้นทุนต่ำสุดนั่นเอง

ซึ่งในการศึกษาเรื่องประสิทธิภาพการผลิตนั้นสามารถแยกศึกษาได้ทั้ง 2 แนวทาง ในการพิจารณาหาจุดที่ทำการผลิตแล้วได้ต้นทุนต่ำที่สุดนั้นจะศึกษาในด้านของปัจจัยการผลิตซึ่งก็คือการใช้ปัจจัยการผลิตให้น้อยที่สุดหรือการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (input-oriented measures) ส่วนในกรณีที่สองคือการผลิตแล้วได้กำไรสูงสุดนั้นจะศึกษาในด้านของผลผลิตที่ได้ผลผลิตสูงสุดหรือการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (output-oriented measures) นั่นเอง ซึ่งในการศึกษาทั้งสองด้านนี้สามารถแสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.1.1 การวัดที่เน้นทางด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented measures)

เป็นการวัดประสิทธิภาพในด้านของการใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งก็คือการวัดประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงการใช้ต้นทุนหรือปัจจัยการผลิตที่ต่ำที่สุด ณ จุดการผลิตที่ต้องการ



ที่มา : Coelli *et al.* (2005)

รูปที่ 2.1 การวัดประสิทธิภาพทางด้านปัจจัยการผลิต

จากรูปที่ 2.1 Y คือผลผลิต X_1 และ X_2 คือปัจจัยการผลิตเพียงสองชนิด แกนตั้งแสดงถึงปริมาณการใช้ปัจจัย X_2 ต่อการผลิต Y หนึ่งหน่วย แกนนอน แสดงถึง ปริมาณการใช้ปัจจัย X_1 ต่อการผลิต Y หนึ่งหน่วย เส้นผลผลิต SS' แบ่งระนาบ ออกเป็นสองส่วน คือพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้น SS' รวมทั้งบนเส้นด้วยและพื้นที่ที่อยู่ใต้เส้น SS' สมมติเส้น SS' แสดงถึงเทคโนโลยีที่ดีที่สุดที่มีในปัจจุบันในการผลิตสินค้า 1 หน่วย พื้นที่ที่อยู่เหนือเส้น SS' และบนเส้น SS' จะเป็นจุดที่แสดงถึงจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตที่สามารถผลิตสินค้าได้ในจำนวน 1 หน่วยและพื้นที่ที่อยู่ใต้เส้น SS' จะเป็นจุดที่แสดงถึงจำนวนการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ 1 หน่วยภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จุดทุกจุดบนเส้น SS' แสดงถึงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ร่วมกันในการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิต 1 หน่วย นั่นคือจุด Q และ Q' ก็สามารถผลิตสินค้าได้ 1 หน่วยเท่ากันแต่จะใช้สัดส่วนของ X_1 และ X_2 ต่างกัน ส่วนจุด P และจุด Q แสดงถึงสัดส่วนการใช้ปัจจัย X_1 และ X_2 ที่เท่ากันแต่ปริมาณแตกต่างกันในการผลิตสินค้า 1 หน่วย จุดทุกจุดบนเส้น SS' จะแสดงถึงการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด เพราะในการใช้สัดส่วนของปัจจัย X_1 และ X_2 ที่เท่ากัน ณ จุดบนเส้น SS' จะเป็นจุดที่ใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตน้อยกว่าจุดอื่นๆ จะเห็นได้จากจุด P และ Q ผลิตผลผลิตได้ 1 หน่วยเท่ากัน แต่จุด Q ใช้ปัจจัยการผลิตที่น้อยกว่าจุด P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากแนวคิดของ Farrell เมื่อพิจารณาที่จุด P และ Q ที่ซึ่งผลิตสินค้า 1 หน่วยเท่ากัน จะเห็นว่าที่จุด Q จะใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตเป็น OQ/OP เท่าของการผลิตที่จุด P หรือในทางกลับกันจะสามารถอธิบายได้ว่าถ้าหน่วยผลิตที่จุด Q ใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตเท่ากับหน่วยผลิตที่จุด P หน่วยผลิตที่จุด Q จะสามารถผลิตผลผลิตได้มากกว่าหน่วยผลิตที่จุด P ซึ่งหน่วยผลิตที่จุด Q จะผลิตได้เป็น OP/OQ เท่าของหน่วยผลิตที่จุด P ดังนั้นประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิคของหน่วยผลิตที่จุด P จะคิดเป็นร้อยละ (OQ/OP)*100 ของหน่วยผลิตที่หน่วย Q ซึ่ง Farrell ถือว่าอัตราส่วน OQ/OP นี้เป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค

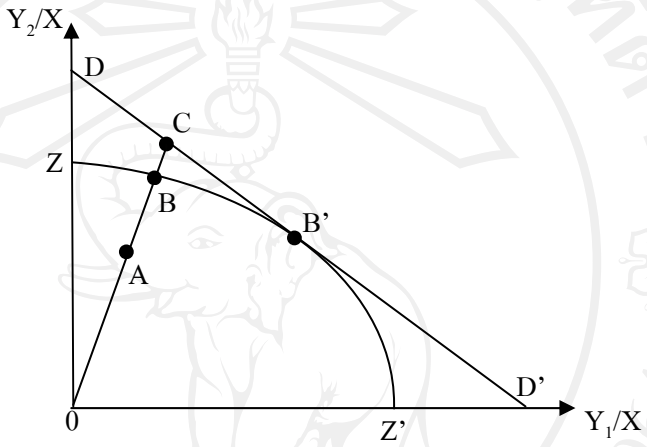
เมื่อใช้ราคาปัจจัยการผลิตเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย จากรูปที่ 1 เส้น AA' เป็นเส้นต้นทุนเท่ากัน (isocost) ซึ่งแสดงถึง อัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ทุกๆจุดบนเส้นจะแสดงสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำให้เกิดต้นทุนเท่ากัน ณ.ระดับราคาเปรียบเทียบเดียวกัน จะเห็นว่าหน่วยผลิตที่จุด R จะมีต้นทุนเท่ากับหน่วยผลิตที่จุด Q'และแม้ว่าหน่วยผลิตที่ Q จะผลิตได้เท่ากับหน่วยผลิตที่ Q' แต่มีต้นทุนในการผลิตต่างกัน นั่นคือต้นทุนการผลิตที่จุด Q' จะเท่ากับ OR/OQ เท่าของต้นทุนการผลิตของหน่วยผลิตที่ผลิตที่จุด Q ณ ระดับราคาเปรียบเทียบเดียวกัน ซึ่ง Farrell ใช้อัตราส่วน OR/OQ เป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพการผลิตในการจัดสรร

จะเห็นว่าจุดทุกจุดที่อยู่บนเส้น SS' จะเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เพราะฉะนั้นหน่วยผลิตทั้งที่จุด Q และ Q' จะเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่จุด Q จะเป็นจุดที่ยังไม่มีประสิทธิภาพในการจัดสรรเหมือนจุด Q' ส่วนหน่วยผลิตที่จุด P นั้นเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือไม่มีประสิทธิภาพทั้งทางเทคนิคและประสิทธิภาพในการจัดสรร โดยหน่วยผลิต ณ จุด P มีประสิทธิภาพทางเทคนิคคิดเป็นร้อยละ (OQ/OP)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด Q ส่วนหน่วยผลิตที่จุด Q ก็จะมีประสิทธิภาพทางการจัดสรรคิดเป็นร้อยละ (OR/OQ)*100 ของหน่วยผลิตที่หน่วย Q' ฉะนั้นหน่วยผลิตที่จุด P จะมีประสิทธิภาพรวมคิดเป็นร้อยละ (OQ/OP)*(OR/OQ)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด Q' ซึ่งหน่วยผลิตที่จุดนี้ถือว่าเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือมีทั้งประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางการจัดสรร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.1.2 การวัดที่เน้นทางด้านผลผลิต (Output-oriented measures)

การวัดประสิทธิภาพในกรณี output-oriented นั้นจะมีลักษณะการวิเคราะห์คล้ายกับ input-oriented แต่ในกรณีนี้จะพิจารณาในส่วนของผลผลิต ซึ่งก็คือ พิจารณาผลผลิตหรือกำไรที่มากที่สุดภายใต้ปัจจัยการผลิตที่กำหนดมาให้



ที่มา : Coelli *et al.* (2005)

รูปที่ 2.2 การวัดประสิทธิภาพทางด้านผลผลิต (Output-Oriented Measures)

จากรูปที่ 2.2 X คือ ปัจจัยการผลิต Y_1 และ Y_2 คือผลผลิตชนิดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แกนตั้งแสดงถึง ปริมาณผลผลิต Y_2 ต่อปัจจัยการผลิต X หนึ่งหน่วย แกนนอน แสดงถึง ปริมาณผลผลิต Y_1 ต่อปัจจัยการผลิต X หนึ่งหน่วย ซึ่งจะเห็นว่าเส้น ZZ' แบ่งระนาบออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่อยู่ใต้เส้นและบนเส้น ZZ' และส่วนที่อยู่เหนือเส้น ZZ' สมมติเส้น ZZ' แสดงถึงเทคโนโลยีในการผลิตที่ดีที่สุดที่สามารถผลิตได้ โดยใช้ปัจจัยการผลิต 1 หน่วย พื้นที่ที่อยู่ใต้เส้น ZZ' และบนเส้น ZZ' จะเป็นจุดที่แสดงถึงปริมาณของผลผลิตที่สามารถผลิตได้ภายใต้การใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ 1 หน่วย ส่วนพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้น ZZ' จะแสดงถึงปริมาณผลผลิตที่ไม่สามารถผลิตได้โดยใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ 1 หน่วยภายใต้เทคโนโลยีที่มีอยู่

จุดทุกจุดที่อยู่บนเส้น ZZ' จะแสดงถึงสัดส่วนปริมาณของสินค้า Y_1 และ Y_2 ที่สามารถผลิตได้โดยใช้ปัจจัยการผลิต 1 หน่วย นั่นคือจุด B และ B' จะเป็นจุดที่ใช้ปัจจัยในการผลิตหนึ่งหน่วยเท่ากัน แต่จะได้ปริมาณผลผลิต Y_1 และ Y_2 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ส่วนหน่วยผลิตที่จุด A และ B จะแสดงถึงสัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่เท่ากันจากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน แต่ปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิตที่ได้จะแตกต่างกัน โดยจุด A จะผลิตได้ผลผลิตที่น้อยกว่าจุด B ฉะนั้นหน่วยผลิตที่อยู่บนเส้น ZZ' แสดงถึงการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด เพราะในการใช้ปัจจัยการผลิต 1 หน่วยเท่ากันในการผลิตสินค้า Y_1 และ Y_2 ในสัดส่วนที่เท่ากัน หน่วยผลิตที่อยู่บนเส้น ZZ' จะให้ปริมาณผลผลิตที่มากที่สุด

เมื่อพิจารณาจากหน่วยผลิตจุด A และหน่วยผลิตที่จุด B จะเห็นว่าเมื่อใช้ปัจจัยการผลิต 1 หน่วยเท่ากัน หน่วยผลิตที่จุด A สามารถผลิตผลผลิตได้เท่ากับ OA/OB ของหน่วยผลิตที่จุด B หรือในทางกลับกันอธิบายได้ว่าถ้าผลิตผลผลิตในปริมาณที่เท่ากันหน่วยผลิตที่จุด B จะสามารถใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตที่น้อยกว่า การผลิตของหน่วยผลิตที่จุด A ซึ่งหน่วยผลิตที่จุด A จะได้ผลผลิตคิดเป็น OB/OA เท่าของหน่วยผลิตที่จุด A ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคในด้านผลผลิต (output-oriented measures) ของหน่วยผลิตที่จุด A จะคิดเป็นร้อยละ (OA/OB)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด A ซึ่ง Farrell ถือว่าเป็นอัตราส่วน OA/OB เป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิค

เมื่อพิจารณาโดยมีปัจจัยราคาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จากรูปเส้น DD' คือเส้นรายรับเท่ากัน (isorevenue) ซึ่งแสดงถึงอัตราส่วนของราคาของผลผลิต Y_1และ Y_2 ทุกๆจุดบนเส้นจะแสดงถึงสัดส่วนของผลผลิตที่ผลิตได้ที่ทำให้รายรับรวมเท่ากัน ณ.ระดับราคาเดียวกัน นั่นคือไม่ว่าหน่วยผลิตจะผลิตที่จุดใดบนเส้น DD' จะทำให้หน่วยผลิตมีรายรับเท่ากัน จากรูปจะเห็นได้ว่าหน่วยผลิตที่จุด C จะได้รายรับเท่ากับหน่วยผลิตที่จุด B' และแม้ว่าหน่วยผลิตจุด B และหน่วยผลิตที่จุด B' จะใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากันในการผลิต แต่จะได้รายรับต่างกัน นั่นคือรายรับที่ได้ของหน่วยผลิตที่จุด B จะเท่ากับ OB/OC เท่าของหน่วยผลิตที่จุด B' ณ.ระดับราคาเปรียบเทียบเดียวกัน ซึ่ง Farrell ใช้อัตราส่วน OB/OC เป็นดัชนีในการวัดประสิทธิภาพการผลิตในการจัดสรร

จุดทุกจุดที่อยู่บนเส้น ZZ' จะแสดงถึงการมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ดังนั้นทั้งจุด B และจุด B' จะแสดงถึงหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่หน่วยผลิตที่จุด B จะไม่มีประสิทธิภาพในการจัดสรรเหมือนหน่วยผลิตที่จุด B' ส่วนหน่วยผลิตที่จุด A นั้นจะเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดคือ ไม่มีทั้งประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพในการจัดสรร โดยหน่วยผลิตที่จุด A จะมีประสิทธิภาพทางเทคนิคคิดเป็นร้อยละ (OA/OB)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด B ส่วนหน่วยผลิตที่จุด B ก็จะมีประสิทธิภาพทางการจัดสรรคิดเป็นร้อยละ (OB/OC)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด B' เพราะฉะนั้นหน่วยผลิตที่จุด A จะมีประสิทธิภาพการผลิตรวมเป็นร้อยละ (OA/OB)*(OB/OC)*100 ของหน่วยผลิตที่จุด B' ซึ่งเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพการผลิตมากที่สุด นั่นคือมีทั้งประสิทธิภาพการผลิตทางเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตในการจัดสรร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 แนวคิดการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) และวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม

วิธีการ DEA เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงานเนื่องจากวิธีการนี้ไม่ต้องมีการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน (function form) ที่ใช้ในการพิจารณา และวิธีการนี้ก็สามารถวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานได้ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (multi input and output) Charnes *et al.* (1978) ได้นำเสนอวิธีการ DEA เป็นกลุ่มแรก โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า linear programming (DEA เป็นวิธีการแบบ non-parametric) ในการประเมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

Charnes *et al.* (1978) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งแบบจำลองนี้จะเป็นการมุ่งเน้นการปรับปรุงปัจจัยการผลิต (input-oriented) และสมมติให้เทคโนโลยีการผลิตเป็นแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (constant returns to scale: CRS) หรือเรียกว่าแบบจำลอง CCR อย่างไรก็ตามหน่วยผลิตทุกหน่วยไม่ได้มีขนาดการผลิตที่ใกล้เคียงกันและไม่ได้ทำการผลิตในระดับผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ กล่าวคือ ถ้าเพิ่มปัจจัยการขึ้นในสัดส่วนเท่าใดก็จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเดียวกัน ทั้งนี้บางองค์กรอาจไม่ได้มีการผลิตในลักษณะดังกล่าว จึงมีการพัฒนาแบบจำลองต่อมาโดย Banker *et al.* (1984) เพื่อลดข้อสมมติ ผลได้ต่อขนาดคงที่ คือการกำหนดให้ผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดแปรผัน (variable return to scale: VRS) หรือเรียกว่า BCC ซึ่งในแบบจำลอง BCC เพราะเป็นเครื่องชี้วัดประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กรที่สอดคล้องกับความเป็นจริงมากกว่าการกำหนดให้องค์กรดังกล่าวมีการผลิตในลักษณะที่มีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่เพียงอย่างเดียว โดยที่ใช้แบบจำลอง CCR Charnes *et al*. (1978) ในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency: TE_{CRS}) และแบบจำลอง BCC Banker *et al*. (1984) ในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (pure technical efficiency: TE_{VRS}) จากนั้นเป็นต้นมาการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มนั้นถูกนำมาใช้ในในการประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบในองค์กรต่างๆมากมาย

2.1.2.1 วิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม

วิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาประสิทธิภาพทางต้นทุน (cost efficiency: CE) ประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency: TE) และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (economic efficiency: EE) จากการใช้ปัจจัยการผลิต (inputs) เพื่อผลิตผลผลิต (outputs)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของหน่วยการผลิตการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) เป็นวิธีการวิเคราะห์แบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric approach) กล่าวคือ เป็นการวิเคราะห์โดยไม่ต้องมีรูปแบบของฟังก์ชั่นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ แต่จะใช้ฟังก์ชั่นในรูปแบบทั่วไป (general form) และในการวิเคราะห์ไม่จำเป็นจะต้องมีจำนวนข้อมูลของปัจจัยการผลิต และผลผลิตจำนวนมาก โดยทั่วไปประสิทธิภาพการผลิตผลผลิต 1 ชนิด ด้วยปัจจัยการผลิต 1 ชนิด สามารถวัดได้ด้วย ผลิตภาพของการผลิต (productivity) ซึ่งเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) โดยมีรูปแบบดังสมการที่ (1) (Ali, 2001)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \qquad (1)$$

แต่รูปแบบการวัดประสิทธิภาพดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะสามารถใช้ได้ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด ดังนั้น รูปแบบของการหาประสิทธิภาพในกรณีมีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดเป็นดังสมการที่ (2) (Ali, 2001)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Weighted sum of output}}{\text{Weighted sum of input}} \qquad (2)$$

หรือสามารถเขียนได้สมการที่ (3) (Coelli *et al*., 1998)

$$E_j = \frac{\sum_{i}^{m} u_{ij} y_{ij}}{\sum_{i}^{k} v_{ij} x_{ij}} \qquad j = 1, 2, \ldots, n \qquad (3)$$

โดยที่ E_j คือ ประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตที่ n

u เป็นเวกเตอร์ m x 1 ของน้ำหนักถ่วงของผลผลิต y

v เป็นเวกเตอร์ k x 1 ของน้ำหนักถ่วงของปัจจัยการผลิต x

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีหาค่าดัชนีประสิทธิภาพนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันทั่วไป และมีข้อแตกต่างสำคัญประการหนึ่งระหว่างการสร้างอัตราส่วนประสิทธิภาพ (efficiency Ratio) โดยวิธีการที่ปฏิบัติกันทั่วไป และโดยวิธีการของ DEA กล่าวคือ ในวิธีการที่ใช้กันทั่วไปนั้น ผลผลิตทั้งหมดจะถูกกำหนดมูลค่ารวมกันโดยการใช้ราคาตลาดของผลผลิตแต่ละชนิดเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ในการรวมมูลค่าและสำหรับการคำนวณมูลค่ารวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตก็ปฏิบัติในทำนองเดียวกัน จากนั้นค่าดัชนี ประสิทธิภาพก็หาได้โดยการนำเอามูลค่ารวมถ่วงน้ำหนักของผลผลิตตั้ง แล้วหารด้วยมูลค่า

รวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิต แต่สำหรับวิธีการของ DEA นั้นตัวถ่วงน้ำหนักที่ใช้ในการรวมผลผลิตหรือปัจจัยการผลิตไม่ใช่ราคาตลาดของผลผลิต หรือปัจจัยการผลิต แต่เป็นค่าที่ถูกกำหนดโดยอัตโนมัติในกระบวนการแก้ปัญหาของ linear programming ที่ใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพของแต่ละ DMU ดังนั้นแบบจำลองดั้งเดิมของ DEA ดังสมการที่ (3) ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย Charnes *et al.* (1978) ตามแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (technical efficiency) ของ Farrell (1957) มีลักษณะเป็น fractional linear programming (สมการพีชคณิตในรูปสัดส่วน) โดยที่ E_j คือประสิทธิภาพของหน่วยผลิตที่ n u เป็นเวกเตอร์ m x 1 ของน้ำหนักถ่วงของผลผลิต y และ v เป็นเวกเตอร์ k x 1 ของน้ำหนักถ่วงปัจจัย x ซึ่งจากสมการข้างต้นนี้อาจเรียกว่า relative efficiency (ประสิทธิภาพสัมพัทธ์) และจากสมการดังกล่าวเพื่อจะหาประสิทธิภาพสูงสุด (maximize efficiency) สามารถจัดรูปแบบทางพีชคณิตได้ดังสมการที่ (4) (Coelli *et al*., 1998)

$$\text{Max} \quad E_{jo} = \frac{\sum_{i=1}^{m} u_{ij_o} y_{ij_o}}{\sum_{i=1}^{k} v_{ij_o} x_{ij_o}}$$

Subject to

$$\frac{\sum_{i=1}^{m} u_{ij} y_{ij}}{\sum_{i=1}^{k} v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \ldots, n \qquad (4)$$

$$u_{ij}, v_{ij} \geq 0$$

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของแบบจำลองนี้คือ การหาค่ามากที่สุดของอัตราส่วนระหว่างผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (weighted outputs) กับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (weighted inputs) ของ DMU อย่างไรก็ตาม สมการ DEA ดังเช่นสมการที่ (4) ถึงแม้จะมีความยืดหยุ่นของน้ำหนักของปัจจัยการผลิตและผลผลิต แต่ก็มักพบปัญหากรณีการถ่วงน้ำหนัก หรือสัดส่วนของน้ำหนักของผลผลิตกับปัจจัยการผลิตนั้นมีทางเลือกในการคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ได้หลายแนวทาง และเป็นไปได้ที่การถ่วงน้ำหนักนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตและปัจจัยการผลิต เพื่อแก้ปัญหาทางโปรแกรมเชิงเส้น สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ linear programming ได้ดังสมการที่ (5) (Coelli *et al*., 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{Max } E_{jo} = \sum_{i=1}^{m} u_{ijo} y_{ijo}$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{k} v_{ij_o} x_{ij_o} = 1$$

$$\sum_{i=1}^{m} u_{ij} y_{ij} - \sum_{i=1}^{k} v_{ij} x_{ij} \leq 0 \quad ; \; j = 1,2,\ldots,n \qquad (5)$$

$$u_{ij}, v_{ij} \geq 0$$

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ output oriented model ในการวิเคราะห์หาเส้น frontier ของปริมาณผลผลิตสูงสุด ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง constant return to scale for DEA และ variable return to scale for DEA ภายใต้ชุดข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นในสมการที่ (5) สามารถใช้คุณสมบัติ duality ของ linear programming เพื่อหาค่าการถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมของผลผลิต และป้องกันความคลาดเคลื่อนของรูปแบบเส้นห่อหุ้มที่ได้ นอกจากนี้การศึกษาในส่วนของ VRS ต้องเพิ่มข้อจำกัดของค่าความโค้งด้วย (convexity constraint : $\sum \lambda = 1$) เพื่อป้องกันการคำนวณซ้ำเป็นหน่วยผลิตเดียว จากสาเหตุที่หน่วยผลิตหลายหน่วยผลิตผลผลิตได้ไม่เท่ากันแต่ใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน (interpolation) ดังนั้นรูปแบบทั่วไปของการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มเป็นได้ดังสมการที่ (6) (Coelli *et al*., 1998)

Output oriented DEA model

$$\text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi_{jo}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{N} \lambda_j y_{ij} - \phi y_{ij_0} \geq 0 \qquad i = 1,\ldots,M$$

$$\sum_{j=1}^{N} \lambda_j x_{kj} - x_{kj_0} \leq 0 \qquad k = 1,\ldots,K$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots,N \qquad (6)$$

โดยกำหนดให้ N = จำนวนของตัวอย่าง

M = จำนวนผลผลิต

K = จำนวนปัจจัยการผลิต

λ_j = การถ่วงน้ำหนักของตัวอย่างที่ j

y_{ij} = Output ที่ i ของตัวอย่างที่ j

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

X_{kj} = Input ที่ k ของตัวอย่างที่ j

ϕ = ระดับประสิทธิภาพของหน่วยผลิตของตัวอย่างที่ต้องการทราบ

หลักการทำงานของ DEA คือ จะใช้ข้อมูลจาก DMU ทั้งหมดที่นำมาศึกษาสร้างเส้นพรมแดนการผลิต หรือเรียกอีกอย่างว่า efficiency frontier ขึ้นมาการเชื่อมต่อกันของ DMU ต่างๆ เพื่อประกอบเป็นเส้นพรมแดนมีลักษณะเป็นการเชื่อมต่อกันแบบเส้นตรง (linear combination) DMU ใดที่มีตำแหน่งตั้งอยู่บนเส้นพรมแดนก็จะถูกประเมินโดย DEA ว่ามีประสิทธิภาพ 100% ในการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนที่มีอยู่เพื่อผลิตผลผลิตที่มีอยู่หรือกำลังผลิตอยู่ ในทางตรงกันข้าม DMU ใดไม่ตั้งอยู่บนเส้นพรมแดนก็จะถูก DEA ประเมินว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100% ค่าประสิทธิภาพที่ลดน้อยลงไปจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างของ DMU นั้นกับเส้นพรมแดนหน่วยตัดสินใจที่อยู่บนเส้นค่าสังเกตของเส้นพรมแดนการผลิต (empirical frontier) เป็นหน่วยตัดสินใจที่มีผลประกอบการดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยตัดสินใจอื่นๆ ในกลุ่ม และหน่วยตัดสินใจที่อยู่บนเส้นค่าสังเกตของเส้นพรมแดนการผลิตยังใช้เป็นเซตของประสิทธิภาพอ้างอิง ซึ่งเรียกว่ากลุ่มอ้างอิง (peer group) ค่าประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจจะมีค่าเท่ากับผลผลิตสูงสุดที่ควรจะทำได้หารด้วยผลผลิตที่ทำได้จริง หรือเท่ากับปัจจัยการผลิตต่ำสุดที่ควรใช้หารด้วยปัจจัยการผลิตที่ใช้จริง

2.1.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) จากแนวทางการวัดเส้นพรมแดนการผลิต

แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มถูกนำมาใช้กับแนวทางการวัดเส้นพรมแดนการผลิต ซึ่งในกระบวนการผลิตใดๆก็ตาม ความเจริญเติบโตของผลผลิต (productivity growth หรือ output growth) จะเกิดขึ้นได้โดยมีแหล่งที่มาจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการขยายตัวหรือการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (input growth) ให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวของผลผลิตเคลื่อนที่ (movements) ไปตามเส้นฟังก์ชั่นการผลิต (production function) เส้นเดิมหรือความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิตที่เป็นผลเนื่องมาจากการเกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (total factor productivity growth: TFP growth) ขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพผลผลิตโดยการเคลื่อนย้าย (shift)ของเส้นฟังก์ชั่นการผลิตไปสู่เส้นที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของผลผลิตดังกล่าวไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มหรือขยายปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆให้มากขึ้นเลยและจากหลักการพื้นฐานดังกล่าว Charnes *et al.* (1978) จึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

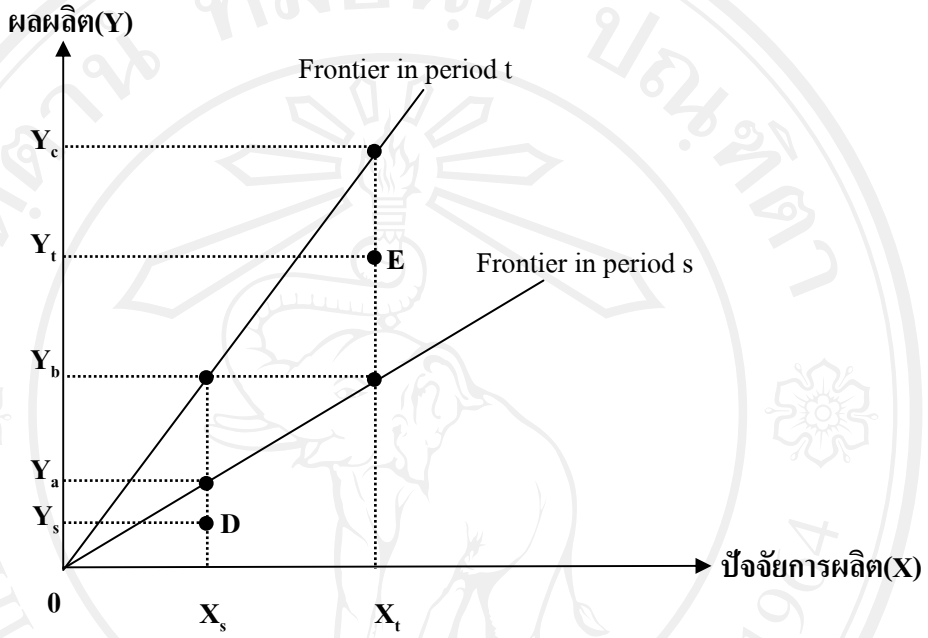
กำหนดแนวทางการวัดค่าความสามารถในการผลิตไว้ในลักษณะค่าสัดส่วน โดยจุดที่ทำการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (production point) ต้องอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) และบนเส้นพรมแดนการผลิตนี้มีค่าความสามารถในการผลิตที่อยู่ในรูปสัดส่วน ซึ่งเท่ากับ 1 หรือเสมือนว่ามีค่าประสิทธิภาพการผลิตเต็ม 100% ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น และค่าสัดส่วนดังกล่าวคือสัดส่วนของระยะห่างระหว่างจุดที่ทำการผลิตผลผลิตได้จริงกับจุดกำเนิดกับระยะห่างระหว่างจุดที่ทำการผลิตผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือระดับผลผลิตที่ได้จากการผลิตบนเส้นพรมแดนการผลิตกับจุดกำเนิด โดยแนวทางดังกล่าวได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิต ในรูปแบบ non-parametric frontier ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ในปัจจุบันซึ่งถูกใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาที่ใช้ข้อมูล panel data ซึ่งเป็นแนวทางการวัดเส้นพรมแดนการผลิตที่พิจารณาข้อมูลร่วมกับช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปและเป็นแนวคิดที่เป็นพื้นฐานที่ใช้ในการหาดัชนี Malmquist TFP (Malmquist TFP index) เพื่อทำให้ทราบถึงการเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ซึ่งแนวทางในการวัดเส้นพรมแดนการผลิตดังกล่าวนี้ สามารถแบ่งออกได้ 2 แนวคิดตามข้อสมมติของการผลิตต่อขนาด ดังต่อไปนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีภายใต้ข้อสมมติของการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale: CRS)

Cave *et al.* (1982) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตของผู้ผลิตใน 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาที่ s และช่วงเวลาที่ t ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ภายใต้ข้อสมมติของการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ โดยกำหนดให้ผู้ผลิตทำการผลิตมีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) เท่ากับ 1 ดังนั้นปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตจะได้จะอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตซึ่งมีค่าเท่ากับ Y_a และ Y_c สำหรับช่วงเวลา s และt ตามลำดับและจากระดับผลผลิตที่ Y_a ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพจะสามารถขยายผลผลิตให้เพิ่มสูงขึ้นได้ 2 แนวทาง แนวทางแรก คือการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจาก X_s หน่วยเพิ่มขึ้นเป็น X_t หน่วย จะทำให้ปริมาณของผลผลิตเพิ่มขึ้นไปสู่ระดับผลผลิตที่ Y_b และแนวทางที่สอง คือเกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมขึ้น จะทำให้ปริมาณของผลผลิตเพิ่มขึ้นได้โดยมีระดับการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนเท่าเดิมนั่นคือระดับของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ Y_b ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ X_s หน่วย ถ้าหากผู้ผลิตมีการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเป็น X_t หน่วย ควบคู่ไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้ว ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมดังกล่าวนั้น จะมีผลทำให้ผลผลิตขยายตัวไปตามเส้นพรมแดนการผลิต ณ ช่วงเวลาที่ t จนถึง ณ ระดับผลผลิตที่ Y_c ดังในรูปที่ 2.3



ที่มา: Coelli *et al.* (1998)

รูปที่ 2.3 Malmquist Productivity Indices

ถ้าหากว่าผู้ผลิตดำเนินการผลิตไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพหรือระดับประสิทธิภาพการผลิตน้อยกว่า 1 ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงจะอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต เช่น มีค่าเท่ากับ Y_s หรือ Y_t (พิจารณาจากจุด Dและจุด E) สำหรับช่วงเวลาที่ s และ t ตามลำดับ จุดทั้งสองอยู่ต่ำกว่าเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตแสดงถึงการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ ในช่วงระยะเวลาที่ s มีการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน X_s หน่วยในกระบวนการผลิต ซึ่งผู้ผลิตสามารถผลิตผลผลิตได้จำนวน Y_a หน่วย เมื่อกำหนดให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการวัดระดับความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตสามารถหาได้จากสัดส่วนของ Y_s/ Y_a ในกรณีเดียวกันช่วงระยะเวลาที่ t มีการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน X_t หน่วยในกระบวนการผลิต เมื่อกำหนดให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้จำนวน Y_c หน่วย ดังนั้นการวัดระดับความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตสามารถหาได้จากสัดส่วนของ Y_t/ Y_c ด้วยเหตุนี้ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้สามารถทราบค่าของผลิตภาพผลผลิต ดังสมการที่ (7) (Coelli *et al*., 1998) เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

$$\text{Efficiency change} = \frac{Y_t / Y_c}{Y_s / Y_a} \qquad (7)$$

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพ (productivity growth) ที่มีแหล่งที่มาจากการเพิ่มขึ้นของการเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) นั้น พิจารณาจากสัดส่วนของ $(Y_t/Y_s)/(Y_b/Y_a)$ หรือ $(Y_t/Y_b)/(Y_s/Y_a)$ โดยที่ Y_t/Y_s คือสัดส่วนที่แสดงถึงการได้รับผลผลิตของผู้ผลิตบนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตทั้งสองช่วงระยะเวลา ภายใต้กระบวนการการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ สำหรับ Y_b/Y_a คือสัดส่วนที่แสดงการเคลื่อนย้ายของจุดดุลยภาพในการผลิตซึ่งเดิมผลิตได้เต็มประสิทธิภาพของการผลิตเท่ากับ Y_a หน่วย บนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ s แต่สามารถเพิ่มผลผลิตได้เป็น Y_b หน่วย บนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ t หรือหมายถึงบนเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ s นั้น เมื่อเพิ่มการใช้จำนวนปัจจัยการผลิตเป็น X_s หน่วย สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้สูงสุด Y_a หน่วย ซึ่งไม่สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่านี้ นอกจากผู้ผลิตจะขยายการผลิตไปบนเส้นฟังก์ชั่นการผลิตในช่วงระยะเวลาที่ tโดยยังใช้ปัจจัยการผลิตจำนวน X_s หน่วยเท่าเดิม ดังสมการที่ (8) (Coelli *et al*., 1998) ซึ่งแสดงว่าเกิดผลิตภาพผลผลิตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิต (technology progress) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

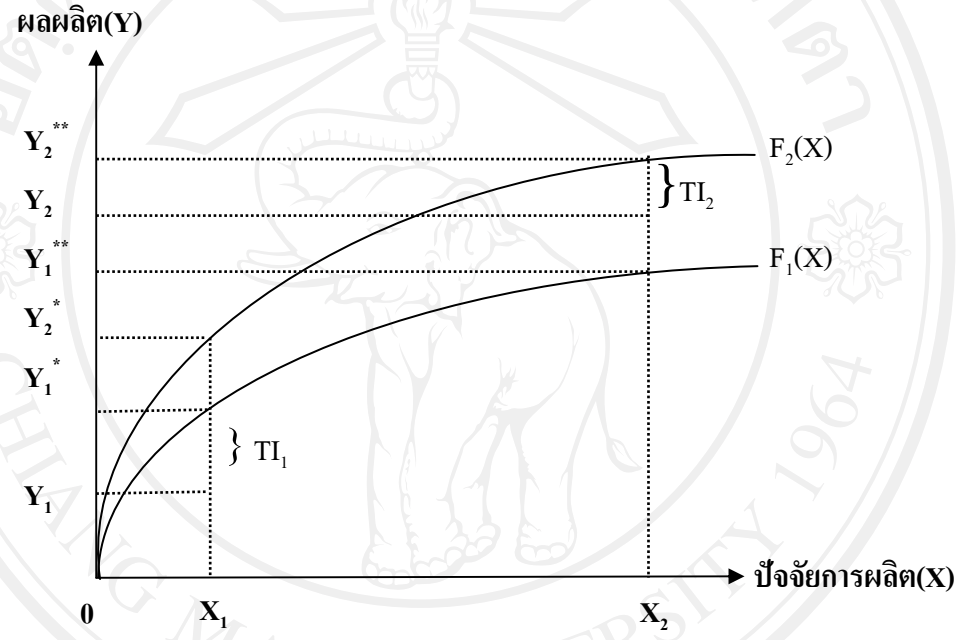
$$\text{Technical change} = \left[\frac{Y_t / Y_b}{Y_t / Y_c} * \frac{Y_s / Y_a}{Y_s / Y_b} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (8)$$

ข. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีภายใต้ข้อสมมติของการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (Variable Return to Scale: VRS)

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.4 แสดงที่มาของความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิต ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) กับความก้าวหน้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางด้านเทคโนโลยีการผลิต (technology progress) ภายใต้ข้อสมมติการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (VRS) โดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน และกำหนดให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตไปอย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด (technical efficient firm) หรือมีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) เท่ากับหนึ่งแล้ว แสดงให้เห็นว่า เส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิตของผู้ผลิตอยู่ในช่วง 2 ช่วงเวลาคือ $F_1(X)$ และ $F_2(X)$ ตามลำดับ ผู้ผลิตจะได้รับผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตซึ่งก็คือ Y_1^* และ Y_2^{**} ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



ที่มา : Coelli *et al.* (2005)

รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงผลิตภาพ (Productivity change)

จากระดับผลผลิตที่จุด Y_1^* ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพจะสามารถขยายผลผลิตให้เพิ่มสูงขึ้นได้ใน 2 กรณี ได้แก่ กรณีแรก คือ จากการขยายตัวหรือการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิต (input growth) จาก X_1 เพิ่มขึ้นเป็น X_2 ซึ่งจะทำให้ผลผลิตสามารถขยายตัวเพิ่มขึ้นไปสู่ระดับผลผลิตที่จุด Y_1^{**} และในกรณีที่สอง คือ เกิดจากการขยายตัวของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ซึ่งจะทำให้ปริมาณของผลผลิตเพิ่มขึ้นได้โดยที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในขนาดเท่าเดิม พิจารณาได้จากระดับของผลผลิตเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่จุด Y_2^* ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ X_1 และถ้าหากผู้ผลิตมีการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตควบคู่ไปด้วยแล้ว ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ดังกล่าวนั้นจะมีผลช่วยให้ผลผลิตขยายออกไปตามเส้นพรมแดนการผลิต $F_2(X)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จนถึง ณ ระดับผลผลิต Y_2^{**} เมื่อมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มเป็น X_2 ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (Coelli *et al.*, 2005)

ในกรณีที่ผู้ผลิตทำการผลิตไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค(technical inefficiency firm) หรือมีระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคน้อยกว่าหนึ่ง จะทำให้ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิตคือ มีค่าเท่ากับ Y_1 และ Y_2 ในช่วงเวลาที่ 1 และ2 ตามลำดับ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency: TI) สามารถวัดได้จากระยะห่างในแนวตั้งระหว่างผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (Y_1^*, Y_2^{**}) กับผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริง (Y_1, Y_2) ซึ่งก็คือ TI_1 และ TI_2 ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตหรือการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (technical efficiency change หรือ efficiency change) เมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไปก็คือ ความแตกต่างระหว่างค่า TI_1 และ TI_2หรือเท่ากับ (TI_1-TI_2) นั่นเอง สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological change: TC หรือ technology progress) สามารถหาได้จากระยะห่างระหว่างเส้นฟังก์ชั่นพรมแดนการผลิต $F_1(X)$ และ $F_2(X)$ ซึ่งจากรูปก็คือ $(Y_2^*-Y_1^*)$และ $(Y_2^{**}-Y_1^{**})$ ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต X_1 และ X_2 ตามลำดับ

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) คือ การหาสัดส่วนของประสิทธิภาพทางเทคนิคใน 2 ช่วงเวลาเปรียบเทียบกัน ขณะที่ผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปจากการขยายตัวของการใช้ปัจจัยการผลิตจากปริมาณ X_1 เป็น X_2 มีค่าเท่ากับ $(Y_2^{**}-Y_1^*)$

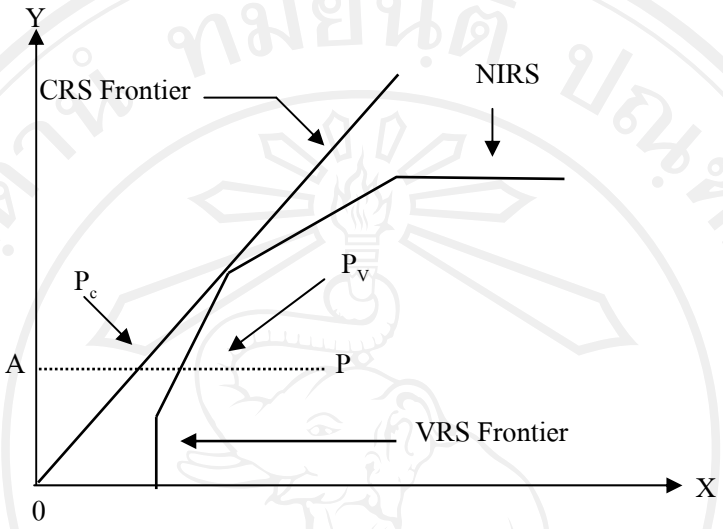
ผลของแนวคิดทางทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิตและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิต ภายใต้ข้อสมมติการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (variable return to scale: VRS) ที่ก่อให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth: ΔG) เมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นดังสมการที่ (9) (Coelli *et al.*, 2005)

$$\Delta G = (Y_2^{**}-Y_1^*) + \{(TI_1-TI_2) + (Y_2^{**}-Y_1^{**})\} \quad (9)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ให้สอดคล้องกับการศึกษาหาความการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพผลผลิต (productivity change) ที่เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ (technical efficiency change) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการผลิต (technological change) ภายใต้ข้อสมมติการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS) ร่วมกับข้อสมมติการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดไม่

คงที่ (VRS) บนพื้นฐานของข้อมูลชุดเดียวกัน ซึ่งนำไปคำนวณหาค่าต่างๆที่จำเป็นต่อการศึกษาหาแหล่งที่มาของการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพ (productivity change) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



ที่มา: Coelli *et al.* (1998)

รูปที่ 2.5 Calculation of Scale Economic in DEA

จากรูปที่ 2.5 แสดงถึงการผนวกแนวคิดแหล่งที่มาของผลผลิตกับแนวคิดและทฤษฎีเส้นพรมแดนการผลิต เพื่อสร้างรูปแบบสมการในการศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพ (productivity change) ได้ดังนี้

Technical Efficiency Change CRS: $TE_{I, CRS} = AP_C/AP$

Technical Efficiency Change VRS: $TE_{I, VRS} = AP_V/AP$

Scale Efficiency: $SE_I = AP_C/AP_V$ ซึ่งก็คือ TE_{CRS}/ TE_{VRS}

Pure Efficiency Change = Next-period, VRS/Pre-period, VRS

Productivity change = (technical efficiency change)*
(technical change or technological change)
= (scale efficiency* pure efficiency change)*
(technical change or technological change)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากแนวคิดภายใต้การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ภายใต้ข้อสมมติของการผลิตแบบผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (constant return to scale: CRS) ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำการหาสัดส่วนของประสิทธิภาพทางเทคนิค (efficiency change: ΔEFF) ใน 2 ช่วงเวลาเปรียบเทียบกันนั้นมาทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพทางเทคนิคที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปีที่ t+1(period t) กับปีที่ t (period s) สามารถหาได้จากสัดส่วนดังสมการที่ (10) (Coelli *et al*., 2005)

$$\Delta EFF^{t,t+1} = \frac{\phi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\phi_0^{t}(x_0^{t} y_0^{t})} \qquad (10)$$

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (technical change or technological change: ΔTE) คือ การพิจารณาถึงระดับของประสิทธิภาพจากการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตในปัจจุบัน เมื่อคำนึงถึงระดับเทคโนโลยีทั้งในอดีตและปัจจุบันและการพิจารณาถึงระดับของประสิทธิภาพจากการใช้ input และoutput ในอดีตเมื่อคำนึงถึงระดับเทคโนโลยีทั้งในอดีตและปัจจุบันแสดงดังสมการที่ (11) (Coelli *et al*., 2005)

$$\Delta TE^{t,t+1} = \left[\frac{\phi_0^{t}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\phi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \frac{\phi_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})}{\phi_0^{t+1}(x_0^{t}, y_0^{t})} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (11)$$

ดังนั้นเพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถหาค่าการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 ชนิดจากรูปแบบของสมการที่ (10) และ (11) ได้โดยผ่านการคำนวณด้วยวิธี Malmquist TFP index ($M_0^{t,t+1}$) ดังสมการที่ (12) (Coelli *et al*., 2005)

$$M_0^{t,t+1} = \left[\frac{\phi_0^{t:1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\phi_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})} \right] \bullet \left[\frac{\phi_0^{t}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\phi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \frac{\phi_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})}{\phi_0^{t+1}(x_0^{t}, y_0^{t})} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (12)$$

จากสมการที่ (12) ในเทอมแรก คือ การเปลี่ยนแปลงทางประสิทธิภาพทางเทคนิค และเทอมที่สอง คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคนิคหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งจากหลักพื้นฐานของ Färe *et al.* (1992) ที่ว่าเราสามารถวัดความสามารถในการผลิตผลผลิตในรูปของอัตราส่วนโดยอาศัยหลัก distance function คือ การที่กำหนดให้จุดที่ทำการผลิต (production point) ที่มีประสิทธิภาพ อยู่บนเส้นพรมแดน (frontier) และบนเส้นพรมแดนนี้มีค่าความสามารถในการผลิตที่อยู่ในรูปของอัตราส่วนเท่ากับ 1 (หรือมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเท่ากับ 1 หรือ 100%) และระยะห่างระหว่างจุดที่ทำการผลิตจริง (หรือระดับ output จริง) กับจุดที่ทำการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(หรือระดับ output ที่มีประสิทธิภาพบนเส้นพรมแดน)ที่วัดค่าออกมาในรูปของอัตราส่วนก็คือค่าประสิทธิภาพในการผลิตผลผลิต

ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพปัจจัยโดยรวม (TFP change) ระหว่าง 2 ช่วงเวลา (two periods) จะคำนวณด้วย distances สี่ตัว คือ $\phi_0^t(x_0^t, y_0^t), \phi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}), \phi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$ และ $\phi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ ผ่านการวิเคราะห์ linear programming ตามแนวคิดของ Färe *et al.* (1992) ภายใต้ข้อสมมติผลได้หรือผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS)ในการคำนวณผลิตภาพปัจจัยโดยรวม โดยใช้การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบ Output oriented ดังสมการที่ (13) ที่ใช้สำหรับหาค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของแต่ละหน่วยธุรกิจ ซึ่งเป็นกรณี $\phi_0^t(x_0^t, y_0^t)$ และสำหรับกรณี $\phi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ ก็เพียงเปลี่ยนสมการที่ (13) จาก t เป็น t+1 (Coelli *et al*., 2005)

$$
\begin{aligned}
&\text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi = \phi_0^t\left(x_j^t, y_j^t\right) \\
&\text{Subject to} \\
&-\phi y_0^t + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^t \geq 0, \\
&x_0^t - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^t \geq 0, \\
&\lambda_j \geq 0, \qquad j = 1,\ldots,n
\end{aligned}
\tag{13}
$$

เช่นเดียวกันในการหาค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของกรณี $\phi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ สามารถทำได้ดังสมการที่ (14) และในกรณี $\phi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$ ก็เพียงสลับกันระหว่าง t และ t+1 ในสมการที่ (14) (Coelli *et al*., 2005)

$$
\begin{aligned}
&\text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi = \phi_0^t\left(x_j^{t+1}, y_j^{t+1}\right) \\
&\text{Subject to} \\
&-\phi y_0^{t+1} + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^t \geq 0, \\
&x_0^{t+1} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^t \geq 0, \\
&\lambda_j \geq 0, \qquad j = 1,\ldots,n
\end{aligned}
\tag{14}
$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ระเบียบวิธีวิจัย

รายละเอียดในส่วนนี้จะเป็นการแสดงถึงขั้นตอนวิธีการในการทำการศึกษาครั้งนี้ อันประกอบไปด้วยข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้บรรลุผลการศึกษาภายใต้วัตถุประสงค์ข้างต้น ดังต่อไปนี้

2.2.1 ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลประกอบการศึกษาจำนวนสองส่วน ดังนี้

1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการสอบถามข้อมูลสหกรณ์ตัวอย่าง เพื่อทราบข้อมูลทั่วไปของสหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่ง ได้แก่ ผลการดำเนินงานของสหกรณ์ในปีบัญชี 2551 เป้าหมายของสหกรณ์ สภาพการดำเนินงานทั่วไป เป็นต้น

2) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากข้อมูลทางการเงินของสหกรณ์การเกษตรทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ ตามปีบัญชีคือ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมถึง 31 ธันวาคม จากปี 2546-2550 โดยข้อมูลงบดุล งบกำไรขาดทุน ปริมาณธุรกิจ และงบการเงิน เป็นต้นรวมไปถึงข้อมูลจากเอกสาร วารสาร หนังสือ หน่วยงานราชการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมตรวจบัญชีสหกรณ์ กรมส่งเสริมสหกรณ์ สำนักงานตรวจบัญชีสหกรณ์เชียงใหม่

การเลือกตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของสหกรณ์การเกษตรทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ จากการที่เลือกเป็นจังหวัดเชียงใหม่เพราะจังหวัดเชียงใหม่มีสหกรณ์การเกษตรมากที่สุดในประเทศ จากรายงานจำนวนสหกรณ์และกลุ่มเกษตรกรของกรมตรวจบัญชีสหกรณ์ ในปี 2551 และใช้วิธีการเป็นไปแบบการสุ่มอย่างง่ายกระจายตามไปแต่ละอำเภอที่มีสหกรณ์การเกษตรจำนวนสหกรณ์การเกษตรจำแนกตามจำนวนตัวอย่างดังกล่าวมาจากการคำนวณจากสูตรการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกรณีที่ทราบจำนวนประชากรเป็นดังสมการที่ (15) (Yamane, 1967)

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (15)$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างสหกรณ์การเกษตรทั่วไป

N = ขนาดของประชากรที่ใช้ในการวิจัย

e = ค่าเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (5%หรือ 0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนสหกรณ์การเกษตรทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่พบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 113 แห่ง เมื่อทำการคำนวณจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมจะได้เท่ากับ 89 แห่ง จากจำนวนสหกรณ์การเกษตรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 89 แห่งซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีสหกรณ์ที่ดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่องเพียง 50 แห่งอีก 39 แห่งดำเนินธุรกิจไม่ต่อเนื่องและให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ได้

การศึกษาข้อมูลจากสหกรณ์การเกษตรที่รวบรวมได้จำนวน 50 แห่งที่จะทำการวิเคราะห์ DEA เพื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพและความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมในปี พ.ศ. 2546-2550 พบว่ามีสหกรณ์การเกษตรเพียง 26 แห่งเท่านั้นที่มีข้อมูลครบถ้วน สำหรับการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มด้วยกระบวนการประมาณค่าแบบ Malmquist TFP index และเมื่อทำการประเมินค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของสหกรณ์การเกษตรในปี พ.ศ. 2550 พบว่ามีสหกรณ์การเกษตรจำนวน 32 แห่งที่มีข้อมูลผลผลิตและปัจจัยการผลิตครบถ้วนตามความต้องการของแบบจำลอง

2.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติแบบง่าย เช่น ค่าสถิติร้อยละ ผลรวม ค่าเฉลี่ย และแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปของ ตารางแจกแจงความถี่ เป็นต้น

2) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพในการดำเนินการของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ เป็นการวิเคราะห์ผลิตภาพผลผลิต เนื่องจากการเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม ซึ่งการเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนั้น มีที่มาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพ (efficiency change) และมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี (technological change) ดังนั้น ในการวิเคราะห์ผลิตภาพเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพของปัจจัยโดยรวมของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปี พ.ศ.2546-2550 ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Malmquist TFP index จะมีสมการ distance function ของแต่ละสาขาตลอดเวลา 5 ปี โดยในแต่ละสาขาจะมีสมการ distance function หลัก 4 สมการ ดังสมการที่ (16) ถึง สมการที่ (19) (Coelli *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การเปรียบเทียบ y_j^t กับพรมแดนที่เวลา t

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi &= \phi_0^t\left(x_j^t, y_j^t\right) \\ \text{Subject to} \\ -\phi y_0^t + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^t &\geq 0, \\ x_0^t - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^t &\geq 0, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j=1,\ldots,n \end{aligned} \tag{16}$$

2. การเปรียบเทียบ y_j^{t+1} กับพรมแดนที่เวลา t+1

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi &= \phi_0^{t+1}\left(x_j^{t+1}, y_j^{t+1}\right) \\ \text{Subject to} \\ -\phi y_0^{t+1} + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^{t+1} &\geq 0, \\ x_0^{t+1} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^{t+1} &\geq 0, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j=1,\ldots,n \end{aligned} \tag{17}$$

3. การเปรียบเทียบ y_j^t กับพรมแดนที่เวลา t+1

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi &= \phi_0^{t+1}\left(x_j^t, y_j^t\right) \\ \text{Subject to} \\ -\phi y_0^t + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^{t+1} &\geq 0, \\ x_0^t - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^{t+1} &\geq 0, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j=1,\ldots,n \end{aligned} \tag{18}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การเปรียบเทียบ y_j^{t+1} กับพรมแดนที่เวลา t

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi &= \phi_0^t\left(x_j^{t+1}, y_j^{t+1}\right) \\ \text{Subject to} \\ -\phi y_0^{t+1} + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j^t &\geq 0, \\ x_0^{t+1} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j^t &\geq 0, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1,\ldots,n \end{aligned} \tag{19}$$

กำหนดให้ $j = 1,2,\ldots..,n$ คือ จำนวนสหกรณ์การเกษตร

$t = 1,2,\ldots\ldots,5$ คือ ช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ.2546-2550

$\lambda_i = \lambda_1, \lambda_2, \ldots\ldots, \lambda_n$ คือค่าคงที่ของสหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่ง

โดยที่

$\phi_0^t\left(x_j^t, y_j^t\right)$	คือ Distance function ของสหกรณ์ที่ j ในปีที่ t
$\phi_0^{t+1}\left(x_j^{t+1}, y_j^{t+1}\right)$	คือ Distance function ของสหกรณ์ที่ j ในปีที่ t+1
$\phi_0^{t+1}\left(x_j^t, y_j^t\right)$	คือ Distance function ของสหกรณ์ที่ j ในปีที่ t+1 และ t
$\phi_0^t\left(x_j^{t+1}, y_j^{t+1}\right)$	คือ Distance function ของสหกรณ์ที่ j ในปีที่ t และ t+1
ϕ	คือ ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม
y_j^{t+1}, y_j^t	คือ ผลผลิตในปีที่ t+1 และ t ตามลำดับ
$x_j^{t+1}, x_j^t,$	คือ ปัจจัยการผลิตในปีที่ t+1 และ t ตามลำดับ
$\sum_{j=1}^{n} y^{t+1}, \sum_{j=1}^{n} y^t$	คือ ผลรวมของผลผลิตในปีที่ t+1 และ t ตามลำดับ
$\sum_{j=1}^{n} x^{t+1}, \sum_{j=1}^{n} x^t$	คือ ผลรวมของปัจจัยการผลิตในปีที่ t+1 และ t ตามลำดับ

จากสมการหลักในแต่ละสหกรณ์ดังแสดงในสมการที่ (16) ถึงสมการที่ (19) ข้างต้น สามารถหาค่า Distance Function ได้ด้วยการใช้โปรแกรม DEAP Version 2.1 โดยค่าที่ได้ของ Distance function ในสมการที่ (16) และ (17) จะเป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพทางการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(efficiency change)ส่วนค่าที่ได้จากสมการที่ (18) และ (19) จะเป็นค่าที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (Technical change) หรือการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี จากนั้นนำค่าที่ได้ไปแทนลงในสูตรการคำนวณหาความเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพปัจจัยโดยรวม (ในสมการที่ (12)) ซึ่งจากสูตรการคำนวณจะทำให้ได้ค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยโดยรวม (TFP growth) ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแต่ละสหกรณ์โดยมิได้พิจารณาถึงการเพิ่มปัจจัยการผลิตเข้ามาเกี่ยวข้อง TFP index ที่ได้ถ้ามีค่ามากกว่า 1 ถือว่ามีระดับผลิตภาพที่เหมาะสมแต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 ต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มาแห่งผลิตภาพนั้นว่ามาจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพหรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีโดย ถ้าการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพ มากกว่าหรือเท่ากับ 1 หมายถึงมีประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ และถ้าน้อยกว่า 1 หมายถึงไม่มีประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ สำหรับค่าการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีนั้น เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า แต่ละ DMU นั้นมีระดับความก้าวหน้าทางทางเทคโนโลยีแตกต่างกันเป็นเท่าไร เช่น ในช่วงที่ศึกษาเปรียบเทียบเป็นรายปีของแต่ละ DMU สามารถนำมาเปรียบเทียบถึงความก้าวหน้าของแต่ละ DMU ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดโดยพิจารณา DMU ที่มีค่าสูงสุด กับค่าต่ำสุดว่ามีความห่างกันทางเทคโนโลยีซึ่งแสดงค่าเป็นร้อยละ

2.2.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

วิธีวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม DEA เป็นวิธีในการประมาณค่าประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ (relative efficiency) ของหน่วยผลิต (DMUs) ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิด (multiple inputs) เพื่อทำการผลิตผลผลิตหลายชนิด (multiple outputs) แบบจำลอง DEA จะทำการเปรียบเทียบค่าของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ได้จากการสังเกตของหน่วยผลิตต่างๆที่มีลักษณะหรือรูปแบบการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่เหมือนกัน แต่ในปริมาณที่ต่างกัน ส่งผลให้ค่าระดับประสิทธิภาพ technical efficiency (TE) ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่มีค่าแตกต่างกันไป

ในการวัดประสิทธิภาพของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ด้วยวิธีวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม DEA นั้น มีทั้งแบบจำลองตามข้อสมมติภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดแบบคงที่ (CRS) และแบบผันแปร (VRS) สามารถแบ่งย่อยได้อีกเป็น 2 แนวทาง คือ แบบจำลองที่มุ่งเน้นการปรับปรุงปัจจัยการผลิต (input – oriented model) และแบบจำลองที่มุ่งเน้นการปรับปรุงผลผลิต (output – oriented model) ในการวัดประสิทธิภาพการดำเนินธุรกิจของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ครั้งนี้ใช้แบบจำลองที่มุ่งเน้นการปรับปรุงผลผลิต เนื่องจากสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำธุรกิจและมีผลผลิตหลายๆอย่างในสหกรณ์เดียว ซึ่งหากสหกรณ์การเกษตรได้ทราบถึงประสิทธิภาพดังกล่าว ก็จะทำให้สหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ได้มุ่งส่งเสริมการเพิ่มผลผลิต(รายได้)ของสหกรณ์การเกษตรว่าควรมีการวางแผนหรือขยายธุรกิจของสหกรณ์ส่วนใดเพิ่มขึ้นเพื่อทำให้สหกรณ์การเกษตรมีรายได้เพิ่มขึ้น โดยจะทำการวัดค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (PTE) จากแบบจำลอง VRS ก่อน เพื่อวัดประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจของสหกรณ์การเกษตรภายใต้เงื่อนไขบังคับให้ผลตอบแทนต่อขนาดจากการขยายขนาดธุรกิจแบบผันแปรได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถบอกได้ว่า สหกรณ์การเกษตรแห่งใดมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานสูงสุด หรือมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงอย่างเต็มที่ (ค่า PTE = 1) และบอกได้ว่าสหกรณ์ที่มีประสิทธิภาพดังกล่าวมีผลตอบแทนต่อขนาดอยู่ในช่วงใด นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์จะแสดงแนวทางการปรับปรุงสหกรณ์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพว่า ควรเพิ่มผลผลิตปริมาณเท่าไร เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงอย่างเต็มที่ หลังจากวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริงจากแบบจำลอง VRS แล้ว จะทำการวัดค่าประสิทธิภาพทางเทคนิค (TE) ด้วยแบบจำลอง CRS เพื่อใช้ในการหาค่าดัชนีประสิทธิภาพต่อขนาด (SE) ต่อไป ซึ่งการมีประสิทธิภาพต่อขนาดอย่างเต็มที่ (ค่า SE = 1) จะแสดงถึง ขนาดการผลิตที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นขนาดธุรกิจที่เหมาะสม เนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเต็มความสามารถ

การศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินธุรกิจของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ครั้งนี้ มีการกำหนดแบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเป็นดังสมการที่ (20)

Output oriented DEA model

$$\text{Max}_{\phi,\lambda} \quad \phi_{jo}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{N}\lambda_j y_{ij} - \phi y_{ij_0} \geq 0 \qquad i = 1,\ldots,M$$

$$\sum_{j=1}^{N}\lambda_j x_{kj} - x_{kj_0} \leq 0 \qquad k = 1,\ldots,K \qquad (20)$$

$$\sum_{j=1}^{N}\lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots,N$$

โดยกำหนดให้ N = จำนวนของสหกรณ์การเกษตร

M = จำนวนผลผลิต

K = จำนวนปัจจัยการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

λ_j = การถ่วงน้ำหนักของสหกรณ์การเกษตรที่ j

y_{ij} = ผลผลิตที่ i ของสหกรณ์การเกษตรที่ j

x_{kj} = ปัจจัยการผลิตที่ k ของสหกรณ์การเกษตรที่ j

ϕ = ระดับประสิทธิภาพของหน่วยผลิตของสหกรณ์การเกษตรที่ต้องการทราบ

แบบจำลอง DEA เป็นการใช้ข้อมูลผลผลิต (y_{ij}) และปัจจัยการผลิต (x_{kj}) ของแต่ละหน่วยผลิตหรือสหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่ง นำมาพิจารณาเปรียบเทียบระดับความมีประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิต (relative efficiency) โดยแบบจำลอง DEA จะทำการประมาณค่าประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยผลิตในการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อผลิตผลผลิต โดยไม่คำนึงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างกันแต่จะพิจารณาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตและผลผลิต (λ) ซึ่งเป็นตัวกำหนดระดับประสิทธิภาพสูงสุดของ DMUs เป็นสำคัญเพื่อหาค่าระดับประสิทธิภาพ โดยค่าที่ได้สูงสุดไม่เกิน 1(100% efficiency) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานของหน่วยผลิตนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตอื่นๆที่ดำเนินธุรกิจเดียวกัน ค่าประสิทธิภาพ technical efficiency ที่ได้จากแบบจำลอง แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ ถ้าค่า technical efficiency เท่ากับ 1 จะหมายถึง หน่วยผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ และถ้าค่า technical efficiency น้อยกว่า 1 จะหมายถึง หน่วยผลิตไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ

ความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิตบอกให้ทราบว่า หน่วยผลิตนั้นๆมีการผลิตผลผลิตในปริมาณที่เท่ากับหน่วยผลิตอื่นที่มีประสิทธิภาพ แต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในจำนวนที่มากกว่า หรืออาจมีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่เท่ากัน แต่ได้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการหน่วยผลิตนั้นๆได้ตระหนักถึงสถานะของความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิตเมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่นๆ ทั้งนี้จากการวิเคราะห์จะได้ค่าประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency: SE) ซึ่งทำให้ทราบว่าหน่วยผลิตนั้นมีการดำเนินงานอยู่ในช่วงใด โดยค่าของประสิทธิภาพต่อขนาด (scale efficiency: SE) คือถ้าค่า SE เท่ากับ 1 แสดงว่าสหกรณ์การเกษตรมีการดำเนินงานอยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (constant return to scale) ซึ่งเป็นการดำเนินงานต่อขนาดที่เหมาะสมแล้ว แต่ถ้าหากค่า SE ไม่เท่ากับ 1 แสดงว่ายังดำเนินงาน ณ จุดที่ยังไม่เหมาะสม ซึ่งก็ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงขนาดการผลิตเพื่อให้มีการดำเนินงานต่อขนาดที่เหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาประสิทธิภาพการดำเนินธุรกิจของสหกรณ์การเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มด้วยกระบวนการประมาณค่าแบบ Malmquist TFP index ได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในส่วนผลผลิต คือ ผลผลิตของสหกรณ์การเกษตร ประกอบด้วยผลผลิต 5 ตัว ได้แก่ รายได้เฉพาะธุรกิจสินเชื่อ (Y_1) รายได้เฉพาะธุรกิจจัดหาสินค้ามาจำหน่าย (Y_2) รายได้เฉพาะธุรกิจรวบรวมผลิตผล (Y_3) รายได้เฉพาะธุรกิจแปรรูปผลิตผลการเกษตรและผลิตสินค้า (Y_4) และรายได้เฉพาะธุรกิจให้บริการและส่งเสริมการเกษตร (Y_5) ส่วนปัจจัยการผลิต คือ ต้นทุนของธุรกิจที่สหกรณ์การเกษตรใช้ในการดำเนินงาน ประกอบด้วยปัจจัยการผลิต 9 ตัว ได้แก่ ต้นทุนเฉพาะธุรกิจสินเชื่อ (X_1) ต้นทุนเฉพาะธุรกิจจัดหาสินค้ามาจำหน่าย (X_2) ต้นทุนเฉพาะธุรกิจรวบรวมผลิตผล (X_3) ต้นทุนเฉพาะธุรกิจแปรรูปผลิตผลการเกษตรและผลิตสินค้า (X_4) ต้นทุนเฉพาะธุรกิจให้บริการและส่งเสริมการเกษตร (X_5) ค่าใช้จ่ายดำเนินงานดอกเบี้ยจ่ายเงินฝาก (X_6) ค่าใช้จ่ายดำเนินงานเงินเดือนและค่าจ้าง (X_7) ค่าใช้จ่ายดำเนินงานอื่นๆ (X_8) และทุนดำเนินงาน (X_9) ซึ่งตัวแปรทั้งหมดมีมูลค่าหน่วยเป็นบาทและรวบรวมข้อมูลเมื่อผลการดำเนินงานสิ้นสุดในแต่ละปีบัญชีของสหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่ง

ส่วนการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มเพื่อทำการประเมินค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของสหกรณ์การเกษตรในปี พ.ศ. 2550 ต้องทำการปรับตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดทางเทคนิคการคำนวณในแบบจำลองที่เกิดจากตัวแปรมีค่าเท่ากับศูนย์จำนวนมาก จึงได้ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้ คือ ผลผลิตจำนวน 2 ตัว ประกอบด้วย รายได้ธุรกิจสินเชื่อและรายได้ธุรกิจอื่น (เป็นผลรวมของรายได้ธุรกิจจัดหาสินค้ามาจำหน่าย รายได้ธุรกิจรวบรวมผลิตผล รายได้ธุรกิจแปรรูปผลิตผลการเกษตรและผลิตสินค้า และรายได้ธุรกิจให้บริการและส่งเสริมการเกษตร) และใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตจำนวน 6 ตัว ประกอบด้วย ต้นทุนธุรกิจสินเชื่อ ต้นทุนธุรกิจอื่น (เป็นผลรวมของต้นทุนธุรกิจจัดหาสินค้ามาจำหน่าย ต้นทุนธุรกิจรวบรวมผลิตผล ต้นทุนธุรกิจแปรรูปผลิตผลการเกษตรและผลิตสินค้า และต้นทุนธุรกิจให้บริการและส่งเสริมการเกษตร) ค่าใช้จ่ายดำเนินงานดอกเบี้ยจ่ายเงินฝาก ค่าใช้จ่ายดำเนินงานเงินเดือนและค่าจ้าง ค่าใช้จ่ายดำเนินงานอื่นๆและทุนดำเนินงาน ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรทั้งหมดมีมูลค่าหน่วยเป็นบาทและรวบรวมข้อมูลเมื่อผลการดำเนินงานสิ้นสุดในแต่ละปีบัญชี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved