

# การพัฒนาเคเบิลใยนำแสงในประเทศไทย

## Optical Fiber Cable Development in Thailand

สมมาตร แสงเงิน<sup>1</sup> นฤทธิสมเจริญ สำเภพล<sup>2</sup> และ อธิคม อุทษบุตร<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

<sup>2</sup> สถาบันนวัตกรรมทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

### บทคัดย่อ

บทความนี้ เสนอการพัฒนาเคเบิลใยนำแสงที่ใช้งานในประเทศไทย โดยเคเบิลใยนำแสงได้ถูกพัฒนาบนพื้นฐานปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับเคเบิลใยนำแสงที่ใช้งาน ได้แก่ ความเสียหายจากสัตว์กัดแทะ โดยเฉพาะกระรอก และความเสียหายจากไฟไหม้ จากการพัฒนาเคเบิลใยนำแสงสามารถนำไปจัดสร้างและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งช่วยลดปัญหาสำคัญทั้งสองประการดังกล่าวได้ ทำให้ช่วยลดงบประมาณการจัดซื้อและซ่อมแซมสายเคเบิลใยนำแสงที่ใช้งานในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก

**คำสำคัญ:** ใยนำแสง เคเบิลใยนำแสง โครงข่ายใยนำแสง

### Abstract

This paper presents an optical fiber cable developing in Thailand. It is developed by taking into account some problems in utilizing the fiber optic cables such as the damages due to the squirrel gnawing and fire. The development can lead to the efficient production and use. Additionally, the proposed development can decrease the procurement budget and fixing cost.

**Keywords:** Fiber Optic, Optical Fiber Cable, Optical Network

### 1. บทนำ

เคเบิลใยนำแสงนับว่าเป็นส่วนสำคัญของโครงข่ายการสื่อสารด้วยใยนำแสง ซึ่งในปัจจุบัน โครงข่ายใยนำแสงได้ถูกนำมาใช้งานเป็นจำนวนมาก เช่น โครงข่ายการสื่อสารความเร็วสูงระดับ 100/400 Gbps [1] และโครงข่ายบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงด้วยเทคโนโลยี FTTx [2] เป็นต้น โดยทั่วไป โครงสร้างของโครงข่ายใยนำแสงที่ใช้งานในประเทศไทยจะมีลักษณะการติดตั้งเคเบิลใยนำแสงแบบแขวนอากาศ (aerial cable) และร้อยท่อใต้ดิน (duct cable) ที่ผ่านมาปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นและสร้างความเสียหายให้กับเคเบิลใยนำแสงเป็นประจำ คือ การกัดเคเบิลจากสัตว์กัดแทะ โดยเฉพาะกระรอก และไฟไหม้ เคเบิลจากไฟฟ้า ไฟไหม้บริเวณริมทาง หรือไฟไหม้บนเสาไฟฟ้า [3-4] โดยปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานของโครงข่าย และงบประมาณการซ่อมบำรุง และการจัดซื้อเคเบิลทดแทนเป็นจำนวนมาก

บทความนี้ นำเสนอการพัฒนาเคเบิลใยนำแสงในประเทศไทย เพื่อใช้งานภายใต้ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นจากสัตว์กัดแทะและไฟไหม้ เคเบิลใยนำแสง โดยทีมผู้วิจัยทำการพัฒนาและออกแบบเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS (Anti-Rodent Self Supporting) เพื่อป้องกันการกัดของสัตว์กัดแทะ และเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS (Fire Resistant Self-Supporting) เพื่อป้องกันไฟไหม้ จากการพัฒนาและออกแบบเคเบิลใยนำแสงทั้งสองชนิด ทีมผู้วิจัยได้นำเคเบิลไปทดสอบคุณลักษณะตามมาตรฐานการผลิต และทดลองติดตั้งการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง พบว่า เคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS สามารถใช้งานได้และป้องกันการกัดเคเบิลของสัตว์กัดแทะได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับสถิติความเสียหายที่เกิดขึ้นของช่วงเวลาเดียวกันในอดีต และเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS สามารถป้องกันไฟเกิดความเสี่ยงน้อยลงและใช้งานได้ตามปกติ ดังนั้น เคเบิลใยนำแสงทั้งสองที่นำเสนอสามารถนำไปติดตั้งใช้งานที่หน่วยงานจริงและช่วยลดปัญหาหลักทั้งสองตามที่กล่าวมา โดยปัจจุบัน โครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงทั้งสองที่นำเสนอได้ออกเป็นข้อกำหนดคุณสมบัติในการผลิตเชิงพาณิชย์แล้ว

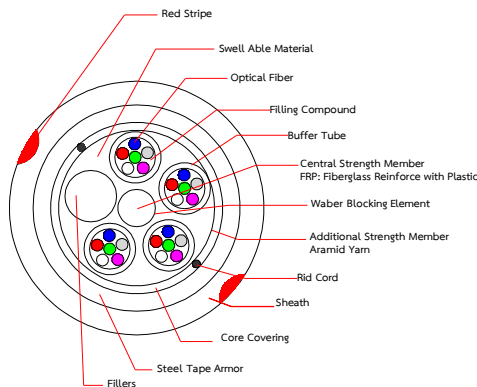
### 2. การพัฒนาเคเบิลใยนำแสง

#### 2.1 เคเบิลใยนำแสงป้องกันการกัดแทะของสัตว์

เคเบิลที่เกิดการชำรุดเสียหายจากการกัดแทะของสัตว์ โดยเฉพาะกระรอก เป็นปัญหาที่พบบ่อยมากในโครงข่ายเคเบิลใยนำแสง ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาเคเบิลใยนำแสงเพื่อป้องกันการกัดแทะของสัตว์ ซึ่งทำการออกแบบสายเคเบิล และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งที่สอดคล้องกับข้อบังคับของการไฟฟ้า เรื่องการแขวนพาดสายสื่อสาร โทรคมนาคมกับเสาไฟฟ้า โดยเคเบิลใยนำแสงที่พัฒนาเรียกว่า ARSS (Anti-Rodent Self Supporting) สำหรับการออกแบบเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS จะอาศัยการปรับปรุงโครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงชนิด ADSS (All Dielectric Self Support) ขนาด 60 คอร์ไฟเบอร์ลงมา และค่า Breaking Load ของเคเบิลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4,500 นิวตัน โดยโครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ที่ได้จากการพัฒนา ประกอบด้วย Loose Tube, Gel, FRP, Core Covering, Aramid 4 pcs, Steel Tape and Sheathing (No Jelly) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12 mm และน้ำหนักเคเบิลประมาณ 110 kg/km

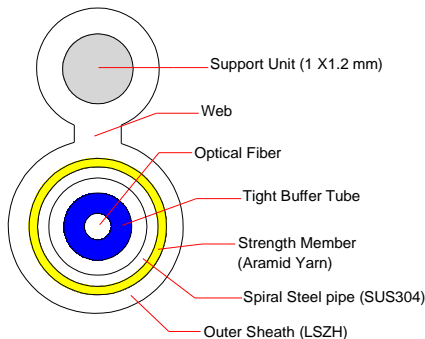


รูปที่ 1 ความเสียหายของเคเบิลใยนำแสงจากสัตว์กัดแทะ



รูปที่ 2 โครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS

นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเคเบิลใยนำแสงป้องกันสัตว์กัดแทะที่ใช้ในกลุ่มโครงข่ายแบบ Access ที่เรียกว่า Armored Round Type ขนาด 1 หรือ 2 คอร์ไฟเบอร์ ที่มีโครงสร้างประกอบด้วย โลหะห่อหุ้ม (Spiral Steel Pipe) ผลิตจาก Stainless Steel เกรด SUS304 เส้นลวดรับแรงขนาด 1x1.2 mm ถนวนใช้วัสดุ LSZH (Low Smoke Zero Halogen) ดังรูปที่ 3



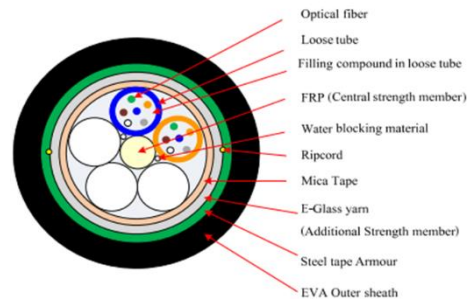
รูปที่ 3 โครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS แบบ Armored Round Type

## 2.2 เคเบิลใยนำแสงป้องกันไฟ

การชำรุดเสียหายของเคเบิลใยนำแสงที่เกิดจากปัญหาไฟไหม้ที่มีต้นเหตุมาจาก ไฟป่า ไฟไหม้บริเวณริมทาง และไฟไหม้จากปัญหาจุดบกพร่องของระบบสายส่งไฟฟ้า จนลุกลามไหม้มายังเคเบิลใยนำแสง สร้างความเสียหายเป็นวงกว้าง นับว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมากในปัจจุบัน ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS (Fire Resistant Self-Supporting) สำหรับใช้ป้องกันไฟในการติดตั้งบริเวณที่เกิดปัญหาจากไฟไหม้เป็นประจำ โดยโครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงที่ได้ออกแบบประกอบด้วยเปลือกหุ้มผลิตจาก FRPE แกนกลางรับแรงเปลี่ยนจาก FRP เป็น Steel Wire Coated with HDPE เหตุผล FRP เมื่อถูกอบด้วยความร้อนแกน FRP เปลี่ยนสภาพเป็นเส้นใยหมดสภาพการรับแรงดึง เพิ่ม Mica Tape จากเดิมหุ้มชั้นเดียวเป็นสองชั้น และนำเอา Water Blocking Tape ออกเหตุผลผกป้องกันน้ำใน Tape ใหม่และลามไฟ ห่อหุ้มด้วย E Glass yarn แทน Aramid Yarn ด้วย เหตุผลไม่ไหม้ไฟ



รูปที่ 4 ความเสียหายของเคเบิลใยนำแสงจากไฟไหม้



รูปที่ 5 โครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS

## 3. ผลการทดสอบ

### 3.1 การทดสอบเคเบิลใยนำแสงป้องกันการกัดแทะของสัตว์

การทดสอบได้นำเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS 12 คอร์ไฟเบอร์ ระยะทาง 1,000 เมตร และเคเบิล Armored Round Type มาทดสอบค่าทางแสงโดยอ้างอิงตามมาตรฐานเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS และทดสอบค่า Breaking Load โดยเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS 12 คอร์ไฟเบอร์ จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยทำการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการที่ บมจ.ทีโอที กับห้องปฏิบัติการของบริษัท PLP ส่วนของเคเบิล Armored Round Type ทดสอบจำนวน 5 ตัวอย่าง ซึ่งผลการ

ทดสอบค่าทางแสงผ่านมาตรฐานที่อ้างอิงทุกข้อ ส่วนผลการทดสอบค่า Breaking Load แสดงได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การทดสอบค่า Breaking Load ของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ขนาด 12 คอร์ไฟเบอร์

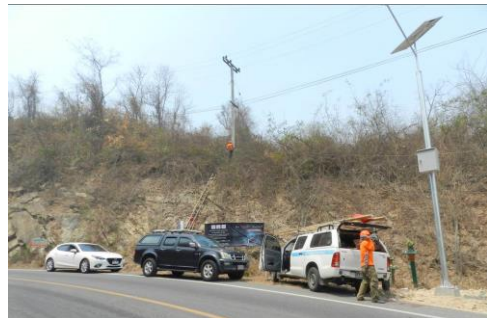
ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	Breaking Load (kgf) บมจ.ทีโอที	Breaking Load (kgf) บริษัท PLP
1	360.00	425.00
2	330.00	455.00
3	350.00	400.00
ค่า Breaking Load เฉลี่ย	346.67	426.67

ตารางที่ 2 การทดสอบค่า Breaking Load ของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS แบบ Armored Round Type

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	Breaking Load (kgf)
1	167.68
2	151.23
3	159.40
4	152.94
5	155.53
ค่า Breaking Load เฉลี่ย	157.36

จากผลการทดสอบค่า Breaking Load ในตารางที่ 1 พบว่า ค่า Breaking Load ของเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS แบบ Armored Round Type สามารถรับแรงดึงสูงสุดก่อนทำลาย คือ 346.67 kgf (3,399.79 นิวตัน) และ 426.67 kgf (4,184.35 นิวตัน) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแรงดึงต่ำกว่า 4,500 นิวตัน ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดการออกแบบเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ที่นำเสนอ สำหรับผลการทดสอบในตารางที่ 2 ค่า Breaking Load เฉลี่ยจาก 5 ตัวอย่างเท่ากับ 157.56 kgf นอกจากนี้ เคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS แบบ Armored Round Type ถูกนำมาทดสอบการรับแรงดึงขนาด 800 นิวตัน ระยะเวลา 5 นาที ตามมาตรฐาน บมจ.ทีโอที OES-004-049-03 ข้อ 5.1 พบว่า ค่าสูญเสียสัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 0.02 dB ซึ่งผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งกำหนดไม่เกิน 0.1 dB จากนั้นได้นำเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS แบบ Armored Round Type ไปทำการติดตั้งในเส้นทางโครงข่ายใยนำแสงของบริษัททีโอที บริเวณที่เกิดความเสียหายจากสัตว์กัดแทะเป็นประจำ 2 เส้นทางคือ เส้นทางจากโป่งกระทิงล่างถึงบ้านพุน้ำร้อน อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี และเส้นทางจากห้วยผากถึงแก่งส้มแมว อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ซึ่งผู้วิจัยได้ติดตั้งเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ดันแบบ ขนาด 12 คอร์ไฟเบอร์ โดยแขวนเคเบิลจากแยกทางหลวงหมายเลข 3313 (ที่ กม. 27+000) เส้นทางกรมหลวงชนบท 4061 เข้าพุน้ำร้อนโป่งกระทิง

ระยะทางประมาณ 12,000 เมตร ดังรูปที่ 6 สภาพภูมิประเทศข้างทางมีบ้านพักอาศัยสลับสวนผลไม้และป่ากรัง



รูปที่ 6 สภาพการติดตั้งเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ดันแบบ

จากการสำรวจหลังการติดตั้งพบว่า การใช้งานเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ขนาด 12 คอร์ไฟเบอร์ทั้งสองเส้นทางในช่วงเวลา 8 เดือน โครงข่ายสายเคเบิลใยนำแสงสามารถใช้งานได้ตามปกติ ไม่พบความเสียหายของเคเบิลจากสัตว์กัดแทะ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันก่อนหน้านี้ จะพบว่าเส้นทางที่ทำการทดลองจะเกิดปัญหาความเสียหายของเคเบิลใยนำแสงจากสัตว์กัดแทะอยู่เป็นประจำ โดยสรุปจากผลการทดลองติดตั้งเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ดังกล่าวในพื้นที่ทดลองระยะทาง 24,000 เมตร ระยะเวลาทดลอง 8 เดือน เคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS ที่พัฒนาขึ้นสามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้อย่างสมบูรณ์

### 3.2 การทดสอบเคเบิลใยนำแสงป้องกันไฟ

การทดสอบจะนำเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS มาทำการเผาไฟที่จำลองขึ้นในระยะเวลาต่อเนื่อง 65 นาที โดยทำการส่งสัญญาณแสงจากเครื่อง OTDR เข้าไปในเคเบิลที่ทำการทดสอบ พบว่า เคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS สามารถส่งสัญญาณแสงได้ตามปกติ จากนั้นนำเคเบิลใยนำแสงมาทดสอบการเผาไฟตามมาตรฐาน IEC 60332-3-24 [5] และ IEC 60331-2 [6] ซึ่งเป็นการทดสอบเผาไฟในแนวตั้งและแนวระดับตามลำดับ ซึ่งพบว่าความรุนแรงที่เกิดจากการเผาไฟในแนวระดับจะมีผลกระทบมากกว่า ผู้วิจัยจึงเลือกทดสอบหัวข้อทดสอบมาตรฐาน IEC 60331-21 แนวระดับเพียงหัวข้อเดียว ซึ่งทำการทดสอบการเผาเคเบิลใยนำแสงเป็นเวลา 90 นาที พบว่า ค่าการลดทอน สัญญาณมีค่า 0.4 dB โดยสภาพของเคเบิลใยนำแสงหลังจากการทดสอบแสดงดังรูปที่ 7



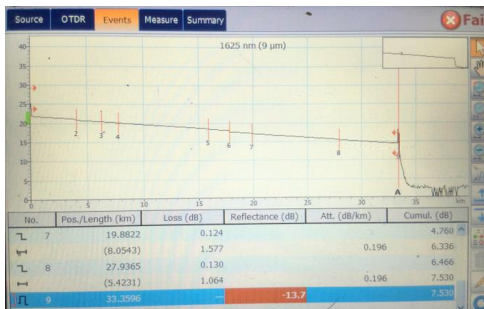
รูปที่ 7 โครงสร้างของเคเบิลใยนำแสงหลังทดสอบการเผาไฟ 90 นาที

จากรูปที่ 7 เคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS ดันแบบ ที่ประกอบด้วย เปลือกหุ้มผลิตจาก EVA แกนกลางรับแรง Steel Wire Coated with HDPE หุ้มฉนวนกันความร้อน Mica Tape สองชั้น นำ Water Blocking Tape ออก และวัสดุรับแรงดึงภายในเปลี่ยนเป็น E Glass Yarn ซึ่งผลการทดสอบผ่านตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ จากนั้นได้นำเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS ที่ผ่านการทดสอบ ขนาด 60 คอร์ไฟเบอร์ไปติดตั้งใช้งานในสถานการณ์จริง โดยทำการติดตั้งที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เส้นทางจากแม่สะเรียงถึงแม่ลาน้อย ระยะทาง 33 km และจากแม่ลาน้อยถึงขุนยวม ระยะทาง 67 km รวมทั้งสิ้น 100 km เมื่อทำการสำรวจเก็บข้อมูลหลังการติดตั้งพบว่า เคเบิลที่ทดลองตามแนวเส้นทางจากแม่สะเรียงผ่านแม่ลาน้อยไปยังขุนยวม พบซากเคเบิลที่โดนไฟไหม้ของผู้ให้บริการหลายรายเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 สภาพความเสียหายของเคเบิลใยนำแสงจากไฟไหม้

เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมักเกิดเหตุไฟไหม้เป็นประจำ จากการสำรวจและตรวจสอบเคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS ที่นำเสนอพบว่า เคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS ที่ติดตั้งไม่เกิดความเสียหาย โดยทำการพิจารณาจากการทดสอบของเครื่อง OTDR ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลการทดสอบเคเบิลดันแบบที่ติดตั้งด้วยเครื่อง OTDR

จากผลการทดสอบดังกล่าว เคเบิลใยนำแสงชนิด FRSS ที่นำเสนอ สามารถลดปัญหาโครงข่ายใยแก้วนำแสงที่เกิดความเสียหายจากไฟไหม้จากไฟฟ้า ไฟลามทุ่ง หรือไฟไหม้จากสภาพภูมิประเทศที่ติดตั้งได้อย่างเป็นรูปธรรม

#### 4. สรุป

การพัฒนาเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS และ FRSS ที่นำเสนอ สามารถนำมาติดตั้งใช้งานในโครงข่ายใยนำแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดความเสียหายของเคเบิลใยนำแสงที่เกิดจากสัตว์กัดแทะโดยเฉพาะกระรอก และความเสียหายจากไฟไหม้เคเบิลที่มาจากไฟป่าหรือไฟบริเวณริมทางได้เป็นอย่างดี รวมทั้งช่วยลดงบประมาณในการซ่อมบำรุงและการจัดซื้อทดแทนจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันเคเบิลใยนำแสงชนิด ARSS และ FRSS ที่นำเสนอได้ออกเป็นข้อกำหนดคุณสมบัติในการผลิตเพื่อใช้งานในภาคอุตสาหกรรมแล้ว นอกจากนั้นทีมวิจัยกำลังอยู่ระหว่างการพัฒนาต้นแบบเคเบิลใยนำแสงชนิดต่างๆ ที่นำไปใช้งานเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นในลักษณะแตกต่างกัน เช่น เคเบิลใยนำแสงที่ติดตั้งได้ทั้งแบบร้อยท่อใต้ดินและแขวนอากาศ (Multiuse OFC) เป็นต้น

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] Kazuro Kikuchi, "Fundamental of Coherent Optical Fiber Communication", *J. Lightw. Technol.*, vol. 34, no. 1, Jan. 2016.
- [2] Gerd Keiser, "FTTx Concepts and Applications", John Wiley & Sons Inc., 2006.
- [3] สมศักดิ์ ศรีอำพันธุ์, "การสำรวจปัญหาการใช้งานห่วงแขวนสายกระจาย (Dropwire Clamp)", รายงานผลการวิจัยและพัฒนา, หน้า 5-6, ฝ่ายวิจัยและพัฒนาองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, 2543.
- [4] สมศักดิ์ มหาวิริโย, "วิเคราะห์และแก้ปัญหาโครงข่ายสาย Optical Fiber ชำรุดเสียหายจากการกัดแทะของสัตว์", รายงานผลการวิจัยและพัฒนา, บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน), 2560.
- [5] IEC 60332-3-24 : 2018, "Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions-Past 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables- Category C", Edition 2.0, 2018.
- [6] IEC 60331-2, "Tests for electric cables under fire conditions-Circuit integrity-Part 2: Test method for fire with shock at a temperature of at least 830 °C for cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV and with an overall diameter not exceeding 20 mm", Edition 2.0, 2018.

**สมมาตร แสงเงิน** สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (โทรคมนาคม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และอาจารย์ประจำสถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

**นฤทธิ์สมเจริญย์ อัมภพล** สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (โทรคมนาคม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัจจุบันเป็นผู้จัดการส่วนบริการทดสอบและสอบเทียบ สถาบันนวัตกรรมทีโอที บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

**อริคม ฤกษ์บุตร** สำเร็จการศึกษา PhD (EE in Optical Communications), UNSW, Australia ปัจจุบันเป็น รองศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม และรองอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร