# บทที่ 3

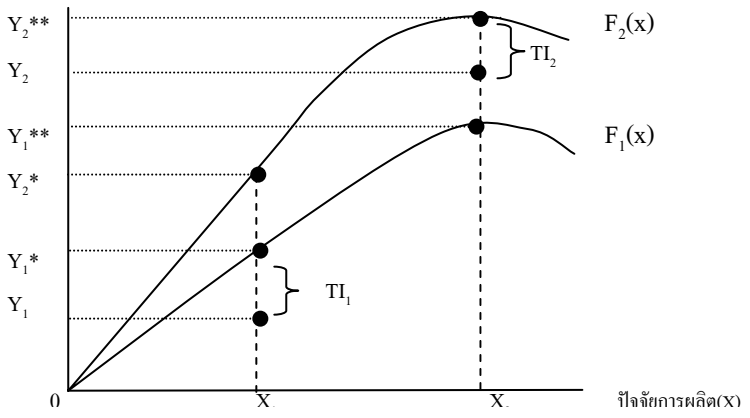
## ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับในบทนี้ ได้แสดงแนวคิดอยู่ 2 ด้านได้แก่ แนวคิดด้านความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม และแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาการมีส่วนร่วมของสถาบันการศึกษาภาคอาชีวศึกษาต่อเศรษฐกิจไทย ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

#### 3.1.1 แนวคิดด้านความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม

ในทางเศรษฐศาสตร์นั้น ได้กล่าวถึงผลิตภาพปัจจัยการผลิต (productivity) ว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้จากการผลิตและปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตผลผลิตนั้น ๆ หรือหมายถึงปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตไปหนึ่งหน่วย และเนื่องจากหน่วยของผลผลิตและปัจจัยการผลิตต่าง ๆ มีความแตกต่างกันไป จึงทำให้การศึกษาด้านผลิตภาพการผลิตต้องวัดขนาดของผลผลิตและปัจจัยการผลิตนั้น ๆ โดยการวัดเป็นมูลค่า เพื่อจะสามารถนำมูลค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันได้นั่นเอง ซึ่งโดยทั่วไป อัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตนั้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณปัจจัยหลายชนิดได้แก่ เทคโนโลยีการผลิต กระบวนการผลิต ปริมาณและชนิดของปัจจัยการผลิต รวมไปถึงการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นตัวชี้ให้ทราบถึงระดับของผลิตภาพในการผลิตว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยพิจารณาได้จากรูปดังต่อไปนี้




รูปที่ 3.1 แสดงความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พิจารณาจากรูปแสดงให้เห็นถึงเส้นฟังก์ชันพรมแดนการผลิต (production function frontier) ของผู้ผลิตใน 2 ช่วงเวลา คือมีค่า $F_1(x)$ และ $F_2(x)$ ตามลำดับ ถ้ากำหนดให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดแล้ว (technical efficiency) เท่ากับ 1 แล้ว ผู้ผลิตจะได้รับผลผลิตอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต ซึ่งก็คือ $Y_1^*$ และ $Y_2^*$ ในช่วงเวลาที่ 1 หรือ (t-1) และ 2 หรือ (t) ตามลำดับ ณ ระดับการผลิตที่ $Y_1^*$ ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้ได้สูงด้วยวิธีการอยู่ 2 วิธี วิธีแรกคือการเพิ่มผลผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตให้มากขึ้น (total input growth) จาก $X_1$เป็น $X_2$ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ไปสู่ระดับผลผลิตที่ $Y_1^{**}$ ส่วนวิธีที่สอง คือ การเพิ่มผลผลิตจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยที่ยังคงใช้ปัจจัยการผลิตคงเดิม นั่นคือระดับของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ $Y_2^*$ ณ ระดับปัจจัยการผลิต $X_1$ ซึ่งหากผู้ผลิตยังเพิ่มปัจจัยการผลิตควบคู่กันไปด้วยแล้ว (มีการใช้ปัจจัยการผลิตไปถึง $X_2$) ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมจะทำให้ผลผลิตขยายออกไปถึง ณ ระดับ $Y_2^{**}$ ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากับ $X_2$ นอกจากนั้นเส้นพรมแดนการผลิตจะเป็นเส้น $F_2(x)$

ในกรณีที่ผู้ผลิตทำการผลิตไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency firm) หรือมีระดับความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคน้อยกว่าหนึ่งจะทำให้ปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตได้รับจริงอยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิต คือมีค่าเท่ากับ $Y_1$ และ $Y_2$ ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical inefficiency: TI) สามารถวัดได้จากระยะห่างในแนวตั้งระหว่างผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต ($Y_1^*$ และ $Y_2^*$ ) และผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงของผู้ผลิต ($Y_1$ และ $Y_2$) ซึ่งก็คือ $TI_1$ และ $TI_2$ในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตเมื่อเวลาได้เปลี่ยนแปลงไปก็คือความแตกต่างระหว่างค่า $TI_1$ และ $TI_2$ หรือ ($TI_1$-$TI_2$) สำหรับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technological change: TC) สามารถหาได้จากระยะห่างระหว่างเส้นฟังก์ชันพรมแดนการผลิต $F_1(x)$ และ $F_2(x)$ ซึ่งก็คือ ($Y_2^* - Y_1^*$ ) และ ($Y_2^{**} - Y_1^{**}$ ) ณ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิต $X_1$ และ $X_2$ ตามลำดับ และผลของความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตจาก $X_1$ เป็น $X_2$ มีค่าเท่ากับ ($Y_2^{**} - Y_1^*$) ดังนั้นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิต คือ ($Y_2$- $Y_1$) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป สามารถแสดงให้เห็นได้ดังสมการดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$
\begin{aligned}
Y_2 - Y_1 &= \left[Y_1^* - Y_1\right] + \left[Y_1^{**} - Y_1^*\right] + \left[Y_2 - Y_1^{**}\right] \\
&= \left[Y_1^* - Y_1\right] + \left[Y_1^{**} - Y_1^*\right] + \left[Y_2 - Y_1^{**}\right] + \left[Y_2^{**} - Y_2^{**}\right] \\
&= \left[Y_1^* - Y_1\right] + \left[Y_1^{**} - Y_1^*\right] - \left[Y_2^{**} - Y_1^{**}\right] + \left[Y_2^{**} - Y_1^{**}\right] \\
&= \left[Y_1^{**} - Y_1^*\right] + \left\{\left[Y_1^* - Y_1\right] + \left[Y_2^{**} - Y_2\right]\right\} + \left[Y_2^{**} - Y_1^{**}\right] \\
&= \left[Y_1^{**} - Y_1^*\right] + \left[TI_1 - TI_2\right] + \left[Y_2^{**} - Y_1^{**}\right]
\end{aligned}
$$

โดยที่

$(Y_2 - Y_1)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิต (Output growth)

$(Y_2^{**} - Y_1^*)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Input growth)

$(TI_1 - TI_2)$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical efficiency change: TE)

$(Y_2^{**} - Y_1^{**})$ = ความเจริญเติบโตของผลผลิตอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (Technological Change: TC)

เนื่องจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) หมายความถึงการเจริญเติบโตของผลผลิตที่ทำการผลิตโดยไม่ได้เพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใด ๆ เลยในการผลิตนั้น ดังนั้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม จึงมีค่าเท่ากับความเจริญเติบโตของผลผลิต (output growth) หักด้วยการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (input growth) จึงอาจกล่าวได้ว่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม ประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อย คือ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้แก่สมการดังต่อไปนี้

$$TFPgrowth = \left(TI_1 - TI_2\right) + \left(Y_2^{**} - Y_1^{**}\right)$$

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) หมายถึงการเจริญเติบโตของผลผลิตที่ผลิตได้โดยที่ไม่ได้มีการเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตใดๆ แต่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากการเพิ่มของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนั่นเอง ส่วนปัจจัยหรือสาเหตุที่เป็นตัวก่อให้เกิดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนั้น อาจเกิดขึ้นจากการที่มีเทคโนโลยีในการผลิตที่สูงขึ้น (ดีขึ้น) มีระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิจัยและการพัฒนา การมีประสิทธิภาพการผลิตที่สูงขึ้น รวมถึงปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการปรับปรุงและพัฒนา เช่นการที่ตลาดมีลักษณะเป็นตลาดแข่งขันอย่างสมบูรณ์ (ตลาดของปัจจัยการผลิต) เป็นต้น

### 3.1.2 วิธีการในการศึกษาและประมาณค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม

สำหรับวิธีในการศึกษาและประมาณค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพการผลิตโดยรวมนั้น ดังได้กล่าวมาในข้างต้นแล้วว่า หมายความถึงการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตและเทคโนโลยี ดังนี้การวัดประสิทธิภาพถือได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่นำมาใช้ในการพิจารณาถึงผลการดำเนินงานของหน่วยผลิต และค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินก็สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตได้ รวมทั้งเพื่อนำไปใช้ในการประกอบการพิจารณาถึงระดับความสามารถในการดำเนินการ การวิเคราะห์ถึงระดับของความมีประสิทธิภาพของผลผลิตนี้ ซึ่งก็ประกอบไปด้วยหลายวิธีการ อาทิ วิธีการศึกษาซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลได้ (cost benefit analysis) เป็นวิธีที่ทำการศึกษาโดยอาศัยหาอัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return) ในส่วนวิธีการวิเคราะห์ประสิทธิผล (cost effectiveness analysis) เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการศึกษาที่มีค่าต่ำสุด

สำหรับวิธีการในการศึกษาด้านความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตในปัจจุบันนั้นแบ่งเป็นแนวคิดหลักในการศึกษาอยู่ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ วิธีการประมาณแบบไม่มีพารามิเตอร์ (non-parametric approach) ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าโดยไม่ต้องอาศัยวิธีการทางเศรษฐมิติใด ๆ สำหรับวิธีที่สองคือ วิธีการประมาณแบบมีพารามิเตอร์ (parametric approach) ซึ่งมีหลักการโดยที่พยายามประมาณฟังก์ชันการผลิตขึ้นมา เพื่อคำนวณหา TFP อย่างไรก็ตามนอกจากนี้ยังมีการคำนวณหาสมการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า Stochastic approach โดยมีแนวคิดที่ว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้อาจจะเป็นจุดที่ไม่ได้อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตเสมอไป ดังนี้ จึงได้ทำการประมาณค่าของเส้นพรมแดนการผลิตดังกล่าวขึ้น ทั้งนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาโดยวิธีการแบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric approach) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ที่ไม่ต้องการรูปแบบฟังก์ชันการผลิต และไม่จำเป็นต้องมีจำนวนข้อมูลผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่เป็นจำนวนมากนัก ซึ่งจะใช้ฟังก์ชันการผลิตในรูปแบบทั่วไป (general form) ซึ่งหากมีข้อมูลเพียง 2 ช่วงเวลาก็จะสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวนี้ต้องอาศัยข้อสมมุติบางประการเกี่ยวกับพฤติกรรมและภาวะดุลยภาพ (ปราณีและฉลอง

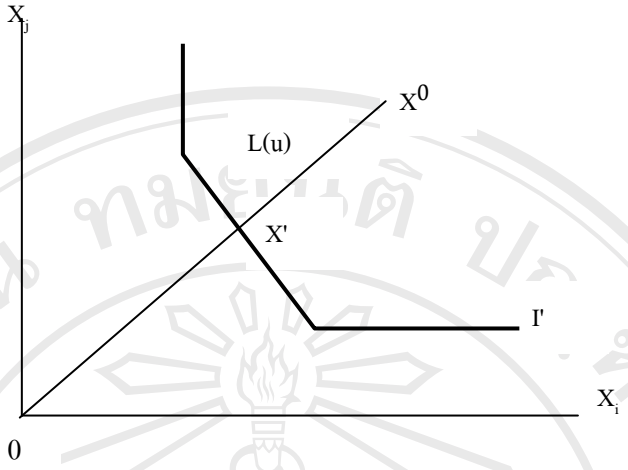
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภพ, 2537) เพื่อใช้ประโยชน์ในการประมาณค่าสัดส่วนรายได้ของปัจจัยการผลิต สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีนี้นิยมใช้กันอย่างมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ อาศัยแนววิธีวิเคราะห์ คือ วิธี Data Envelopment Analysis (DEA) วิธี Free Disposal Hull (FDH) Analysis วิธี Tornquist – Theil Index เป็นต้น

**วิธี Data Envelopment Analysis (DEA)** เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพของผลการดำเนินงานของหน่วยการผลิตใดหน่วยการผลิตหนึ่งโดยทำการเปรียบเทียบหน่วยการผลิตแต่ละหน่วยกับหน่วยการผลิตที่ดีที่สุดหรือมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษาจะถูกเรียกว่า Decision Making Unit หรือ DMU วิธีการดังกล่าวนี้ยังแยกเป็นการพิจารณาระบบการศึกษาออกมาในรูปแบบจำลองที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตหลายระดับ (multi-level production process model) โดยแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้ศึกษาในกรณีมีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (multi input and output) อีกด้วย ทั้งนี้หน่วยการผลิตดังกล่าวที่จะทำการศึกษาจะต้องเป็นหน่วยการผลิตที่มีลักษณะเดียวกัน มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมือนกัน การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จึงเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพื่อหาตัวอย่างที่เป็นหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับหน่วยการผลิตที่ทำการศึกษา กล่าวคือ วิธี DEA จะทำให้เราทราบได้ว่าหน่วยการผลิตใดเป็นหน่วยที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสามารถที่จะอธิบายถึงความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตอื่น ๆ ได้ โดยที่ความมีประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยการผลิตดังกล่าวจะถูกคำนวณออกมาในรูปของค่าประสิทธิภาพ (efficiency scores) ซึ่งค่าประสิทธิภาพดังกล่าวนี้สามารถใช้วัดถึงอัตราส่วนของผลผลิตที่หน่วยการผลิตสามารถขยายหรือเพิ่มได้ โดยยังคงใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรือในทางกลับกันยังบ่งบอกถึงสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่หน่วยการผลิตควรลดลง เพื่อให้หน่วยการผลิตดำเนินไปถึงจุดที่มีประสิทธิภาพ โดยที่ผลผลิตที่ได้รับนั้นยังคงเท่าเดิม เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในด้านการจัดการทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง และยังได้รับผลผลิตสูดสุดอีกด้วย Charnes, Cooper and Roberts (1978) ได้นำเสนอวิธีการ DEA เป็นกลุ่มแรกในการประมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

ปัญหาในการศึกษาประสิทธิภาพโดยทั่วไป ในทางปฏิบัติคือจะจัดการศึกษาอย่างไรเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณผลผลิตมากที่สุด โดยมีข้อจำกัดในด้านการใช้ทรัพยากร การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) เป็นการคำนวณปริมาณผลผลิตที่ได้รับจริงจากระบบการศึกษาแล้วมาเปรียบเทียบกับปริมาณปัจจัยการผลิตที่ถูกนำมาใช้ที่มีค่าต่ำสุด รูปที่ 3.2 อธิบายแนวคิดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 3.2 แสดงแนวความคิดในการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค

ที่มา : Waldo (2001)

จากรูปที่ 3.2 สมมุติให้ผู้ผลิตหรือเจ้าของสถาบันการศึกษาแต่ละราย ที่มีปริมาณผลผลิตจากการศึกษาในระดับที่เท่ากันคือ u ผลผลิตที่ได้มานี้เป็นผลมาจากการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด (ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา) คือ $X_i$ และ $X_j$ สมมุติว่า ปัจจัยการผลิตดังกล่าว คือ ปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุน ตามลำดับ ถ้าหากว่า ฟังก์ชันการผลิต $(X_i, X_j, u)$ นั้นเป็นจริง ปัจจัยการผลิตดังกล่าวซึ่งเป็นชุดปัจจัย L(u) ที่ซึ่ง L(u) แทนทุกสัดส่วนของปัจจัยการผลิตที่สามารถนำมาผลิตปริมาณผลผลิต U ได้ เส้นผลผลิตเท่ากัน I-I' แสดง ปริมาณผลผลิตระดับใด ๆ ที่แน่นอนของผลผลิตการศึกษาที่ได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันและในที่นี้เรียก เส้นผลผลิตเท่ากัน I-I' ว่า เส้นแสดงพรมแดนการผลิต (production frontier) ปริมาณผลผลิตต่อหน่วยปัจจัยการผลิตที่ใช้ ใด ๆ ที่อยู่บนเส้น I-I' ถือว่าเป็นกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุด ดังนั้น ปริมาณผลผลิต X' ในรูปที่ 3.2 จึงเป็นปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจากว่า ปริมาณผลผลิตสามารถทำการผลิตออกมาได้ปริมาณเท่าเดิมแต่ว่ามีการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตในปริมาณน้อยกว่า ขณะที่ปริมาณผลผลิต $X^0$ เป็นปริมาณผลผลิตที่ทำการผลิตไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจากมีการใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตทั้งปัจจัยแรงงานและปัจจัยทุนมากกว่าเดิมแต่ให้ปริมาณผลผลิต (U) ในปริมาณที่เท่ากัน

ประสิทธิภาพทางเทคนิค สามารถคำนวณค่าออกมาในรูปอัตราส่วนและมีค่าเท่ากับ $Ox'/Ox^0$ ยิ่งค่า $X^0$ มีค่าเข้าใกล้ $X'$ จะยิ่งทำให้อัตราส่วนที่ใช้ชี้วัดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ แต่ว่าจะมีค่าไม่เกิน 1.00 ซึ่ง ณ ที่จุดนี้เป็นจุดที่เกิดความมีประสิทธิภาพสูงสุด (Fare, Grosskopl and Lovell, 1994, Fare, 1985) อย่างไรก็ตาม วิธีการ DEA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีมีหน่วยผลิตเท่ากับ K หน่วยผลิต มีปัจจัยการผลิตเท่ากับ N ชนิด และมีชนิดผลผลิตจำนวน M ชนิด เพราะฉะนั้น

$$F_i(u,x) = \min\{\lambda : \lambda x \in L(u)\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ถ้ากำหนดให้ $L(u) = \{X; X \ can\ produce\ u\}$ หรือ L(u) คือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณปัจจัยการผลิตที่เป็นไปได้ (possible converting inputs) หรือ $x = (x_1, x_2, ....., x_N) \in \mathrm{R}_1^N$ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิต $u = (u_1, u_2, ....., u_N) \in \mathrm{R}_1^M$ โดยสามารถคำนวณค่าสำหรับหน่วยการผลิตที่ j ที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ ได้ดังนี้ คือ

$$F_i(u, x/S) = \min \lambda_j$$

Subject to

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

$$\sum_{k=1}^{K} z_k x_{nk} \geq \lambda x_{nj}, n = 1, ..., N \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

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

โดยที่ S คือ การแยกกันระหว่างปัจจัยการผลิตและนำมาซึ่งการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตโดยไม่ทำให้เกิดการลดลงของผลผลิต

$\lambda_j$ คือ ค่าประสิทธิภาพ (efficiency scores) ของหน่วยการผลิตที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ j

$z_k$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสถาบันการศึกษาที่ k

$u_{mk}$ คือ ระดับของผลผลิตที่ m สถาบันการศึกษาที่ k

$u_{mj}$ คือ ระดับของผลผลิตที่ m ของสถาบันการศึกษาที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ j

$x_{nk}$ คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ k

$x_{nj}$ คือ ระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ j

ซึ่งในการสร้างสมการพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการ DEA นี้ จะต้องอาศัยเทคนิคโปรแกรมคณิตศาสตร์เชิงเส้นมาช่วยวิเคราะห์โดยอาศัยสร้างเทคโนโลยีการผลิตแบบเชิงเส้นขึ้นมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อน หลังจากนั้นผลลัพธ์ที่ได้มาจากการคำนวณค่าจะถูกนำไปใช้คำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (efficiency scores) ข้อดีของวิธีการนี้คือไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบสมการการผลิตที่อยู่เบื้องหลังสมการพรมแดน แต่ว่าจุดอ่อนของวิธีการนี้ก็คือว่า แบบจำลองที่กำหนดขึ้นมามักไม่มีลักษณะเชิงเฟ้นสุ่ม (stochastic) ดังนั้น แบบจำลองดังกล่าวมานี้จึงมีความไหวตัวต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อมูลมากกว่าวิธีอื่น เมื่อมีการประมาณความมีประสิทธิภาพ สิ่งที่สนใจคือ จะสามารถทำการลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตลงไปได้อีกเท่าใดโดยที่ยังคงได้รับปริมาณผลผลิตในระดับ u เท่าเดิม ซึ่งในที่นี้ค่า $\lambda$ ต้องมีค่าน้อยสุดโดยที่ $0\langle\lambda\langle 1$ เป็นเส้นรัศมีที่แสดงถึงการเกิดสัญญา (radial contraction) ซึ่งสามารถทำการลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ลงไปในสัดส่วนเดียวกัน ดังนั้น ค่า $\lambda$ นี้จึงเป็นตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัตินั้นค่า $\lambda$ มักถูกประมาณค่าได้สำหรับแต่ละหน่วยการผลิต ซึ่งค่าที่ได้มาจะชี้ให้เห็นความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของแต่ละหน่วยผลิต

สำหรับการค่าความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตนั้น จำเป็นต้องประมาณ distance function ใน Malmquist TFP index หรือที่เรียกกันว่า Malmquist DEA ซึ่งเป็นวิธีคล้ายคลึงกับ linear programming (DEA-like linear programs) ในข้างต้น

Distance Function เป็นฟังก์ชันที่อธิบายถึงเทคโนโลยีการผลิต โดยไม่ต้องอาศัยข้อสมมติฐานทางพฤติกรรม ซึ่งในการศึกษานี้ รูปแบบฟังก์ชันเป็นแบบ input distance function มีลักษณะดังนี้

$$d_0(x,y) = \min\left[\delta : \frac{X}{\delta} \in P(X)\right]$$

โดยที่ $d_0(x,y)$ = distance function

$x$ = เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิต

$y$ = เวคเตอร์ของผลผลิต

$[P(X)]$ = เซตของการผลิต

ถ้า $d_0(x,y) = 1$ แสดงว่าเวคเตอร์ของปัจจัยการผลิต (X) อยู่บนเส้นพรมแดนของเซตการผลิตที่เหมาะสม

$d_0(x,y) < 1$ แสดงว่าเวคเตอร์ของปัจจัยการผลิต (X) เป็นปัจจัยสำคัญในเซตของการผลิต

ดังนั้น Malmquist TFP index เป็นดัชนีที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ระหว่างข้อมูล 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาที่ s และ t ที่คำนวณจากอัตราส่วนของ distance function ในแต่ละช่วงเวลาที่สัมพันธ์กันกับเทคโนโลยี ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$m_0(Y_s, Y_t, X_s, X_t) = \frac{d_0^t(Y_t, X_t)}{d_0^s(Y_s, X_s)}\left[\frac{d_0^s(Y_t, X_t)}{d_0^t(Y_t, X_t)} \times \frac{d_0^s(Y_s, X_s)}{d_0^t(Y_s, X_s)}\right]$$

โดยที่ $m_0(Y_s, Y_t, X_s, X_t)$ = Malmquist TFP Change Index

$\frac{d_0^t(Y_t, X_t)}{d_0^s(Y_s, X_s)}$ = การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต (Technical Efficiency: TE Change)

$\left[\frac{d_0^s(Y_t, X_t)}{d_0^t(Y_t, X_t)} \times \frac{d_0^s(Y_s, X_s)}{d_0^t(Y_s, X_s)}\right]$ = การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีการผลิต (Technical Change: TC)

สำหรับวิธีการที่ใช้หา distance function ที่ได้จาก Malmquist TFP index มี 2 วิธีที่นิยม ได้แก่ DEA like linear programming method หรือที่เรียกว่า Malmquist DEA method และวิธี Stochastic Frontier method ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Malmquist DEA method

กำหนดให้ในแต่ละสถาบันการศึกษามี distance function อยู่ 4 ตัวที่จะต้องหา เพื่อที่จะใช้วัด Malmquist TFP change index ระหว่าง 2 ช่วงเวลาดังนี้

1. $\left[d_0^t(x_{it}, y_{it})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$

Subject to

$$\begin{aligned} \lambda Y_t - y_{it} &\geq 0 \\ -\theta x_{it} - X_t \lambda &\leq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

2. $\left[d_0^s(x_{is}, y_{is})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$

Subject to

$$\begin{aligned} \lambda Y_s - \theta y_{is} &\geq 0 \\ x_{is} - X_s \lambda &\leq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

3. $\left[d_0^t(x_{is}, y_{is})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$

Subject to

$$\begin{aligned} \lambda Y_t - \theta y_{is} &\geq 0 \\ x_{is} - X_t \lambda &\leq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$4.\left[d_0^s(x_{it}, y_{it})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$$

Subject to

$$\lambda Y_s - \theta y_{it} \geq 0$$

$$x_{it} - X_s \lambda \leq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

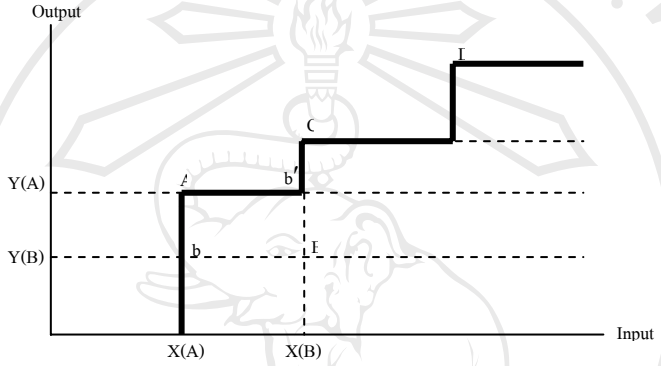
ทั้งนี้จะเห็นว่าในสมการข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เป็นสมการที่ใช้วัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยธุรกิจที่ i ในปีที่ t และ s ส่วนสมการข้อที่ 3 และ ข้อที่ 4 เป็นสมการที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคโนโลยีของหน่วยธุรกิจที่ i ระหว่างช่วงเวลา t และ s ซึ่งค่า $\theta$ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ($\theta \leq 1$) จึงจะทำให้กระบวนการทางเทคโนโลยีเกิดขึ้น (Coelli, Prasada, and Battese, 1997)

***วิธี Free Disposal Hull (FDH) Analysis*** วิธี FDH เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบการศึกษาซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์ได้เช่นกัน โดยทำการประมาณสมการพรมแดนการผลิต (production frontier) เพื่อใช้ในการชี้ให้เห็นว่าระบบการศึกษาซึ่งกำลังพิจารณานั้นสามารถนำเอาปัจจัยการผลิต (spending inputs) มาใช้และทำให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์หรือผลได้ (educational output or performance) ทางการศึกษาที่ดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากน้อยเพียงใด Harbison and Hanushek (1992) Gupta, Honjo and Verhoeven (1997)

การวิเคราะห์โดยอาศัยวิธี FDH สามารถนำมาใช้ในการจัดเรียงลำดับความมีประสิทธิภาพของผู้ดำเนินการจัดการศึกษา (education producers) โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดการศึกษาระหว่างผู้ดำเนินการศึกษาแต่ละคนทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน จากสมการพรมแดนการผลิตที่ประมาณมาได้นั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบของการปฏิบัติจัดการที่เป็นไปอย่างดี (best practices) ได้ หลักการของวิธีวิเคราะห์ FDH คือ ขั้นแรกสร้างสมการพรมแดนการผลิตที่แสดงให้เห็นว่า แต่ละระดับปัจจัย (inputs spending) ที่นำเข้ามาใช้ในการศึกษานั้นได้มาซึ่งระดับปริมาณผลผลิตทางด้านการศึกษาสูงสุด สมการพรมแดนดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ชี้วัดได้ว่าผู้ดำเนินการจัดการศึกษาทั้งภาครัฐและภาคเอกชนนั้นมีระดับความไม่มีประสิทธิภาพมากน้อยกว่ากันเพียงใด ผู้ดำเนินการจัดการศึกษาซึ่งมีผลลัพธ์ทางการศึกษาต่ำกว่าผลลัพธ์บนสมการพรมแดนการผลิตเป็นผู้มีประสิทธิภาพการผลิตหรือประสิทธิภาพทางเทคนิคต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อดีของวิธีการ FDH เมื่อเทียบกับวิธีการสร้างสมการพรมแดนรูปแบบอื่น คือ วิธีการ FDH นี้มีความยืดหยุ่น (parsimonious approach) ต่อการสร้างสมการพรมแดนมากกว่าโดยมีข้อสมมุติฐานว่าปัจจัยการผลิตและผลผลิตของระบบการศึกษาสามารถแยกออกจากกันได้ ซึ่งสมมุติฐานดังกล่าวให้ความหมายว่าภายใต้ระดับเทคโนโลยีการผลิตเดียวกัน สมการพรมแดนการศึกษาที่มีลักษณะต่อเนื่องซึ่งถูกสร้างขึ้นมาสามารถชี้ให้เห็นได้ว่า ระดับปัจจัยการศึกษานำเข้าไปในระบบการศึกษาที่กำหนดขึ้นได้มาซึ่งปริมาณผลลัพธ์ (performance) สูงสุดเท่าใด วิธีการ FDH ถูกเลือกมาใช้เป็นเครื่องมือในการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศึกษาวิจัยเพราะผู้ดำเนินการจัดการศึกษาที่สนใจศึกษาคือ ภาคเอกชนและภาครัฐ ขณะที่ผลผลิตหรือผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการศึกษาอาชีวศึกษา คือบริการทางด้านการศึกษา (educational services) นอกจากนี้แล้ว วิธีการ FDH ยังมีข้อดีกว่าวิธีการอื่นอีกคือ วิธีการนี้ไม่จำเป็นที่ผู้วิจัยต้องกำหนดรูปแบบของสมการพรมแดนขึ้นล่วงหน้า ดังนั้น จึงเป็นการลดข้อจำกัดเบื้องต้นของการศึกษาลงได้มาก ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาประสิทธิภาพในอดีตที่อาศัยการประมาณสมการพรมแดนการผลิตยังไม่มีข้อตกลงชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบของฟังก์ชันพรมแดนการศึกษาที่เหมาะสม




*รูปที่ 3.3 สมการพรมแดนความเป็นไปได้ในการผลิตแบบ Free Disposable Hull (FDH)*
*ที่มา : ดัดแปลงจาก Gupta, Honjo and Verhoeven (1997)*

ขณะเดียวกัน รูปแบบสมการพรมแดนที่เหมาะสมนั้นก็มักแตกต่างกันไปตามแต่ละกรณีของงานวิจัย ตามวิธีการที่ต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้น จำเป็นต้องกำหนดรูปของสมการการผลิตที่เหมาะสมก่อนที่จะมีการประมาณค่าออกมา อย่างไรก็ตาม วิธีการ FDH มีจุดอ่อนตรงที่ว่าวิธีการนี้ค่อนข้างไหวตัวต่อค่าสังเกตที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุดหรือข้อมูลที่เป็นค่าแบบ outlier มากกว่าวิธีการแบบ non-parametric approach นอกจากนี้แล้ว การที่ไม่ต้องกำหนดข้อจำกัดเรื่องรูปแบบสมการพรมแดน มักนำมาซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความคลาดเคลื่อนในประเด็นที่ว่า ผลการประมาณสมการพรมแดนแบบ FDH ที่ได้มาในกรณีที่ข้อมูลซึ่งน้อยเกินไปหรือ ค่า n น้อยกว่า 30 นั้น นำมาซึ่งความไม่มีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับวิธีการแบบ DEA ซึ่งมีผลทำให้วิธีการ FDH มีความสามารถลดลงในการชี้ถึงความมีประสิทธิภาพและความไม่มีประสิทธิผลของผู้ดำเนินการจัดการศึกษา

รูปที่ 3.3 อธิบายกรอบแนวคิดวิธีการ FDH กรณีที่มีปัจจัยการผลิตชนิดเดียว (X) และการได้มาซึ่งผลผลิตชนิดเดียว (Y) สมมุติว่าผู้ผลิตบริการการศึกษาจำนวน 4 หน่วยงาน ซึ่งในที่นี้เรียกว่า ผู้ผลิต (A, B, C และ D) ขั้นตอนแรกของวิธีการ FDH เป็นการสร้างพรมแดนการผลิตบนพื้นฐานของผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่า ผู้ผลิต A, C และ D ต่างเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะผู้ผลิตแต่ละคนอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตเหมือนกัน แม้ว่าโดยเปรียบเทียบแล้วปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต D จะมีค่ามากกว่าของผู้ผลิต C และปริมาณผลผลิตของผู้ผลิต C มากกว่าของผู้ผลิต A ก็ตาม แต่ว่าปริมาณผลผลิตที่ได้มากกว่าของผู้ผลิต D นั้นกลับจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตปริมาณมากกว่าตามไปด้วย ส่วนผู้ผลิต B นั้น เห็นได้ชัดเจนว่า เป็นผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าผู้ผลิตรายอื่น ๆ ขณะเดียวกัน ผู้ผลิต B นี้เป็นผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (inefficiency) ด้วย เนื่องจากปริมาณปัจจัยการผลิตที่ใช้เท่ากันนั้น ผู้ผลิต A สามารถนำมา สร้างปริมาณผลผลิตได้ในปริมาณมากกว่าที่ผู้ผลิต B สร้างขึ้น หรือในระดับปริมาณผลผลิตที่เท่ากัน ผู้ผลิต A สามารถใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณน้อยกว่า

ผลจากการที่มีสมมุติฐานที่ปัจจัยและผลผลิตแยกออกจากกันได้นั้นสามารถทำการสร้างเส้นพรมแดนการผลิตโดยการเชื่อมโยงเส้นให้ผ่านจุดต่าง ๆ ที่แสดงถึงการเป็นผู้ผลิตที่มีระดับความมีประสิทธิภาพสูงสุด วิธีการ FDH ให้กรอบแนวคิดในการวัดประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (input efficiency scores) และตัวชี้วัดความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (output efficiency scores) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 0 ของผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นแกนในแนวนอนที่มีประสิทธิภาพต่ำไปจนถึงค่า 1 สำหรับผู้ผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวชี้วัดค่าความมีประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (input efficiency scores) ชี้ให้เห็นว่าปริมาณปัจจัยการผลิตนั้นสามารถลดลงได้อีกเท่าใด โดยผู้ผลิตที่ขาดประสิทธิภาพในการที่จะได้มาซึ่งปริมาณผลผลิตเท่าเดิมนั้นต้องใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตสูงขึ้น จากรูปที่ 3.3 นั้น ตัวชี้วัดค่าความมีประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิต (input efficiency scores) สามารถวัดได้โดยมีค่าเท่ากับ X(A)/X(B) ส่วนความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (output efficiency scores) นั้นชี้ให้เห็นถึงปริมาณผลผลิตที่สามารถผลิตเพิ่มขึ้นได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรืออาจใช้ปริมาณปัจจัยการผลิตปริมาณน้อยกว่า จากรูปที่ 3.3 ความมีประสิทธิภาพของผลผลิต (output efficiency scores) ของผู้ผลิต B หาค่าได้ โดยมีค่าเท่ากับ Y(B)/Y(A) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัตินั้น วิธีการ FDH สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกรณีที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ด้วย

2. การศึกษาโดยวิธีการแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric approach) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ที่ต้องกำหนดรูปแบบฟังก์ชันการผลิต (production function) ขึ้นมาว่าจะให้อยู่ในรูปแบบใด เช่น แบบ Cobb-Douglas function, Translog หรือ Leontief เป็นต้น ทั้งนี้การศึกษาวิธีนี้ต้องอาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาของผลผลิตและปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนข้อมูลมากเพียงพอเพื่อการประมาณค่าโดยอาศัยการประมาณสมการพรมแดนโดยวิธีการถดถอย (regression approach) มาใช้ในการศึกษา

กำหนดให้ฟังก์ชันการผลิตอยู่ในรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_i = f(x_1, x_2, ....., x_n, t) \quad \text{.....} \quad (3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ Yi คือ ปริมาณผลผลิตของหน่วยธุรกิจที่ i ณ เวลา t

$x_k$ คือ vector ของปัจจัยการผลิต ณ เวลาที่ t (k=1,2,3,…n)

จากฟังก์ชันการผลิตในสมการที่ (3) ถ้าหากไม่มีข้อจำกัดใด ๆ อาจเขียนในรูปของ translog Production Function ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + \sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{kji} \ln x_{ki} \ln x_{ji} + \sum_{j=1}^{n} a_{jit} \ln x_{jit}.t + a_t t + a_{tt} t^2 \quad ..(4)$$

อย่างไรก็ตาม translog production function มีจำนวนตัวแปรมากทำให้ต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหา mullticolinearity ดังนั้นอาจจะใส่ข้อจำกัดว่าปัจจัยการผลิตทุกชนิดสามารถแยกออกจากกันและกันได้ (separable) ว่าแต่ละปัจจัยไม่สามารถจะแยกออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีได้ (Shenggen,1991) ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_i = f[g_1(x_1 T), ....., g_n(x_n, T)] \quad ..... (5)$$

จากฟังก์ชันการผลิตที่ (5) แสดงได้ในรูป translog production function ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + \sum_{k=1}^{n} a_{kit} \ln x_{kit}.t + a_t t + a_{tt} t^2 \quad ..... (6)$$

แต่ถ้าปัจจัยการผลิตและเวลาสามารถแยกจากกันได้ (separable) ฟังก์ชันการผลิตก็สามารถแสดงได้ดังนี้

$$Y_i = f[g_k(x_k), ....., g_n(x_n), T] \quad ..... (7)$$

และจะทำให้แสดงในรูปฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ได้ดังนี้

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + a_t t \quad .....(8)$$

จากสมการที่ (7) และ (8) ซึ่งอยู่ในรูป translog และ Cobb-Douglas ตามลำดับสามารถหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ได้โดยการอนุพันธ์ (total differentiation) เทียบกับเวลา (t) ซึ่งจะได้สมการดังนี้

$$\frac{d \ln Y_i}{dt} = \left[\sum_{k=1}^{n} \eta_{ki}.d \ln x_{ki} / dt\right] + \left[\sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki} + a_t + 2a_{tt} t\right] \quad ..... (9a)$$

และ $$\frac{d \ln Y_i}{dt} = \left[\sum_{k=1}^{n} \eta_{ki}.d \ln x_{ki} / dt\right] + a_t \quad ..... (9b)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ $\eta_{ki} = \partial \ln Y_i / \partial \ln x_k$ = ความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดที่ k

จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าใน เทอมทางซ้ายมือจะเป็นความเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยความเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิตโดยรวม ในเทอมที่ 2 ซึ่งความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบ biased (biased technological change) และการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง (neutral technological change) ซึ่งก็คือ $\sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{ki}$ และ $a_t + 2a_{tt}t$ ในสมการที่ 9a ส่วนในสมการที่ 9b และที่เป็นสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลางอย่างเดียว ซึ่งก็คือ $a_t$

แต่อย่างไรก็ตามในการประมาณการแบบเศรษฐมิตินี้จะไม่สามารถหาการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิต (technical efficiency change) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการคำนวณหาสมการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า stochastic approach วิธีการนี้จะทำให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่สามารถหาได้ในวิธีทางเศรษฐมิติการประมาณหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวมโดยการใช้ stochastic frontier นี้มีแนวคิดว่า ข้อมูลที่เกิดขึ้นหรือที่เก็บรวบรวมมาได้อาจจะเป็นจุดที่ไม่จำเป็นต้องอยู่บนขอบเขตของฟังก์ชันการผลิต (production frontier) เสมอไป ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต ดังนั้นการประมาณการจึงจำเป็นต้องพยายามหาเส้นพรมแดนการผลิตขึ้นมา (Shenggen,1991)

สำหรับฟังก์ชันการผลิตที่มีการผลิตที่มีลักษณะเป็นแบบ stochastic frontier (stochastic productions function) โดยทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_{it} = f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}e^{u_{it}} \quad \text{.....} \quad (10)$$

โดยที่ i คือ หน่วยการผลิต(firm) ที่ i โดย i = 1,…..n

t คือ แนวโน้มของเวลา (time)

$Y_{it}$ คือ ผลผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t

$X_{kit}$ คือ $1 \times k$ เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t

a คือ เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์ (coefficient)

$f(x_{kit}, a)$ คือ ระดับของผลผลิตที่มีศักยภาพ

$v_{it}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้

$u_{it}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของความไม่มีประสิทธิภาพด้านการผลิต มีการกระจายข้างเดียว (one-sided distribution) โดยที่ $u_{it} \leq 0$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนี้ $f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}$ คือฟังก์ชันการผลิตที่มีลักษณะเป็น stochastic ค่าของ $u_{it}$ คือค่าความคลาดเคลื่อนที่แสดงให้เห็นถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางด้านการผลิต (technological inefficiency: TI) โดยค่าของ $u_{it}$ ที่ไม่เป็นบวก จะแสดงให้เห็นว่าผลผลิตซึ่งแสดงโดย $f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}e^{u_{it}}$ จะต้องไม่เกินเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) ทั้งนี้เพราะว่าประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป และยังสมมติให้ $u_{it}$ มีการกระจายแบบปกติข้างเดียว (normal one-sided distribution) และมีความแปรปรวน (variance) เท่ากับ $\sigma_u^2$ ส่วน $v_{it}$ คือค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับศูนย์ และค่าความแปรปรวน (variance) เท่ากับ $\sigma_v^2$ และ $Eu_{it}v_{it} = 0$

ซึ่ง สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ได้ดังนี้

$$\ln Y_{it} = a_0 + \sum_{k=1}^{n} a_{ki} \ln x_{kit} + a_t t + \ln(e^{u_{it}}) + v_{it} \quad \text{..... (11)}$$

จะหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ได้โดยการอนุพันธ์เทียบกับเวลา (t) ซึ่งจะได้สมการที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดความเจริญเติบโตของผลผลิต ดังนี้

$$\frac{d \ln Y_{it}}{dt} = \sum_{i=1}^{n} \eta_i \frac{d \ln x_{it}}{dt} + a_t + \frac{d \ln(e^{u_{it}})}{dt} \quad \text{..... (12)}$$

สามารถหาอัตราความเจริญเติบโตของผลผลิตที่มีแหล่งที่มาจากความเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิตที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตชนิดนั้น ๆ ($\eta_i$) ซึ่งแสดงในเทอมแรกด้านขวามือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลาง(neutral technological change) อยู่ในเทอมที่สอง และการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพทางเทคนิคของผู้ผลิต (technical efficiency change: TE) ซึ่งอยู่ในเทอมสุดท้าย (Shenggen, 1991) โดยที่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะเป็นกลางและการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพทางเทคนิคก็คือความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) นั่นเอง

สำหรับประสิทธิภาพทางเทคนิค (TE) ของหน่วยการผลิตที่ i ณ เวลาที่ t ของฟังก์ชันการผลิตที่มีลักษณะ stochastic สามารถเขียนได้ดังนี้

$$TE_i = e^{u_{it}} = \frac{Y_{it}}{f(x_{kit}, a)e^{v_{it}}} \quad \text{..... (13)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประสิทธิภาพทางเทคนิคคือสัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงต่อปริมาณผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต และเนื่องจากส่วนต่างระหว่างผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงกับผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต จะมีค่าความคลาดเคลื่อน $u_{it}$ ออกจากค่า $v_{it}$ โดย Johndrow and et al. (1982) ได้แสดงวิธีการแยกด้วยการคำนวณจากค่าความคาดหวัง (expected value) ของ $u_{it}$ ภายใต้เงื่อนไข $\varepsilon_{it}$ หรือ $E[u_{it}/\varepsilon_{it}]$ โดยที่ $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$ เมื่อได้ค่า $u_{it}$ แล้วนำไปคำนวณหาค่าความมีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยการหา $\exp(u_{it})$ ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิค (TE) ของหน่วยการผลิตที่ i ณ.เวลาที่ t สามารถหาได้คือ

$$TE_i = E\left\{\exp\left(\frac{u_{it}}{u_{it}+v_{it}}\right)\right\} \qquad \text{.....(13a)}$$

$$= \exp\left\{-\frac{\sigma_u\sigma_v}{\sigma}\left(\frac{\phi\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}{1-\theta\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)}\right)-\left(\frac{\lambda\varepsilon_{it}}{\sigma}\right)\right\} \qquad \text{..... (13b)}$$

โดยที่ E คือ expectations operator

Exp คือ exponential

$\phi(.)$ คือ ค่าของ standard normal density function

$\theta(.)$ คือ ค่าของ cumulative standard normal distribution function

$\sigma$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของ $\varepsilon_{it}$

: $\sigma = \left(\sigma_v^2 + \sigma_u^2\right)^{1/2}$ และ $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$

ตามที่กล่าวมาข้างต้นสำหรับวิธีการประมาณค่าแบบมีพารามิเตอร์ (parametric approach) โดยอาศัยการประมาณค่าสมการพรมแดนโดยวิธีการถดถอย (regression approach) สามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา ได้ดังนี้คือ สมมุติว่า EDOUT คือ ผลผลิตของระบบการศึกษา (output of education) ได้แก่ จำนวนนักเรียนที่สำเร็จการศึกษา (number of graduated student) ระดับคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษา (students' grades) ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นคำนวณได้โดยการรวมเกรดของนักเรียนทุกคนเข้าด้วยกันหรือมีค่าเท่ากับเกรดเฉลี่ยของนักเรียนคูณด้วยจำนวนนักเรียนหรือวัดโดยจำนวนนักเรียนที่สอบผ่านทุกวิชาหรือจำนวนนักเรียนที่ศึกษาต่อในระดับสูง ส่วน $EDINP_i$ ปัจจัยนำเข้าในระบบการศึกษา (inputs of education) ได้แก่ จำนวน คุณภาพของครูผู้สอน (number of teacher: $EDOUT_1$) มูลค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเรียนการสอน (money spent on teaching material: $EDOUT_2$) ซึ่งหาได้จากค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อหัวของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(mean input per student times number of graduated student) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักศึกษาและระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (socio-economic status of students and parent educational level: $EDOUT_3$) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ 14 คือ

$$EDOUT_t = F(EDINP_1, EDINP_2, EDINP_3, e) \quad \text{..... (14)}$$

โดยที่ $EDOUT_t = EDOUT_1, EDOUT_2, EDOUT_3$

$EDINP_1$ = จำนวนและคุณภาพของครูผู้สอน

$EDINP_2$ = มูลค่าค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การเรียนการสอน

$EDINP_3$ = ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียนและนักศึกษา และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

เมื่อเขียนออกมาในรูปของ Linear function และรูปของ Translog function จะได้ดังนี้

$$EDOUT_t = \beta_0 + \beta_1 EDINP_{1t} + \beta_2 EDINP_{2t} + \beta_3 EDINP_{3t} + e_t \text{.....(15)}$$

$$\begin{aligned} LnEDOUT_t = {} & \beta_0 + \beta_1 LnEDINP_{1t} + \beta_2 LnEDINP_{2t} + \beta_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \beta_{11}(LnEDINP_{1t}) + \beta_{22}(LnEDINP_{2t}) + \beta_{33}(LnEDINP_{3t}) \\ & + \beta_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \beta_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \beta_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) + e_t \quad \text{..... (16a)} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = {} & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 LnEDINP_{1t} + \hat{\beta}_2 LnEDINP_{2t} + \hat{\beta}_3 LnEDINP_{3t} \\ & + \hat{\beta}_{11}(LnEDINP_{1t})^2 + \hat{\beta}_{22}(LnEDINP_{2t})^2 + \hat{\beta}_{33}(LnEDINP_{3t})^2 \\ & + \hat{\beta}_{12}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{2t}) + \hat{\beta}_{13}(LnEDINP_{1t})(LnEDINP_{3t}) \\ & + \hat{\beta}_{23}(LnEDINP_{2t})(LnEDINP_{3t}) + e_t \quad \text{..... (16b)} \end{aligned}$$

### 3.1.3 แนวคิดการศึกษาการมีส่วนร่วมของสถาบันการศึกษาภาคอาชีวศึกษาในประเทศไทย ต่อเศรษฐกิจไทย

นักเศรษฐศาสตร์การศึกษามักเชื่อมโยงความเติบโตทางเศรษฐกิจเข้ากับการศึกษาของทรัพยากรมนุษย์ (study of human capital) เมื่อมีการอ้างถึงทรัพยากรมนุษย์และมักหมายความถึงทักษะและความสามารถเชิงการผลิตหรือผลิตภาพ (productive capacity) ของทรัพยากรมนุษย์แต่ละ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บุคคล กรอบแนวคิดดังกล่าวมานี้มักปรากฏในรายงานการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์การศึกษามานานหลายทศวรรษ (Kicker, 1986) ต่อมากรอบแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาพัฒนาและใช้เป็นกรอบแนวคิดหลักวิเคราะห์ทั้งในเชิงทฤษฎีและใช้ในการศึกษาเชิงประจักษ์ (theoretical and empirical analyses) โดย Shultz (1961) Becker (1993) และ Mincer (1970, 1974) การศึกษาในระบบโรงเรียนมีตัวชี้วัดที่สามารถคาดคะเนและทดสอบได้โดยอาศัยการวัดระดับทักษะ (skill) และความสามารถ (capability) ที่เกิดขึ้นจากการมีศึกษาในระบบ ดังนั้น ระดับการศึกษาจึงเป็นตัวชี้วัดที่สามารถวัดค่าออกมาได้ (measurable aspect) ของปัจจัยทุนประเภททรัพยากรมนุษย์ ดังนั้นระดับทักษะ (skill) และความสามารถ (capability) เป็นตัวแทน (proxy) ของความสามารถและทักษะของมุนษย์แต่ละคนซึ่งแตกต่างกันไป

แบบจำลองพื้นฐานที่นำมาอธิบายคุณค่าของทรัพยากรมนุษย์ (Basic human capital model) กล่าวไว้โดย Becker (1975) และ Mincer (1974) ชี้ให้เห็นว่า การลงทุนเพื่อพัฒนาทักษะ (skill) และความสามารถของมนุษย์ทั้งการศึกษาในระบบ (formal education attainment) หรือการศึกษานอกระบบ เช่นการฝึกอบรมระหว่างการทำงาน (on-the-job training) ต่างนำมาซึ่งประสบการณ์และการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิตหรือประสิทธิภาพแรงงาน (labor productivity) การเพิ่มขึ้นของผลิตภาพดังกล่าวมานั้นถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและนำมาซึ่งผลตอบแทนสูงขึ้นกับปัจจัยแรงงานที่แสดงในรูปอัตราค่าจ้างแรงงาน (higher earnings) ที่เพิ่มขึ้น ความต้องการปัจจัยการผลิตประเภททุนมนุษย์ (human capital acquisition) นั้นโดยมากแสดงออกมาในลักษณะความต้องการที่มีต่อกำลังแรงงานที่มีผลิตภาพการผลิต (productivity) เพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้น ผู้ผลิตที่ต้องการกำไรสูงสุดจึงมีความต้องการและยินดีจ่ายอัตราค่าจ้างแรงงานที่สูงให้กับเจ้าของแรงงานที่มีระดับการศึกษาและประสบการณ์มากกว่าเสมอ

เมื่อพิจารณาในมุมมองของนักเศรษฐศาสตร์นั้นมักพิจารณาระบบการศึกษาออกมาในลักษณะของแบบจำลองการผลิต (production model) ซึ่งปัจจัยการผลิต (factor of production) และปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการผลิต (influences) ที่ถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิต แบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้นเรียกว่า ฟังก์ชันการผลิต (production function) ฟังก์ชันการผลิตเป็นแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต (input-output approach) ซึ่งวิธีการที่มักนิยมนำมาใช้วิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การศึกษา (education economics) จะใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านการศึกษาที่สามารถวัดได้ (measurable educational inputs) อันได้แก่ ทรัพยากรการผลิตประเภท อาคารเรียน จำนวนและคุณภาพของครู การมีส่วนร่วมของครอบครัว (family attributes) และ ลักษณะโครงสร้างประชากรและสภาพทางสังคม (socio demographic) เช่น ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน ระดับรายได้ ศาสนา และขนาดครัวเรือน ส่วนผลลัพธ์หรือผลผลิตที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้จากระบบการศึกษา คือ ความสำเร็จหรือความสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน (student achievement) จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อความสำเร็จหรือความสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียนสามารถแบ่งเป็นกลุ่มปัจจัยสำคัญ 3 กลุ่ม คือ ปัจจัยด้านทรัพยากรทางด้านห้องเรียน (classroom resource) ปัจจัยด้านทรัพยากรทางด้านการเงินในภาพรวม (aggregate financial resources) และ ปัจจัยด้านทรัพยากรอื่น ๆ โดยที่ทรัพยากรด้านห้องเรียน (classroom resource) ได้แก่ อัตราส่วนครูผู้สอนต่อจำนวนนักเรียน ระดับการศึกษาของครูและประสบการณ์ของครูผู้สอน ส่วนทรัพยากรทางด้านการเงินในภาพรวม (aggregate financial resources) ได้แก่ เงินเดือนของครู ค่าใช้จ่ายในการศึกษาเฉลี่ยต่อหัวของนักเรียน ส่วนทรัพยากรอื่น ๆ นั้นได้แก่ ปริมาณและมูลค่าของสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านการศึกษา ค่าใช้จ่ายในการบริหารการศึกษาหรือสถานศึกษา คะแนนทดสอบของครูผู้สอน เป็นต้น

การศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาระดับอาชีวศึกษาที่มีต่อเศรษฐกิจนี้ได้อาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิตข้างต้นมาเป็นแนวทางศึกษา โดยกำหนดให้อัตราการเพิ่มผลผลิตมวลรวมประชาชาติของประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) และหรือมูลค่าผลผลิตมวลรวมประชาติเฉลี่ยต่อหัวนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรอธิบาย 3 กลุ่มตัวแปรหลัก คือ ตัวแปรกลุ่มแรกเป็นตัวแปรที่นิยมใช้ในการอธิบายความเติบโตทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ระดับการลงทุน (investment) ซึ่งวัดโดยอัตราส่วนของมูลค่าการลงทุนต่อมูลค่าผลผลิตมวลรวมประชาชาติ จำนวนกำลังแรงงาน สัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการวิจัยพัฒนาต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ มูลค่าผลผลิตมวลรวมประชาชาติในปีฐาน ตัวแปรที่เป็น stock ทางด้านการศึกษา ได้แก่ อัตราการลงทะเบียนเรียนต่อระดับประถมและรอัตราการลงทะเบียนเรียนต่อระดับมัธยมศึกษา อัตราการลงทะเบียนเรียนต่อระดับอาชีวศึกษา และ ตัวแปรที่เป็น flow ทางด้านการศึกษา ได้แก่ จำนวนปีเฉลี่ยในการศึกษาระดับประถม จำนวนปีเฉลี่ยในการศึกษาระดับมัธยมศึกษา และจำนวนปีเฉลี่ยในการศึกษาระดับอาชีวศึกษาของกำลังแรงงาน ตัวแปรกลุ่มที่สอง เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยหรือผู้บริหารทางด้านการศึกษาสนใจต้องการดูผลกระทบที่มีต่อความเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าใช้จ่ายลงทุนทางด้านการศึกษาทั้งของภาคเอกชนและภาครัฐ ซึ่งวัดโดยอาศัยตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ อัตราส่วนค่าใช้จ่ายลงทุนทางด้านการศึกษาของภาคเอกชนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ อัตราส่วนค่าใช้จ่ายลงทุนทางด้านการศึกษาของภาครัฐต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ตัวแปรกลุ่มที่สาม เป็นตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลกระทบอย่างสำคัญต่อศักยภาพและแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ประชาชาติทั้งระยะสั้นและระยะยาว ได้แก่ อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายรัฐบาลต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ อัตราส่วนมูลค่าการส่งสินค้าและบริการต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ อัตราเงินเฟ้อ และ อัตราการเติบโตของสินเชื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา**

ในการศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคทางการจัดการศึกษาและการศึกษาระดับความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตในการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษา ศึกษาสถาบันที่สังกัดในหน่วยงานต่าง ๆ อันประกอบไปด้วย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน (ในส่วนด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษา) วิธีที่ใช้ในการศึกษานั้นได้ใช้วิธีการศึกษาแบบไม่มีพารามิเตอร์ (Non-parametric method) ซึ่งแบบจำลองที่ใช้เป็นแบบจำลองที่ใช้วัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค คือ Data Envelopment Analysis**:** DEA และ Malmquist TFP Index (DEA-like a linear programming method) เป็นแบบจำลองที่ใช้วัดความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากวิธีนี้สามารถใช้ในกรณีที่กระบวนการผลิตมีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้ (multi input and output) อีกทั้งยังมีความสะดวกและรวดเร็วเนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดสมมติฐานและรูปแบบสมการที่อยู่เบื้องหลังสมการพรมแดนการผลิตซึ่งเป็นการลดข้อจำกัดเบื้องต้นของการศึกษาได้อย่างมาก ในขณะที่วิธีการประมาณค่าแบบมีพารามิเตอร์นั้น (parametric method) ต้องทำการทดสอบเพื่อหารูปแบบสมการการผลิตที่เหมาะสมก่อนที่จะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ ส่วนการศึกษาการมีส่วนร่วมของการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาที่มีต่อเศรษฐกิจจะใช้สมการการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นสมการเชิงเส้นตรง

**3.3 แบบจำลองเชิงประจักษ์**

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 3 แบบจำลอง ได้แก่ 1) แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาโดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) 2) แบบจำลองเพื่อหาความเจริญเติบโตผลิตภาพปัจจัยการผลิต (Total factor of productivities: TFP) ของสถาบันอาชีวศึกษา และ 3) แบบจำลองเพื่อหาการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาระดับอาชีวศึกษาเอกชนที่มีต่ออัตราเพิ่มของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.3.1 แบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาโดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA)** กำหนดได้ดังนี้

สมมติให้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดสามารถแยกออกจากกันได้ โดยหมายความถึงการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตนั้นไม่ทำให้เกิดการลดลงของผลผลิตแบ่งเป็นการวิเคราะห์ได้ 2 แบบ ดังนี้

*1) ปัจจัยการผลิตและผลผลิตทางการศึกษามีหลายชนิด: Multi input and output*

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

Subject to

$$y_{11}a_1 + y_{12}a_2 + y_{13}a_3 + \ldots\ldots\ldots + y_{1k}a_k - y_{1j} \geq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

$$y_{21}a_1 + y_{22}a_2 + y_{23}a_3 + \ldots\ldots\ldots + y_{2k}a_k - y_{2j} \geq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

$$x_{11}a_1 + x_{12}a_2 + x_{13}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{1k}a_k - \lambda_j x_{1j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

$$x_{21}a_1 + x_{22}a_2 + x_{23}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{2k}a_k - \lambda_j x_{2j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

$$x_{31}a_1 + x_{32}a_2 + x_{33}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{3k}a_k - \lambda_j x_{3j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

$$x_{41}a_1 + x_{42}a_2 + x_{43}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{4k}a_k - \lambda_j x_{4j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

$$x_{51}a_1 + x_{52}a_2 + x_{53}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{5k}a_k - \lambda_j x_{5j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

$$x_{61}a_1 + x_{62}a_2 + x_{63}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{6k}a_k - \lambda_j x_{6j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

$$x_{71}a_1 + x_{72}a_2 + x_{73}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{7k}a_k - \lambda_j x_{7j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

$$x_{81}a_1 + x_{82}a_2 + x_{83}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{8k}a_k - \lambda_j x_{8j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

$$x_{91}a_1 + x_{92}a_2 + x_{93}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{9k}a_k - \lambda_j x_{9j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

$$x_{101}a_1 + x_{102}a_2 + x_{103}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{10k}a_k - \lambda_j x_{10j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (28)$$

$$x_{111}a_1 + x_{112}a_2 + x_{113}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{11k}a_k - \lambda_j x_{11j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (29)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 \ldots\ldots\ldots + a_k = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

$$a_k \geq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (31)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่

n คือจำนวนสถาบันอาชีวศึกษากลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 132 สถาบัน แบ่งเป็นสถาบันที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจำนวน 45 สถาบัน และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน (ในส่วนด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษา)จำนวน 87 สถาบัน

ทั้งนี้ แบ่งเป็นกรณีศึกษาทั้งสิ้น 3 กรณี ได้แก่

- กรณีการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคในการจัดการศึกษาของสถาบันอาชีวศึกษาในกลุ่มภาครัฐด้วยกัน (สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา: สอศ.) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 45 สถาบัน
- กรณีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาในกลุ่มภาคเอกชนด้วยกัน (สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน: สช.) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 80 สถาบัน
- กรณีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาในประเทศโดยรวม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 125 สถาบัน

ดังนั้น จึงแสดงว่า

สมการที่ (17) เป็นสมการแสดงข้อจำกัดทางด้านผลผลิต นั่นคือ ข้อจำกัดของระดับเกรดเฉลี่ยนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช.

สมการที่ (18) เป็นสมการแสดงข้อจำกัดทางด้านผลผลิต นั่นคือ ข้อจำกัดของระดับเกรดเฉลี่ยนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.

สมการที่ (19) ถึง (29) เป็นสมการแสดงข้อจำกัดด้านปัจจัยการผลิต

สมการที่ (19) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อพื้นที่สถาบันการศึกษา

สมการที่ (20) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อครูผู้สอน

สมการที่ (21) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อห้องเรียน

สมการที่ (22) เป็นสมการข้อจำกัดของขนาดห้องเรียนโดยเฉลี่ย

สมการที่ (23) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนหนังสือเฉลี่ยต่อจำนวนนักเรียนและนักศึกษา

สมการที่ (24) เป็นสมการข้อจำกัดของ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาต่อจำนวนคอมพิวเตอร์

สมการที่ (25) เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ (26) เป็นสมการข้อจำกัดของด้านการบริหารจัดการของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ (27) เป็นสมการข้อจำกัดของอัตราส่วนครูที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนครูผู้สอนทั้งหมด

สมการที่ (28) เป็นสมการข้อจำกัดของประสบการณ์ของผู้บริหารสถาบันการศึกษาในด้านการบริหารสถาบันการศึกษาปัจจุบัน (ปี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการที่ (29) เป็นสมการข้อจำกัดของอัตราส่วนบุคลากรที่สนับสนุนการศึกษาที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนบุคลากรทั้งหมด

สมการที่ (30) เป็นสมการ convexity constraint: แสดงถึงลักษณะการผลิตที่เป็นแบบ variable return to scale (VRS) ทั้งนี้ ลักษณะการผลิตแบบ VRS จะให้เส้นพรมแดนการผลิต ที่มีลักษณะเป็น convex ซึ่งสามารถห่อหุ้มข้อมูลได้หนาแน่นกว่าแบบ constant return to scale (CRS)

สมการที่ (31) เป็นสมการ non-negative constraint

*2) ผลผลิตทางการศึกษาเป็นผลผลิตชนิดเดียวแต่หลายปัจจัยการผลิต: Single output – multi input*

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

Subject to

$$y_{11}a_1 + y_{12}a_2 + y_{13}a_3 + \ldots\ldots\ldots + y_{1k}a_k - y_{1j} \geq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32)$$

$$x_{11}a_1 + x_{12}a_2 + x_{13}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{1k}a_k - \lambda_j x_{1j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

$$x_{21}a_1 + x_{22}a_2 + x_{23}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{2k}a_k - \lambda_j x_{2j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

$$x_{31}a_1 + x_{32}a_2 + x_{33}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{3k}a_k - \lambda_j x_{3j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

$$x_{41}a_1 + x_{42}a_2 + x_{43}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{4k}a_k - \lambda_j x_{4j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (36)$$

$$x_{51}a_1 + x_{52}a_2 + x_{53}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{5k}a_k - \lambda_j x_{5j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (37)$$

$$x_{61}a_1 + x_{62}a_2 + x_{63}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{6k}a_k - \lambda_j x_{6j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (38)$$

$$x_{71}a_1 + x_{72}a_2 + x_{73}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{7k}a_k - \lambda_j x_{7j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (39)$$

$$x_{81}a_1 + x_{82}a_2 + x_{83}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{8k}a_k - \lambda_j x_{8j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (40)$$

$$x_{91}a_1 + x_{92}a_2 + x_{93}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{9k}a_k - \lambda_j x_{9j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (41)$$

$$x_{101}a_1 + x_{102}a_2 + x_{103}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{10k}a_k - \lambda_j x_{10j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (42)$$

$$x_{111}a_1 + x_{112}a_2 + x_{113}a_3 + \ldots\ldots\ldots + x_{11k}a_k - \lambda_j x_{11j} \leq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (43)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 \ldots\ldots\ldots + a_k = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (44)$$

$$a_k \geq 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (45)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย
Copyright© by Chia
All rights reserved

โดยที่

n คือ จำนวนสถาบันอาชีวศึกษากลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งสิ้น 132 สถาบัน แบ่งเป็นสถาบันที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจำนวน 45

สถาบัน และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน (ในส่วนด้านการจัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษา)จำนวน 87 สถาบัน

ทั้งนี้ แบ่งเป็นกรณีศึกษาทั้งสิ้น 3 กรณี ได้แก่

- กรณีการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคในการจัดการศึกษาของสถาบันอาชีวศึกษาในกลุ่มภาครัฐ ด้วยกัน (สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา: สอศ.) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 45 สถาบัน
- กรณีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาในกลุ่มภาคเอกชนด้วยกัน (สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน: สช.) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 87 สถาบัน
- กรณีการวัดประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาของสถาบันการศึกษาในประเทศโดยรวม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 132 สถาบัน

สมการที่ (32) เป็นสมการแสดงข้อจำกัดทางด้านผลผลิต นั่นคือ ข้อจำกัดของระดับเกรดเฉลี่ยนักเรียนและนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาของแต่ละสถาบัน

สมการที่ (33) ถึง (43) เป็นสมการแสดงข้อจำกัดด้านปัจจัยการผลิต

สมการที่ (33) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อพื้นที่สถาบัน

สมการที่ (34) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อครูผู้สอน

สมการที่ (35) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อห้องเรียน

สมการที่ (36) เป็นสมการข้อจำกัดของขนาดห้องเรียนโดยเฉลี่ย

สมการที่ (37) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนหนังสือเฉลี่ยต่อจำนวนนักเรียนและนักศึกษา

สมการที่ (38) เป็นสมการข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนและนักศึกษาต่อจำนวนคอมพิวเตอร์

สมการที่ (39) เป็นสมการข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ (40) เป็นสมการข้อจำกัดของด้านการบริหารจัดการของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี

สมการที่ (41) เป็นสมการข้อจำกัดของอัตราส่วนครูที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนครูผู้สอนทั้งหมด

สมการที่ (42) เป็นสมการข้อจำกัดของประสบการณ์ของผู้บริหารสถาบันการศึกษาในด้านการบริหารสถาบันการศึกษาปัจจุบัน (ปี)

สมการที่ (43) เป็นสมการข้อจำกัดของอัตราส่วนบุคลากรที่สนับสนุนการศึกษาที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนบุคลากรทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการที่(44) เป็นสมการ convexity constraint: แสดงถึงลักษณะการผลิตที่เป็นแบบ variable return to scale (VRS) ทั้งนี้ ลักษณะการผลิตแบบ VRS จะให้เส้นพรมแดนการผลิต ที่มีลักษณะเป็น convex ซึ่งสามารถห่อหุ้มข้อมูลได้หนาแน่นกว่าแบบ constant return to scale (CRS)

สมการที่ (45) เป็นสมการ non-negative constraint

โดยตัวแปรต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

$x_{nk}$ คือ เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิตชนิดที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ k (n = 1,2,3,…,11) ซึ่งปัจจัยการผลิตเหล่านั้นได้แก่

1 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อพื้นที่สถาบัน (คน/ไร่)

2 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อครูผู้สอน (คน)

3 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อห้องเรียน (คน/ห้อง)

4 คือ ขนาดห้องโดยเฉลี่ย/ห้อง ($ม^2$.)

5 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อคอมพิวเตอร์ (คน/เล่ม)

6 คือ จำนวนหนังสือเฉลี่ยต่อจำนวนนักเรียนและนักศึกษา (เล่ม/คน)

7 คือ ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)

8 คือ ค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)

9 คือ อัตราส่วนครูที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนครูผู้สอนทั้งหมด

10 คือ ประสบการณ์ของผู้บริหารสถาบันการศึกษาในด้านการบริหารสถาบันการศึกษาปัจจุบัน (ปี)

11 คือ อัตราส่วนบุคลากรที่สนับสนุนการศึกษาที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปต่อจำนวนบุคลากรทั้งหมด

$x_{nj}$ ระดับของปัจจัยการผลิตที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ j ที่ต้องการหาประสิทธิภาพ

$y_{mk}$ คือ เวคเตอร์ของผลผลิต นั่นคือ ระดับผลผลิตชนิดที่ m ของสถาบันการศึกษาที่ k: ซึ่งในที่นี้สมมติให้

- ปัจจัยการผลิตและผลผลิตทางการศึกษามีหลายชนิด

1 คือ เกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2 คือ เกรดเฉลี่ยของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.

- ผลผลิตทางการศึกษาเป็นผลผลิตชนิดเดียวแต่หลายปัจจัยการผลิต

1 คือ เกรดเฉลี่ยของนักเรียนและนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาของแต่ละสถาบัน

$y_{mj}$ ระดับผลผลิตชนิดที่ m ของสถาบันการศึกษาที่ j

$\lambda_j$ เป็นค่าประสิทธิภาพของสถาบันการศึกษาที่ j ที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ เพราะฉะนั้น $0 \le \lambda_j \ge 1$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หาก $\lambda_j$ มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า สถาบันการศึกษานั้นมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน

$a_k$ ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสถาบันการศึกษา/สถาบันการศึกษาที่ k

**3.3.2 แบบจำลองเพื่อหาความเจริญเติบโตผลิตภาพปัจจัยการผลิต (Total Factor of Productivities: TFP) ของสถาบันอาชีวศึกษา**

จากแบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองเพื่อหาความมีประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การหาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตนั้น จะต้องอาศัยการหาจาก distance function ที่ได้จากวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) ซึ่งมีแบบจำลองคือ

กำหนดให้แต่ละสถาบันอาชีวศึกษามี distance function อยู่ 4 ตัวที่จะต้องหา (ซึ่งก็คือ linear programming: LP) เพื่อที่จะใช้วัด TFP change ระหว่าง 2 ช่วงเวลา ซึ่งสามารถแสดงแบบจำลองได้ดังต่อไปนี้

$$1.\left[d_0^t(x_{it}, y_{it})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$$

Subject to

$$\lambda Y_t - y_{it} \ge 0$$

$$\theta x_{it} - X_t \lambda \ge 0$$

$$N1'\lambda \le 1$$

$$\lambda \ge 0 \qquad \text{.....} \qquad (45)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$2.\left[d_0^s(x_{is}, y_{is})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$$

Subject to

$$\lambda Y_s - y_{is} \geq 0$$
$$\theta x_{is} - X_s \lambda \geq 0$$
$$N1'\lambda \leq 1$$
$$\lambda \geq 0 \quad \text{..... (46)}$$

$$3.\left[d_0^t(x_{is}, y_{is})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$$

Subject to

$$\lambda Y_t - y_{is} \geq 0$$
$$\theta x_{is} - X_t \lambda \geq 0$$
$$N1'\lambda \leq 1$$
$$\lambda \geq 0 \quad \text{..... (47)}$$

$$4.\left[d_0^s(x_{it}, y_{it})\right]^{-1} = \min_{\theta,\lambda} \theta$$

Subject to

$$\lambda Y_s - y_{it} \geq 0$$
$$\theta x_{it} - X_s \lambda \geq 0$$
$$N1'\lambda \leq 1$$
$$\lambda \geq 0 \quad \text{..... (48)}$$

กำหนดให้ i = 1,2 โดยที่

- 1 คือ สถาบันอาชีวศึกษาที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- 2 คือ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน

t,s ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

$\lambda$ คือ ค่าคงที่ของสถาบันอาชีวศึกษาที่สังกัดอยู่

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

$\left[d_0^t(x_{it}, y_{it})\right]^{-1}$ คือ distance function ของสถาบันการศึกษา (อาชีวศึกษา) ที่ i ในปีที่ t

$\left[d_0^s(x_{is}, y_{is})\right]^{-1}$ คือ distance function ของสถาบันการศึกษา (อาชีวศึกษา) ที่ i ในปีที่ s

$\left[d_0^t(x_{is}, y_{is})\right]^{-1}$ คือ distance function ของสถาบันการศึกษา (อาชีวศึกษา) ที่ i ระหว่างปีที่ t และ s

$\left[d_0^s(x_{it}, y_{it})\right]^{-1}$ คือ distance function ของสถาบันการศึกษา (อาชีวศึกษา) ที่ i ระหว่างปีที่ s และ t

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$\theta$ คือ ความเจริญเติบโตของผลผลิตในการจัดการศึกษาของสถาบันอาชีวศึกษา ซึ่งใน นี้คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา

$y_{it}, y_{is}$ คือ จำนวนของนักเรียนและนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา ของสถาบันการศึกษา (อาชีวศึกษา) ที่ i ระหว่าง ปีที่ s และ t

$x_{it}, x_{is}$ คือ เวคเตอร์ของปัจจัยการผลิตชนิดที่ n ของสถาบันการศึกษาที่ i (n = 1, 2, 3, 4) ซึ่งปัจจัยการผลิตเหล่านั้นได้แก่

1 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อจำนวนสถาบันการเปิดสอนในปีที่ t สถาบันการศึกษา (คน/สถาบัน)

2 คือ จำนวนนักเรียนและนักศึกษาเฉลี่ยต่อครูผู้สอน (คน)

3 คือ ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์การเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)

4 คือ ค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการของสถาบันการศึกษาเฉลี่ยต่อปี (บาท/ปี)

**3.3.3 แบบจำลองการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาที่ต่อความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทย** เขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$GDP_t = F(RATINGDP_t, RATGGDP_t, DOVEGDP_t, OPECGDP_t \\ INFRAT_t, CREGRAT_t, DUM_{crisis}, TREND_t, e) \quad \text{.....(49)}$$

โดยที่

$CREGRAT_t$ คือ อัตราการเติบโตของสินเชื่อ ในปีที่ t

$DOVEGDP_t$ คือ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาภาครัฐทั้งหมดต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในปีที่ t

$OPECGDP_t$ คือ สัดส่วนค่าใช้จ่ายของสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาภาคเอกชนทั้งหมดต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในปีที่ t

$RATEXGDP_t$ คือ อัตราส่วนมูลค่าการส่งออกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในปีที่ t

$RATINGDP_t$ คือ อัตราส่วนมูลค่าการลงทุนต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในปีที่ t

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$DUM_{crisis}$ คือ ตัวแปรหุ่นแสดงภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจ ในพ.ศ. 2540

$TREND_t$ คือ ค่าแนวโน้มเวลา (trend = 1,2,3,…,27)

$e_t$ คือ error term ในปีที่ t

จากสมการที่ 49 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$GDP_t = \beta_0 + \beta_1 RATINGDP_t + \beta_2 RATEXGDP_t + \beta_3 DOVEGDP_t + \beta_4 OPECGDP_t$$
$$\beta_5 CREGRAT_t - \beta_6 DUM_{crisis} + \beta_7 TREND_t + e) \quad \text{.....(50)}$$

โดยที่ $\beta_0$ คือ ค่าคงที่

$\beta_{1,}\beta_{2,}\beta_{3,}\beta_{4,}\beta_{5,}\beta_6$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่าง ๆ

$\beta_7$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี

**3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา**

การศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค ความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตและการมีส่วนร่วมของการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาในครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ส่วนแรกคือ ข้อมูลที่จะศึกษาเกี่ยวกับระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคในการจัดการศึกษา เป็นข้อมูลทั่วไปของสถาบันกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นข้อมูลด้านลักษณะทั่วไปของสถาบันการศึกษา บุคลากรในสถาบันการศึกษา ลักษณะเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียนและนักศึกษา และระดับเกรดเฉลี่ยของนักเรียนและนักศึกษา โดยเป็นข้อมูลเฉพาะปีการศึกษา 2546 ส่วนที่สอง คือข้อมูลที่จะศึกษาความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิต รวบรวมข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (time series data) โดยข้อมูลดังกล่าวนี้ได้ทำการรวบรวมจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาภาคเอกชน (ส่วนในงานที่เกี่ยวข้องกับการอาชีวศึกษา) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ฯลฯ ส่วนที่สาม คือ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของการจัดการศึกษาสถาบันอาชีวศึกษาต่อความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทย เป็นการรวบรวมข้อมูลแบบอนุกรมเวลา (time series data) โดยข้อมูลดังกล่าวนี้ได้ทำการรวบรวมจากสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานสถิติแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมีรายละเอียดและแหล่งที่มาของข้อมูลดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาระดับอาชีวศึกษา ในช่วงปี 2520- 2529 รวบรวมจากสถิติการศึกษาในระบบสถาบันการศึกษาปีการศึกษา 2520 – 2529 รวบรวมโดย กองสารสนเทศ สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี สำหรับข้อมูลในปี 2530 – 2534 และข้อมูลในปี 2536-2545 รวบรวมจากหนังสือสถิติการศึกษาระดับอุดมศึกษา และหนังสือสถิติการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2536-2545 รวบรวมโดย สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2) ข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนครู-อาจารย์ จำนวนสถาบันการศึกษาและจำนวนนักเรียนและนักศึกษาที่สังกัดในภาครัฐและเอกชนได้รวบรวมตั้งแต่ ปี 2520 – 2546 จากหนังสือสถิติการศึกษาฉบับย่อปี 2520 - 2546 รวบรวมโดยสำนักนโยบายและแผนการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ สถิติการศึกษาในระบบสถาบันการศึกษาปีการศึกษา 2520 – 2529 รวบรวมโดย กองสารสนเทศ สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี นอกจากนั้นยังได้จากหนังสือสถิติการศึกษาแห่งชาติปีการศึกษา 2539-2543 รวบรวมโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

3) ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และมูลค่าการลงทุนนั้น สำหรับปี 2520 – 2528 จากหนังสืองบประมาณรายจ่ายสำนักงบประมาณ กระทรวงการคลัง ข้อมูลในปี 2529 – 2534 ได้จากหนังสือสถิติวิเคราะห์และดัชนี งบประมาณรายจ่ายด้านการศึกษาและจากฝ่ายวิเคราะห์และพัฒนาระบบโปรแกรม ศูนย์ระบบสารสนเทศการงบประมาณ สำนักงบประมาณ การศึกษาปีงบประมาณ 2525 – 2546 รวบรวมโดย ศูนย์ประสานงานและปฏิบัติการของระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา กองสารสนเทศ สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ และจากการรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายนโยบายและแผนการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ และจากหนังสือสถิติอาชีวศึกษา

4) ข้อมูลด้านมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ในช่วงปี 2520 – 2546 ได้รวบรวมจากหนังสือและเวปไซต์ของ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจากตารางมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและอัตราการขยายตัวของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาปีฐาน 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ ดังนั้น มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นมูลค่าที่ถูกปรับโดย GDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศปีฐาน 2531 เพื่อให้เป็นมูลค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ (constant price) ปี 2531 โดย GDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศปีฐาน 2531 (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก 1ข) คำนวณสูตรดังต่อไปนี้

$$GDP \text{ deflator at } 1988 = \frac{GDP \text{ at current prices} \times 100}{GDP \text{ at constant } 1988 \text{ prices}}$$

โดยที่ *GDP* deflator at 1988 คือ GDP deflator ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศปีฐาน 2531

*GDP* at current prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาประจำปี

*GDP* constant 1988 prices คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ปี 2531

5) ข้อมูลปริมาณสินเชื่อในปี 2520 – 2545 เป็นข้อมูลสินเชื่อในประเทศรวบรวมจากสถิติเศรษฐกิจและการเงิน ซึ่งจัดทำและรวบรวมโดยธนาคารแห่งประเทศไทย และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอิทธิพลจากระดับราคาหรือภาวะเงินเฟ้อ จึงนำข้อมูลที่ได้มาปรับด้วย GDP deflator (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก 2ข) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$CREGRAT_t = \left[ \frac{Cc_t - Cc_{t-1}}{Cc_{t-1}} \right] \times 100$$

โดยที่ $CREGRAT_t$ คือ อัตราการเติบโตของสินเชื่อ ในปีที่ t

$Cc_t$ คือ ปริมาณสินเชื่อรวมในประเทศในปีที่ t (ล้านบาท)

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

6) ข้อมูล มูลค่าการส่งออก เป็นการรวบรวมข้อมูลจากหนังสือสถิติการคลัง ซึ่งจัดทำโดยกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง ทั้งนี้ในปี 2520 – 2532 ได้จากการประมาณการ เนื่องจากข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้เผยแพร่ออกเป็นทางการ โดยการประมาณอาศัยข้อมูลการส่งออกในปี 2533-2545 เป็นฐานในการคำนวณ ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลที่ครบถ้วนแล้วจึงนำมาปรับด้วย GDP deflator (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก 4ข) เช่นเดียวกับข้อมูลปริมาณสินเชื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved