

โครงการศึกษาวิจัย

SFOM: SMART FIBER OPTIC MONITORING

สถาบันนวัตกรรม ทีโอที (นฐ.) บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

กรกฎาคม 2562

1. ความเป็นมาและสภาพปัญหา

สายเคเบิล OFC (Optical Fiber Cable) โครงข่ายหลักปกติทั่วไปติดตั้งด้วยสาย OFC ชนิด ADSS OFC (All-Dielectric Self-Supporting Single Mode Optical Fiber Cable) [1] โครงข่ายใดที่มีปัญหาสัตว์กัดแทะจะติดตั้งด้วยสาย OFC ชนิด ARSS OFC (Anti-Rodent Self Supporting Fiber Optic Cable) [2] จำนวนเส้นใยแก้วนำแสงของสาย OFC เริ่มจาก 12F จนถึง 312F ขึ้นกับการใช้งาน

นอกจากปัญหาสัตว์กัดแทะสาย OFC แล้วยังมีอีกปัญหาหนึ่งคือไฟไหม้โครงข่ายสาย OFC จากไฟไหม้ทุ่งหญ้า ทุ่งข้าวโพด พุ่มไม้ หรือวัสดุริมทางที่มักมีไฟไหม้ช่วงหน้าแล้ง เปลวไฟที่ไหม้ได้แนวสาย OFC ส่งผลกระทบต่อสาย OFC ที่ติดตั้งตามแนวเสาไฟฟ้าด้านบนและจากความร้อนที่มาจากความบกพร่อง (Fault) ของระบบสายส่งไฟฟ้า

สาย OFC ทั้งชนิด ADSS OFC และ ARSS OFC เปลือกหุ้มภายนอก (Cable Sheath) มาตรฐานกำหนดใช้วัสดุ HDPE (High Density Polyethylene) เมื่อไฟไหม้เปลือกจะลามไฟ จากปัญหาไฟไหม้โครงข่ายสาย OFC ที่รุนแรงขึ้นทุกปี สถาบันนวัตกรรม ทีโอที (นฐ.) ร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องศึกษาวิจัยหาแนวทางลดปัญหาจากไฟไหม้สาย OFC ผลการศึกษาได้ออกแบบสาย OFC ทนไฟ FRSS OFC (Fire Resistant Self-Supporting Single Mode Optical Fiber Cable) แก้ปัญหาสาย OFC เสียหายจากไฟไหม้ข้างต้น

คุณสมบัติสาย FRSS OFC สามารถป้องกันไฟไหม้และสัตว์กัดแทะ กรณีไฟไหม้รุนแรงต่อเนื่องไม่เกิน 90 นาที สาย FRSS OFC ต้องสามารถให้บริการได้ตามปกติอย่างน้อย 7 วัน สนับสนุนพนักงานซ่อมบำรุงมีเวลาเตรียมตัว ไม่ต้องเตรียมความพร้อมตลอดเวลาเมื่อเกิดเหตุไฟไหม้สาย OFC ยกระดับการรับประกันคุณภาพบริการ SLA (Service Level Agreement)

ต้นแบบสาย FRSS OFC ผลการทดสอบหั่วข้อการทนต่อเปลวไฟในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน IEC 60331-21 เปลวไฟแนวระดับ (Resistance to fire Alone Test, Apply for IEC 60331-11/25) เผาต้นแบบสาย FRSS OFC แนวนอนในตู้ด้วยเปลวไฟที่อุณหภูมิ 750°C ต่อเนื่อง 90 นาที ด้วยแก๊สโพรเพน (Propane) ตามมาตรฐานที่กำหนด (ปิดหัว Burner) ทิ้งไว้ 15 นาที ตลอดการทดสอบวัด Attenuation Change เส้นใยแก้วนำแสงด้วย Power Meter ตลอดการทดสอบ

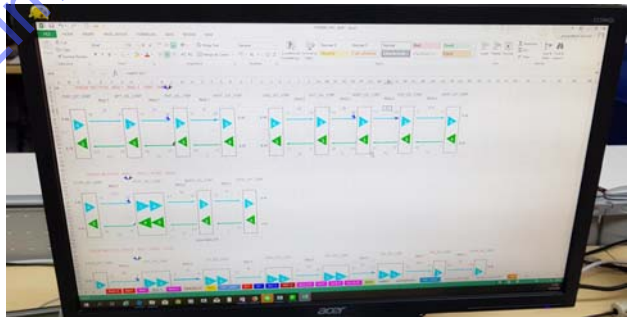
ผลการวัดค่า Loss เส้นใยแก้วนำแสงตลอดการทดสอบ 90 นาที พบว่าค่า Loss สูงสุด 0.699 dB . เมื่อครบ 90 นาที จากนั้นดับเปลวไฟทิ้งไว้อีก 15 นาที ค่า Loss เพิ่มขึ้นวัดได้สูงสุด 1.216

dB. (เพิ่มขึ้น 0.517 dB.) วัดค่า Loss เก็บข้อมูลต่อเนื่องอีก 15 นาที (รวม 30 นาที) ค่า Loss สวิตช์เล็กน้อยระหว่าง 1.214-1.222 dB. เส้นใยแก้วนำแสงสามารถส่งสัญญาณต่อเนื่องได้ตามปกติ

โครงข่ายสาย OFC ที่มีปัญหาไฟไหม้ซ้ำซากส่วนมากจะพาดผ่านทุ่งหญ้า ป่าเขาหรือเขตที่ไม่มีผู้พักอาศัย โครงข่ายสาย OFC ปกติทั่วไปที่ติดตั้งด้วยสาย ADSS OFC หรือสาย ARSS OFC จะทราบในกรณีไฟไหม้จากโครงข่ายนั้น ๆ ขาดการติดต่อ (Link ล่ม) จากคุณสมบัติของสาย FRSS OFC กรณีไฟไหม้ไม่รุนแรงสาย FRSS OFC ต้องสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ตามปกติ

กรณีไฟไหม้อย่างรุนแรงแต่ต่อเนื่องไม่เกิน 90 นาที สาย FRSS OFC สามารถให้บริการได้ตามปกติอย่างน้อย 7 วัน ซึ่งจะทราบถึงความรุนแรงของไฟไหม้จากค่า Loss ของเส้นใยแก้วนำแสงที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นโครงข่ายที่นำสาย FRSS OFC ไปติดตั้งใช้งานจำเป็นต้องมีระบบเฝ้าระวังตรวจสอบค่า Loss ตลอดเวลา ทั้งนี้โครงข่ายหลักสาย OFC ของ บมจ.ทีโอที หน่วยงานสื่อสารสัญญาณ (ญบ.) รับผิดชอบวางโครงข่ายสาย OFC โดยมีส่วนปฏิบัติการสื่อสารสัญญาณ (สญบ.) รับผิดชอบ

สญบ. ดูแลเฝ้าระวังโครงข่ายหลักทั่วประเทศด้วยเทคโนโลยี OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) จัดซื้อระบบจากบริษัททั้ง Hardware และ Software เป็นระบบปิดไม่สามารถเข้าไปแก้ไขตัดแปลงก่อนได้รับอนุญาตจากบริษัท มีศูนย์บัญชาการที่สำนักงานใหญ่ บมจ.ทีโอที แจ้งวัฒนะ ปฏิบัติงาน 24X7 ตามภาพประกอบที่ 1.



ภาพประกอบที่ 1. ศูนย์บัญชาการ สญบ. ที่สำนักงานใหญ่ บมจ.ทีโอที แจ้งวัฒนะ ปฏิบัติงาน 24X7



NMS_สื่อสารสัญญาณ

สื่อสารสัญญาณ * OFC
ขาดPTY-LBG(ททยา-
แหลมฉบัง) ขาดห่างจาก
PTY 1.2257km กระทบท
CTH(Ring CBI),
TNEP(ProvL10),
Huawei(BB : North),
BBIP(Homing:CBI-PRI)
วงจรไม่ขาดการติดต่อ
16-6-62 10.45

10.45 น.



NMS_สื่อสารสัญญาณ

สื่อสารสัญญาณ * OFC
ขาดSPB-
ATG(สุพรรณบุรี-
อ่างทอง) กระทบท CTH(
Ring AYA), BBIP(
Homing AYA2-NPT)
วงจรไม่ขาดการติดต่อ
16-6-62 12.03

12.04 น.

ภาพประกอบที่ 2. เมื่อสาย OFC ขาดระบบจะแจ้งเหตุผ่านระบบ Line Mobile

สญบ. ภายใต้สังกัดหน่วยงานสื่อสัญญาณมีระบบเฝ้าระวังโครงข่ายหลักทั่วประเทศด้วยเทคโนโลยี OTDR เมื่อโครงข่ายสาย OFC เส้นทางใดขาด ระบบจะแจ้งเหตุเส้นทางและระยะที่ขาดมายังศูนย์บัญชาการที่สำนักงานใหญ่ บมจ.ทีโอที แจ้งวัฒนะ

เนื่องจากระบบเฝ้าระวังระบบ OTDR ไม่สามารถแจ้งเหตุต่อพนักงานที่รับผิดชอบในพื้นที่ด้วยระบบอัตโนมัติ (Automatic) ได้ ผู้เกี่ยวข้องไม่สามารถเข้าไปดัดแปลงแก้ไข Software ของระบบได้ (ถ้าต้องการแจ้งเตือนอัตโนมัติอาจต้องจัดซื้อระบบเพิ่มเติม) ดังนั้นเมื่อได้รับแจ้งเหตุ ต้องมีพนักงานเฝ้าระวัง 24X7 เพื่อคัดลอกข้อมูลแจ้งเหตุส่งต่อให้พนักงานที่รับผิดชอบผ่านระบบ Line Mobile ตามภาพประกอบที่ 2. ระบบเฝ้าระวังสาย OFC ของ สญบ. ครอบคลุมร้อยละ 80 ของโครงข่ายสาย OFC หลักทั่วประเทศของ บมจ.ทีโอที (พ.ศ. 2562)

ต้นแบบสาย FRSS OFC กรณีไฟไหม้รุนแรงต่อเนื่องไม่เกิน 90 นาที ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการเส้นใยแก้วนำแสงค่า Loss เพิ่มขึ้น 1.222 dB. เส้นใยแก้วนำแสงสามารถส่งสัญญาณต่อเนื่องได้ตามปกติ เป้าหมายที่กำหนดสาย FRSS OFC ต้องสามารถให้บริการได้ตามปกติอย่างน้อย 7 วัน กรณีไฟไหม้เล็กน้อยเปลวไฟต้องไม่สร้างความเสียหายกับสาย FRSS OFC ดังนั้นโครงข่ายที่นำสาย FRSS OFC ไปติดตั้งใช้งานจำเป็นต้องมีระบบเฝ้าระวังค่า Loss ของเส้นใยแก้วนำแสงโครงข่ายสาย OFC นั้น ๆ เพื่อเฝ้าระวังความรุนแรงของไฟไหม้กระทบต่อสาย FRSS OFC ในระดับใด

ระบบเฝ้าระวังด้วย OTDR ข้างต้นข้อมูลจัดซื้อระบบ OTDR เมื่อปี พ.ศ. 2552 ราคาเส้นทางละ 2 ล้านบาท (ไม่สามารถดัดแปลงแก้ไข Software ของระบบ) ถ้านำมาเฝ้าระวังโครงข่ายสาย FRSS OFC ราคาต่อเส้นทางสูง ขาดความคล่องตัวในการประยุกต์ Software

บมจ.ทีโอที มอบหมายให้ น.ธ. สังกัดสำนักสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐาน (ฐ.) หน่วยธุรกิจโครงสร้างพื้นฐาน (BU1) ศึกษาวิจัยแก้ปัญหาไฟไหม้สาย OFC ผลการศึกษาวิจัยได้พัฒนาออกแบบสาย FRSS OFC ผลการศึกษาวิจัยได้ผลิตต้นแบบสาย FRSS OFC ผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อความสมบูรณ์ในการศึกษาวิจัยที่ทีมงานอยู่ระหว่างติดตั้งสายต้นแบบ FRSS OFC เพื่อเก็บข้อมูลภาคสนาม จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สายต้นแบบ FRSS OFC จำเป็นต้องมีระบบเฝ้าระวังตรวจสอบค่า Loss ตลอดเวลา ดังนั้นทีมงานร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์ระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC ในตลาด มาออกแบบ ดัดแปลง ประยุกต์ นำระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC ที่ใช้งานอยู่แล้ว มาเฝ้าระวังค่า Loss รองรับการใช้งานสาย FRSS OFC พร้อมหารื้อส่วนงาน สญบ. ที่มีระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC อยู่แล้ว ป้องกันหน้าที่รับผิดชอบและการลงทุนซ้ำซ้อนภายใน บมจ.ทีโอที

2. วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้ ออกแบบระบบ SFOM (Smart Fiber Optic Monitoring) เพื่อเฝ้าระวังค่า Loss โครงข่ายสาย OFC ที่ติดตั้งด้วยสาย FRSS OFC ด้วยวิธีคัดเลือก

ผลิตภัณฑ์ในตลาด และ/หรือ ออกแบบ ดัดแปลง ประยุกต์ ประสานงานนำระบบเส้นใยแก้วนำแสงที่ฝังใน OFC ที่ใช้งานอยู่แล้วป้องกันหน้าที่รับผิดชอบและการลงทุนซ้ำซ้อนภายใน บมจ.ทีโอที

ระบบ SFOM ต้องทำงานด้วยตัวเองโดยอัตโนมัติตลอดเวลา 24X7 ราคาถูก ติดตั้งระบบ SFOM กับโครงข่ายได้ง่าย สามารถพึ่งพาหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอก บมจ.ทีโอที แต่เนื้องานหลัก ๆ เช่น การแก้ไขดัดแปลง Software ทีมงานของ บมจ.ทีโอที ต้องสามารถดำเนินการได้ด้วยตัวเอง

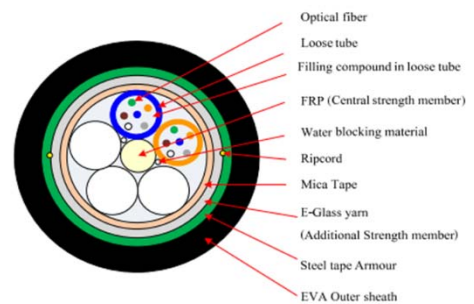
ระบบ SFOM ต้องสามารถเผื่อวงจรมูลค่า Loss ที่เปลี่ยนแปลงของเส้นใยแก้วนำแสงที่ฝังในวงจรมูลค่า Loss การเปลี่ยนแปลงและเมื่อค่า Loss เปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าที่กำหนด ระบบต้องสามารถแจ้งเหตุกับผู้เกี่ยวข้องผ่านระบบ Network ทราบอย่างรวดเร็ว เช่น แจ้งเหตุผ่าน E-Mail, Mobile หรือ Line Mobile เป็นต้น

3. วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

- 1) ประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีระบบเส้นใยแก้วนำแสงที่ฝังใน OFC
- 2) ศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ระบบเส้นใยแก้วนำแสงที่ฝังใน OFC ในตลาด
- 3) สรุปรายชื่อเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์หรือหาแนวทางแก้ปัญหา
- 4) ออกแบบอุปกรณ์ และ/หรือ วิธีการที่เหมาะสม
- 5) ทดสอบต้นแบบฯ และ/หรือ วิธีการที่เหมาะสมที่คัดเลือกแล้วภาคสนาม
- 6) เก็บบันทึกข้อมูลการใช้งาน ปัญหาและแนวทางแก้ไข
- 7) สรุปลงและนำเสนอผลงานวิจัยต่อผู้บริหารเพื่อขยายผลนำไปใช้งานต่อไป

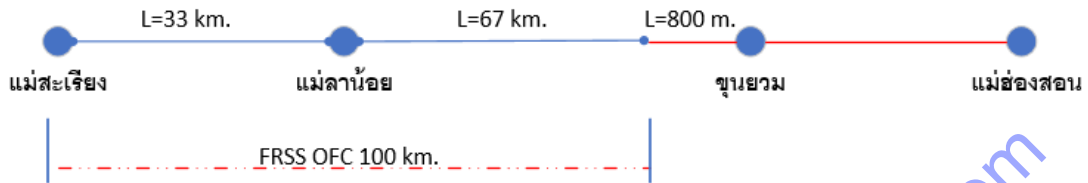
4. ปัญหาภาคสนามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาโครงข่ายสาย OFC ขำรุดเสียหายจากไฟไหม้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องวิจัยพัฒนา ออกแบบสาย FRSS OFC ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดพร้อมนำสาย FRSS OFC ตามภาพประกอบที่ 3. ไปทดลองติดตั้งใช้งานภาคสนาม (Field Trial)



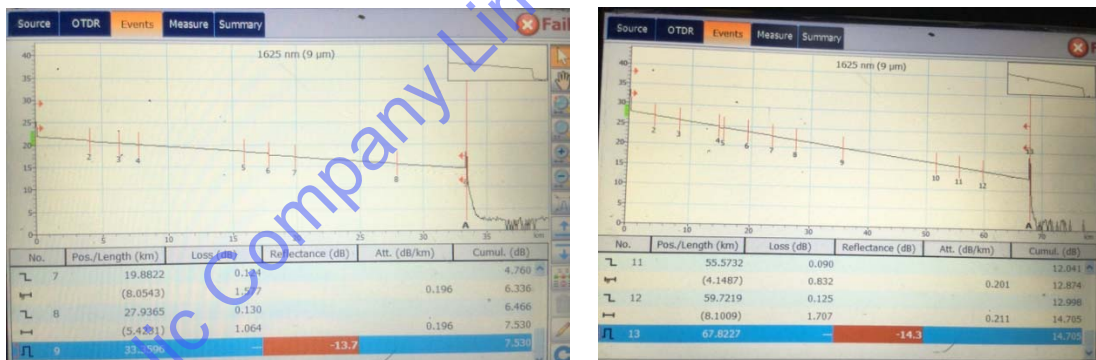
ภาพประกอบที่ 3. ต้นแบบสาย FRSS OFC

คัดเลือกจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่มีปัญหาเรื่องไฟไหม้สาย OFC อย่างรุนแรงช่วงหน้าแล้งทุกปี ระยะทาง 100 กิโลเมตร เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” ระยะทาง 33 กิโลเมตร และเส้นทาง “แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ระยะทาง 67 กิโลเมตร ตามภาพประกอบที่ 4. เป็นเส้นทางนำร่อง



ภาพประกอบที่ 4. ผังการติดตั้งสาย FRSS OFC เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย-ขุนยวม”

เริ่มติดตั้งสาย FRSS OFC เดือนธันวาคม 2561 แล้วเสร็จเดือนกุมภาพันธ์ 2562 สภาทนายประเทศเส้นทางติดตั้งสาย FRSS OFC เป็นเนินเขา เสาไฟฟ้าปักขนานคดเคี้ยวโค้งไปตามแนวถนน บางช่วงที่ผ่านเนินเขาที่ถนนคดเคี้ยวมากการไฟฟ้าจะปักเสาเป็นแนวตรงข้ามเนินเขา ณ จุดนั้น จากการสำรวจและสอบถามพนักงานในพื้นที่ ช่วงที่ผ่านเนินเขากการไฟฟ้าต้องปักเสาไฟฟ้าคู่เพื่อรับแรงดึงระหว่างช่วงเสาซึ่งช่วงระยะห่าง 250 ถึง 300 เมตร



ภาพประกอบที่ 5. เครื่องวัด OTDR แสดงระยะและค่า Loss เส้นทางติดตั้งสาย FRSS OFC

หลังติดตั้งสาย FRSS OFC เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” ระยะทาง 33 กิโลเมตร และเส้นทาง “แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ระยะทาง 67 กิโลเมตร ขั้นตอนตรวจรับต้องส่งมอบงานโดยตรวจวัดโครงข่ายสาย FRSS OFC ด้วยเครื่องวัด OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) ผลค่า Loss รวมได้ตามมาตรฐานที่กำหนดทั้ง 2 เส้นทางตามภาพประกอบที่ 5.

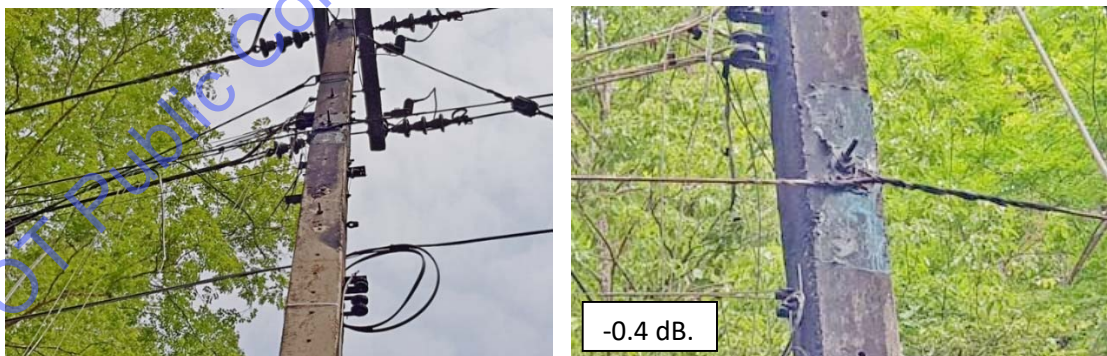
หลังติดตั้งสาย FRSS OFC ไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ทีมจังหวัดแม่ฮ่องสอนแจ้งมีเหตุไฟไหม้ได้แนวสาย OFC เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” วันที่ 1 มีนาคม 2562 ตามภาพประกอบที่ 6. และประมาณกลางเดือนมีนาคม 2562 อีก 2 จุด (รวม 3 จุด) สาย FRSS OFC สามารถให้บริการต่อเนื่อง

เมื่อวัดค่า Loss ด้วยเครื่องวัด OTDR พบว่าค่า Loss เพิ่มขึ้น 1-2 dB. ขณะที่สาย OFC ของผู้ให้บริการรายอื่นชำรุดเสียหายทั้งหมด



ภาพประกอบที่ 6. ตำแหน่งไฟไหม้สาย FRSS OFC จุดแรก

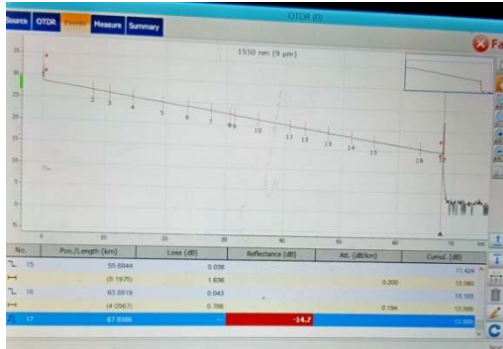
สำรวจตำแหน่งไฟไหม้จุดที่ 2 ห่างจากจุดแรกไปทางชุมสายแม่สะเรียง 3 กิโลเมตร สภาพภูมิประเทศเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ ช่วงเสาห่างประมาณ 40 เมตร บนยอดเสาไฟฟ้าเป็นจุดเชื่อมสายระบบสายส่งไฟฟ้าจากสายเปลือยมาเป็นสายหุ้มฉนวน ทราบจากทีมจังหวัดแม่ฮ่องสอนสาเหตุไฟไหม้เกิดจากระบบไฟฟ้าบกพร่อง สาย OFC ทุกเส้นที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้านี้ถูกไฟเผาไหม้ร่วงจากเสาไฟฟ้าทั้งหมด ยกเว้นสาย FRSS OFC ปรากฏคราบเขม่าดำที่เปลือกหุ้มแต่สภาพของเปลือกหุ้มปกติ ตำแหน่งนี้เกิดเหตุไฟไหม้มาประมาณเดือนเศษตามภาพประกอบที่ 7.



ภาพประกอบที่ 7. ตำแหน่งเสาไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าบกพร่องเกิดประกายไฟไหม้มากจากแกนเสา

หลังทราบจากทีมงานจังหวัดแม่ฮ่องสอนสาย FRSS OFC ที่ติดตั้งใช้งานมีเหตุไฟไหม้สาย FRSS OFC แล้ว 3 จุดสาย OFC ทุกเส้นบนเสาไฟฟ้าเดียวกันเสียหายทุกเส้นยกเว้นสาย FRSS OFC และเหตุไม่ล้มทับ 2 จุดสาย OFC ทุกเส้นชำรุดเสียหายทั้งหมด (สาย FRSS OFC ออกแบบให้รองรับแรงดึง

แบบทำลายไม่เกิน 5,000 Newton) ทีมงานได้เดินทางขึ้นไปเก็บข้อมูลจุดที่เกิดไฟไหม้สาย FRSS OFC ระหว่างวันที่ 11 – 16 พฤษภาคม 2562



ภาพประกอบที่ 8. วัดค่า Loss โครงข่ายสาย FRSS OFC นำมาเปรียบเทียบกับแบบแปลนข่ายสาย

ผังการติดตั้งสาย FRSS OFC ตามภาพประกอบที่ 4. ชุมสายแม่ลำน้อยเป็นจุดกลาง เพื่อเปรียบเทียบค่า Loss “ก่อน-หลัง” ไฟไหม้สาย FRSS OFC เส้นทางนำร่อง วัดค่า Loss โครงข่ายสาย FRSS OFC ด้วยเครื่องวัด OTDR จากชุมสายแม่ลำน้อยไปยังปลายทางทั้ง 2 ด้าน จากนั้นนำค่า Loss ที่วัดได้มาเทียบกับแบบแปลนข่ายสายว่าค่า Loss ใดที่ปรากฏเป็นค่าที่ตำแหน่งหัวต่อเคเบิลหรือเป็นค่า Loss ที่เพิ่มขึ้นมาใหม่จากหัวต่อที่เพิ่มขึ้น จากจุดไฟไหม้สาย FRSS OFC หรือปัจจัยอื่น ๆ

ผลการวัดค่า Loss เส้นทางแม่ลำน้อยไปแม่สะเรียง พบว่า Loss เพิ่มขึ้น 3 จุดรวม 1.4 dB.

- ระยะประมาณ 15 กิโลเมตร เจอค่า Loss เพิ่มขึ้น 0.3 dB.
- ระยะประมาณ 17 กิโลเมตร เจอค่า Loss เพิ่มขึ้น 0.4 dB.
- ระยะประมาณ 19 กิโลเมตร เจอค่า Loss เพิ่มขึ้น 0.7 dB.

เส้นทางแม่ลำน้อย ไปชุมยวม พบว่า Loss เพิ่มขึ้น 2 จุด (ตำแหน่งหัวต่อที่ตัดซ่อม)

- ที่ระยะประมาณ 30 กิโลเมตร เจอค่า Loss เล็กน้อยจากหัวต่อที่ตัดซ่อมด้วยสาย ARSS OFC ระยะ 200 เมตร

สรุปผลการเก็บข้อมูลสาย FRSS OFC เส้นทางนำร่อง “แม่สะเรียง-แม่ลำน้อย-ชุมยวม” ระยะทางรวม 100 กิโลเมตร หลังติดตั้งใช้งานได้รับแจ้งจากพื้นที่ว่าเกิดเหตุไฟไหม้สาย FRSS OFC วันที่ 1 มีนาคม 2562 เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลำน้อย” สาย OFC ทุกเส้นบนเสาไฟฟ้าที่ติดตั้งร่วมกันเสียหายทั้งหมด ยกเว้นสาย FRSS OFC ยังใช้งานได้ตามปกติ (วันที่เก็บข้อมูลสายถูกไฟไหม้มาแล้ว 2 เดือน 14 วัน) สรุปสาย FRSS OFC ไฟไหม้ 3 จุด (ยังสามารถใช้งานต่อได้ตามปกติ) เสาล้มทับ 2 จุด (เสียหายต้องตัดซ่อม)

พื้นที่ที่ทราบเหตุเพลิงไหม้จากผู้ให้บริการรายอื่นที่สาย OFC ขาดจากเหตุไฟไหม้หรือจากสาย OFC ของ บมจ.ทีโอที เองที่ใช้งานร่วมบนเสาไฟฟ้านั้น ๆ ยังไม่มีระบบเฝ้าระวังค่า Loss หรือสายขาด

ในอนาคตเมื่อขยายผลการใช้งานสาย FRSS OFC จำเป็นต้องมีระบบเฝ้าระวังค่า Loss โดยโครงข่ายใดมีระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC ของ สมุย. อยู่แล้วก็อาศัยระบบของ สมุย. โครงข่ายใดยังไม่มีระบบเฝ้าระวังใด ๆ ที่ทีมงานต้องออกแบบระบบ SFOM (Smart Fiber Optic Monitoring) มารองรับ

5. ออกแบบระบบเฝ้าระวัง SFOM (Smart Fiber Optic Monitoring)

ระบบ SFOM เพื่อเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC มีหลัก ๆ 2 รูปแบบ คือระบบ IP และ OTDR ต่างมีจุดเด่นจุดด้อย รายละเอียดดังนี้

รูปแบบแรกวางอุปกรณ์ IP (Internet Protocol) ต้นทาง-ปลายทาง ออกแบบระบบให้อุปกรณ์ IP สื่อสารถึงกันเพื่อเฝ้าระวังสถานะที่สำคัญของ Link นั้น ตรวจสอบค่า Loss ตรวจสอบความต่อเนื่องของ Link อุปกรณ์ IP ที่นิยมนำมาประยุกต์คือ Mikrotik มีจุดเด่นคือราคาไม่แพง สามารถเขียน Software ควบคุมได้ง่าย จุดด้อยคือไม่สามารถแจ้งระยะสาย OFC ขาดได้และต้องใช้เส้นใยแก้วนำแสง (Dark Fiber) 1 เส้นเพื่อรองรับระบบนี้

รูปแบบที่ 2. เทคโนโลยี OTDR อาศัยหลักการการสะท้อนของแสงเชิงเวลา เปรียบเทียบเวลาระหว่างพัลส์ที่ส่งไปและพัลส์ที่ได้รับจากการสะท้อนกลับ นำมาคำนวณหาความยาวของสาย OFC นำมาคำนวณค่า Loss ของเส้นใยแก้วเส้นนั้น มีจุดเด่นคือเทคโนโลยี OTDR สามารถรู้ค่า Loss รู้ตำแหน่งที่สาย OFC ขาด เส้นใยแก้วนำแสงที่นำมาใช้กับระบบเฝ้าระวัง สามารถใช้งานกับเส้นใยแก้วนำแสงที่ใช้งาน (Active Fiber) หรือเส้นใยแก้วนำแสงที่ไม่ได้ใช้งาน (Dark Fiber) ด้วยวิธีคัดเลือกความยาวคลื่นแสง (λ) ที่เหมาะสม ติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะตำแหน่งต้นทางเพียงจุดเดียว จุดด้อยคือระบบราคาสูง

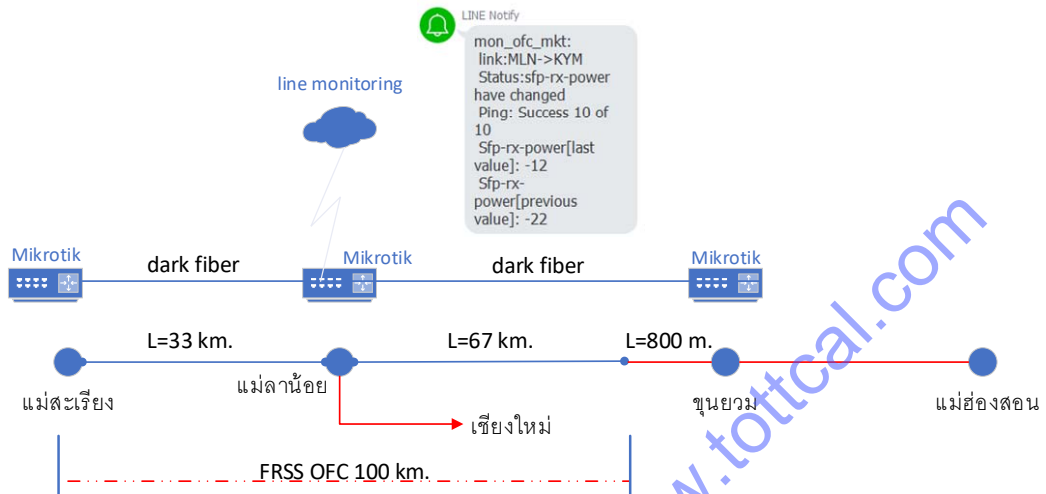
5.1 ระบบ SFOM ด้วยอุปกรณ์ Mikrotik

ระบบ SFOM ทั้ง 2 รูปแบบมีจุดเด่นจุดด้อยต่างกัน เนื่องจากโครงการติดตั้งสาย FRSS OFC นำร่องจังหวัดแม่ฮ่องสอน ไม่ได้ตั้งงบประมาณรองรับระบบเฝ้าระวังเพื่อออกแบบรองรับระบบ SFOM ทั้ง 2 รูปแบบให้พื้นที่พิจารณาเลือกใช้ตามความต้องการ เบื้องต้นทีมงานได้ออกแบบระบบ SFOM รูปแบบแรกด้วยอุปกรณ์ Mikrotik พร้อมเขียน Software ควบคุม ติดตั้งใช้งานชั่วคราวเพื่อเฝ้าระวังโครงข่ายสาย FRSS OFC นำร่องเร่งด่วนชั่วคราวก่อนทางงบประมาณนำเทคโนโลยี OTDR มาปรับเปลี่ยนต่อไป

ระบบ SFOM ที่ใช้อุปกรณ์ Mikrotik มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถนำเส้นใยแก้วนำแสงที่นำมา Monitor ไปให้บริการได้และต้องติดตั้งอุปกรณ์ Mikrotik ต้นทางปลายทาง กรณีไฟฟ้าดับไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าสาเหตุมาจากสาย FRSS OFC ขาดหรือไฟฟ้าดับจำเป็นต้องมีเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS: Uninterruptible Power Supply) เพื่อความเสถียรของระบบ

สาย FRSS OFC เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ระยะทาง 100 กิโลเมตร มีชุมสายแม่ลาน้อยเป็นจุดกลางและมีโครงข่าย OFC รองรับ 2 เส้นทาง กรณีโครงข่าย OFC เส้นทางใด

เส้นทางหนึ่งขาดยังมีเส้นสำรอง ภาพรวมระบบ SFOM เส้นทางนี้ใช้โครงข่าย IP ด้วยอุปกรณ์ Mikrotik รายละเอียดตามผังภาพประกอบที่ 9.



ภาพประกอบที่ 9. ผังระบบ SFOM ด้วยอุปกรณ์ Mikrotik เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย-ขุนยวม”

เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ข้อมูลจากพื้นที่ปัญหาไฟไหม้เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” ระยะทาง 33 กิโลเมตร เกิดเหตุไฟไหม้สาย OFC มาแล้ว 3 ครั้ง สาย OFC ที่แขวนบนเส้นทางเดียวกันเสียหายทั้งหมดยกเว้นสาย FRSS OFC ยังสามารถให้บริการต่อเนื่องได้ตามปกติ ค่า Loss เพิ่มขึ้น 3 จุดรวม 1.4 dB. ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการค่า Loss ต่อจุดสูงสุด 1.2 dB. ดังนั้นกรณีค่าต่อจุด Loss มากกว่า 1.2 dB. ต้องตรวจสอบจุดที่ไฟไหม้สาย FRSS OFC ดูภาพรวมและฝ้าระวังค่า Loss อย่างใกล้ชิด ถ้าเมื่อไรค่า Loss สวิงหรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเป็นนัยยะสำคัญ ต้องรีบตัดซ่อมสาย OFC ช่วงนี้โดยด่วน

เส้นทาง “แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ระยะทาง 67 กิโลเมตร สภาพพื้นที่โครงข่ายสาย OFC พาดผ่านชุมชน หลังติดตั้งสาย FRSS OFC ไม่มีปัญหาไฟไหม้สาย OFC เกิดขึ้นเลย แต่มีปัญหาต้นไม้ล้มทับเป็นเหตุให้สาย FRSS OFC ขาดจำนวน 2 ครั้ง พื้นที่ตัดซ่อมโดยนำสาย ARSS OFC มาคร่อมจุดละประมาณ 200 เมตร ค่า Loss ทั้ง 2 จุด ณ ตำแหน่งหัวต่อที่ตัดซ่อม เครื่องมือ OTDR เจอค่า Loss ตำแหน่งหัวต่อเพิ่มมา 4 จุด (ตำแหน่งตัดซ่อมจะมีหัวต่อเพิ่มขึ้นมา 2 หัวต่อ) ค่า Loss ที่เจอที่เพิ่มน้อยกว่าค่ามาตรฐานการเชื่อมต่อด้วยเครื่อง Fusion (มาตรฐานกำหนด Splice < 0.05 dB.)

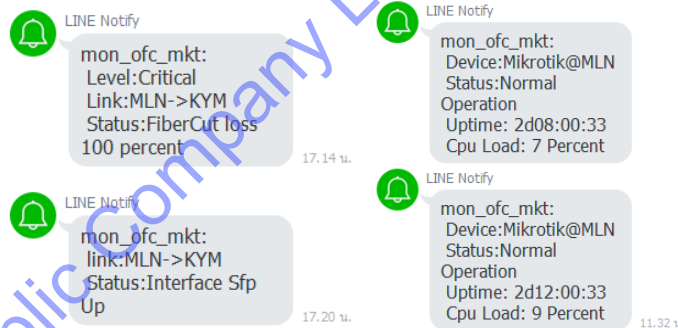
ทีมงานเขียน Software ควบคุมอุปกรณ์ Mikrotik จำนวน 3 เครื่อง สำหรับระบบ Alarm กำหนดให้อุปกรณ์ Mikrotik ที่ติดตั้งชุมสายแม่ลาน้อยเป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ UPS สำรองไฟฟ้ากรณีไฟฟ้าดับ กำหนดอุปกรณ์ Mikrotik ชุมสายแม่สะเรียงและขุนยวมเป็นปลายทางเนื่องจากเส้นทางเส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” มีเหตุไฟไหม้บ่อยได้ติดตั้งอุปกรณ์ UPS สำรองไฟฟ้า

กรณีไฟฟ้าดับที่ชุมสายแม่สะเรียงเพิ่มอีกหนึ่งเครื่อง ใช้เส้นใยแก้วนำแสงที่ไม่ใช้งาน (Dark Fiber) 1 เส้น เป็น Link เผื่อสำรอง



ภาพประกอบที่ 10. ติดตั้งอุปกรณ์ Mikrotik เพื่อวางระบบ Alarm ภายในชุมสายฯ

ติดตั้งอุปกรณ์ Mikrotik ระบบ Alarm ภายในชุมสายทั้ง 3 ชุมสาย กำหนดให้ชุมสายแม่ลาน้อยเป็น ศูนย์กลางในการรายงานผลผ่านระบบ Line เมื่อค่า Loss เส้นทางนั้น ๆ มีการเปลี่ยนแปลง สาย OFC ขาด และตั้งให้รายงานผลทุก ๆ 2 ชั่วโมงเพื่อยืนยันว่าระบบ Alarm ยังใช้งานปกติ รายละเอียดที่แจ้ง ผ่านระบบ Line ตามภาพประกอบที่ 11.



ภาพประกอบที่ 11. เมื่อสาย OFC มีค่า Loss เปลี่ยนแปลงหรือสาย OFC ขาดระบบ SFOM อุปกรณ์ Mikrotik จะแจ้งเหตุผ่านระบบ Line Mobile

ระบบ SFOM ที่ประยุกต์นำอุปกรณ์ Mikrotik มาระบบ Alarm บนระบบ IP มีจุดเด่นคือ ราคาไม่แพง สามารถเขียน Software ควบคุมได้ง่าย แต่มีจุดด้อยคือไม่สามารถแจ้งระยะสาย OFC ขาดได้ ต้องวางอุปกรณ์ Mikrotik ต้นทาง-ปลายทาง เมื่อไฟฟ้าดับตำแหน่งปลายทางระบบ Alarm ไม่สามารถแยกได้ว่าไฟฟ้าดับหรือสาย OFC ขาด (ต้องมี UPS สำรองไฟฟ้า) และต้องใช้เส้นใยแก้วนำแสง (Dark Fiber) 1 เส้นเพื่อรองรับระบบนี้ซึ่งเส้นใยแก้วนำแสงแต่ละเส้นมีมูลค่าในการใช้งาน ขาดความ

คล่องตัวกรณีสาย OFC ขาดพื้นที่ต้องไปวัดหาระยะทางที่สาย OFC ขาดก่อนไปสำรวจหาตำแหน่งที่มีปัญหาหน้างาน

5.2 ระบบ SFOM ด้วยเทคโนโลยี OTDR

ระบบ SFOM ที่ใช้เทคโนโลยี OTDR มีจุดเด่นสามารถรู้ค่า Loss รู้ตำแหน่งที่สาย OFC ขาด เส้นใยแก้วนำแสงที่นำมาใช้กับระบบเส้นใยแก้วนำแสงสามารถใช้งานกับเส้นใยแก้วนำแสงที่ใช้งาน (Active Fiber) หรือไม่ได้ใช้งาน (Dark Fiber) ก็ได้ ติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะตำแหน่งต้นทางเพียงจุดเดียว จุดด้อยคือระบบราคาสูง

ระบบ Alarm ที่ใช้เทคโนโลยี OTDR บมจ.ทีโอที มีการจัดซื้อเมื่อปี พ.ศ. 2552 ราคาเส้นทางละ 2 ล้านบาท ระบบไม่สามารถดัดแปลงแก้ไข Software ได้เนื่องจากบริษัทมีลิขสิทธิ์ ทีมงานมีความเห็นว่าเราควรมีระบบ Alarm ที่ใช้เทคโนโลยี OTDR ของตัวเอง เช่น ซื้อมาเขียน Hardware ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาเขียน Software ควบคุมเองด้วย Open Source



ภาพประกอบที่ 12. อุปกรณ์ OTDR ส่วน Hardware มาเขียน Software ด้วย Open Source

ผลจากการศึกษาอุปกรณ์ Hardware OTDR หลาย ๆ รุ่นที่สามารถเขียน Software ควบคุมผ่าน Web Access (HTTP) และสนับสนุน HTML5 ได้ พบอุปกรณ์ OTDR ตามภาพประกอบที่ 12. เหมาะสมที่สุดจากคุณสมบัติสามารถเขียน Software ควบคุมด้วย JASON API ซึ่งเป็น Open Source หรือ Software ที่เปิดเผย Source Code ของ Software สามารถแก้ไข ดัดแปลง Source Code ได้หมด ผู้ที่จะนำไปใช้เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ร่วมกันในลักษณะของสังคมซอฟต์แวร์ ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่ต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์

สรุประบบ SFOM เทคโนโลยี OTDR ทีมงานจัดซื้ออุปกรณ์ Hardware OTDR ที่สามารถเขียน Software ควบคุมผ่าน HTTP และสนับสนุน HTML5 ได้ สามารถเขียน Software ควบคุมด้วย

JASON API ซึ่งเป็น Open Source ได้ สามารถประยุกต์แจ้งเหตุผ่านระบบ Online เช่น E-Mail Line หรือระบบ IP อื่น ๆ มารองรับโครงข่ายสาย FRSS OFC

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บมจ.ทีโอที มอบหมายให้สถาบันนวัตกรรม ทีโอที (นฐ.) สังกัดสำนักสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐาน หน่วยธุรกิจโครงสร้างพื้นฐาน (BU1) มอบหมายให้แก้ปัญหาไฟไหม้สาย OFC ผลการศึกษาวิจัย ได้พัฒนาสาย FRSS OFC ผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการอยู่ระหว่างติดตั้งเพื่อเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ จังหวัดแม่ฮ่องสอน แต่ยังคงขาดระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย FRSS OFC นอกเหนือจากโครงข่ายสาย OFC ที่ส่วนงาน สกยบ. ยังไม่มีระบบเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC โดยให้ประสานงานกับ สกยบ. อย่างใกล้ชิด

หลังติดตั้งสาย FRSS OFC ระยะทาง 100 กิโลเมตร แบ่งเป็นเส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” ระยะทาง 33 กิโลเมตร และเส้นทาง “แม่ลาน้อย-ขุนยวม” ระยะทาง 67 กิโลเมตร หลังติดตั้งสาย FRSS OFC ไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ทีมจังหวัดแม่ฮ่องสอนแจ้งมีเหตุไฟไหม้ได้แนวสาย OFC เส้นทาง “แม่สะเรียง-แม่ลาน้อย” วันที่ 1 มีนาคม 2562 และประมาณกลางเดือนมีนาคม 2562 อีก 2 จุด (รวม 3 จุด) สาย FRSS OFC สามารถให้บริการต่อเนื่อง เมื่อวัดค่า Loss ด้วยเครื่องวัด OTDR พบว่าค่า Loss เพิ่มขึ้น 1-2 dB. ขณะที่สาย OFC ของผู้ให้บริการรายอื่นชำรุดเสียหายทั้งหมด

กรณีไฟไหม้สาย FRSS OFC จนเกิดค่า Loss เพิ่มขึ้นอย่างเป็นนัยยะสำคัญ กรณีค่า Loss ต่อจุดมากกว่า 1.2 dB. ต้องตรวจสอบจุดที่ไฟไหม้สาย FRSS OFC ดูภาพรวมและเฝ้าระวังค่า Loss อย่างใกล้ชิด ถ้าเมื่อไรค่า Loss สวิงหรือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเป็นนัยยะสำคัญ ต้องรีบตัดซ่อมสาย OFC ช่วงนี้โดยด่วน ดังนั้นพื้นที่ใดนำสาย FRSS OFC ต้องมีระบบเฝ้าระวัง SFOM (Smart Fiber Optic Monitoring) ติดตั้งทุกเส้น

ระบบ SFOM เพื่อเฝ้าระวังโครงข่ายสาย OFC มีหลัก ๆ 2 รูปแบบ คือระบบ IP และ OTDR ต่างมีจุดเด่นจุดด้อยต่างกัน รูปแบบแรกวางอุปกรณ์ IP (Internet Protocol) ต้นทาง-ปลายทาง ออกแบบระบบให้อุปกรณ์ IP สื่อสารถึงกันเพื่อเฝ้าระวังสถานะที่สำคัญของ Link นั้น ตรวจสอบค่า Loss ตรวจสอบความต่อเนื่องของ Link อุปกรณ์ IP ที่นิยมนำมาประยุกต์คือ Mikrotik มีจุดเด่นคือราคาไม่แพง สามารถเขียน Software ควบคุมได้ง่าย จุดด้อยคือไม่สามารถแจ้งระยะสาย OFC ขาดได้และต้องใช้เส้นใยแก้วนำแสง (Dark Fiber) 1 เส้นเพื่อรองรับระบบนี้

รูปแบบที่ 2. เทคโนโลยี OTDR อาศัยหลักการการสะท้อนของแสงเชิงเวลา เปรียบเทียบเวลาระหว่างพัลส์ที่ส่งไปและพัลส์ที่ได้รับจากการสะท้อนกลับ นำมาคำนวณหาความยาวของสาย OFC นำมาคำนวณค่า Loss ของเส้นใยแก้วเส้นนั้น มีจุดเด่นคือเทคโนโลยี OTDR สามารถรู้ค่า Loss รู้ตำแหน่งที่สาย OFC ขาด เส้นใยแก้วนำแสงที่นำมาใช้กับระบบเฝ้าระวัง สามารถใช้งานกับเส้นใยแก้วนำแสงที่ใช้งาน (Active Fiber) หรือเส้นใยแก้วนำแสงที่ไม่ได้ใช้งาน (Dark Fiber) ด้วยวิธีคัดเลือกความยาวคลื่นแสง (λ) ที่เหมาะสม ติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะตำแหน่งต้นทางเพียงจุดเดียว จุดด้อยคือระบบราคาสูง

ระบบ SFOM ที่ประยุกต์นำอุปกรณ์ Mikrotik มาระบบ Alarm บนระบบ IP ราคาถูกกว่าระบบ SFOM เทคโนโลยี OTDR ที่ทีมงานได้ออกแบบระบบ SFOM ทั้งสองรูปแบบให้พื้นที่เลือก โดยเน้นเขียน Software ที่เป็น Open Source ที่สามารถแจ้งเหตุผ่านระบบ Online

เอกสารอ้างอิง

- [1] Telephone Organization of Thailand, Outside Plant Standard Sector Specification No. OSE-004-045-02 Issued; February 2007 “ADSS OFC (All-Dielectric Self-Supporting Single Mode Optical Fiber Cable)”
- [2] Telephone Public Company Limited, Outside Plant Standard Sector Specification No. OSE-004-054-01 Issued; November 2016 “ARSS OFC (Anti-Rodent Self-Supporting Single Mode Optical Fiber Cable)”

TOT Public Company Limited, www.totcal.com