

3

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ
ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ชมเพลิน สุกกิตกุล¹
ไพรัช กาญจนการณ²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยการประมาณค่าจากสมการวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) และเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจำนวน 4 แห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552 โดยใช้แบบจำลองโทบิต

ผลการศึกษาพบว่าระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยภายใต้ข้อสมมติฐานผลตอบแทนต่อการผลิตคงที่ (Constant Returns to Scale) ระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยภายใต้ข้อสมมติฐานผลตอบแทนต่อการผลิตผันแปร (Variable Returns to Scale) และระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยอันเนื่องมาจากการผลิต (Scale Efficiency) เท่ากับ 0.933 0.996 และ 0.936 ตามลำดับ โดยโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วงผลผลิตต่อการผลิตคงที่ และผลผลิตต่อการผลิตเพิ่มขึ้น แสดงว่า ปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีการใช้ระดับปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม และมีบางส่วนที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยเกินระดับที่เหมาะสม ดังนั้น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใดที่อยู่ในช่วงผลผลิตต่อการผลิตเพิ่มขึ้น จึงควรเพิ่มระดับการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อให้มีระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม

¹ นักศึกษาปริญญาโท คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำหรับผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พบว่า การเพิ่มขึ้นของส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้ามีผลทำให้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของเวลาก็มีผลทำให้ระดับประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง(diminishing rate) นอกจากนี้ยังพบว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่มีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน มีการใช้ปัจจัยการผลิตประเภทน้ำมันและก๊าซธรรมชาติร่วมกันและมีระดับการปล่อยมลพิษทางน้ำสูงจะมีระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคลดลง

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพ, โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate technical efficiency of combined cycle power plants of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) by applying Data Envelopment Analysis (DEA), and to examine factors affecting efficiency of 4 combined cycle power plants during 2005-2009 by employing Tobit model.

The results of technical efficiency of combined cycle power plants found that their average level based on constant return to scale (CRS), variable returns to scale (VRS) and scale efficiency (SE) were 0.933, 0.996 and 0.936, respectively. Most of combined cycle power plants showed constant and increasing return to scale implying that some power plants were faced up to the lower input-utilization process. As a result, the increase in utilization of input quantity led to achieve economies of scale.

Regarding to the factors affecting the technical efficiency of combined cycle power plants, the results revealed that the increase in market share of power plants led to the higher level of their technical efficiency. Also, the increase in time trend led to the higher level of technical efficiency but with diminishing rate. On the other hand, the combined cycle power plants that had long period of used operation, utilized fuel oil and natural gas as the input factors, and had the higher level of water-pollution emission would have the lower technical efficiency.

Keywords: Efficiency, Combined Cycle power plant

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และยังมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนผลักดันให้เกิดการพัฒนาของภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การบริการ และการอำนวยความสะดวกด้านอื่นๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีการพัฒนาและขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างต่อเนื่องทั้งยังมีการกระจายตัวไปยังทุกภาคส่วนของประเทศอย่างกว้างขวางตามนโยบายของรัฐบาล จึงทำให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในกิจกรรมทางเศรษฐกิจด้านต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นกิจกรรมการดำเนินงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบันและการพัฒนาพลังงานในอนาคตเพื่อสนองตอบความต้องการของประชาชนในประเทศนั้นจะมีผลโดยตรงต่อชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมอย่างมาก

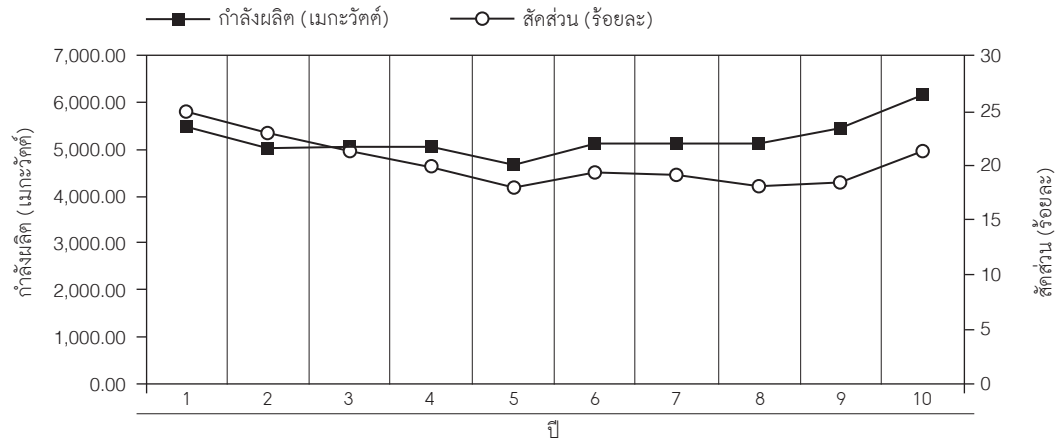
ในประเทศไทย หน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่ในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าแก่ประชาชน คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยมีหน้าที่ผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าและดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านพลังงานไฟฟ้ากำลังการผลิตรวมกว่าร้อยละ 50 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดในประเทศ โดยมีโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเป็นกำลังการผลิตหลักของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย คิดเป็นร้อยละ 21.21 แบ่งเป็นโรงไฟฟ้าทั้งหมด 5 แห่ง ได้แก่ โรงไฟฟ้าบางปะกง น้ำพอง พระนครใต้ วังน้อย และ จະนะ มีจำนวนรวม 36 เครื่อง คิดเป็นกำลังการผลิต 6,196 เมกะวัตต์

เมื่อพิจารณากำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่าสามารถแบ่งแนวโน้มของกำลังการผลิตได้เป็นสองช่วง คือ ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 จะเห็นได้ว่ากำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีแนวโน้มลดลง จากปี พ.ศ. 2543 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีกำลังการผลิตที่ 5,534.60 เมกะวัตต์ มีสัดส่วนกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมต่อกำลังการผลิตทั้งหมดร้อยละ 24.85 และมีกำลังการผลิตลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่ง กำลังการผลิตลดลงเหลือเพียง 4,694.30 เมกะวัตต์ สัดส่วนกำลังการผลิตร้อยละ 18.08 ใน ปี พ.ศ. 2547 และช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2552 เป็นช่วงที่กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 มีกำลังการผลิต 5,146.95 เมกะวัตต์สัดส่วนกำลังการผลิตร้อยละ 19.45 และกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2552 มีกำลังการผลิตสูงถึง 6,196 เมกะวัตต์และมีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 21.21 แสดงให้เห็นว่าในอนาคตกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในกราฟที่ 1

ลักษณะการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเป็นการนำเอาเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำมาใช้งานเป็นระบบร่วมกัน ประกอบด้วย หน่วยผลิตกังหันก๊าซและหน่วยผลิตพลังไอน้ำ โดยหน่วยผลิตกังหันก๊าซแต่ละหน่วยจะต่อไปยังหน่วยผลิตไฟฟ้า สิ่งที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแตกต่างจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซทั่วไป คือ การนำก๊าซร้อนอุณหภูมิสูงที่ผ่านการผลิตไฟฟ้า

กราฟที่ 1 กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2552

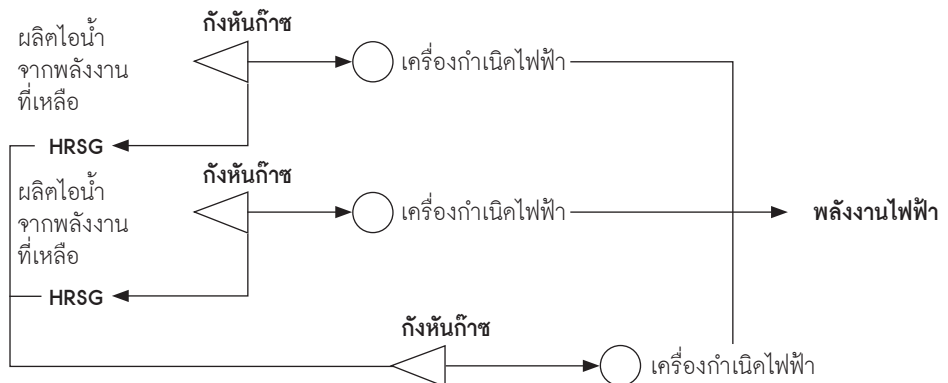
ปี	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552
กำลังการผลิต	5,534.6	5,074.6	5,074.6	5,074.6	4,694.3	5,146.95	5,146.95	5,146.95	5,482	6,196
สัดส่วน	24.85	23.03	21.36	19.79	18.08	19.46	18.99	18.04	18.37	21.21



ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รายงานประจำปี 2543-2552

แล้วโดยหน่วยผลิตกังหันก๊าซกลับมาใช้ผลิตไอน้ำแทนที่จะปล่อยทิ้งไปในอากาศโดยจะใช้อุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานส่วนที่เหลือ (Heat Recovery Steam Generation: HRSG) และนำไอน้ำส่วนนี้มาผลิตไฟฟ้าที่หน่วยผลิตพลังไอน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนผังแสดงระบบการก่อกวนของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม



จากลักษณะการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่มีหน่วยผลิตสองชนิดทำงานร่วมกัน คือ หน่วยผลิตไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซทำงานเดินเครื่องร่วมกับหน่วยผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่นแล้ว มีข้อดี คือ ประหยัดเชื้อเพลิงในหน่วยผลิตกังหันไอน้ำ สามารถทำการก่อสร้างได้เร็วกว่าโรงไฟฟ้าชนิดอื่น และมีความเหมาะสมในการเพิ่มกำลัง การผลิตรวมทั้งเสริมสร้างความมั่นคงต่อระบบไฟฟ้า ทั้งยังสามารถออกแบบให้ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเตา นอกจากนี้ประสิทธิภาพรวมของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมยังสูงถึงร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทั่วไปซึ่งมีค่าเพียงร้อยละ 40 และยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เพราะหน่วยผลิตไฟฟ้ากังหันไอน้ำไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงจากภายนอก ส่วนข้อเสียคือ ในกรณีที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำรองจะทำให้เสียเงินตราในการนำเข้าจากต่างประเทศ และในกรณีที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติโรงไฟฟ้าบางแห่งมีสัญญาซื้อกับบริษัทต่างประเทศทำให้เงินตรารั่วไหลออกนอกประเทศ การที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีหน่วยผลิตสองชนิดทำงานร่วมกันถือได้ว่าเป็นจุดเด่นที่สำคัญของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจะเห็นได้ว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเป็นโรงไฟฟ้าที่ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆจึงเป็นที่น่าสนใจว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมนั้น มีประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐศาสตร์ด้วยหรือไม่ ดังนั้นในงานศึกษาชิ้นนี้จะมุ่งศึกษาเพื่อวัดประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยในงานชิ้นนี้จะทำการศึกษาใน 2 ประเด็น แรก คือ การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยเป็นการวัดอัตราส่วนระหว่างผลผลิตของโรงไฟฟ้าต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้โดยโรงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมากกว่า ก็คือโรงไฟฟ้าที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตเท่ากันแต่ให้ผลผลิตที่มากกว่า และประเด็นที่สองศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตของโรงไฟฟ้า เพื่อจะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการพัฒนาประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความหมายของประสิทธิภาพการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์

ประสิทธิภาพการผลิต (Productive Efficiency) หมายถึง การที่หน่วยผลิตสามารถบรรลุเป้าหมายการผลิตสินค้าและ/หรือบริการจำนวนหนึ่งๆ ได้โดยใช้วิธีที่ก่อต้นทุนแก่หน่วยผลิตน้อยที่สุด ซึ่งประสิทธิภาพการผลิตนั้นทำให้หน่วยผลิตมีการจัดสรรทรัพยากรที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นที่เหลืออีกนัยหนึ่ง ประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง ความสามารถของหน่วยผลิตในการที่จะผลิตสินค้าและ/หรือบริการให้ได้จำนวนมากที่สุดภายใต้ปริมาณปัจจัยการผลิตที่กำหนดไว้ หรือความสามารถของหน่วยผลิตในการที่จะใช้ปัจจัยการผลิตให้น้อยที่สุดภายใต้จำนวนสินค้าและ/หรือบริการที่เป็นเป้าหมาย

การวัดประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันได้รับอิทธิพลจาก Farrell (1957) เป็นอย่างมาก โดยงานดังกล่าวแบ่งประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตใดๆ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิค (Technical Efficiency : TE)

ประสิทธิภาพที่เกิดจากการเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถทำให้หน่วยผลิตนั้นผลิตสินค้าและ/หรือบริการได้จำนวนมากที่สุดภายใต้ปริมาณปัจจัยการผลิตที่กำหนดหรือสามารถทำให้หน่วยผลิตนั้นใช้ปัจจัยการผลิตในจำนวนน้อยที่สุดภายใต้จำนวนสินค้าและ/หรือบริการที่เป็นเป้าหมายได้

2) ประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรร (Allocative Efficiency: AE)

ประสิทธิภาพที่เกิดจากการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดแก่หน่วยผลิตดังกล่าว โดยประสิทธิภาพประเภทนี้ Farrell (1957) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ประสิทธิภาพเชิงราคา (Price Efficiency) เนื่องจากมีปัจจัยด้านราคาเข้ามามีส่วนในการตัดสินใจเลือกจุดผลิตของหน่วยผลิตด้วย

3) ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม (Overall Efficiency)

ประสิทธิภาพอันเกิดจากประสิทธิภาพการผลิตเชิงเทคนิคและประสิทธิภาพการผลิตเชิงการจัดสรรรวมกัน ประสิทธิภาพการผลิตนี้เรียกอีกอย่างว่า ประสิทธิภาพการผลิตรวมเชิงเศรษฐศาสตร์ (Total Economic Efficiency; EE)

การวัดประสิทธิภาพการผลิตในปัจจุบันสามารถกระทำได้สองแนวทางได้แก่การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented Productive Efficiency Measurement) และการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-oriented Productive Efficiency Measurement)

1) การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input-oriented Productive Efficiency Measurement)

เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่าหน่วยผลิตหนึ่งๆ จะมีประสิทธิภาพการผลิตได้ก็ต่อเมื่อหน่วยผลิตนั้นสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงให้ได้มากที่สุดโดยที่ปริมาณผลผลิตไม่เปลี่ยนแปลง

- 2) **การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านผลผลิต (Output-oriented Productive Efficiency Measurement)** เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่าหน่วยผลิตหนึ่งๆ จะมีประสิทธิภาพการผลิตได้ก็ต่อเมื่อหน่วยผลิตนั้นสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้มากที่สุด โดยที่ปริมาณปัจจัยการผลิตไม่เปลี่ยนแปลง

3.2 การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้วยแบบจำลอง Data Envelopment Analysis (DEA)

แบบจำลอง DEA ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดของ Farrell (1957) ซึ่งเสนอวิธีการวัดประสิทธิภาพการผลิตโดยวัดระยะห่างจากขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Piece-wise Linear Boundary) โดยแบบจำลอง DEA นี้อาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตหนึ่งๆ วิธีการดังกล่าวมีข้อดีที่ไม่ต้องการข้อสมมติเกี่ยวกับประเภทของฟังก์ชันการผลิตและการกระจายตัวของค่าความผิดพลาดและสามารถนำไปวิเคราะห์ในกรณีที่ปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิดได้คืออีกด้วยนอกจากนี้ยังสามารถหาสาเหตุแห่งความด้อยประสิทธิภาพอันจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขหน่วยผลิตให้มีประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นได้วิธี DEA เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในการใช้วัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่มีได้แสงสว่างท่ามกลางต่างๆ เนื่องจากวิธีการนี้สามารถวัดประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากปัจจัยการผลิตและผลผลิตได้หลายชนิดพร้อมๆ กัน ทั้งที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรเชิงคุณภาพซึ่งแบบจำลอง DEA นั้นมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งการวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิตและด้านผลผลิตอย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีการ DEA ที่ต้องคำนึงถึงคือ การเลือกตัวแปรผลผลิตและปัจจัยการผลิตซึ่งสามารถสะท้อนประสิทธิภาพการดำเนินงานของกิจการที่ต้องการศึกษาได้อย่างแท้จริง การวัดประสิทธิภาพการผลิตด้วยแบบจำลอง DEA สามารถวัดได้ภายใต้ข้อสมมติฐาน 2 แบบ ได้แก่ แบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่ และ แบบผลได้ต่อขนาดผันแปร

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

แบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่นั้นมีการกำหนดรูปแบบสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการผลิตดังนี้

$$E_i = \min_{\theta, \lambda} \theta_i \quad (1)$$

subject to;

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

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

$$\lambda \geq 0$$

แบบจำลองข้างต้นนั้นเป็นแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการผลิตด้านปัจจัยการผลิต (Input oriented Productive Efficiency Measurement) กำหนดให้ X_i เป็นเวกเตอร์ปัจจัยการผลิตขนาด $k \times 1$

โดยที่ k คือจำนวนปัจจัยการผลิตของหน่วยผลิต i และ Y_i เป็นเวกเตอร์ผลผลิตขนาด $m \times 1$ โดยที่ m คือจำนวนผลผลิตของหน่วยผลิตที่ i

เมื่อพิจารณาทั้งอุตสาหกรรมซึ่งมีหน่วยผลิตจำนวน n หน่วย จะสามารถแสดงเมทริกซ์ของปัจจัยการผลิตขนาด $k \times n$ และเมทริกซ์ของผลผลิตขนาด $m \times n$ ได้ดังนี้

$$\bar{X}_{k \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & L & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & L & X_{2n} \\ M & M & M & M \\ X_{k1} & X_{k2} & L & X_{kn} \end{bmatrix} \quad \bar{Y}_{m \times n} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & L & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & L & Y_{2n} \\ M & M & M & M \\ Y_{m1} & Y_{m2} & L & Y_{mn} \end{bmatrix}$$

ส่วน λ แสดงขนาดการผลิตเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่ทำการวัดประสิทธิภาพกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพ (อยู่บนขอบเขตการผลิต) โดยเป็นเวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการหา เพื่อให้ค่า θ_i มีค่าต่ำที่สุดและสอดคล้องกับสมการข้อจำกัดข้างต้น

ค่า θ_i แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตที่ i โดย θ_i จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 หากหน่วยผลิต i มีค่า $\theta_i = 1$ แล้วแสดงว่าหน่วยผลิตที่ i นั้นเป็นหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตและเป็นหน่วยผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว

แบบจำลอง DEA ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตหนึ่งๆ (θ_i) โดยเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุดและค่า λ_i แสดงขนาดการผลิตเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตที่ทำการวัดประสิทธิภาพกับหน่วยผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งผลการคำนวณสามารถเป็นไปได้ 2 รูปแบบดังนี้ (ค่าประสิทธิภาพการผลิตมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1)

$E_i < 1$ หมายถึงหน่วยผลิตที่กำลังทำการวัดประสิทธิภาพนั้นมีความด้อยประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบเมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่นๆในกลุ่มตัวอย่างนั้นคือหน่วยผลิตดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้โดยลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตลงโดยยังคงปริมาณผลผลิตไว้เท่าเดิม

$E_i = 1$ หมายถึงหน่วยผลิตที่กำลังทำการวัดประสิทธิภาพนั้นมีประสิทธิภาพการผลิตโดยเปรียบเทียบเมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่นๆในกลุ่มตัวอย่างและอยู่บนขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพแล้ว

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

จากตัวอย่างการคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิตในแบบจำลอง DEA แบบ CRS ข้างต้นจะเห็นได้

ว่าขนาดการผลิต (λ_i) นั้นมีผลต่อการคำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิตแต่แบบจำลองดังกล่าวมิได้นำค่านี้มาพิจารณาในระเบียบวิธีคิดซึ่งในความเป็นจริงนั้นหน่วยผลิตต่างๆไม่จำเป็นต้องมีการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) คังข้อสมมติของแบบจำลองต่อมาจึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองให้นำขนาดการผลิตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในระเบียบวิธีคิดด้วยโดยมีข้อสมมติว่าหน่วยผลิตต่างๆ สามารถมีผลได้ต่อขนาดผันแปรได้ (Variable Return to Scale; VRS) พัฒนาการดังกล่าวนำโดย Banker, Charnes, & Cooper (1984)

แบบจำลอง DEA แบบ VRS เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากแบบผลได้ต่อขนาดคงที่โดยเพิ่มสมการข้อจำกัด $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ เข้าไปในแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวเรียกว่า Convexity Constraint โดยเพิ่มเข้าไปในแบบจำลองเมื่อคิดว่าขนาดการผลิตนั้นมีผลต่อค่าประสิทธิภาพการผลิตเพราะฉะนั้นแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปรสามารถเขียนได้ดังนี้

$$E_i = \min_{\theta, \lambda} \theta_i \quad (2)$$

subject to;

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

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

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

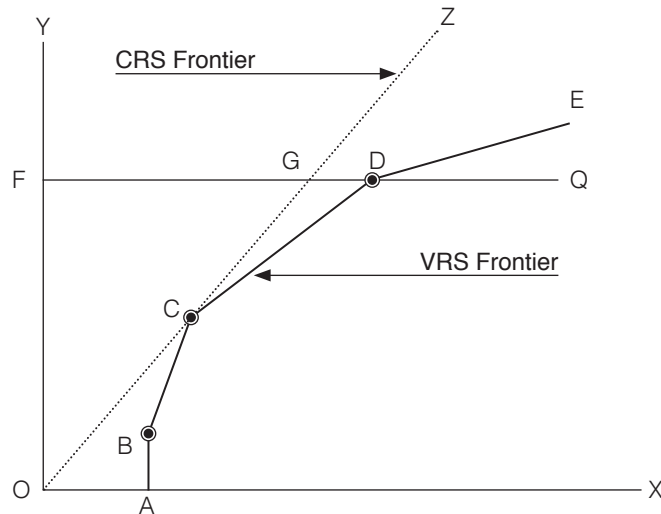
$$\lambda \geq 0$$

ความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่กับแบบผลได้ต่อขนาดผันแปรนั้นคือความค้อยประสิทธิภาพจากขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสม (scale inefficiency) ของหน่วยผลิตโดยขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลอง DEA ทั้งสองรูปแบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2

ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยรวม (Global Technical Efficiency) หรือ TE_{CRS} เป็นค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดคงที่ ซึ่งค่าดังกล่าวนี้เป็นผลคูณของค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (TE_{VRS}) และค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต (Scale Efficiency; SE) หากค่าดังกล่าวเท่ากับ 1 นั้นหมายถึงหน่วยผลิตนั้นๆมีประสิทธิภาพการผลิตและอยู่บนขอบเขตการผลิต OZ แต่หากน้อยกว่า 1 หมายถึงหน่วยผลิตนั้นๆ ยังมีความค้อยประสิทธิภาพโดยรวมอยู่และอยู่ต่ำกว่าขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency) หรือ TE_{VRS} เป็นค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปรหากค่านี้มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงหน่วยผลิตนั้นๆ มีการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพทางเทคนิคแต่หากค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 1 นั้นหมายถึง

รูปที่ 2 ขอบเขตการผลิตของแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่และผลได้ต่อขนาดผันแปร



ที่มา: Coelliet al. (2001: 152)

หน่วยผลิตนั้นๆ มีความค่อยประสิทธิภาพทางเทคนิคอันเนื่องมาจากการใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม

ค่าประสิทธิภาพต่อการขยายการผลิต (Scale Efficiency) หรือ SE เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่กับแบบจำลองผลได้ต่อขนาดผันแปร ค่านี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนแล้วจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนมากน้อยเพียงใดหากหน่วยผลิตหนึ่งๆ มีประสิทธิภาพต่อการขยายผลแสดงว่า เมื่อหน่วยผลิตนั้นๆ เปลี่ยนแปลงปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนแล้วปริมาณผลผลิตที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นสัดส่วนเดียวกันอาทิหากหน่วยผลิตมีการเพิ่มปริมาณปัจจัยการผลิตอย่างเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ผลผลิตที่หน่วยผลิตนั้นผลิตได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 ด้วยเช่นเดียวกันหรืออีกนัยหนึ่งคือหน่วยผลิตดังกล่าวมีผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale; CRS) แต่หากหน่วยผลิตสามารถสร้างผลผลิตได้มากกว่าร้อยละ 20 แสดงว่าหน่วยผลิตนั้นมีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale; IRS) และในกรณีสุดท้ายหากหน่วยผลิตสามารถสร้างผลผลิตได้น้อยกว่าร้อยละ 20 นั้นหมายถึงหน่วยผลิตดังกล่าวมีผลได้ต่อขนาดลดลง (Decreasing Returns to Scale; DRS) ซึ่งค่า SE นี้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยหน่วยผลิตที่มีค่า SE ต่ำกว่า 1 ย่อมหมายความว่าหน่วยผลิตนั้นๆ มีความค่อยประสิทธิภาพต่อการขยายการผลิตซึ่งเกิดจากการเลือกขนาดการผลิตที่ไม่เหมาะสมนั่นเอง

เนื่องจากค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิตที่วัดได้ไม่ได้บ่งชี้ว่าหน่วยผลิตทำการผลิตอยู่ในช่วง
ผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale; IRS) หรือผลได้ต่อขนาดลดลง (Decreasing
Returns to Scale; DRS) และเนื่องจากแบบจำลอง DEA แบบผลได้ต่อขนาดผันแปรได้มีการใช้ข้อจำกัด
 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ จึงสามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพในช่วง Non-Increasing Returns to Scale
(NIRS) ได้โดยเส้นขอบเขตของค่าประสิทธิภาพในช่วง NIRS แสดงได้ดังรูปที่ 3 ค่าประสิทธิภาพ
ต่อขนาดการผลิตจะสามารถกำหนดช่วงการผลิตของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยได้ โดยดูจากค่า
ประสิทธิภาพในช่วง NIRS

ถ้า

$TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} \neq TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น Decreasing Returns to Scale (DRS)

$TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} = TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น Increasing Returns to Scale (IRS)

4. แบบจำลองการวัดระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง DEA เพื่อศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคโดยมีแบบจำลอง
ดังนี้

$$T = \{(X, Y) \in R_+^N \times R_+^M : X \in R_+^N \text{ can produce } Y \in R_+^M\}$$

โดยที่

T คือ ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคซึ่งทุกหน่วยผลิตจะเข้าถึงเทคโนโลยีการผลิตเดียวกัน

X คือ ปัจจัยการผลิต (input) โดย X เป็นสมาชิกของเวกเตอร์ปัจจัยการผลิตทั้งหมด N ชนิด
ในที่นี้ N มีค่าเท่ากับ 3 ประกอบไปด้วย จำนวนคนทำงาน (คน) มูลค่าทางบัญชีของสินทรัพย์
และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิต (บาท)

Y คือ ผลผลิต (output) โดย Y เป็นสมาชิกของเวกเตอร์ผลผลิตทั้งหมด M ชนิด

ในที่นี้ M มีค่าเท่ากับ 2 โดยประกอบไปด้วย ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด (ล้านหน่วย) และ
Maximum Capacity (MW)

นอกจากนี้เราจะทำการประมาณค่าประสิทธิภาพโดยใช้ตัวแบบ Output-oriented ในการวัดค่า
ประสิทธิภาพทางเทคนิค

$$TE(X^i, Y^i) = \max_{\theta} \{\theta : (X^i, \theta Y^i) \in T\}$$

และเนื่องจากค่า T ไม่สามารถสังเกตได้ในความเป็นจริง ดังนั้นจึงแทนค่า T ด้วยตัวประมาณค่า DEA; $\hat{T}$ จะได้

$$\begin{aligned}\hat{T} = \{ & (X, Y) \in R_+^N \times R_+^M : \sum_{k=1}^n Z_k Y_m^k \geq Y_m, m=1, \dots, M \\ & \sum_{k=1}^n Z_k X_i^k \leq X_i, i=1, \dots, N \\ & Z_k \geq 0, k=1, \dots, N\}\end{aligned}$$

5. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม จะใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นโดยใช้แบบจำลอง Tobit ซึ่งในการหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมกับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ จะนำค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพของแต่ละโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลจากการประมาณแบบจำลอง DEA ในขั้นต้น มาวิเคราะห์การถดถอยกับปัจจัยแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้

ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจะมีค่าจำกัดอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งเป็นลักษณะข้อมูลแบบช่วง จึงเลือกใช้การประมาณการถดถอยแบบ Tobit ดังนี้

$$TE_i^* = X_i \beta + \varepsilon_i$$

โดยที่ TE_i คือ ดัชนีวัดประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง DEA ในขั้นต้นโดยที่

$$\begin{aligned}TE_i &= TE_i^* \text{ ถ้า } TE_i^* < 1 \\ TE_i &= 1 \text{ ถ้า } TE_i^* \geq 1\end{aligned}$$

X_i คือ เวกเตอร์ของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพ β คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่ถูกประมาณ ε_i คือ ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (error term)

ดังนั้นสมการในการประมาณค่าเป็นดังนี้

$$\begin{aligned}TE_{i,t}^* &= \beta_1 + \beta_2 \text{Trend} + \beta_3 \text{Trend}^2 + \beta_4 \text{Age}_{i,t} + \beta_5 \text{Share}_{i,t} + \beta_6 \text{Gas}_{i,t} \\ &+ \beta_7 \text{Waterpollution}_{i,t} + \varepsilon_{i,t}\end{aligned}$$

โดยที่	
$TE^*_{i,t}$	= ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ i ในช่วงเวลา t
Trend	= แนวโน้มของเวลาใช้ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์โดย T มีค่าเท่ากับ $1, 2, 3, \dots, 5$
Age	= อายุของโรงไฟฟ้าใช้คุณลักษณะเวลาต่อความสามารถในการผลิต (หน่วย: ปี)
Share	= ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้าวัดความประหยัดต่อขนาดของโรงไฟฟ้า (หน่วย: ร้อยละ)
Gas	= ตัวแปรหุ่น (dummy variable) ซึ่งจะแบ่งแยกประเภทการใช้ปัจจัยการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ i โดยจะมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อโรงไฟฟ้าใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตเพียงอย่างเดียว 1 เมื่อโรงไฟฟ้าใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต
Waterpollution	= ปริมาณน้ำที่ขับออกจากโรงไฟฟ้าซึ่งใช้เพื่อทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ในโรงไฟฟ้าเย็นลง (หน่วย: ลูกบาศก์เมตรต่อปี)
ε	= ค่าวัดความคลาดเคลื่อน (error term)
i	= โรงไฟฟ้า i ที่ทำการศึกษา
t	= ระยะเวลา t ที่ทำการศึกษา
β	= ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละตัวแปร

6. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายประสิทธิภาพการผลิตและฝ่ายบัญชีและงบประมาณ สายงานผลิตไฟฟ้าและเชื้อเพลิง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทั้งข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิตผลผลิตและข้อมูลปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้าที่จะใช้ในการศึกษา เช่น อายุโรงไฟฟ้า ชนิดของปัจจัยการผลิตที่โรงไฟฟ้าใช้และค่ามลพิษทางน้ำที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะทำการศึกษาจากข้อมูลของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม จำนวน 4 แห่ง โดยใช้ข้อมูลรายปี จำนวน 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552 เลือกพิจารณาเฉพาะหน่วยผลิตที่เป็นหน่วยผลิตพลังความร้อนร่วมทั้งหมด 9 หน่วยผลิต รวมทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง แบ่งได้ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าที่ 1 มี 2 หน่วยผลิต คือ หน่วยผลิตที่ 3 และหน่วยผลิตที่ 4
2. โรงไฟฟ้าที่ 2 มี 2 หน่วยผลิต คือ หน่วยผลิตที่ 1 และหน่วยผลิตที่ 2
3. โรงไฟฟ้าที่ 3 มี 2 หน่วยผลิต คือ หน่วยผลิตที่ 1 และหน่วยผลิตที่ 2
4. โรงไฟฟ้าที่ 4 มี 3 หน่วยผลิต คือ หน่วยผลิตที่ 1 หน่วยผลิตที่ 2 และหน่วยผลิตที่ 3

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในครั้งนี้นี้ แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ข้อมูลทางด้านผลผลิต และข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิต โดยข้อมูลด้านผลผลิต ได้แก่ ปริมาณไฟฟ้าที่หน่วยผลิตแต่ละหน่วยผลิตได้ทั้งหมดในแต่ละปี หน่วยเป็นล้านหน่วย

และค่า maximum capacity ของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการผลิตสูงสุดของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในแต่ละปีในส่วนของข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิต ประกอบไปด้วย แรงงานซึ่งวัดจากจำนวนคนทำงานในแต่ละหน่วยผลิต ทุนซึ่งวัดจากมูลค่าทางบัญชีของสินทรัพย์ซึ่งเป็นมูลค่ารวมของที่ดิน อาคาร และอุปกรณ์สุทธิในโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการดำเนินการ วัดจากต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าซึ่งจะรวมถึงค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิงและค่าจ้างแรงงานด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ผลผลิต			
ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด(ล้านหน่วย)	539.21	4,676.9	5,024.20
Maximum Capacity (MW)	61.55	533.9	292.98
ปัจจัยการผลิต			
จำนวนคนทำงาน (คน)	65	125	77
มูลค่าทางบัญชีของสินทรัพย์ (บาท)	935,578,338	6,255,289,622	2,952,119,269
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิต (บาท)	1,118,004,714	7,977,689,149	4,941,655,782

ที่มา : ฝ่ายประสิทธิภาพการผลิต และฝ่ายบัญชีและงบประมาณ สายงานผลิตไฟฟ้าและเชื้อเพลิง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2553)

ตารางที่ 2 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับปัจจัยแวดล้อม

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
อายุของโรงไฟฟ้า (ปี)	8	18	12.89
ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า (ร้อยละ)	0.0228	0.2005	0.111
คามลพิษทางน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)	2,878,025	6,331,290	4,257,644
ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิค	0.577	1	0.932

ที่มา : ฝ่ายประสิทธิภาพการผลิตการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2553)

7. ผลการศึกษา

7.1 ผลการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษามีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Return to Scale: CRS) เท่ากับ 0.9325 และภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Return to Scale : VRS) มีค่าเท่ากับ 0.996 ซึ่งหมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษา โดยภาพรวมแล้วยังมีความไม่มีประสิทธิภาพอยู่ ซึ่งถ้าทุกๆ โรงไฟฟ้าต้องการยกระดับตนเองให้อยู่ในระดับการผลิตที่มีประสิทธิภาพ โรงไฟฟ้าจะสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงได้ร้อยละ 6.75 และ 0.4 ตามลำดับ โดยที่ยังคงผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่าเดิม หรือในอีกแง่หนึ่งทุกโรงไฟฟ้าสามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 6.75 และ 0.4 ตามลำดับ โดยไม่ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิต

ตารางที่ 3 ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552

โรงไฟฟ้า	ค่าประสิทธิภาพจากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS)	ค่าประสิทธิภาพจากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดผันแปร (VRS)	ค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต (SE)
1.โรงไฟฟ้าที่ 1 หน่วยผลิตที่ 3	0.7954	1	0.795
2.โรงไฟฟ้าที่ 1 หน่วยผลิตที่ 4	0.8242	1	0.824
3.โรงไฟฟ้าที่ 2 หน่วยผลิตที่ 1	0.8974	0.9754	0.920
4.โรงไฟฟ้าที่ 2 หน่วยผลิตที่ 2	0.8954	0.9988	0.896
5.โรงไฟฟ้าที่ 3 หน่วยผลิตที่ 1	0.997	1	0.997
6.โรงไฟฟ้าที่ 3 หน่วยผลิตที่ 2	0.9878	0.9918	0.996
7.โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 1	0.9976	1	0.998
8.โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 2	1	1	1
9.โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 3	0.9974	0.9976	0.999
ค่าเฉลี่ย	0.9325	0.996	0.936
ค่ามัธยฐาน	0.9878	1	0.996
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0770	0.0076	0.0770

ที่มา : จากการคำนวณ

เมื่อพิจารณาการเกิดประสิทธิภาพอันเนื่องมาจากขนาดการผลิต (Scale Efficiency: SE) ซึ่งหาได้จากประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่ (CRS) หาค่าด้วยระดับประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตผันแปร (VRS) พบว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษามีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 0.936 หมายความว่า ขนาดการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษามีผลต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้า และสามารถบอกได้ว่าการผลิตของโรงไฟฟ้ามีการใช้ปัจจัยการผลิตส่วนเกินอยู่ร้อยละ 6.4 ถ้าหากทุกโรงไฟฟ้ามีการปรับเปลี่ยนขนาดการผลิตให้อยู่ในขนาดการผลิตที่เหมาะสมจะสามารถทำให้ส่วนเกินปัจจัยการผลิตส่วนนี้หายไป

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในแต่ละช่วงการผลิต

ช่วงการผลิต	จำนวน	ร้อยละ
ผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS)	4	44.4
ผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น (IRS)	4	44.4
ผลตอบแทนต่อขนาดลดลง (DRS)	1	11.2
รวม	9	100

ที่มา : จากการคำนวณ

พิจารณาตามช่วงการผลิต พบว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมร้อยละ 44.4 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อการผลิตคงที่ (CRS) หมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีการใช้ปัจจัยการผลิตและมีระดับผลผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมร้อยละ 44.4 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อการผลิตเพิ่มขึ้น (IRS) หมายถึง โรงไฟฟ้ามีการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยเกินไป ดังนั้นโรงไฟฟ้าจึงควรเพิ่มการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อให้ได้ขนาดการผลิตที่เหมาะสม และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมร้อยละ 11.2 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อการผลิตลดลง (DRS) หมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไป ควรลดปัจจัยการผลิตลงเพื่อให้มีระดับการผลิตที่เหมาะสม

7.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับปัจจัยแวดล้อมโดยแบบจำลอง Tobit

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้น ในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ตัวแปรอธิบาย(Explanatory Variables)	ค่าสัมประสิทธิ์(Coefficient)	ค่าสถิติ t
ค่าคงที่ (Constant)	0.9250	5.239***
ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend)	0.1656	3.895***
ค่าแนวโน้มของเวลากำลังสอง (Trend2)	-0.0177	-2.533**
อายุของโรงไฟฟ้า (Age)	-0.0213	-2.167**
ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า (MarketShare)	3.3073	7.314***
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต (Gas)	-0.0868	-2.325**
ค่ามลพิษทางน้ำของโรงไฟฟ้า (Waterpollution)	-0.7608	-3.530***
ค่าสถิติ Sigma	0.0568	
จำนวนตัวอย่าง	45	

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ : ***มีระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.001$ **มีระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.05$

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ทุกตัวแปรมีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลในเชิงบวกกับค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคได้แก่ ค่าแนวโน้มของเวลามีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1656 ในขณะที่ค่าแนวโน้มของเวลากำลังสอง มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเช่นกันแต่ในเชิงลบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0177 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคในอัตราที่ลดลง ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปในอัตราที่ลดลง ตัวแปรอีกตัวที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิค

ในเชิงบวกคือ ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า เนื่องจากโรงไฟฟ้าที่มีส่วนแบ่งตลาดมากจะสามารถทำการผลิตได้มากและการผลิตไฟฟ้าในแต่ละครั้งเป็นจำนวนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการประหยัดต่อขนาด รวมทั้งทำให้สามารถทำการผลิตได้ในระดับที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ดังนั้นถ้าหากโรงไฟฟ้ามีส่วนแบ่งตลาดเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในเชิงลบ ได้แก่ อายุของโรงไฟฟ้ามีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0213 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีช่วงอายุการใช้งานที่จำกัด หากโรงไฟฟ้ามีอายุมากขึ้นก็จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลง นอกจากนี้ยังได้แก่ตัวแปรหุ่นที่ระบุปัจจัยการผลิตที่โรงไฟฟ้าใช้ มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0868 โดยแสดงให้เห็นว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่มีการใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต มีผลทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลง เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงยังเป็นปัจจัยการผลิตที่มีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้นในขณะที่ผลผลิตมีปริมาณไม่ต่างจากเดิม ทำให้ประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลง และตัวแปรสุดท้าย คือค่ามลพิษทางน้ำ มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.7608 แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำในการหล่อเย็นอุปกรณ์ถือเป็นต้นทุนทางหนึ่งของโรงไฟฟ้าเมื่อต้นทุนเพิ่มมากขึ้นทำให้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลง

ค่า Sigma คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ที่แสดงค่าการกระจายของข้อมูลว่ามีการเกาะกลุ่มกันมากน้อยเพียงใด โดยนับจากค่าเฉลี่ย (Mean) จากการศึกษาพบว่า ค่า Sigma มีค่าเท่ากับ 0.0568 แสดงว่าข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้มีการเกาะกลุ่มกันอยู่ใกล้กับค่าเฉลี่ยนั่นเอง

8. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. เนื่องจากส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าในเชิงบวกมากที่สุด ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยควรส่งเสริมให้โรงไฟฟ้าที่มีส่วนแบ่งการตลาดเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้การผลิตรายอยู่ในช่วงการประหยัดจากขนาด (economies of scale) หรือมีการจัดสรรส่วนแบ่งตลาดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมประกอบกับผลที่ว่าโรงไฟฟ้าบางส่วนที่ทำการศึกษายู่ในช่วงการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น จึงแนะนำให้โรงไฟฟ้าในกลุ่มนี้มีการขยายขนาดการผลิตเพิ่มขึ้น จะทำให้โรงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น
2. เนื่องจากอายุของโรงไฟฟ้า เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไป โรงไฟฟ้าจะสามารถทำการผลิตได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงควรมีการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร วิศวกร และช่างเทคนิคอย่างสม่ำเสมอเพื่อยืดอายุการใช้งานหรืออายุของโรงไฟฟ้ารวมถึงการบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและฝึกอบรมพัฒนาบุคลากรอยู่เสมอจะช่วยยืดระยะเวลาการลดลงของระดับประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าให้ช้าลงได้

3. จากผลการศึกษา พบว่าตัวแปรหุ่นที่แสดงถึงปัจจัยการผลิตที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใช้ ซึ่งแบ่งได้เป็นการใช้ก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียวและการใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกัน มีอิทธิพลในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซธรรมชาติทำให้ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าลดลง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ควรเลือกใช้โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตเพียงอย่างเดียว นั้น มีความเสี่ยงในการเกิดปัญหาการขาดแคลนและการจัดส่งก๊าซธรรมชาติตลอดจนความเสี่ยงของราคาและอัตราแลกเปลี่ยน ดังนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยควรสร้างความมั่นคงทางพลังงานของก๊าซธรรมชาติโดยควรพึ่งพาก๊าซธรรมชาติทั้งจากแหล่งภายในประเทศและภายนอกประเทศ โดยทำการสั่งซื้อจากต่างประเทศในตลาดล่วงหน้า (Future market) และทำการประกันราคารวมไปถึงอัตราแลกเปลี่ยน เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว
4. จากผลการศึกษาพบว่าค่ามลพิษทางน้ำถือเป็นต้นทุนทางหนึ่งของโรงไฟฟ้าซึ่งเป็นตัวแปรที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าลดลง ดังนั้นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมควรมีการนำเทคโนโลยีหรือระบบบำบัดน้ำเสียเข้ามาใช้ เพื่อให้น้ำเสียจากโรงไฟฟ้าลดปริมาณลงและสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้อีกโดยการบำบัดน้ำเสียนี้อาจใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีร่วมกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ-เคมี แต่ควรพิจารณาในเรื่องต้นทุนการบำบัดน้ำเสียไม่ให้สูงเกินกว่าต้นทุนของน้ำเสียที่เกิดขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2544. **รายงานประจำปี 2544-2552**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://pr.egat.co.th/thai/report_44_th/statistics.pdf (13 พฤษภาคม 2553).
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ศูนย์ข้อมูลข่าวสาร. 2553. **กำลังผลิตติดตั้งแยกตามประเภทโรงไฟฟ้า เดือนเมษายน 2553**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://prinfo.egat.co.th/addbase_save/file/53010105046/capacity1.pdf (13 พฤษภาคม 2553).
- ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์. 2551. **เศรษฐมิติ: เอกสารประกอบการเรียน**. เชียงใหม่: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วัฒนา สุนทรธัย. 2543. **เรียนสถิติด้วย SPSS ภาคสถิติไม่อิงพารามิเตอร์**. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒน์.
- วิฑูร เจริญธรรม. 2546. **การวัดประสิทธิภาพเทคนิคการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย : กรณีศึกษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์ มหบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุรศักดิ์ ปิยะรักสกุล. 2548. **การวิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบของการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนชาบูรี: กรณีเปรียบเทียบระหว่างการใช้ถ่านหินเตาและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอกชัย ชัยประเสริฐสิทธิ. 2516. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics)**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., 1984. "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis." **Management Science** 30(9), 1078–1092.
- Barros, Carlos Pestana. 2008. "Efficiency analysis of hydroelectric generating plants: A case study for Portugal." **Energy Economics** 30: 59–75.
- Barros, Carlos Pestana and Peypoh, Nicolas. 2008. "Technical efficiency of thermoelectric power plants." **Energy Economics** 30: 3118–3127.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978. "Measuring the efficiency of decision-making Units." **European Journal of Operations Research** 2/4, 429–444.
- Coelli, Tim. 1996. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program**. Working Paper n°8/96, Centre for Efficiency and Productivity Analysis. Australia: University of New England, Armidale.
- Coelli, Tim.; Prasada Rao, D.S. and Battese, George E. 2001. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 5th ed. London : Kluwer Academic.
- Farrell, M.J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." **Journal of the Royal Statistical Society** 120: 253–290.
- Greene, William H. 2003. **Econometric analysis**. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall

-
- Johnston, Jack and Dinardo, John. 1997. **Econometric methods**. 4th ed. New York: McGraw-Hill.
- Lam, Pun-Lee and Shiu, Alice. 2001. "A data envelopment analysis of the efficiency of China's thermal power generation." **Utilities policy** 10: 75-83.
- Liu, C.H., Lin, Sue J. and Lewis, Charles. 2010. "Evaluation of thermal power plant operational performance in Taiwan by data envelopment analysis." **Energy Policy** 38: 1049-1058.
- Simar, L., Wilson, P.W., 2007. "Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes." **Journal of Econometrics** 136, 1-34.
- Simar, L., Wilson, P.W., 2000. "Statistical inference in nonparametric frontier models: the state of the art." **Journal of Productivity Analysis** 13, 49-78.