

**กรณีศึกษา - CASE STUDY****การควบคุมคุณภาพไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรม****POWER QUALITY CONTROL IN AN INDUSTRIAL ESTATE****ABSTRACT**

THIS PAPER PRESENTED A METHODOLOGY TO CONTROL POWER QUALITY IN AN INDUSTRIAL ESTATE. A PROJECT WAS INITIATED TO REDUCE INTERRUPTIONS AND ENHANCE POWER QUALITY IN THE ESTATE. THE PROJECT FOCUSED ON DIMINISHING WEAK POINTS IN THE POWER DISTRIBUTION SYSTEM BY INSPECTING DISTRIBUTION LINES IN CUSTOMERS' AND UTILITY'S AREA. FROM SITE INSPECTION, NUMBERS OF SPECIAL EQUIPMENT TOGETHER WITH VISUAL INSPECTOR WERE USED TO INSPECT THE SYSTEM'S WEAK POINTS. ONCE THEY WERE OBSERVED, THE IMPROVING PROCESSES WOULD BE EXECUTED IN ORDER TO PROVIDE HIGH AVAILABILITY OF POWER TO CUSTOMERS. SINCE THE INDUSTRIAL ESTATE WERE VERY IMPORTANT CUSTOMERS, POWER SUPPLY SHOULD BE PROVIDED WITHIN THE UTILITY REGULATION TAKING INTO CONSIDERATION OF HIGH QUALITY AND LIMITED NUMBERS OF INTERRUPTIONS.

**บทคัดย่อ**

บทความนี้นำเสนอการควบคุมคุณภาพไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรมโดยการจัดทำแผนการสำรวจและบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบจ่ายไฟ เพื่อลดการเกิดไฟฟ้าดับและปรับปรุงระดับคุณภาพไฟฟ้าให้ดีขึ้น การควบคุมคุณภาพไฟฟ้าดำเนินการโดยการลดจุดเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดการลัดวงจรในระบบจ่ายไฟของการไฟฟ้า การลดจุดเสี่ยงจะใช้วิธีการตรวจหาคด้วยเครื่องมือเฉพาะร่วมกับการตรวจสอบด้วยสายตา เมื่อตรวจพบจึงทำการปรับปรุงแก้ไขและกำจัดจุดเสี่ยงนั้น เพื่อให้สามารถจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรมเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อการไฟฟ้า ดังนั้นคุณภาพไฟฟ้าจึงต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนดและเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับน้อยที่สุด

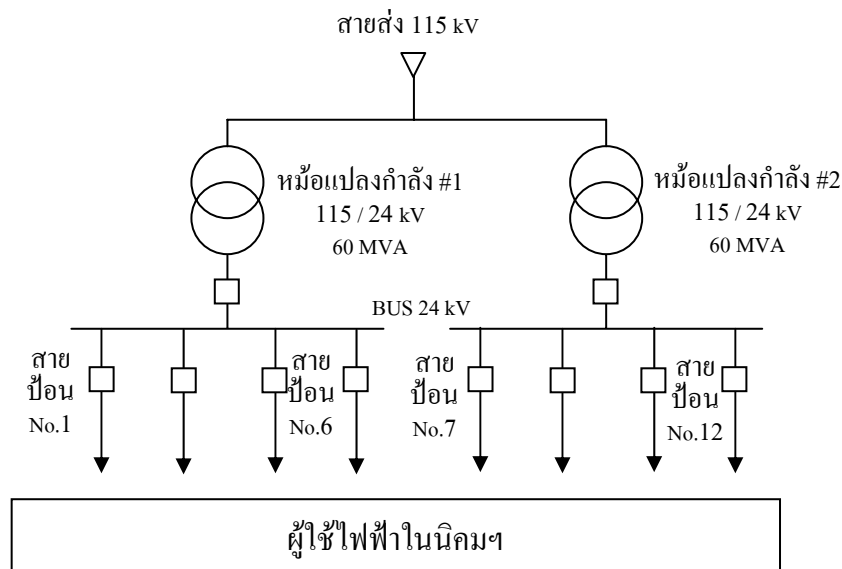
**1. ข้อมูลเบื้องต้น**

ผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมรับไฟฟ้าจากสายป้อนแรงดัน 24 kV ของสถานีไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ภายในนิคมฯ สถานีไฟฟ้างกล่าวจ่ายสายป้อนเพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าภายในนิคมฯ โดยไม่ได้จ่ายสายป้อนให้ผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นที่อยู่ภายนอกนิคมฯ หม้อแปลงไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้ามีขนาด 60 MVA จำนวน 2 ลูกซึ่งรับไฟจากสายส่งเดียวกันที่ระดับแรงดัน 115 kV โดยที่ Bus 24 kV ด้านแรงต่ำของหม้อแปลงฯ ไม่ได้เชื่อมถึงกัน

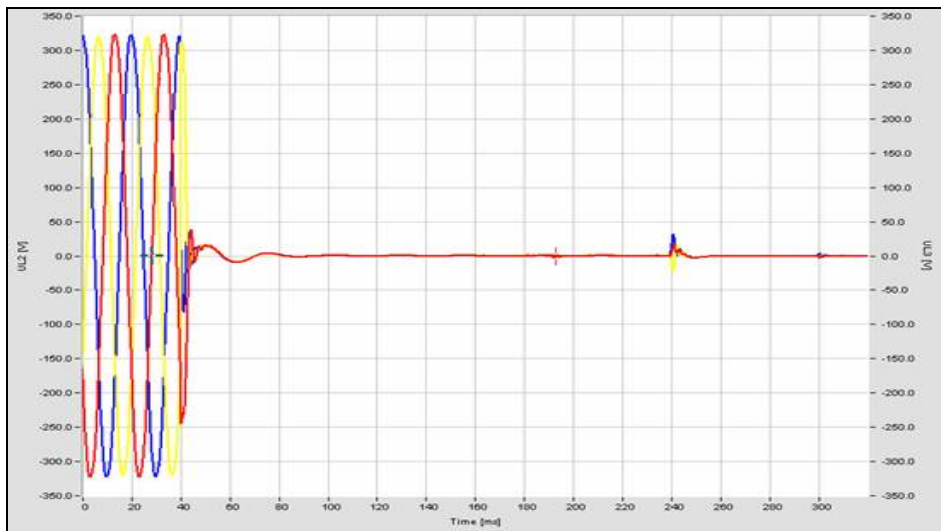
**2. ปัญหาและผลกระทบ**

จากการที่ผู้ใช้ไฟฟ้าในนิคมฯ มีจำนวนมาก เมื่อเกิดเหตุการณ์ลัดวงจรในสายป้อนหนึ่งๆผู้ใช้ไฟฟ้าที่รับไฟจากหม้อแปลงลูกเดียวกัน (รูปที่ 1) จะได้รับผลกระทบจากการเกิดแรงดันเปลี่ยนแปลงซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะด้วยกันคือ กรณีโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าต่อเชื่อมอยู่ในสายป้อนที่เกิดการลัดวงจร จะประสบกับเหตุการณ์

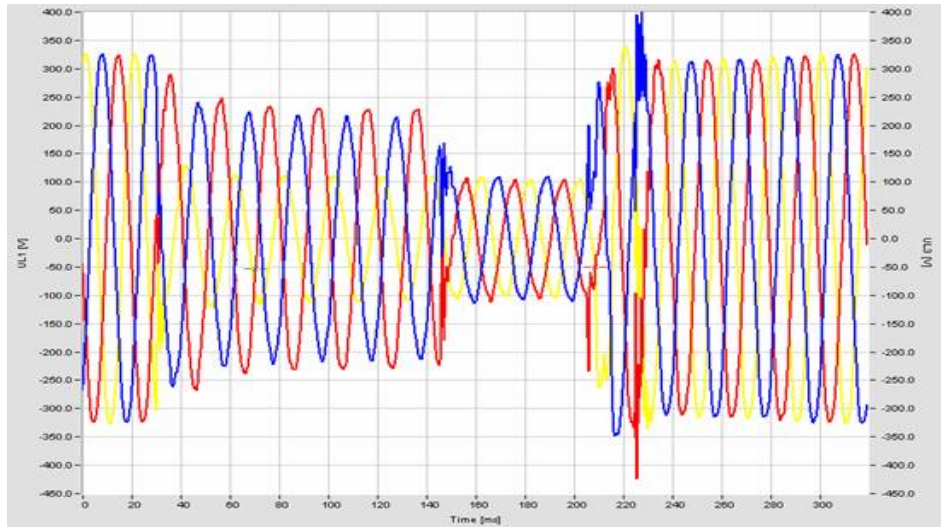
ไฟฟ้าดับ (รูปที่ 2) ซึ่งส่งผลให้เครื่องจักรของผู้ใช้ไฟฟ้าหยุดทำงาน และกรณีโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าต่อเชื่อมกับสายป้อนอื่นๆข้างเคียง จะประสบกับเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (รูปที่ 3) ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้ากรณีนี้ขึ้นอยู่กับระดับความอ่อนไหวของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ โดยทั่วไปแล้วจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ผลกระทบจากแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะจะมีมากกว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ผลกระทบจากไฟฟ้าดับ



รูปที่ 1 สถานีไฟฟ้าและระบบสายป้อน 24 kV ที่จ่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้านิคมฯ



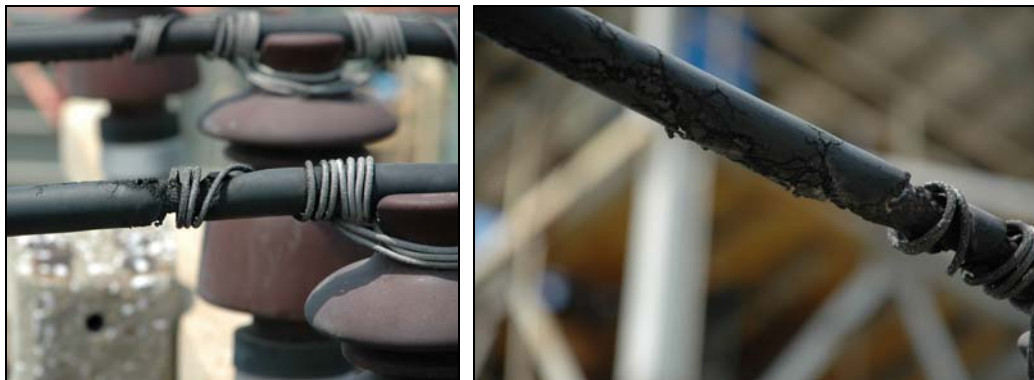
รูปที่ 2 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าขณะเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ



รูปที่ 3 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าขณะเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ

### 3. มูลค่าความเสียหาย

ผู้ใช้ไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการทำงานตลอด 24 ชม. การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในสายป้อนที่ช่วงเวลาใดๆ จึงส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและเกิดความเสียหายกับผู้ใช้ไฟฟ้าในกลุ่มนี้ทุกครั้งไป การไฟฟ้าได้รับการร้องเรียนจากผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทโรงงานผลิตกระป๋องอลูมิเนียมรายหนึ่งว่า ในกรณีที่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตัวชิ้นงานที่กำลังผลิตมีค่าไม่มากอยู่ที่ประมาณ 3,000 - 5,000 บาท/ครั้ง เท่านั้น แต่หากเกิดไฟฟ้าดับขึ้น มูลค่าความเสียหายจะมีค่าเพิ่มขึ้นสูงเป็นระหว่าง 100,000 - 200,000 บาท/ครั้ง ในส่วนของการไฟฟ้านั้นความเสียหายเป็นค่าเสียโอกาสในการขายไฟให้ผู้ใช้ไฟฟ้าซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 200 ล้านบาท/ปี



รูปที่ 4 การเสื่อมสภาพของฉนวนหุ้มสายที่ติดตั้งอยู่ใกล้ Cooling Tower

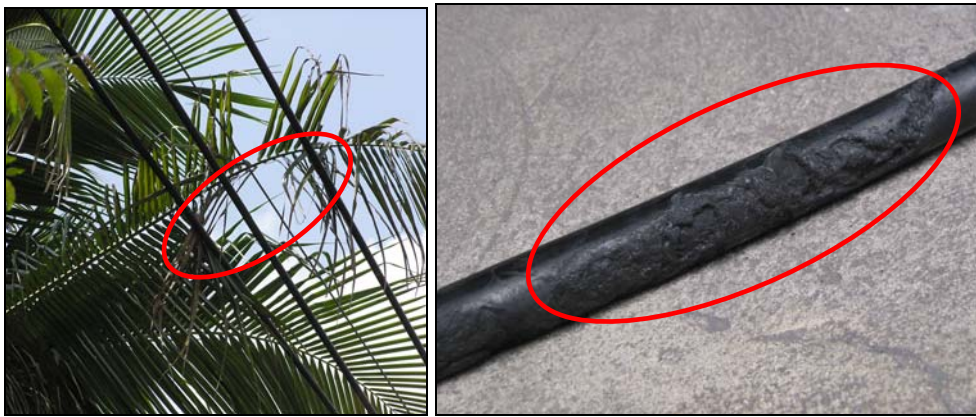
### 4. สาเหตุของปัญหา

สายป้อน 24 kV ที่การไฟฟ้าจ่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้าในนิคมฯ เป็นสายป้อนอากาศ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่สายไฟฟ้าซึ่งทำจากสายตัวนำที่มีฉนวนหุ้มภายนอก, อุปกรณ์รองรับและจับยึดต่างๆ (Insulator) และ อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงอื่นๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า, ล้อฟ้า และ ครอบฟิวส์ เป็นต้น เมื่อมีการใช้งานเป็น

ระยะเวลานานๆ อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะเสื่อมสภาพลงจนเป็นสาเหตุให้เกิดการลัดวงจรและทำให้มีไฟฟ้าดับเกิดขึ้น ระยะเวลาการเสื่อมสภาพดังกล่าวอาจเกิดเร็วขึ้นได้หากมีปัจจัยภายนอกมากระทบเช่น ความร้อน, ความชื้น, มลภาวะ เป็นต้น (ดังแสดงในรูปที่ 4)

## 5. การวิเคราะห์ปัญหา

การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ที่ใช้งานตามปกติโดยทั่วไปไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากเป็นไปตามอายุการใช้งาน การลดความเสี่ยงดังกล่าวจึงทำได้โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์เดิมทดแทนเมื่อใกล้ถึงระยะเวลาเสื่อมสภาพ หรือทำการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพให้ยาวนานขึ้น ร่วมกับหาวิธีการลดปัจจัยอื่นที่เร่งให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด เช่น ต้นไม้ที่สัมผัสสายไฟฟ้า (ดังรูปที่ 5) การติดตั้งที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด การใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เป็นต้น



รูปที่ 5 สายตัวนำสัมผัสต้นไม้ (ซ้าย) และสายเสื่อมสภาพจากการสัมผัสต้นไม้เป็นเวลานาน (ขวา)

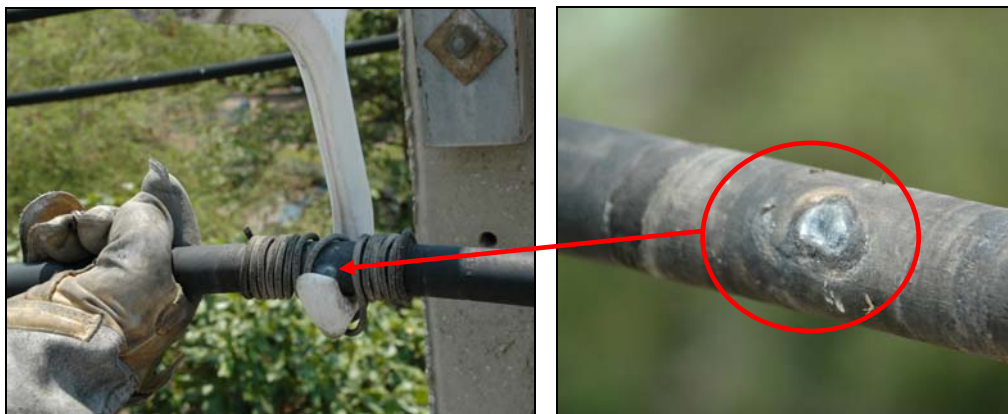
## 6. แนวทางการแก้ปัญหา

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. การเปลี่ยนอุปกรณ์ทดแทนเมื่อใกล้ถึงระยะเวลาที่คาดว่าจะเสื่อมสภาพหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าทดแทน จากการศึกษาพบว่าอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้งานในระบบมีอายุการใช้งานที่มีระยะเวลานาน ดังนั้นเพื่อความคุ้มค่าในการลงทุน การเปลี่ยนทดแทนจึงควรพิจารณาตามอาการของแต่ละอุปกรณ์ โดยใช้วิธีการตามข้อ 2 ที่จะแนะนำต่อไป ยกเว้น Spacer และ ลูกถ้วยชนิด Pin Type ซึ่งพบว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในระบบ 24 kV เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นฉนวนไฟฟ้าต่ำ และอัตราการเสื่อมสภาพเร็ว (Spacer ชนิด Ceramic บางรุ่นหลังจากติดตั้งเพียง 1-2 ปี จะสามารถสังเกตเห็นการเสื่อมสภาพของผิวส่วนนอก จนเหลือเฉพาะเนื้อฉนวนที่มีสีส้ม (รูปที่ 6) ได้อย่างชัดเจน) นอกจากนี้ยังเป็นอุปกรณ์ที่เกิดปรากฏการณ์ Partial Discharge ได้ง่าย ตัวอย่างเช่น บริเวณฉนวนหุ้มสายไฟ (รูปที่ 7) เมื่อเกิดปรากฏการณ์ Partial Discharge จะมีผลทำให้ฉนวนสายเสื่อมสภาพและอาจทำให้สายขาดได้เมื่อมีการลัดวงจรเกิดขึ้นในจุดนั้น



รูปที่ 6 ส่วนเคลือบสีเทาภายนอก Spacer หลุดลอก (ซ้าย) และเปลี่ยนเป็นสีส้มในเวลาต่อมา (ขวา)



รูปที่ 7 ตำแหน่ง Spacer ที่เกิด Partial Discharge (ซ้าย) จุดที่เริ่มเกิด Partial Discharge (ขวา)

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าจะใช้ลูกถ้วยชนิด Pin Post ที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนไฟฟ้าสูง, มีประวัติการใช้งานที่ดี และมีอัตราการเสื่อมสภาพอยู่ในระดับต่ำ นำมาติดตั้งแทน Spacer และ ลูกถ้วยชนิด Pin Type (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 การติดตั้งลูกถ้วย Pin Post (ซ้าย) แทน Spacer ในตำแหน่งที่ใช้งานอยู่เดิม (ขวา)

2. การตรวจหาจุดเสี่ยงหรือปัจจัยที่เร่งการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ โดยใช้วิธีการตรวจหาด้วยเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาเฉพาะร่วมกับการตรวจสอบด้วยสายตา เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องตรวจหา Partial Discharge ชนิดภาพ และชนิดเสียง (รูปที่ 9 และ 10) ที่สามารถตรวจหาและบ่งบอกสภาพความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งาน และเครื่องตรวจสอบความร้อน (รูปที่ 11 และ 12) ที่สามารถตรวจสอบสภาพจุดต่อที่เป็นโลหะต่างๆ ว่าอยู่ในสภาพปกติหรือมีความร้อนสูงเกินค่าใช้งาน ส่วนการตรวจสอบด้วยสายตา จะใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจ และมีประสบการณ์ สำหรับการตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์, การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐาน หรือ การชำรุดบกพร่องที่สามารถมองเห็นได้ เช่น ต้นไม้สัมผัสสายไฟฟ้า, สภาพความมั่นคงของลูกถ้วย, สภาพความสมบูรณ์ของโครงสร้างคอนกรีตหรือเสาปูน เป็นต้น และหลังจากตรวจพบจุดเสี่ยงแล้ว ก็จะทำการวางแผนงานเพื่อกำจัดหรือปรับปรุงแก้ไขจุดเสี่ยงนั้นต่อไป



รูปที่ 9 เครื่องตรวจหา Partial Discharge ชนิดเสียง

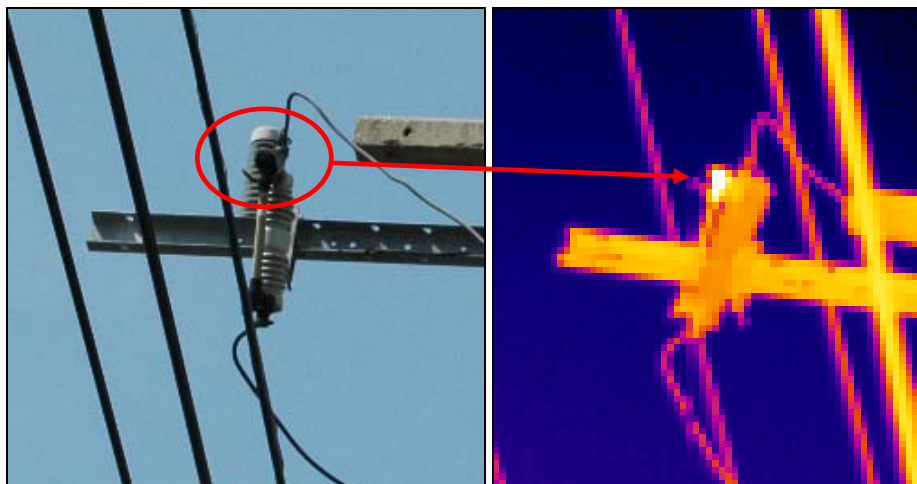


รูปที่ 10 เครื่องตรวจหา Partial Discharge ชนิดภาพ (ซ้าย)

ภาพ Partial Discharge ที่ตรวจพบกรณีต้นไม้สัมผัสสายไฟฟ้าที่มีฉนวนหุ้ม (ขวา)



รูปที่ 11 เครื่องตรวจจับความร้อน (ซ้าย) และการใช้งาน (ขวา)



รูปที่ 12 ผลการตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจจับความร้อน (เกิดจุดร้อนแดงที่หน้าสัมผัสฟิวส์ส่วนบน)

การดำเนินการทั้ง 2 หัวข้อ นอกจากจะต้องการจัดทำเป็นแผนงานชัดเจนแล้ว รอบการสำรวจตรวจสอบควรมีระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน/ครั้ง เพื่อให้สามารถตรวจพบและแก้ไขจุดเสี่ยงที่เกิดขึ้นใหม่หรือที่ยังไม่แสดงอาการอย่างทันที่วงที่จะเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในจุดดังกล่าว

### 7. ค่าใช้จ่ายในการแก้ปัญหา

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบหาจุดเสี่ยง (ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 20 วัน) ประมาณ 330,000 บาท ส่วนที่สองเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดจุดเสี่ยงทั้งหมด (ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 90 วัน) ประมาณ 665,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 995,000 บาท

### 8. สรุป

เมื่อเปรียบเทียบสถิติในรอบ 1 ปีก่อนและหลังดำเนินงาน พบว่าหลังดำเนินงานจำนวนการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในสายป้อนมีค่าลดลงมากถึง 22 % และทำให้การไฟฟ้าสามารถขายไฟได้เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาถึง

200 ล้านบาท จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแนวทางที่ดำเนินการไปนั้นถูกต้อง ผู้ใช้ไฟฟ้าในนิคมฯ ได้ใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพดีตามที่การไฟฟ้ามุ่งหวังไว้ และรวมถึงยังช่วยให้การไฟฟ้าสามารถขายไฟได้เพิ่มขึ้นซึ่งสะท้อนได้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องมากขึ้นและส่งผลโดยตรงต่อจำนวนสินค้าที่ผลิตได้มากขึ้นตามไปด้วย และเพื่อรักษาคุณภาพไฟฟ้าในนิคมฯ ให้ดีตลอดไป การไฟฟ้าควรต้องมีการกำหนดแผนงานที่ชัดเจนโดยการดำเนินงานตรวจหาและกำจัดจุดเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง