

การศึกษาการแก้ปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมจุดต่อหางปลาทองแดง

A Study on Burning Insulated Aluminum Sheath at Copper Connector

สุรพล ช่วยดำรงค์^{1*} และวรพงษ์ ภาราทอง²

^{*12} สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและแก้ปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณจุดต่อหางปลา เริ่มจากการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณหางปลา โดยการสร้างชุดทดลองการเกิดรอยไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณหางปลา โดยจัดทำเป็น 2 ชุด ชุดแรกต่อสายอลูมิเนียมกับสายทองแดงก่อนต่อเข้ากับหางปลาก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ชุดที่สองต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรงก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นนำชุดทดลองไปทดสอบใช้งานกับงานที่มีปัญหาการเกิดรอยไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียม เพื่อเปรียบเทียบความร้อนในสภาวะที่มีโหลดการใช้งานและเวลาที่เท่าเทียมกัน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบค่าความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณจุดต่อหางปลา และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการแก้ไขปัญหการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียม สรุปผลที่ได้คือค่าความร้อนของระบบที่ต่อสายทองแดงกับหางปลาก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า มีค่าน้อยกว่าระบบที่ต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรงก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ความพึงพอใจด้านการออกแบบอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.13 ด้านการใช้งานอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 3.70 และด้านโครงสร้างทั่วไปอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.08

คำสำคัญ : ฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียม, หางปลาทองแดง, สายอลูมิเนียม, สายทองแดง

Abstract

The purpose of this study aims to solve the problem of burning insulated aluminum sheath at copper connector and assess the satisfaction with solving the problem. In order to solve the problem, we need to study and find out the information about burning in insulated aluminum sheath at copper connector. Experimental sets are constructed. They were divided into 2 sets. Copper wire and copper connector were used for the first experimental set. Aluminum wire and copper connector were used for the second experimental set. Both sets were tested in order to compare the heat value while working. From the experiment, it was found that the heat value from first is less than the second set. The level of satisfaction were acceptable.

Keywords : Insulated Aluminum Sheath, Copper Connector, Aluminum wire, Copper wire.

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น และในการประกอบอาชีพ ต้องพึ่งพาด้านเทคโนโลยีไฟฟ้า ในการประกอบอาชีพมากขึ้น ดังนั้นความรู้และประสบการณ์ จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้รวดเร็วและทั่วถึงได้ทันเวลา ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารบ้านเรือน เพื่อความสะดวกและรวดเร็วทันสมัยทันใจผู้บริโภค แต่การใช้พลังงานไฟฟ้านั้นจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความประหยัดต้นทุน ของผู้บริโภคด้วย ทั้งในด้านการติดตั้งระบบใหม่หรือการซ่อมแซมปรับปรุงระบบ

จากประสบการณ์ ได้พบปัญหาในการวางระบบไฟฟ้า เช่น สายเมน สายป้อน ที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เมื่อมีการใช้งานไปสักระยะหนึ่งสายจะเกิดปัญหาในเรื่องของฉนวนหุ้มสายเกิดรอยไหม้ เนื่องจากความร้อนสะสมตรงจุดต่อระหว่างของฉนวนหุ้มสายสายอลูมิเนียมหางปลา ผลของความร้อนนอกจากทำให้เกิดความเสียหายต่อฉนวนหุ้มสายแล้ว ยังก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ อันอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน หรือชีวิตได้สาเหตุเพราะ เมื่อเกิดความร้อนมากๆจะทำให้พลาสติกที่อุปกรณ์ป้องกันเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวอาจทำให้เกิดการลัดวงจรของระบบได้ การแก้ไขก็แค่เปลี่ยนอุปกรณ์ป้องกัน หรือทำการย้ายหางปลาใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาสายที่ชำรุด จึงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายกับสิ่งเหล่านี้เพิ่มขึ้น และปัญหานี้จะเกิดขึ้นอีกครั้งเมื่อใช้งานไปสักระยะหนึ่งกลายเป็นปัญหาลบ่อยครั้ง

ทั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิจัยการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายสายอลูมิเนียม โดยไม่ต้องเปลี่ยนจากสายอลูมิเนียมเป็นสายทองแดงทั้งระบบ เนื่องจากการเปลี่ยนจากระบบสายอลูมิเนียมเป็นสายทองแดงนั้น มีค่าใช้จ่ายที่

สูงมาก โดยการนำสายทองแดงมายึดติดกับหางปลา ก่อนจะไปต่อกับสายป้อนหรือสายวงจรย่อยต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาแก้ไขปัญหาการเกิดรอยไหม้ของสายอลูมิเนียม

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความร้อนระหว่างระบบที่ต่อสายทองแดงกับหางปลาก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากับระบบที่ต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรงก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของช่างผู้ชำนาญงานที่มีต่อการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณหางปลา

1.2 สมมติฐานในการวิจัย

1.2.1 ค่าความร้อนของระบบที่ต่อสายทองแดงกับหางปลาก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า มีค่าน้อยกว่าระบบที่ต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรงก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.2.2 ความพึงพอใจของช่างผู้ชำนาญงานที่มีต่อการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณหางปลา โดยค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่ต่ำกว่าระดับดี

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.1 การเกิดการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมเกิดจากความร้อนที่เกิดการสะสมที่บริเวณหางปลาทองแดงกับสายอลูมิเนียม กล่าวคือเมื่อมีการไหลของกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดความร้อนบริเวณสายอลูมิเนียมกับหางปลาทองแดง ทำให้สายอลูมิเนียมและหางปลาทองแดงขยายตัว แต่สายอลูมิเนียมขยายตัวมากกว่าจึงดันให้รูของหางปลาทองแดงขยายตัวขึ้น และเมื่อความร้อนลดลงสายอลูมิเนียมกับหางปลาทองแดง จะหดตัวจึงเกิด

ช่องว่างทำให้เมื่อใช้งานจะเกิดการอาร์ก และความ ร้อน

2.1.2 การไหม้ของของฉนวนหุ้มสาย อลูมิเนียมเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสายชนิด ที่เป็นอลูมิเนียมกับหางปลาที่เป็นทองแดง

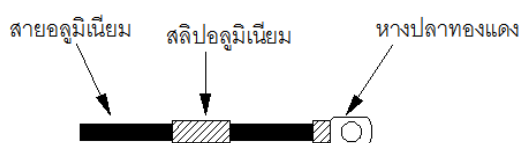
2.1.3 การเกิดสะสมความร้อนที่มากขึ้น จะทำให้ฉนวนไฟฟ้าเปลี่ยนจากค่าความเป็นฉนวน เป็นตัวนำไฟฟ้าแทน หรือที่เรียกว่า PUMAR เกิด การลัดวงจรระหว่างเฟสกับเฟส หรือเฟสกับ นิวตรอน



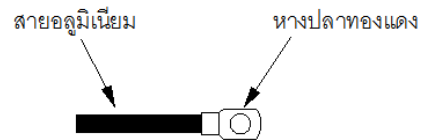
ภาพที่ 1 รอยไหม้ของสายอลูมิเนียม

2.2 สร้างชุดทดสอบ

สร้างชุดทดสอบเพื่อนำไปทดลองหาค่าความ ร้อนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหาการไหม้ของ ฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณจุดต่อหางปลา โดยสร้าง เป็น 2 ชุด คือ ชุดแรกต่อสายอลูมิเนียมกับสายทองแดง ก่อนต่อเข้ากับหางปลาก่อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ชุดที่สอง ต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรงก่อนเข้าอุปกรณ์ ไฟฟ้า



ภาพที่ 2 สายอลูมิเนียมกับสายทองแดงก่อนต่อเข้ากับ หางปลา



ภาพที่ 3 ชุดที่สองต่อสายอลูมิเนียมกับหางปลาโดยตรง



ภาพที่ 4 การย้ายสลิปต่อสายของสายทองแดงกับสาย อลูมิเนียม

2.3 การดำเนินการทดลอง

การแก้ปัญหการเกิดการไหม้ของสาย ไฟฟ้าในระบบสายอลูมิเนียมที่ใช้ในการวิจัยมี ลักษณะดังนี้

2.3.1 ชุดทดสอบทดลองหาค่าความร้อน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหาการไหม้ของ ฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียม บริเวณจุดต่อหางปลา สามารถนำไปใช้กับระบบ 3 เฟส และระบบไฟฟ้า 1 เฟส

2.3.2 นำชุดทดสอบทั้งสองแบบไป ทดลองใช้งานกับงานที่มีปัญหาการเกิดรอยไหม้ของ ฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียม ในสภาวะที่มีโหลดการใช้ งานและเวลาที่เท่าเทียมกัน

2.3.3 แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 แบบมาประเมินค่าความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณจุดต่อ หางปลา ทั้งในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ ระบบกระแสสลับ 3 เฟส ที่ในสภาวะที่มีโหลดการใช้ งานและเวลาที่เท่าเทียมกัน

2.3.4 นำไปให้ผู้ใช้ประเมินความพึงพอใจต่อการแก้ปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณหางปลาทองแดง

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองใช้การแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณจุดต่อหางปลา ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.4.1 การแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณจุดต่อหางปลา ผู้วิจัยนำ ไปใช้งานจริงพร้อมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.2 นำชุดทดสอบการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมบริเวณจุดต่อหางปลา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองใช้เพื่อทำการหาประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง การนำไฟฟ้าโดยใช้สายอลูมิเนียมโดยตรง และแบบที่ใช้สายทองแดงเพื่อแก้ปัญหาที่ทางผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการกำหนดเวลาใช้งานในเวลาเท่ากัน กำหนดพื้นที่ใช้งานเท่ากันและเป็นพื้นที่เดียวกัน เมื่อทดลองแล้วสังเกต บันทึกข้อมูลตามแบบบันทึกการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่สร้างขึ้น เพื่อนำผลจากการบันทึกมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.4.3 การแก้ปัญหาการเกิดการไหม้ของสายไฟฟ้าในระบบสายอลูมิเนียมที่ผู้วิจัยทำการทดลองใช้กับ หจก.เอ็นซีเอ็นจีเนียร์เทคโนโลยี แล้วให้ทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดแก้ปัญหาการเกิดการไหม้ของสายไฟฟ้าในระบบสายอลูมิเนียม โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลมา

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.5.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพของการแก้ปัญหาการเกิดการไหม้ของสายไฟฟ้าในระบบสายชนิดอลูมิเนียม โดยผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพ จากการนำข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าร้อยละ (Percentage) ของแบบประเมินคุณภาพ

2.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดปัญหาการเกิดรอยไหม้ของสายเมื่อมีการใช้งาน ทำการกำหนดเวลาใช้งานในเวลาเท่ากัน กำหนดพื้นที่ใช้งานเท่ากันและเป็นพื้นที่เดียวกัน เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งเกณฑ์ไว้ ผู้วิจัยทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า (คิดเป็นหน่วยแอมแปร์) ค่าพลังงานไฟฟ้า (คิดเป็นหน่วยยูนิท) ค่าความร้อน (คิดเป็นหน่วยองศาเซลเซียส)

2.5.3 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจต่อการแก้ปัญหาการเกิดการไหม้ของสายไฟฟ้าในระบบสายอลูมิเนียม จากการนำข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าร้อยละ (Percentage) ของแบบประเมินความพึงพอใจ

3. ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยการเกิดรอยไหม้ของสายอลูมิเนียมกับหางปลา การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างและแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างมาดำเนินการดังนี้

3.1 ผลของการดำเนินงานจากการศึกษาวิจัยมีดังนี้

ผลการทดลองใช้งานเปรียบเทียบการทนความร้อนระหว่างสายอลูมิเนียมกับชุดแก้ไขปัญหาการไหม้ของสายอลูมิเนียม

สรุปจากการวัดค่าความร้อนของสายอลูมิเนียมอย่างเดียวและสายอลูมิเนียมที่มีการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมแล้ว จะเห็นว่าสายอลูมิเนียมอย่างเดียวเมื่อมีโหลดเพิ่มขึ้น ความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามโหลดค่อนข้างมากและเมื่อเกิดความร้อนสะสมมาก ๆ ก็จะทำให้เกิดการตัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งเป็นปัญหาต่อการใช้ระบบไฟฟ้าในอาคาร เมื่อปล่อยไว้นานๆจะทำให้ฉนวนหุ้มสายเกิดการไหม้ในที่สุดจนไม่สามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าได้ แต่สายที่มีการแก้ไขโดยการนำสายทองแดงมาต่อระหว่างสายอลูมิเนียมกับเบรกเกอร์จะทนความร้อนได้ดีกว่าสายอลูมิเนียมได้ตั้งถึงแม้จะมีภาระโหลดที่เพิ่มขึ้นแต่ก็ยังสามารถทนความร้อนได้อยู่และไม่ส่งผลให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจร จึงทำให้อาคารสามารถใช้งานต่อไปได้จึงสามารถสรุปได้ว่าการแก้ไขปัญหาการเกิดการไหม้ของสายอลูมิเนียมสามารถใช้งานได้ดี มีภาระค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า ทนความร้อนได้มากกว่า และมีอายุการใช้งานที่นานกว่า

ตารางที่ 1 บันทึกค่าความร้อนของสายอลูมิเนียมต่อกับหางปลาทองแดงโดยตรง

ครั้งที่	เวลา	กระแส	บริเวณที่มีการทดสอบความร้อนด้วยเทอร์มิสเตอร์ (องศาเซลเซียส)		
			สายอลูมิเนียม	หางปลา	ผลที่เกิดขึ้น
1	9.00 น.	85	34.5	30.5	อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียสสายเริ่มอุ่นๆ
2	10.00 น.	140	37.5	39.2	
3	11.00 น.	145	38.4	39.4	อุณหภูมิประมาณ 40-52 องศาเซลเซียสสายเริ่มร้อน
4	12.00 น.	150	40.2	41.4	
5	13.30 น.	155	79.0	62.9	อุณหภูมิประมาณ 55-79 องศาเซลเซียสสายเริ่มมีกลิ่นไหม้แรง
6	14.00 น.	160	79.1	74.1	เกอร์ทริบ

ตารางที่ 2 บันทึกค่าความร้อนของแก้ไขปัญหาการไหม้ของสายอลูมิเนียม

ครั้งที่	เวลา	กระแส	บริเวณที่มีการทดสอบความร้อนด้วยเทอร์มิสเตอร์ (องศาเซลเซียส)		
			สายอลูมิเนียม	หางปลา	ผลที่เกิดขึ้น
1	9.00 น.	85	34.5	30.5	อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียสสายเริ่มอุ่นๆ
2	10.00 น.	140	37.5	39.2	
3	11.00 น.	145	38.4	39.4	อุณหภูมิประมาณ 40-52 องศาเซลเซียสสายเริ่มร้อน
4	12.00 น.	150	40.2	41.4	
5	13.30 น.	155	79.0	62.9	อุณหภูมิประมาณ 55-79 องศาเซลเซียสสายเริ่มมีกลิ่นไหม้แรง

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเมื่อกระแสเพิ่มขึ้นความร้อนบริเวณต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่สาเหตุที่บริเวณหางปลามีอุณหภูมิสูงแล้วสายทองแดงไม่เกิดการไหม้ เนื่องจากหางปลาทำจากทองแดง และสายก็เป็นสายทองแดงเลยไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีมากนัก

3.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมจุดต่อหางปลาทองแดง

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการแก้ไขปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมจุดต่อหางปลาทองแดง

รายการประเมิน	ผลการประเมินผู้ใช้ (n=8)		
	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์	4.10	0.60	มาก
2. ความเรียบร้อยสวยงาม	4.10	0.83	มาก
3. ขนาดโครงสร้างกะทัดรัด	3.50	0.69	มาก
4. มีความแข็งแรงทนทาน	3.70	0.87	มาก
5. ความสะดวกในการนำไปใช้งาน	3.70	0.87	มาก
6. การลดค่าใช้จ่าย	4.10	0.87	มาก
7. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.20	0.65	มาก
8. ปฏิบัติงานได้โดยคนทำเพียงคนเดียว	4.20	0.60	มาก
หาค่าเฉลี่ย	3.95	0.75	มาก

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่า โดยภาพรวมผู้ใช้ทั้ง 8 คนมีความเห็นด้วยสอดคล้องในภาพรวม ($\bar{X} = 3.95$, S.D. =

0.75) แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าหัวข้อที่มีผู้ใช้งาน มีความเห็นด้วยเฉลี่ยสูงสุด 2 หัวข้อ คือ มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.20 ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.65) และปฏิบัติงานได้โดยคนทำเพียงคนเดียวมีค่าเฉลี่ย 4.20 เท่ากัน ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.60) ส่วนหัวข้อผู้ใช้งานมีความคิดเห็นต่ำสุดคือ ขนาดโครงสร้างกะทัดรัด มีค่าเฉลี่ย 3.50 ($\bar{x} = 3.50$, S.D. = 0.69)

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

4.1.1 การศึกษาแก้ไขการไหม้ของสายอลูมิเนียมกับหางปลาทองแดง เป็นการวิจัยเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาการเกิดการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมที่จุดย่ำหางปลา เพื่อที่จะเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และลดปัญหาการเสียค่าใช้จ่ายในการวางระบบด้วยสายที่มีฉนวนตัวนำเป็นสายทองแดงซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากโดยราคาจะสูงขึ้นตามขนาดของสายตัวนำที่จะมาใช้นั้น จึงศึกษาวิจัยการแก้ไขปัญหานี้ขึ้นมา และอีกประการหนึ่งคือช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน เหตุด้วยการทำงานในการแก้ไขปัญหาระยะนี้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ด้วยตนเอง เคลื่อนย้ายได้สะดวก และสะดวกสำหรับการติดตั้ง

4.1.2 การประเมินความพึงพอใจการแก้ไขปัญหาการเกิดการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมที่จุดย่ำหางปลา การประเมินประเมินความพึงพอใจ โดยผู้ใช้งานจำนวน 8 คน พบว่า โดยภาพรวมผู้ใช้งานทั้ง 8 คน มีความเห็นด้วยสอดคล้องกันในภาพรวม 3.95 ($\bar{x} = 3.95$, S.D. = 0.75) แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าหัวข้อที่มีผู้ใช้งานมีความเห็นด้วยเฉลี่ยสูงสุด คือ มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.20 ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.65) และปฏิบัติงานได้โดยคนทำเพียงคนเดียวมีค่าเฉลี่ย 4.20 เท่ากัน ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.60) ส่วน

หัวข้อผู้ใช้งานมีความคิดเห็นต่ำสุดคือ ขนาดโครงสร้างกะทัดรัดมีค่าเฉลี่ย 3.50 ($\bar{x} = 3.50$, S.D. = 0.69)

4.2 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

4.2.1 การใช้ชุดการแก้ปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมจุดต่อหางปลาทองแดง จะต้องเลือกขนาดสายหางปลา สลิปต่อสาย ในการต่อสายที่เป็นขนาดเดียวกัน

4.2.2 การใช้ชุดการแก้ปัญหาการไหม้ของฉนวนหุ้มสายอลูมิเนียมจุดต่อหางปลาทองแดง เมื่อต้องการใช้จะต้องย่ำด้วยคีมย่ำหางปลาให้แน่นเพื่อป้องกันการอาร์ค

บรรณานุกรม

- [1] ชลชัย ธรรมวิวัฒนกุล. (2546). การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, สำนักพิมพ์ บริษัท เอ็ม แอนด์อี จำกัด, กรุงเทพฯ ฯ
- [2] ขวลิต ดำรงรัตน์. (2546). การส่งและจ่ายไฟฟ้า, จำกัด ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ ฯ
- [3] ลือชัย ทองนิล. (2541). การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ ฯ
- [4] ธนบุรณ ศศิภาณุเดช. (2544). การออกแบบระบบไฟฟ้า, ซีเอ็ด ดูเคชั่น, กรุงเทพฯ ฯ
- [5] ไชยะ แซ่มซ้อย. (2544). คู่มือการลดค่าไฟฟ้า, ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ ฯ
- [6] ศุภี บรรจงจิตร. (2544). หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า, ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ ฯ
- [7] ธนบุรณ ศศิภาณุเดช. (2544). การออกแบบระบบไฟฟ้า, ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ ฯ