

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความน่าจะเป็นของความเชื่อถือได้ ของระบบไฟฟ้ากำลังจากข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้หลักการฟัซซี่ A Method to Estimate Parameters of Probabilistic Model of Power System Reliability from Electricity Interruption Records Using Fuzzy Principle

อัครา กิตติปฏิมาคุณ และ พิสุทธิ รัชศักดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email : struttgard@hotmail.com, pisutr@gmail.com



บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความน่าจะเป็นของความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง อันได้แก่ อัตราความล้มเหลว และระยะเวลาซ่อมของระบบไฟฟ้าจากข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ในเบื้องต้นตั้งสมมติฐานให้ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราความล้มเหลว มีการแจกแจงข้อมูลแบบเอกซ์โพเนนเชียล และข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าระยะเวลาซ่อม มีการแจกแจงข้อมูลแบบล็อกนอร์มอล โดยทดสอบสมมติฐานดังกล่าวด้วยวิธีทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ซึ่งผลทดสอบที่ได้นำไปใช้ในการพิจารณาวิธีการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งสองของแต่ละช่วงสายป้อน พร้อมทั้งใช้ทฤษฎีช่วงความเชื่อมั่นร่วมกับทฤษฎีฟัซซี่ในการอธิบายความไม่แน่นอนของข้อมูล เมื่อนำผลการประมาณค่าพารามิเตอร์มาคำนวณเป็นค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากทางสถิติ มีความคลาดเคลื่อน 9.43% สำหรับค่า SAIFI และ 8.5% สำหรับค่า SAIDI ค่าอัตราความล้มเหลวและระยะเวลาซ่อมที่ประมาณได้สามารถนำไปวิเคราะห์ความเชื่อถือได้สำหรับการวางแผนปรับปรุงสมรรถนะให้แก่ระบบไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ : ►►►

ความเชื่อถือได้ อัตราความล้มเหลว การแจกแจงข้อมูลแบบเอกซ์โพเนนเชียล ระยะเวลาซ่อมเฉลี่ย การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล ทฤษฎีฟัซซี่



Abstract

This paper presents a method for estimating the parameters of probabilistic model of power system reliability namely failure rate and repair time of the power system from electricity interruption records. The electricity interruption records used to estimate the failure rate and repair time are initially assumed to have the exponential distribution and the lognormal distribution, respectively.

The Kolmogorov–Smirnov method is applied to test goodness-of-fit of the estimated parameters. The failure rate and repair time are estimated for each section of feeder using fuzzy theory to describe the uncertainty of the data. SAIFI and SAIDI calculated from the estimated parameters are compared with SAIFI and SAIDI calculated directly from the electricity interruption data. The results show errors of 9.43% for SAIFI and 8.5% for SAIDI. The estimated failure rate and repair time can be used to analyze the reliability the improvement planning of the system performance further.

Keywords :

reliability failure, rate exponential distribution, mean time to repair, lognormal distribution, Fuzzy theory

1. บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงขึ้น จากอดีต กล่าวคือในทางอุดมคติผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถรับ ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายได้อย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดเหตุ ขัดข้องในระบบจนส่งผลให้ไม่สามารถจำหน่ายไฟฟ้า ให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าได้ แต่ในความเป็นจริงการจ่ายไฟฟ้า ไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าย่อมต้องเกิดเหตุขัดข้องเป็นผลให้เกิด ไฟฟ้าดับ ซึ่งเหตุขัดข้องดังกล่าวสามารถแบ่งสาเหตุ การเกิดหลัก ๆ ได้ 3 สาเหตุ คือ สาเหตุจากธรรมชาติ สาเหตุจากมนุษย์ และสาเหตุจากบริบทในในระบบ

การเก็บรวบรวมสถิติไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดขึ้นในระบบ จำหน่ายอย่างเหมาะสมทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการประเมินค่าดัชนี ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า เนื่องจากการที่จะประเมิน ค่าดัชนีความเชื่อถือได้โดยใช้วิธีทางสถิติของระบบไฟฟ้า ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลสถิติ เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ตรงกับความเป็นจริง และมี ปริมาณข้อมูลที่มาก แต่ในความเป็นจริงเป็นไปได้ยาก ทั้งในเรื่องปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากการเก็บข้อมูล ให้ได้ปริมาณมากจำเป็นที่จะต้องใช้ระยะเวลาในการ เก็บรวบรวมที่ยาวนาน และการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ ถูกต้องแม่นยำทั้งหมดเป็นไปได้ยาก

ในงานวิจัยนี้ จะนำเสนอวิธีการสร้างแบบจำลอง ของความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังโดย ใช้วิธีทางสถิติ วิธีความน่าจะเป็น และแสดงผลลัพธ์ที่ได้ จากการประเมินโดยวิธีทั้งสอง จากนั้นเปรียบเทียบ ผลลัพธ์เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนปรับปรุงความ เชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น

2. การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

ในทางทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ สำหรับ การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลจัดอยู่ในการ แจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งมีการใช้งาน อย่างกว้างขวาง เพื่อศึกษาระยะห่างหรือช่วงเวลาที่ จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ บางครั้งเรียกว่าการศึกษา อายุการใช้งาน หรือช่วงเวลาในการพบข้อผิดพลาด “Time to Failure” [1] เมื่อฟังก์ชันความหนาแน่นของ ความน่าจะเป็น (Probability Density Function; PDF) ถูกแสดงในสมการที่ (1) เมื่อฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function; CDF) ถูกแทน ด้วยสมการที่ (2)

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1)$$

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2)$$

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความน่าจะเป็นของความเชื่อถือได้ ของระบบไฟฟ้ากำลังจากข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้หลักการพีชชี



โดยที่ $f(t)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น
 $F(t)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม
 λ คือ อัตราความล้มเหลว
สำหรับความน่าจะเป็นที่ระบบจะทำงานไป
จนถึงเวลา t คือ ฟังก์ชันความเชื่อถือได้ $R(t)$ ตาม
สมการที่ (3)

$$R(t) = \int_0^\infty f(t) dt = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

โดยที่ $R(t)$ คือ ฟังก์ชันความเชื่อถือได้
ระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้ (Mean
Time to Failure; MTTF) ซึ่งในทางวิศวกรรมมักเรียกว่า
ระยะเวลาที่ระบบทำงานเฉลี่ย สามารถคำนวณได้จาก
สมการที่ (4)

$$MTTF = \int_0^\infty t \times f(t) dt = \int_0^\infty t \times \lambda e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

โดยที่ MTTF คือ ระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้

3. การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

ชนิดของการแจกแจงข้อมูลที่นิยมใช้ในการอธิบาย
คุณลักษณะของระยะเวลาซ่อมของระบบ คือ การแจกแจง
แบบล็อกนอร์มอล เพราะการแจกแจงดังกล่าวสะท้อน
ให้เห็นถึงระยะเวลาซ่อมที่ส่วนใหญ่ควรมีระยะเวลาสั้น
[2-3] โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น
(PDF) ถูกแสดงในสมการที่ (5) และฟังก์ชันการแจกแจง
สะสม (CDF) ถูกแทนด้วยสมการที่ (6)

$$f(t) = \frac{1}{t\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

$$F(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left[\frac{\ln t - \mu}{\sqrt{2\sigma^2}} \right] \quad (6)$$

ระยะเวลาซ่อมเฉลี่ย (Mean Time to Repair;
MTTR) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (7)

$$MTTR = e^{\left(\bar{t} + \frac{s^2}{2} \right)} \quad (7)$$

$$\text{โดยที่ } \bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln t_i \quad \text{และ}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i' - \bar{t})^2$$

โดยที่ t_i คือ ข้อมูลตัวที่ i

4. การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov

การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov เป็นการทดสอบ
สารรูปสนิทธิ (Goodness of Fit) ระหว่างการแจกแจง
ของค่าความถี่สะสมของตัวอย่างกับการแจกแจงความถี่
สะสมที่คาดหวังในทางทฤษฎี เพื่อต้องการทดสอบ
ว่าค่าสังเกตจากกลุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการ
แจกแจงแบบต่อเนื่องทางทฤษฎีชนิดหนึ่งหรือไม่ [4]

ค่าสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov คือค่าที่มาก
ที่สุดของค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างความน่าจะเป็น
สะสมที่ได้จากการสังเกตและความน่าจะเป็นสะสม
เชิงทฤษฎีที่กำหนด ตามสมการที่ (8)

$$K = \max |S(x) - F(x)| \quad (8)$$

โดยที่ K คือ ค่าสถิติทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมอนอฟ
 $S(x)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูล
ตัวอย่าง

$F(x)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมเชิงทฤษฎี

ถ้าค่า K เข้าใกล้ 0 แสดงว่าการแจกแจง
ของตัวอย่างใกล้เคียงกับการแจกแจงที่กำหนดทำให้
สรุปได้ว่ายอมรับข้อมูลมีการแจกแจงตามสมมติฐาน
ถ้าค่าสถิติทดสอบ K มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ จะสรุป
ว่าการแจกแจงของตัวอย่างแตกต่างจากการแจกแจงที่
กำหนดในสมมติฐานอย่างน้อยที่สุด 1 จุด ทำให้สรุป
ได้ว่าข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงตามสมมติฐาน

5. ทฤษฎีช่วงความเชื่อมั่น

5.1 การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้

การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้ (MTTF) [5] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (9)

$$\left(\frac{2n \times MTTF}{\chi^2_{\alpha/2, 2n}} < MTTF < \frac{2n \times MTTF}{\chi^2_{1-(\alpha/2), 2n}} \right) \quad (9)$$

โดยที่ $\chi^2_{v,p}$ คือ ค่าไครส์แควร์ที่มีค่าความน่าจะเป็น P และมืองศาอิสระ v

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

5.2 การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของระยะเวลาซ่อมเฉลี่ย

การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นของระยะเวลาซ่อมเฉลี่ยของระบบ (MTTR) [6] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (10)

$$\left(MTTR - t_{n-1, \alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}} < MTTR < MTTR + t_{n-1, \alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \quad (10)$$

โดยที่ $t_{v,p}$ คือ ค่า t ที่มีองศาอิสระ v และค่าความน่าจะเป็น P

s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

6. คุณลักษณะพื้นฐานของทฤษฎีฟัซซี

คุณลักษณะเด่นของทฤษฎีฟัซซีเซต คือ ความสามารถในการอธิบายความไม่ชัดเจนในด้านคณิตศาสตร์ของข้อมูล ดังนั้นทฤษฎีฟัซซีเหมาะสำหรับการอธิบายความไม่แน่นอนของพารามิเตอร์ที่สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7]

6.1 ทฤษฎีฟัซซีเซต

ชุดข้อมูลโดยทั่วไปมักแยกสิ่งที่น่าสนใจพิจารณาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ “เป็นสมาชิกของกลุ่ม” และ “ไม่ได้เป็นสมาชิกของกลุ่ม” ในทางตรงกันข้าม ฟัซซีเซตไม่ได้

มีขอบที่เคร่งครัดในการแยกกลุ่มดังกล่าว แต่กำหนดค่าสมาชิกที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจาก “ไม่ได้เป็นสมาชิกของกลุ่ม” จนถึงค่าสมาชิกสูงสุดสำหรับ “เป็นสมาชิกของกลุ่ม” ฟัซซีเซต A ในเอกภพสัมพัทธ์ U สามารถอธิบายในแง่ของเซตประสาน โดยที่ $\mu_A(\cdot)$ คือฟังก์ชันสมาชิกของ A และ $\mu_A(x)$ แสดงถึงระดับสมาชิกของ x ใน A (11)

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\} \quad (11)$$

6.2 เซตระดับ α ของฟัซซีเซต

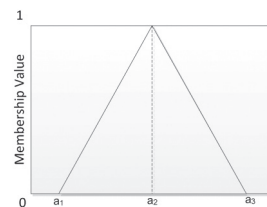
เซตระดับ α ของฟัซซีเซต เป็นเซตที่ประกอบด้วยองค์ประกอบในเอกภพสัมพัทธ์ U ซึ่งมีค่าสมาชิกมากกว่าหรือเท่ากับ α ใน A (12)

$$A_\alpha = \{x \in U \mid \mu_A(x) \geq \alpha, \alpha \in [0, 1]\} \quad (12)$$

6.3 ตัวเลขฟัซซี (Fuzzy Number)

ตัวเลขฟัซซีเป็นฟัซซีคอนเวกซ์ และนอร์มัลไลซ์ฟัซซีเซตในเอกภพจำนวนจริง R ค่าฟังก์ชันสมาชิกมีคุณลักษณะแบบต่อเนื่องเป็นช่วงโดยที่ $\mu_A(\cdot) : R \rightarrow [0, 1]$ ยกตัวอย่างเช่น ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมดังภาพที่ 1 สามารถแทนด้วย (13)

$$A = (a_1; a_2; a_3) \quad (13)$$



ภาพที่ 1 ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม

6.4 ดีฟัซซิฟิเคชัน

ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) คือการแปลงค่าจากตัวเลขฟัซซีกลับเป็นค่าเชิงเดี่ยว ซึ่งมีวิธีในการคำนวณหลากหลาย แต่วิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือวิธีจุดศูนย์กลางมวล แสดงดังสมการที่ (14)



$$CM(A) = \frac{\int x \times \mu_A(x) dx}{\int \mu_A(x) dx} \quad (14)$$

7. วิธีการสร้างแบบจำลองความไม่แน่นอนของ อัตราการล้มเหลวและระยะเวลาซ่อม

ในบทความนี้ตัวเลขพีชชีแบบสามเหลี่ยมได้ถูกใช้
ในการอธิบายความไม่แน่นอนของอัตราการล้มเหลว
และระยะเวลาซ่อม โดยค่าขอบล่าง (a_L) ค่ายอด (a_U)
และค่าขอบบน (a_U) ของอัตราการล้มเหลว สามารถ
คำนวณได้ดังนี้ ค่าขอบล่าง (λ_L) มีค่าเท่ากับส่วนกลับ
ของค่าขอบบนของ MTTF แสดงดังสมการที่ (15) ค่ายอด
(λ_p) มีค่าเท่ากับส่วนกลับของ MTTF แสดงดังสมการ
ที่ (16) และ ค่าขอบบน (λ_U) มีค่าเท่ากับส่วนกลับของ
ค่าขอบล่างของ MTTF แสดงดังสมการที่ (17)

$$\lambda_L = \frac{1}{MTTF_U} = \frac{\chi^2_{1-(\alpha/2), 2n}}{2n \times MTTF} \quad (15)$$

$$\lambda_p = \frac{1}{MTTF} \quad (16)$$

$$\lambda_U = \frac{1}{MTTF_L} = \frac{\chi^2_{\alpha/2, 2n}}{2n \times MTTF} \quad (17)$$

ในส่วนของระยะเวลาซ่อมสามารถคำนวณได้จาก
ค่าขอบล่าง (r_L) มีค่าเท่ากับค่าขอบล่างของ MTTR
แสดงดังสมการที่ (18) ค่ายอด (r_p) มีค่าเท่ากับ MTTR
แสดงดังสมการที่ (19) และค่าขอบบน (r_U) มีค่าเท่ากับ
ค่าขอบบนของ MTTR แสดงดังสมการที่ (20)

$$r_L = MTTR_L = MTTR - (t_{n-1, \alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}}) \quad (18)$$

$$r_p = MTTR \quad (19)$$

$$r_U = MTTR_U = MTTR + (t_{n-1, \alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}}) \quad (20)$$

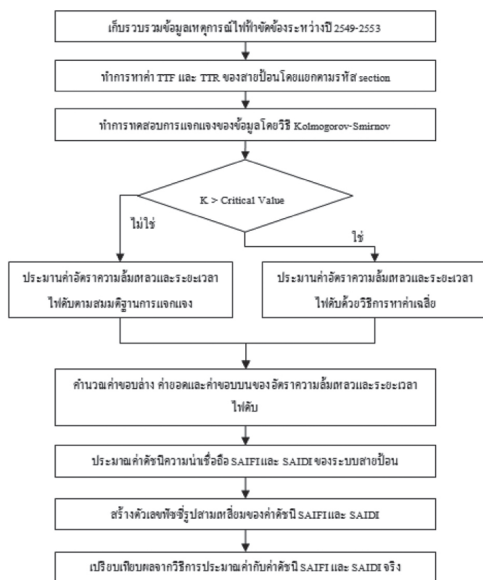
8. ค่าคลาดเคลื่อนร้อยละ

[8] ใช้การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลอง (E)
กับค่าได้จากการคำนวณตามทฤษฎี (T) ซึ่งถือว่าเป็น
ค่าที่ถูกต้อง ค่าคลาดเคลื่อนร้อยละมีค่าเท่ากับค่าสัมบูรณ์
ของผลต่างระหว่างค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าได้จาก
การคำนวณตามทฤษฎีหารด้วยค่าได้จากการคำนวณ
ตามทฤษฎี คูณด้วยหนึ่งร้อย แสดงดังสมการที่ (21)

$$\%Error = \left| \frac{T - E}{T} \right| \times 100 \quad (21)$$

9. วิธีการ

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการประมาณค่า
พารามิเตอร์ที่สนใจอันได้แก่ค่าอัตราการล้มเหลว
และระยะเวลาซ่อม โดยในขั้นแรกเก็บรวบรวมข้อมูล
เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งในบทความนี้ได้ใช้ข้อมูล
ระยะเวลา 5 ปี คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553
ขั้นตอนมาทำการหาค่า TTF และ TTR จากข้อมูลที่เก็บ
รวบรวม โดยแยกตาม section และทดสอบการแจกแจง
ของข้อมูลโดยใช้วิธีทดสอบ Kolmogorov-Smirnov
เพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากนั้นคำนวณ
ค่าขอบล่าง ค่ายอด และค่าขอบบนของพารามิเตอร์
ทั้งสองเพื่อใช้ในการประมาณค่า และสร้างตัวเลขพีชชี
รูปสามเหลี่ยมของดัชนีความเชื่อถือได้ SAIFI และ
SAIDI ของระบบสายป้อน ขั้นสุดท้ายเปรียบเทียบ
ผลที่ได้จากวิธีการประมาณค่ากับค่าจริงของระบบ ซึ่ง
ขั้นตอนดังกล่าวแสดงเป็นโพลีชาร์ตดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โฟลว์ชาร์ตขั้นตอนวิธีการการประมาณค่า

10. ผลการทดสอบ

ในบทความนี้จะยกตัวอย่างการประมาณค่า SAIFI และ SAIDI ของสายป้อน A01 ซึ่งมีจำนวนผู้ใช้ไฟและข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของแต่ละ section ระหว่างปี 2549-2553 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov ของข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้ของ section หลังอุปกรณ์ A01F04

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ข้อมูล	0.005	0.018	0.022	0.039	0.062	0.062	0.066	0.078	0.131	0.170	0.180	0.556	0.932	1.028
S(x)	0.020	0.072	0.089	0.152	0.228	0.229	0.242	0.277	0.423	0.508	0.529	0.901	0.979	0.986
F(x)	0.071	0.142	0.214	0.285	0.357	0.428	0.5	0.571	0.642	0.714	0.785	0.857	0.928	1
K	0.050	0.070	0.125	0.132	0.128	0.198	0.257	0.293	0.219	0.206	0.255	0.044	0.051	0.013

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ใช้ไฟและข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของสายป้อน A01

section	จำนวนผู้ใช้ไฟ	จำนวนเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแต่ละปี					รวม
		2549	2550	2551	2552	2553	
A01B01	2513	4	6	4	5	8	27
A01F01	1482	4	15	7	10	13	49
A01F02	77	2	12	10	11	9	44
A01F03	158	12	3	2	0	0	17
A01F04	68	10	1	3	1	0	15
A01F05	406	2	10	8	11	6	37
A01F06	492	0	6	8	9	14	37

จากตารางที่ 1 สายป้อน A01 มีจำนวน section ทั้งหมด 7 section โดยมี section หลังอุปกรณ์เบรกเกอร์ (B) 1 section และมี section หลังอุปกรณ์ฟิวส์ (F) 6 section

ยกตัวอย่างการทดสอบข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยของระบบที่จะทำงานได้ด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov ของ section หลังอุปกรณ์ A01F04 ซึ่งตั้งสมมติฐานให้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความน่าจะเป็นของความเชื่อถือได้ ของระบบไฟฟ้ากำลังจากข้อมูลเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้หลักการพีชชี

จากตารางที่ 2 ค่า K สูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.293 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ (0.3489) ทำให้สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนี้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลตามสมมติฐาน

ประมาณค่าขอบล่าง ค่ายอด และค่าขอบบนของอัตราการล้มเหลว และค่าระยะเวลาซ่อมเฉลี่ยของแต่ละ section ของสายป้อน A01 โดยใช้สมการที่ 14-19 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าขอบล่าง ค่ายอด และค่าขอบบนของอัตราการล้มเหลวและระยะเวลาซ่อมของแต่ละ section ของสายป้อน A01

section	อัตราความล้มเหลว			ระยะเวลาไฟดับ		
	ขอบล่าง	ค่ายอด	ขอบบน	ขอบล่าง	ค่ายอด	ขอบบน
A01B01	4.26	6.07	8.17	8.29	9.34	10.39
A01F01	7.61	9.82	12.26	31.1	32.25	33.4
A01F02	7.18	9.41	11.89	36.8	38.19	39.59
A01F03	4.11	6.55	9.45	35.32	37.39	39.46
A01F04	2.52	4.17	6.16	36.94	39.6	42.26
A01F05	6.16	8.29	10.69	35.86	37.2	38.54
A01F06	7.67	10.33	13.31	38.81	40.22	41.62

ประมาณค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI [9],[10] ของสายป้อน A01 โดยใช้ฐานจำนวนผู้ใช้ไฟรวมของระบบสายป้อนเท่ากับ 2,513 ราย และเปรียบเทียบกับค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI จริง [1] โดยแยกตามปีระหว่างปี 2549-2553 ซึ่งค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีการประมาณค่าแสดงดังตารางที่ 4 และค่าดัชนี SAIFI และ SAIDI จริงแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ค่า SAIFI และ SAIDI ของสายป้อน A01 ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีการประมาณค่า

	ขอบล่าง	ค่ายอด	ขอบบน
SAIFI	11.8	16.05	20.85
SAIDI	288.91	405.28	546.34

ตารางที่ 5 ค่า SAIFI และ SAIDI จริงของสายป้อน A01

ปี	2549	2550	2551	2552	2553
SAIFI	11.01	17.23	11.32	14.97	19.65
SAIDI	311.56	471.15	245.01	463.12	460.24

ค่าดัชนีความเชื่อถือได้ SAIFI และ SAIDI ที่แสดงในตารางที่ 6 เป็นค่าที่ได้จากกระบวนการดีฟิชซิฟเคชันด้วยวิธีจุดศูนย์กลางมวลของสายป้อน A01 และ A06 และเปรียบเทียบผลที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวกับค่าดัชนีความเชื่อถือได้จริงเฉลี่ยของระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 6 ค่าคลาดเคลื่อนร้อยละของ SAIFI และ SAIDI ของสายป้อน A01 และ A06

A01	ค่าคำนวณ	ค่าจริง	%คลาดเคลื่อน
SAIFI	16.23	14.84	9.39
SAIDI	421.22	388.21	8.5
A06	ค่าคำนวณ	ค่าจริง	%คลาดเคลื่อน
SAIFI	12.91	14.12	8.57
SAIDI	563.64	586.6	3.91

11. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของระบบไฟฟ้า อันได้แก่ อัตราความล้มเหลวและระยะเวลาซ่อมเพื่อใช้ในการประมาณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า ในเบื้องต้นได้ตั้งสมมติฐานว่าพารามิเตอร์ทั้งสองมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล และแบบสีกอนอร์มอลตามลำดับ โดยตรวจสอบสมมติฐานดังกล่าวด้วยวิธีทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และใช้ทฤษฎีช่วงความเชื่อมั่นร่วมกับทฤษฎีพีชชีในการอธิบายความไม่แน่นอนของข้อมูล ผลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ประมาณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า อันได้แก่ SAIFI และ SAIDI ซึ่งค่าดัชนีที่ได้จากวิธีการประมาณค่า

(ตารางที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าจริงของระบบ (ตารางที่ 6) จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากวิธีการประมาณค่าครอบคลุมทุกค่าของค่าจริง และในตารางที่ 7 ได้เปรียบเทียบผลลัพธ์ของค่าดัชนีที่ได้จากกระบวนการตีฟuzzyฟuzzyเคชันกับค่าดัชนีจริงเฉลี่ยของระบบพบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการประมาณด้วยวิธีการที่เสนองานวิจัยนี้ควรที่จะเป็นข้อมูลที่ดีทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการนำไปศึกษาและพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกสิทธิ์ เจียมสกุล . 2554, วิธีการหาอัตราการผลิตเพื่อประเมินความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายกำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. วิศวกรรมสาร มก. ปีที่ 24 ฉบับที่ 77 หน้า 75-87.
- [2] Eckhard L., Werner A. S. and Markus A., 2001, Log-normal Distributions across the Sciences : Keys and Clues. Bioscience. 51 : pp. 341-52
- [3] Johnson Space Center (JSC). 1994, Mean Time to Repair Predictions.
- [4] Romeu J.L. 2003, Kolmogorov-Smirnov : A Goodness of Fit Test for Small Samples small samples. START : Selected Topics in Assurance Related Technologies 10 (6).
- [5] Sheldon R. 2009. Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists., California : Elsevier Academic Press.
- [6] Parkin T. D., Chester S. T. and Robinson J. A., 1990, Calculating Confidence Intervals for the Mean of a Lognormally Distributed Variable. Journal of the Soil Science Society of America. 54, pp.321-326
- [7] Katithummarugs S., Apiwattananon A., Labchareonwong P., Sirisophonwattana N., Prasapairin T., Teera-achariyakul N. and Rerkpreedapong D. 2010, Reliability Index Prediction Using Fuzzy Principle. Proceedings of Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, Chengdu China.
- [8] Illinois State University, Percent Different-Percent Error, Dept of Physics. 2004-07-20. Retrieved 2010-05-05
- [9] Billinton R. and Allan R. N. 1992. Reliability Evaluation of Engineering Systems. New York : Plenum.
- [10] Palash D., Frishikesh B. and Tazid A., 2011, Fuzzy Arithmetic with and without using-cut method: A Comparative Study International J. of Latest Trends in Computing 2, No 1, pp. 99-107