บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเรื่องต้นทุน ประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนรัฐบาลและเอกชน และการมีส่วนช่วยของการศึกษาต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจนี้ ได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัยออกเป็น 5 หัวข้อคือ 3.1 แนวคิดทางด้านประสิทธิภาพ 3.2 วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ วิธีการที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) วิธีการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach) 3.3 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา 3.4 แบบจำลองเชิงประจักษ์ และ3.5 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1 แนวคิดทางด้านประสิทธิภาพ

Farrell (1957: 253-254) กล่าวว่าประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) และประสิทธิภาพทางราคา (Allocative Efficiency) และเมื่อนำทั้งสองส่วนมารวมกันจะเรียกว่าประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Efficiency)

ประสิทธิภาพทางเทคนิค เป็นแนวคิดทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Concept) ซึ่งหน่วยการผลิตหนึ่งๆ จะมีประสิทธิภาพทางเทคนิคมากกว่าหน่วยการผลิตอื่น ถ้าหากหน่วยการผลิตนั้นทำการผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่เท่ากัน แต่ให้ปริมาณผลผลิตที่มากกว่า กล่าวคือประสิทธิภาพทางเทคนิคจะบ่งบอกถึงความสามารถของหน่วยการผลิตที่ทำให้ได้รับผลผลิตสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง หรือการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำสุดในการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่ง ซึ่งประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ทางเทคนิค (Technical Knowledge) ความตั้งใจ (Will) ความพยายาม (Effort) และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาวะภูมิอากาศ ความหลากหลายของเครื่องจักร หรือ แรงงาน เป็นต้น

ส่วนประสิทธิภาพทางราคา เป็นแนวคิดทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Concept) โดยหน่วยการผลิตจะมีประสิทธิภาพทางราคาก็ต่อเมื่อหน่วยการผลิตนั้นทำการผลิต ณ จุดที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด และในทางกลับกันหากหน่วยการผลิตนั้นไม่ได้ผลิต ณ จุดที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดก็จะไม่มีประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือประสิทธิภาพทางราคาจะบ่งบอกถึงความสามารถของหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

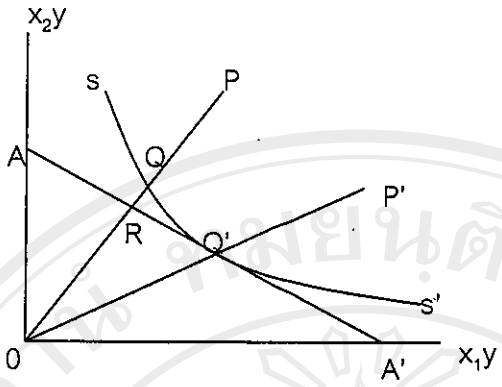
การผลิตในการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร และนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุด

การวัดประสิทธิภาพแบ่งพิจารณาเป็น 2 แนวทาง คือ 1) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures) และ 2) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output-Orientated Measures) (Coelli, *et al.*, 1998)

1) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures)

สมมติให้หน่วยการผลิตทำการผลิตผลผลิต 1 ชนิด โดยใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด ภายใต้เงื่อนไขผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale) พิจารณาในรูป 3.1 แสดงให้เห็นถึงเส้นผลผลิตเท่ากันและการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค ประสิทธิภาพทางราคา และประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ โดยกำหนดให้ ss' คือเส้นผลผลิตเท่ากันต่อหน่วย (Unit Isoquant) ซึ่งแสดงถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดที่ทำให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ถ้าให้หน่วยการผลิตทำการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งโดยใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ P หมายความว่าหน่วยการผลิตไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต เนื่องจาก P เป็นสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสองชนิดอย่างไม่เหมาะสม นั่นคือความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยการผลิตสามารถแสดงได้โดยระยะทางเท่ากับ QP ซึ่งเป็นจำนวนที่แสดงถึงสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้โดยที่ปริมาณผลผลิตยังคงเท่าเดิม หรือหากเขียนในรูปของอัตราส่วนจะได้ว่า ประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด P มีค่าเท่ากับ OQ/OP ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ดังนั้นหากอัตราส่วนมีค่าเท่ากับ 0.7 หมายความว่าประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากับร้อยละ 70 (ถ้าประสิทธิภาพทางเทคนิคมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าหน่วยการผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ในทางกลับกันหากมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าหน่วยการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพทางเทคนิค) หากพิจารณาที่จุด Q จะเห็นว่าหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจาก Q อยู่บนเส้น ss' ซึ่งเป็นสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดอย่างเหมาะสม ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด Q เท่ากับ OQ/OQ หรือ มีค่าเท่ากับ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



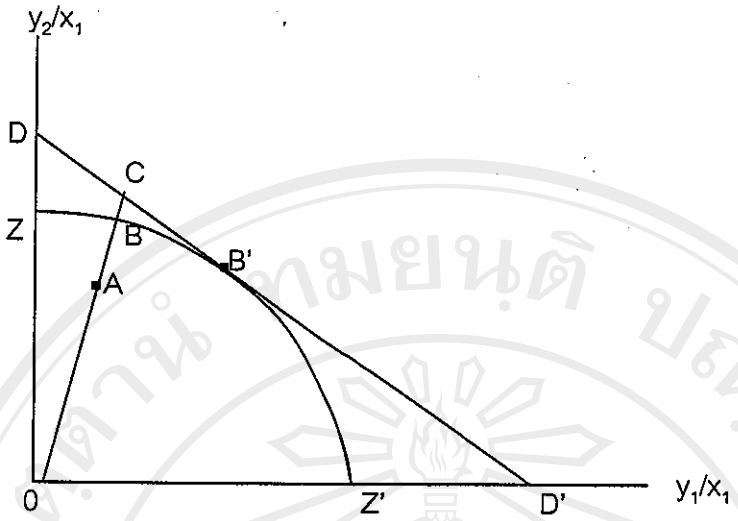
รูป 3.1 การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input – Orientated Measures)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้ปัจจัยการผลิตที่จุด Q จะมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ปรากฏว่าที่จุด Q นี้เป็นจุดที่ไม่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ดีในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด แต่จุดที่มีประสิทธิภาพทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านราคา คือจุด Q' ถ้าให้อัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิตแทนค่าด้วยความชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน AA' (Isocost Line) ประสิทธิภาพทางราคาของหน่วยการผลิตที่ทำการผลิต ณ จุด P จะมีค่าเท่ากับ OR/OQ หรือมีความไม่มีประสิทธิภาพทางราคาเท่ากับระยะทาง RQ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพโดยรวมของจุด P มีค่าเท่ากับผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือ (OQ/OP) * (OR/OQ) = (OR/OP) โดยที่ระยะ RP คือจำนวนต้นทุนการผลิตที่ควรลดลงเพื่อให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

2) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output – Orientated Measures)

ให้หน่วยการผลิตทำการผลิตผลผลิต 2 ชนิด คือ y_1 และ y_2 โดยใช้ปัจจัยการผลิตเพียง 1 ชนิด คือ x_1 กำหนดให้เส้น zz' คือเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Curve) ซึ่งแสดงถึงระดับผลผลิตแต่ละชนิดที่สามารถผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ x_1 (ขอบเขตสูงสุดของระดับผลผลิตที่สามารถผลิตได้) จากรูป 3.2 หากผลิตที่จุด B หมายความว่าหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพในการผลิต เนื่องจาก ณ จุด B นั้นเป็นจุดที่มีสัดส่วนของผลผลิตที่ได้รับสูงสุดภายใต้การใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน เพราะอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตที่เป็นไปได้ ซึ่งทุกจุดที่อยู่บนเส้น zz' ถือว่ามีประสิทธิภาพทางเทคนิค และถ้าทำการผลิตที่จุด A หน่วยการผลิตจะไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากจุด A อยู่ใต้เส้น zz' ระยะ AB จะแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค และหากวัดเป็นอัตราส่วนจะมีค่าเท่ากับ OA/OB

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

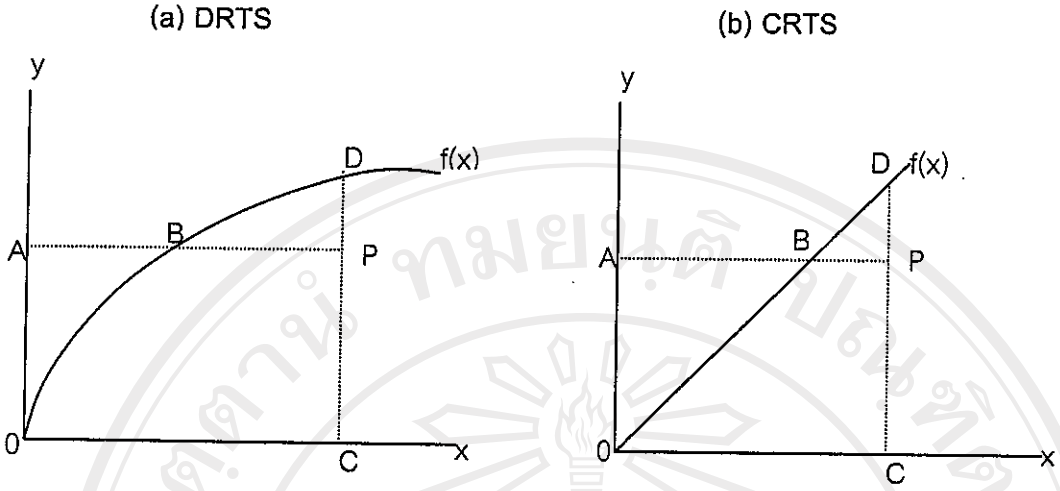


รูป 3.2 การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output – Orientated Measures)

