บทที่ 4
ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการศึกษาในบทนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกจะอธิบายถึงข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ส่วนที่สองเป็นผลการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ได้จากแบบจำลอง DEA และส่วนสุดท้ายเป็นผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจากแบบจำลองโทบิต (Tobit)

4.1 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในครั้งนี้ ทำการศึกษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จำนวน 4 แห่ง โดยใช้ข้อมูลรายปี จำนวน 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 – 2552 และเลือกพิจารณาเฉพาะหน่วยผลิตที่เป็นหน่วยผลิตพลังความร้อนร่วมทั้งหมด 9 หน่วยผลิต รวมทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง แบ่งได้ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าที่ 1 ประกอบด้วย หน่วยผลิตที่ 3 และหน่วยผลิตที่ 4
2. โรงไฟฟ้าที่ 2 ประกอบด้วย หน่วยผลิตที่ 1 และหน่วยผลิตที่ 2
3. โรงไฟฟ้าที่ 3 ประกอบด้วย หน่วยผลิตที่ 1 และหน่วยผลิตที่ 2
4. โรงไฟฟ้าที่ 4 ประกอบด้วย หน่วยผลิตที่ 1 หน่วยผลิตที่ 2 และหน่วยผลิตที่ 3

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในครั้งนี้ แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ข้อมูลทางด้านผลผลิต และข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิต โดยข้อมูลด้านผลผลิตจะวัดผลผลิตจากข้อมูลสองส่วน ได้แก่ ปริมาณไฟฟ้าที่หน่วยผลิตแต่ละหน่วยผลิตได้ทั้งหมดในแต่ละปี มีหน่วยเป็นล้านหน่วย และค่า maximum capacity ของหน่วยผลิตแต่ละหน่วย ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงค่าความสามารถในการผลิตสูงสุดของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในแต่ละปี สำหรับข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิต ในทางเศรษฐศาสตร์นั้นปัจจัยการผลิตประกอบไปด้วยแรงงาน ทุน และค่าใช้จ่ายอื่นๆในการดำเนินการ โดยจะทำการวัดตัวแปรทั้งสามด้วยข้อมูลสามส่วน ได้แก่ แรงงานวัดจากจำนวนคนทำงานในแต่ละหน่วยผลิต ทุนวัดจากมูลค่าทางบัญชี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของสินทรัพย์ซึ่งเป็นมูลค่ารวมของที่ดิน อาคาร และอุปกรณ์สุทธิในโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการดำเนินการ วัดจากต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าซึ่งจะรวมถึงค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิงและค่าจ้างแรงงานด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
<u>ผลผลิต</u>			
ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด (ล้านหน่วย)	539.21	4,676.9	5,024.20
Maximum Capacity (MW)	61.55	533.9	292.98
<u>ปัจจัยการผลิต</u>			
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

เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจากตารางที่ 4.1 พบว่า ข้อมูลทางด้านผลผลิต ซึ่งได้แก่ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดของแต่ละหน่วยผลิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,024.20 ล้านหน่วย และค่า maximum capacity มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 292.98 ในส่วนของข้อมูลทางด้านปัจจัยการผลิตซึ่งประกอบไปด้วย จำนวนคนทำงานในแต่ละหน่วยผลิต มีจำนวนคนทำงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 77 คน มูลค่าทางบัญชีของสินทรัพย์ มีมูลค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,952 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ในการผลิตไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,941 ล้านบาท โดยข้อมูลในส่วนนี้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมด้วยแบบจำลอง DEA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจากแบบจำลองโทบิต (Tobit) จะใช้ข้อมูลด้าน อายุของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมโดยมีหน่วยเป็นปี ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า และค่ามลพิษทางน้ำของโรงไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยข้อมูลที่ใช้แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ตัวแปร	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
อายุของโรงไฟฟ้า (ปี)	18	12	14.8
ส่วนแบ่งตลาด (ร้อยละ)	0.2005	0.0228	0.1111
ค่ามลพิษทางน้ำ(ลูกบาศก์เมตรต่อปี)	6,331,290	2,878,025	4,257,644

ที่มา : ฝ่ายประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากตารางที่ 4.2 พบว่าอายุของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วงระหว่าง 12 – 18 ปี ซึ่งถือเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ทำการผลิตมาในระยะเวลาพอสมควร ความสามารถในการผลิตต่างๆ อยู่ในระดับค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1111 และค่ามลพิษทางน้ำของโรงไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 2,878,025 - 6,331,290 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยผลิตแต่ละหน่วย ถ้าหน่วยผลิตมีขนาดใหญ่ก็จะมีการใช้น้ำเพื่อหล่อเย็นอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าจำนวนมากตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจากวิธี DEA

การศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมด้วยการประมาณสมการพรมแดนการผลิต ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม(Data Envelopment Analysis: DEA) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ ปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (multi input and output) โดยกำหนดให้ผลผลิต คือ ปริมาณไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแต่ละแห่งผลิตได้ทั้งหมด และค่า maximum capacity ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม และกำหนดให้ปัจจัยการผลิต ได้แก่ จำนวนคนทำงาน มูลค่าทางบัญชีของสินทรัพย์ของโรงไฟฟ้า และ ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า

สำหรับแบบจำลอง DEA จะแสดงถึงค่าประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแต่ละแห่ง โดยโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าก็จะมีค่าประสิทธิภาพลดหลั่นลงไปเป็นลำดับ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวัดประสิทธิภาพจากแบบจำลอง DEA ใน 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale DEA Model; CRS) ที่มีข้อสมมติตั้งต้นว่า หน่วยผลิตมีขนาดการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดคงที่โดยไม่สนใจอิทธิพลของขนาดการผลิต และแบบจำลองแบบผลได้ต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale DEA Model; VRS) ซึ่งได้ยกเลิกข้อสมมติของแบบจำลองแบบผลได้ต่อขนาดคงที่ไป หมายความว่าหน่วยผลิตอาจมีขนาดการผลิตได้ทั้งแบบผลได้ต่อขนาด เพิ่มขึ้น คงที่ หรือ ลดลง รวมไปถึงการเกิดความมีประสิทธิภาพอันเนื่องจากขนาดการผลิต (Scale Efficiency: SE) ซึ่งผลการศึกษาแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 - 2552

โรงไฟฟ้า	ค่าประสิทธิภาพจากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS)	ค่าประสิทธิภาพจากแบบจำลองผลได้ต่อขนาดผันแปร (VRS)	ค่าประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต (SE)
โรงไฟฟ้าที่ 1 หน่วยผลิตที่ 3	0.7954	1	0.795
โรงไฟฟ้าที่ 1 หน่วยผลิตที่ 4	0.8242	1	0.824
โรงไฟฟ้าที่ 2 หน่วยผลิตที่ 1	0.8974	0.9754	0.920
โรงไฟฟ้าที่ 2 หน่วยผลิตที่ 2	0.8954	0.9988	0.896
โรงไฟฟ้าที่ 3 หน่วยผลิตที่ 1	0.997	1	0.997
โรงไฟฟ้าที่ 3 หน่วยผลิตที่ 2	0.9878	0.9918	0.996
โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 1	0.9976	1	0.998
โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 2	1	1	1
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 : คำนวณจากโปรแกรม DEAP Version 2.1

หมายเหตุ : CRS = Constant Returns to Scale (ประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการ ผลิตคงที่)

VRS = Variable Returns to Scale (ประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตผันแปร)

SE = Scale Efficiency (ประสิทธิภาพต่อขนาดการผลิต มีค่าเท่ากับระดับประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่หารด้วยระดับประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตผันแปร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษามีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS) เท่ากับ 0.9325 ซึ่งหมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษา โดยภาพรวมแล้วยังมีความไม่มีประสิทธิภาพอยู่ ซึ่งถ้าโรงไฟฟ้าทุกแห่งต้องการยกระดับตนเองให้อยู่ในระดับการผลิตที่มีประสิทธิภาพ โรงไฟฟ้าจะสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงได้ร้อยละ 6.75 โดยที่ยังคงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่าเดิม หรือในอีกแง่หนึ่ง โรงไฟฟ้าทุกแห่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 6.75โดยใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม โดยมีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุดที่โรงไฟฟ้าที่ 1 หน่วยผลิตที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7954 และระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1 ที่โรงไฟฟ้าที่ 4 หน่วยผลิตที่ 2

สำหรับระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale : VRS) มีค่าเท่ากับ 0.996 ซึ่งหมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษา โดยภาพรวมแล้วยังมีความไม่มีประสิทธิภาพอยู่ ซึ่งถ้าทุกๆ โรงไฟฟ้าต้องการยกระดับตนเองให้อยู่ในระดับการผลิตที่มีประสิทธิภาพ โรงไฟฟ้าจะสามารถลดการใช้ปัจจัยการผลิตลงได้ร้อยละ 0.4 โดยที่ยังคงผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่าเดิม หรือในอีกแง่หนึ่ง ทุกโรงไฟฟ้าสามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 0.4 โดยไม่ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิต โดยระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดผันแปรมีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.9754 ที่โรงไฟฟ้าที่ 2 หน่วยผลิตที่ 1 และระดับประสิทธิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1

เมื่อพิจารณาการเกิดประสิทธิภาพอันเนื่องจากขนาดการผลิต (Scale Efficiency : SE) ซึ่งหาได้จากประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่ (Constant Returns to Scale :CRS) หารด้วยระดับประสิทธิภาพภายใต้ผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตผันแปร (Variable Returns to Scale : VRS) พบว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษา มีระดับประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 0.936 หมายความว่า ขนาดการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษามีผลต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้า และ สามารถบอกได้ว่าการผลิตของโรงไฟฟ้ามีการใช้ปัจจัยการผลิตส่วนเกินอยู่ร้อยละ 6.4 ถ้าหากทุกโรงไฟฟ้ามีการปรับเปลี่ยนขนาดการผลิตให้อยู่ในขนาดการผลิตที่เหมาะสม (optimal scale) จะสามารถทำให้ส่วนเกินปัจจัยการผลิตส่วนนี้หายไปได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในแต่ละช่วงการผลิต

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

ที่มา : คำนวณจากโปรแกรม DEAP Version 2.1

เมื่อทราบว่าขนาดการผลิตมีผลต่อกระบวนการผลิตจากการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในแบบจำลองผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CRS) และ ผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (VRS) แล้ว แบบจำลอง DEA ยังสามารถจำแนกได้ว่าหน่วยผลิตใด ๆ อยู่ ณ. ขนาดการผลิตแบบใด นั่นคือ สามารถบอกได้ว่าแต่ละโรงไฟฟ้าที่ทำการศึกษานั้นอยู่ในขนาดการผลิตแบบใด ดังนั้นในส่วนต่อไปจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เพื่อทราบว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมโดยส่วนใหญ่มีขนาดการผลิตอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนการผลิตว่าควรเพิ่มหรือลดขนาดการผลิตอย่างไร

จากตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงถึงจำนวนโรงไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงการผลิตแบบต่างๆ พบว่า เมื่อพิจารณาตามช่วงการผลิต โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษาร้อยละ 44.4 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่ (CRS) โดยเกิดจากการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกันแล้ว ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตเท่ากับอัตราการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตพอดี หมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีการใช้ปัจจัยการผลิตและมีระดับผลผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม สำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษาร้อยละ 44.4 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดเพิ่มขึ้น (IRS) เช่นเดียวกับที่อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่ โดยเกิดจากการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกัน แล้วจะทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตสูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต ซึ่งหมายถึง โรงไฟฟ้ามีการใช้ปัจจัยการผลิตน้อยเกินไป ทำให้ไม่เกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์สูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ดังนั้นโรงไฟฟ้าจึงควรมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเพื่อให้ได้ขนาดการผลิตที่เหมาะสม และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ทำการศึกษาร้อยละ 11.2 อยู่ในช่วงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตลดลง (DRS) โดยเกิดจากการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนเดียวกันแล้ว ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตต่ำกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต หมายความว่า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีการใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไป ควรลดปัจจัยการผลิตลงเพื่อให้มีระดับการผลิตที่เหมาะสม

4.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับปัจจัยแวดล้อมโดยแบบจำลอง Tobit

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับปัจจัยแวดล้อมจะทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพการผลิตกับปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดไว้โดยมีเป้าหมายเพื่อจะทราบว่าลักษณะ และสภาพแวดล้อมของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแต่ละแห่งมีความสัมพันธ์กับค่าประสิทธิภาพการผลิตหรือไม่ ในการศึกษาจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นด้วยแบบจำลอง Tobit ซึ่งตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือปัจจัยต่างๆ ที่แสดงถึงสภาพแวดล้อมและลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแต่ละโรง โดยที่ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ค่าประสิทธิภาพจากแบบจำลอง DEA ของแต่ละโรงไฟฟ้า

โดยมีสมมติฐานว่าปัจจัยแวดล้อมต่างๆ มีความสัมพันธ์กับค่าประสิทธิภาพดังนี้

1. ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพเมื่อเวลาในการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนี้กับค่าประสิทธิภาพในเชิงบวก เนื่องจากแนวคิดว่าเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการผลิตจะมีการปรับเปลี่ยนไปด้วย เพื่อให้สามารถทำการผลิตได้เต็มประสิทธิภาพตามที่ควรจะเป็น ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพกับช่วงเวลาจึงน่าจะเป็นความสัมพันธ์ในเชิงบวกต่อกัน

2. อายุของโรงไฟฟ้า (Age) เป็นตัวแปรที่ใช้เพื่อวัดผลกระทบของเวลาต่อความสามารถในการผลิตของโรงไฟฟ้า โดยวัดเป็นปีตั้งแต่เริ่มก่อสร้างโรงไฟฟ้าจนถึงปีที่ทำการศึกษา โดยคาดการณ์ความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า เนื่องจาก เมื่อโรงไฟฟ้ามีอายุมากขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในโรงไฟฟ้าย่อมมีการเสื่อมสภาพไปตามเวลา ทำให้ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพดังเดิม ดังนั้นปัจจัยนี้จึงน่าจะส่งผลในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า (Share) เป็นตัวแปรที่ใช้เพื่อวัดความประหยัดต่อขนาดของการผลิตไฟฟ้า โดยคำนวณจากปริมาณไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแต่ละแห่งผลิตได้ในแต่ละปีเทียบกับปริมาณไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมทุกแห่งที่ทำการศึกษาผลิตได้ในปีนั้นๆ โดยคาดการณ์ว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า

4. ปัจจัยการผลิตที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใช้ในการผลิต (Gas) เป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) ที่แสดงถึงลักษณะการใช้ปัจจัยการผลิตของโรงไฟฟ้า โดยให้โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตเพียงอย่างเดียวเป็น 0 และโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิตเป็น 1 โดยคาดการณ์ว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า เนื่องจากการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มมากขึ้นเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยเฉพาะปัจจัยน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีราคาแพง ยิ่งส่งผลเป็นอย่างมากต่อต้นทุนการผลิตไฟฟ้า ซึ่งน่าจะส่งผลในเชิงลบกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า

5. ค่ามลพิษทางน้ำ (Water pollution) เป็นตัวแปรที่ใช้เพื่อตรวจสอบผลกระทบของผลผลิตที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยที่มลพิษทางน้ำในการผลิตไฟฟ้า เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำที่ใช้เพื่อการหล่อเย็นอุปกรณ์ต่างๆในโรงไฟฟ้าเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ธรรมชาติได้ในทันที นอกจากนี้น้ำที่ผ่านการหล่อเย็นอุปกรณ์แล้วอาจมี สิ่งเจือปนเช่น คราบน้ำมันจากอุปกรณ์ต่างๆที่ติดออกมาด้วย ซึ่งถือเป็นมลพิษในทางหนึ่งเช่นกัน โดยคาดการณ์ว่ามีความสัมพันธ์เป็นลบกับค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า เนื่องจากเป็นผลผลิตที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น และยังก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมอีกด้วย

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบผลที่คาดการณ์และผลที่ได้จากการคำนวณ

ตัวแปร	เครื่องหมายที่คาดการณ์
ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend)	+
อายุของโรงไฟฟ้า (Age)	-
ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า (Share)	+
ปัจจัยการผลิตที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใช้ในการผลิต (Gas)	-
ค่ามลพิษทางน้ำ (Water pollution)	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประมาณแบบจำลอง Tobit นี้จะใช้วิธี Maximum Likelihood (ML) ซึ่งแสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้น ในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ตัวแปรอธิบายและสัญลักษณ์	ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient)	ค่า t-ratio	ระดับนัยสำคัญ (Significant)
ค่าคงที่ (Constant)	0.9250	5.239	0.0000***
ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend)	0.1656	3.895	0.0001***
ค่าแนวโน้มของเวลายกกำลังสอง ($Trend^2$)	-0.0177	-2.533	0.0113**
อายุของโรงไฟฟ้า (Age)	-0.0213	-2.167	0.0303**
ส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้า (Market Share)	3.3073	7.314	0.0000***
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต (Gas)	-0.0868	-2.325	0.0201**
ค่ามลพิษทางน้ำของโรงไฟฟ้า (Waterpollution)	-0.7608	-3.530	0.0004***
Sigma	0.0568		
จำนวนตัวอย่าง	45		

ที่มา: คำนวณจากโปรแกรม Limdep version 8.0

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

ตัวแปรตาม คือ ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ i

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend) มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ค่าแนวโน้มของเวลา (Trend) มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1656 และมีเครื่องหมายเป็นบวก ซึ่งหมายความว่า ถ้าช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไป 1 ช่วงเวลา จะทำให้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.56 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.001$ ในขณะที่ค่าแนวโน้มของเวลายกกำลังสอง มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเช่นกันแต่ในทิศทางตรงกันข้าม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0177 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคในอัตราที่ลดลง ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปในอัตราที่ลดลง

ตัวแปรด้านอายุของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Age) มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในทิศทางตรงกันข้าม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0213 หมายความว่า ถ้าอายุของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเปลี่ยนแปลงไป 1 ปี จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 2.13 แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีช่วงอายุการใช้งานที่จำกัด ยิ่งโรงไฟฟ้ามีอายุมากขึ้นเท่าใดก็จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลงมากเท่านั้น

สำหรับส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Market Share) มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.001$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 3.3073 หมายความว่า ถ้าส่วนแบ่งตลาดของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะมีผลให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 3.3073 หน่วย เนื่องจากโรงไฟฟ้าที่มีส่วนแบ่งตลาดมาก จะสามารถทำการผลิตได้มากและการผลิตไฟฟ้าในแต่ละครั้งเป็นจำนวนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการประหยัดต่อขนาด รวมทั้งทำให้สามารถทำการผลิตได้ในระดับที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ดังนั้นถ้าหากโรงไฟฟ้ามีส่วนแบ่งตลาดเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ที่มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม คือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต (Gas) โดยมีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคในทิศทางตรงกันข้าม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.0868 นั่นคือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่มีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยการผลิต มีผลกระทบในเชิงลบกับระดับประสิทธิภาพทางเทคนิค เนื่องจาก ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคเป็นอัตราส่วนระหว่างผลผลิตและปัจจัยการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคลดลง ยิ่งมีการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตมากขึ้นเท่าใด ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น นอกจากนี้น้ำมันเชื้อเพลิงยังเป็นปัจจัยการผลิตที่มีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตเพียงอย่างเดียวซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำกว่า จึงมีผลทำให้ค่าประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมลดลง

ตัวแปรสุดท้าย ได้แก่ ค่ามลพิษทางน้ำของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีอิทธิพลต่อค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในทิศทางตรงกันข้าม ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.001$ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.7608 หมายความว่า ถ้าหากมีการใช้น้ำเพื่อการหล่อเย็นอุปกรณ์ภายใน โรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลงร้อยละ 76.08 แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำในการหล่อเย็นอุปกรณ์ถือเป็นต้นทุนทางหนึ่งของโรงไฟฟ้าเมื่อต้นทุนเพิ่มมากขึ้นทำให้ระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคของโรงไฟฟ้าลดลง

สำหรับค่า Sigma คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ที่แสดงค่าการกระจายของข้อมูลว่ามีการเกาะกลุ่มกันมากน้อยเพียงใด โดยนับจากค่าเฉลี่ย (Mean) ถ้า Sigma มีค่ามาก แสดงว่ามีการกระจายข้อมูลมาก ซึ่งหมายความว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยมาก แต่ถ้า Sigma มีค่าน้อย แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายน้อย จากผลการศึกษาพบว่า ค่า Sigma มีค่าเท่ากับ 0.0568 แสดงว่าข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีการเกาะกลุ่มกันอยู่ใกล้กับค่าเฉลี่ยนั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved