ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

ปริญญา

วิศวกรรมไฟฟ้า	วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง วิธีการวิเคราะห์ขอบข้อมูลสำหรับการตั้งค่าเป้าหมายของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง

A Data-Envelopment-Analysis Method for Reliability Target Setting of Electric Power Distribution Systems

นามผู้วิจัย นายเจนณรงค์ กลั่นวารี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์พิสุทธิ์ รพีศักดิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดุลย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์วิชัย สุระพัฒน์, วศ.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

วิธีการวิเคราะห์ขอบข้อมูลสำหรับการตั้งค่าเป้าหมายของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง

A Data-Envelopment-Analysis Method for Reliability Target Setting of Electric Power Distribution Systems

โดย

นายเจนณรงค์ กลั่นวารี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจนณรงค์ กลั่นวารี 2554: วิธีการวิเคราะห์ขอบข้อมูลสำหรับการตั้งค่าเป้าหมายของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์พิสุทธิ์ รพีศักดิ์, Ph.D. 45 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีตั้งค่าเป้าหมายความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดัชนีที่พิจารณาคือค่าดัชนีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระบบโดยเฉลี่ย (System Average Interruption Frequency Index หรือ SAIFI) วิธีวิเคราะห์ขอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis) ซึ่งโดยทั่วไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยงานขององค์กร ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเส้นขอบข้อมูลจากสถิติ SAIFI ซึ่งเรียกว่าเส้นประสิทธิภาพ ค่าเป้าหมาย SAIFI ของแต่ละหน่วยทำงานจะถูกประเมินจากเส้นประสิทธิภาพ ข้อมูลสถิติที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ความอนุเคราะห์จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) วิทยาพนธ์นี้ได้นำเสนอจำลองสำหรับการตั้งค่าเป้าหมาย 4 แบบ ทุกแบบจำลองได้นำมาใช้ประเมินค่าเป้าหมาย SAIFI ของแต่ละการไฟฟ้าจุดรวมงานของ กฟภ. ผลที่ได้จากแต่ละแบบจำลองได้ถูกนำมาเปรียบเทียบและวิจารณ์ถึงข้อดีและข้อด้อยของแต่ละแบบจำลอง

_____ _____ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jennarong Klunvaree 2011: A Data-Envelopment-Analysis Method for Reliability Target Setting of Electric Power Distribution Systems. Master of Engineering (Electrical Engineering), Major Field: Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering. Thesis Advisor: Mr. Pisut Raphisak, Ph.D. 45 pages.

This thesis presents a method of reliability target setting for electric power distribution systems – including System Average Interruption Frequency Index (SAIFI). Data Envelopment Analysis (DEA), which is normally used to evaluate efficiency of organization work-units, is applied in the proposed method to generate a data envelope from SAIFI statistic, which is so-called an efficiency frontier. Tawrget SAIFIs for all work-units are evaluated from the efficiency frontier. The statistical data used in this thesis are provided by the Provincial Electricity Authority of Thailand (PEA). Four models of target setting are proposed and applied to determine target SAIFI for each work-unit of PEA. In the end, the results from four models are compared and discussed about their advantages and disadvantages.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. พิสุทธิ์ รพีศักดิ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และแก้ไขปัญหาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดุลย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์ กรรมการร่วมที่แสดงข้อคิดเห็นในการดำเนินงานครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและขอขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆ ในโครงการพัฒนาความชำนาญด้านไฟฟ้ากำลังที่สนับสนุน ให้กำลังใจและให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนมาโดยตลอดในทุกเรื่อง

เจนณรงค์ กลั่นวารี

มีนาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	32
ผล	32
วิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	42
สรุป	42
ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	44
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แต่ละพื้นที่ของทั้งประเทศ	28
2	จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละพื้นที่ ที่ใช้คำนวณหาค่าเป้าหมาย SAIFI	28
3	ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI แบบจำลองที่ 1	33
4	ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขตและผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 1	33
5	ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI แบบจำลองที่ 2	34
6	ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 2	35
7	ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมาย SAIFI แบบจำลองที่ 3 พื้นที่อุตสาหกรรม	36
8	ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายของดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 3	36
9	ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ได้แบบจำลองที่ 4	37
10	ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 4	37
11	เปรียบเทียบค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้	39
12	เปรียบเทียบแบบจำลองค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้	40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เส้นขอบเขตประสิทธิภาพในการผลิตภายใต้ข้อสมมติ CRS และ VRS	14
2	พื้นที่ใต้โค้งจากการแจกแจงปกติมาตรฐานหาค่า Z ที่ 1-α	18
3	โครงสร้างการบริหารงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	22
4	โครงสร้างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแบ่งภาคเป็นการไฟฟ้าเขต	22
5	ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 1	23
6	ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 2	25
7	ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 3	27
8	ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 4	30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

VRS = แบบจำลอง Variable Return to Scale

CRS = แบบจำลอง Constant Return to Scale

DMU = หน่วยถูกวิเคราะห์ (Decision Making Unit)

DEA = วิธีการ DEA (Data Envelopment Analysis)

SAIFI = ดัชนีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระบบโดยเฉลี่ย (System Average Interruption Frequency Index)

SAIDI = ดัชนีระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระบบโดยเฉลี่ย (System Average Interruption Duration Index)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการวิเคราะห์ขอบข้อมูลสำหรับการตั้งค่าเป้าหมายของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง

A Data-Envelopment-Analysis Method for Reliability Target Setting of Electric Power Distribution Systems

คำนำ

ความเชื่อถือได้เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพการจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ซึ่งในอดีตคุณภาพของการจ่ายไฟฟ้ามุ่งเน้นที่การมีไฟฟ้าใช้ และการมีคุณภาพกำลังไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ ปัจจุบันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีการกำหนดเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย โดยคำนึงจากหลายปัจจัย เช่น การเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, ค่าดัชนีแสดงระยะเวลาที่ไฟดับของระบบโดยเฉลี่ย และหนึ่งในนั้นคือ ค่าดัชนีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของระบบ โดยอ้างอิงค่าดัชนีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของระบบของปีที่ผ่านมาเป็นเป้าหมาย เพื่อให้ค่าค่าดัชนีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของระบบลดลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการกำหนดเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ขอบข้อมูล เพื่อเสนอแนะอีกแนวทางหนึ่งในการกำหนดเป้าหมายของดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและพัฒนาวิธีการกำหนดเป้าหมายของดัชนี SAIFI ของระบบจำหน่าย

2. เปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสำหรับการตั้งค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI แบบต่างๆที่พัฒนา และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการกำหนดเป้าหมายของดัชนี SAIFI

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. การประเมินความเชื่อถือได้

ระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าบอกได้ด้วยค่าดัชนีซึ่งมีอยู่หลายดัชนีตามวัตถุประสงค์ที่ต้องวิเคราะห์ ทั้งนี้ดัชนีสำหรับระบบจำหน่ายที่มักได้ยินและเป็นที่ทราบกันดี คือ SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) และ SAIDI (System Average Interruption Duration Index) การประเมินความเชื่อถือได้นั้นเป็นการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบจากข้อมูลในอดีต โดยนับจากจำนวนครั้งของการเกิดไฟดับ ระยะเวลาไฟดับ จำนวนผู้ใช้ไฟที่ได้รับผลกระทบ และจำนวนผู้ใช้ไฟทั้งหมด

1.1 ประเภทดัชนีความเชื่อถือได้ที่นิยมใช้

1.1.1 SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

ชำนาญ (2549) SAIFI คือ ค่าดัชนีแสดงจำนวนครั้งไฟดับเฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟ 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา มีหน่วยเป็น ครั้ง/ราย/ระยะเวลา (เดือน, ปี) SAIFI เป็นดัชนีที่ใช้กันมากเพื่อบอกคุณภาพของไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับ SAIFI เป็นค่าเฉลี่ยที่คิดจากกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้รับไฟฟ้าจากสายป้อน หรือสถานีไฟฟ้าย่อย SAIFI เป็นค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งที่ไฟฟ้าดับ ดัชนีดังกล่าวอาจไม่สะท้อนความเป็นจริงนัก เพราะถ้าผู้ใช้ไฟฟ้าได้รับผลกระทบจากจำนวนครั้งไฟดับที่แตกต่างกันมาก SAIFI บอกได้เป็นค่าเฉลี่ยเท่านั้น ผู้ใช้ไฟฟ้าบางรายอาจมีจำนวนครั้งไฟฟ้าดับต่างจาก SAIFI มากได้

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i} N_i}{N_T} \qquad (1)$$

เมื่อ N_i จำนวนผู้ใช้ไฟที่ได้รับผลกระทบ (ราย)

N_T จำนวนผู้ใช้ไฟทั้งหมด (ราย)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.2 SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

ชำนาญ (2549) SAIDI คือค่า ดัชนีแสดงระยะเวลาไฟดับเฉลี่ยที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟ 1 ราย ในช่วงระยะเวลาที่พิจารณามีหน่วยเป็น นาที/ราย/ระยะเวลา (เดือน,ปี) การประเมินค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI เพื่อบ่งบอกถึงการบริการต่อผู้ใช้ไฟในแต่ละพื้นที่โดยใช้จำนวนผู้ใช้ไฟที่ถูกกระทบจากกระแสไฟฟ้าขัดข้องเป็นตัววัดของค่าดัชนี

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum r_i N_i}{N_T} \tag{2}$$

เมื่อ N_i จำนวนผู้ใช้ไฟที่ได้รับผลกระทบ (ราย)

N_T จำนวนผู้ใช้ไฟทั้งหมด (ราย)

r_i ระยะเวลาผู้ใช้ไฟได้รับผลกระทบ (นาที)

2. แนวคิดพื้นฐานของการวัดประสิทธิภาพ(Measurement of Efficiency)

หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงตัวแปรหนึ่งเพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆ และในทางเศรษฐศาสตร์ หมายถึงค่าที่บอกให้รู้ว่าปริมาณการเสนอซื้อหรือเสนอขายมีปฏิกิริยาต่อการเปลี่ยนแปลงในตัวกำหนดต่างๆมากน้อยเพียงใด

อัครพงศ์ (2547) ได้กล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานของการวัดประสิทธิภาพ (Measurement of Efficiency) ว่า การวัดประสิทธิภาพถือได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่นำมาใช้ในการพิจารณาถึงผลการดำเนินงานของหน่วยผลิตและค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินก็สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตได้ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงระดับความสามารถในการดำเนินงานของหน่วยผลิต โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ ดังนี้

$$\text{EFFICIENCY} = \frac{\text{OUTPUT}}{\text{INPUT}} \tag{3}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการวัดประสิทธิภาพที่นิยมนำมาใช้ในการวัดผลการดำเนินงาน ก็คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละหน่วยผลิต กับค่ามาตรฐาน (Benchmark) ซึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตนั้น ค่ามาตรฐาน ก็คือ ค่าที่ได้จากหน่วยผลิตที่ดีที่สุด (Best practice) เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่กำลังศึกษาทั้งหมด หรืออาจกล่าวได้ว่าหน่วยผลิตนั้นเป็นหน่วยผลิตที่อยู่ในระดับแนวหน้า (Frontier) ส่วนหน่วยผลิตอื่นๆจะมีศักยภาพหรือประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า (Inefficiency) โดยทั่วไปแล้วการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ดังนี้

$$\text{RELATIVE EFFICIENCY} = \frac{\text{WEIGHTED SUM OF OUTPUT}}{\text{WEIGHTED SUM OF INPUT}} \tag{4}$$

สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{RELATIVE EFFICIENCY} = \frac{\sum_{r}^{s} \mu_{rj} y_{rj}}{\sum_{i}^{m} \omega_{ij} x_{ij}} \; ; \text{i} = 1,...,\text{m}, \; \text{r} = 1,...,\text{s}, \; \text{j} = 1,...,\text{n} \tag{5}$$

เมื่อ x_{ij} จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

ω_{ij} ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i ของหน่วยผลิต j

μ_{rj} ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r ของหน่วยผลิต j

m จำนวนของปัจจัยนำเข้า

n จำนวนของหน่วยผลิต

s จำนวนของผลผลิต

แนวคิดที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ก็คือ แนวคิดของ Farrell (1957) ที่อาศัยหลักการของ Frontier Analysis ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต แนวคิดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นและพัฒนาวิธีการและแบบจำลองขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพ เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Data Envelopment Analysis (DEA), Stochastic Frontier Approach (SFA), Thick Frontier Approach (TFA) และ Distribution Free Approach (DFA) เป็นต้น

3. การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA)

วินัย (2538) ได้กล่าวถึง การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยวิธี DEA ว่า หลักการทำงานของ DEA จะใช้ข้อมูลจาก DMU ทั้งหมดที่นำมาศึกษา สร้าง Efficiency Frontier ขึ้นมา การเชื่อมต่อของ DMU ต่างๆ เพื่อประกอบกันเป็น Frontier นั้น มีลักษณะเป็นการเชื่อมต่อแบบเส้นตรง (Linear Combination) DMU ใดที่มีตำแหน่งตั้งอยู่บนเส้น Frontier ก็จะถูกประเมินโดย DEA ว่ามีประสิทธิภาพ 100% ในทางตรงข้าม DMU ใดไม่ตั้งอยู่บน Frontier ก็จะถูก DEA ประเมินว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100% ซึ่งค่าประสิทธิภาพที่ลดน้อยลงไปนั้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างของ DMU นั้นกับ Frontier ฉะนั้นค่าถ่วงน้ำหนักชุดใดๆ ที่กำหนดให้ DMU ที่ใช้ปัจจัยการผลิตทุกชนิดมากเป็นสองเท่าของ DMU ที่มีประสิทธิภาพ 100% ในการผลิตผลผลิตจำนวนเท่ากัน ก็จะมีค่าประสิทธิภาพเพียง 50% ของ DMU ที่มีประสิทธิภาพ 100% หรือจะมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.5 นั่นเอง ลักษณะการทำงานดังกล่าวของ DEA ทำให้ดัชนีประสิทธิภาพที่หาได้โดยวิธีการนี้มีสภาพเป็นตัววัดประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency Measure) เท่านั้น กล่าวคือ ค่าดัชนีประสิทธิภาพของ DMU ใดจะมากหรือน้อยเพียงไรเป็นผลมาจากการเปรียบเทียบปริมาณปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตของ DMU นั้น กับปริมาณปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตของ DMU อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DMU ที่ร่วมกันสร้างส่วนของ Frontier เพื่อให้ DMU ที่กำลังศึกษาใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบแบบจำลองดั้งเดิมของ DEA ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย Charnes, Cooper and Rhodes (1978) ตามแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพเชิงเทคนิค (Technical Efficiency) ของ Farrell มีลักษณะเป็น Fraction Linear Programming สมมติว่า เราต้องการวัดประสิทธิภาพของ DMU ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด n หน่วย โดยแต่ละหน่วยทำการผลิตผลผลิต s ชนิด โดยใช้ปัจจัยการผลิต m ชนิด กำหนดให้ $y_j > 0$ เป็นปริมาณของผลผลิตที่ r ซึ่งผลิตโดย DMU ที่ j และ $x_{ij} > 0$ เป็นปริมาณปัจจัยการผลิตที่ I ซึ่งใช้โดย DMU ที่ j ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) ซึ่งเป็นค่าที่แบบจำลองจะต้องหา คือค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของผลผลผลิตและปัจจัยการผลิตแต่ละตัว สำหรับ DMU ที่ k ซึ่งเป็น DMU ที่กำลังถูกวัดประสิทธิภาพ ดังนั้นเราสามารถเขียนแบบจำลองสำหรับหาค่าประสิทธิภาพของ DMU_k ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\text{Max } h_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ik} x_{ik}} \tag{8}$$

subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} U_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^{m} V_{ik} X_{ik}} \leq 1$$

$$J = 1, 2, 3, ..., n$$

$$U_{rk} > 0 \quad ; r = 1, ..., s$$

$$V_{ik} > 0 \quad ; r = 1, ..., m$$

เมื่อ X_{ik} จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต k

Y_{rk} จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต k

V_{ik} ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i ของหน่วยผลิต k

U_{rk} ค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r ของหน่วยผลิต k

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของแบบจำลองนี้ คือ การหาค่ามากที่สุดของอัตราส่วนระหว่างผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted Outputs) กับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (Weighted Inputs) ของ DMU_k โดยมีข้อจำกัด 3 ประการ คือ

1) ไม่มี DMU ใดมีค่าดัชนีประสิทธิภาพมากกว่า 1.00 ($h_k \leq 1$) เมื่อ DMU นั้นๆใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งได้ถูกกำหนดไว้สำหรับ DMU_k หรือในอีกนัยหนึ่ง ข้อจำกัดนี้เป็นตัวบังคับให้ค่าดัชนีประสิทธิภาพของ DMU_k มีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1.00 หรือ 100% เท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะแบบจำลองกำหนดให้ DMU_k ซึ่งเป็น DMU ที่กำลังถูกประเมินประสิทธิภาพนั้น ในขณะเดียวกัน ก็เป็นส่วนหนึ่งของสมการข้อจำกัดด้วย

2) ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิตทุกตัวของ DMU_k มีค่ามากกว่า 0

3) ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตทุกตัวของ DMU_k มีค่ามากกว่า 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแก้ปัญหาเพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิภาพ h_k ตามแบบจำลอง (8) ซึ่งมีรูปแบบเป็น Nonlinear สามารถทำให้ง่ายโดยการปรับเปลี่ยนแบบจำลอง (8) ให้อยู่ในรูป Linear Programming ธรรมดาซึ่งให้ค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับแบบจำลอง (8) รูปแบบของ Linear Programming ธรรมดาที่กล่าวถึงมีลักษณะดังนี้ คือ

$$\text{Max} \quad w_k = \sum_{r=1}^{s} \mu_{rk} Y_{rk} \tag{9}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{r=1}^{s} \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_{ik} X_{ij} \le 0 \qquad ; j = 1,2,3,...,n$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\mu_{rk} v_{ik} \ge \varepsilon > 0 \qquad ; \forall r, i$$

$$\mu_{rk} = tU_{rk}$$

$$v_{ik} = tV_{ik}$$

$$t^{-1} = \sum_i v_{ik} x_{ik} \qquad ; t > 0$$

เมื่อ ε ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

μ_{rk} ค่าถ่วงน้ำหนักของผลผลิต

v_{ik} ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง (9) นี้ได้จากการ Linearize ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง (8) ทั้งนี้เพราะเราทราบว่า ในการหาค่าสูงสุดของอัตราส่วน (Ration) นั้นสิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่ขนาดจริงๆ ของเศษและส่วนแต่อยู่ที่ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบกันของเศษและส่วน ในแบบจำลอง (9) ค่าของส่วนได้กำหนดให้เท่ากับ 1 (ค่าคงที่อื่นๆ ก็สามารถใช้ได้) และค่าของเศษที่เป็นไปได้สูงสุดคือเป้าหมายที่แบบจำลอง (8) ต้องการสร้างขึ้น โดยหาค่าถ่วงน้ำหนัก μ_{rk} และ v_{ik} ที่เหมาะสมความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง (8) และ (9) ที่สำคัญประการหนึ่งคือ ค่าถ่วงน้ำหนักใดๆ ที่เป็นผลคูณ (Multiple) ของ μ_{rk}^* และ v_{ik}^* ใช้บ่งชี้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาของ Linear Programming ที่ได้จากแบบจำลอง (9) ก็จะเป็นค่าผลลัพธ์ของแบบจำลอง (8) ด้วยเช่นกัน ถ้ากำหนดให้แบบจำลอง (9) เป็น Primal Problem ตามทฤษฎีของ Linear Programming แบบจำลอง (9) นี้จะมี Dual Problem คู่กันซึ่งได้แก่แบบจำลองต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\text{Min} \quad f_k = \theta_k - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{s} S_{rk}^{+} + \sum_{i=1}^{m} S_{ik}^{-}\right) \tag{10}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{jk} Y_{ij} - S_{rk}^{+} = Y_{ik} \qquad ; r = 1,2,3,...,s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_{kj} X_{ij} + \theta_k X_{jk} - S_{ik}^{-} = 0 \qquad ; i = 1,2,3,...,m$$

$$\lambda_{kj}, S_{rk}^{+}, S_{ik}^{-} \geq 0 \qquad ; \forall j, r, i \quad \theta_k \text{ ไม่ถูกจัดเป็นเครื่องหมาย}$$

เมื่อ θ ค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต ที่นำเข้ามาคำนวณ

S_{rk}^{+} ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดที่ r ของหน่วยผลิต k

S_{ik}^{-} ปัจจัยการผลิตส่วนเกินที่ i ของหน่วยผลิต k

โดย S_{rk}^{+} และ S_{ik}^{-} คือตัวแปรของผลผลิตและปัจจัยการผลิตของ DMU_k ตามลำดับ สำหรับแบบจำลอง (10) นี้ ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดหมายถึงจำนวนของผลิตที่สามารถได้รับเพิ่มได้ ถ้าหาก DMU_k มีประสิทธิภาพ 100% ส่วน ปัจจัยการผลิตส่วนเกินหมายถึง จำนวนของปัจจัยการผลิตที่สามารถลดลงได้ถ้าหาก DMU_k มีประสิทธิภาพ 100% (และผลผลิตที่ขาดก็ได้รับการปรับเพิ่มแล้ว) λ_{kj} คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของ DMU_k มีข้อจำกัด 2 ข้อ สำหรับ DMU_k ที่จะมีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ 100% เมื่อใช้แบบจำลอง (10) คือ

1) $\theta_k^{*} = 1$

2) $S_{rk}^{+^{*}}, S_{ik}^{-^{*}} = 0$

การกำหนดเป้าหมายผลผลิตและปัจจัยการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลการปฏิบัติของหน่วยตัดสินใจ (DMU) ต่างๆ ขององค์กร ข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา Linear Programming ตามแบบจำลอง (10) สามารถนำมาใช้ในการกำหนดเป้าหมายดังกล่าวสำหรับ DMU ซึ่งมีประสิทธิภาพไม่เต็ม 100% ได้ถ้ากำหนดให้ X'_{ik} คือ เป้าหมายการใช้ปัจจัยการผลิตของ DMU_k และ Y'_{rk} คือเป้าหมายผลผลิตที่ต้องการผลิต DMU_k ค่า X'_{ik} และ Y'_{rk} สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$X'_{ik} = \theta_k^{*} X_{ik} - S_{ik}^{-^{*}} \qquad ; i = 1,2,3,...,m \tag{11}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Y'_{rk} = Y_{jk} + S^{+*}_{rk} \qquad ; r = 1,2,3,...,s \tag{12}$$

โดยทางทฤษฎีแล้ว X'_{ik} และ Y'_{rk} คือ ปริมาณของปัจจัยการผลิต และปริมาณของผลผลิตซึ่งหาก DMU_k สามารถมีได้แล้ว จะทำให้ DMU_k มีประสิทธิภาพ 100% ที่เป็นเช่นนี้ เพราะ X'_{ik} และ Y'_{rk} คือปัจจัยการผลิตและผลผลิตของ DMU ในอุดมคติ DMU หนึ่งซึ่งตั้งอยู่บน Efficiency Frontier และแบบจำลอง DEA ที่ใช้สำหรับอ้างอิงในการกำหนดค่าดัชนีประสิทธิภาพของ DMU_k

4. แบบจำลองของการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคด้วยวิธี DEA

ปนัดดา (2551) การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA เริ่มต้นโดย Joseph Farrell มีแนวคิดการสร้างขอบเขตประสิทธิภาพที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพด้านราคาและด้านเทคนิค ต่อมา Charnes Cooper and Rhodes ได้เสนอแบบจำลองประสิทธิภาพทางขนาด CCR (หรือเรียกว่า Constant Return to Scale: CRS) , Banker Charnes and Cooper ได้เสนอแบบจำลองประสิทธิภาพทางเทคนิค BCC (หรือเรียกว่า Variable Return to Scale: VRS) โดยแบบจำลองสามารถแยกย่อยเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลอง Input Oriented และแบบจำลอง Output Oriented สามารถแสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ , จักรพันธ์ สุขสวัสดิ์ (2547)

4.1 แบบจำลอง Input Oriented ภายใต้ข้อสมมติ CRS

$$\text{Min} \quad Z_k = \theta_k - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{s} S_r^+ + \sum_{i=1}^{m} S_i^-\right) \tag{13}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rk} - Y_{rk} - S_r^+ = 0$$

$$\theta_k X_{jk} - S_i^- - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} = 0$$

$$\lambda_{kj}, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0 \qquad ; \forall j, r, i \quad \theta_k \text{ ไม่ถูกจัดเป็นเครื่องหมาย}$$

$$r = 1,2,3,...,s$$

$$i = 1,2,3,...,m$$

$$j = 1,2,3,...,n$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ θ ค่าประสิทธิภาพของ DMU ที่นำเข้ามาคำนวณ

S_r^+ ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดที่ r สำหรับ DMU_0

S_i^- ปัจจัยการผลิตส่วนเกินที่ i สำหรับ DMU_0

λ_j ค่าถ่วงน้ำหนักประสิทธิภาพของ DMU ที่ j

m จำนวนของปัจจัยการผลิต

i ลำดับของปัจจัยการผลิต

k DMU ที่เรากำลังศึกษา

ε ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

X ค่าของปัจจัยการผลิต

Y ค่าของผลผลิต

j ลำดับของ DMU

r ลำดับของผลผลิต

n จำนวนของ DMU

s จำนวนของผลผลิต

4.2 แบบจำลอง Output Oriented ภายใต้ข้อสมมติ CRS

$$\text{Max} \quad Z_k = \theta_k - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{s} S_r^+ + \sum_{i=1}^{m} S_i^-\right) \tag{14}$$

$$\text{subject to} \quad X_{ik} - S_i^- - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{rj} - \theta_k Y_{rk} - S_r^- = 0$$

$\lambda_{kj}, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0$; $\forall$ j, r, i θ_k ไม่ถูกจัดเป็นเครื่องหมาย

r = 1,2,3,...,s

i = 1,2,3,...,m

j = 1,2,3,...,n

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ θ ค่าประสิทธิภาพของ DMU ที่นำเข้ามาคำนวณ

S_r^+ ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดที่ r สำหรับ DMU_0

S_i^- ปัจจัยการผลิตส่วนเกินที่ i สำหรับ DMU_0

λ_j ค่าถ่วงน้ำหนักประสิทธิภาพของ DMU ที่ j

m จำนวนของปัจจัยการผลิต

i ลำดับของปัจจัยการผลิต

k DMU ที่เรากำลังศึกษา

ε ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

X ค่าของปัจจัยการผลิต

Y ค่าของผลผลิต

j ลำดับของ DMU

r ลำดับของผลผลิต

n จำนวนของ DMU

s จำนวนของผลผลิต

4.3 แบบจำลอง Input Oriented ภายใต้ข้อสมมติ VRS

$$\text{Min} \quad Z_k = \theta_k - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{s} S_r^+ + \sum S_i^-\right) \tag{15}$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} - Y_{rk} - S_r^+ = 0$$

$$\theta_k X_{ik} - S_i^- - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} = 0$$

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

$\lambda_{kj}, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0$; $\forall$ j, r, i θ_k ไม่ถูกจัดเป็นเครื่องหมาย

r = 1,2,3,...,s

i = 1,2,3,...,m

j = 1,2,3,...,n

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ θ ค่าประสิทธิภาพของ DMU ที่นำเข้ามาคำนวณ

S_r^+ ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดที่ r สำหรับ DMU_0

S_i^- ปัจจัยการผลิตส่วนเกินที่ i สำหรับ DMU_0

λ_j ค่าถ่วงน้ำหนักประสิทธิภาพของ DMU ที่ j

m จำนวนของปัจจัยการผลิต

i ลำดับของปัจจัยการผลิต

k DMU ที่เรากำลังศึกษา

ε ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

X ค่าของปัจจัยการผลิต

Y ค่าของผลผลิต

j ลำดับของ DMU

r ลำดับของผลผลิต

n จำนวนของ DMU

s จำนวนของผลผลิต

4.4 แบบจำลอง Output Oriented ภายใต้ข้อสมมติ VRS

$$\text{Max} \quad Z_k = \theta_k - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{s} S_r^+ + \sum_{i=1}^{m} S_i^-\right) \tag{16}$$

subject to

$$X_{ik} - S_i^- - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{rj} - \theta_k Y_{rk} - S_r^+ = 0$$

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

$\lambda_{kj}, S_{rk}^+, S_{ik}^- \geq 0$; $\forall$ j, r, i θ_k ไม่ถูกจัดเป็นเครื่องหมาย

r = 1,2,3,...,s

i = 1,2,3,...,m

j = 1,2,3,...,n

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ θ ค่าประสิทธิภาพของ DMU ที่นำเข้ามาคำนวณ

S_r^+ ปัจจัยผลผลิตส่วนขาดที่ r สำหรับ DMU_0

S_i^- ปัจจัยการผลิตส่วนเกินที่ i สำหรับ DMU_0

λ_j ค่าถ่วงน้ำหนักประสิทธิภาพของ DMU ที่ j

m จำนวนของปัจจัยการผลิต

i ลำดับของปัจจัยการผลิต

k DMU ที่เรากำลังศึกษา

ε ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

X ค่าของปัจจัยการผลิต

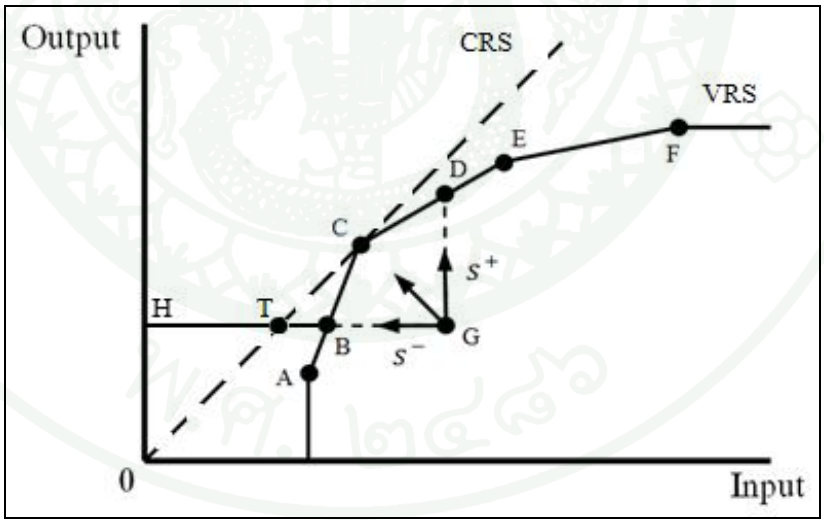
Y ค่าของผลผลิต

j ลำดับของ DMU

r ลำดับของผลผลิต

n จำนวนของ DMU

s จำนวนของผลผลิต



ภาพที่ 1 เส้นขอบเขตประสิทธิภาพในการผลิตภายใต้ข้อสมมติ CRS และ VRS

จากภาพที่ 1 สมมติให้ตัวอย่างในการสร้างเส้นขอบเขตประสิทธิภาพในการผลิต (Efficient Frontiers) โดยมีจำนวน 7 DMUs ดังแสดงที่จุด A, B, C, D, E, F และ G แต่ละ DMU ใช้ปัจจัยการผลิตและมีผลผลิตอย่างละ 1 ชนิด เส้นการผลิตที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

CRS คือ เส้นประ ซึ่งเริ่มต้นที่จุดกำเนิดลากผ่านจุด C ส่วนเส้นการผลิตที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS คือ เส้นทึบ ความเป็นไปได้ในการผลิตครอบคลุมบริเวณพื้นที่ที่เป็นบวกของเส้นการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จุด A, B, C, D, E, และ F จึงเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS แต่จุด C เพียงจุดเดียวเท่านั้นเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ CRS จากรูป จุดที่มีประสิทธิภาพในการผลิตของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ CRS ของ DMU G คือ $\frac{HT}{HG}$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าจุดที่มีประสิทธิในการผลิตของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{HB}{HG}$ จะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพในการผลิตของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ CRS จะมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับค่าความมีประสิทธิภาพในการผลิตของแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติ VRS เสมอ DMU ที่มีประสิทธิภาพไม่เต็มที่ แต่อาจปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพให้เต็มที่ได้ โดยการกำหนดจำนวนปัจจัยการผลิตที่ต้องใช้และระดับผลผลิตที่ต้องทำให้ได้ (ค่า X'_{ik} และ Y'_{rk}) ตาม DMUs B, C หรือ D ซึ่งมีประสิทธิภาพเต็มที่และมีการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิตในระดับใกล้เคียงกัน (Reference Set) แต่จะไม่สามารถปรับปรุงการผลิตไปที่ DMUs E, F ซึ่งมีการใช้ปัจจัยการผลิต และผลผลิตในระดับที่สูงมากได้

แบบจำลอง CRS Model และ VRS Model ต่างก็มีข้อจำกัดอยู่บางประการกล่าวคือ ในกรณีแบบจำลอง CRS Model มีข้อสมมติที่ว่า กำหนดให้ DMUs ที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะของผลตอบแทนต่อขนาดในการขยายขนาดของธุรกิจเป็นแบบคงที่ซึ่งกล่าวมาแล้วในข้างต้น ส่วนแบบจำลอง VRS Model มีข้อจำกัดในทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่ว่าในการผลิตของหน่วยธุรกิจใด ๆ หน่วยธุรกิจควรขยายการผลิตเพิ่มขึ้นจนกระทั่งการขยายขนาดการผลิตเป็นแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ หรือผลิต ณ จุดสูงสุดของเส้นการผลิต แต่จุดที่มีประสิทธิภาพหรือจุดอ้างอิงที่ควรผลิตของ DMUs ในแบบจำลอง VRS Model บางกรณีไม่จำเป็นต้องประสบกับผลตอบแทนในการขยายขนาดของธุรกิจแบบคงที่ก็ได้ ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency) จึงถูกพัฒนาและนำมาใช้อธิบายประกอบการวัดประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองข้างต้น ดัชนีประสิทธิภาพต่อขนาดเป็นตัวที่บ่งชี้ว่า DMU ที่มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานนั้น ๆ มีขนาดของธุรกิจที่เหมาะสมโดยมีลักษณะการขยายขนาดการผลิตเป็นแบบคงที่หรือไม่ โดยสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{SE} = \frac{\text{TE}(\theta^* \text{CRS})}{\text{PTE}(\theta^* \text{VRS})} \qquad (17)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค θ^*_{CRS} หมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนักกับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนักของ DMUs ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง CRS Model ซึ่งกำหนดให้ลักษณะการขยายขนาดการผลิตเป็นแบบคงที่ ถ้า $\theta^*_{CRS} = 1$ หมายความว่า DMU_k มีประสิทธิภาพเชิงเทคนิค ค่าดัชนีประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่แท้จริง θ^*_{VRS} หรือ ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานหมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนักกับปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนักของ DMUs ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง VRS Model ซึ่งกำหนดให้ลักษณะการขยายขนาดการผลิตเป็นแบบผันแปร ถ้า $\theta^*_{VRS} = 1$ หมายความว่า DMU_k มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน จากสมการแสดงความสัมพันธ์ประสิทธิภาพต่อขนาดกับประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ทั้งสองจะเห็นได้ว่าการที่ DMUใดๆ มีทั้งประสิทธิภาพทางเทคนิคและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ($\theta^*_{CRS} = \theta^*_{VRS} = 1$) ย่อมแสดงว่า DMU นั้นมีประสิทธิภาพต่อขนาดด้วย (SE = 1) ส่น DMU ที่มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานแต่ไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ($\theta^*_{CRS} < 1$, $\theta^*_{VRS} = 1$) จะไม่มีประสิทธิภาพต่อขนาด หรือ SE มีค่าน้อยกว่า 1 และจากข้อจำกัดของ CRS Model ที่ว่า DMU ที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคจำเป็นต้องมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะของธุรกิจที่ประสบกับขนาดของธุรกิจที่เหมาะสม (Optimal Scale with Plant) ดังนั้น DMU ที่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคจำเป็นต้องมีผลตอบแทนต่อขนาดคงที่เท่านั้น แต่เมื่อใช้แบบจำลอง VRS Model สำหรับหาค่าประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ซึ่งยอมให้ DMU ที่มีประสิทธิภาพมีลักษณะผลตอบแทนจากการขยายขนาดการผลิตเป็นแบบผันแปรได้ไม่จำเป็นต้องคงที่แสดงว่า DMU นั้นอาจมีขนาดของธุรกิจเล็กหรือใหญ่เกินไป ดังนั้นการที่ DMU มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานแต่ไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคย่อมเกิดจากผลของความไม่มีประสิทธิภาพต่อขนาดนั่นเอง

5. การประมาณค่าแบบช่วง (Interval Estimation)

วิสาข์ (2553) การประมาณค่าเป็นช่วง คือการหาช่วงที่พารามิเตอร์ จะตกอยู่ช่วงที่จะประมาณค่ามีแบบเป็น $a < \theta < b$ ซึ่งประกอบด้วย ขอบเขตของค่า 2 ค่า คือ a เรียกว่าขอบเขตต่ำ (Lower Limit) b เรียกว่าขอบเขตสูง (Upper Limit or Higher Limit) เมื่อเราคำนวณหาค่าขอบเขตสูง โดยใช้ค่าสถิติได้แล้วเราจะเชื่อได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่เราต้องการนั้นมีค่าตกอยู่ในระหว่างช่วงของประมาณซึ่งอาจจะแคบหรือกว้างเพียงใดก็ได้

ถ้าช่วงของการประมาณค่าแคบ โอกาสที่ค่าพารามิเตอร์ จะตกอยู่ในช่วงนั้นย่อมมีน้อย แต่ผลที่ได้รับจากการประมาณค่าจะมี ความแม่นยำสูง และย่อมมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี ถ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงของการประมาณค่ากว้างจะทำให้โอกาสที่ค่าพารามิเตอร์ตกอยู่ในช่วงนั้น มีมากขึ้น แต่ผลที่ได้รับจะมีความแม่นยำต่ำ มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์น้อย หรืออาจจะใช้ไม่ได้เลยถ้าช่วงนั้นกว้างเกินไป

เมื่อการใช่ช่วงการประมาณค่าแคบหรือกว้างมีข้อดี ข้อเสีย ดังกล่าวในการประมาณค่าเป็นช่วงจึงควรใช้ช่วงการประมาณค่าที่พอเหมาะ นอกจากนี้ถ้าเราใช้ตัวประมาณค่าต่างกันแม้ว่าใช้ช่วงประมาณเท่ากันก็จะได้ ค่าของการประมาณต่างกันบางช่วงของการประมาณจะครอบคลุม θ และบางช่วงจะไม่ครอบคลุมค่า θ Sampling Distribution ของ θ จะช่วยให้สามารถหาค่าของ a และ b ที่ครอบคลุมค่า θ ได้ และการใช้ตัวประมาณค่าที่เท่ากันแต่ใช้ช่วงความเชื่อมั่นแต่ต่างกันก็จะได้ช่วงการประมาณค่าแตกต่างกันด้วย ดังนั้นในการประมาณค่าเป็นช่วงจึงต้องพิจารณาเกี่ยวกับ

1. การเลือกตัวประมาณค่า (Estimator) ที่ดีมีคุณสมบัติครบทั้ง 4 ประการดังกล่าวมาแล้ว
2. การกำหนดสัมประสิทธิ์แต่งความเชื่อมั่น (Coefficient of Confidence) ดังที่จะได้กล่าวต่อไป

เมื่อกำหนดความน่าจะเป็นให้ เราสามารถหาช่วงซึ่งความน่าจะเป็นที่ช่วงดังกล่าวจะครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ เท่ากับความน่าจะเป็นที่กำหนดให้ได้ช่วงที่หามาได้โดยแน่ใจว่าครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ ด้วยความน่าจะเป็นที่กำหนดให้นี้เรียกว่า ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ค่าความน่าจะเป็นที่กำหนดให้เรียกว่า สัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อมั่น (Coefficient of Confidence) เชื่อช่วงมักบอกเป็นค่าความน่าจะเป็น เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น ช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% Confidence Interval) หมายถึง ช่วงที่แน่ใจด้วยความน่าจะเป็น 0.95 ว่าจะครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ ถ้าให้ $0 < \theta < 1$ และกำหนดให้ $1-\alpha$ เป็นสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อมั่น เราจะเรียกช่วงดังกล่าวว่า $(1-\alpha)$ 100% Confidence Interval $(1-\alpha)$ เป็นค่าความน่าจะเป็นที่แสดงถึงความเชื่อมั่นด้วยแต่มักจะเขียนในรูปเปอร์เซ็นต์ค่าจุดปลายทั้งสองข้างคือ a และ b เรียกว่า Confidence Limit หรือ Fudical Limit และโดยทั่วไปจะเขียน Confidence Interval อยู่ในลักษณะ

$$P(a < \theta < b) = 1 - \alpha \qquad (18)$$

เมื่อ a = Lower Confidence Limit

b = Upper Confidence Limit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พารามิเตอร์ที่จะต้องประมาณค่าโดยทั่วไปมี 4 ตัว คือค่าเฉลี่ยของประชากร ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม สัดส่วนของประชากร และผลต่างระหว่างสัดส่วนของประชากร 2 กลุ่ม

5.1 การประมาณช่วงของค่าเฉลี่ยหรือตัวกลาง

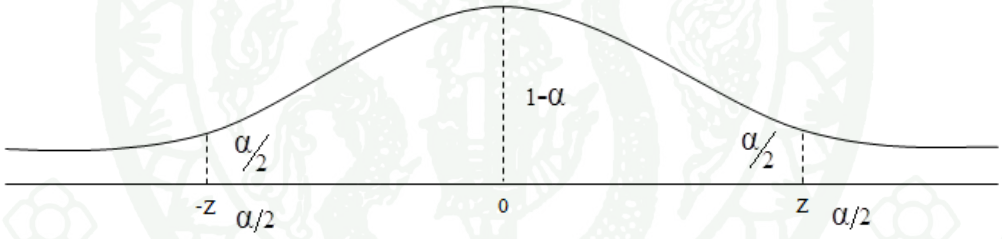
ถ้าให้ μ เป็นค่าเฉลี่ยของประชากร

σ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

σ^2 เป็นความแปรปรวนของประชากร

เราจะใช้ Sample mean ($\overline{X}$) เป็นค่าสถิติมาประมาณค่า μ

เมื่อกำหนดสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient) เท่ากับ $1-\alpha$ จากการแจกแจงปกติมาตรฐานเราสามารถหาค่า Z ซึ่งมีพื้นที่ใต้โค้งเท่ากับ $1-\alpha$ ดังรูปที่ 2



ภาพที่ 2 พื้นที่ใต้โค้งจากการแจกแจงปกติมาตรฐานหาค่า Z ที่ 1-α

จากรูป $$P(-Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}) = 1-\alpha \quad (19)$$

และ $Z = \dfrac{\overline{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน

ดังนั้น $$P(-Z_{\alpha/2} < \frac{\overline{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} < Z_{\alpha/2}) = 1-\alpha \quad (20)$$

$$P(-Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \overline{X}-\mu < Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 1-\alpha \quad (21)$$

ลบตลอดด้วย $\overline{X}$ จะได้ $$P(\overline{X}-Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < -\mu < -\overline{X}+Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 1-\alpha \quad (22)$$

คูณตลอดด้วย (-1) จะได้ $$P(\overline{X}+Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \overline{X}-Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 1-\alpha \quad (23)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะได้ช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% μ คือ $\overline{X} - Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \overline{X} + Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}})$ (24)

หรือ $\mu = \overline{X} \pm Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ (25)

เมื่อทราบค่า σ หาค่า $Z_{\alpha/2}$ ได้จากตาราง สำหรับ n และ $\overline{X}$ หาได้จากกลุ่มตัวอย่างเราก็สามารถจะคำนวณหาช่วงความเชื่อมั่นของ μ ได้

การที่เราได้ $P(\overline{X} - Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \overline{X} + Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) = 1-\alpha$ (26)

ไม่ได้หมายความว่า ความน่าจะเป็นที่ μ จะตกอยู่ในช่วงที่กำหนดมีค่าเท่ากับ $1-\alpha$ เพราะว่า μ เป็นพารามิเตอร์ซึ่งมีค่าอยู่แล้ว จึงไม่มีความน่าจะเป็นที่จะตกอยู่ในช่วงใดอีก แต่ช่วงที่ได้นั้นหมายความว่า $1-\alpha$ จะเท่ากับความน่าจะเป็นที่ช่วง $(\overline{X} - Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \overline{X} + Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}})$ จะครอบคลุม μ

ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ $(n \geq 30)$ ไม่ว่าประชากรจะมีการแจกแจงแบบใด เมื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีลิมิตส่วนกลาง (Center Limit Theorem) จะมีการแจกแจงที่สามารถอนุโลมได้ว่าเป็นแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน $\frac{\sigma^2}{n}$ นั่นคือช่วงความเชื่อมั่น $(1-\alpha)$ 100% ของ μ คือ

$$\overline{X} - Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \overline{X} + Z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}) \quad (27)$$

สรุปได้ว่าการประมาณช่วงความเชื่อมั่นของ μ อาจจะประมาณโดยการใช้การแจกแจงแบบ Z หรือการแจกแจงแบบ t โดยในทางปฏิบัติเรายึดหลักดังนี้

การประมาณช่วงความเชื่อมั่นของ μ โดยใช้ Z – Distribution

1) ประชากรมีการแจกแจงปกติ และทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
2) ไม่ทราบการแจกแจงของประชากร แต่กลุ่มตัวอย่างมีขาดใหญ่ $(n \geq 30)$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการศึกษาเพื่อกำหนดค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย และเปรียบเทียบวิธีการกำหนดค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมแก้ปัญหาวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) โดยเลือกใช้โปรแกรม DEAP 2.1 ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบและโปรแกรมเป็นแบบ free ware สามารถดาวน์โหลดได้จาก http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.htm

2. โปรแกรมประเภท สเปรดชีต (Spreadsheet) หรือตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เก็บบันทึกข้อมูลในลักษณะต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่มักเก็บข้อมูลประเภทการคำนวณ โดยจะเก็บข้อมูลลงในตารางสี่เหลี่ยมที่เรียกว่า เซล (Cell)ที่สามารถนำเอาเซลมาอ้างอิงใส่ในสูตร เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่บันทึกไว้ได้โดยเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel

3. โปรแกรมที่พัฒนาเพื่อระบบฐานข้อมูล (Database) มีตารางเก็บข้อมูลและสร้างแบบสอบถามได้ มีวัตถุคอนโทลให้เรียกใช้ในรายงานและฟอร์ม โดยเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Access

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องได้รับจากสำนักงานโครงการพัฒนาความชำนาญด้านไฟฟ้ากำลัง ชั้น 6 อาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้มีการบันทึกเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้โปรแกรมจ่ายไฟ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(เป็นโปรแกรมที่พนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในแผนกควบคุมการจ่ายไฟใช้ลงบันทึกเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง) จัดเก็บในรูปแบบ Main database file (file.mdb) โดยศึกษาข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 ซึ่งข้อมูลประกอบไปด้วย

1) ชื่อการไฟฟ้า
2) รหัสการไฟฟ้า
3) ระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง
4) จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้รับผลกระทบ
5) จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของแต่ละการไฟฟ้า

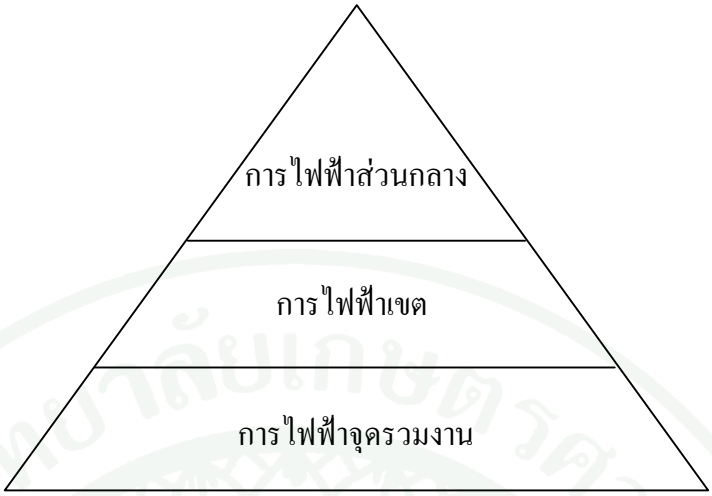
จากข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ผู้วิจัยใช้โปรแกรมประเภทสเปรดชีตในการจัดการคำนวณหาค่าดัชนีความเชื่อถือได้ เพื่อนำไปคำนวณต่อในโปรแกรม DEAP 2.1

2.1 การแบ่งลำดับชั้นการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการไฟฟ้าส่วนกลางเป็นสำนักงานใหญ่อยู่ที่กรุงเทพฯ และแบ่งการบริหารงานออกเป็น 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ แต่ละภาคประกอบด้วย 3 การไฟฟ้าเขต โดยภาคเหนือประกอบด้วยเขต น.1 น.2 น.3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วยเขต ฉ.1 ฉ.2 ฉ.3 ภาคกลางประกอบด้วยเขต ก.1 ก.2 ก.3 และภาคใต้ประกอบด้วยเขต ต.1 ต.2 ต.3 รวมเป็น 12 การไฟฟ้าเขต การไฟฟ้าเขตมีหน้าที่ควบคุมและให้คำแนะนำแก่สำนักงานการไฟฟ้าต่างๆ ในเขตความรับผิดชอบ 73 จังหวัดทั่วประเทศ หรือคิดเป็นร้อยละ 99 ของพื้นที่ทั่วประเทศ ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 และการไฟฟ้าในแต่ละแห่งแบ่งพื้นที่ตามลักษณะภูมิประเทศเป็น 5 พื้นที่ได้แก่

1) อุตสาหกรรม คือ พื้นเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม
2) เทศบาลนคร คือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสำหรับเมืองขนาดใหญ่
3) เทศบาลเมือง คือ เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสำหรับเมืองขนาดกลาง
4) เทศบาลตำบล คือ เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสำหรับเมืองขนาดเล็ก
5) ชนบท คือ ส่วนที่อยู่นอกเขตเทศบาล เป็นเขตแดนที่พ้นจากเมืองหลวง ออกไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 โครงสร้างการบริหารงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภาพที่ 4 โครงสร้างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแบ่งภาคเป็นการไฟฟ้าเขต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

ในการวิธีวิเคราะห์ขอบข้อมูลเพื่อการตั้งค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือ เพื่อกำหนดค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย โดยแบ่งออกเป็น 4 แบบจำลองและนำมาเปรียบเทียบ โดยปรับให้ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ในระดับประเทศ ดังนี้

1. แบบจำลองที่ 1 ประเมินค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ระหว่าง $SAIFI_{AVG}$ กับ $SAIFI_{MIN}$

ผู้วิจัยได้นำค่า SAIFI ของการไฟฟ้าแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 เพื่อหาค่า $SAIFI_{MIN}$ และ $SAIFI_{AVG}$ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานของแบบจำลอง VRS กำหนดให้ $SAIFI_{MIN}$ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) และ $SAIFI_{AVG}$ คือ ปัจจัยผลผลิต (Output) ผลจากการคำนวณจะได้ผลผลิตส่วนขาด (S^-) และค่าเป้าหมายจาก $SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^-$ ตามภาพที่ 5

ภาพที่ 5 ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการคำนวณหาค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้ จะคำนวณจากค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552

1.2 ปัจจัยการผลิต (Input) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{MIN}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

1.3 ปัจจัยผลผลิต (Output) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{AVG}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เฉลี่ยของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

1.4 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

เทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบ VRS ด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure) ผลที่ได้จากวิธี DEA จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าเป้าหมาย ($SAIFI_{Target}$) ดังสมการ

$$SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^{-} \tag{28}$$

เมื่อ $SAIFI_{Target}$ ค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้

$SAIFI_{MIN}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าจุดรวมงาน ในช่วงเวลา 4 ปี

S^{-} ปริมาณอินพุท ($SAIFI_{MIN}$) ที่ลดเพื่อให้หน่วยงานอยู่บนเส้นประสิทธิภาพ

ผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าเป้าหมาย ($\Delta SAIFI$) ดังสมการ

$$\Delta SAIFI = SAIFI_{Last\ year} - SAIFI_{Target} \tag{29}$$

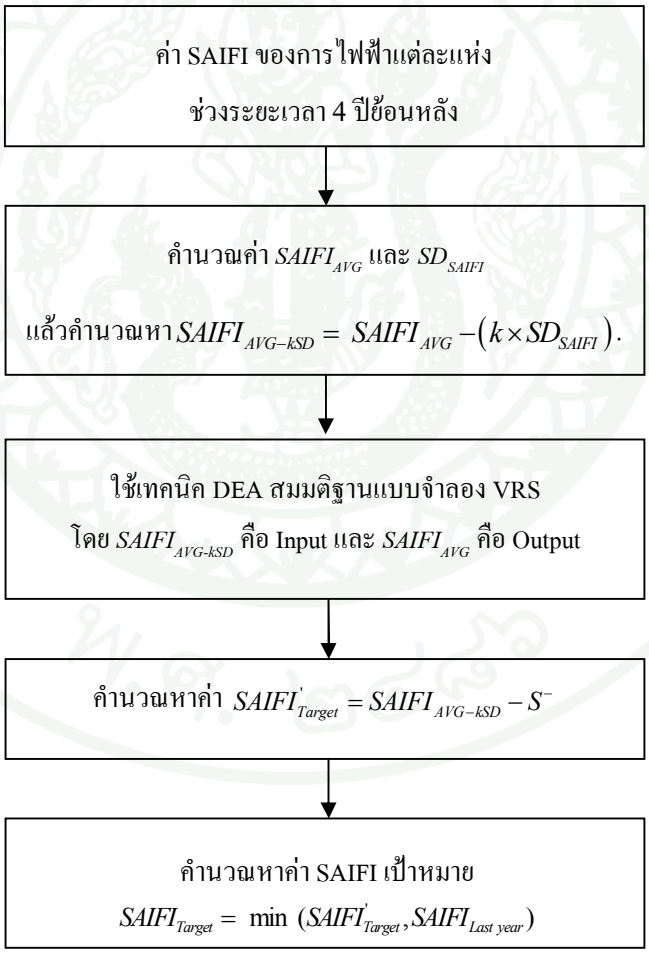
เมื่อ $\Delta SAIFI$ ผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าจุดอิ่มตัวฯ

$SAIFI_{Last\ year}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ในปีล่าสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แบบจำลองที่ 2 ประเมินค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ระหว่าง $SAIFI_{AVG}$ กับ $SAIFI_{AVG\text{-}kSD}$

ผู้วิจัยได้นำค่า SAIFI ของการไฟฟ้าแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 เพื่อหาค่า $SAIFI_{AVG}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SAIFI (SD_{SAIFI}) มาคำนวณหา $SAIFI_{AVG-kSD} = SAIFI_{AVG} - (k \times SD_{SAIFI})$ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบจำลอง VRS กำหนดให้ $SAIFI_{AVG\text{-}kSD}$ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) และ $SAIFI_{AVG}$ คือ ปัจจัยผลผลิต (Output) ผลจากการคำนวณจะได้ผลผลิตส่วนขาด (S^-) จากนั้นนำมาคำนวณหา $SAIFI'_{Target} = SAIFI_{AVG-kSD} - S^-$ และนำค่า $SAIFI'_{Target}$ มาคำนวณหาค่าเป้าหมายจาก $SAIFI_{Target} = \min(SAIFI'_{Target}, SAIFI_{Last\ year})$ ตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการคำนวณหาค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้ จะคำนวณจากค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 เพื่อหาค่า $SAIFI_{AVG}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ SAIFI (SD_{SAIFI})

2.2 ปัจจัยการผลิต (Input) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{AVG\text{-}kSD}$ = ค่าการคำนวณ $SAIFI_{AVG} - (k \times SD_{SAIFI})$ ของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี โดย k คือ 0.5

2.3 ปัจจัยผลผลิต (Output) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{AVG}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เฉลี่ยของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

2.4 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

เทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบ VRS ด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure) ผลที่ได้จากวิธี DEA จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าเป้าหมาย ($SAIFI'_{Target}$) ดังสมการ

$$SAIFI'_{Target} = SAIFI_{AVG-kSD} - S^{-} \tag{30}$$

เมื่อ $SAIFI'_{Target}$ ค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้จากการคำนวณ $SAIFI_{AVG-kSD} - S^{-}$

$SAIFI_{AVG-kSD}$ ค่าการคำนวณ $SAIFI_{AVG} - (k \times SD_{SAIFI})$ ของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

S^{-} ปริมาณอินพุท ($SAIFI_{MIN}$) ที่ลดเพื่อให้หน่วยงานอยู่บนเส้นประสิทธิภาพ

หาค่าต่ำสุดจากค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุด($SAIFI_{Last\ year}$) และค่าเป้าหมาย ($SAIFI_{Target}$) ดังสมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$SAIFI_{Target} = \min(SAIFI'_{Target}, SAIFI_{Last\ year}) \quad (31)$$

เมื่อ $SAIFI_{Target}$ ค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้

$SAIFI_{Last\ year}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ในปีล่าสุด

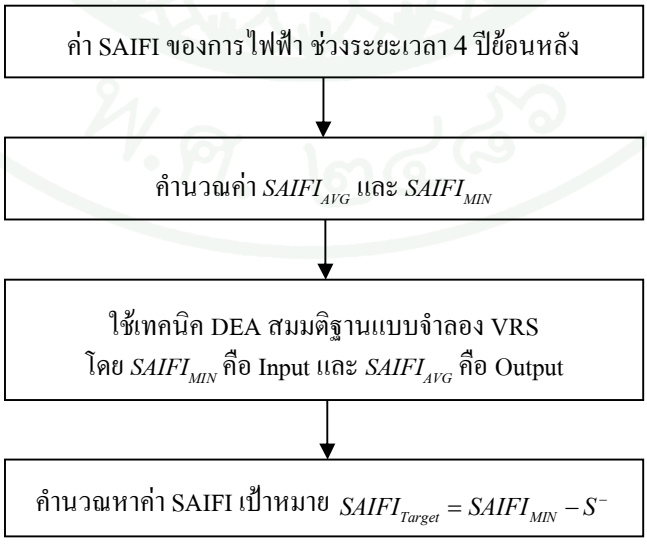
หาผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าเป้าหมาย ($\Delta SAIFI$) ดังสมการ

$$\Delta SAIFI = SAIFI_{Last\ year} - SAIFI_{Target} \quad (32)$$

เมื่อ $\Delta SAIFI$ ผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าจุดอิ่มตัวฯ

3. แบบจำลองที่ 3 ประเมินค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้โดยแบ่งพื้นที่เป็น 5 พื้นที่

ผู้วิจัยได้นำค่า SAIFI ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งค่า SAIFI ของการไฟฟ้าหนึ่งแห่งสามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 5 พื้นที่ ได้แก่ อุตสาหกรรม, เทศบาลนคร, เทศบาลเมือง, เทศบาลตำบล และชนบท โดยผู้วิจัยนำค่า SAIFI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 มาหาค่า $SAIFI_{MIN}$ และ $SAIFI_{AVG}$ นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบจำลอง VRS กำหนดให้ $SAIFI_{MIN}$ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) และ $SAIFI_{AVG}$ คือ ปัจจัยผลผลิต (Output) ผลจากการคำนวณจะได้ผลผลิตส่วนขาด (S^-) แล้วนำผลมาคำนวณค่าเป้าหมายจาก $SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^-$ ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการคำนวณหาค่า SAIFI จะคำนวณจากค่า SAIFI ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552

ตารางที่ 1 จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แต่ละพื้นที่ของทั้งประเทศ

พื้นที่	จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	จำนวนข้อมูลที่มีในแต่ละการไฟฟ้า			
		1 ปี	2 ปี	3 ปี	4 ปี
อุตสาหกรรม	15	1	-	2	12
เทศบาลนคร	23	2	-	2	19
เทศบาลเมือง	87	8	1	-	78
เทศบาลตำบล	119	1	-	-	118
ชนบท	117	-	-	-	117

เนื่องจากข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในแต่ละที่มีพื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งพื้นที่เทศบาลนครมีจำนวนข้อมูลน้อยและลักษณะพื้นที่ใกล้เคียงกับเทศบาลเมือง จึงนำข้อมูลมารวมกัน เพื่อคำนวณหาค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI

ตารางที่ 2 จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละพื้นที่ ที่ใช้คำนวณหาค่าเป้าหมาย SAIFI

พื้นที่	จำนวนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
อุตสาหกรรม	12
เทศบาลนคร, เทศบาลเมือง	97
เทศบาลตำบล	118
ชนบท	117

กำหนดให้ตัวแปรปัจจัยการผลิต และตัวแปรผลผลิตที่นำมาใช้ในการศึกษาประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ปัจจัยการผลิต (Input) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{MIN}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

3.5 ปัจจัยผลผลิต (Output) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{AVG}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เฉลี่ยของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปี

3.6 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

เทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบ VRS ด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure) ผลที่ได้จากวิธี DEA จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าเป้าหมาย ($SAIFI_{Target}$) ดังสมการ

$$SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^{-} \tag{33}$$

เมื่อ $SAIFI_{Target}$ ค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้

$SAIFI_{MIN}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าจุดรวมงาน ในช่วงเวลา 4 ปี

S^{-} ปริมาณอินพุท ($SAIFI_{MIN}$) ที่ลดเพื่อให้หน่วยงานอยู่บนเส้นประสิทธิภาพ

ผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าเป้าหมาย ($\Delta SAIFI$) ดังสมการ

$$\Delta SAIFI = SAIFI_{Last\ year} - SAIFI_{Target} \tag{34}$$

เมื่อ $\Delta SAIFI$ ผลต่างระหว่างค่าดัชนีความเชื่อถือได้ปีล่าสุดกับค่าจุดอิ่มตัวฯ

$SAIFI_{Last\ year}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ในปีล่าสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แบบจำลองที่ 4 ประเมินค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้โดยเลือกข้อมูลค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95%

ผู้วิจัยได้นำค่า SAIFI ของการไฟฟ้าแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 มาคำนวณโดยใช้ค่าความเชื่อถือปีล่าสุดลบด้วยค่าความเชื่อถือของ 3 ปีย้อนหลัง จากนั้นนำค่าทั้งหมดมาคำนวณหาค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% และใช้ข้อมูลที่อยู่ระหว่างประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% มาหาค่า $SAIFI_{MIN}$ และ $SAIFI_{AVG}$ นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบจำลอง VRS กำหนดให้ $SAIFI_{MIN}$ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) และ $SAIFI_{AVG}$ คือ ปัจจัยผลผลิต (Output) ผลจากการคำนวณจะได้ผลผลิตส่วนขาด (S^-) คำนวณค่าเป้าหมายจาก $SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^-$ ตามภาพที่ 8

ภาพที่ 8 ขั้นตอนประเมินค่าเป้าหมายของ SAIFI โดยแบบจำลองที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการคำนวณหาค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI จะคำนวณจากค่าดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่ละแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 มาหาค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% และใช้ข้อมูลที่อยู่ระหว่างค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95%

4.2 ปัจจัยการผลิต (Input) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{MIN95\%}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปีที่อยู่ระหว่างค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95%

4.3 ปัจจัยผลผลิต (Output) มี 1 ตัวแปร

$SAIFI_{AVG95\%}$ = ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เฉลี่ยของการไฟฟ้าหน้างานในช่วงเวลาย้อนหลัง 4 ปีที่อยู่ระหว่างค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95%

4.4 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

เทคนิค DEA ภายใต้สมมติฐานแบบ VRS ด้านปัจจัยการผลิต (Input-Oriented Measure) ผลที่ได้จากวิธี DEA จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าเป้าหมาย ($SAIFI_{Target}$) ดังสมการ

$$SAIFI_{Target} = SAIFI_{MIN} - S^{-} \tag{35}$$

เมื่อ $SAIFI_{Target}$ ค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้

$SAIFI_{MIN}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ต่ำสุดของการไฟฟ้าจุดรวมงาน ในช่วงเวลา 4 ปี

S^{-} ปริมาณอินพุท ($SAIFI_{MIN}$) ที่ลดเพื่อให้หน่วยงานอยู่บนเส้นประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

กรณีศึกษาในการหาค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคข้างต้น เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการตั้งค่าเป้าหมาย โดยเปรียบเทียบจากฐานผู้ใช้ไฟฟ้าในการไฟฟ้าเขตโดยคำนวณจากสมการ

$$SAIFI_{Target(R)} = \frac{\sum SAIFI_{Target(S)}}{\sum N_S} \tag{36}$$

เมื่อ $SAIFI_{Target(R)}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เทียบกับผู้ใช้ไฟฟ้าเขต

$SAIFI_{Target(S)}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้การไฟฟ้าจุดรวมงาน

N_S จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าจุดรวมงาน

และเปรียบเทียบค่าของดัชนี SAIFI จากฐานผู้ใช้ไฟฟ้าในการไฟฟ้าส่วนกลาง หรือผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศจากสมการ

$$SAIFI_{Target(P)} = \frac{\sum SAIFI_{Target(R)}}{\sum N_R} \tag{37}$$

เมื่อ $SAIFI_{Target(P)}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้เทียบกับผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ

$SAIFI_{Target(R)}$ ค่าดัชนีความเชื่อถือได้การไฟฟ้าเขต

N_R จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าเขต

จากนั้นนำค่าดัชนี SAIFI จากฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขต และค่าของดัชนี SAIFI จากฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ มาเปรียบเทียบกันดังแบบจำลองต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ผลการหาค่าเป้าหมายความเชื่อถือได้จากแบบจำลองที่ 1

ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม DEA สามารถดูผลบางส่วนได้จากตารางที่ 3 และผลจากการคำนวณแต่ละการไฟฟ้าจุดรวมงาน จะถูกนำมาคำนวณหาค่าเป้าหมายเป็นฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขต และฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI แบบจำลองที่ 1

การไฟฟ้า	$SAIFI_{AVG}$	$SAIFI_{MIN}$	Slack (S^-)	$SAIFI_{Target}$	$\Delta SAIFI$
AA11	9.56	7.21	3.09	4.11	3.09
AB21	12.04	10.21	4.30	5.91	4.79
AC31	9.39	8.08	4.09	3.99	4.09
AD41	4.40	3.53	1.25	2.28	1.25
AF61	4.84	3.28	0.87	2.41	0.87

ตารางที่ 4 ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขตและผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 1

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 1
PEA_A	13.04	11.4	11.07	8.16	6.12
PEA_B	10.1	9.66	9.31	8.36	5.53
PEA_C	12.14	11.61	10.56	8.74	6.45
PEA_D	11.14	10.84	10.7	9.92	6.51
PEA_E	12.36	11.98	11.78	11.32	7.02
PEA_F	9.41	9.4	9.04	8.44	5.4
PEA_G	9.2	8.45	7.88	6.74	4.64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 1
PEA_H	10.14	9.96	8.15	7.7	5.32
PEA_I	9.77	8	8.06	7.36	4.87
PEA_J	14.06	11.67	10.85	10.05	6.8
PEA_K	19.52	20.59	15.26	14.59	12.57
PEA_L	12.27	11.37	10.83	12.37	7.09
การไฟฟ้าทั้งประเทศ	11.83	11.32	10.32	9.52	6.56

ค่าดัชนี SAIFI ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขตจะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้ต่ำกว่าปีล่าสุดอยู่ค่อนข้างมากในหลายๆเขตการไฟฟ้า ในทำนองเดียวกันกับค่าดัชนีความเชื่อถือได้ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ค่าที่ได้ต่ำกว่าปีล่าสุดค่อนข้างมาก

2. ผลการหาค่าเป้าหมายความเชื่อถือได้จากแบบจำลองที่ 2

ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม DEA จะดูผลบางส่วนได้จากตารางที่ 5 และผลจากการคำนวณแต่ละการไฟฟ้าจุดรวมงาน นำมาคำนวณหาค่าเป้าหมายเป็นฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขต และฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI แบบจำลองที่ 2

การไฟฟ้า	$SAIFI_{AVG}$	$SAIFI_{AVG-0.5SD}$	Slack (S^-)	$SAIFI_{Target}$	$\Delta SAIFI$
AA11	9.56	8.72	1.56	7.16	0.04
AB21	12.04	10.66	1.73	8.92	1.78
AC31	9.39	8.87	1.83	7.04	1.04
AD41	4.40	4.04	0.52	3.52	0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 2

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 2
PEA_A	13.04	11.4	11.07	8.16	7.66
PEA_B	10.1	9.66	9.31	8.36	7.01
PEA_C	12.14	11.61	10.56	8.74	8.00
PEA_D	11.14	10.84	10.7	9.92	8.03
PEA_E	12.36	11.98	11.78	11.32	8.89
PEA_F	9.41	9.4	9.04	8.44	6.81
PEA_G	9.2	8.45	7.88	6.74	6.12
PEA_H	10.14	9.96	8.15	7.7	6.78
PEA_I	9.77	8	8.06	7.36	6.36
PEA_J	14.06	11.67	10.85	10.05	9.02
PEA_K	19.52	20.59	15.26	14.59	14.29
PEA_L	12.27	11.37	10.83	12.37	8.47
การไฟฟ้าทั้งประเทศ	11.83	11.32	10.32	9.52	8.14

ค่าดัชนี SAIFI ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขตของค่า $k = 0.5$ จะเห็นได้ว่า ถ้าเทียบกับค่าดัชนี SAIFI ฐานในปีล่าสุดค่าที่ได้จากค่า $k = 0.5$ มีค่าต่ำกว่าไม่มากนัก

3. ผลการหาค่าเป้าหมายความเชื่อถือได้จากแบบจำลองที่ 3

ผลการคำนวณจากโปรแกรม DEA สามารถดูผลบางส่วนได้จากตารางที่ 7 และผลจากการคำนวณแต่ละการไฟฟ้าจุดรวมงาน จะถูกนำมาคำนวณหาค่าเป้าหมายเป็นฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขต และฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ดังตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมาย SAIFI แบบจำลองที่ 3 พื้นที่อุตสาหกรรม

การไฟฟ้า	$SAIFI_{AVG}$	$SAIFI_{MIN}$	Slack (S^-)	$SAIFI_{Target}$	$\Delta SAIFI$
AB21	4.77	0.60	0.00	0.60	0.00
GD47	1.08	0.25	0.00	0.25	0.19
GJ107	3.06	1.32	0.88	0.44	0.88
HA18	5.34	2.72	0.00	2.72	0.24

ตารางที่ 8 ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายของดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 3

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 3
PEA_A	13.04	11.4	11.07	8.16	6.11
PEA_B	10.1	9.66	9.31	8.36	5.38
PEA_C	12.14	11.61	10.56	8.74	6.05
PEA_D	11.14	10.84	10.7	9.92	7.74
PEA_E	12.36	11.98	11.78	11.32	8.58
PEA_F	9.41	9.4	9.04	8.44	6.47
PEA_G	9.2	8.45	7.88	6.74	4.53
PEA_H	10.14	9.96	8.15	7.7	5.21
PEA_I	9.77	8	8.06	7.36	4.87
PEA_J	14.06	11.67	10.85	10.05	7.16
PEA_K	19.52	20.59	15.26	14.59	11.70
PEA_L	12.27	11.37	10.83	12.37	6.86
การไฟฟ้าทั้งประเทศ	11.83	11.32	10.32	9.52	6.87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าดัชนี SAIFI ในฐานของผู้ใช้ไฟฟ้าเขตจะเห็นได้ว่า ในแต่ละเขตมีทั้งค่าสูงกว่าและต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนี SAIFI ปีล่าสุดจะเห็นได้ว่าค่าต่ำกว่ามาก และในทำนองเดียวกันกับค่าดัชนีความเชื่อถือได้ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ค่าที่ได้ต่ำกว่าปีล่าสุดค่อนข้างมาก

4. ผลการหาค่าเป้าหมายความเชื่อถือได้จากแบบจำลองที่ 4

ผลการคำนวณจากโปรแกรม DEA โดยคำนวณจากค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% สามารถดูผลบางส่วนได้จากตารางที่ 9 และผลการคำนวณแต่ละการไฟฟ้าจุดรวมงาน จะนำมาคำนวณหาค่าเป้าหมายเป็นฐานผู้ใช้ไฟฟ้าเขต และฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ผลบางส่วนของข้อมูลผลประเมินค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ได้แบบจำลองที่ 4

การไฟฟ้า	$SAIFI_{AVG95\%}$	$SAIFI_{MIN95\%}$	Slack (S^-)	$SAIFI_{Target}$	$\Delta SAIFI$
AA11	9.56	7.21	1.29	5.92	1.29
AB21	12.04	10.21	2.24	7.97	2.74
AC31	9.39	8.08	2.26	5.82	2.26
AD41	4.40	3.53	0.34	3.19	0.34
AF61	4.84	3.28	0.00	3.28	0.00

ตารางที่ 10 ตารางค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI 4 ปีย้อนหลังและผลการคำนวณเป้าหมายดัชนี SAIFI คิดตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าแบบเขต และผู้ใช้ไฟฟ้าแบบประเทศของแบบจำลองที่ 4

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 4
PEA_A	13.04	11.4	11.07	8.16	6.38
PEA_B	10.1	9.66	9.31	8.36	5.88
PEA_C	12.14	11.61	10.56	8.74	6.53
PEA_D	11.14	10.84	10.7	9.92	7.74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

การไฟฟ้าเขต	$SAIFI_{2549}$	$SAIFI_{2550}$	$SAIFI_{2551}$	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$ แบบจำลองที่ 4
PEA_E	12.36	11.98	11.78	11.32	8.61
PEA_F	9.41	9.4	9.04	8.44	6.47
PEA_G	9.2	8.45	7.88	6.74	5
PEA_H	10.14	9.96	8.15	7.7	5.83
PEA_I	9.77	8	8.06	7.36	5.23
PEA_J	14.06	11.67	10.85	10.05	8.7
PEA_K	19.52	20.59	15.26	14.59	12.2
PEA_L	12.27	11.37	10.83	12.37	7.97
การไฟฟ้าทั้งประเทศ	11.83	11.32	10.32	9.52	7.26

จากผลการคำนวณค่าดัชนี SAIFI ในฐานของผู้ใช้ไฟฟ้าเขตจะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้ต่ำกว่าปีล่าสุดอยู่มากในหลายๆเขตการไฟฟ้า และในทำนองเดียวกันกับค่าดัชนี SAIFI ฐานผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ค่าที่ได้ต่ำกว่าปีล่าสุดมากเหมือนกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากการศึกษาข้างต้น จึงนำค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI มาเปรียบเทียบดังตารางที่ 11 ผลการศึกษาค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ในแบบจำลองที่ 1, แบบจำลองที่ 3 และแบบจำลองที่ 4 มีค่าน้อยมาก และอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งการนำค่าที่ได้มาใช้เป็นค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ปีถัดไปอาจจะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากค่าเป้าหมายที่ได้ลดลงมามากกว่าปีที่ผ่านมาค่อนข้างมาก และค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ในแบบจำลองที่ 2 ได้ค่าดัชนี SAIFI ที่ลดลงมาจากค่าของดัชนี SAIFI ปีที่ผ่านมาได้ไม่มากนัก ซึ่งในทางปฏิบัติมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถทำได้ หรือเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้

การไฟฟ้า	$SAIFI_{2552}$	$SAIFI_{Target}$			
		แบบจำลองที่ 1	แบบจำลอที่ 2	แบบจำลอที่ 3	แบบจำลอที่ 4
PEA_A	8.16	6.12	7.66	6.11	6.38
PEA_B	8.36	5.53	7.01	5.38	5.88
PEA_C	8.74	6.45	8	6.05	6.53
PEA_D	9.92	6.51	8.03	7.74	7.74
PEA_E	11.32	7.02	8.89	8.58	8.61
PEA_F	8.44	5.4	6.81	6.47	6.47
PEA_G	6.74	4.64	6.12	4.53	5
PEA_H	7.7	5.32	6.78	5.21	5.83
PEA_I	7.36	4.87	6.36	4.87	5.23
PEA_J	10.05	6.8	9.02	7.16	8.7
PEA_K	14.59	12.57	14.29	11.7	12.2
PEA_L	12.37	7.09	8.47	6.86	7.97
การไฟฟ้าทั้งประเทศ	9.52	6.56	8.14	6.87	7.26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาจึงนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยถึงผลที่ได้จากการคำนวณในแต่ละแบบจำลองในตารางที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบทั้งสี่แบบจำลอง แบบจำลองที่ 4 มีความเหมาะสมในการใช้ตั้งค่าเป้าหมายมากที่สุด แต่ทั้งนี้การตั้งค่าเป้าหมายนั้นขึ้นอยู่กับแนวนโยบายขององค์กรด้วย ซึ่งหากต้องการให้ค่าเป้าหมายสามารถปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับแนวนโยบายแบบจำลองที่ 2 สามารถนำมาใช้ได้โดยการปรับแต่งพารามิเตอร์ k ให้เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการขององค์กร หากต้องการตั้งค่าเป้าหมายโดยเน้นการเปรียบเทียบค่า SAIFI ของระบบจำหน่ายในลักษณะพื้นที่เดียวกัน แบบจำลองที่ 2 จะเป็นแบบจำลองที่เหมาะในการนำมาใช้

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบแบบจำลองค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้

แบบจำลองที่	**ข้อดี**	**ข้อด้อย**
แบบจำลองที่ 1	1) สะดวกในการประเมินประสิทธิภาพ เพราะ นำข้อมูลดิบมาวิเคราะห์โดยตรง	1) มีการอ่อนไหวกับข้อมูลที่มีการแกว่งตัวสูง ทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาด
แบบจำลองที่ 2	1) สามารถปรับค่า k ได้จากสมการในแบบจำลอง เพื่อให้ได้ค่าเป้าหมายที่เหมาะกับการไฟฟ้า	1) ค่าเป้าหมายที่ได้อาจมีค่ามากกว่าค่า SAIFI ปีล่าสุดในบางการไฟฟ้า ทำให้ต้องใช้ค่า SAIFI ปีล่าสุดเป็นค่าเป้าหมายแทน
แบบจำลองที่ 3	1) การแบ่งการไฟฟ้าเป็น 5 พื้นที่ ทำให้วางแผนในการตั้งค่าเป้าหมายได้ละเอียดขึ้น เนื่องจากคำนวณจากการไฟฟ้าที่มีลักษณะพื้นที่ทางกายภาพ รวมไปถึงผลจากภัยธรรมชาติคล้ายคลึงกัน	1) ใช้เวลานาน และยุ่งยาก ในการประเมินหาประสิทธิภาพเนื่องจากต้องประเมินแยกเป็นพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แบบจำลองที่	ข้อดี	ข้อด้อย
แบบจำลองที่ 4	1) แก้ไขข้อจำกัดของแบบจำลองที่ 1 ที่อ่อนไหวต่อข้อมูลที่มีการแกว่งตัวสูง 2) แก้ไขข้อจำกัดของแบบจำลองที่ 2 ที่เมื่อปรับค่า k ในสมการแล้วทำให้ค่าเป้าหมายเกิน ค่า SAIFI ปีล่าสุด	1) มีขั้นตอนในการคำนวณค่าเป้าหมายมากกว่าแบบจำลองอื่น คือมีขั้นตอนในการกรองข้อมูลเพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การหาค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยใช้วิธี DEA เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ จากข้อมูลทางสถิติของดัชนี SAIFI ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 จากการศึกษาได้กำหนด 4 แบบจำลอง ซึ่งสามารถพิจารณาค่าเป้าหมายของดัชนี SAIFI ในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางเสนอแนะให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ผลจากแบบจำลองที่ 1 ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าจุดรวมงานที่คำนวณได้ มีบางการไฟฟ้าค่าต่ำกว่าค่าดัชนี SAIFI ปีล่าสุดมากเกินไปที่จะปฏิบัติได้จริง แต่หากพิจารณารวมค่าเป้าหมายรายการไฟฟ้าจุดรวมงานเป็นการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศ ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ที่ได้มีค่าไม่ต่ำเกินไป ดังนั้นแบบจำลองที่ 1 เหมาะกับการประเมินค่าเป้าหมายของการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศมากกว่าการประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI สำหรับการไฟฟ้าจุดรวมงานแบบจำลองนี้มีข้อดีคือคำนวณง่ายที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น

ผลจากแบบจำลองที่ 2 ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าจุดรวมงานที่คำนวณได้ มีบางการไฟฟ้าค่าสูงกว่าค่าดัชนี SAIFI ปีล่าสุด แต่หากพิจารณารวมค่าเป้าหมายรายการไฟฟ้าจุดรวมงานเป็นการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศ ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ที่ได้มีค่าต่ำลงเล็กน้อย ดังนั้นแบบจำลองที่ 2 เหมาะกับการประเมินค่าเป้าหมายของการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศมากกว่าการประเมินค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI สำหรับการไฟฟ้าจุดรวมงาน สำหรับแบบจำลองนี้มีข้อดีคือผู้วิจัยสามารถปรับค่า k จากสมการในแบบจำลอง เพื่อให้ได้ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ที่เหมาะกับการไฟฟ้าจุดรวมงาน

ผลจากแบบจำลองที่ 3 ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าจุดรวมงานที่คำนวณได้ มีบางการไฟฟ้าค่าต่ำกว่าค่าดัชนี SAIFI ปีล่าสุดเล็กน้อย แต่หากพิจารณารวมค่าเป้าหมายรายการไฟฟ้าจุดรวมงานเป็นการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศ ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ที่ได้มีค่าต่ำลงเล็กน้อย ดังนั้นแบบจำลองที่ 3 เหมาะกับการประเมินค่าเป้าหมายของการไฟฟ้าจุดรวมงาน การไฟฟ้าเขตและการไฟฟ้าทั้งประเทศ สำหรับแบบจำลองนี้มีข้อดีคือมีการแบ่งการไฟฟ้าเป็น 5 พื้นที่ ทำให้การประเมินค่าเป้าหมายได้ละเอียดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลจากแบบจำลองที่ 4 ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ของการไฟฟ้าจุดรวมงานที่คำนวณได้ มีบางการไฟฟ้าค่าต่ำกว่าค่าดัชนี SAIFI ปีล่าสุดเล็กน้อย แต่หากพิจารณารวมค่าเป้าหมายรายการไฟฟ้าจุดรวมงานเป็นการไฟฟ้าเขตหรือทั้งประเทศ ค่าเป้าหมายดัชนี SAIFI ที่ได้มีค่าต่ำลงเล็กน้อย ดังนั้นแบบจำลองที่ 4 เหมาะกับการประเมินค่าเป้าหมายของการไฟฟ้าจุดรวมงาน การไฟฟ้าเขต และการไฟฟ้าทั้งประเทศ สำหรับแบบจำลองนี้มีข้อดีคือมีขั้นตอนในการกรองข้อมูลก่อนนำมาประเมิน

ผลจากการเปรียบเทียบทั้ง 4 แบบจำลองเพื่อหาค่าเป้าหมายด้วยความเชื่อถือได้ด้วยวิธี DEA จะขึ้นอยู่กับการกำหนดปัจจัยการนำเข้า เพื่อใช้ในการประเมินหาค่าความเชื่อถือได้ จากการทดลองแบบจำลองที่ให้ผลดีที่สุดคือ แบบจำลองที่ 4 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และนำไปวางแผนในการปรับปรุง หรือวางแผนในบำรุงรักษาระบบ เพื่อให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีระดับความน่าเชื่อมากขึ้น และเพิ่มศักยภาพภายในองค์กรการไฟฟ้าจุดรวมงานแต่ละแห่ง ทำให้ประชาชนผู้มารับบริการเกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพการบริการ

ข้อเสนอแนะ

การตั้งค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ได้นำเสนอครั้งนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ยังไม่ได้นำพิจารณา เช่น ความยาวสายไฟ ระยะเวลา ไฟดับ สาเหตุไฟดับ เป็นต้น ผู้ทำการวิจัยครั้งต่อไปสามารถนำมาคำนวณเพื่อหาค่าเป้าหมายด้านความเชื่อถือได้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนำค่าที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการไฟฟ้าจุดรวมงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดค่าใช้จ่ายแด่ประชาชนผู้ใช้บริการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2549. **ความเชื่อถือได้และการบำรุงรักษาระบบจำหน่ายไฟฟ้า.**ธนภาคพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ปนัดดา สุจินพรัหม.2551. **การศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคการปลูกข้าวของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีโดยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA)**.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, นครนายก

วินัย พุทธกูล. 2538. เทคนิคการวัดประสิทธิภาพขององค์การโดยวิธี Data Envelopment Analysis**. วารสารเศรษฐศาสตร์** 2 (1): 113-120.

วิสาข์ เกษประทุม.2553. **ความน่าจะเป็นและสถิติเบื้องต้น.**สำนักพิมพ์ พ.ศ พัฒนา จำกัด, กรุงเทพฯ.

อัครพงศ์ อั้นทอง. 2548. **คู่มือการใช้โปรแกรม DEAP 2.1 สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis.** มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Seiford, L. M., W. W. Cooper and J. Zhu. 2004. **Handbook on Data Envelopment Analysis,** USA.

Cooper, W. W., L. M. Seiford and K. Tone. 2005. **Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References.** USA.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายเจนณรงค์ กลั่นวารี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 ธันวาคม 2527
สถานที่เกิด	สุรินทร์
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(ไฟฟ้ากำลัง) มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โครงการพัฒนาความชำนาญด้านไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์