ถึงแม้ว่าจุด B เป็นจุดที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ก็ไม่ได้เป็นจุดที่หน่วยการผลิตเกิดรายรับสูงสุดในทางเศรษฐศาสตร์ แต่จุดที่มีประสิทธิภาพทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านราคา คือจุด B' เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่บนเส้นความเป็นไปได้ในการผลิตและสัมผัสกับเส้น Isorevenue (DD') กำหนดให้อัตราส่วนของรายรับแทนค่าด้วยความชันของเส้น DD' (Isorevenue Line) ผลผลิตที่ดีที่สุดตามอัตราส่วนของรายรับก็คือ จุด C ซึ่งมีประสิทธิภาพทางราคาเท่ากับ OB/OC ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าเท่ากับผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือ (OA/OB) * (OB/OC) = OA/OC

ความแตกต่างของการวัดประสิทธิภาพทั้งสองอย่าง คือการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตแสดงให้เห็นถึงระดับปัจจัยการผลิตที่สามารถลดปริมาณการใช้ลงโดยที่หน่วยการผลิตยังคงผลิตผลผลิตได้เท่าเดิมเพื่อให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน สามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างเหมาะสม ส่วนการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิตนั้นจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณของผลผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถขยายหรือทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยไม่เพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต หรือสามารถอธิบายได้โดยรูป 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.3 การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิต

สมมติให้มีปัจจัยการผลิต 1 ชนิดคือ x และผลผลิต 1 ชนิดคือ y จากรูป 3.3(a) ให้ f(x) เป็นการผลิตภายใต้เทคโนโลยีแบบผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale: DRTS) และจุด P แสดงถึงการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับ AB/AP ในขณะที่ประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิตมีค่าเท่ากับ CP/CD อย่างไรก็ตาม การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคทั้ง 2 ทางข้างต้นจะมีค่าเท่ากันก็ต่อเมื่อ f(x) เป็นการผลิตภายใต้เทคโนโลยีแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale : CRTS) ซึ่งจะเห็นได้จากรูป 3.3(b) จะได้ว่า AB/AP = CP/CD

3.2 วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา

วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือวิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติ นั่นคือจะไม่มีการประมาณสมการการผลิตขึ้นโดยตรง วิธีนี้มีแนวทางการวิเคราะห์ 2 แนวทาง คือวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) และวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH) ส่วนอีกวิธีหนึ่ง ได้แก่ วิธีที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach) โดยอาศัยการประมาณค่าสมการพรมแดนโดยวิธีการถดถอย (Regression Approach)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

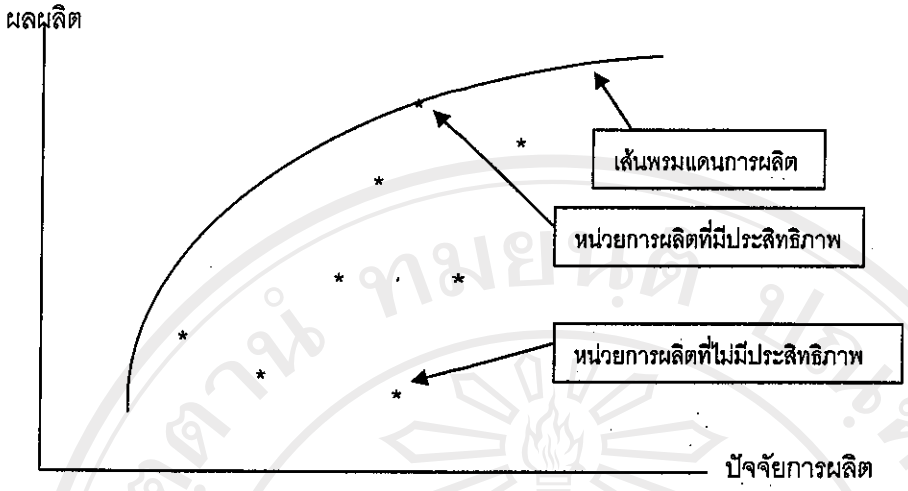
3.2.1 **วิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์** (Non-parametric Approach)

วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาโดยวิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์มี 2 วิธี คือวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) และวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH)

1) **วิธี Data Envelopment Analysis (DEA)**

Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นวิธีที่ใช้หาประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต คือเป็นการเปรียบเทียบหน่วยการผลิตแต่ละหน่วยกับหน่วยการผลิตที่ดีที่สุดหรือมีประสิทธิภาพ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพโดยวิธีนี้ถือเป็นวิธีการในการประเมินผลการดำเนินงานของหน่วยการผลิตใดหน่วยการผลิตหนึ่ง โดยหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาจะถูกเรียกว่า Decision Making Unit หรือ DMU หน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาจะต้องเป็นหน่วยการผลิตที่มีลักษณะเดียวกัน มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมือนกัน การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพื่อหาตัวอย่างที่เป็นหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษา กล่าวคือ DEA ทำให้ทราบว่าหน่วยการผลิตใดเป็นหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสามารถที่จะอธิบาย ชี้แจงความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตอื่นๆ ได้โดยที่ค่าประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยการผลิตจะถูกคำนวณออกมาในรูปของค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Scores) ค่าประสิทธิภาพนี้ชี้วัดถึงระดับสัดส่วนของผลผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถขยายหรือเพิ่มได้โดยยังคงใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรือในทางกลับกันสามารถใช้บอกถึงสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่หน่วยการผลิตควรลดลงเพื่อให้หน่วยการผลิตดำเนินไปถึงจุดที่มีประสิทธิภาพโดยที่ผลผลิตที่ได้รับนั้นยังคงเท่าเดิม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของหน่วยการผลิตในด้านการจัดการทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและยังได้รับผลผลิตสูงสุดอีกด้วย เส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ของฟังก์ชันการผลิตสำหรับหน่วยการผลิตหนึ่งเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ได้รับ หน่วยการผลิตที่มีผลประกอบการที่มีประสิทธิภาพจะอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (Best Practice Frontier) ส่วนหน่วยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพจะอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต ดังแสดงในรูป 3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

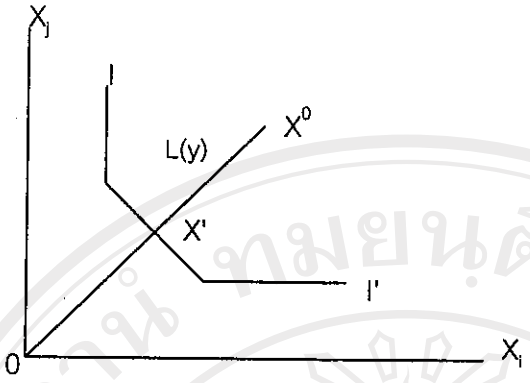


รูป 3.4 เส้นพรมแดนการผลิตจากการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA)

จากภาพ แกนนอนคือ ระดับปัจจัยการผลิตที่ใช้ แกนตั้งคือ ระดับผลผลิตที่ได้รับ แต่ละจุด คือผลประกอบการของแต่ละหน่วยการผลิต (Decision Making Unit : DMU) ถ้าลากเส้นเชื่อมต่อจะได้เส้นพรมแดนที่แสดงถึงการผลิตที่เป็นไปได้ของหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาทั้งหมด โดยหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1 และยิ่งหน่วยการผลิตอยู่ห่างจากเส้นพรมแดนเท่าใดแสดงให้เห็นว่าหน่วยการผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

การใช้ Data Envelopment Analysis (DEA) ในการหาประสิทธิภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น ด้านสุขภาพ (Health Care) ด้านการศึกษา (Education) ด้านการธนาคาร (Banks) ด้านการผลิต (Manufacturing) Benchmarking การประเมินด้านการจัดการ (Management Evaluation) ร้านอาหารฟาสฟูด (Fastfood Restaurants) ร้านค้าขายปลีก (Retail Stores) เป็นต้น (Trick,1996) สำหรับการใช้ DEA ในด้านการศึกษานั้นเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพการจัดการศึกษา คือศึกษาว่าจะจัดการศึกษาเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุดอย่างไรโดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด ซึ่งคล้ายกับการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) โดยการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นเป็นการคำนวณปริมาณผลผลิตที่ได้รับจริงจากระบบการศึกษาเปรียบเทียบกับปริมาณปัจจัยการผลิตที่ถูกนำมาใช้ที่มีค่าต่ำสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.5 แนวความคิดในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค
ที่มา: Waldo (2001)

จากรูป 3.5 อธิบายถึงแนวคิดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยสมมติว่าผู้ผลิตหรือเจ้าของโรงเรียนแต่ละรายนั้นได้มาซึ่งปริมาณผลผลิตจากการศึกษาในระดับที่เท่ากัน คือ y อันเป็นผลมาจากการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (ปัจจัยการศึกษา) คือ X_i และ X_j สมมติว่าปัจจัยดังกล่าวนั้น คือปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุน ตามลำดับ ถ้าหากว่าฟังก์ชันการผลิต (X_i ,X_j,y) สามารถเกิดขึ้นได้จริง ปัจจัยการผลิตชุดดังกล่าวเป็นชุดของปัจจัย L(y) โดย L(y) แทนทุกสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถนำมาทำการผลิตปริมาณผลผลิต y ได้ เส้นผลผลิตเท่ากัน II' แสดงถึงปริมาณผลผลิตระดับใดๆ ที่แน่นอนของผลผลิตการศึกษาที่ได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่างๆ ซึ่งแตกต่างกัน และในที่นี้เรียกเส้นผลผลิตเท่ากันว่าเส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ปริมาณผลผลิตต่อหน่วยปัจจัยการผลิตที่ใช้ใดๆ ที่อยู่บนเส้น II' ถือว่าเป็นกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด ดังนั้น ปริมาณผลผลิต X' ในรูป 3.5 จึงเป็นปริมาณผลผลิตที่ทำการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเนื่องจากสามารถผลิตผลผลิตออกมาได้ปริมาณเท่าเดิมแต่มีการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า ในขณะที่ปริมาณผลผลิต X^0 นั้นเป็นปริมาณผลผลิตที่ทำการผลิตอย่างไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเนื่องจากมีการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตทั้งปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุนมากกว่าเดิมแต่ได้มาซึ่งปริมาณผลผลิต (y) ในปริมาณเท่ากัน อย่างไรก็ตาม วิธีการ DEA สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีมีหน่วยการผลิตเท่ากับ K หน่วย มีปัจจัยการผลิตเท่ากับ N ชนิด และมีผลผลิตจำนวน M ชนิด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ (3.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$F_i(y,x) = \min \{\lambda : \lambda x \in L(y)\}$ (3.1)

โดย L(y) คือ เซตของเวคเตอร์ปัจจัยการผลิตทั้งหมด (x) ซึ่งสามารถผลิตเวคเตอร์ผลผลิต (y)นั่นคือ L(y) = {x : x can produce y}

$F_i(y,x)$ คือ distance function

โดยสามารถคำนวณค่าสำหรับหน่วยการผลิตที่ j ที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ ได้ดังนี้คือ

$$F_i(y_j, x_j / S) = \min \lambda_j$$

Subject to

$$\sum_{k=1}^{K} z_k y_{mk} \geq y_{mj}, m = 1,..., M$$

$$\sum_{k=1}^{K} z_k x_{nk} \leq \lambda x_{nj}, n = 1,..., N \qquad (3.2)$$

$$\sum_{k=1}^{K} z_k = 1, z_k \geq 0, k = 1,..., K$$

โดย S คือ การแยกกันระหว่างปัจจัยการผลิตและนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต โดยไม่ทำให้เกิดการลดลงของผลผลิต

λ_j คือ ค่าประสิทธิภาพ(Efficiency Scores) ของหน่วยการผลิตที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ (j)

z_k คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยการผลิตและผลผลิตของโรงเรียนที่ k

y_{mk} คือ ระดับของผลผลิตที่ m ของโรงเรียนที่ k

y_{mj} คือ ระดับของผลผลิตที่ m ของโรงเรียนที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

x_{nk} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของโรงเรียนที่ k

x_{nj} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของโรงเรียนที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นการวิเคราะห์ที่ต้องอาศัยเทคนิคโปรแกรมคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Programming) ในการสร้างสมการพรมแดนการผลิตเพื่อช่วยวิเคราะห์ความมีประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยจะสร้างเทคโนโลยีการผลิตแบบเชิงเส้น (Piecewise Linear Production Technology) จากข้อมูลปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่สำรวจมาได้โดยปราศจากการสมมติความสัมพันธ์ของฟังก์ชันระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต ซึ่งเส้นพรมแดนการผลิตที่ได้จะแสดงถึงพื้นที่ห่อหุ้มสำหรับหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาทั้งหมด จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำไปใช้คำนวณค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Scores) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสัดส่วนของผลผลิตที่สามารถจะเพิ่มขึ้นได้โดยไม่ทำให้ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น หรือสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่หน่วยการผลิตต้องลดปริมาณการใช้ลงแต่ผลผลิตที่ได้รับนั้นยังคงเท่าเดิมโดยที่ค่าประสิทธิภาพจะมีค่าระหว่าง 0 และ 1 ถ้าค่าประสิทธิภาพมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่ามีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณมากแต่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณเท่าเดิม แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าผลผลิตที่ได้มีปริมาณเท่าเดิมแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่น้อยลง

วิธี DEA เป็นวิธีการที่สามารถจัดการกับข้อมูลที่ประกอบด้วยปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ และไม่จำเป็นต้องกำหนดสมมติฐานและรูปแบบสมการที่อยู่เบื้องหลังสมการพรมแดนการผลิต ซึ่งถือเป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ได้สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถที่จะแยกหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพและหน่วยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพออกจากกันได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) ยังมีจุดอ่อน คือแบบจำลองที่กำหนดขึ้นมักไม่มีลักษณะเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic) ดังนั้นแบบจำลองจึงมีความไหวตัวต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อมูลมากกว่าวิธีอื่น อีกทั้งยังเป็นวิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทำให้ยากต่อการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

2) **วิธี** Free Disposal Hull Analysis (FDH)

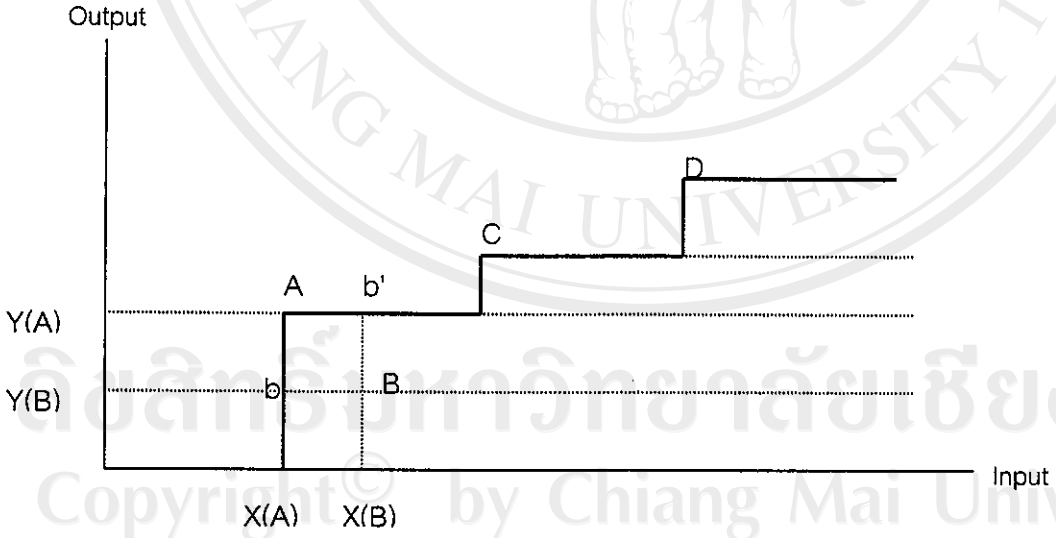
วิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH) เป็นการประเมินประสิทธิภาพที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการจัดลำดับชั้นประสิทธิภาพของผู้ผลิตโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์หรือผลได้ (Performance) กับเส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ที่แสดงถึงการจัดการที่ดีที่สุด (Best Practice) วิธีนี้มีข้อสมมติฐาน คือปัจจัยการผลิตและผลผลิตสามารถแยกออกจากกันได้ (Freely Dispose of) ซึ่งสมมติฐานดังกล่าวนี้ให้ความหมายว่าภายใต้ระดับเทคโนโลยีการผลิตเดียวกันเส้นพรมแดนการผลิตสามารถสร้างได้โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเชื่อมโยงเส้นผ่านจุดต่างๆ ที่แสดงถึงระดับปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้ระดับผลผลิตสูงสุด นั่นคือ ระดับความมีประสิทธิภาพสูงสุดนั่นเอง

วิธี FDH สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา โดยทำการศึกษาว่าระบบการศึกษาที่กำลังพิจารณานั้นสามารถนำเอาปัจจัยการผลิตมาใช้และได้มาซึ่งผลลัพธ์หรือผลได้ทางการศึกษาที่ดี มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้วิธี FDH ยังสามารถใช้ในการจัดลำดับความมีประสิทธิภาพของผู้ดำเนินการจัดการศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางการศึกษาแต่ละคนจากเส้นพรมแดนการผลิต

หลักการในการวิเคราะห์วิธี FDH คือขั้นแรกสร้างสมการพรมแดนการผลิตขึ้นมาก่อน ซึ่งแสดงถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตของแต่ละหน่วยการผลิตที่นำมาซึ่งระดับผลผลิตทางการศึกษาสูงสุด ดังนั้นหลังจากที่สมการพรมแดนการผลิตถูกสร้างขึ้นแล้ว สมการดังกล่าวสามารถนำมาชี้วัดได้ว่าผู้ดำเนินการจัดการศึกษาแต่ละรายมีความไม่มีประสิทธิภาพมากน้อยกว่ากันเพียงไร สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าระดับปัจจัยการศึกษาที่นำเข้าไปในระบบการศึกษาที่กำหนดขึ้นมานั้นจะได้ผลลัพธ์สูงสุดเท่าใด ซึ่งผู้ดำเนินการจัดการศึกษาที่มีผลลัพธ์ทางการศึกษาที่ต่ำกว่าผลลัพธ์ทางการศึกษาที่อยู่บนสมการพรมแดนการผลิตเป็นผู้มีประสิทธิภาพการผลิตหรือมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ต่ำกว่า



รูป 3.6 สมการพรมแดนความเป็นไปได้ในการผลิตแบบ Free Disposal Hull (FDH)
ที่มา: Sanjeer; Honjo and Verhoeven (1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูป 3.6 แสดงถึงกรอบแนวคิดของวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH) ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิต 1 ชนิด (X) และมีผลผลิต 1 ชนิด (Y) และสมมติให้มีหน่วยการผลิตหรือหน่วยการศึกษา 4 หน่วย คือ A , B , C ,และ D ขั้นแรกของการวิเคราะห์ FDH คือการสร้างเส้นพรมแดนการผลิตบนพื้นฐานของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นได้ว่าผู้ผลิต A, C และ D ต่างเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผู้ผลิตแต่ละคนอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตเหมือนกัน แม้ว่าโดยเปรียบเทียบแล้วปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต D จะมีค่ามากกว่าของผู้ผลิต C และปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต C มากกว่าของผู้ผลิต A ก็ตาม แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้มากกว่าของผู้ผลิต D นั้นกลับจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่มากกว่าตามไปด้วย ส่วนผู้ผลิต B นั้นเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าผู้ผลิตรายอื่นๆ อย่างชัดเจน ขณะเดียวกันผู้ผลิต B เป็นผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพด้วยเนื่องจากปริมาณปัจจัยการผลิตที่ใช้เท่ากันนั้น ผู้ผลิต A สามารถนำมาสร้างปริมาณผลผลิตได้ในปริมาณที่มากกว่าที่ผู้ผลิต B สร้างขึ้น หรือในระดับปริมาณผลผลิตที่ต้องการเท่ากัน ผู้ผลิต A สามารถใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า จากการที่มีสมมติฐานที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิตแยกออกจากกันได้นั้น (Sanjeer, *et al.*,1997) สามารถทำการสร้างเส้นพรมแดนการผลิตโดยการเชื่อมโยงเส้นผ่านจุดต่างๆ ที่แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่มีระดับความมีประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการ FDH ให้กรอบแนวคิดในการวัดค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) และค่าความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (Output Efficiency Scores) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0 ของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นแกนในแนวนอนไปจนถึงค่า 1 สำหรับผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต

ค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) ชี้ให้เห็นว่าปริมาณปัจจัยการผลิตที่ถูกใช้โดยผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพสามารถลดลงได้อีกเท่าไรเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตเท่าเดิมหรือมากกว่า จากรูป 3.6 นั้นค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) ของหน่วยการผลิต B สามารถวัดได้โดยมีค่าเท่ากับ X(A)/X(B) ส่วนค่าความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (Output Efficiency Scores) นั้นชี้ให้เห็นถึงปริมาณผลผลิตที่สามารถผลิตเพิ่มขึ้นได้จากการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตเท่าเดิมหรืออาจใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตที่น้อยกว่า จากรูปค่าความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (Output Efficiency Scores) ของผู้ผลิต B หาค่าได้โดยมีค่าเท่ากับ Y(B)/Y(A) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติวิธีการ FDH สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ด้วย

วิธี FDH เป็นวิธีที่อยู่ในแนวคิดทางทฤษฎีของประสิทธิภาพ นั่นคือการผลิตผลผลิตให้ได้ปริมาณมากที่สุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด สามารถใช้ศึกษาในกรณีที่มีปัจจัยการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และผลผลิตหลายชนิดได้ นอกจากนี้ยังไม่ต้องกำหนดรูปแบบสมการพรมแดนการผลิตขึ้นล่วงหน้า เนื่องจากการศึกษาประสิทธิภาพที่ผ่านมาโดยอาศัยการประมาณสมการพรมแดนการผลิตยังไม่มีข้อตกลงชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบของสมการพรมแดนการผลิตที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม วิธี FDH ยังมีจุดอ่อน คือค่อนข้างไหวตัวต่อค่าสังเกตที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด หรือค่าข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) มากกว่าวิธีการแบบ Non-Parametric แบบอื่น นอกจากนี้การที่ไม่ต้องกำหนดข้อจำกัดในเรื่องรูปแบบสมการพรมแดนการผลิตทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่สมการพรมแดนการผลิตที่ประมาณได้มาจากค่าข้อมูลซึ่งมีจำนวนน้อยเกินไป ($n<30$) ทำให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลทำให้วิธีนี้มีความสามารถลดลงในการชี้ให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพและความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ดำเนินการจัดการการศึกษา

3.2.2 **วิธีที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์** (Parametric Approach)

วิธีการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นการประมาณค่าสมการพรมแดนการผลิตโดยอาศัยวิธีการถดถอย (Regression Approach) ซึ่งวิธีการถดถอยมีวัตถุประสงค์ คือประมาณหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งจากตัวแปรอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ โดยจะต้องมีการกำหนดหรือทราบค่าตัวแปรอื่นๆ ล่วงหน้า ในการประมาณสมการพรมแดนการผลิตต้องมีการสมมติสมการการผลิตให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะ เช่น แบบ Cobb-Douglas แบบ Translog Production Function เป็นต้น การศึกษาโดยวิธีนี้มีข้อสมมติเกี่ยวกับรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวคลาดเคลื่อน u และตัวแปรอื่น ได้แก่

1) u เป็นตัวแปรสุ่มที่แท้จริงและมีการแจกแจงปกติ
2) ค่าเฉลี่ยของ u มีค่าเท่ากับศูนย์ หรือ $E(u) = 0$
3) ค่าความแปรปรวนของ u คงที่ สำหรับค่าสังเกตทุกค่าของ X หรือ $E(u^2) = \sigma^2$
4) ตัวแปรสุ่ม u_i และ u_j เป็นอิสระต่อกัน สำหรับค่า $i \neq j$ หรือ $E(u_iu_j) = 0$
5) ตัวแปร X เป็นกลุ่มค่าคงที่ นั่นคือ X มีค่าได้หลายค่า
6) ขนาดของตัวอย่าง (n) จะต้องมากกว่าจำนวนตัวแปรอิสระที่จะนำมาใช้ (k)
7) ตัวแปรอิสระทุกตัวจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างเด็ดขาด (No Multicollinearity)

กำหนดให้สมการพรมแดนการผลิตอยู่ในรูปแบบทั่วไป ดังนี้

$$EDOUT_t = F(EDINP_1, EDINP_2, EDINP_3, e) \qquad (3.3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดย $EDOUT_t$ คือ ผลผลิตของระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ t ได้แก่ จำนวนนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาหรือระดับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

$EDINP_i$ คือ ปัจจัยนำเข้าในระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ t โดยที่ i = 1, 2, 3

$EDINP_1$ คือ จำนวน คุณภาพครูผู้สอน

$EDINP_2$ คือ มูลค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเรียนการสอน

$EDINP_3$ คือ ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียนและระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

เมื่อเขียนออกมาในรูปของ Linear Function และเขียนในรูปของ Translog Function ได้ดังนี้

$$EDOUT_t = \beta_0 + \beta_1 EDINP_{1t} + \beta_2 EDINP_{2t} + \beta_3 EDINP_{3t} + e_t \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} LnEDOUT_t = {} & \beta_0 + \beta_1 LnEDINP_{1t} + \beta_2 LnEDINP_{2t} + \beta_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \beta_{11}(LnEDINP_{1t})^2 + \beta_{22}(LnEDINP_{2t})^2 + \beta_{33}(LnEDINP_{3t})^2 \\ & + \beta_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \beta_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \beta_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) + e_t \end{aligned} \quad (3.5)$$

ถ้ากำหนดให้ $\hat{Y}_t$ คือ ตัวประมาณค่าของ $LnEDOUT_t$ สมการคาดคะเนของ $LnEDOUT_t$ คือ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 LnEDINP_{1t} + \hat{\beta}_2 LnEDINP_{2t} + \hat{\beta}_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \hat{\beta}_{11}(LnEDINP_{1t})^2 + \hat{\beta}_{22}(LnEDINP_{2t})^2 + \hat{\beta}_{33}(LnEDINP_{3t})^2 \\ & + \hat{\beta}_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \hat{\beta}_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \hat{\beta}_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) \end{aligned} \quad (3.6)$$

อย่างไรก็ตาม การศึกษาโดยใช้วิธีนี้อาจทำให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์ได้คือ 1. ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) มักเกิดกับข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งมีสาเหตุมาจากตัวแปรทางด้านเศรษฐศาสตร์มีแนวโน้มเคลื่อนไหวไปด้วยกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งและการใช้ตัวแปรในอดีตเป็นตัวแปรอิสระ 2.ปัญหาค่าความแปรปรวนของตัวคลาดเคลื่อนไม่คงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Heteroscedasticity) ปัญหานี้มักเกิดกับข้อมูลภาคตัดขวาง 3.ปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อน (Autocorrelation) มักเกิดกับข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนคือ การละเว้นตัวแปรอิสระบางตัว การกำหนดแบบจำลองผิด และการนำเอาตัวแปรในอดีตมาใช้

ข้อดีของวิธีการถดถอย คือวิธีนี้มีส่วนสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ คือการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ สามารถใช้ได้กับตัวแปรอิสระจำนวนหรือประเภทใดก็ได้ และยังเป็นวิธีที่ใช้วิธีการทางสถิติหลายวิธีในการพิจารณาแปลความหมายข้อมูล เช่น วัดความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในข้อมูลระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ค่า R^2 ใช้ในการคาดคะเนอัตราส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตาม นอกจากนั้นการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ F ช่วยให้ศึกษาความแตกต่างในค่าของ R^2 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ยังมีจุดอ่อน คือผู้วิจัยอาจมีแนวโน้มที่จะโยนตัวแปรอิสระทั้งหมดที่ต้องการศึกษาหรือต้องการเลือกให้กับวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโดยไม่มีการเลือกสรรตัวแปรอิสระเหล่านั้นก่อน ข้อคิดในที่นี้ คือ ก่อนที่ผู้วิจัยจะใช้ตัวแปรอิสระจำนวนมากเพื่อการวิเคราะห์ควรพยายามลดจำนวนตัวแปรอิสระนั้นลงโดยอาศัยหลักทางทฤษฎีหรือวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบเข้าช่วย จุดอ่อนประการที่ 2 คือ ความไม่เที่ยง (Unreliability) ของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) เมื่อมีการนำตัวแปรอิสระเข้าในสมการถดถอย ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยดังกล่าวจะไม่คงที่และจะเปลี่ยนไปตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ

3.3 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะทำการศึกษาโดยใช้วิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นเครื่องมือในการประมาณการ ที่อาศัยวิธี Data Envelopment Analysis หรือ DEA เนื่องจากวิธีนี้สามารถใช้ในกรณีที่กระบวนการผลิตมีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ อีกทั้งยังเป็นวิธีที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้สะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดสมมติฐานและรูปแบบสมการที่อยู่เบื้องหลังสมการพรมแดนการผลิตซึ่งเป็นการลดข้อจำกัดเบื้องต้นของการศึกษาได้เป็นอย่างมาก ในขณะที่วิธีแบบมีการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นต้องทำการทดสอบเพื่อหารูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมก่อนที่จะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียนและการมีส่วนช่วยของการศึกษาที่มีต่อระบบเศรษฐกิจเป็นการวิเคราะห์โดยใช้สมการการผลิต (Production Function) ซึ่งเป็นรูปแบบของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการการผลิตทางคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่ใช้กับปริมาณผลผลิตที่ได้รับมีหลายรูปแบบ เช่น Cobb-Douglas Function, Linear Function, Translog Function, Constant Elasticity of Substitution (CES) Function เป็นต้น โดยการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียนจะใช้สมการการผลิตแบบยกกำลังสอง (Quadratic Function) เนื่องจากตัวแปรอิสระที่ใช้ศึกษาไม่ได้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในเชิงเส้นตรงเท่านั้น แต่ยังมีความสัมพันธ์ในรูปของยกกำลังสอง ส่วนการมีส่วนช่วยของการศึกษาต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจจะใช้สมการการผลิตแบบ Translog เนื่องจากเป็นรูปแบบสมการที่มีลักษณะยืดหยุ่นมากที่สุด (Coelli, *et al.*,1998) อีกทั้งยังไม่ได้กำหนดข้อจำกัดในด้านคุณสมบัติเหมือนสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ที่มีข้อจำกัดว่าความยืดหยุ่นทางการผลิต (Production Elasticity) มีค่าคงที่ และค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน (Elasticity of Substitution) ระหว่างปัจจัยการผลิตมีค่าเท่ากับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม สมการการผลิตแบบ Translog ก็มีข้อบกพร่อง คือเป็นสมการการผลิตที่มีรูปแบบซับซ้อนกว่าแบบ Cobb-Douglas อีกทั้งการแปลความหมายของสัมประสิทธิ์ตัว Interaction Terms ทำได้ลำบากหรืออธิบายไม่ได้ และอาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับ Degrees of Freedom และ Multicollinearity ได้หากใช้ข้อมูลมากเกินไป

3.4 แบบจำลองเชิงประจักษ์

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 3 แบบจำลองคือ 1) แบบจำลองที่ใช้ศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค 2) แบบจำลองที่ใช้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน และ 3) แบบจำลองที่ใช้ศึกษาการมีส่วนช่วยของการศึกษาต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจ

3.4.1 แบบจำลองที่ใช้ศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค

ในการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนเอกชนระบบสายสามัญได้ศึกษาโรงเรียนที่สังกัดหน่วยงาน 3 หน่วยงาน คือสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน โดยใช้วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) ในการคำนวณ ซึ่งในแต่ละหน่วยงานจะมีแบบจำลองดังข้างล่างนี้และสามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพของโรงเรียนที่ต้องการ (j) ได้ดังนี้

สมมติให้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถแยกออกจากกันได้ ซึ่งหมายความถึงการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตนั้นไม่ทำให้เกิดการลดลงของผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$TE\ (x_j, y_j) = \min \lambda_j$

Subject to

$$y_{11}z_1 + y_{12}z_2 + y_{13}z_3 + \ldots\ldots\ldots + y_{1k}z_k - y_{1j} \geq 0 \quad (3.7)$$

$$x_{11}z_1 + x_{12}z_2 + x_{13}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{1k}z_k - \lambda_j x_{1j} \leq 0 \quad (3.8)$$

$$x_{21}z_1 + x_{22}z_2 + x_{23}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{2k}z_k - \lambda_j x_{2j} \leq 0 \quad (3.9)$$

$$x_{31}z_1 + x_{32}z_2 + x_{33}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{3k}z_k - \lambda_j x_{3j} \leq 0 \quad (3.10)$$

$$x_{41}z_1 + x_{42}z_2 + x_{43}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{4k}z_k - \lambda_j x_{4j} \leq 0 \quad (3.11)$$

$$x_{51}z_1 + x_{52}z_2 + x_{53}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{5k}z_k - \lambda_j x_{5j} \leq 0 \quad (3.12)$$

$$x_{61}z_1 + x_{62}z_2 + x_{63}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{6k}z_k - \lambda_j x_{6j} \leq 0 \quad (3.13)$$

. . . . .

. . . . .

. . . . .

$$x_{131}z_1 + x_{132}z_2 + x_{133}z_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{13k}z_k - \lambda_j x_{13j} \leq 0 \quad (3.20)$$

$$z_1 + z_2 + z_3 + \ldots\ldots\ldots + z_k = 0 \quad (3.21)$$

$$z_k \geq 0 \quad (3.22)$$

โดย สมการ (3.7) คือ สมการข้อจำกัดของผลผลิต คือ เกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่สำเร็จการศึกษา

สมการ (3.8) ถึง สมการ (3.20) คือ สมการข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต โดยที่

สมการ (3.8) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนต่อพื้นที่โรงเรียน

สมการ (3.9) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนต่อจำนวนครูผู้สอน

สมการ (3.10) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนต่อจำนวนห้องเรียน

สมการ (3.11) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนต่อขนาดห้องเรียน

สมการ (3.12) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนหนังสือต่อจำนวนนักเรียน

สมการ (3.13) คือ สมการข้อจำกัดของค่าเครื่องโสตทัศนูปกรณ์ต่อจำนวนนักเรียน

สมการ (3.14) คือ สมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนต่อปี

สมการ (3.15) คือ สมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการโรงเรียนต่อปี

สมการ (3.16) คือ สมการข้อจำกัดของประสบการณ์สอนของครูผู้สอนโดยเฉลี่ย

สมการ (3.17) คือ สมการข้อจำกัดของอัตราส่วนครูที่จบการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป

สมการ (3.18) คือ สมการข้อจำกัดของประสบการณ์ของผู้บริหารโรงเรียนในการบริหารโรงเรียนปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการ (3.19) คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนครั้งในการได้รับการอบรมเกี่ยวกับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียนในปีที่ผ่านมา

สมการ (3.20) คือ สมการข้อจำกัดของระดับรายได้เฉลี่ยต่อปีของผู้ปกครองนักเรียน

สมการ (3.21) คือ สมการ Convexity Constraint ซึ่งเป็นสมการที่แสดงถึงลักษณะการผลิตแบบ Variable Returns to Scale (VRS) โดยลักษณะการผลิตแบบ VRS นี้จะให้เส้นพรมแดนการผลิต (Frontier) ในลักษณะ Convex ซึ่งสามารถห่อหุ้มข้อมูลได้แน่นหนากว่า (Tightly) หรือมากกว่าลักษณะการผลิตแบบ Constant Return to Scale (CRS)

สมการ (3.22) คือ สมการ Non-Negative Constraint

โดยตัวแปรต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

K คือ โรงเรียนตัวอย่างจำนวน 151 โรง จำแนกเป็น
โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติจำนวน 76 โรง
โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจำนวน 20 โรง
โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจำนวน 55 โรง

λ_j คือ ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Score) ของโรงเรียนที่ j ที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยมีค่าระหว่าง $0 \leq \lambda_j \leq 1$ (ถ้า $\lambda_j = 1$ แสดงว่าโรงเรียนที่ j นั้นมีประสิทธิภาพ)

z_k คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยการผลิตและผลผลิตของโรงเรียนที่ k

y_{mk} คือ ระดับผลผลิตชนิดที่ m ของโรงเรียนที่ k (m = 1) โดยที่ 1 = เกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่สำเร็จการศึกษา

y_{mj} คือ ระดับผลผลิตชนิดที่ m ของโรงเรียนที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

x_{nk} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดที่ n ของโรงเรียนที่ k (n=1,...,13) โดยที่ 1 = จำนวนนักเรียนต่อพื้นที่โรงเรียน (คน/ตารางเมตร) 2 = จำนวนนักเรียนต่อจำนวนครูผู้สอน (คน) 3 = จำนวนนักเรียนต่อจำนวนห้องเรียน (คน/ห้อง) 4 = จำนวนนักเรียนต่อขนาดห้องเรียน (คน/ตารางเมตร) 5 = จำนวนหนังสือต่อจำนวนนักเรียน (เล่ม/คน) 6 = ค่าเครื่องโสตทัศนูปกรณ์ต่อจำนวนนักเรียน (บาท/คน) 7 = ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของโรงเรียนต่อปี (บาท/ปี) 8 = ค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการโรงเรียนต่อปี (บาท/ปี) 9 = ประสบการณ์สอนของครูผู้สอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยเฉลี่ย (ปี) 10 = อัตราส่วนครูที่จบการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป (คน) 11 = ประสบการณ์ของผู้บริหารโรงเรียนในการบริหารโรงเรียนปัจจุบัน (ปี) 12 = จำนวนครั้งในการได้รับการอบรมเกี่ยวกับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียนในปีที่ผ่านมา (ครั้ง) 13 = ระดับรายได้เฉลี่ยต่อปีของผู้ปกครองนักเรียน (บาท/ปี)

x_{nj} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของโรงเรียนที่ j ที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

3.4.2 แบบจำลองที่ใช้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน

ตัวแปรตามหรือตัวแปรถูกอธิบายที่นำมาศึกษา คือค่าความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน ส่วนตัวแปรอิสระหรือตัวแปรอธิบายที่ศึกษาจะศึกษาทั้งตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง DEA และตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้โรงเรียนเกิดความไม่มีประสิทธิภาพ โดยมีแบบจำลองและรายละเอียดของตัวแปรดังนี้

แบบจำลองที่ใช้ศึกษาความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงเรียนทั้งกรณีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS) และผลตอบแทนต่อขนาดไม่คงที่ (VRS)

$$TI = F(TYPE, LEVEL, YEAR, N, N^2, STPERT, STPERNR, STPERSR, LEARN, LEARN^2, ADMIN, ADMIN^2, TEXP, TB, ADEXP, ADAGE, ADAGE^2, INCOME, e) \quad (3.23)$$

แบบจำลองที่ใช้ศึกษาความไม่มีประสิทธิภาพต่อขนาดของโรงเรียน

$$SI = F(TYPE, LEVEL, YEAR, N, N^2, STPERT, STPERNR, STPERSR, LEARN, LEARN^2, ADMIN, ADMIN^2, TEXP, TB, ADEXP, ADAGE, ADAGE^2, INCOME, e) \quad (3.24)$$

โดยตัวแปรตาม คือค่าความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน ซึ่งคำนวณจาก

- **ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค**

$TI = 1 - TE$

โดยที่ TI คือ Technical Inefficiency (ระดับความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค)

TE คือ Technical Efficiency (ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม DEAP Version 2.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- **ความไม่มีประสิทธิภาพต่อขนาด**

SI = 1 - SE

โดยที่ SI คือ Scale Inefficiency (ระดับความไม่มีประสิทธิภาพต่อขนาด)

SE คือ Scale Efficiency (ระดับประสิทธิภาพต่อขนาดที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม DEAP Version 2.1)

ปัจจัยการผลิต ได้แก่

- **ประเภทโรงเรียน** (TYPE) กำหนดให้เป็นตัวแปรหุ่น โดยมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อเป็นโรงเรียนรัฐบาล นอกนั้นมีค่าเป็นศูนย์

- **ระดับชั้นที่โรงเรียนเปิดสอน** (LEVEL) กำหนดให้เป็นตัวแปรหุ่น โดยมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อเป็นโรงเรียนที่เปิดสอนระดับชั้นอนุบาล 1 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 นอกนั้นมีค่าเป็นศูนย์

- **ระยะเวลาที่โรงเรียนเปิดสอน** (YEAR) มีสมมติฐานให้ระยะเวลาที่โรงเรียนเปิดสอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน กล่าวคือการที่โรงเรียนมีระยะเวลาเปิดสอนเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

- **จำนวนนักเรียน** (N, N^2) จะใช้เป็นตัวแปรแทนในการวัดขนาดโรงเรียน ทั้งนี้ขนาดโรงเรียนมีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนทั้งทางบวกและทางลบ โดยสามารถพิจารณาได้จากการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ของโรงเรียน เช่น ในกรณีที่โรงเรียนมีขนาดเล็กมากอาจมีผลต่อผลการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากโรงเรียนไม่สามารถจ้างครูที่มีคุณวุฒิหรือมีความชำนาญเฉพาะสาขาวิชาได้อย่างเพียงพอ หรือในกรณีที่โรงเรียนมีขนาดใหญ่มากอาจได้รับผลจากการบริหารโรงเรียนที่ไม่ทั่วถึงได้ ดังนั้นจึงมีสมมติฐานให้จำนวนนักเรียน (N) มีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน และจำนวนนักเรียนยกกำลังสอง (N^2) มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน กล่าวคือเมื่อมีจำนวนนักเรียนมากขึ้นจะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง แต่หากโรงเรียนมีนักเรียนน้อยเกินไปหรือมากเกินไปจะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนเพิ่มมากขึ้น

- **จำนวนนักเรียนต่อครูผู้สอน** (STPERT) มีสมมติฐานให้จำนวนนักเรียนต่อครูผู้สอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน กล่าวคือเมื่อจำนวนนักเรียนต่อครูผู้สอนมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนมากขึ้นด้วย

- **จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียน** (STPERNR) มีสมมติฐานให้จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน กล่าวคือเมื่อจำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- **จำนวนนักเรียนต่อขนาดห้องเรียน** (STPERSR) มีสมมติฐานให้จำนวนนักเรียนต่อขนาดห้องเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน กล่าวคือเมื่อจำนวนนักเรียนต่อขนาดห้องเรียนมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนมากขึ้นด้วย

- **ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของโรงเรียนต่อนักเรียน** (LEARN, $LEARN^2$) มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนทั้งทางบวกและทางลบ กล่าวคือหากโรงเรียนมีค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนต่อนักเรียนเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง แต่หากโรงเรียนมีค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนต่อนักเรียนน้อยเกินไปหรือมากเกินไปโดยไม่คำนึงถึงหลักการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อาจทำให้โรงเรียนเกิดความไม่มีประสิทธิภาพได้ ดังนั้น จึงมีสมมติฐานให้ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนต่อนักเรียน (LEARN) มีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน และค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนต่อนักเรียนยกกำลังสอง ($LEARN^2$) มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน

- **ค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการโรงเรียนต่อนักเรียน** (ADMIN, $ADMIN^2$) มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนทั้งทางบวกและทางลบ กล่าวคือหากโรงเรียนมีค่าใช้จ่ายในด้านการบริหารจัดการต่อนักเรียนเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง แต่หากโรงเรียนมีค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการต่อนักเรียนน้อยเกินไปหรือมากเกินไปโดยไม่คำนึงถึงหลักการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อาจทำให้โรงเรียนเกิดความไม่มีประสิทธิภาพได้ ดังนั้น จึงมีสมมติฐานให้ค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการต่อนักเรียน (ADMIN) มีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน และค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการต่อนักเรียนยกกำลังสอง ($ADMIN^2$) มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน

- **ประสบการณ์สอนของครูผู้สอน** (TEXP) มีสมมติฐานให้ประสบการณ์สอนของครูผู้สอนมีความสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนในทิศทางลบ กล่าวคือหากครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

- **อัตราส่วนครูที่จบการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป** (TB) มีสมมติฐานให้อัตราส่วนครูที่จบการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไปมีความสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรงเรียนในทิศทางลบ กล่าวคือหากโรงเรียนมีอัตราส่วนครูที่จบการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนครูผู้สอนทั้งหมดมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

- **ประสบการณ์ของผู้บริหารโรงเรียนในการบริหารโรงเรียนปัจจุบัน** (ADEXP) มีสมมติฐานให้ประสบการณ์ของผู้บริหารโรงเรียนในการบริหารโรงเรียนปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนในทิศทางลบ กล่าวคือหากผู้บริหารโรงเรียนมีประสบการณ์ในการบริหารโรงเรียนปัจจุบันมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

- **อายุของผู้บริหารโรงเรียน** (ADAGE, $ADAGE^2$) มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนทั้งทางบวกและทางลบ กล่าวคือ หากผู้บริหารโรงเรียนมีอายุมากขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง แต่หากผู้บริหารโรงเรียนมีอายุน้อยเกินไปหรือมากเกินไป อาจทำให้โรงเรียนเกิดความไม่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากการที่มีอายุน้อยเกินไปอาจไม่มีประสบการณ์ในการบริหารงานเพียงพอ ขณะเดียวกันหากผู้บริหารมีอายุมากเกินไปประสิทธิภาพในการทำงานหรือบริหารงานจะลดน้อยลง ดังนั้น จึงมีสมมติฐานให้อายุของผู้บริหารโรงเรียน (ADAGE) มีความสัมพันธ์ในทิศทางลบกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน และอายุของผู้บริหารโรงเรียนยกกำลังสอง ($ADAGE^2$) มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียน

- **ระดับรายได้ของครอบครัวนักเรียน** (INCOME) มีสมมติฐานให้ระดับรายได้ของครอบครัวนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนในทิศทางลบ กล่าวคือหากครอบครัวนักเรียนมีรายได้เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความไม่มีประสิทธิภาพของโรงเรียนลดลง

จากสมการ 3.23 และ 3.24 สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ดังนี้

$$TI = \beta_0 + \beta_1 TYPE + \beta_2 LEVEL + \beta_3 YEAR + \beta_4 N + \beta_5 STPERT + \beta_6 STPERNR + \beta_7 STPERSR + \beta_8 LEARN + \beta_9 ADMIN + \beta_{10} TEXP + \beta_{11} TB + \beta_{12} ADEXP + \beta_{13} ADAGE + \beta_{14} INCOME + \beta_{15} N^2 + \beta_{16} LEARN^2 + \beta_{17} ADMIN^2 + \beta_{18} ADAGE^2 + e \quad (3.25)$$

$$SI = \beta_0 + \beta_1 TYPE + \beta_2 LEVEL + \beta_3 YEAR + \beta_4 N + \beta_5 STPERT + \beta_6 STPERNR + \beta_7 STPERSR + \beta_8 LEARN + \beta_9 ADMIN + \beta_{10} TEXP + \beta_{11} TB + \beta_{12} ADEXP + \beta_{13} ADAGE + \beta_{14} INCOME + \beta_{15} N^2 + \beta_{16} LEARN^2 + \beta_{17} ADMIN^2 + \beta_{18} ADAGE^2 + e \quad (3.26)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant term)

$\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_{14}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่างๆ ซึ่งก็คือค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตในแต่ละชนิดนั้นๆ (Output Elasticity of Input) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตไป 1 เปอร์เซ็นต์

β_{15}, β_{16}, β_{17}, β_{18} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังสองของ N, LEARN, ADMIN และ ADAGE ตามลำดับ

3.4.3 แบบจำลองที่ใช้ศึกษาการมีส่วนช่วยของการศึกษาต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจ

ให้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศขึ้นอยู่กับภาคการผลิตภายในประเทศ จำนวนแรงงาน ปริมาณสินเชื่อ และอัตราเงินเฟ้อ โดยกำหนดให้ประเทศมีภาคการผลิต 3 ภาค คือภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และภาคการศึกษา และข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (time-series data) ดังนั้นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาจะมีลักษณะดังนี้

$$Y_t = F(AG_t, IN_t, ED_t, L_t, C_t, INF_t, T, e_t) \qquad (3.27)$$

โดย Y_t คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ระดับราคาคงที่ปี 2531 ในปีที่ t (ล้านบาท)

AG_t คือ สัดส่วนรายจ่ายของภาครัฐในด้านการเกษตรต่อผลิตภัณฑ์ภายในประเทศในปีที่ t (ร้อยละ)

IN_t คือ สัดส่วนรายจ่ายของภาครัฐในด้านอุตสาหกรรมต่อผลิตภัณฑ์ภายในประเทศในปีที่ t (ร้อยละ)

ED_t คือ สัดส่วนรายจ่ายของภาครัฐในด้านการศึกษาต่อผลิตภัณฑ์ภายในประเทศในปีที่ t (ร้อยละ)

L_t คือ จำนวนกำลังแรงงานในปีที่ t (คน)

C_t คือ อัตราการเติบโตของปริมาณสินเชื่อในปีที่ t (ร้อยละ)

INF_t คือ อัตราเงินเฟ้อ (ร้อยละ)

T คือ time trend (T = 1 , 2 , …., 20)

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในปีที่ t

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการ (3.27) สามารถเขียนให้อยู่ในรูป Translog Production Function ดังสมการ (3.29)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 AG_t + \beta_2 IN_t + \beta_3 ED_t + \beta_4 L_t + \beta_5 C_t + \beta_6 INF_t + \beta_7 T_t + e_t \quad (3.28)$$

$$\begin{aligned}\ln Y_t = {} & \beta_0 + \beta_1 LnAG_t + \beta_2 LnIN_t + \beta_3 LnED_t + \beta_4 LnL_t + \beta_5 C_t + \beta_6 INF_t + \beta_7 T_t \\ & + \beta_{12}(LnAG_t)(LnIN_t) + \beta_{13}(LnAG_t)(LnED_t) + \beta_{14}(LnAG_t)(LnL_t) \\ & + \beta_{15}(LnAG_t)(C_t) + \beta_{16}(LnAG_t)(INF_t) + \beta_{17}(LnAG_t)(T_t) + \beta_{23}(LnIN_t)(LnED_t) \\ & + \beta_{24}(LnIN_t)(LnL_t) + \beta_{25}(LnIN_t)(C_t) + \beta_{26}(LnIN_t)(INF_t) + \beta_{27}(LnIN_t)(T_t) \\ & + \beta_{34}(LnED_t)(LnL_t) + \beta_{35}(LnED_t)(C_t) + \beta_{36}(LnED_t)(INF_t) + \beta_{37}(LnED_t)(T_t) \\ & + \beta_{45}(LnL_t)(C_t) + \beta_{46}(LnL_t)(INF_t) + \beta_{47}(LnL_t)(T_t) + \beta_{56}(C_t)(INF_t) + \beta_{57}(C_t)(T_t) \\ & + \beta_{67}(INF_t)(T_t) + \frac{1}{2}[\beta_{11}(LnAG_t)^2 + \beta_{22}(LnIN_t)^2 + \beta_{33}(LnED_t)^2 + \beta_{44}(LnL_t)^2 \\ & + \beta_{55}(C_t)^2 + \beta_{66}(INF_t)^2 + \beta_{77}(T_t)^2] + e_t \end{aligned} \quad (3.29)$$

โดย β_0 คือ ค่าคงที่ (constant term)

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่างๆ ซึ่งก็คือค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตอันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตในแต่ละชนิดนั้นๆ (Output Elasticity of Input) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของผลผลิต เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตไป 1 เปอร์เซ็นต์

β_7 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีแบบ Neutral Technical Change

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$\beta_{12}, \beta_{13},\ldots, \beta_{17}, \beta_{23},\ldots, \beta_{27},$
$\beta_{34},\ldots, \beta_{37}, \beta_{45},\ldots, \beta_{47,}\beta_{56},$
β_{57}, β_{67} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัว Interaction Terms

$\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}, \beta_{44}, \beta_{55}, \beta_{66}, \beta_{77}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของกำลังสองของ AG, IN, ED, L, C, INF และ T ตามลำดับ

3.5 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาต้นทุน ระดับประสิทธิภาพ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่มีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียนเอกชนและโรงเรียนรัฐบาลใช้ข้อมูลที่รวบรวมจากแบบสอบถามที่ส่งไปยังโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยข้อมูลหลักๆ 3 ส่วน คือข้อมูลทั่วไปของโรงเรียน บุคลากรภายในโรงเรียน และลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียน โดยเป็นข้อมูลเฉพาะปีการศึกษา 2545 ส่วนการศึกษาการมีส่วนช่วยของการศึกษาต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นการศึกษาในระดับมหภาค ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูลแบบอนุกรมเวลาในปี 2526-2545 จากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานสถิติแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมีรายละเอียดและแหล่งที่มาของข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ในช่วงปี 2526-2545 รวบรวมจาก Website ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากตารางมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและอัตราการขยายตัวของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาปีฐาน 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้น มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่นำมาใช้ในการศึกษาจึงเป็นมูลค่าที่ถูกปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ (Constant Prices) ปี 2531 โดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก 1ข)

$$\text{GDP Deflator at 1988} = \frac{\text{GDP at current prices x 100}}{\text{GDP at constant 1988 prices}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ GDP Deflator at 1988 คือ GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ฐานปี 2531

GDP at current prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาประจำปี

GDP at constant 1988 prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ปี 2531

2) ข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านการเกษตรในปี 2533-2545 รวบรวมจากสถิติการคลัง ซึ่งจัดทำโดยกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง สำหรับข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านการเกษตรในปี 2526-2532 ได้จากการประมาณ เนื่องจากข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้เผยแพร่ออกเป็นทางการ โดยการประมาณจะอาศัยข้อมูลรายจ่ายภาครัฐด้านการเกษตรในปี 2533-2545 เป็นฐานในการคำนวณ เพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการประมาณค่าข้อมูลในช่วงที่ขาดหายไป ซึ่งได้สมการที่ใช้ในการประมาณดังนี้

$$A_t = 5819.251663 + 97.747372X_t^2 + 19.274374X_t^3$$

โดยที่ A_t คือ รายจ่ายของภาครัฐด้านการเกษตรในปีที่ t (ล้านบาท)

X_t คือ ปี (X=1,2,...,7)

เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลมาปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นรายจ่ายของภาครัฐด้านการเกษตร ณ ราคาคงที่ปี 2531 ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาของอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ จากนั้นจึงทำข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เป็นสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 โดยข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐด้านการเกษตร ณ ราคาประจำปี และราคาคงที่ฐานปี 2531 ที่ทำให้อยู่ในรูปของสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 แสดงในตารางภาคผนวก 2ข และ 3ข ตามลำดับ

3) ข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านอุตสาหกรรมในปี 2533-2545 รวบรวมจากสถิติการคลัง ซึ่งจัดทำโดยกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง สำหรับข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านอุตสาหกรรมในปี 2526-2532 ได้จากการประมาณ เนื่องจากข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้เผยแพร่ออกเป็นทางการ โดยการประมาณจะอาศัยข้อมูลรายจ่ายภาครัฐด้านอุตสาหกรรมในปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2533-2545 เป็นฐานในการคำนวณ เพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการประมาณค่าข้อมูลในช่วงที่ขาดหายไป ซึ่งได้สมการที่ใช้ในการประมาณดังนี้

$$I_t = 919.379051 + 39.061209X_t + 0.530565X_t^2$$

โดยที่ I_t คือ รายจ่ายของภาครัฐด้านอุตสาหกรรมในปีที่ t (ล้านบาท)

X_t คือ ปี (X=1,2,...,7)

เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลมาปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นรายจ่ายของภาครัฐด้านอุตสาหกรรม ณ ราคาคงที่ปี 2531 ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาของอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ จากนั้นจึงทำข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เป็นสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 โดยข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐด้านอุตสาหกรรม ณ ราคาประจำปี และราคาคงที่ฐานปี 2531 ที่ทำให้อยู่ในรูปของสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 แสดงในตารางภาคผนวก 2ข และ 3ข ตามลำดับ

4) ข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านการศึกษาในปี 2533-2545 เป็นข้อมูลเฉพาะรายจ่ายลงทุน รวบรวมจากสถิติการคลัง ซึ่งจัดทำโดยกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง สำหรับข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐในด้านการศึกษาในปี 2526-2532 ได้จากการประมาณ เนื่องจากข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้เผยแพร่ออกเป็นทางการ โดยการประมาณจะอาศัยข้อมูลรายจ่ายภาครัฐด้านการศึกษาในปี 2533-2545 เป็นฐานในการคำนวณ เพื่อหารูปแบบสมการที่เหมาะสมในการประมาณค่าข้อมูลในช่วงที่ขาดหายไป ซึ่งได้สมการที่ใช้ในการประมาณดังนี้

$$E_t = -692.962288 + 881.123623X_t$$

โดยที่ E_t คือ รายจ่ายของภาครัฐด้านการศึกษาในปีที่ t (ล้านบาท)

X_t คือ ปีที่ t (X =1,2,...,7)

เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลมาปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นรายจ่ายของภาครัฐด้านการศึกษา ณ ราคาคงที่ปี 2531 ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาของอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ จากนั้นจึงทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เป็นสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 โดยข้อมูลรายจ่ายของภาครัฐด้านการศึกษา ณ ราคาประจำปี และราคาคงที่ฐานปี 2531 ที่ทำให้อยู่ในรูปของสัดส่วนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) ฐานปี 2531 แสดงในตารางภาคผนวก 2ข และ 3ข ตามลำดับ

5) ข้อมูลจำนวนกำลังแรงงานในปี 2526-2528 รวบรวมจากรายงานผลการสำรวจแรงงานรอบการสำรวจที่ 2 (กรกฎาคม-กันยายน) และข้อมูลจำนวนกำลังแรงงานในปี 2529-2545 รวบรวมจากรายงานผลการสำรวจแรงงานรอบการสำรวจที่ 3 (สิงหาคม) จัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี (แสดงในตารางภาคผนวก 4ข)

6) ข้อมูลปริมาณสินเชื่อในปี 2526-2545 เป็นข้อมูลปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศรวบรวมจากสถิติเศรษฐกิจและการเงิน ซึ่งจัดทำโดยธนาคารแห่งประเทศไทย และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้น ข้อมูลปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศที่นำมาใช้ในการศึกษาจึงเป็นมูลค่าที่ถูกปรับโดย GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531 เพื่อให้เป็นปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศ ณ ราคาคงที่ (Constant Prices) ปี 2531 จากนั้นทำข้อมูลให้อยู่ในรูปของอัตราการเติบโตของสินเชื่อดังนี้ (ข้อมูลปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศ ณ ราคาประจำปี และราคาคงที่ฐานปี 2531 แสดงในตารางภาคผนวก 4ข และข้อมูลอัตราการเติบโตของปริมาณสินเชื่อ แสดงในตารางภาคผนวก 5ข)

$$C_t = \left(\frac{Cc_t - Cc_{t-1}}{Cc_{t-1}} \right) \times 100$$

โดยที่ C_t คือ อัตราการเติบโตของสินเชื่อ (ร้อยละต่อปี)

Cc_t คือ ปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศในปีที่ t (ล้านบาท)

Cc_{t-1} คือ ปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศในปีที่ t-1 (ล้านบาท)

7) ข้อมูลอัตราเงินเฟ้อในปี 2526-2545 เป็นข้อมูลที่คำนวณจาก GDP Deflator (แสดงในตารางภาคผนวก 5ข) ดังนี้

$$INF_t = \left(\frac{GDPdeflator_t - GDPdeflator_{t-1}}{GDPdeflator_{t-1}} \right) \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ INF_t คือ อัตราเงินเฟ้อในปีที่ t (ร้อยละต่อปี)

$GDP\ Deflator_t$ คือ GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531ในปีที่ t

$GDP\ Deflator_{t-1}$ คือ GDP Deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศฐานปี 2531ในปีที่ t-1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved