

การศึกษาต้นทุนความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับในระบบจำหน่ายไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์  
กรณีศึกษา สถานีไฟฟ้าย่อยบ้านหนองบง แขวงเซกอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

A Study of Electricity Outage Cost in the 22 kV Distribution System: A Case Study in  
Ban Nong Bong Substation, Sekong Province, Lao PDR

สมชัย อ่อนชัยเวียง<sup>1\*</sup> และ นัทธพงศ์ นันทสำเริง<sup>2\*</sup>

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Somxay Onexayvieng<sup>1\*</sup> and Natthapong Nanthasamroeng<sup>2</sup>

Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratcahthani Rajabhat University

E-mail: somxay.Oit59@ubru.ac.th<sup>1\*</sup>, natthapong.n@ubru.ac.th<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับในระบบจำหน่ายไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์ของสถานีไฟฟ้าย่อยบ้านหนองบง แขวงเซกอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้า สำรวจข้อมูลการเกิดไฟฟ้าดับ สำรวจค่าตัวประกอบโหลด และคำนวณค่าความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับทั้งแบบแยกประเภทและรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ.2015 – 2017 จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ 2 ประเภท คือ 1) อัตราความเสียหายต่อหน่วยไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ขณะไฟฟ้าขัดข้อง และ 2) อัตราความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับ ผลการศึกษาพบว่าอัตราความเสียหายต่อหน่วยปริมาณพลังงานไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีค่าเท่ากับ 5,053 กีบต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง 5,556 กีบต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และ 5,720 กีบต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ และค่าอัตราความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับก็มีค่าเพิ่มขึ้นทุกปีเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 69,387,833 กีบต่อครั้ง 76,287,143 กีบต่อครั้ง และ 78,543,012 กีบต่อครั้ง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับในแต่ละปี รัฐวิสาหกิจไฟฟ้าลาวจึงควรให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาไฟฟ้าดับ โดยทำการปรับปรุงระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้มีเสถียรภาพมากขึ้น เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือแก่นักธุรกิจที่จะเข้ามาลงทุนในแขวงเซกอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

**คำสำคัญ:** อัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ, อัตราความเสียหายต่อหน่วยไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ขณะไฟฟ้าขัดข้อง, อัตราความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับ

**Abstract**

This research aimed to study the electricity outage losses in the 22 kV distribution systems of Ban Nong Bong Substation, Sekong Province, Lao PDR. The study began with surveying data of

electricity users, outage data and, load factor between years 2015-2017. Then, the outage losses were calculated both sector and composite customer damage function. After that, all data were calculated the outage losses in 2 types including 1) Interrupted Energy Rate (IER) and, 2) Interruption Cost Per Event (ICPE). The result revealed that IER was increased in each year which equal to 5,053 Kip per kWh, 5,556 Kip per kWh and 5,720 Kip per kWh respectively. In the same way, ICPE was also increased in each year which was equal to 69,387,833 Kip per time, 76,287,143 Kip per time and 78,543,012 Kip per time. The increasing of outage losses depended on electricity usage, outage time in each year therefore Electricite Du Lao (EDL) should mention this problem seriously and should improve the reliability of distribution systems for building the investor's confident to invest in Sekong province, Lao PDR.

**Keywords:** Outage Loss, Interruption Cost Per Event, Interrupted Energy Rate

## 1. บทนำ

รัฐวิสาหกิจไฟฟ้าลาว (Electricite Du Lao : EDL) มีหน้าที่ในการจัดหาและจัดส่งจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ด้วยนโยบายขยายโอกาสให้ประชาชนที่อยู่ในแต่ละพื้นที่ได้มีไฟฟ้าใช้ ทำให้ปัจจุบันมีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ด้วยสภาพภูมิประเทศและสภาพการดำเนินงานทำให้ในแต่ละปีมีเหตุขัดข้องในระบบจัดจำหน่าย เกิดไฟฟ้าดับขึ้นในแต่ละพื้นที่และสร้างความเสียหายต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น ๆ อย่างมาก

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับในระบบจำหน่ายไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์ของสถานีไฟฟ้าย่อยบ้านหนองบง แขวงเซกอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวในระหว่างปี ค.ศ.2015 ถึง 2017 เพื่อประเมินความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าผ่านค่าความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ (Outage costs) ซึ่งสามารถใช้ประกอบกับสถิติการทำงานของอุปกรณ์หรือสถิติการจ่ายไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าเพื่อประเมินออกมาเป็นอัตราความเสียหายต่อหน่วยไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ขณะไฟฟ้าขัดข้อง (Interrupted Energy Rate หรือ Value of Loss Load) ต่อไป โดยผลจากการศึกษาจะสามารถใช้เป็นดัชนีวัดถึงคุณภาพของระบบจัดจำหน่ายและสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพต่อไป

## 2. การทบทวนวรรณกรรม

มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าความเชื่อถือได้ของระบบจัดจำหน่ายไฟฟ้ารวมถึงการคำนวณค่าความสูญเสียอันเนื่องมาจากไฟฟ้าดับหลายงาน โดย เพ็ญจันทร์ สิงห์โอ และคณะ [1] ได้นำเสนอวิธีการตั้งค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้ของแต่ละสถานีย่อยซึ่งดูและระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยใช้เทคนิคการเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพขององค์กรวิธีดังกล่าวได้ ถูกประยุกต์ใช้ในการตั้งค่าเป้าหมายของดัชนีความเชื่อถือได้ของแต่ละสถานีไฟฟ้า

ศศิน ทวีรสกุล และคณะ [2] นำเสนอวิธีการเพิ่มตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าและลดค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตท่อโลหะที่ใช้ในงานก่อสร้างและติดตั้งที่มีการใช้ไฟฟ้าแบบการแบ่งตามช่วงเวลา ด้วยการปรับแผนเวลาการทำงานในการผลิตให้เป็น 2 ช่วงเวลาการทำงานเพื่อเป็นการลดอัตราความต้องการไฟฟ้าสูงสุดแต่ยังคงใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าเดิมเพื่อให้ปริมาณผลิตภัณฑ์เท่าเดิมโดยการนำค่าตัวประกอบโดยใช้ไฟฟ้าค่าแรงงานและค่าไฟฟ้ามาพิจารณาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งการไฟฟ้าและตัวผู้ใช้ไฟฟ้าด้วย

เจลิยว เกตุแก้ว และคณะ[3] ได้นำเสนอวิธีประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้าเนื่องจากไฟฟ้าดับของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมโรงสีข้าวโดยใช้ผลการสำรวจค่าความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับช่วงปีงบประมาณ 2545(ต.ค 44 - ก.ย .45)ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้รายใหญ่กลุ่มอุตสาหกรรมและธุรกิจซึ่งมีหม้อแปลงเป็นของตนเองเพื่อ หาฟังก์ชันความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้าแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับสถิติกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งผลการประเมินค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้าเนื่องจากไฟฟ้าดับนี้สามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

นอกจากนี้ ภูมิรินทร์ ทวีศร และคณะ[4] ได้นำเสนอวิธีการประเมิน และวิธีการวิเคราะห์อัตราการล้มเหลวของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์ และผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้น จากการล้มเหลวดังกล่าวด้วยข้อมูลความเสียหายของระบบไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมาในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยมีการใช้การเปรียบเทียบการจัดอันดับความน่าเชื่อถือตามมาตรฐานการจัดอันดับเทียร์ รวมไปถึงการวิเคราะห์ค่าความสูญเสียในเชิงของพลังงานและความเสียหายในเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อองค์กรที่มีผลกระทบ

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การคำนวณอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับจะเริ่มจากการสำรวจข้อมูลจากผู้ไฟฟ้าประเภทต่างๆและการพิจารณาสัดส่วนของปริมาณการใช้พลังงานของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทประกอบกับการใช้ข้อมูลของตัวประกอบโหลด (Load Factor : LF) ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท หาฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า (Sector Customer Damage Function : SCDF) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจต่อมาทำการคำนวณหาฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า(Composite Customer Damage Function : CCDF) จากนั้นนำค่า CCDF มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลสถิติไฟฟ้าดับของการไฟฟ้าขึ้นตอนต่อมาจึงทำการคำนวณอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับของผู้ใช้ไฟฟ้าคือค่าอัตราความเสียหายต่อหน่วยไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ขณะไฟฟ้าขัดข้อง (Interrupted Energy Rate: IER) และค่าอัตราความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับ (Interruption Cost Per Event: ICPE) ซึ่งจะเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุนปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าต่อไป

#### 4. ผลการศึกษา

##### 4.1 ค่าดัชนีค่าเฉลี่ยจำนวนไฟดับต่อรายต่อปี (System Average Interruption Frequency Index: SAIFI)

##### และดัชนีค่าเฉลี่ยเวลาไฟดับต่อรายต่อปี (System Average Interruption Duration Index: SAIDI)

ค่า SAIFI และ SAIDI [1] สามารถคำนวณได้จากสมการ (1) และ (2)

$$SAIFI = \frac{\sum N_i}{\sum N_T} \quad (1)$$

$$SAIDI = \frac{\sum N_i r_i}{\sum N_T} \quad (2)$$

โดยที่

$N_i$  คือ จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้รับผลกระทบในแต่ละครั้งที่เกิดไฟฟ้างดับ (ราย)

$N_T$  คือ จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (ราย)

$r_i$  คือ ระยะเวลาที่ไฟฟ้างดับในแต่ละครั้ง (ชั่วโมง หรือ นาที)

เมื่อนำข้อมูลไฟฟ้างดับทั้งจำนวนครั้งและระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้างดับ รวมถึงจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้ามาทำการคำนวณ

ค่า SAIFI และ SAIDI พบว่าได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่า SAIFI และ SAIDI ของรัฐวิสาหกิจไฟฟ้าแขวงเซกอง

ปี ค.ศ.	จำนวนไฟดับ (ครั้ง) (1)	จำนวนลูกค้า ทั้งหมด (ราย) (2)	จำนวนลูกค้าที่ ได้รับผลกระทบ (ราย) (3) = (1) x (2)	เวลาที่ได้รับ ผลกระทบ (นาที) (4)	SAIFI ครั้ง/ปี (5) = (3)/(2)	SAIDI นาที/ราย (6) = [(4) x (3)]/(2)
2015	72	14,501	1,044,072	9,042	72	651,024
2016	30	15,328	459,840	11,252	30	337,560
2017	66	178,703	11,794,398	11,062	66	730,092

##### 4.2 ค่าตัวประกอบโหลดและสัดส่วนการใช้พลังงาน

จากข้อมูลผลสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามแต่ละประเภทการใช้ไฟของแขวงเซกอง สามารถนำมาคำนวณหาตัวประกอบโหลดและสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการที่ 3 ได้ดังนี้ [2]

$$Load Factor (LF) = \frac{Average Load (kW)}{Peak Load (kW)} = \frac{Energy \times 100}{Peak \times Hour \times Day} \quad (3)$$

โดยที่

$Energy$  คือ หน่วยจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า (kWh)

$Peak$  คือ โหลดสูงสุด (kW)

ตารางที่ 3 ข้อมูลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของแขวงเซกอง

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	เป้าหมาย ลูกค้ำ	สำรวจได้ ลูกค้ำ	หน่วยจำหน่าย (kWh/month)	Peak Load (kW)	LF	สัดส่วนปริมาณ การใช้พลังงาน
บ้านอยู่อาศัย (01)	150	150	121,894	7	36.33%	10.92%
ธุรกิจทั่วไป (03)	198	198	288,057	95.2	36.21%	25.81%
ธุรกิจบันเทิง (04)	1	1	342	1.8	26.38%	0.03%
อุตสาหกรรม (05)	79	79	439,137	309	32.17%	39.35%
สำนักงานของรัฐ (06)	149	149	260,652	115	38.66%	23.36%
ไฟฟ้าชั่วคราว (08)	15	15	5,869	2.98	35.76%	0.53%
รวมทั้งหมด	592	592	1,115,951	530.98	34.25%	100.00%

#### 4.3 แบบจำลองตามโครงสร้างค่าไฟฟ้าตามแต่ละประเภท

ตารางที่ 4 ข้อมูลความเสียหายแยกตามประเภทของการใช้พลังงานของเดือนเมษายน ปี 2017 (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ระยะเวลาไฟฟ้าดับ						
	1 วินาที (ไฟกระพริบ)	1 นาที	30 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
บ้านอยู่อาศัย (01)	0.047	2.82	84.65	169.30	338.59	677.19	1,354.38
ธุรกิจทั่วไป (03)	0.111	6.67	200.04	400.08	800.16	1,600.32	3,200.63
ธุรกิจบันเทิง (04)	0.000	0.01	0.24	0.48	0.95	1.90	3.80
อุตสาหกรรม (05)	0.169	10.17	304.96	609.91	1,219.83	2,439.65	4,879.30
สำนักงานของรัฐ (06)	0.101	6.03	181.01	362.02	724.03	1,448.07	2,896.13
ไฟฟ้าชั่วคราว (08)	0.002	0.14	4.08	8.15	16.30	32.61	65.21
รวมทั้งหมด	0.431	25.83	774.97	1,549.93	3,099.86	6,199.73	12,399.46

ตารางที่ 5 ข้อมูลความเสียหายแยกตามประเภทของการใช้พลังงานของเดือนเมษายน 2017 (กิโลวัตต์<sub>เฉลี่ย</sub>)

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ระยะเวลาไฟฟ้าดับ						
	1 วินาที (ไฟกระพริบ)	1 นาที	30 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
บ้านอยู่อาศัย (01)	35	2,072	62,146	124,292	248,585	497,170	994,339
ธุรกิจทั่วไป (03)	120	7,195	215,843	431,685	863,371	1,726,742	3,453,483
ธุรกิจบันเทิง (04)	0	11	339	679	1,358	2,715	5,430
อุตสาหกรรม (05)	129	7,766	232,987	465,973	931,946	1,863,893	3,727,785
สำนักงานของรัฐ (06)	85	5,117	153,495	306,990	613,980	1,227,961	2,455,921
ไฟฟ้าชั่วคราว (08)	2	147	4,398	8,795	17,591	35,181	70,363
รวมทั้งหมด	62	3,718	111,535	223,069	446,138	892,277	1,784,554

จากข้อมูลในตารางที่ 4 และ 5 นำข้อมูลจากการสำรวจของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละประเภท ของหน่วยการจำหน่าย ภายในเดือนมกราคมอัตราความเสียหายในช่วงเวลาที่เกิดความเสียหายจากไฟฟ้าดับ

#### 4.4 ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าคือผลรวมของความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภทนั้นหารด้วยผลรวมโหลดสูงสุดของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างกันในเวลาที่สนใจ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการที่ (4) ได้ดังนี้ [3]

$$SCDF(t) = \frac{\text{Total Damage Cost}}{\text{Total Peak Load}} \quad (4)$$

โดยที่

$SCDF(t)$  คือ ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์<sub>peak</sub>)

$Total\ Damage\ Cost$  คือ จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (ราย)

$Total\ Peak\ Load$  คือ ระยะเวลาที่ไฟฟ้าดับในแต่ละครั้ง (ชั่วโมง หรือ นาที)

ตารางที่ 6 ข้อมูลความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ระยะเวลาไฟฟ้าดับ							สัดส่วนการใช้พลังงาน	ตัวประกอบโหลด (LF)
	1 วินาที (ไฟกระพริบ)	1 นาที	30 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง		
บ้านอยู่อาศัย (01)	4.93	296	8,878	17,756	35,512	71,024	142,048	10.92%	36.33%
ธุรกิจทั่วไป (03)	1.26	76	2,267	4,535	9,069	18,138	36,276	25.81%	36.21%
ธุรกิจบันเทิง (04)	0.10	6	189	377	754	1,508	3,017	0.03%	26.38%
อุตสาหกรรม (05)	0.42	25	754	1,508	3,016	6,032	12,064	39.35%	32.17%
สำนักงานของรัฐ (06)	0.74	44	1,335	2,669	5,339	10,678	21,356	23.36%	38.66%
ไฟฟ้าชั่วคราว (08)	0.82	49	1,476	2,951	5,903	11,806	23,612	0.53%	35.76%

#### 4.5 ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

จากแบบจำลองความเสียหายเฉลี่ยของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทของช่วงเวลาที่นำเสนอไว้ในหัวข้อที่ 4.4 สามารถนำมาสร้าง CCDF ได้โดยการถ่วงน้ำหนัก SCDF ของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทตามสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าตัวประกอบโหลดของแต่ละพื้นที่ที่สนใจซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการ (5) ได้ดังนี้ [3]

$$CCDF(t) = \sum_{i=1}^n \frac{c_i \times SCDF_i(t)}{LF_i} \quad (5)$$

โดยที่

$CCDF(t)$  คือ ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

$n$  คือ จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (ราย)

$c_i$  คือ สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ประเภท  $i$

$SCDF_i(t)$  คือ ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบแยกประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท  $i$  (กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

$LF_i$  คือ ค่าตัวประกอบโหลดของผู้ใช้ประเภท  $i$

ตารางที่ 7 แบบจำลองความเสียหายของไฟฟ้าแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	ระยะเวลาไฟฟ้าดับ						
	1 วินาที (ไฟกระพริบ)	1 นาที	30 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง
รวมทุกประเภท	3.35	201.20	6,036.11	12,072.23	24,144.45	48,288.90	96,577.81

#### 4.6 อัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ

นำฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้ามาประกอบกับสถิติไฟฟ้าดับประจำพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราความเสียหายต่อหน่วยไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ขณะไฟฟ้าขัดข้องได้โดยนำผลรวมของต้นทุนที่เกิดจากไฟฟ้าดับ (Interruption Cost) หารด้วยผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ไม่สามารถจ่ายได้ ดังแสดงในสมการ (6) และนำผลรวมของต้นทุนที่เกิดจากไฟฟ้าดับหารด้วยจำนวนครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับจะได้ค่าอัตราความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับ ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$IER = \frac{ECOST}{ENS} = \frac{\sum_{j=1}^n CCDF(t_j) \times P_j}{\sum_{j=1}^n P_j \times t_j} \quad (6)$$

$$ICPE = \frac{ECOST}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n CCDF(t_j) \times P_j}{n} \quad (7)$$

โดยที่

$CCDF(t)$  คือ ฟังก์ชันความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับแบบรวมประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ชั่วโมง)

$n$  คือ จำนวนครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับในพื้นที่ที่ศึกษา (ครั้ง)

$t_j$  คือ ระยะเวลาการเกิดไฟฟ้าดับในการเกิดไฟฟ้าดับครั้งที่  $j$

$P_j$  คือ กำลังไฟฟ้าที่หายไปในการเกิดไฟฟ้าดับขึ้นครั้งที่  $j$

จากสมการ (6) และ (7) สามารถคำนวณหาอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 อัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ

ปี	IER (กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ชั่วโมง)	ICPE (กิโลวัตต์/ครั้ง)
2015	5,053	69,387,833
2016	5,556	76,287,143
2017	5,720	78,543,012



## 5. สรุปและ อภิปรายผล

จากผลของอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ ดังกล่าวได้ค่า IER และ ICPE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งค่าดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้พลังงานไฟฟ้า ระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับในแต่ละปี โดยรัฐวิสาหกิจไฟฟ้าลาวควรให้ความสำคัญกับค่า IER และ ICPE โดยต้องวางแผนการปรับปรุงระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้มีเสถียรภาพมากขึ้นเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือแก่นักธุรกิจที่จะเข้ามาลงทุนในแขวงเซกอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวในอนาคต

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เพ็ญจันทร์ สิงห์โอ และ พิสุทธิ รัชศักดิ์. วิธีการตั้งค่าเป้าหมายเพื่อความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม. วิศวกรรมสาร มก. 2554; 24(78): 57-68.
- [2] ศศิน ทวีรสกุล และ วิชัย สุระพัฒน์ . วิธีการเพิ่มตัวประกอบการใช้การใช้ไฟฟ้าและลดค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตท่อโลหะที่ใช้ในงานก่อสร้างและติดตั้งที่มีการใช้ไฟฟ้าแบบการแบ่งตามช่วงเวลา. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2557.
- [3] เฉลียว เกตุแก้ว อรุไร หนูหอม ดุลพิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงษ์ และ วินัย พงศ์วัน .วิธีประเมินมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟฟ้าเนื่องจากไฟฟ้าดับของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมโรงสีข้าว. วิศวกรรมสาร มก. 2558; 28(93): 61-72.
- [4] ภูมิรินทร์ ทวีศรี และ กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์.การศึกษาความล้มเหลวของอุปกรณ์ และผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้า 22,000 โวลต์. ประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8; 4-6 พฤศจิกายน พ.ศ.2558; คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2558.หน้า 4-7.