บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา : การเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์สมการพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่มและการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มนี้ ได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัยออกเป็น 4 หัวข้อ คือ 3.1 แนวคิดทางด้านประสิทธิภาพ 3.2 วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการทางการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อย่อยได้แก่ วิธีการที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Non-Parametric Approach) และวิธีการที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach) 3.3 วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม 3.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของหลายประชากรหรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน 3.5 แบบจำลองเชิงประจักษ์ และ 3.6 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1 แนวคิดทางด้านประสิทธิภาพ

การศึกษาถึงประสิทธิภาพในการผลิต เป็นการศึกษาถึงความสามารถของหน่วยการผลิตในการที่จะเพิ่มผลผลิตโดยมีการใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรือ เป็นความสามารถของหน่วยการผลิตในการที่จะลดปริมาณปัจจัยการผลิตลงโดยให้ได้ผลผลิตเท่าเดิม ซึ่งประสิทธิภาพในการผลิตดังกล่าวนั้น Farrell (1957: 253-254) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพในการผลิตของหน่วยการผลิตประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) และประสิทธิภาพทางราคา (Allocative Efficiency) และเมื่อนำประสิทธิภาพทั้งสองส่วนมารวมกันจะเรียกว่าประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Efficiency)

<u>ประสิทธิภาพทางเทคนิค</u> (Technical Efficiency) เป็นการศึกษาประสิทธิภาพที่อาศัยแนวคิดทางด้านวิศวกรรม (Engineering Concept) นั่นคือ ประสิทธิภาพทางเทคนิคจะแสดงถึงความสามารถของหน่วยการผลิตที่ทำให้การผลิตได้รับผลผลิตสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนหนึ่ง หรือทำการผลิตโดยที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำสุดเพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวนหนึ่ง ซึ่งประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความรู้ทางเทคนิค (Technical Knowledge)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความตั้งใจ (Will) ความพยายาม (Effort) และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาวะภูมิอากาศ ความหลากหลายของเครื่องจักรหรือ แรงงาน เป็นต้น

ประสิทธิภาพทางราคา (Allocative Efficiency) เป็นการศึกษาประสิทธิภาพที่อาศัยแนวคิดทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Concept) โดยหน่วยการผลิตจะมีประสิทธิภาพทางราคาก็ต่อเมื่อหน่วยการผลิตนั้นทำการผลิต ณ จุดที่ทำให้ได้กำไรสูงสุด และในทางกลับกันหากหน่วยการผลิตนั้นไม่ได้ผลิต ณ จุดที่ทำให้ได้กำไรสูงสุดก็จะไม่มีประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือประสิทธิภาพทางราคาจะแสดงถึงความสามารถของหน่วยการผลิตในการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร และนำมาซึ่งประโยชน์สูงสุด

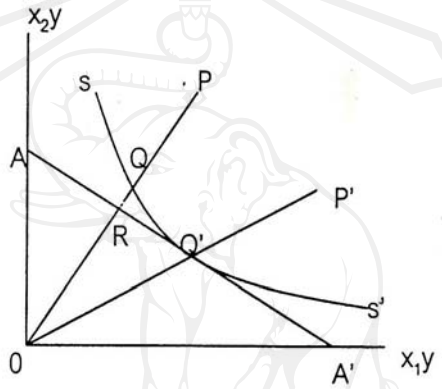
การวัดประสิทธิภาพแบ่งพิจารณาเป็น 2 แนวทางคือ 1) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures) และ 2) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output-Orientated Measures)

1) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures)

วิธีการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures) เป็นการวัดประสิทธิภาพที่พิจารณาถึงสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด เมื่อสมมติให้หน่วยผลิตทำการผลิตผลผลิต 1 ชนิด คือ y โดยใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด คือ x_1 และ x_2 ภายใต้เงื่อนไขผลได้ต่อขนาดที่คงที่ (Constant Returns to Scale) รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงเส้นผลผลิตเท่ากันและการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค การวัดประสิทธิภาพทางราคา และการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ โดยกำหนดให้ ss' คือ เส้นผลผลิตเท่ากันต่อหน่วย (Unit Isoquant) ซึ่งแสดงถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิด (x_1 และ x_2) ที่ทำให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดในการผลิตสินค้า ถ้าให้หน่วยการผลิตทำการผลิตผลผลิตจำนวนหนึ่งโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่จุด P หมายความว่า หน่วยการผลิตไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคในการผลิต เนื่องจากจุด P เป็นจุดที่แสดงถึงสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งสองชนิดที่ไม่เหมาะสม หรือหากเขียนในรูปของอัตราส่วนจะได้ว่า ประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด P มีค่าเท่ากับ OQ/OP ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เช่น ถ้าอัตราส่วนมีค่าเท่ากับ 0.75 หมายความว่าประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่ากับร้อยละ 75 โดยประสิทธิภาพทางเทคนิคมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าหน่วยการผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ในทางกลับกันหากมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าหน่วยการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพทางเทคนิค ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าหากพิจารณาที่จุด Q จะเห็นว่าหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจากจุด Q อยู่บนเส้น ss' ซึ่งเป็นสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ชนิดอย่างเหมาะสม ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิค ณ จุด Q เท่ากับ OQ/OQ หรือมีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ จะเกิดความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยการผลิตโดยมีระยะเท่ากับ QP ซึ่งเป็นจำนวนที่แสดงถึงสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้ โดยที่ปริมาณผลผลิตยังคงเท่าเดิม



รูปที่ 3.1 การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต (Input-Orientated Measures)

การใช้ปัจจัยการผลิตที่จุด Q แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ปรากฏว่าที่จุด Q นั้นเป็นจุดที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ที่ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด แต่จุดที่มีประสิทธิภาพทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านราคา หรือเกิดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์คือจุด Q' ถ้าให้อัตราส่วนของราคาปัจจัยการผลิตแทนค่าด้วยความชันของเส้นต้นทุนเท่ากัน AA' (Isocost Line) ประสิทธิภาพทางด้านราคาของหน่วยการผลิตที่ทำการผลิต ณ จุด P จะมีค่าเท่ากับ OR/OQ หรือเกิดความไม่มีประสิทธิภาพทางราคาเป็นระยะเท่ากับ RQ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพโดยรวมของจุด P มีค่าเท่ากับผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือ EE = TE * AE

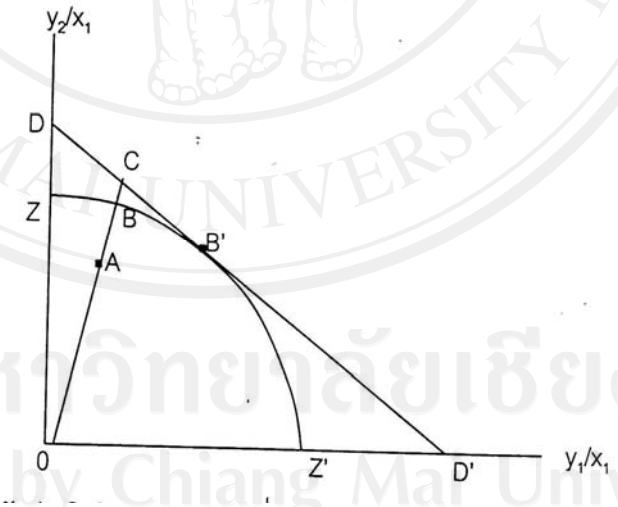
$$= (OQ/OP) * (OR/OQ) = (OR/OP)$$

โดยที่ระยะ RP คือจำนวนต้นทุนการผลิตที่ควรลดลงเพื่อให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output-Orientated Measures)

วิธีการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output-Orientated Measures) จะตรงกันข้ามกับการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิต เป็นการพิจารณาว่า หน่วยการผลิตจะสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากเท่าใด โดยที่ไม่มีการเพิ่มจำนวนปัจจัยการผลิต เมื่อกำหนดให้หน่วยการผลิตทำการผลิตผลผลิต 2 ชนิด คือ y_1 และ y_2 โดยใช้ปัจจัยการผลิตเพียง 1 ชนิด คือ x_1 กำหนดให้เส้น zz' คือเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Curve) ซึ่งแสดงถึงระดับผลผลิตแต่ละชนิดที่สามารถผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ x_1 (ขอบเขตสูงสุดของระดับผลผลิตที่สามารถผลิตได้) รูปที่ 3.2 ถ้าหากหน่วยการผลิตทำการผลิตที่จุด B หมายความว่าหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคในการผลิต เนื่องจาก ณ จุด B นั้นเป็นจุดที่แสดงถึงสัดส่วนของผลผลิตที่ได้รับสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากัน เพราะอยู่บนเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต ซึ่งทุกจุดที่อยู่บนเส้น zz' ถือว่ามีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ถ้าทำการผลิตที่จุด A หน่วยการผลิตจะไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจากที่จุด A อยู่ใต้เส้น zz' และระยะ AB จะแสดงถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เมื่อเขียนในรูปอัตราส่วนจะมีค่าเท่ากับ OA/OB



รูปที่ 3.2 การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต (Output-Orientated Measures)

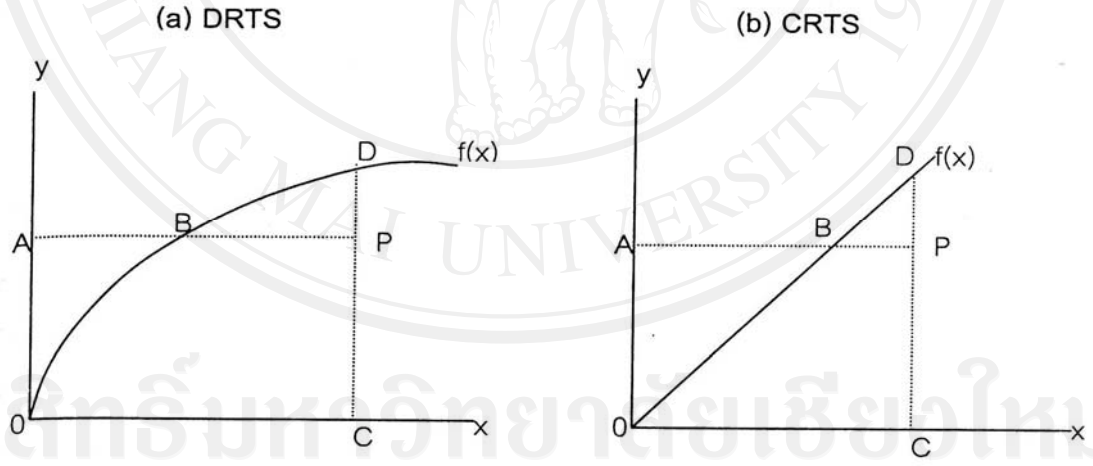
แม้ว่าจุดที่ B จะเป็นจุดที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิค แต่ก็ไม่ได้เป็นจุดที่ทำให้หน่วยการผลิตเกิดรายรับสูงสุดในทางเศรษฐศาสตร์ นั่นคือ จุดที่มีประสิทธิภาพทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านราคา คือ จุด B' เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่บนเส้นความเป็นไปได้ในการผลิตกับเส้น Isorevenue (DD') กำหนดให้อัตราส่วนของรายรับ แทนค่าด้วยความชันของเส้น DD' (Isorevenue

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

line) ผลผลิตที่ดีที่สุดตามอัตราส่วนของรายรับก็คือจุด C ซึ่งมีประสิทธิภาพทางราคาเท่ากับ OB/OC หรือความไม่มีประสิทธิภาพด้านราคาเท่ากับระยะ BC ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจหรือประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าเท่ากับผลคูณของประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพทางราคา นั่นคือ EE = TE *AE

= (OA/OB) * (OB/OC) = OA/OC

การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตแตกต่างจากการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิต คือ การวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตแสดงให้เห็นถึงระดับของการใช้ปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้โดยที่หน่วยการผลิตยังคงได้ผลผลิตเท่าเดิมเพื่อให้หน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานโดยสามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างเหมาะสม ส่วนการวัดประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นที่ผลผลิตนั้นจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณของผลผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถขยายหรือทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยไม่เพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิต

สมมติให้มีปัจจัยการผลิต 1 ชนิดคือ x และผลผลิต 1 ชนิดคือ y จากรูปที่ 3.3(a) ให้ f(x) เป็นฟังก์ชั่นการผลิตภายใต้เทคโนโลยีแบบผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale: DRTS) และเป็นจุด P แสดงถึงการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมุ่งเน้นที่ปัจจัยการผลิตที่มีค่าเท่ากับ AB/AP ในขณะที่ประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมุ่งเน้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิตมีค่าเท่ากับ CP/CD อย่างไรก็ตาม การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคทั้ง 2 แนวทางข้างต้นจะมีค่าเท่ากันก็ต่อเมื่อ f(x) เป็นการผลิตภายใต้เทคโนโลยีแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale: CRTS) ซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่ 3.3(b) จะได้ว่า AB/AP = CP/CD

3.2 วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษา

วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ วิธีการแบบไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่มีการกำหนดรูปแบบสมการการผลิตขึ้นโดยตรง แต่จะเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) โดยวิธีนี้มีแนวทางการวิเคราะห์ 2 แนวทางคือวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) และวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH) ส่วนอีกวิธีการหนึ่ง ได้แก่ วิธีการแบบที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach) โดยอาศัยหลักการประมาณค่าสมการพรมแดนการผลิตโดยวิธี Stochastic Frontier Analysis (SFA)

1) วิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Non-parametric Approach)

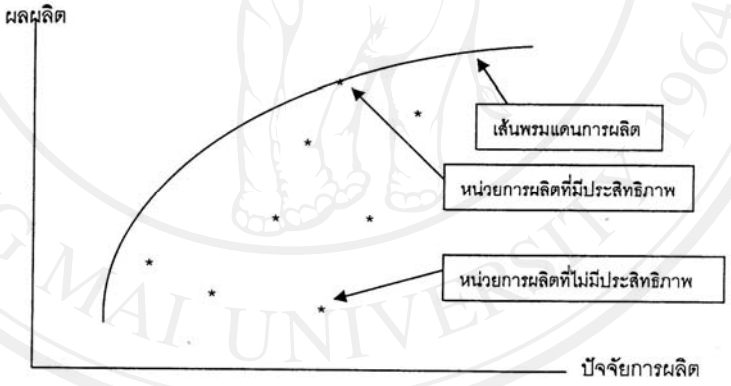
วิธีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาโดยวิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์มี 2 วิธี คือ วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) และวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH)

1.1) วิธี Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นวิธีที่ใช้วัดประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยการผลิตแต่ละหน่วยกับหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งการวัดประสิทธิภาพโดยวิธีนี้ถือเป็นวิธีการประเมินผลการดำเนินงานของหน่วยการผลิตใดหน่วยการผลิตหนึ่ง โดยหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาเราจะเรียกว่า Decision Making Unit (DMU) ซึ่งลักษณะของหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาจะต้องเป็นหน่วยการผลิตที่มีลักษณะเดียวกันและมีการใช้ปัจจัยการผลิตเหมือนกัน และการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ยังเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพื่อหาหน่วยการผลิตตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับหน่วยการผลิตกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา กล่าวคือ DEA จะทำให้เราทราบว่าหน่วยการผลิตใดเป็นหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสามารถที่จะอธิบายถึงความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตอื่นๆ ได้โดยที่ประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยการผลิตจะถูกคำนวณออกมาในรูปของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Scores) ค่าประสิทธิภาพนี้แสดงถึงระดับสัดส่วนของผลผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถขยายหรือเพิ่มได้โดยยังคงใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรือในทางกลับกันสามารถแสดงถึงสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่หน่วยการผลิตควรลดลงเพื่อให้หน่วยการผลิตดำเนินไปถึงจุดที่มีประสิทธิภาพโดยที่ผลผลิตที่ได้รับนั้นยังคงเท่าเดิม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของหน่วยการผลิตในด้านการจัดสรรทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงขณะเดียวกันยังได้รับผลผลิตสูงสุดอีกด้วย เส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ของฟังก์ชันการผลิตสำหรับหน่วยการผลิตหนึ่งเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ได้รับ หน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (Best Practice Frontier) ส่วนหน่วยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพจะอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 3.4



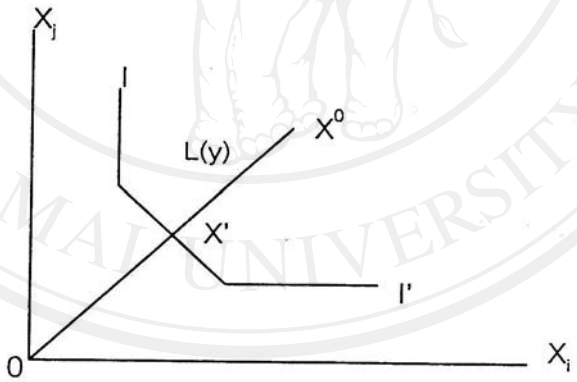
รูปที่ 3.4 เส้นพรมแดนการผลิตจากการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA)

จากรูปที่ 3.4 แกนนอนคือ ระดับปัจจัยการผลิตที่ใช้ แกนตั้งคือ ระดับผลผลิตที่ได้รับ แต่ละจุด คือผลการดำเนินการของแต่ละหน่วยการผลิต (Decision Making Unit: DMU) ถ้าลากเส้นเชื่อมต่อจะได้เส้นพรมแดนการผลิตที่แสดงถึงการผลิตที่เป็นไปได้ของหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาทั้งหมด โดยหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1 และยิ่งหน่วยการผลิตอยู่ห่างจากเส้นพรมแดนการผลิตมากเท่าใด แสดงว่าหน่วยการผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้ Data Envelopment Analysis (DEA) ในการวัดประสิทธิภาพนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลายๆด้าน เช่น ด้านสุขภาพ (Health Care) ด้านการศึกษา (Education) ด้านการธนาคาร (Banks) ด้านการผลิต (Manufacturing) Benchmarking การประเมินด้านการจัดการ (Management Evalution) ร้านอาหารฟาสฟูด (Fastfood Restaurants) ร้านค้าขายปลีก (Retail stores) เป็นต้น (Trick,1996) สำหรับการใช้ DEA ในด้านการศึกษานั้นเป็นการศึกษาถึงการวัดประสิทธิภาพการจัดการศึกษา นั่นคือ การศึกษาว่าจะจัดการศึกษาอย่างไรเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตทางการศึกษา โดยใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) โดยการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นเป็นการคำนวณปริมาณผลผลิตที่ได้รับจริงจากระบบการศึกษาเปรียบเทียบกับปริมาณปัจจัยการผลิตที่นำมาใช้ที่มีค่าน้อยที่สุด

รูปที่ 3.5 แนวความคิดในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค



ที่มา : Waldo (2001)

จากรูปที่ 3.5 อธิบายถึงแนวคิดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยสมมติว่าผู้ผลิตหรือเจ้าของสถาบันอุดมศึกษาแต่ละรายนั้นได้มาซึ่งปริมาณผลผลิตจากการจัดการศึกษาในระดับที่เท่ากัน คือ y ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (ปัจจัยทางด้านการศึกษา) คือ X_i และ X_j สมมติว่าเป็นปัจจัยดังกล่าวนั้น คือปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุน ตามลำดับ ถ้าหากว่าฟังก์ชันการผลิต (X_i, X_j, y) สามารถเกิดขึ้นได้จริง ปัจจัยการผลิตชุดดังกล่าวเป็นชุดของปัจจัย L(y) โดย L(y) แทนทุกสัดส่วนของการใช้ปัจจัยการผลิตที่สามารถนำมาทำการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณผลผลิต y ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เส้นผลผลิตเท่ากัน ll' แสดงถึงปริมาณผลผลิตของการจัดการศึกษาที่ระดับใดๆ ที่แน่นอนที่ได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่างๆ ที่แตกต่างกัน และในที่นี้เรียกเส้นผลผลิตเท่ากันว่าเส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ปริมาณผลผลิตต่อหน่วยปัจจัยการผลิตที่ใช้ใดๆ ที่อยู่บนเส้น ll' ถือว่าเป็นการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด ดังนั้น ปริมาณผลผลิตที่ระดับ X' ในรูปที่ 3.5 จึงเป็นปริมาณผลผลิตที่หน่วยผลิตทำการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเนื่องจากสามารถผลิตผลผลิตออกมาได้ปริมาณเท่าเดิมแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่น้อยกว่า ในขณะที่ปริมาณผลผลิตที่ระดับ X^0 นั้นเป็นปริมาณผลผลิตที่ทำการผลิตโดยไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่มากกว่าเดิมแต่ได้ปริมาณผลผลิต (y) ในปริมาณเท่ากัน อย่างไรก็ตาม วิธีการ DEA สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีมีหน่วยการผลิตเท่ากับ K หน่วย มีปัจจัยการผลิตเท่ากับ N ชนิด และมีผลผลิตจำนวน M ชนิด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ (3.2)

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

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 ได้ดังนี้

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

Subject to

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

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

$$\sum_{k=1}^{K} z_k = 1, z_k \geq 0, k = 1,...., K \qquad (3.2)$$

โดย S คือการแยกกันระหว่างปัจจัยการผลิตและนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต โดยไม่ทำให้เกิดการลดลงของผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

λ_j คือ ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Scores) ของหน่วยการผลิตที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ (j)

z_k คือ ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสถาบันการศึกษาที่ k

y_{mk} คือ ระดับของผลผลิตที่ m ของสถาบันการศึกษา k

y_{mj} คือ ระดับของผลผลิตที่ m ของสถาบันการศึกษาที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ j

x_{nk} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ k

x_{nj} คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ j

วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) เป็นการวิเคราะห์ที่ต้องอาศัยเทคนิคการใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Programming) ในการสร้างสมการพรมแดนการผลิตเพื่อช่วยวิเคราะห์ความมีประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยจะสร้างเทคโนโลยีการผลิตแบบเชิงเส้น(Piecewise linear Production Technology) จากข้อมูลปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่สำรวจมาได้โดยไม่มีการสมมติฟังก์ชันการผลิตหรือสมการการผลิต ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยเส้นพรมแดนการผลิตที่ได้จะแสดงถึงพื้นที่ห่อหุ้มสำหรับหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาทั้งหมด จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำไปใช้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ (Efficiency Scores) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสัดส่วนของผลผลิตที่สามารถจะเพิ่มขึ้นได้โดยไม่ทำให้ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น หรือสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถจะลดลงได้ แต่ผลผลิตที่ได้รับนั้นยังคงเท่าเดิมโดยที่ค่าประสิทธิภาพจะมีค่าระหว่าง 0 และ 1 ถ้าค่าประสิทธิภาพมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลผลิตที่ได้มีปริมาณเท่าเดิมแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่มาก แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าผลผลิตที่ได้มีปริมาณเท่าเดิมแต่มีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่น้อยลง

ข้อดีของวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) คือ เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่ประกอบด้วยปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ และไม่จำเป็นต้องกำหนดสมมติฐานและรูปแบบสมการการผลิต ซึ่งถือเป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ได้สะดวกและรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ทำให้เราสามารถที่จะแยกหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพและหน่วยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพออกจากกันได้อย่างชัดเจน

ข้อเสียของวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) คือ แบบจำลองที่กำหนดขึ้นมามักไม่มีลักษณะเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic) ดังนั้น แบบจำลองจึงมีความไหวตัวต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อมูลมากกว่าวิธีอื่น อีกทั้งยังเป็นวิธีที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทำให้ยากต่อการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1.2) วิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH)

Free Disposal Hull Analysis (FDH) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพที่ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการจัดลำดับชั้นประสิทธิภาพของผู้ผลิตโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ (Performance) กับเส้นพรมแดนการผลิต (Production Frontier) ที่แสดงถึงการมีประสิทธิภาพหรือการจัดการที่ดีที่สุด (Best Practice) วิธีนี้มีข้อสมมติฐานคือปัจจัยการผลิตและผลผลิตสามารถแยกออกจากกันได้ (Freely Dispose of) ซึ่งสมมติฐานดังกล่าวนี้ให้ความหมายว่าภายใต้ระดับเทคโนโลยีการผลิตเดียวกันเส้นพรมแดนการผลิตสามารถสร้างได้โดยการเชื่อมโยงเส้นผ่านจุดต่างๆ ที่แสดงถึงระดับปัจจัยการผลิตที่ทำให้ได้ระดับผลผลิตสูงสุด นั่นคือ ระดับความมีประสิทธิภาพสูงสุดนั่นเอง

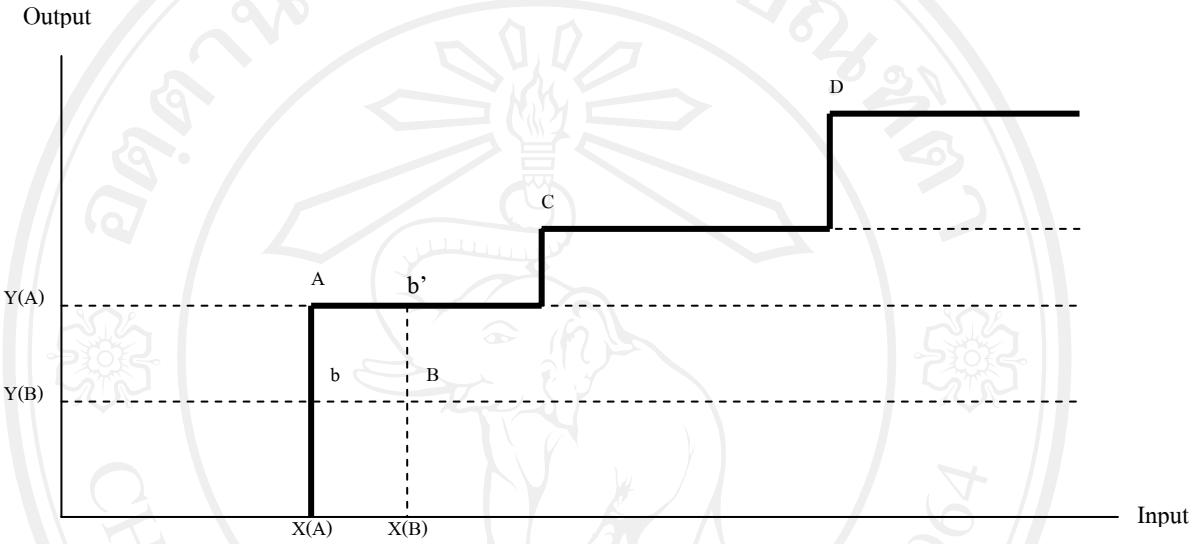
วิธี FDH สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา โดยทำการศึกษาว่าระบบการศึกษาที่กำลังพิจารณานั้นสามารถนำเอาปัจจัยการผลิตมาใช้และได้มาซึ่งผลผลิตทางการศึกษาที่ดี มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้วิธี FDH ยังสามารถใช้ในการจัดลำดับความมีประสิทธิภาพของผู้ดำเนินการจัดการศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางการศึกษาแต่ละหน่วยจากเส้นพรมแดนการผลิต

หลักการในการวิเคราะห์วิธี FDH คือขั้นแรกสร้างสมการพรมแดนการผลิตขึ้นมาก่อนซึ่งแสดงถึงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตของแต่ละหน่วยการผลิตที่นำมาซึ่งระดับผลผลิตทางการศึกษาสูงสุด ดังนั้นหลังจากที่สมการพรมแดนการผลิตถูกสร้างขึ้นแล้ว สมการดังกล่าวสามารถนำมาชี้วัดได้ว่าผู้ดำเนินการจัดการศึกษาแต่ละหน่วยการผลิตมีความไม่มีประสิทธิภาพมากน้อยกว่ากันเพียงไร สามารถชี้ให้เห็นว่าระดับปัจจัยการศึกษาที่นำเข้ามาใช้ในระบบการศึกษาที่กำหนดขึ้นมานั้นจะได้ผลลัพธ์สูงสุดเท่าใด โดยผู้ดำเนินการจัดการศึกษาที่มีผลลัพธ์ทางการศึกษาที่ต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลลัพธ์ทางการศึกษาที่อยู่บนสมการพรมแดนการผลิตจะเป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพการผลิตหรือมีประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ต่ำกว่า

รูปที่ 3.6 สมการพรมแดนความเป็นไปได้ในการผลิตแบบ Free Disposable Hull (FDH)



ที่มา : ดัดแปลงจาก Sanjeev, Gupta; Honjo and Verhoeven (2001)

จากรูปที่ 3.6 แสดงถึงกรอบแนวคิดของวิธี Free Disposal Hull Analysis (FDH) ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิต 1 ชนิด(X) และมีผลผลิต 1 ชนิด(Y) และสมมติให้มีหน่วยการผลิตหรือผู้ดำเนินการจัดการศึกษา 4 หน่วยคือ A, B, C และ D ขั้นแรกของการวิเคราะห์ FDH คือการสร้างเส้นพรมแดนการผลิตบนพื้นฐานของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นได้ว่าผู้ผลิต A, C และ D เป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผู้ผลิตแต่ละคนอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตเหมือนกัน ถึงแม้ว่าโดยเปรียบเทียบแล้วปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต D จะมีค่ามากกว่าของผู้ผลิต C และปริมาณของผู้ผลิต C จะมากกว่าของผู้ผลิต A ก็ตาม แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้มากกว่าของผู้ผลิต D นั้นกลับจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณที่มากกว่าตามไปด้วย ส่วนผู้ผลิต B นั้นเป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่ารายอื่นๆอย่างชัดเจน และในขณะเดียวกันผู้ผลิต B เป็นผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพด้วยเนื่องจากที่ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เท่ากันระหว่างผู้ผลิต A และผู้ผลิต B พบว่า ผู้ผลิต A สามารถนำเอาปัจจัยการผลิตมาสร้างผลผลิตได้มากกว่าผลผลิตที่ผู้ผลิต B สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือในระดับปริมาณผลผลิตที่ต้องการเท่ากัน ผู้ผลิต A สามารถใช้ปัจจัยการผลิตได้ในปริมาณที่น้อยกว่า จากการที่มีสมมติฐานที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิตแยกออกจากกันได้นั้น (Sanjeev, et al, 2001) สามารถทำการสร้างเส้นพรมแดนการผลิตโดยการเชื่อมโยงจุดต่างๆ ที่แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่มีระดับความมีประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการ FDH ให้กรอบแนวคิดในการวัดค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) และค่าความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (Output Efficiency Scores) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0 ของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นแกนในแนวนอนไปจนถึงค่า 1 สำหรับผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต

ค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) แสดงให้เห็นว่าปริมาณปัจจัยการผลิตที่ถูกใช้โดยผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพสามารถลดลงได้อีกเท่าไหร่เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตเท่าเดิมหรือมากกว่า จากรูปที่ 3.6 นั้นค่าประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (Input Efficiency Scores) ของหน่วยการผลิต B สามารถวัดได้โดยมีค่าเท่ากับ X(A)/X(B) ส่วนค่าความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (Output Efficiency Scores) นั้นแสดงให้เห็นถึงปริมาณผลผลิตที่สามารถผลิตเพิ่มขึ้นได้จากการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตเท่าเดิมหรือน้อยกว่าได้ โดยความมีประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต B มีค่าเท่ากับ Y(B)/Y(A) อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติวิธีการ FDH สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ด้วย

ข้อดีของวิธี FDH คือ สามารถใช้ศึกษาในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ นอกจากนี้ยังไม่ต้องกำหนดรูปแบบสมการพรมแดนการผลิตขึ้นล่วงหน้า เนื่องจากการศึกษาประสิทธิภาพที่ผ่านมาโดยอาศัยการประมาณสมการพรมแดนการผลิตยังไม่มีข้อตกลงชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบของสมการพรมแดนการผลิตที่เหมาะสม

ข้อเสียของวิธี FDH คือ ค่อนข้างไหวตัวต่อค่าสังเกตที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด หรือค่าข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) มากกว่าวิธีการแบบ Non-Parametric แบบอื่น นอกจากนี้การที่ไม่ต้องกำหนดข้อจำกัดในเรื่องรูปแบบสมการพรมแดนการผลิตทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่สมการพรมแดนการผลิตที่ประมาณได้มาจากค่าข้อมูลซึ่งมีจำนวนน้อยเกินไป ($n<30$) ทำให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลทำให้วิธีนี้มีความสามารถลดลงในการแสดงให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพ และความไม่มีประสิทธิภาพของผู้ดำเนินการจัดการการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) วิธีที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach)

การศึกษาโดยใช้วิธีการแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ที่ต้องกำหนดรูปแบบฟังก์ชัน การผลิต (Production Function) ขึ้นมาว่าจะให้อยู่ในรูปแบบใด เช่น แบบ Cobb-Douglas Function, Translog Production Function หรือ Leontief เป็นต้น ทั้งนี้การศึกษาวิธีนี้ต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาของผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอเพื่อการประมาณค่า โดยวิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ คือ Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Stochastic Frontier Analysis (SFA) เป็นวิธีการคำนวณที่ใช้หลักการทางเศรษฐมิติ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parametric Approach) ที่ได้รับความนิยมและใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบันได้แก่ วิธีการ Maximum Likelihood วิธีการนี้ถูกนำเสนอ โดย Aigner, Lovell and Schmidt (1977 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) และ Meeusen and van den Broeck (1977 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) ซึ่งต่อมาได้มีนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้พัฒนาและเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Model) อย่างต่อเนื่องอีกหลายงานการศึกษา โดยงานที่นำเสนอมีทั้งการพัฒนาแบบจำลอง และการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น การประมาณค่าฟังก์ชันการผลิต ฟังก์ชันกำไร เป็นต้น ในการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้นั้น ส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์อยู่ 2 ประเภท คือ ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross Sectional Data) และข้อมูล Panel Data (คือ ค่าสังเกตที่เกิดซ้ำๆ กัน จากเซตของหน่วยตัดขวางเซตเดียวกัน)

เพื่อความเข้าใจพื้นฐานของวิธีการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคแบบ Stochastic Frontier ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการดังกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

Aigner, Lovell and Schmidt (1977 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) และ Meeusen and van den Broeck (1977 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) ได้นำเสนอแบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Model) ซึ่งต่อมาได้มีนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้พัฒนาและเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Model) การประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าว โดยส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์อยู่ 2 ประเภท คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross Sectional Data) และข้อมูล Panel Data ในที่นี้จะขอสรุปรูปแบบของแบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่ม (Stochastic Frontier Model) พอสังเขปดังนี้

$$y = f(x,\beta) + \varepsilon \qquad \text{.....(3.3)}$$

โดยที่ y = ผลผลิต (Output)

X = ปัจจัยการผลิต (Input)

β = พารามิเตอร์ (Parameter)

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน ประกอบด้วย v และ – u

ดังนั้น สามารถเขียนแบบจำลองใหม่ได้ว่า

$$y = \beta' x + v - u \qquad \text{.....(3.4)}$$

โดยที่ v = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ดิน ฟ้า อากาศ โรค เป็นต้น และมีลักษณะการแจกแจงแบบสองด้าน (Symmetric; v) ; $v \sim N(0,\sigma_v^2)$

u = ค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถควบคุมได้ เช่น การจัดการในการให้ปุ๋ย น้ำ การใช้ปัจจัยการผลิต เป็นต้น และมีลักษณะการแจกแจงแบบด้านเดียว (one – sided ; u) ; $u \sim N(0,\sigma_u^2)$

ซึ่ง v จะมีฟังก์ชันความหนาแน่น (density function) ดังนี้

$$f(v) = \frac{1}{\sigma_v\sqrt{(2\pi)}}\exp\left(-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right) \qquad \text{.....(3.5)}$$

ส่วน u ซึ่งมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติตัดปลาย (Truncated Normal) จะมีฟังก์ชันความหนาแน่น ดังนี้

$$f(u) = \frac{2}{\sigma_u\sqrt{(2\pi)}}\exp\left(-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}\right) \quad (u \geq 0) \qquad \text{.....(3.6)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า u มีการแจกแจงแบบกึ่งปกติ (Half Normal) นั่นคือ u มีการแจกแจงแบบค่าสัมบูรณ์(Absolute Value) ของ $N\left(0,\sigma_u^2\right)$ แล้วค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของ u สามารถเขียนได้ดังนี้

$$E(u)=\sigma_u(2/\pi)^{1/2}$$
$$V(u)=\sigma_u^2(\pi-2)/\pi$$

u นี้เป็นค่าความคลาดเคลื่อนข้างเดียว ซึ่งหมายความว่า แต่ละค่าสังเกตจะอยู่บนเส้นพรมแดนหรือต่ำกว่าเส้นพรมแดนเสมอ u นี้ก็คือ “ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Inefficiency)” สำหรับ v นั่นก็คือ ค่าความคลาดเคลื่อนตามปกติที่มีการกระจายไปได้ทั้งสองข้าง (Two-sided Error) ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนแบบสุ่มของเส้นพรมแดนอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ภายนอกในเชิงบวกและเชิงลบต่อเส้นพรมแดน Maddala (1983 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546 : 3-6) และสมมติว่าให้ v และ u มีลักษณะของการแจกแจงที่เป็นอิสระต่อกัน จึงทำให้ฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม (Joint Density Function) ของ v และ u มีลักษณะดังนี้

$$f(u,v)=\frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v}\exp\left(-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right) \quad \text{.....(3.7)}$$

แต่เนื่องจาก v ไม่สามารถสังเกตได้ และ ε = v – u จึงทำให้ฟังก์ชันความหนาแน่นร่วม (Joint Density Function) ของ u และ ε มีลักษณะดังนี้

$$f(u,\varepsilon)=\frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v}\exp\left(-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}-\frac{(\varepsilon+u)^2}{2\sigma_v^2}\right) \quad \text{.....(3.8)}$$

ดังนั้น สามารถหาส่วนเบี่ยงเบนจากฟังก์ชันความหนาแน่น (Density Function) ของ ε ได้โดยใช้ Marginal Density Function ของ ε ที่หามาจากการ Integrating ฟังก์ชัน f(u,ε) ด้วย u ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$f(\varepsilon) = \int_0^{\infty} f(u,\varepsilon)du$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma}\left[1-\Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right].\exp\left(-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$= \frac{2}{\sigma}\phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right).\Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad \text{..... (3.9)}$$

โดยที่ $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$

$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ ซึ่งจะมีค่า non – negative

$\phi(\cdot)$ = ฟังก์ชันความหนาแน่น (Density Function) ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard Normal)

$\Phi(\cdot)$ = ฟังก์ชันสะสม (Cumulative Function) ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard Normal) การแจกแจงของค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) ของตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติจะมีลักษณะที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ (Non Normal) ε ซึ่งก็คือ v - u มีลักษณะไม่สมมาตร (Asymmetric) และมีการแจกแจงไม่ปกติ (Non Normal) ดีกรีหรือระดับขั้นของความไม่สมมาตรนั้นดูได้จาก ค่าพารามิเตอร์ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ ถ้า λ ใหญ่ขึ้น ความไม่สมมาตรก็จะมีมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้า λ มีค่าเท่ากับศูนย์ ก็จะได้ว่า ε = v ซึ่งก็คือ การแจกแจงแบบปกติ

Marginal Density Function ของ ε ข้างต้น มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนดังนี้

$$E(\varepsilon) = -E(u) = -\sigma_u\sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

$$V(\varepsilon) = \frac{\pi-2}{\pi}\sigma_u^2 + \sigma_v^2$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Aigner, Lovell and Schmidt (1977 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการ Maximum Likelihood สามารถที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกตัวในสมการที่ (3.9) โดยมีรูปแบบของ Log-Likelihood Function สำหรับตัวอย่างจำนวน i ตัวอย่าง ดังนี้

$$\ln L = cons\tan t - I\ln\sigma + \sum_i \ln\Phi\left(-\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_i \varepsilon_i^2 \quad \text{.....(3.10)}$$

จากนั้นก็ทำการหาอนุพันธ์ (Derivative) Log-Likelihood Function ข้างต้น เทียบกับตัวพารามิเตอร์แต่ละตัว แล้วทำการแก้สมการในเวลาเดียวกัน ก็จะทำให้ได้ตัวพารามิเตอร์ทั้งหมดที่เป็นตัวประมาณค่า Maximum Likelihood Estimator

ในลำดับต่อมาก็จะนำค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ได้จากตัวประมาณค่า Maximum Likelihood Estimator ไปทำการประมาณค่าความไม่มีประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยผลิต โดย Jondrow, *et al.* (1982 อ้างถึงใน อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6) ได้เป็นกลุ่มแรกที่ได้แสดงวิธีคำนวณค่าประมาณความไม่มีประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยผลิตโดยแสดงว่าค่าคาดหมาย (Expected Value) ของ u สำหรับค่าสังเกตแต่ละค่าสามารถที่จะหามาได้จากการแจกแจงแบบมี เงื่อนไข (Conditional Distribution) ของ u โดยกำหนด ε มาให้ ภายใต้การแจกแจงแบบปกติสำหรับ v และการแจกแจงแบบกึ่งปกติ (Half Normal) สำหรับ u ค่าคาดหมาย (Expected Value) ของความไม่มีประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยการผลิต โดยกำหนด ε มาให้สามารถหาได้ดังนี้

$$TI = E(u/\varepsilon) = \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma}\left[\frac{\phi(\varepsilon\lambda/\sigma)}{1-\Phi(\varepsilon\lambda/\sigma)} - \frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right] \qquad \text{.....(3.11)}$$

ดังนั้นจะสามารถหาความมีประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยการผลิตได้ดังนี้

$$TE = \exp(-u) \qquad \text{.....(3.12)}$$

และสามารถหาค่าเฉลี่ยของความมีประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$E(e^{-u}) = 2[1-\Phi(\sigma_u)]\cdot \exp\left\{\frac{\sigma_u^2}{2}\right\} \qquad \text{.....(3.13)}$$

ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้เป็นวิธีการประมาณค่าฟังก์ชันเชิงเฟ้นสุ่ม และการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยวิธีการ Stochastic Frontier ที่เป็นวิธีการที่เรียกว่า Error Components Model (อัครพงศ์ อั้นทอง, 2546: 3-6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามที่กล่าวมาข้างต้นสำหรับวิธีการประมาณค่าแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Approach) สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา ได้ดังนี้ สมมติว่า EDOUT คือผลผลิตของระบบการศึกษา (output of education) ได้แก่ จำนวนนักเรียนที่สำเร็จการศึกษา (number of graduated student) ระดับคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษา (student' grades) ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นคำนวณได้โดยการรวมเกรดของนักเรียนทุกคนเข้าด้วยกันหรือมีค่าเท่ากับเกรดเฉลี่ยของนักเรียนคูณด้วยจำนวนนักเรียนหรือวัดโดยจำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทุกวิชาหรือนักเรียนที่ศึกษาต่อในระดับสูง ส่วน $EDINP_i$ ปัจจัยนำเข้าในระบบการศึกษา (inputs of education) ได้แก่ จำนวน คุณภาพของครูผู้สอน (number of teacher:$EDINP_1$) มูลค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเรียนการสอน (money spent on teaching material: $EDINP_2$) ซึ่งหาได้จากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหัวของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา (mean input per student times number of graduated student) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักศึกษาและระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (socio-economic status of student and parent educational level: $EDINP_3$) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 14 คือ

$$EDOUT_t = F(EDINP_1, EDINP_2, EDINP_3, e) \quad \text{.....(3.14)}$$

โดยที่ $EDOUT_1 = EDINP_1, EDINP_2, EDINP_3$

$EDINP_1 =$ จำนวนและคุณภาพของครูผู้สอน

$EDINP_2 =$ มูลค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเรียนการสอน

$EDINP_3 =$ ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักศึกษาและระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

เมื่อเขียนในรูปของ Linear function และรูปของ Translog function จะได้ดังนี้

$$EDOUT_1 = \beta_0 + \beta_1 EDINP_{1t} + \beta_2 EDINP_{2t} + \beta_3 EDINP_{3t} + e_t \quad \text{.....(3.15)}$$

$$\begin{aligned} LnEDOUT_t = {} & \beta_0 + \beta_1 LnEDINP_{1t} + \beta_2 LnEDINP_{2t} + \beta_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \beta_{11}(LnEDINP_{1t}) + \beta_{22}(LnEDINP_{2t}) + \beta_{33}(LnEDINP_{3t}) \\ & + \beta_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \beta_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \beta_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) + e_t \quad \text{.....(3.16a)} \end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้ากำหนดให้ $\hat{Y}_t$ คือตัวประมาณค่าของ $LnEDOUT_t$ สมการคาดคะเนจะได้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_t = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 LnEDINP_{1t} + \hat{\beta}_2 LnEDINP_{2t} + \hat{\beta}_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \hat{\beta}_{11}(LnEDINP_{1t})^2 + \hat{\beta}_{22}(LnEDINP_{2t})^2 + \hat{\beta}_{33}(LnEDINP_{3t})^2 \\ & + \hat{\beta}_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \hat{\beta}_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \hat{\beta}_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) \qquad \text{.....(3.16b)}\end{aligned}$$

(ภัทรา ชมชื่น, 2548 : 48)

3.3 วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม เป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยว่าค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานประกอบด้วย

1) กำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง ซึ่งอาจจะเป็นไปในลักษณะใดลักษณะหนึ่งดังนี้

รูปแบบที่ 1 แบบสองทาง

$H_0: \mu_A - \mu_B = M_0$

$H_A: \mu_A - \mu_B \neq M_0$

รูปแบบที่ 2 แบบทางเดียว

$H_0: \mu_A - \mu_B \geq M_0$ หรือ $H_0: \mu_A - \mu_B \leq M_0$

$H_A: \mu_A - \mu_B < M_0$ $H_A: \mu_A - \mu_B > M_0$

M_0 อาจจะมีค่าเป็นศูนย์หรือ ตัวเลขใดๆก็ได้

2) เลือกค่าสถิติเพื่อการทดสอบ โดยค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบจะแตกต่างกันไปในแต่ละกรณีของการทดสอบดังนี้

2.1) กรณีที่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรและ $n_1 \geq 30$ และ $n_2 \geq 30$ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}}$$

2.2) กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรและ $n_1 \geq 30$ และ $n_2 \geq 30$ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}}$$

2.3) กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรแต่ทราบว่าเท่ากัน ประกอบกับ $n_1 < 30$ และ $n_2 < 30$ และลักษณะการแจกแจงของค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรมีลักษณะสมมาตร ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$

และ $d.f. = n_1 + n_2 - 2$

2.4) กรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรและทราบว่ามีค่าไม่เท่ากัน ประกอบกับ $n_1 < 30$ และ $n_2 < 30$ และลักษณะการแจกแจงของค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากรมีลักษณะสมมาตร ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ $d.f. = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\left(s_1^2/n_1\right)^2/(n_1 - 1) + \left(s_2^2/n_2\right)^2/(n_2 - 1)}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญ หรือ ค่า α

4) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ที่จะปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ

$Z_{cal} > Z_{\alpha}$ หรือ $Z_{cal} < -Z_{\alpha}$

และ $t_{cal} > t_{\alpha}$ หรือ $t_{cal} < -t_{\alpha}$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0)

5) คำนวณค่าสถิติเพื่อการทดสอบจากข้อมูลตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตาราง

6) สรุปผลจากการทดสอบสมมติฐาน (อมรทิพย์ แท้เที่ยงธรรม, 2547: 239-242)

3.4 วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของหลายประชากรหรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน กรณี Multiple Comparisons

การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของหลายประชากรหรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน กรณี Multiple Comparisons เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากร k ประชากร โดยที่ $k \geq 3$ และเป็นการสุ่มตัวอย่างทั้ง k ชุดตัวอย่างแบบเป็นอิสระกัน สามารถทำได้ทั้งการทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์และการทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

3.4.1 การทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 ประชากรขึ้นไป โดยต้องมีเงื่อนไข คือ 1) ประชากรทั้ง k ประชากร มีการแจกแจงแบบปกติ 2) ค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน คือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = ... = \sigma_k^2$ 3) การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดจากแต่ละประชากรจะเป็นอิสระกัน โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรหลายๆ คู่ในเวลาเดียวกัน จะใช้ได้ต่อเมื่อปฏิเสธ H_0: $\mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_k$ ใน CRD ANOVA แล้ว และต้องการทราบว่า ค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกันจากทั้งหมด $\binom{k}{2}$ คู่ การทดสอบที่ใช้มีหลายวิธี เช่น LSD (Fisher's Least Significant Difference), Bonferroni, Tukey, SNK (Student-Newman-Keuls) เป็นต้น โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรหลายๆ คู่ เช่น LSD (Fisher's Least Significant Difference), Bonferroni เป็นต้น จึงเรียกว่า Multiple Comparisons

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรแล้วแยกประชากรที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน เช่น Tukey เป็นต้น

ก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของหลายประชากรโดยวิธีการใช้พารามิเตอร์ ต้องมีการทดสอบคุณสมบัติหรือเงื่อนไขของวิธีการนี้ก่อนโดยการทดสอบการแจกแจงแบบปกติและการทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวน k ประชากร โดยการทดสอบการแจกแจงแบบปกติสามารถทำได้หลายวิธีในทางสถิติ เช่น Kolmogorov-Smirnov Test, Lilliefors Test ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโดยใช้วิธีของ Kolmogorov-Smirnov Test และใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากค่าของ Asymp. Sig. (2-tailed) โดยมีสมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง คือ H_0: ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และ H_1: ข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ ซึ่งถ้าค่า Asymp. Sig. (2-tailed) ที่ได้มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก และปฏิเสธสมมติฐานรอง

ส่วนการทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวน k ประชากร ในทางสถิติสามารถทำการทดสอบโดยใช้วิธีของ Bartlett's Test หรือ วิธีของ Levene's Test ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะพิจารณาได้จากค่าของ Test of Homogeneity of Variances โดยมีสมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง คือ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$ และ $H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ อย่างน้อย 1 คู่ ; $i \neq j$ ถ้าค่า Sig. ที่ได้มากกว่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลักและปฏิเสธสมมติฐานรอง (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546: 140-155)

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะขอกล่าวถึงวิธีการที่ใช้พารามิเตอร์ 2 วิธี ดังนี้

1) Fisher's Least Significant Difference (LSD) R.A. Fisher ได้พัฒนาวิธีการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรครั้งละคู่ โดยต้องสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดเป็นอิสระกัน ซึ่งเรียกว่า Fisher's LSD ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการทดสอบสมมติฐาน H_0: $\mu_1 = \mu_2 = \ldots\ldots = \mu_k$ โดยใช้สถิติทดสอบ $F = \frac{MST_{rt}}{MSE}$ ถ้ายอมรับ H_0 จะไม่ทำการทดสอบต่อไปในขั้นที่สอง แต่ถ้าปฏิเสธ H_0 ต้องทำต่อไปในขั้นที่สอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นที่ 2 คำนวณหา LSD เพื่อเปรียบเทียบผลต่างระหว่าง μ_i และ μ_j โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ = α

$$LSD = t_{1-\frac{\alpha}{2};n-k}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \qquad \text{โดยที่} \quad n=\sum_{i=1}^{k} n_i$$

ถ้า $n_i = n_j$ จะทำให้ $LSD = t_{1-\frac{\alpha}{2};n-k}\sqrt{\frac{2MSE}{n_i}}$

ขั้นที่ 3 คำนวณหา $\left|\overline{x}_i - \overline{x}_j\right|$ ทุกค่า $i \neq j$; $i, j = 1, 2, ..., k$

ขั้นที่ 4 ถ้า $\left|\overline{x}_i - \overline{x}_j\right| \geq$ LSD หมายถึง μ_i จะแตกต่างจาก μ_j

2) Tukey's Multiple Comparison Method หรือเราเรียกว่า Honestly Significant Different Test หรือ Wholly Significant Different Test ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยครั้งละคู่ เหมือนกับวิธีของ Fisher's LSD ซึ่งจะใช้เมื่อปฏิเสธสมมติฐาน H_0: $\mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_k$

เทคนิคของ Tukey มี 2 กรณี คือ

ก. เมื่อขนาดตัวอย่างที่สุ่มจากแต่ละประชากรเท่ากัน $(n_1 = n_2 = ... = n_k = n_c)$ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เรียงลำดับค่าเฉลี่ยตัวอย่างจากน้อยไปหามาก

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่าวิกฤต T (Tukey) โดยที่

$$T = q_\alpha(k, n-k).SE$$
$$= q_\alpha(k, n-k)\sqrt{\frac{MSE}{n_c}}$$

โดยที่ $q_\alpha(k, n-k)$ ได้จากการเปิดตาราง และเรียก $q_\alpha(k, n-k)$ ว่าค่าวิกฤตของ Studentized Range (Percentage Points of the Studentized Range) k = จำนวนประชากร และ n-k คือ ค่า error d.f. จาก CRD ANOVA

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบค่า $\left|\overline{x}_i - \overline{x}_j\right|$ กับค่า T ถ้า $\left|\overline{x}_i - \overline{x}_j\right| >$ T จะสรุปว่า μ_i จะแตกต่างจาก μ_j ที่ระดับนัยสำคัญ α

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. เมื่อขนาดตัวอย่างที่สุ่มจากแต่ละประชากรไม่เท่ากัน ในกรณีนี้อาจมีขนาดตัวอย่างบางกลุ่มไม่เท่ากับกลุ่มอื่น หรืออาจไม่เท่ากันทุกกลุ่มก็ได้ นั่นคือ มี $n_i \neq n_j$ อย่างน้อย 1 คู่ วิธีการของ Tukey จะเปลี่ยนเฉพาะค่า SE โดยที่

$$SE = \sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

ค่าวิกฤต T จะกลายเป็น

$$T = q_\alpha\left(k, n-k\right)\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

ส่วนขั้นตอนอื่นๆ เหมือนในข้อ ก. กรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546:160-169)

ถ้าหากว่าผลการทดสอบที่ได้ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ จึงมีแนวทางในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของหลายประชากรอีกแนวทางหนึ่งคือ การทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อที่ 3.4.2

3.4.2 การทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากร k ประชากร โดยที่ไม่ทราบการแจกแจงของประชากรทั้ง k ประชากรหรือแต่ละประชากรมีการแจกแจงแบบอื่นๆ ที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติและค่าความแปรปรวนของแต่ละประชากรไม่เท่ากัน และตัวอย่างมีขนาดเล็ก หรือข้อมูลอยู่ในรูปลำดับที่ จะใช้การทดสอบของ ครูสคัล วิลลิส (Kruskal-Wallis H Test)

การทดสอบของครูสคัล วิลลิส (Kruskal-Wallis H Test)

การใช้การทดสอบของ ครูสคัล วิลลิส (Kruskal-Wallis H Test) ได้ จะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) สุ่มตัวอย่าง k ชุดตัวอย่างเป็นอิสระกัน

2) $n_i \geq 5; i = 1, 2, , ..., k$ โดยที่ n_i = ขนาดตัวอย่างชุดที่ i

สำหรับขั้นตอนการทดสอบของครูสคัล วิลลิส (Kruskal-Wallis H Test) เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

H_0 : ลักษณะที่เราสนใจศึกษาของทั้ง k ประชากรไม่แตกต่างกัน

H_1 : ลักษณะที่เราสนใจศึกษาของทั้ง k ประชากร แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ประชากร

ขั้นที่ 2 ให้ลำดับที่ (rank) แก่ข้อมูลทั้งหมด (1,2,...,n) โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก นั่นคือ ให้ค่าต่ำสุดเป็นลำดับที่ 1 และให้ค่าสูงสุดเป็นลำดับที่ n โดยที่ $n = \sum_{i=1}^{k} n_i$ กรณีที่ค่าของข้อมูลเท่ากัน ให้ใช้ลำดับที่เฉลี่ยของข้อมูลที่เท่ากันและกำหนดให้ T_i คือ ผลบวกของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างชุดที่ $i; i = 1,.....,k$

สถิติทดสอบ $H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^{k} \left(\frac{T_i^2}{n_i} \right) - 3(n+1)$

โดยที่สถิติทดสอบ H จะมีการแจกแจงโดยประมาณแบบไคสแควร์ที่องศาอิสระ k-1 หรือ $H \sim \chi^2_{(k-1);1-\alpha}$

เขตปฏิเสธสมมติฐาน คือ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $H > \chi^2_{(k-1);1-\alpha}$ โดยที่ $\chi^2_{(k-1);1-\alpha}$ ได้จากการเปิดตารางไคสแควร์

ในกรณีที่ผลการทดสอบปรากฏว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 จะต้องทำการทดสอบต่อว่าประชากรใดบ้างที่แตกต่างจากประชากรอื่นๆ เช่นเดียวกับการทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

คำนวณค่า $\left|T_i - T_j\right|$ แล้วเปรียบเทียบกับ $q_{k,\infty} SE$

โดยที่ $SE = \sqrt{\frac{n(nk)(nk+1)}{12}}$

นั่นคือ จะสรุปว่า ประชากรแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ประชากร ถ้า $\left|T_i - T_j\right| > q_{k,\infty} SE$

โดยที่ ค่า $q_{k,\infty} SE$ ได้จากการเปิดตารางที่ระดับนัยสำคัญ α (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546: 248 - 249-5) โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ โดยจะพิจารณาค่า Asymp. Sig. เปรียบเทียบกับค่า $\alpha = 0.05$ ถ้าค่า Asymp. Sig. มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ นั่นคือ จะยอมรับสมมติฐานหลัก และปฏิเสธสมมติฐานรอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 แบบจำลองเชิงประจักษ์

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 2 แบบจำลอง ได้แก่ 1) แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา โดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) และ 2) แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาโดยวิธี Stochastic Frontier Analysis (SFA)

1) แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา โดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) กำหนดได้ดังนี้

ผลผลิตทางการศึกษาเป็นผลผลิตชนิดเดียวแต่หลายปัจจัยการผลิต (Single Output-Multi Input)

$$F(x_{nj}, y_{mj}) = \min \lambda_j$$

Subject to

$$y_{11}a_1 + y_{12}a_2 + y_{13}a_3 + ... + y_{1k}a_k - y_{1j} \geq 0 \quad \text{.....(3.17)}$$

$$x_{11}a_1 + x_{12}a_2 + x_{13}a_3 + ... + x_{1k}a_k - \lambda_j x_{1j} \leq 0 \quad \text{.....(3.18)}$$

$$x_{21}a_1 + x_{22}a_2 + x_{23}a_3 + ... + x_{2k}a_k - \lambda_j x_{2j} \leq 0 \quad \text{.....(3.19)}$$

$$x_{31}a_1 + x_{32}a_2 + x_{33}a_3 + ... + x_{3k}a_k - \lambda_j x_{3j} \leq 0 \quad \text{.....(3.20)}$$

$$x_{41}a_1 + x_{42}a_2 + x_{43}a_3 + ... + x_{4k}a_k - \lambda_j x_{4j} \leq 0 \quad \text{.....(3.21)}$$

$$x_{51}a_1 + x_{52}a_2 + x_{53}a_3 + ... + x_{5k}a_k - \lambda_j x_{5j} \leq 0 \quad \text{.....(3.22)}$$

$$x_{61}a_1 + x_{62}a_2 + x_{63}a_3 + ... + x_{6k}a_k - \lambda_j x_{6j} \leq 0 \quad \text{.....(3.23)}$$

$$x_{71}a_1 + x_{72}a_2 + x_{73}a_3 + ... + x_{7k}a_k - \lambda_j x_{7j} \leq 0 \quad \text{.....(3.24)}$$

$$x_{81}a_1 + x_{82}a_2 + x_{83}a_3 + ... + x_{8k}a_k - \lambda_j x_{8j} \leq 0 \quad \text{.....(3.25)}$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + ... + a_k = 0 \quad \text{.....(3.26)}$$

$$a_k \geq 0 \quad \text{.....(3.27)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

n คือ จำนวนสถาบันอุดมศึกษาตัวอย่าง มีจำนวนทั้งสิ้น 100 สถาบัน แบ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษารัฐจำนวน 63 สถาบัน และสถาบันอุดมศึกษาเอกชนจำนวน 37 สถาบัน

สมการที่ 3.17 เป็นสมการแสดงข้อจำกัดทางด้านผลผลิต นั่นคือ ข้อจำกัดของจำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาของแต่ละสถาบัน

สมการที่ 3.18 ถึง 3.25 เป็นสมการแสดงข้อจำกัดทางด้านปัจจัยการผลิต

สมการที่ 3.18 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านบุคลากรเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ 3.19 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านการบริหารจัดการเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ 3.20 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน วัสดุและครุภัณฑ์เฉลี่ยต่อปี

สมการที่ 3.21 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านที่ดิน อาคารและสิ่งปลูกสร้าง

สมการที่ 3.22 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ 3.23 เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายทางด้านหมวดเงินอุดหนุนเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ 3.24 เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักศึกษาเฉลี่ยต่อจำนวนอาจารย์ผู้สอนทั้งหมด

สมการที่ 3.25 เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนอาจารย์ที่มีตำแหน่งทางวิชาการ(รองศาสตราจารย์และศาสตราจารย์) ต่อจำนวนอาจารย์ทั้งหมด

สมการที่ 3.26 เป็นสมการ convexity constraint แสดงถึงลักษณะการผลิตที่เป็นแบบ variable return to scale (VRS) ทั้งนี้ ลักษณะการผลิตแบบ VRS จะให้เส้นพรมแดนการผลิตที่มีลักษณะเป็น convex ซึ่งสามารถห่อหุ้มข้อมูลได้หนาแน่นกว่าแบบ constant return to scale (CRS)

สมการที่ 3.27 เป็นสมการ non-negative constraint

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาโดยวิธี Stochastic Frontier Analysis (SFA)

ในการศึกษาประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Stochastic Frontier Analysis (SFA) จะมีสมการพรมแดนการผลิตรูปแบบ Translog Production Function แสดงได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}\ln Q_t = {} & \alpha_0 + \alpha_1 \ln EXP_t + \alpha_2 \ln STAFF_t + \alpha_3 STLOAD_t \\ & + \frac{1}{2}\alpha_{11}\left(\ln EXP_t\right)^2 + \frac{1}{2}\alpha_{22}\left(\ln STAFF_t\right)^2 + \frac{1}{2}\alpha_{33}\left(\ln STLOAD_t\right)^2 \\ & + \begin{bmatrix} \alpha_{12}\left(\ln EXP_t\right)\left(\ln STAFF_t\right) + \alpha_{13}\left(\ln EXP_t\right)\left(\ln STLOAD_t\right) \\ + \alpha_{23}\left(\ln STAFF_t\right)\left(\ln STLOAD_t\right) \end{bmatrix} \\ & + \sum_{k=1}^{5} \alpha_k D_k + v_i - u_i \qquad \text{.....(3.28)}\end{aligned}$$

โดยตัวแปรต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

Q_t คือ ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการผลิตทางการศึกษา (output of education) ของสถาบันอุดมศึกษาที่ t ได้แก่ จำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา (number of graduated students)

EXP_t คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการศึกษา

$STAFF_t$ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาที่ t

$STLOAD_t$ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาที่ t

D_1 คือ ตัวแปร Dummy เท่ากับ 1 เมื่อเป็นสถาบันอุดมศึกษารัฐ

D_2 คือ ตัวแปร Dummy เท่ากับ 1 เมื่อเป็นสถาบันอุดมศึกษาขนาดใหญ่

D_3 คือ ตัวแปร Dummy เท่ากับ 1 เมื่อเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

D_4 คือ ตัวแปร Dummy เท่ากับ 1 เมื่อเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีระยะเวลาในการเปิดทำการเรียนการสอนระหว่าง 5 ปี – 15 ปี (ระยะกำลังเติบโต)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

D_5 คือ ตัวแปร Dummy เท่ากับ 1 เมื่อเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีระยะเวลาในการเปิดทำการเรียนการสอนมากกว่า 15 ปี (ระยะเติบโต)

α_i คือ ค่า Coefficients

e_t คือ Error term ของสถาบันอุดมศึกษาที่ t ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ν_j และ μ_j ค่า ν_j คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่สมมุติให้มีค่าสองด้าน (Two sided random error term หรือ stochastic error term) ที่สมมุติให้เป็นตัวอธิบายค่ารบกวนทางสถิติ (Statistical noise) ซึ่งมีการกระจายแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_v^2 ส่วน μ_j คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่สมมุติให้มีการกระจายที่เป็นอิสระที่มีค่าด้านเดียว (truncated) ณ ค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งมีการกระจายแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ φ_j และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_u^2

3.6 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา: การเปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์สมการพรมแดนเชิงเฟ้นสุ่มและการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มครั้งนี้ มีข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลหลักๆ คือ ข้อมูลทั่วไปของสถาบันอุดมศึกษา การบริหารจัดการของสถาบันอุดมศึกษา คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาและการประกันคุณภาพการศึกษา ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการแบบสอบถามที่ส่งไปยังสถาบันอุดมศึกษาตัวอย่างและการรวบรวมเพิ่มเติมจากเว็บไซต์ของสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ในปีการศึกษา 2549 ส่วนข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษานั้น ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนงบประมาณปี 2549 ข้อมูลจำนวนบุคลากรในสถาบันอุดมศึกษา ข้อมูลจำนวนนักศึกษาและข้อมูลจำนวนผู้สำเร็จการศึกษา รวบรวมได้จากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยมีรายละเอียดและแหล่งที่มาของข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา

จำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา ในปีการศึกษา 2549 ซึ่งประกอบด้วย นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี (ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและอนุปริญญา) ปริญญาตรี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประกาศนียบัตรบัณฑิต ปริญญาโท ประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูงและปริญญาเอก โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการถ่วงน้ำหนักจำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตามระดับการศึกษาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเห็นความแตกต่างตามระดับการศึกษาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้ใช้การศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นฐาน ดังนี้ ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี 1 คน เท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 0.5 คน ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต 1 คน เท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 1.5 คน ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท 1 คน เท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 2 คน ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง 1 คน เท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 2.5 คนและผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอก 1 คน เท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 3 คน นอกจากนี้ ผู้ศึกษายังได้ทำการถ่วงน้ำหนักจำนวนนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาโดยแยกตามประเภทสถาบัน เพื่อเป็นการกำหนดคุณภาพของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยทั่วไป สถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รวมทั้งสถาบันอุดมศึกษาเอกชน โดย ผู้สำเร็จการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและสถาบันอุดมศึกษาเอกชน 1 คนเท่ากับผู้สำเร็จการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยทั่วไป 0.65 คน สาเหตุที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักในระดับนี้ เนื่องจากไม่มีหลักฐานที่สามารถอ้างอิงค่าถ่วงน้ำหนักในระดับอื่นๆได้ เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ทำในระดับเริ่มต้นที่ควรจะมีการพัฒนาต่อไปได้ โดยในขั้นต้นนี้ผู้ศึกษาเชื่อว่าจากการรับรู้และรับทราบของสังคม คุณภาพของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยทั่วไปกับบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรวมทั้งบัณฑิตจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชน มีคุณภาพไม่เท่ากัน ดังนั้น ในเบื้องต้นเนื่องจากไม่มีการศึกษาหรือวิจัยว่าคุณภาพของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาแต่ละสถาบันอุดมศึกษามีคุณภาพต่างกันเท่าไหร่ ผู้ศึกษาจึงทำการอนุมานในขั้นต้น โดยเชื่อว่า คุณภาพของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยทั่วไปกับบัณฑิตที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำเร็จการศึกษาจากสถาบันอุดมศึกษารัฐที่มีฐานะเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรวมทั้งบัณฑิตจากสถาบันอุดมศึกษาเอกชนมีคุณภาพต่างกัน 35 %[1] โดยข้อมูลจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาทั้งสถาบันอุดมศึกษารัฐและสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ในปีการศึกษา 2549 รวบรวมได้จาก เว็บไซต์ของ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2) ข้อมูลจำนวนอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา

จำนวนอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา หมายถึง จำนวนอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาทั้งหมดในปีการศึกษา 2549 ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการถ่วงน้ำหนักจำนวนอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาตามระดับการศึกษาของอาจารย์ โดยใช้การศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นฐาน ดังนี้ อาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 1 คน เท่ากับอาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 2 คน และอาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก 1 คน เท่ากับอาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 3 คน[1] โดยข้อมูลจำนวนบุคลากรของสถาบันอุดมศึกษาทั้งสถาบันอุดมศึกษารัฐและสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ในปีการศึกษา 2549 รวบรวมได้จาก เว็บไซต์ของ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

3) ข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษา

จำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษา หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาในปีการศึกษา 2549 ซึ่งประกอบด้วย นักศึกษาที่เข้าในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี(ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและอนุปริญญา) ปริญญาตรี ประกาศนียบัตรบัณฑิตปริญญาโท ประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูงและปริญญาเอก โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการถ่วงน้ำหนักจำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษาตามระดับการศึกษาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเห็นความแตกต่างตามระดับการศึกษาชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้ใช้การศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นฐาน ดังนี้ นักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี 1 คน เท่ากับนักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี 0.5 คน นักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต 1 คน เท่ากับนักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี 1.5 คน นักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาโท 1 คน เท่ากับนักศึกษาที่

[1] อัมพร ลืมนัด, 2551, ประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษารัฐ, วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 35-36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี 2 คน นักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง 1 คน เท่ากับนักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี 2.5 คนและนักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาเอก 1 คน เท่ากับนักศึกษาที่เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี 3 คน[2] โดยข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาทั้งสถาบันอุดมศึกษารัฐและสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ในปีการศึกษา 2549 รวบรวมได้จาก เว็บไซต์ของ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

4) ข้อมูลงบประมาณค่าใช้จ่ายของสถาบันอุดมศึกษา

งบประมาณค่าใช้จ่ายของสถาบันอุดมศึกษา หมายถึง งบประมาณค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ได้รับการจัดสรรจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี 2549 โดยแบ่งเป็นงบดำเนินการและงบลงทุน โดยในส่วนของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ แม้ว่าจะไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณในส่วนของงบลงทุน ดังนั้น งบลงทุนของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐนั้นจะนำมาจากงบลงทุนที่เกิดจากงบประมาณผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัยเอง นอกจากนี้ในส่วนของสถาบันอุดมศึกษาเอกชน เนื่องจากงบประมาณในปีการศึกษา 2549 ผู้ศึกษาไม่สามารถหาข้อมูลมาประกอบการศึกษาได้จึงได้ใช้ข้อมูลงบประมาณในปีการศึกษา 2548 เป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากข้อมูลตัวเลขงบประมาณใกล้เคียงกับปีการศึกษา 2549 มากที่สุด เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้าปีการศึกษา 2548 โดยข้อมูลทางด้านงบประมาณและค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆของสถาบันอุดมศึกษารัฐและสถาบันอุดมศึกษาเอกชน ในปีการศึกษา 2548 และปีการศึกษา 2549 รวบรวมได้จาก สำนักงบประมาณ และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[2] อัมพร ลืมนัด, 2551, ประสิทธิภาพการจัดการทางการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษารัฐ, วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 35-36