การวิเคราะห์ตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพไฟฟ้าสถานีไฟฟ้า ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เจตพล กนกหงส์[1*] และ สุวัฒน์ ภัทรมาลัย[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
*Jettapon.kan@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าในพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาค 2) ทั้งหมด 10 สถานี ที่มีสถิติการทำงานของเบรกเกอร์สูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้า โดยนำข้อมูลที่ได้จากสถานีไฟฟ้ามาวิเคราะห์และประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น ตามมาตรฐาน EN50160 ซึ่งทำการตรวจวัดตั้งแต่ 16 มีนาคม 2563 ถึง 28 ตุลาคม 2563 แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน คือ 1.วิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Trending) ได้ผลสรุปว่าแรงดันไฟฟ้าที่เกินมาตรฐานมี ทั้งหมด 5 สถานี ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของวงจรหรือสถานีไฟฟ้ามีปริมาณน้อย การติดตั้งคาปาซิเตอร์อยู่ในวงจรของสถานีไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และสถานีไฟฟ้าได้ทำการยกระดับแรงดันที่ต้นทางขึ้นเพื่อจำหน่ายได้ในระยะไกล 2.วิเคราะห์การตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าแบบรายครั้ง (Event) ของสถานีไฟฟ้าที่มีเหตุการณ์ Vsag/Vswell มากที่สุดจาก 10 สถานี คือ สถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์ พบว่าเกิดขึ้นทั้งหมด 274 ครั้ง โดยเทียบจากมาตรฐานด้านการวัด PQ SEMI -F47 Vsag (แรงดันตก) จำนวน 55 ครั้ง และ ITIC Vsag (แรงดันตก) จำนวน 71 ครั้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่าแรงดันตกชั่วขณะและไฟดับชั่วขณะมีสาเหตุมาจากความผิดปกติในระบบไฟฟ้า โดยสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ปัญหาจากต้นไม้ ภัยธรรมชาติ เป็นต้น

คำสำคัญ: ประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ประเมินผลตามดัชนีคุณภาพไฟฟ้า EN50160

Analysis, measurement and evaluation of power station quality. Northeastern Provincial Electricity Authority

Jettapon Kanokhong[1*] and Suwat Pattaramalai[1]

[1]Department of Electronics and Telecommunication Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
*Jettapon.kan@gmail.com

Abstract

This research focuses on the analysis, measurement, and evaluation on power quality of power stations in the Provincial Electricity Authority area, Northeast (Region 2), all 10 stations with high breaker performance statistics. The objective is to analyze the power quality of power stations by measuring data from power stations to analyze and assess problems that occur according to EN50160 standard from March 16 to October 28, 2020. The measurement is divided into 2 parts: 1. Analysis from continuous power quality assessment (Trending), which concluded that there is voltage exceeded the standard in 5 stations and the analysis found that they caused by small number of the overall amount of electricity consumption in the circuit or the power station. Also, there are many capacitors installed in the circuits of power stations. Furthermore, the power station has increased the voltage at the source more for longer distance distribution. 2. Analysis from event power quality assessment of power station which has Vsag/Vswell events most from 10 stations. At Kantharalak power station, there are 274 events, compared to the standard measurement of PQ SEMI -F47 Vsag (voltage drop) of 55 events and ITIC Vsag (voltage drop) of 71 events. From analysis, momentary power outages are caused by malfunctions in the electrical system and these can occur from many factors such as trees problem, natural disasters, etc.

Keywords: Continuous assessment of power quality Evaluated according to EN50160 power quality index.

1. บทนำ

จากการวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องการวิเคราะห์คุณภาพแรงดันไฟฟ้าจากมาตรอัจฉริยะจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าระดับ 22 kV ในเมือง Victoria ประเทศ Australia ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลจากมาตรอัจฉริยะในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นเวลา 6 วัน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงสถิติและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน AS 60038 โดยเหตุการณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพแรงดันไฟฟ้าได้แก่แรงดันไฟตก (UnderVoltage) และ แรงดันไฟเกิน (OverVoltage) ผลจากเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟตกถึง 6130 ครั้งจากทั้งหมด 38238 ครั้งโดยค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 216 V ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับมาตรฐานแล้วถือว่าแรงดันไฟฟ้ายังต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งจากมาตรฐาน AS 60038 ได้กำหนดค่าเฉลี่ยแรงดันไฟตกอยู่ที่ 230 V และผลจากการวิเคราะห์เหตุการณ์แรงดันไฟเกินพบว่าในช่วงที่เกิดเหตุการณ์แรงดันไฟเกินถึง 12251 ครั้ง

จากทั้งหมด 38238 ซึ่งค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟเกินอยู่ที่ 260 V ซึ่งถือว่าสูงกว่ามาตรฐานโดยมาตรฐาน As 60038 ได้กำหนดค่าเฉลี่ยแรงดันไฟเกินอยู่ที่ 253 V [1]

จากงานวิจัยดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาคุณภาพไฟฟ้าและปัญหาที่เกิดขึ้นจาก แรงดันตก และ แรงดันเกิน โดยจะใช้ผลการตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพไฟฟ้าสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งหมดจำนวน 10 สถานี ที่มีสถิติการใช้ไฟสูง ซึ่งนำค่าต่างๆที่ได้มาจากการเก็บข้อมูล ด้วยเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ Dranetz HDPQ มาทำการประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Trending) ซึ่งเป็นการตรวจวัดและประเมินผลตามดัชนีคุณภาพไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรง ดันความถี่ไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมอ้างอิงตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ EN50160 และทำการวิเคราะห์ผลกระทบแบบรายเหตุการณ์ (Event) โดยใช้ข้อมูลระดับแรงดันเฟสไฟฟ้าที่ได้รับผลกระทบและระยะเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ เพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำเสนอสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับทราบและนำไปดำเนินการแก้ไขปัญหาต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

1.เพื่อหาสาเหตุของแรงดันตกและแรงดันเกินของสถานีไฟฟ้า

2.เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานีไฟฟ้าแต่ละสถานี

3.เพื่อวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าในแต่ละสถานีว่าผ่านมาตรฐานหรือไม่

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

1.ศึกษาวิธีการดึงข้อมูลจากสถานีไฟฟ้าทั้ง 10 สถานี ที่มีสถิตการใช้ไฟสูง

2.ศึกษามาตรา EN50160 มาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

3.ศึกษาการใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้ายี่ห้อ Dranetz HDPQ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานี

2.สามารถเข้าแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และนำมาวิเคราะห์หรือต่อยอดผลวิจัยได้

3.สามารถรายงานผลการวิจัยให้กับผู้บังคับบัญชาที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงข้อมูลคุณภาพไฟฟ้าในแต่ละสถานีได้เพื่อให้เตรียมพร้อมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage dip or Sag) หมายถึง สภาวะที่แรงดันไฟฟ้า ณ จุดที่จ่ายให้กับลูกค้ามีค่าลดลงจาก 100% ของพิกัดแรงดัน จนมีค่าเหลืออยู่ระหว่าง 90% -10% ของพิกัด ในช่วงระยะเวลา 0.01 – 0.6 วินาที ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มักมีผลสืบเนื่องมาจากความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นในระบบสายส่งหรือระบบจำหน่ายแล้วส่งผลให้ผู้ใช้ไฟในพื้นที่ข้างเคียงประสบกับปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ [1]

2.2 ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกแรงดันรวม (Total Harmonic Voltage Distortion:THDV) ฮาร์มอนิก คือ สัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ที่มีความถี่แตกต่างไปจากค่าความถี่มูลฐาน (Fundamental) หรือมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่มูลฐาน เช่น ฮาร์มอนิกลำดับที่ 2 จะมีค่าความถี่เท่ากับ 100 เฮิรตซ์ (2x50 เฮิรตซ์) หรือฮาร์มอนิกลาดับที่ 3 มีความถี่เท่ากับ 150 เฮิรตซ์ (3x50 เฮิรตซ์) เป็นต้น [2]

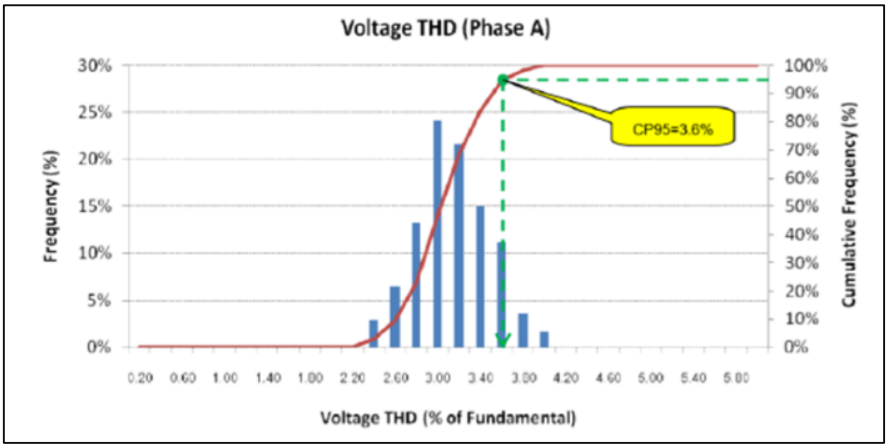
2.3 แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage unbalance) คือ ปรากฏการณ์ที่แรงดันของระบบสามเฟสมีขนาดในแต่ละเฟสไม่เท่ากัน (0.5-2%) หรือมุมเฟสเบี่ยงเบนไปจาก 120 องศา หรือเกิดขึ้นทั้งสองอย่างพร้อมกันเกิดจากความไม่สมดุลขนาดของโหลดแต่ละเฟส หรืออาจนิยามแรงดันไม่สมดุลโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากค่าเฉลี่ยของแรงดันทั้งสามเฟสเทียบกับค่าเฉลี่ยดังกล่าว [3]

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้า Dranetz HDPQ ที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกการตรวจสอบบันทึกและแสดงข้อมูลบนช่องสัญญาณแรงดันไฟฟ้าสี่ช่องและกระแสไฟฟ้าสี่ช่องพร้อมกัน เครื่องมือ HDPQ สร้างขึ้นจาก Dranetz PX5 ที่เป็นที่นิยมผลิตภัณฑ์ตระกูล 4400 พร้อมการจัดการคุณภาพไฟฟ้าที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางมากขึ้นฟังก์ชันและตัวเลือกการสื่อสารที่หลากหลายโดยมีตัวอย่างของตัวเครื่องดังภาพที่ 1 [4]

ภาพที่ 1 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าด้วยผลิตภัณฑ์ Dranetz HDPQ [4]

2.4 อ้างอิงตามมาตรฐาน กฟภ. และ EN 50160 ทำการประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Trending) ซึ่งเป็นการตรวจวัด และประเมินผลตามดัชนีคุณภาพไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน ความถี่ไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม อ้างอิงตามมาตรฐานของ กฟภ. และ EN 50160 ซึ่งตามระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2559 โดยจะไม่นำค่าแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Unbalance Voltage) มาประเมิน [5]

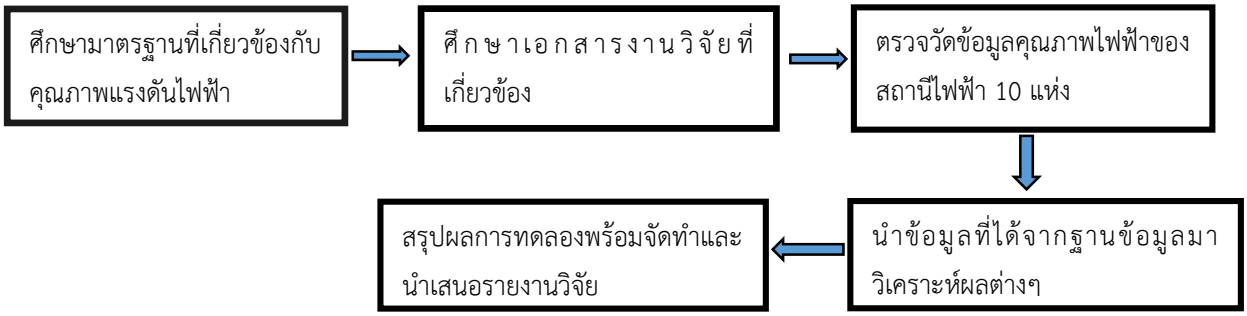
2.5 วิธีการประเมินผลการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN 50160 การประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการตรวจวัดและประเมินผลตามดัชนีคุณภาพไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน ความถี่ไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมอ้างอิงตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค [5] ซึ่งวิธีการประเมินผลการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN50160 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าจะต้องสามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ทุกๆ 10 นาที โดยมีระยะเวลาการตรวจวัดไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ ซึ่งเกณฑ์การประเมินข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จะใช้ค่าที่ CP95 ซึ่ง CP95 (Cumulative Percentile- 95) คือค่าการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลเป็นร้อยละสะสม โดยใช้ค่าที่ 95% ของข้อมูลเป็นตัวแทนในการพิจารณา ดังแสดงตัวอย่างการประเมินความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดัน โดยใช้ค่าที่ CP95 เป็นตัวแทนในการพิจารณาดังภาพที่ 2 [6]



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการประเมินความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดัน [6]

3. วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพไฟฟ้าสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่มีสถิติการทำงานของเบรกเกอร์สูง อ้างอิงจากปี 2562 จากสถานีไฟฟ้าทั้งหมด 10 สถานี และและทำการวิเคราะห์ผลกระทบแบบรายเหตุการณ์ โดยใช้ข้อมูลระดับแรงดันเฟสไฟฟ้าที่ได้รับผลกระทบและระยะเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ ซึ่งมีแผนการดำเนินงานตามภาพที่ ดังนี้



ภาพที่ 3 แผนดำเนินงาน

3.1 ข้อมูลของสถานีไฟฟ้า

ทั้งนี้ ได้ดำเนินการเข้าติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าด้วยผลิตภัณฑ์ Dranetz HDPQ ที่สถานีไฟฟ้าภายในทั้งหมด 10 แห่ง 12 จุดติดตั้ง มีรายละเอียดตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลของสถานีไฟฟ้า ทั้งหมด 10 แห่ง 12 จุดติดตั้ง

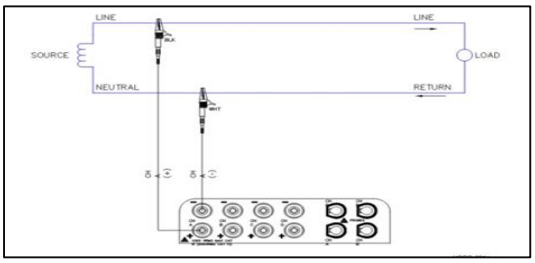
ลำดับ	สถานีไฟฟ้า	ติดตั้งที่ตู้	วันที่/เดือน/ปี	ระยะเวลา
1	สถานีไฟฟ้ายโสธร 1	INC02	ตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2563 ถึงวันที่ 9 มิถุนายน 2563	85 วัน
2	สถานีไฟฟ้ามหาสารคาม 1	INC01 และ INC02	ตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม 2563 ถึงวันที่ 10 มิถุนายน 2563	84 วัน
3	สถานีไฟฟ้าเชียงยืน	INC01	ตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม 2563 ถึงวันที่ 10 มิถุนายน 2563	84 วัน
4	สถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์	NC02	ตั้งแต่วันที่ 8 เมษายน 2563 ถึงวันที่ 18 มิถุนายน 2563	71 วัน
5	สถานีไฟฟ้าอำนาจเจริญ 1	INC01 และ INC02	ตั้งแต่วันที่ 9 เมษายน 2563 ถึงวันที่ 9 มิถุนายน 2563	61 วัน
6	สถานีไฟฟ้าเขื่องใน	INC01	ตั้งแต่วันที่ 17 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 3 ตุลาคม 2563	48 วัน
7	สถานีไฟฟ้าอุบลราชธานี 2	INC02	ตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 27 ตุลาคม 2563	71 วัน
8	สถานีไฟฟ้าสิรินธร	INC01	ตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 27 ตุลาคม 2563	71 วัน
9	สถานีไฟฟ้าตระการพืชผล	INC01	ตั้งแต่วันที่ 18 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 27 ตุลาคม 2563	71 วัน
10	สถานีไฟฟ้าพยัคฆภูมิพิสัย	INC01	ตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม 2563 ถึงวันที่ 28 ตุลาคม 2563	69 วัน

หมายเหตุ:ปกติจะทำการวัดผลแค่ 30 วัน แต่เนื่องจากจำนวนบุคลากรมีน้อยจึงไม่สามารถเข้าเก็บข้อมูลได้ทัน

4. การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการวัดค่าและการเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์

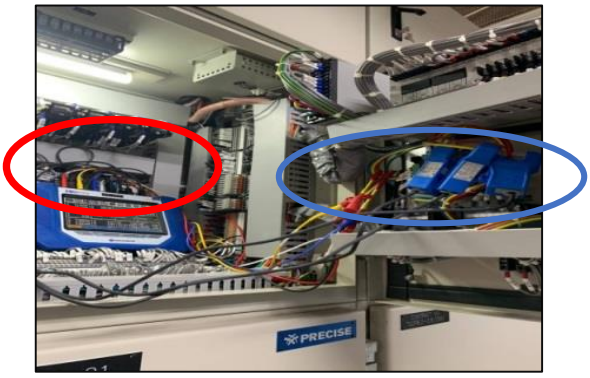
การเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้ากับวงจรเฟสเดียวสำหรับช่องสัญญาณ หรือเชื่อมต่อทั้ง 3 เฟสในการวัดค่าทั้งหมดก็ได้เช่นกัน ในการทดลองครั้งนี้จะวัดผลทั้ง 3 เฟส A B และ C ดังภาพที่ 4



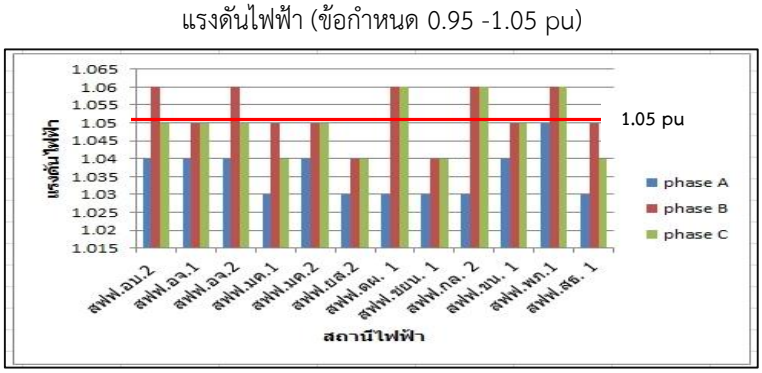
ภาพที่ 4 แสดงการเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้ากับวงจรเฟสและนิวตรอน

4.2 ผลการวัดค่าคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Trending) โดยเทียบกับมาตรฐาน

ข้อกำหนดที่ใช้ประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต้องเนื่อง (Trending) ประเมินให้เป็นไปตามมาตรฐาน EN50160 โดยทำการประเมินที่ระดับแรงดัน 22kV ใช้ข้อมูลในตำแหน่งที่ CP95 ของข้อมูลที่ตรวจวัด และข้อมูลที่ตำแหน่ง CP99 ในการประเมินด้านความถี่ไฟฟ้าโดย แสดงภาพของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าและวงจรเฟสสำหรับช่องสัญญาณ วงสีแดงคือช่องสัญญาณของเฟส A B C ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ Dranetz HDPQ และ วงสีน้ำเงินคือการเชื่อมต่อช่องสัญญาณของตู้ควบคุมของสถานีไฟฟ้า ในภาพที่ 5 รวมถึงมีผลการประเมินดังนี้



ภาพที่ 5 แสดงการเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้ากับวงจรเฟสสำหรับช่องสัญญาณ

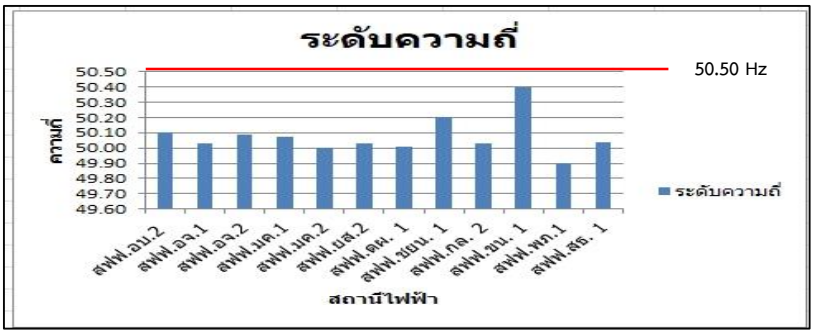


ภาพที่ 6 กราฟแสดงผลระดับแรงดันของสถานีไฟฟ้า

จาก ภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับแรงดันมาตรฐานที่ ไม่เกิน 0.95 - 1.05 pu โดยกราฟที่จะเห็นระดับแรงดันที่เกินมาตรฐาน มี 5 สถานี คือ สถานีไฟฟ้าอุบลราชธานี เฟส B วัดค่าได้ที่ 1.06 pu สถานีไฟฟ้าอำนาจเจริญ เฟส B วัดค่าได้ที่ 1.06 pu สถานีไฟฟ้าตระการพืชผล เฟส B และ C วัดค่าได้ที่ 1.06 pu สถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์ เฟส B วัดค่าได้ที่ 1.06 pu

หมายเหตุ : pu คือ per nit เป็นปริมาณที่ไม่มีหน่วย ทำให้คำนวณได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและถูกต้อง และนำมาใช้คำนวณหาค่ากระแสและแรงดันลัดวงจร และโหลดโฟลว์ได้ ซึ่งจะใช้ หน่วย pu ในการวัดแรงดันไฟฟ้าในหัวข้อนี้เท่านั้น แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมระยะสั้น และแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมระยะยาว ใช้ หน่วย V ปกติ

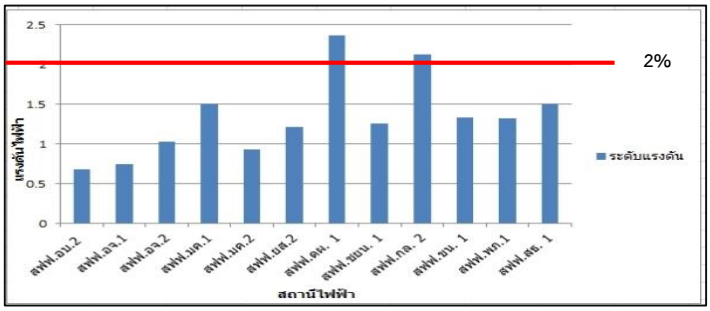
ระดับความถี่ไฟฟ้า (ข้อกำหนด 49.5-50.5 Hz)



ภาพที่ 7 กราฟแสดงผลระดับความถี่ไฟฟ้า

จาก ภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับความถี่มาตรฐานที่ ไม่เกิน 49.5 - 50.5 HZ โดยจะเห็นว่าไม่มีสถานีไหนที่เกินระดับมาตรฐาน ที่ 50.5 HZ ซึ่งค่าความถี่ไฟฟ้าที่สูงที่สุดในขณะนั้นมี 2 สถานี คือ สถานีไฟฟ้าพยัคฆภูมิพิสัย 1 มีความถี่ไฟฟ้าอยู่ที่ 50.3 Hz และ สถานีสิรินธร 1 มีความถี่ไฟฟ้าอยู่ที่ 50.3 Hz

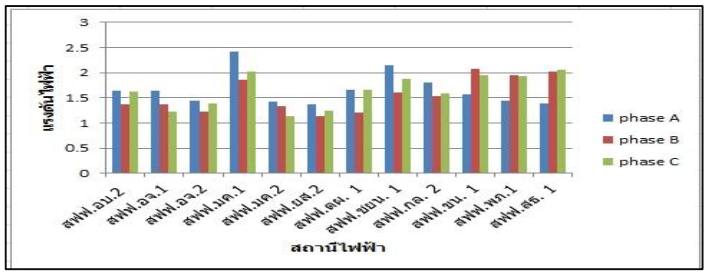
ระดับแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (ข้อกำหนด น้อยกว่า 2%)



ภาพที่ 8 กราฟแสดงผลระดับแรงดันไม่สมดุล

จาก ภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับแรงดันไม่สมดุลน้อยกว่า 2% ซึ่งสาเหตุแรงดันไม่สมดุลอาจเกิดจากการที่โหลดในระบบจำหน่ายของสถานีไฟฟ้าไม่สมดุลกันโดยมีสถานีที่มีค่าเกินมาตรฐาน 2 สถานี คือ สถานีไฟฟ้าตระการพืชผล มีระดับแรงดันที่ 2.36 % และสถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์มีระดับแรงดันที่ 2.12 %

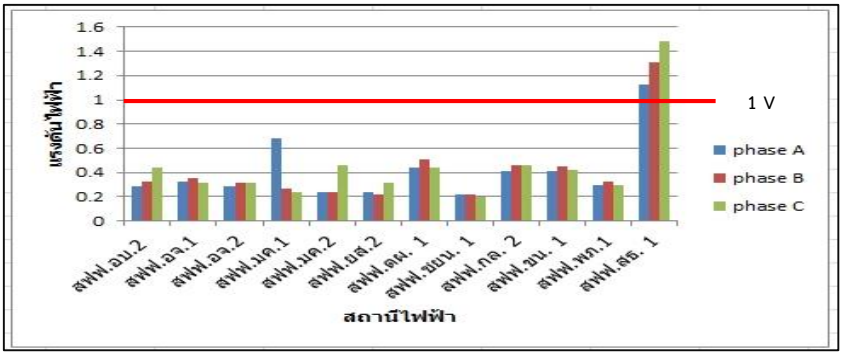
แรงดันไฟฟ้าฮาร์มอนิกส์ (ข้อกำหนด น้อยกว่า 4%)



ภาพที่ 9 กราฟแสดงผลแรงดันฮาร์มอนิกส์

จาก ภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับแรงดันฮาร์มอนิกส์น้อยกว่า 4 % โดยจะเห็นว่าไม่มีสถานีไหนที่เกินระดับมาตรฐานที่น้อยกว่า 4 % ซึ่งค่าแรงดันฮาร์มอนิกส์ที่สูงที่สุดในขณะนั้นมี 1 สถานี คือ สถานีไฟฟ้ามหาสารคาม เฟส A มีค่าแรงดันฮาร์มอนิกส์อยู่ที่ 2.420 %

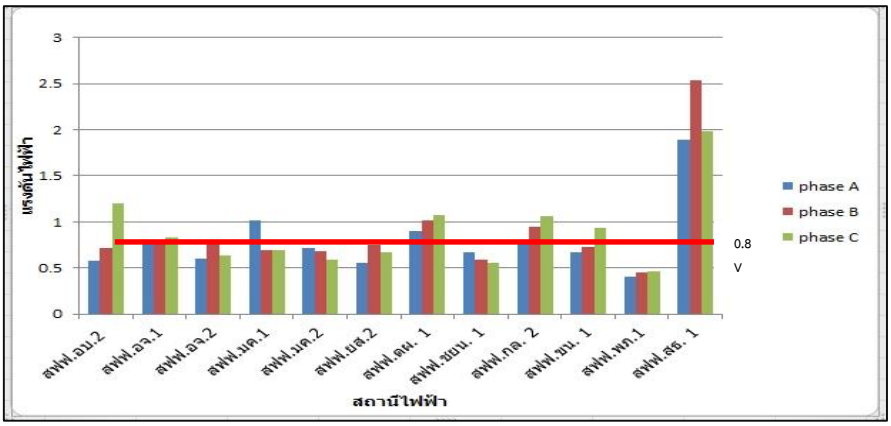
แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมระยะสั้น (Pst) (ข้อกำหนด น้อยกว่า 1 V)



ภาพที่ 10 กราฟแสดงผลแรงดันกระเพื่อมระยะสั้น

จาก ภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับแรงดันกระเพื่อมระยะสั้นน้อยกว่า 1 V ซึ่งสาเหตุมาจากการที่มีการใช้งานโหลดขนาดใหญ่แบบทันทีทันใด หรือมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ขนานอยู่ในระบบจำหน่ายแบบขายไฟฟ้าโดยจะส่งผลให้เกิดแรงดันกระเพื่อมขึ้น โดยสถานีไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันกระเพื่อมระยะสั้นเกินมาตรฐาน มี 1 สถานี คือ สถานีไฟฟ้าตระการพืชผล เฟส A B C วัดค่าได้ 1.125 V 1.310 V 1.485 V ตามลำดับ

แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมระยะยาว (Plt) (ข้อกำหนด น้อยกว่า 0.8 V)



ภาพที่ 11 กราฟแสดงผลแรงดันแรงดันกระเพื่อมระยะยาว

จาก ภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่า กำหนดระดับแรงดันกระเพื่อมระยะยาวน้อยกว่า 0.8 V ซึ่งสาเหตุเหมือนกับกระเพื่อมระยะสั้นที่กล่าวมาข้างต้น มาจากการที่มีการใช้งานโหลดขนาดใหญ่แบบทันทีทันใด หรือมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ขนานอยู่ในระบบจำหน่ายแบบขายไฟฟ้าโดยจะส่งผลให้เกิดแรงดันกระเพื่อมขึ้นโดยสถานีไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันกระเพื่อมระยะยาวเกินมาตรฐาน มี 7 สถานี 1. สถานีไฟฟ้าอุบลราชธานี 2 เฟส C วัดค่าได้ 1.200 V 2. สถานีไฟฟ้าอำนาจเจริญ 1 เฟส C วัดค่าได้ 0.830 V 3. สถานีไฟฟ้ามหาสารคาม 1 เฟส A วัดค่าได้ 1.010 V 4.1 สถานีตระการพืชผล 1 เฟส A B C

วัดค่าได้ 0.895 V 1.020 V 1.070 V ตามลำดับ 5. สถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์ 2 เฟส A B C วัดค่าได้ 0.800 V 0.945 V 1.065 V ตามลำดับ 6. สถานีไฟฟ้าเขื่องใน เฟส C วัดค่าได้ 0.940 V 7. สถานีไฟฟ้าสิรินธน เฟส A B C วัดค่าได้ 1.895 V 2.535 V 1.980 V

4.3 ผลการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าแบบรายครั้ง (Event)

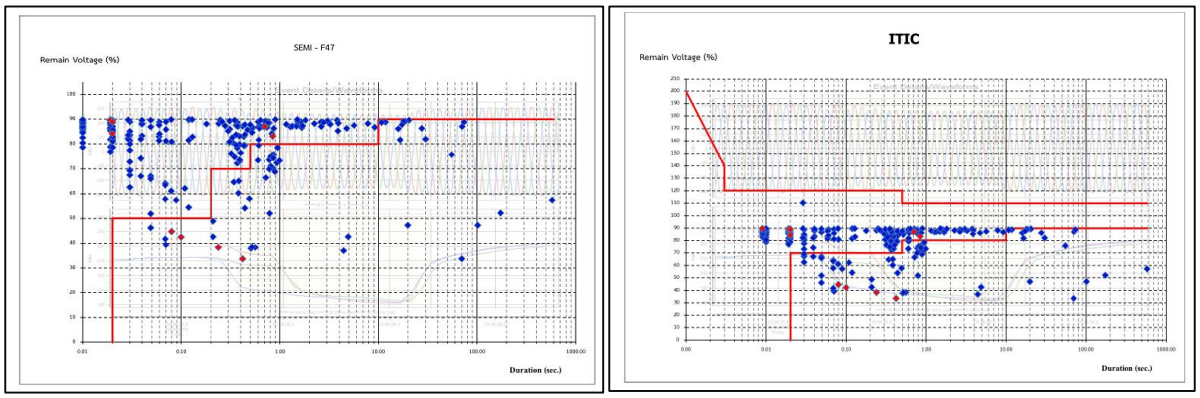
ผลการการประเมินได้จากการตรวจบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า และระยะเวลาการเกิดฟอลต์ในระบบของเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าที่ทำการติดตั้งที่จุด INCOMING ของแต่ละสถานีไฟฟ้า โดยใช้ SEMI-47 และ ITIC คือ มาตรฐานด้านการวัด PQ ซึ่ง SEMI คือ แรงดันตกและ ITIC คือ แรงดันตกและแรงดันเกิน ซึ่งแสดงหน้าจอแสดงการนับบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและจำนวน Vsag Vswell ในภาพที่ 12 รวมถึงมีผลการทดลองดังนี้

ภาพที่ 12 หน้าจอแสดงการนับบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและจำนวน Vsag Vswell ของเครื่อง Dranetz HDPQ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการวัดแบบรายครั้ง (Event) โดยเทียบกับมาตรฐานด้านการวัด PQ

ตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าแบบรายครั้ง (Event)		**SEMIL-FA7**	**ITIC**		
สถานีไฟฟ้า	**เหตุการณ์ทั้งหมด Vsag/Vswell**	**Vsag**	**Vswell**	**Vsag**	**รวม**
อุบลราชธานี	163	27	15	34	49
อำนาจเจริญ	56	10	0	10	10
มหาสารคาม	183	34	7	39	46
ยโสธร	137	31	6	38	44
ตระการพืชผล	179	11	0	11	11
เชียงยืน	87	15	0	18	18
กันทรลักษ์	274	55	0	71	71
เขื่องใน	66	10	0	11	11
พยัคภมีพิสัย	39	17	0	18	18
สิรินธร	312	55	0	57	57

จากการทดลองแสดงผลในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าสถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์มีเหตุการณ์ Vsag/Vswell เกิดขึ้นทั้งหมด 274 ครั้ง รวมถึงพิจารณาเหตุการณ์ แรงดันตก และ แรงดันเกิน โดยมีเส้นสีแดงในกราฟที่เป็นจุดวิเคราะห์แรงดันตกหากจุดเหตุการณ์อยู่ใต้กราฟ และแรงดันเกินหากจุดเหตุการอยู่เหนือกราฟ ซึ่งเทียบกับมาตรฐานด้านการวัด PQ SEMI-F47 Vsag (แรงดันตก) 55 ครั้ง และ ITIC Vswell (แรงดันเกิน) 0 ครั้ง Vsag (แรงดันตก) 71 ครั้ง ซึ่งมีเหตุการแรงดันตกมากที่สุดทั้ง 10 สถานีของมาตรฐาน ทั้งนี้สามารถแสดงกราฟ โดยเทียบกับมาตรฐานด้านการวัด PQ ในภาพที่ 13 ตามลำดับ



ภาพที่ 13 รายละเอียดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าของ มาตรฐานด้านการวัด PQ SEMI-F47(ซ้าย) และ ITIC(ขวา)

4.4 วิเคราะห์ผล

จากผลการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้า 12 จุดตรวจวัด สามารถแยกปัญหาได้เป็น 2 ส่วน คือ 1.ปัญหาที่เกิดขึ้นแบบต่อเนื่อง ได้แก่ แรงดันเกิน แรงดันไม่สมดุล และแรงดันกระเพื่อม โดยแรงดันเกินที่เกิดขึ้นมีสาเหตุได้จากหลายปัจจัย เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของวงจรหรือสถานีไฟฟ้ามีปริมาณน้อยประกอบกับการมีคาปาซิเตอร์ติดตั้งอยู่ในวงจรเป็นจำนวนมาก หรือสถานีไฟฟ้าทำการยกระดับแรงดันที่ต้นทางขึ้นเพื่อจำหน่ายได้ในระยะไกล แรงดันไม่สมดุลอาจเกิดจากการที่โหลดในระบบจำหน่ายของสถานีไฟฟ้าไม่สมดุลกัน และแรงดันกระเพื่อมมักเกิดการที่มีการใช้งานโหลดขนาดใหญ่แบบทันทีทันใด หรือมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ขนานอยู่ในระบบจำหน่ายแบบขายไฟฟ้าโดยจะส่งผลให้เกิดแรงดันกระเพื่อมขึ้น และ 2. ปัญหาที่เกิดขึ้นชั่วขณะ ได้แก่ แรงดันตกชั่วขณะและไฟดับชั่วขณะมีสาเหตุมาจากความผิดพร่องในระบบไฟฟ้า โดยสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ปัญหาจากต้นไม้ ภัยธรรมชาติ ปัญหาจากอุบัติเหตุ ปัญหาจากสัตว์ ปัญหาจากมาตรฐานการก่อสร้าง เช่น ระยะห่างความปลอดภัย แรงดันเกินชั่วขณะ มีสาเหตุหลักมาจากการเกิดผิดพร่องแบบ Single line to ground fault ในระบบจำหน่าย รวมถึงการปลดโหลดขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบจำหน่ายของสถานีหรือการสวิตช์ชิ่งคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่เข้าไปในระบบ ก็สามารถส่งผลให้เกิดปัญหาแรงดันเกินชั่วขณะได้เช่นกันผลกระทบที่เกิดจากแรงดันตกชั่วขณะ จะส่งผลกับลูกค้าที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันด้านแรงดัน และอุปกรณ์ช่วยทริปประเภท Under Voltage Release (UVR) ซึ่งจะทำการตัดวงจรเมื่อระดับแรงดันที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด โดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 35-70% ของแรงดันไฟฟ้าที่สถานะปกติ

4.5 การแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และปัญหาที่เกิดชั่วขณะ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาคุณภาพไฟฟ้า และลดผลกระทบต่อลูกค้าที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบจำหน่ายของสถานีในข้างต้น 10 สถานี จึงเห็นควรให้ส่วนที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ 1.สุ่มตรวจสอบแรงดันที่จุดเชื่อมต่อที่อยู่ใกล้กับสถานีไฟฟ้า เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผู้ใช้ไฟจะไม่ได้รับผลกระทบจากแรงดันเกิน 2.ทำการจัดสมดุลโหลดที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบจำหน่ายทั้ง 3 เฟส ให้มีความสมดุลกันมากที่สุด 3.บำรุงรักษาเชิงป้องกัน

(Preventive Maintenance) อย่างเคร่งครัด เช่น การตัดต้นไม้ การส่องกล้องความร้อน การตรวจสอบค่ากราวด์ การตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบให้พร้อมใช้งาน การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสัตว์ พร้อมตรวจสอบหาสาเหตุและวิธีป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์ความผิดพร่องซ้ำ 4.ให้ทีมงานคุณภาพไฟฟ้าประจำการไฟฟ้าแต่ละแห่ง นำข้อมูลด้านคุณภาพไฟฟ้า ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างความเข้าใจกับผู้ใช้ไฟ ในด้านของผลกระทบที่อาจส่งผลต่อการใช้งานโหลด เพื่อหาแนวทางลดผลกระทบร่วมกัน หรือแนะนำในการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยหน่วงเวลา Time Delay ควบคู่กับอุปกรณ์ช่วยทริป UVR พร้อมปรับตั้งระยะการหน่วงเวลาให้เหมาะสมกับสถิติที่ตรวจวัดได้จากสถานีไฟฟ้า 5.ดำเนินการสุ่มเข้าตรวจสอบและเก็บข้อมูลโรงผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมขนาดใหญ่ ที่ขนานอยู่ในระบบจำหน่ายรวมถึงมีการขายไฟฟ้าภายในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงวิเคราะห์ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาแรงดันกระเพื่อมและแรงดันเกินที่อาจเกิดขึ้นในระบบจำหน่าย

5.สรุปและอธิบายผล

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าในพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. ทั้งหมด 10 สถานี ที่มีสถิติการทำงานของเบรกเกอร์สูง โดยวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าสถานีไฟฟ้าของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค นำข้อมูลที่ได้จากสถานีไฟฟ้ามาวิเคราะห์และประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น ตามมาตรฐาน EN50160 ซึ่งทำการตรวจวัดตั้งแต่ 16 มีนาคม ถึง 28 ตุลาคม 2563 1.วิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Trending) ได้ผลสรุปว่า แรงดันไฟฟ้าที่เกินมาตรฐานมี ทั้งหมด 5 สถานี ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ามี การใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมของวงจรหรือสถานีไฟฟ้ามีปริมาณน้อย มีคาปาซิเตอร์ติดตั้งอยู่ในวงจรของสถานีไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก สถานีไฟฟ้าทำการยกระดับแรงดันที่ต้นทางขึ้นเพื่อจำหน่ายได้ในระยะไกล 2. ผลการตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าแบบรายครั้ง (Event) ได้พิจารณาผลของสถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์ที่มีเหตุการณ์ Vsag/Vswell มากที่สุดจาก 10 สถานี คือ สถานีไฟฟ้ากันทรลักษ์ พบว่าเกิดขึ้นทั้งหมด 274 ครั้ง โดยเทียบจากมาตรฐานด้านการวัด PQ SEMI F47 Vsag (แรงดันตก) จำนวน 55 ครั้ง และ ITIC Vsag (แรงดันตก) จำนวน 71 ครั้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่าแรงดันตกชั่วขณะและไฟดับชั่วขณะมีสาเหตุมาจากความผิดปกติในระบบไฟฟ้า โดยสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ปัญหาจากต้นไม้ ภัยธรรมชาติ เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] thailandindustry (2009) Momentary pressure drop problem April 5, 2013 http://ww w.thailandindustry.com (In Thai)

[2] voratep.pte (2009) Power outages, overpowers, power surges, how do you do it? April 5, 2020 https://www.perfectthai.net (In Thai)

[3] Huo Zheng Electric Manufacturing Co., Ltd. (2019) Voltage imbalance. April 5, 2013 http://th.electric-test.com (In Thai)

[4] DranetzHDPQ (2022) Dranetz hdpqUser Manual April 5, 2020 from www.Dranetz.com (In Thai)

[5] Ekawat Thongplew (2016) Power Quality Assessment of Distribution System in the Industry Area April 5, 2020 (In Thai)

[6] Antoni Klajn (2004) Standard EN 50160 Voltage April 5, 2013 https://powerquality.blog (In Thai)