การออกแบบระบบท่อนำสายไฟเหนือฝ้าเพดานเพื่อลดความเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน

THE DESIGN OF THE OVER CEILING CONDUIT SYSTEM TO REDUCE THERMAL DEGRADATION

ธีธัช ไชยธรรม

THEETOUCH CHAIYATHAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2564

KMITL-2021-AR-M-002-022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DESIGN OF THE OVER CEILING CONDUIT SYSTEM TO REDUCE THERMAL DEGRADATION

THEETOUCH CHAIYATHAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2021

KMITL-2021-AR-M-002-022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบท่อนำสายไฟเหนือฝ้าเพดานเพื่อลดความเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน
นักศึกษา	นายธีธัช ไชยธรรม
รหัสนักศึกษา	59602081
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศาสตราจารย์ สุพัฒน์ บุณยฤธิกิจ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเดินระบบสายไฟฟ้าในบริเวณฝ้าเพดาน และฉนวนบริเวณชั้นบนสุดมักเกิดสภาพปัญหาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในลักษณะที่ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้ากรอบ เปื่อย เมื่อขาดฉนวนป้องกันสายทองแดงก็จะสัมผัสกันส่งผลให้เกิดประกายไฟขึ้น อันเป็นสาเหตุของการการเกิดเพลิงไหม้ จากการศึกษาข้อมูลพบว่าในประเทศไทยในฤดูร้อนมีความร้อนสูง ทำให้สายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบมาตรฐานซึ่งติดตั้งอยู่ในพื้นที่ช่องว่างระหว่างฉนวนและฝ้าเพดาน มีแนวโน้มที่จะเกิดการเสื่อมสภาพ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบท่อนำสายไฟฟ้าเหนือฝ้าเพดานเพื่อลดความเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน โดยการทดสอบสภาพความร้อนในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบเดิมเพื่อใช้เป็นข้อมูล ซึ่งแบบได้เป็น 2 หัวข้อ 1.การทดสอบสภาพความร้อนในระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบเดิม โดยใช้กล่องทดลอง ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ โดยใช้กล้องถ่ายอุณหภูมิ และบันทึกลงตาราง 2.สำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟฟ้าจากความผิดพลาดในการติดตั้ง ใช้ช่างจำนวน 10 คน ลองติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้า โดยมีเกณฑ์ประเมิน ดังนี้ มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ และการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟถูกวิธี และเก็บข้อมูล

การออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ทำการแก้ไขปัญหา 2 ประการ คือ 1.การเกิดความร้อนจากการใช้งาน ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณความร้อนจากการใช้งานระหว่างระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิมและรูปแบบใหม่ พบว่าเมื่อผ่านไป 240 นาที จะเห็นความต่างของอุณหภูมิ โดยที่ในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิมอุณหภูมิจะอยู่ที่ 38.9 เซลเซียส รูปแบบใหม่อยู่ที่ 29.4 เซลเซียส โดยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากระบบเดิมคิดเป็นร้อย 38 และ 2.ความร้อนจากการเกิดความผิดพลาดในการติดตั้ง พบว่าระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่จะมีประสิทธิภาพดีกว่า ในด้านของมาตรฐานการติดตั้งสายไฟมีคะแนนของอยู่ที่ 9 คะแนน ในขณะที่แบบเดิมมีคะแนนอยู่ที่ 7 คะแนน และด้านการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่มีคะแนนอยู่ที่ 7 คะแนน ในขณะที่แบบเดิมมีคะแนนอยู่ที่ 4 คะแนน ดังนั้นระบบท่อนำไฟฟ้าแบบใหม่จึงมีประสิทธิภาพในการติดตั้งระบบสายไฟฟ้าและการระบายความร้อนดีขึ้นกว่าระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม

คำสำคัญ : ท่อนำสายไฟ, ท่อนำสายไฟเหนือฝ้าเพดาน, ฉนวนหุ้มสายไฟ, การเสื่อมสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	The Design of The Over Ceiling Conduit System To Reduce Thermal Degradation
Student	Theetouch Chaiyatham
Student ID	59602081
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2021
Thesis Advisor	Professor Suphat Bunyarittikit

ABSTRACT

Currently, the over-ceiling and insulation conduit system frequently encounters the issue of electrical wire deterioration to the point that the insulators cover the electrical wires frame and deteriorate. The copper wires will come into touch with each other due to a lack of insulation, causing a spark, which is the source of the fire. From the studies, it was found that summer heat in Thailand makes the cables in the standard over-ceiling and insulation conduit system prone to deterioration.

The objective of this research was to design the over-ceiling conduit system to reduce thermal degradation by testing the thermal conditions in the original conduit system for data purposes. These data are divided into two sections. 1) Thermal condition test in the original form of the conduit system by using an experimental box to collect temperature data using a temperature camera and record it in a table. 2) Survey the condition of heat generation in the conduit from the installation error by using 10 skilled technicians to try to install the conduit system. Assessment criteria include wiring installation standards, correct installation of the conduit system, and data collection.

The new design of the conduit system solved two problems: 1) Heat generation from use. An experiment comparing the amount of heat used between the conventional and the new conduit system found that after 240 minutes, the temperature difference was seen. In the conduit system, the former had a higher temperature than the new one. The 38 % increase in efficiency over legacy systems. 2) The heat from the installation error found that the new type of conduit system had better performance than the old one. In terms of electrical wiring installation standards and in terms of installation, the new form of conduit system was easier to install than the old one. Therefore, the new conduit system offered better wiring and cooling efficiency than the traditional conduit system.

Keywords : Conduit, Ceiling Conduit, Insulated Wire, Degradation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาจากศาสตราจารย์สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์และเสียสละเวลาส่วนตัวของท่านเพื่อให้คำปรึกษา และการช่วยเหลือในทุกๆด้าน ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีข้าพเจ้าตระหนักถึงความตั้งใจจริง และ ความทุ่มเทของอาจารย์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อาจารย์วิวัฒน์ เตมียพันธ์, อาจารย์ศุทธา ศรีเผด็จ, อาจารย์ชนินทร์ ทิพโยภาส และอาจารย์รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ ผู้ให้คำแนะนำและแนวทางแก้ไขปัญหา ตลอดจนรูปแบบการเขียน และเอกสารที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว บิดา มารดา น้องชาย น้องยูกัง และมิตรสหายของข้าพเจ้า รวมทั้งพี่น้องสถาปัตยกรรมเขตร้อนทุกคน ผู้ให้การสนับสนุนทางด้านกำลังกายกำลังใจ กำลังสติปัญญาจนทำให้การศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แด่มารดาผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้ามาตลอดจนถึงทุกวันนี้

ธีธัช ไชยธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญภาพ.....VIII
สารบัญแผนภูมิ.....XI
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาของปัญหา.....1
1.2 จุดประสงค์.....5
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5
1.4 ขอบเขตในการวิจัย.....5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....6
1.6 แผนการดำเนินงาน.....7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด.....8
2.1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องและการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าที่บริเวณเหนือฝ้าเพดาน.....8
2.1.1 มาตรฐานระบบฝ้าเพดานที่นิยมในปัจจุบัน.....8
2.1.2 ประเภทของฝ้าเพดานแบ่งออกเป็น 8 ประเภท.....9
2.1.3 วัสดุฝ้าเพดาน แบ่งได้เป็น 3 ประเภท.....12
2.1.4 รูปแบบโครงสร้างฝ้าเพดานที่จะใช้ในการศึกษา.....15
2.1.5 ประเภทของฉนวนที่ติดตั้งเหนือระบบฝาเพดาน.....17
2.2 ระบบท่อนำสายไฟฟ้า และรูปแบบในการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไป.....22
2.2.1 หลักการติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตฐาน.....22
2.2.2 สายไฟฟ้า.....23
2.2.3 ฉนวนสายไฟ.....24
2.2.4 ชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้าและรูปแบบการติดตั้ง.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.5 รูปแบบมาตรฐานของการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าที่จะทำการศึกษา....37

2.3 ความร้อนและการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้า....38

2.3.1 การเกิดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้า....38

2.3.2 การเสื่อมสภาพจากความร้อนในการใช้งาน....40

2.3.3 การเสื่อมสภาพจากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน....40

2.4 การสำรวจการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิม....41

2.4.1 การสำรวจสภาพจากความร้อนในระบบท่อนำสายไฟฟ้าจากการใช้งาน....41

2.4.2 การสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง....43

2.5 แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้าใหม่เพื่อลดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้า....45

2.5.1 รูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่นำมาพิจารณาในการออกแบบ....46

2.5.2 ศึกษาการขึ้นรูปในการผลิต....51

2.6 กรอบแนวคิด....58

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย เครื่องมือและวัตถุดิบ....59

3.1 การทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่....59

3.1.1 ขั้นตอนในการทดลอง....59

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ทดลอง....60

3.2 การทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งของผู้ติดตั้งท่อนำสายไฟ....61

3.2.1 ขั้นตอนในการทดลอง....61

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ทดลอง....63

3.3 กระบวนการทดลอง....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การดำเนินการวิจัย.....65

4.1 การทดสอบสภาพความร้อนในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน.....65

4.2 การทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ.....67

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ กับระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม.....73

4.3.1 การเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบท่อนำไฟฟ้าในรูปแบบเก่ากับรูปแบบใหม่.....73

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่.....74

บทที่ 5 สรุปการวิจัยและเสนอข้อแนะ.....76

5.1 ผลการออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่.....76

5.1.1 รูปแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบใหม่.....76

5.1.2 ประสิทธิผลของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่.....77

5.2 ประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่นำเสนอต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน.....77

5.2.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านการเกิดความร้อนจากการใช้งานระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่ากับรูปแบบใหม่.....77

5.2.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการติดตั้งระบบนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่.....78

5.3 ข้อเสนอแนะ.....78

บรรณานุกรม.....79

ภาคผนวก.....81

ประวัติผู้เขียน.....93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางเปรียบเทียบความนิยมในการใช้งานจากปัจจัยในการติดตั้งฝ้าเพดานแต่ละรูปแบบ....14

2.2 ตารางเปรียบเทียบท่อนำสายไฟในปัจจุบัน....36

2.3 ตารางสำรวจปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม....41

2.4 ตารางสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง....43

2.5 ตารางเปรียบเทียบรูปทรงและการรับน้ำหนัก....50

2.6 ตารางเปรียบเทียบการเสียรูปทรง....51

2.7 ตารางการเลือกรูปทรงที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมการขึ้นรูป....54

2.8 ตารางสรุปรูปทรงที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบนำสายไฟแบบใหม่....55

3.1 ตารางแสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่....60

3.2 ตารางแสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่....63

4.1 ตารางแสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่....66

4.2 ตารางแสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงการเดินระบบท่อนำสายไฟฟ้าตามมาตรฐานโดยทั่วไป	1
1.2	แสดงการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้า ในระบบท่อนำสายไฟฟ้ามาตรฐาน	1
1.3	แสดงการเสื่อมสภาพฉนวนสายไฟทำให้เกิดเพลิงไหม้	4
2.1	แสดงระบบไฟก่อนติดฝ้า	9
2.2	แสดงระบบฝ้าเพดานโปร่งหรือฝ้าระแนง	11
2.3	แสดงระบบฝ้าเพดานที่ทำจากไวนิล	11
2.4	แสดงระบบฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม	12
2.5	แสดงระบบฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ	13
2.6	แสดงภาพตัดฝ้าเพดานฉาบเรียบ	15
2.7	แสดงการติดตั้งฝ้าเพดานฉาบเรียบ	16
2.8	แสดงภาพตัดฝ้าเพดานทีบาร์	16
2.9	แสดงการติดตั้งฝ้าเพดานทีบาร์	16
2.10	แสดงการติดตั้งเหนือฝ้าเพดาน	17
2.11	แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยแก้ว (Glass Fiber)	18
2.12	แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยแร่ (Mineral Fiber)	18
2.13	แสดงฉนวนป้องกันความร้อนฟอยล์ (Foil)	19
2.14	แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยเซลลูโลส (Cellulose)	20
2.15	แสดงฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane Foam)	22
2.16	แสดงสายไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ	24
2.17	แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวเปลือย (All Aluminium Conductor, AAC)	25
2.18	แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบดีเกลียวมีแกนเหล็ก (Aluminium Conductor Steel Reinforced, ACSR)	25
2.19	แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบดีเกลียวมีแกนเหล็ก (Aluminium Conductor Steel Reinforced, CACSR)	26
2.20	แสดงสายไฟฟ้าชนิด (VAP)	26
2.21	แสดงสายไฟฟ้าชนิด (NYY)	27
2.22	แสดงสายไฟฟ้าชนิด (THW)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.23 แสดงสายไฟฟ้าชนิด (VCT).....26
2.24 แสดงสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance).....28
2.25 แสดงท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit, RMC).....30
2.26 แสดงท่อโลหะหนาป่านกลาง (Intermediate Metal Conduit, IMC).....31
2.27 แสดงท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing ,EMT).....31
2.28 แสดงท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit, FMC).....32
2.29 แสดงท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmctallic Conduit, RNC).....33
2.30 แสดงรางเดินสายไฟฟ้า (Wireway).....34
2.31 แสดงรางเคเบิล (Cable Tray).....34
2.32 แสดงรางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type).....35
2.33 แสดงรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type).....35
2.34 แสดงวิธีการเดินท่อนำสายไฟรูปแบบเดิมที่ทำการศึกษา.....37
2.35 แสดงภาพตัดวิธีการเดินท่อนำสายไฟรูปแบบเดิมที่ทำการศึกษา.....37
2.36 แสดงฉนวนสายไฟขาดเนื่องจากสภาพจากความร้อน.....39
2.37 แสดงฉนวนสายไฟขาดและเสื่อมสภาพจากความร้อน.....39
2.38 แสดงฉนวนสายไฟเสื่อมสภาพจากความร้อนภายในท่อนำสายไฟฟ้า.....39
2.39 แสดงฉนวนสายไฟเสื่อมสภาพภายในท่อเนื่องจากร้อยสายไฟไม่ได้มาตรฐาน.....40
2.40 แสดงทรงปริซึม.....46
2.41 แสดงทรงกระบอก.....46
2.42 แสดงหน้าตัดทรงกระบอก.....47
2.43 แสดงทรงพีระมิด.....48
2.44 แสดงทรงกรวย.....49
2.45 แสดงทรงกลม.....49
2.46 แสดงการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน (Hot Compression Molding) 52
2.47 แสดงการขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น (Cold Compression Molding) 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.48	แสดงภาพหุ่นจำลองในโปรแกรมสเก็ตอัพ (Sketch UP)	56
2.49	แสดงภาพรูระบายอากาศใต้หุ่นจำลอง	56
2.50	แสดงภาพหุ่นจำลองแบบมีทางแยก 90 องศา	56
2.51	แสดงระยะของหุ่นจำลอง	57
3.1	แสดงกล่องทดสอบระบบท่อนำสายไฟเพื่อทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่	59
3.2	แสดงกล่องทดสอบโดยติดตั้งระบบไฟส่องสว่างจำนวน 4 ดวง	60
3.3	แสดงเครื่องมือกล้องถ่ายภาพความร้อน (THERMAL IMAGING CAMERA)	61
3.4	แสดงกล่องทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งของผู้ติดตั้งท่อนำสายไฟ	61
3.5	แสดงหุ่นจำลองระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่	62
3.6	แสดงหุ่นจำลองระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่ที่มีรูระบายอากาศด้านล่าง	62
4.1	แสดงกล่องทดลองที่มีการติดตั้งหลอดไฟ	65
4.2	แสดงระบบนำสายไฟเหนือฝ้าเพดาน	65
4.3	แสดงผู้วิจัยกำลังวัดอุณหภูมิระบบนำสายไฟ	66
4.4	แสดงการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่	68
4.5	แสดงการต่อสายไฟฟ้าให้ได้มาตรฐาน	68
4.6	แสดงสายไฟที่ร้อยผ่านระบบท่อนำสายไฟ	68
4.7	แสดงผู้วิจัยอธิบายวิธีการติดตั้ง	69
4.8	แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ	69
4.9	แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ	69
4.10	แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ	70
4.11	แสดงการติดตั้งหลังเสร็จ	70
4.12	แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ	70
4.13	แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ	71
5.1	แสดงระยะของหุ่นจำลอง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

2.1 แสดงการทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม.....42

2.2 แสดงการทดสอบสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง.....44

4.1 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่.....67

4.2 แสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่.....72

4.3 แสดงการทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมเปรียบเทียบกับระบบท่อนำสายไฟแบบแบบใหม่.....73

4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ในหัวข้อมาตรฐานการติดตั้งสายไฟ.....74

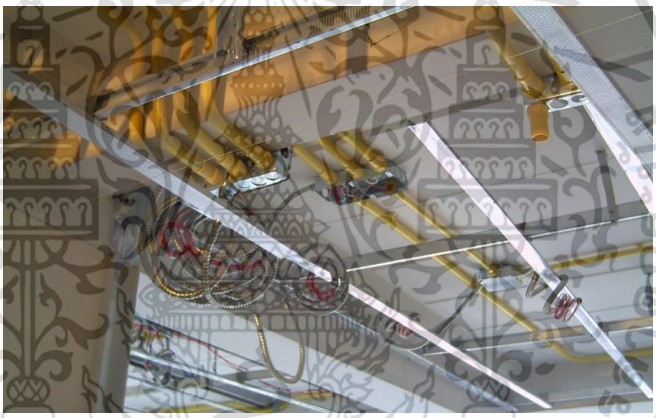
4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ในหัวข้อการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

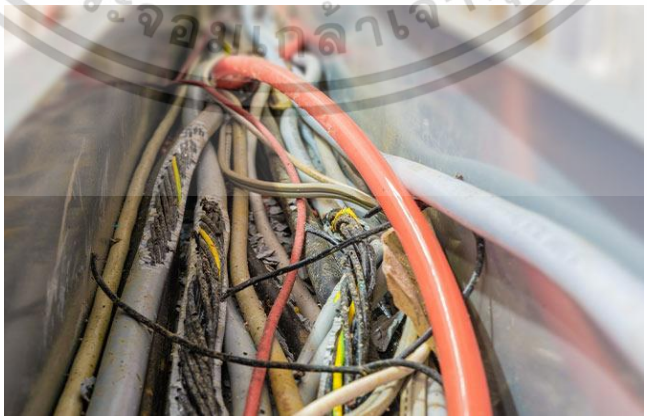
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการเดินระบบสายไฟฟ้าในบริเวณช่องว่างระหว่างฝ้าเพดาน และฉนวนใยแก้ว บริเวณอาคารในชั้นบนสุดมักเกิดสภาพปัญหาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในลักษณะที่ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้ากรอบ เปื่อย และหลุดร่อนออกจากเส้นทองแดง เมื่อขาดฉนวนป้องกันสายทองแดงก็จะแตะกันส่งผลให้เกิดการสปาร์คและเกิดประกายไฟขึ้นในระบบ อันเป็นสาเหตุของการเกิดไฟสปาร์คจากอุปกรณ์ไฟฟ้า และการเกิดเพลิงไหม้ในอาคารได้



ภาพที่ 1.1 แสดงการเดินระบบท่อนำสายไฟฟ้าตามมาตรฐานโดยทั่วไป
ที่มา : shorturl.asia/lsu5Y สืบค้นเมื่อ : 25 ก.ค. 2564



ภาพที่ 1.2 แสดงการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้า ในระบบท่อนำสายไฟฟ้ามาตรฐาน
ที่มา : shorturl.asia/9vo37 สืบค้นเมื่อ : 5 พ.ย. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลการเกิดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ได้พบข้อมูลสัมภาษณ์ของ ดร.สุพรรณ ทิพย์ทิพากร หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.มหิดล จากไทยรัฐฉบับพิมพ์ 1 เม.ย. 2564 05:08 น. ได้ให้สัมภาษณ์ไว้ว่า

ปัจจัยสาเหตุ “ฤดูร้อน” มักเกิดเหตุไฟไหม้มาจาก “สภาพอากาศร้อนจัด” มีการใช้เครื่องไฟฟ้าตามบ้านเรือนมากเกินกำลังยาวนาน ทำให้สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC ลักษณะชำรุดเสื่อมสภาพเก่าตามอายุอยู่เดิม “เกิดความร้อนจัด” กลายเป็นฉนวนหลอมละลายไม่สามารถป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วไหลก่อให้เกิดทองแดงสายไฟ 2 เส้นแตะกัน “จุดประกายไฟ” ลุกลามเป็นอัคคีภัย

จริงๆแล้ว “ฉนวน PVC ห่อหุ้มทองแดงไฟฟ้า มอก.11–2553” ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว มีคุณสมบัติทนความร้อนอุณหภูมิสูงสุด 70 องศาฯ อายุการใช้งาน 20 ปี ที่ต้องแล้วแต่ลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่สาเหตุ **“ฉนวนเสื่อมหมดสภาพเร็วกว่าอายุปกติ” มักมาจากการใช้สายไฟในสภาพแวดล้อมไม่ปกติ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าพิกัดของอุณหภูมิฉนวนทนได้** ใช้งานในสภาวะแวดล้อมมีสารเคมี ความชื้นสูง ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพเร็ว ไม่สามารถคงสภาวะป้องกันไฟรั่วได้ จนสายเกิดลัดวงจรขึ้นได้ โดยเฉพาะ “สายไฟไม่ได้มาตรฐาน” มักมีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป ในราคาถูกเมตรละประมาณ 10-15 บาท ลักษณะตัวนำทองแดงบริสุทธิ์ต่ำ และฉนวนผลิตวัตถุเกรดต่ำ เมื่อเวลาผ่านไปไม่กี่ปีฉนวนจะเปราะ แตกหลอมละลายง่าย ส่งผลให้เกิดการลัดวงจรที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดไฟไหม้บ้านตามมา

นอกจากนี้ ดร.สุพรรณ ทิพย์ทิพากร ยังให้เหตุผลถึงการเกิดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าไว้อีกแง่หนึ่งว่า เคยมีโครงการบ้านจัดสรรราคาสิบล้านบาท “ช่างไฟฟ้าไม่ชำนาญ” **มีการเดินไฟไม่ถูกต้องระโยงระยางรกพันกัน “บนฝ้าเพดาน” ทั้งเดินสายเปลือยพันด้วยเทปไม่เรียบร้อย แม้ว่าสายไฟทำจากฉนวนหุ้ม PVC แต่ติดตั้งจุดไม่เหมาะสมในสภาพความร้อนความชื้น และถูกแดดย่อมทำให้อายุงานสั้นลงเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยเช่นเดิม**

ในส่วน “การป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร” ทำได้โดยการติดเบรกเกอร์ตัดไฟ ถ้าเป็นไปได้ “ติดเครื่องตรวจจับควัน” ด้วยหาก “เพลิงไหม้จากไฟลัดวงจร” ต้องใช้ถังดับเพลิงสารเคมีพิเศษ ดับเหตุไฟเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เท่านั้น“อุบัติเหตุจากฉนวนหุ้มทองแดงสายไฟชำรุด” มักทำให้ข้อต่อสายไฟเกิดหลวมรั่ว เชื่อมโครงโลหะพัดลม ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องซักผ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เมื่อ “ผู้ใช้สัมผัส” ทำให้ไฟรั่วเข้าสู่ร่างกายได้ เพราะกระแสไฟขนาด 0.1 แอมป์ หรือไฟฟ้าใช้จ่ายหลอดไฟ 20 วัตต์ไหลผ่านร่างกาย 2 นาที สามารถทำหัวใจหยุดเต้นทันทีได้”

จากคำสัมภาษณ์ข้างต้นชี้ให้เห็นประเด็นของการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าว่าเกิดขึ้นได้จากการที่สายไฟฟ้าอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ประกอบกับการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐานย่อมทำให้เกิดภัยอันตรายที่ร้ายแรงตามมาทั้งเพลิงไหม้ หรือผู้ใช้ถูกไฟฟ้าสปาร์คโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณเหนือฝ้าเพดานชั้นบนสุดซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสภาวะความร้อนสูงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติอย่างรุนแรงจนก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่รวดเร็วมากขึ้น ทั้งที่อยู่ในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบที่ใช้กันตามมาตรฐานโดยทั่วไป

ในบริเวณเหนือฝ้าเพดานชั้นบนสุดซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสภาวะความร้อนสูงอยู่ตลอดเวลาการร้อยท่อสายไฟฟ้าแม้จะช่วยป้องกันไม่ใช้สายไฟฟ้าภายในกระทบกับสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูงโดยตรง แต่เนื่องจากระบบท่อนำสายไฟฟ้าที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันมีพื้นที่หน้าตัดที่เล็กเกินไป ประกอบกับไม่มีทางที่จะระบายความร้อนในท่อออกจากระบบท่อนำสายไฟฟ้าได้ การเสื่อมสภาพจึงยังคงเกิดขึ้นเสมือนไม่มีระบบท่อนำสายไฟฟ้า

ทั้งนี้ ในปัจจุบันสายไฟที่นิยมใช้คือสายไฟแบบสายเดี่ยว (THW) [1]เป็นสายไฟชนิดที่มีฉนวนเปลือกหุ้มด้วย พีวีซี (PVC) มีลักษณะกลม หุ้มแกนตัวนำทองแดง โดยตัวนำอาจเป็นลวดทองแดงเส้นเดียวหรือเป็นลวดทองแดงหลายเส้น แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 450 / 750 โวลท์ สามารถทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส และนิยมใช้การร้อยท่อสายไฟเพื่อป้องกันสายไฟฟ้าอีกทางหนึ่งการร้อยท่อในปัจจุบันมีอยู่ทั้งหมด 9 ชนิด[2] แต่ที่นิยมใช้จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ ท่ออโลหะ (PVC) และท่อโลหะอ่อน เนื่องจากติดตั้งได้ง่าย และราคาถูก อายุการใช้งานของสายไฟขึ้นอยู่กับการใช้งานและพื้นที่การใช้งาน เพราะฉนวนชั้นนอกที่ใช้หุ้มสายไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีความแข็งแรง เพราะทำจากพีวีซี (PVC) หากมีการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความรุนแรง ได้รับความร้อน ความชื้น หรือโดนรังสียูวี[3] จะทำให้สายไฟเริ่มเสื่อมก่อนที่ควรจะเป็น

---

[1] **สายไฟ THW ชื่อเรียกสายไฟฟ้าที่ช่างไฟนิยมใช้มีอะไรบ้าง.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/sGBYF สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 กรกฎาคม 2564

[2] **ร้อยสายไฟฟ้าดีจริงหรือไหม้.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.sci-tech-service.com/about.html สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 ตุลาคม 2564

[3] **สายไฟหมดอายุ อย่าปล่อยให้สายเกิน.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://1ab.in/uqlnSF สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 พฤศจิกายน 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ซึ่งแผ่รังสีอาทิตย์มาตกกระทบบนผิวหลังคาบ้าน และแผ่เข้าสู่ฝ้าเพดาน ทำให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณช่องว่างใต้หลังคามีอุณหภูมิสูงขึ้น[4] สายไฟที่ถูกร้อยผ่านท่อจะได้รับความร้อนจากปริมาณความร้อนใต้หลังคาที่เกิดขึ้นซึ่งอาจสูงถึง 45 - 60 องศาเซลเซียส และใกล้เคียงกับระดับอุณหภูมิสูงสุดที่สายไฟฟ้าในท่อจะทนได้ (70 องศาเซลเซียส ตาม มอก.11–2553) เป็นเหตุผลที่ทำให้สายไฟฟ้าเกิดการเสื่อมสภาพได้เร็วกว่าที่ควรจะเป็น[5] และเมื่อสายไฟเสื่อมสภาพอาจจะนำไปสู่การเกิดเพลิงไหม้ จากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร หากมีวัตถุลามไฟหรือวัสดุที่ติดไฟได้ง่ายอยู่ใกล้เคียงอาจเกิดเพลิงไหม้ ระบบท่อนำสายไฟฟ้าที่เหมาะสมและสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าภายในได้จึงเป็นสิ่งที่อาจนำมาสู่การแก้ปัญหาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในท่อนำสายไฟฟ้าตามมาตรฐานเดิมได้

ภาพที่ 1.3 แสดงการเสื่อมสภาพฉนวนสายไฟทำให้เกิดเพลิงไหม้
ที่มา : shorturl.asia/7OrB9 สืบค้นเมื่อ : 25 ก.ค. 2564

[4] ปรีดา จันทวงษ์, บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา,โยธิน อึ่งกูล่. (2555). **“การระบายอากาศตามธรรมชาติของบ้านด้วยปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร”** หนังสือบทความวิจัย ในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพฯ: มหาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แหล่งที่มา : shorturl.asia/ywcVD สืบค้นข้อมูลวันที่ 2 กันยายน 2564

[5] ธีธัช ไชยธรรม. (2564). **“ศึกษาพฤติกรรมการเกิดความร้อนบริเวณท่อนำสายไฟเพื่อลดการเสื่อมสภาพ”** หนังสือบทความวิจัย ในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 12. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในประเทศไทยซึ่งหน้าร้อนมีความร้อนสูง สายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบมาตรฐานซึ่งติดตั้งอยู่ในพื้นที่ช่องว่างระหว่างฉนวนกันความร้อน และฝ้าเพดาน ณ บริเวณช่องว่างใต้หลังคาชั้นบนสุด มีแนวโน้มที่จะเกิดการเสื่อมสภาพจากการที่ระบบท่อนำสายไฟฟ้าตามมาตรฐานปัจจุบันไม่สามารถป้องกันได้ และเมื่อการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นอาจนำไปสู่สาเหตุของเพลิงไหม้ หรือไฟฟ้าลัดวงจรสปาร์คคนที่อยู่ในอาคารได้ การศึกษาในครั้งนี้ในหัวข้อ “**การออกแบบระบบท่อนำสายไฟเหนือฝ้าเพดานเพื่อลดความเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อน**” **จึงเป็นแนวทางสำคัญและจำเป็นในการแก้ไขปัญหาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าตามมาตรฐานเดิม**

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่สามารถยืดอายุการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่นำเสนอต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลสาเหตุของการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ช่องว่างระหว่างฉนวนกันความร้อน และฝ้าเพดาน ณ บริเวณช่องว่างใต้หลังคาชั้นบนสุด
2. ได้รูปแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน
3. ทราบประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน

1.4 ขอบเขตในการวิจัย

1 ศึกษาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ช่องว่างระหว่างฉนวนกันความร้อน และฝ้าเพดาน ณ บริเวณช่องว่างใต้หลังคาชั้นบนสุดเท่านั้น

2 ศึกษาการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าด้วยสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ฉนวน หมายถึง วัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย การส่งผ่านความร้อนจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของวัสดุต่างๆหรือการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) ระหว่างวัตถุสามารถเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของวัตถุทั้งสองมีความแตกต่างกัน

2. สปาร์ค หมายถึง คือการเกิด ประกายไฟ กระเด็นออกมาจากการ short circuit หรือ หากการอาร์ค (Arc) นั้นมีความร้อนสูงมากก็จะเกิดการ spark จากการละลายของโลหะได้เช่นกัน แต่การ spark จากการ arc จะใช้คำ spark จากการแตะกันของสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ที่มา: ผู้วิจัย 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

การออกแบบระบบนำสายไฟเหนือฝ้าเพดาน เพื่อลดความเสื่อมสภาพจากความร้อน มีวรรณกรรม แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จำแนกได้ 5 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ

1.แนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องและการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าที่บริเวณเหนือฝ้าเพดาน

2.แนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อนำสายไฟฟ้า และรูปแบบในการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไป

3.แนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความร้อนและการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้า

4.การสำรวจการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิม

5.แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้าใหม่เพื่อลดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าโดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องและการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าที่บริเวณเหนือฝ้าเพดาน

2.1.1 มาตรฐานระบบฝ้าเพดานที่นิยมในปัจจุบัน

ในปัจจุบันอาคารบ้านพักอาศัยที่ออกแบบสวยงาม วัสดุ ฝ้าเพดาน ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของบ้าน ซึ่งเป็นแผ่นวัสดุที่ช่วยปิดบังงานระบบที่บริเวณใต้หลังคาหรือ ใต้พื้นชั้นบนความสำคัญคือ ช่วยปิดบังความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย[6] ยังซ่อนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ยุ่งเหยิง เช่น ท่อน้ำ สายไฟ และนอกจากนี้ฝ้าเพดานยังมีคุณสมบัติเป็นวัสดุกันเสียง และทนไฟได้อีกด้วย การติดตั้งฝ้าเพดานในอาคารบ้านเรือนหรือคอนโดจึงมีประโยชน์ทั้งในแง่การใช้งาน ที่มาพร้อมกับความสวยงาม

[6] **รู้จักฝ้าเพดาน ส่วนสำคัญของห้องที่ต้องใส่ใจ.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://1ab.in/pFL สืบค้นข้อมูลวันที่ 14 ตุลาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 แสดงระบบไฟก่อนติดฝ้า
ที่มา : shorturl.asia/DmHuF สืบค้นเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

วัสดุของฝ้าเพดานนั้นมีหลากหลาย ซึ่งแต่ละชนิดวัสดุที่นำมาใช้นั้นต่างก็มีจุดเด่นจุดด้อยซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่และฟังก์ชั่น ได้แก่

- ฝ้าเพดานที่ทำจากไม้เนื้อแข็งที่มีความแข็งแรงทนทาน สวยงามแบบธรรมชาติ แต่หายาก ราคาแพง ติดไฟง่าย มีปัญหาเรื่องปลวกและบิดงอง่าย เมื่อคุณภาพวัสดุไม่ดีพอซึ่งน่าจะเหมาะกับอาคารบ้านเรือนที่เน้นความเป็นธรรมชาติ

- ฝ้ากระเบื้องดีไซน์แผ่นเรียบมีคุณสมบัติทนน้ำและความชื้นได้ดี ข้อเสียที่เป็นกระเบื้องจึงเป็นวัสดุที่แตกง่ายและจะต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งแผ่น

- ฝ้าอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่ทนน้ำและความชื้นได้ดี แต่ก็ตามด้วยราคาที่ค่อนข้างแพงและกันความร้อนได้ไม่ดี

- ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ดเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แถมทนไฟ และสามารถฉาบปิดรอยต่อได้อย่างเรียบเนียน แต่ข้อเสียคือไม่ทนน้ำ และอาจมีเชื้อราขึ้นได้หากอยู่ในที่ชื้น

2.1.2 ประเภทของฝ้าเพดานแบ่งออกเป็น 8 ประเภท

2.1.2.1. ฝ้าเพดานฉาบเรียบ คือ ฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ อย่างแน่นอน โดยวัสดุส่วนใหญ่ที่นิยมมาติดตั้งจะทำมาจากแผ่นยิปซั่ม หรือไม่ก็ไฟเบอร์ซีเมนต์ เพราะด้วยคุณสมบัติที่มีน้ำหนักเบาและติดตั้งง่าย โดยฝ้าเพดานประเภทนี้จะเป็นการติดตั้งแบบถาวรจึงต้องมั่นใจจริง ๆ ว่าต้องการดีไซน์แบบนี้จริงๆ ส่วนวิธีการติดตั้งคือ จะยึดเข้ากับโครงคร่าวอลูมิเนียมที่ติดตั้งไว้กับเพดานหรือโครงหลังคาอีกทีหนึ่ง หลังจากติดตั้งฝ้าเพดานเสร็จ ช่างจะทำการฉาบเรียบแต่ละแผ่นโดยจะฉาบปิดรอยต่อด้วยปูนสำหรับฉาบปิดรอยต่อฝ้า แล้วปิดทับรอยต่อด้วยผ้าด้ายดิบ เมื่อเสร็จทั้งหมดแล้วก็จะทาสีทับอีกครั้ง จึงมองเห็นแผ่นฝ้าเพดานเรียบเป็นผืนเดียวกันตลอดแนวของห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2. ฝ้าเพดานทีบาร์ (T-Bar) คือ ฝ้าเพดานประเภทนี้เป็นที่นิยมเพราะการติดตั้งไม่ซับซ้อน อีกทั้งยังมีราคาถูกกว่าบรรดาฝ้าในแบบอื่นๆ อีกทั้งง่ายต่อการซ่อมบำรุง (Maintenance) สายไฟ และท่อน้ำต่าง ๆ ได้ แถมหากฝ้าเพดานชิ้นใดเกิดชำรุดก็สามารถเปลี่ยนที่ชำรุดได้เลยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนทั้งหมดเหมือนกับฝ้าฉาบเรียบ ฝ้าเพดานชนิดนี้จะมีการติดตั้งโครงคร่าวอลูมิเนียมที่เป็นรูปตัว T คว่ำ ที่ยึดด้วยลวดโครงคร่าวกับหลังคาหรือเพดาน ก่อนที่จะติดตั้งฝ้าเพดาน ซึ่งโครงคร่าวรูปตัว T คว่ำนี้จะแบ่งเป็นสี่เหลี่ยมตามขนาดของแผ่นฝ้าเพดาน โดยจะมีขนาด 40 x 40 เซนติเมตร เป็นขนาดมาตรฐานของแผ่นยิปซั่ม

การติดตั้งฝ้าเพดานประเภทนี้เหมาะกับอาคารสำนักงานที่ต้องการซ่อมบำรุงของส่วนเพดานได้ง่าย หรือจุดใดจุดหนึ่งของอาคารเกิดความเสียหาย อย่างเช่น น้ำรั่วจึงทำให้ฝ้าเพดานบริเวณนั้นเกิดความเสียหายได้ ซึ่งก็สามารถเปลี่ยนแผ่นฝ้าเพดานได้ใหม่เฉพาะจุดนั้นได้เลย จึงไม่เสียค่าใช้จ่ายมากเท่าที่ควร แต่ไม่เหมาะกับอาคารสำนักงานสูงบางอาคารเปิดหน้าต่างรับลม เพราะถ้าหากว่ามีลมพัดแรงมาก ๆ อาจจะโดนฝ้า และทำให้ฝ้าเพดานหลุดร่วงได้ และหากอาคารมีการสั่นไหวจากแรงแผ่นดินไหว อาจจะทำให้ฝ้าเพดานหลุดลงมาเป็นอันตรายต่อคนในอาคารได้ นอกจากนี้ฝ้าเพดานชนิดนี้ไม่ควรติดตั้งที่ห้องน้ำ หรือพื้นที่ครัว เพราะฟังก์ชั่นนี้มีความชื้นสูง ทางที่ดีควรจะใช้ฝ้าเพดาน และโครงคร่าว (T-Bar) แบบกันชื้น ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้ฝ้าเพดานมีความชื้นและเกิดเชื้อราได้

2.1.2.3. ฝ้าเพดานแบบเล่นระดับ หรือ ฝ้าหลุม คือ ฝ้าเพดานประเภทนี้จะมีดีไซน์ที่แปลกตา อีกทั้งเล่นไฟให้เกิดความสวยงามอีกด้วย ซึ่งจะห้องประชุมในสำนักงาน คอนโด หรือหมู่บ้านจัดสรรขนาดใหญ่ จะมีดีไซน์ลักษณะนี้ แต่จะแตกต่างในเรื่องขนาด และการออกแบบ ซึ่งปฏิเสธไม่ได้ว่าการเลือกตกแต่งฝ้าเพดานแบบนี้ดึงดูดสายตาได้ดีดูมีมิติ และยังให้ความรู้สึกว่าความสูงระหว่างพื้นถึงฝ้าสูงมากขึ้นไปอีก หากฝ้าเพดานเล่นระดับนี้นำมาออกแบบเพิ่มกับการเลือกใช้คิ้วบัวตกแต่งผสมผสานร่วมด้วย ก็จะยิ่งได้สไตล์คลาสสิคสวยงาม

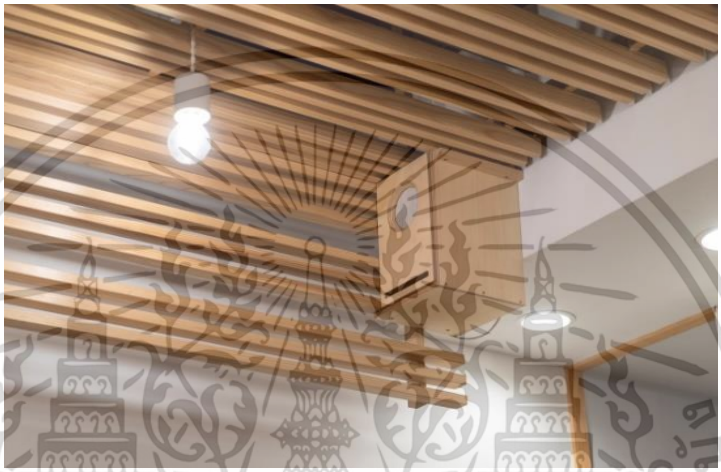
2.1.2.4. ฝ้าเพดานซ่อนระบบไฟ หรือ ไฟหลืบ ไฟซ่อนฝ้า คือ ฝ้าเพดานประเภทนี้ ไม่ต่างจากฝ้าประเภทฝ้าหลุม แต่อาจจะเว้นช่องเพื่อไปใส่หลอดไฟขนาดเล็ก เพื่อส่องสว่างเนียนๆ ได้แสงที่สม่ำเสมอ นุ่มนวล และดูสบายตา ในการเปิดใช้งาน โดยส่วนมากมักจะใช้เพื่อสร้างบรรยากาศ และตกแต่งเพื่อเพิ่มความสวยงามหรูหราให้กับพื้นที่นั้นๆ

2.1.2.5. ฝ้าเพดานดูดซับเสียง หรือ ฝ้าอะคูสติก คือ เดิมทีฝ้าเพดานประเภทนี้ เป็นฝ้าเพดานที่นำมาผสมผสานกับโคร่งคร่าวแบบฝ้าแบบ (T-Bar) โดยเปลี่ยนจากฝ้ายิบซั่มบอร์ดมาใช้ฝ้าเพดานแบบดูซับเสียงแทน ซึ่งสามารถป้องกันเสียงสะท้อนได้ อย่างเช่น (Acoustic Board) มีผิวสัมผัสขรุขระ ช่วยในการดูดซับเสียงไม่ให้สะท้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงนิยมใช้ในห้อง ที่มีการใช้เสียงอย่างเช่น ห้องประชุมสัมมนา, ภายในอาคารสำนักงาน หรือ ห้องแสดงมหรสพต่าง ๆ แต่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากโครงเคร่าฝ้าแบบ (T-Bar) แล้ว ได้มีการพัฒนาระบบโครงเคร่าฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ ที่สามารถใช้ผสมผสานกับแผ่นฝ้า (Acoustic Board) ได้อย่างหลากหลายมากขึ้น

2.1.2.6. ฝ้าเพดานโปร่ง หรือ ฝ้าระแนง คือ ฝ้าเพดานประเภทนี้ใช้ตกแต่งและพรางระบบท่อและสายไฟต่าง ๆ ได้ระดับหนึ่ง แต่ยังซ่อมบำรุงได้ง่าย เพราะเห็นจุดเสียที่จะซ่อมได้อย่างชัดเจน และยังทำให้สไตล์การออกแบบโดยรวมดูทันสมัยอีกด้วย ส่วนใหญ่มักใช้กับอาคารสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น โถงตามโรงแรม, อาคารสำนักงาน, สถานีรถไฟฟ้า หรือห้างสรรพสินค้า ฯลฯ



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบฝ้าเพดานโปร่งหรือฝ้าระแนง

ที่มา : shorturl.asia/TAGMP สืบค้นเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

2.1.2.7. ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุไวนิล คือ ฝ้าเพดานที่ทำจากไวนิล ซึ่งปัจจุบันเป็นวัสดุที่เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นในท้องตลาดเรื่อย ๆ โดยผลิตมาจาก Unplasticized Polyvinyl Chloride (UPVC) เป็นเนื้ออะคริลิกประเภทหนึ่ง โดยฝ้าเพดานไวนิลนี้เหมาะกับทั้งอาคารในร่ม และกลางแจ้งขนาดใหญ่ เช่น ปั๊มน้ำมัน, อาคารสำนักงาน, ห้างสรรพสินค้า และอาคารสาธารณะ

ภาพที่ 2.3 แสดงระบบฝ้าเพดานที่ทำจากไวนิล

ที่มา : shorturl.asia/edMgN สืบค้นเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.8. ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม คือ ฝ้าเพดานอะลูมิเนียม ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นระแนง หรืออาจจะถูกดีไซน์เป็นแบบตะแกรงก็ได้ มีคุณสมบัติดีที่ไม่ก่อให้เกิดสนิม ทนฝน หากวัสดุมีส่วนผสมของอะลูมิเนียมเกรดสูง สามารถป้องกันการเกิดสนิมได้อย่างดี และยังทนความร้อนได้ดี มีมวลโครงสร้างที่แข็งแรง ทนทาน บิดงอผิดรูปได้ยาก เหมาะกับบ้านหรือคอนโดแบบโมเดิร์น ซึ่งจะพบเห็นการนำฝ้าเพดานอะลูมิเนียมมาใช้กับอาคารสาธารณะขนาดใหญ่ อย่างเช่น สถานีขนส่ง สนามบิน อาคารสำนักงาน เพื่อซ่อนงานระบบได้ในระดับหนึ่ง เพื่อให้สามารถเห็นการเกิดข้อผิดพลาดของระบบ และสามารถซ่อมแซมได้ง่าย

ภาพที่ 2.4 แสดงระบบฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม
ที่มา : shorturl.asia/edMgN สืบค้นเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

2.1.3 วัสดุฝ้าเพดาน แบ่งได้เป็น 3 ประเภท

2.1.3.1. ฝ้าเพดานที่ทำจากวัสดุยิปซั่ม คือ แผ่นฝ้าเพดานที่ทำมาจากยิปซั่มนี้ถูกผลิตมาจากผงแร่ยิปซั่มที่ถูกอัดและปิดทับหน้าหลังด้วยกระดาษ จึงมีพื้นผิวที่มีความเรียบเนียน โดยปกติแล้วแผ่นยิปซั่มจะมีความหนาที่หลากหลายแต่ที่นิยมใช้กันในท้องตลาด ได้แก่ ขนาด 9 มม., 12 มม. และ 15 มม. ขนาดแผ่นกว้าง 1.20 ม. ยาว 2.40 ม. และยังมีราคาที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิด

2.1.3.2. ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ คือ ฝ้าเพดานไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือคนทั่วไปเรียกว่าแผ่นฝ้าสมาร์ทบอร์ด ถูกผลิตมาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คุณสมบัติของฝ้าชนิดนี้มีความทนทานสูงขึ้น โดยแผ่นฝ้าเพดานไฟเบอร์ซีเมนต์ในท้องตลาดมีขนาดที่หลากหลายมาก ตั้งแต่เล็กถึงใหญ่โดยมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้

- ขนาด 120x240 ซม. มีความหนาที่ 4, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20 มม.
- ขนาด 60x120 ซม. มีความหนาที่ 4 และ 6 มม.
- ขนาด 60x240 ซม. มีความหนาที่ 4 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาด 120x120 ซม. มีความหนาที่ 4 มม.

2.1.3.3. ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุไม้เทียมพลาสติกคอมโพสิต (Wood Plastic Composite) คือ เข้าด้วยกัน โดยมี 2 ชนิดให้เลือกใช้ คือ หน้าตัดแบบกลวง และหน้าตัดแบบตัน การนำไปใช้ก็ขึ้นอยู่กับความยาวของห้อง และขนาด กรณีหน้าตัดตันก็จะมีการแอ่นตัวได้น้อยกว่า นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตยังสามารถแบ่งประเภทของส่วนผสมต่างๆ ได้ดังนี้

- ไม้สังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของ Polyethylene (PE based) ผสมกับผงไม้
- ไม้สังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของ Polypropylene (PP based) ผสมกับผงไม้
- ไม้สังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของ Polyvinyl chlolide (PVC based) ผสมกับผงไม้

จากข้อมูลข้างต้นจะทราบว่ามีฝ้าเพดานให้เลือกใช้หลายแบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการและความเหมาะสม แต่ส่วนใหญ่ในสมัยนี้จะนิยมมากที่สุดในประเทศไทย คือ ฝ้าดานแบบฉาบเรียบ[7] ถึงแม้ว่าการบำรุงรักษา จะไม่สะดวกที่สุด แต่วัสดุที่ต่างที่ใช้ซ่อมแซมข้อนข้างที่จะหาได้ง่าย อีกทั้งได้ความสวยงามดูทันสมัย จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกฝ้าดานแบบฉาบเรียบ มาทำการทดลองออกแบบระบบนำสายไฟเหนือฝ้าเพดาน เพื่อลดความเสียหายจากความร้อนและการลุกไหม้กับระบบฉนวนเหนือฝ้าเพดาน

ภาพที่ 2.5 แสดงระบบฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ
ที่มา : shorturl.asia/edMgN สืบค้นเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

[7] **ฝ้าเพดานมีกี่ประเภท และทำมาจากวัสดุอะไรบ้าง.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://1ab.in/qae สืบค้นข้อมูลวันที่ 16 ตุลาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบความนิยมในการใช้งานจากปัจจัยในการติดตั้งฝ้าเพดานแต่ละรูปแบบ

รูปแบบฝ้าเพดาน	ติดตั้งได้ง่าย	ซ่อมบำรุง	การติดตั้งงานระบบ	รวมคะแนน	ราคาการติดตั้ง/ตร.ม.
1.ฝ้าเพดานฉาบเรียบ	o	o	o	3	150 – 180 บาท
2.ฝ้าเพดานที บาร์	o	o	x	2	180 - 200 บาท
3.ฝ้าเพดานแบบเล่นระดับ	o	x	x	1	400 – 450 บาท
4.ฝ้าเพดานซ่อนระบบไฟ	o	x	x	1	450-550 บาท
5.ฝ้าเพดานดูดซับเสียง		o	o	3	500-600 บาท
6.ฝ้าเพดานโปร่ง	o	o	o	3	400-1,000 บาท
7.ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุไวนิล	o	x	o	3	350-1,700 บาท
8.ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม	x	x	o	3	-

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบฝ้าเพดานจะเห็นได้ว่าฝ้าเพดานฉาบเรียบเป็นที่นิยมสูงสุดเนื่องจากเป็นฝ้าเพดานที่ค่อนข้างง่ายต่อการติดตั้งและซ่อมบำรุงอีกทั้งราคาก็ถูกจึงทำให้คนนิยมใช้ฝ้าเพดานฉาบเรียบกัน ในส่วนของการว่างระบบสายไฟฟ้าหรือการติดตั้งฉนวนก็สามารถทำได้ง่าย แต่จะเกิดปัญหาตอนซ่อมบำรุงเนื่องจากจากจะจำเป็นต้องรื้อฉนวนออกมาก่อนที่จะซ่อมสายไฟที่ชำรุดได้

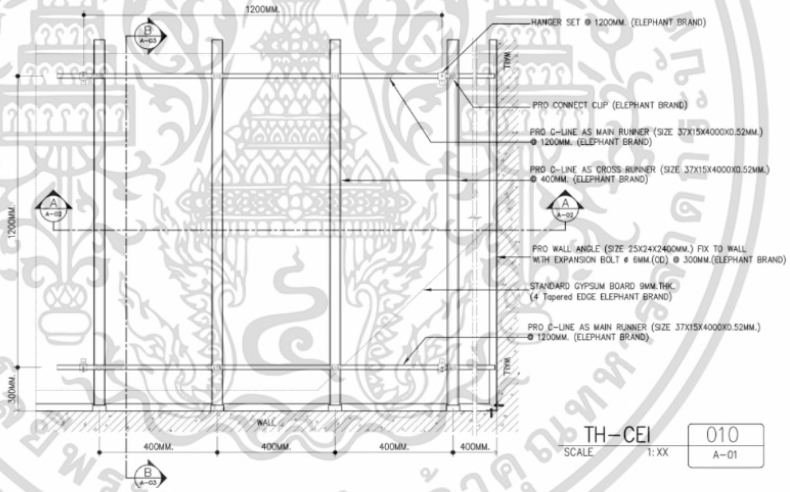
ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาการเสื่อมสภาพของระบบนำสายไฟฟ้าในบริเวณช่องว่างระหว่างฝ้าเพดานและฉนวนโดยใช้รูปแบบฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 รูปแบบโครงสร้างฝ้าเพดานที่จะใช้ในการศึกษา

ในปัจจุบันบ้านที่ออกแบบวัสดุ ฝ้าเพดาน[8]หรือ ฝ้าเพดานฉาบเรียบ ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของบ้าน ซึ่งเป็นแผ่นวัสดุที่ช่วยปกปิดและบังพื้นที่บริเวณใต้หลังคา ความสำคัญของ ฝ้าฉาบเรียบ ก็คือคอยช่วยปิดบังความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยรวมไปถึงซ่อนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ยุ่งเหยิงไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำ สายไฟ และนอกจากนี้ฝ้าเพดานยังมีคุณสมบัติเป็นวัสดุกันเสียง และทนไฟได้อีกด้วยโดยหลักๆ หากใครต้องการให้บ้านหรือคอนโดเรียบร้อย มีดีไซน์ กลมกลืนไปกับการออกแบบมีสไตล์ โดยวัสดุส่วนใหญ่ที่นิยมมาติดตั้งทำมาจากแผ่นยิปซั่ม หรือไฟเบอร์ซีเมนต์ เพราะด้วยคุณสมบัติที่มีน้ำหนักเบาและติดตั้งง่าย โดยฝ้าเพดานประเภทนี้จะเป็นการติดตั้งแบบถาวร

ฝ้าเพดาน นั้นสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ฝ้าเพดานฉาบเรียบ และฝ้าเพดานแบบทีบาร์ แต่ละประเภทถูกออกแบบมาเพื่อติดตั้งตามสภาพการใช้งานและความต้องการที่ต่างกันไปของแต่ละพื้นที่ ทั้งการต่อเติมรวมไปถึงการสร้างบ้านแนะนำการติดตั้ง ฝ้าเพดานฉาบเรียบ

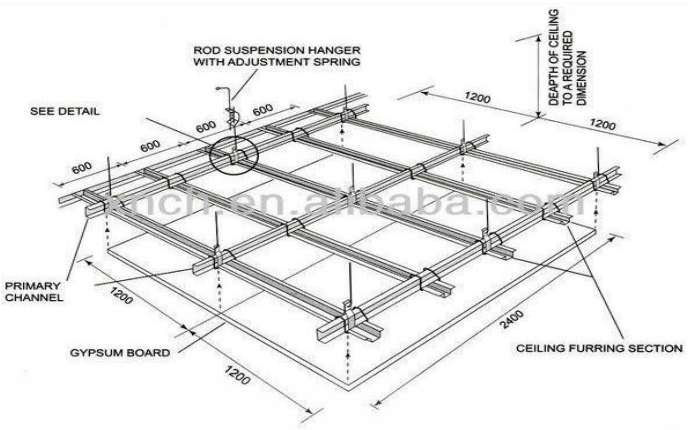


ภาพที่ 2.6 แสดงภาพตัดฝ้าเพดานฉาบเรียบ

ที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นเมื่อ : 3 ก.ย.. 2564

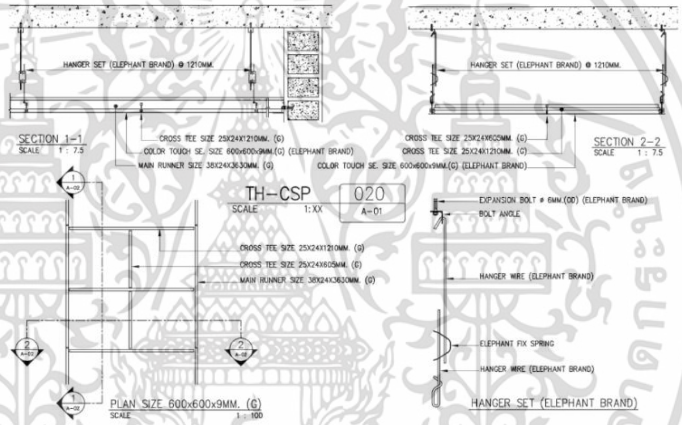
[8] **การติดตั้งฝ้าเพดาน.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 มิถุนายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



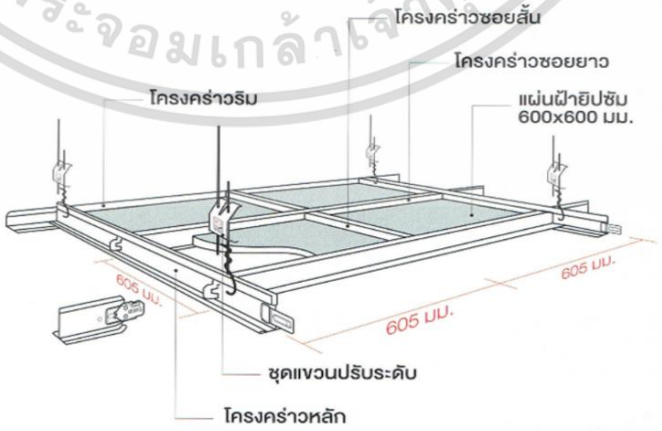
ภาพที่ 2.7 แสดงการติดตั้งฝ้าเพดานฉาบเรียบ

ที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นเมื่อ : 3 ก.ย.. 2564



ภาพที่ 2.8 แสดงภาพตัดฝ้าเพดานทีบาร์

ที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นเมื่อ : 3 ก.ย. 2564



ภาพที่ 2.9 แสดงการติดตั้งฝ้าเพดานทีบาร์

ที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นเมื่อ : 3 ก.ย.. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ประเภทของฉนวนที่ติดตั้งเหนือระบบฝาเพดาน[9]

ฝ้าเพดานเป็นส่วนที่อยู่ถัดมาจากหลังคาอาคาร จึงได้รับปริมาณความร้อนน้อยกว่าหลังคา ดังนั้นคุณสมบัติของฉนวนเพดานที่ต้องการอาจแตกต่างไปจากฉนวนหลังคา นอกจากนั้นยังต้องพิถีพิถันในเรื่องความสวยงามและวัสดุเคลือบหรือปิดผิวหน้าของฉนวน เนื่องจากเป็นส่วนที่อยู่ภายในอาคาร กรณีที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เพดาน เช่น หลอดไฟสองสว่าง พัดลม หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อป้องกันไฟไหม้ควรเลือกใช้ฉนวนชนิดกันไฟ เพื่อป้องกันความร้อนสูงซึ่ง อาจก่อให้เกิดการลุกไหม้ของฉนวน

ภาพที่ 2.10 แสดงการติดตั้งเหนือฝ้าเพดาน
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

การจำแนกทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ใช้หรือกำหนดขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปอ้างอิง วิธีการหนึ่งที่แบ่งฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation) ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ 1. ฉนวนมวลสาร 2. ฉนวนสะท้อนความร้อน นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของฉนวนตามชนิดของวัสดุพื้นฐาน (Basic Materials) ที่ใช้ในการผลิตได้ 9 ประเภท

1.ฉนวนป้องกันความร้อนใยแก้ว (Glass Fiber) ผลิตจากการนำก้อนแก้วหรือเศษแก้วมาหลอมและปั่นจนเป็นเส้นใยละเอียด แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นฉนวนกันความร้อนในรูปแบบต่างๆ เช่น ฉนวนแบบคลุมห่ม (Blanket) ฉนวนแบบแผ่น (Board) และฉนวนแบบหุ้มท่อ (Pipe Cover) ฉนวนป้องกันความร้อนประเภทนี้เป็นฉนวนเส้นใยแบบเซลล์เปิด (Open Cell) มีโครงสร้างภายในเป็นเส้นใยและช่องว่างอากาศ (Air Gap) จัดเป็นวัสดุประเภทไม่ลามไฟ (Non-Combustible Material) มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิวและไม่ปิดผิว ในปัจจุบันยังพิสูจน์ไม่ได้ว่าใยแก้วเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ฉนวนกัน

[9] สุนทร บุญญาธิการ อุษณีย์ มิ่งวิมล. **การใช้ฉนวน.** [หนังสือ] การใช้ฉนวน แหล่งที่มา : http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib9218.pdf สืบค้นข้อมูลวันที่ 25 มิถุนายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนชนิดนี้ไม่ทนทานต่อความเปียกชื้นและการควบแน่นเป็นหยดน้ำโดยจะสูญเสียคุณสมบัติในการกันความร้อนเมื่อได้รับความเปียกชื้น และหากคนที่แพ้เส้นใยสัมผัสหรือแตะถูกโดยตรง อาจเกิดอาการคันและระคายเคืองได้ ดังนั้นการเลือกใช้ ฉนวนใยแก้วหากไม่ต้องการให้เส้นใยโดนตัว ก็อาจจะเลือกใช้ชนิดที่มีฟอยล์หุ้มด้านนอก

ภาพที่ 2.11 แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยแก้ว (Glass Fiber)
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

2. ฉนวนป้องกันความร้อนใยแร่ (Mineral Fiber) ใยแร่อาจเรียกว่า หินแร่ (Mineral Rock) หรือฝอยขี้โลหะ (Slag Wool) หรือใยหิน (Rock Wool) มีกรรมวิธีการผลิตคล้ายคลึงกับใยแก้ว ข้อจำกัดในการใช้งานของใยแร่เหมือนกับฉนวนใยแก้ว ปัญหาการติดไฟของตัวประสาน (Binder) และการลุกไหม้ของผิวหน้า ฉนวนป้องกันความร้อนแคลเซียมซิลิเกต (Calcium Silicate) แคลเซียมซิลิเกต เป็นวัสดุฉนวนป้องกันความร้อนแบบเป็นโพรงอีกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะพรุนหรือ ช่องกลวง ผลิตจากการนำทรายซิลิเซียส มาอบโดยเครื่องอบความร้อนสูง พลังไอน้ำ จนเกิดเป็นปูนขาวไฮเดรต

ภาพที่ 2.12 แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยแร่ (Mineral Fiber)
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฉนวนป้องกันความร้อนเวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เป็นวัสดุที่นำมาประยุกต์เป็นฉนวนกันความร้อนร่วมกับวัสดุต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละงาน ทำจากแร่ไมกาซึ่งมีลักษณะเป็นเกล็ด ๆ คล้ายกระจก โดยมีน้ำเป็นส่วนประกอบในกระบวนการผลิต อนุภาคของแร่ไมกาจะได้รับความร้อนอย่างรวดเร็วจนเกิดการล่อนเป็นเกล็ด การใช้งานจะเป็นลักษณะของฉนวนกันความร้อนแบบเทบรรจุเข้าไปในบล็อคหรือโพรง ผนัง ถ้านำไปผสมกับปูนซีเมนต์หรือทรายจะได้เป็นคอนกรีตเวอร์มิคูไลท์ที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตปกติถึง 10 เท่า โดยทั่วไปจะผสมสารเคมีบางชนิดเพื่อใช้สำหรับพ่นกันไฟให้กับโครงสร้างเหล็กนิยมใช้ในยุโรปและอเมริกา

4. ฉนวนป้องกันความร้อนฟอยล์ (Foil) เป็นฉนวนกันความร้อนอีกชนิดหนึ่ง การเลือกใช้ฉนวนป้องกันความร้อนประเภทต่างๆ จะต้องคำนึงถึงความสามารถความเหมาะสมในการกันความร้อนให้กับอาคาร จากการศึกษาพบว่า การใช้ฟอยล์เพียงชั้นเดียวไม่เพียงพอสำหรับกันความร้อนจากหลังคาต้องมีฟอยล์ ไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้น โดยแต่ละชั้นมีช่องว่างอากาศ (Air Gap) ไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และต้องป้องกันการรั่วซึมได้ดีด้วย แต่มีข้อแม้ว่าผิวของแผ่นฟอยล์จะต้องมีลักษณะ “มัน-เงา”อยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่อฟอยล์สกปรกจะสูญเสียค่าการสะท้อนรังสีไปและหากถูกฝุ่นจับจนหนาทึบก็จะไม่สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนได้อีกต่อไป ดังนั้นการใช้ฟอยล์เป็นฉนวนกันความร้อนนั้นต้องใช้ร่วมกับฉนวนตัวอื่นๆ ใช้ฟอยล์เพียงอย่างเดียวเป็นฉนวนกันความร้อนยังได้ไม่ดีพอ

ภาพที่ 2.13 แสดงฉนวนป้องกันความร้อนฟอยล์ (Foil)
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

5. ฉนวนป้องกันความร้อนใยเซลลูโลส (Cellulose) ใยเซลลูโลส เป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ผลิตขึ้นจากการนำเยื่อไม้หรือเยื่อกระดาษที่ใช้ แล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง (Recycle) โดยการแผ่และดึงให้กระจายออกทำการย่อยจนละเอียด จากนั้นทำการประสานเข้าด้วยกันด้วยบอแร็กซ์ การประยุกต์ใช้งานอาจใช้ในการเทบรรจุ (Loose Fill) ในช่องผนังหรือเพดานของอาคาร ใช้ในลักษณะของฉนวนแบบแผ่น (Batt) แบบคลุมห่ม (Blanket) ที่พบเห็นส่วนใหญ่มักเป็นชนิดพ่น ในช่องว่างใต้หลังคาหรือฝ้า เพดานสำหรับเป็นฉนวนกันความร้อนใต้ดาดฟ้า หรือหลังคา ข้อจำกัดในการใช้งานของฉนวนกันความร้อน แบบนี้ก็คือ ถ้าไม่สามารถควบคุมให้มีความหนาแน่นตามมาตรฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีการยุบตัวลงทีละ น้อยทั้งจากผลของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง การสั่นสะเทือน หรือความชื้น เป็นสาเหตุทำให้สภาพการต้านทานความร้อนลดลงได้ โดยทั่วไปแล้วฉนวนกันความร้อน ใยเซลลูโลสเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในท้องตลาด ปัจจุบันมักทำขึ้นจากเยื่อกระดาษที่ใส่สารไม่ให้ไฟลาม ทำให้สามารถป้องกันไฟได้ระดับหนึ่งเมื่อโดนไฟไหม้จะมีควันและดับไปเองในที่สุด ถ้าเยื่อกระดาษนี้มีสารเคมีผสมอย่างถูกต้อง ก็สามารถใช้เป็นวัสดุกันไฟได้และมีคุณสมบัติที่มีค่าใกล้เคียงกับใยแร่และใยแก้วฉนวนป้องกันความร้อนในเซลลูโลสจึงเหมาะกับการประยุกต์ใช้งานผนังห้องหรือผนังของอาคาร รวมถึงใต้หลังคาของอาคาร

ภาพที่ 2.14 แสดงฉนวนป้องกันความร้อนใยเซลลูโลส (Cellulose)
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

6. ฉนวนป้องกันความร้อนแคลเซี่ยมซิลิเกต (Calcium Silicate) เป็นฉนวนที่เหมาะกับงานอุตสาหกรรมที่ใช้อุณหภูมิสูง คุณสมบัติ ไม่ทำให้เกิดการสันดาป ป้องกันไฟ ไม่มีสารพิษ ไม่ผสม (Asbestos) มีทั้งแบบเป็นใยแร่ และเส้นใยสังเคราะห์ (Calcium Silicate) เกิดจากความร้อนค่อนข้างต่ำ ทำให้มีความสามารถในการปรับตั้งค่าในแต่ละอุณหภูมิได้รวดเร็วตามสภาพงาน ซึ่งมักจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละช่วงไม่เท่ากัน (Calcium silicate) ประกอบด้วยไฮดรัสแคลเซียมซิลิเกต โดยระหว่างกรรมวิธีการผลิตไอน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็นหินปูนและซิลิกาไปเป็นไฮด รัสแคลเซียมซิลิเกต ซึ่งเป็นวัสดุที่ แข็งแรงทนทานนิยมนำไปใช้ในการหุ้มท่อและภาชนะในกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่ มีอุณหภูมิสูงและจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงอัดสูงอีกด้วย

7. โฟมชนิดยืดหยุ่น (Elastomeric Foam) โฟมชนิดยืดหยุ่นมีอีกชื่อหนึ่งคือ โฟมยางแบบขยาย (Expanded Rubber Foam) เป็นฉนวนป้องกันความร้อนหรือฉนวนกันความร้อนที่ยืดหยุ่นได้ด้วยการฉีดให้ ขยายตัวในแบบ (Model) โฟมกันความร้อนชนิดนี้เป็นฉนวนประเภทเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) มีเซลล์ชิดกันมาก มีค่าการดูดซับความชื้นต่ำ ทำให้สามารถต้านทานการแทรกซึมของไอน้ำได้ดี จึงเหมาะสมกับการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ระบบท่อส่งความเย็นหากใช้งานที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานจะเกิดการหดตัว ทำให้สภาพความเป็นฉนวนลดลง ดังนั้นโฟมชนิดยืดหยุ่นนี้จึงเหมาะกับการใช้งานในเรื่องการเก็บรักษาความ เย็นของอุณหภูมิตามที่ต้องการ ในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นภายในอาคารสถานที่ต่างๆโดยเฉพาะห้างสรรพสินค้า เราจะเห็นท่อเก็บความเย็นใต้หลังคาของอาคารบุด้วยโฟมชนิดยืดหยุ่น ทำให้เก็บความเย็นได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานไม่หนักมากความเย็นแผ่กระจายได้อย่างทั่วถึงด้วยครับ

8. ฉนวนกันความร้อนโฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam) คือ ฉนวนป้องกันความร้อนเป็นโฟมกันความร้อนที่มีการใช้อยู่ทั่วไปตามท้องตลาดเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเป็นวัสดุน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายง่าย และนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวางรูปแบบหลากหลายลักษณะ เช่นใช้เป็นกล่องใส่อาหาร หรือใช้เป็นแผ่นรองกันกระแทกในภาชนะบรรจุภัณฑ์ ใช้เป็นแผ่นบุผนังอาคารเพื่อป้องกันความร้อน และใช้ในงานออกแบบ งานศิลป์ด้านต่าง ๆ มีการผลิตขึ้นมาใช้งาน 2 รูปแบบ คือ แบบรีด (Extrude) และ แบบหล่อ (Model) แต่เนื่องจาก โพลีสไตรีน เป็นวัสดุประเภทเซลล์ธรรมชาติ ซึ่งสามารถติดไฟ และลุกไหม้ได้ ดังนั้นในการนำมาใช้งาน จึงต้องมีเปลือกที่ต้านทานเปลวไฟได้หุ้มอยู่ เช่น ยิปซั่มบอร์ด และนอกจากนี้ยังต้องป้องกันไม่ให้โฟม โพลีสไตรีนกระทบกับแสงอาทิตย์โดยตรง เพราะรังสีอัลตราไวโอเลต จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเสื่อมสภาพได้ อุณหภูมิใช้งานสูงสุดประมาณ 80 องศาเซลเซียส ถ้ามีการใช้งานในอุณภูมิสูงกว่านี้ อาจเป็นสาเหตุให้อ่อนตัวลงได้โฟมโพลีสไตรีนเป็นฉนวนประเภทที่เอาเม็ดโฟมขนาด เล็ก ๆ มาอัดเข้าด้วยกัน (Inter connecting Cell In) ทำให้มีช่องว่างระหว่างเม็ดโฟมแทรกอยู่บ้าง ดังนั้นโฟมโพลีสไตรีน จึงไม่สามารถกันความชื้นได้ 100% ไม่ค่อยนิยมไปทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อนเท่าใดนัก

9. ฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane foam) ฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟมหรือ ฉนวนกันร้อน คือเทคโนโลยีการฉีดฉนวนหรือโฟมกันความร้อนลงบนผิววัสดุ สารที่ใช้ฉีดเป็นฉนวนที่มีชื่อว่า"โพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane Foam) หรือโฟมกันความร้อน ซึ่งเป็นฉนวนที่กันความร้อนได้ดีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติโดยรวม กับฉนวนชนิดอื่นๆ โดยทั่วไป ฉนวนโพลียูรีเทนโฟมจะไม่ดูดซับความชื้นสามารถป้องกันน้ำและกันความชื้นได้ แต่เนื่องจากฉนวนโพลียูรีเทนโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานานๆ จะเปลี่ยนรูปได้ แต่ปกติทั่ว ๆ ไปแล้วอุณหภูมิของบ้านเราก็สูงไม่ถึงระดับนั้นเลย ยกเว้นกรณีที่มีการนำโพลียูรีเทนโฟม ไปใช้บุหลังกระจกโดยตรง เช่น กระจกหน้าต่างจะทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งโฟมไม่สามารถคงสภาพเดิมเอาไว้ได้ นอกจากนี้มีความจำเป็นต้องป้องกันการถูกทำลายเนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) จากดวงอาทิตย์โดยวิธีการพ่นเซรามิคโค้ตติ้งพ่นปิดทับ ลงบนผิวโพลียูรีเทนโฟม รังสีความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง โดยมีต้นเหตุมาจากหลายแหล่ง แหล่งกำเนิดที่ใหญ่และมากที่สุดได้แก่ รังสีความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งจากสภาวะสิ่งแวดล้อมภายนอก และรังสีความร้อนจากเครื่องจักรกลต่างๆ ซึ่งถ่ายเทพลังงานความร้อนออกมา (Heat Transfer) ที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า พลังงานความร้อนเหล่านี้สร้างปัญหาให้กับเราหลายๆอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.15 แสดงฉนวนกันความร้อนโพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane foam)
ที่มา : หนังสือการใช้ฉนวน ISBN 974-7578-72-7 (2543) สืบค้นเมื่อ : 19 ต.ค. 2561

ฉนวนใยแก้วเป็นฉนวนอีกหนึ่งประเภทที่ได้รับความนิยม เป็นอันดับ 1 ใน 4 ประเภท[10] ของฉนวนกันความร้อนใต้หลัง ในประเทศไทยเนื่องจากหาได้ง่ายมีราคาถูก และประชาชนคนทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับฉนวนประเภทนี้ได้ง่ายเนื่องจากได้มีการทำวิจัยกันอย่างแพร่หลาย ถึงแม้ว่าจะมีการติดตั้งได้ยากและการซ่อมบำรุงที่ค่อนข้างลำบาก และในการติดตั้งต้องเตรียมพื้นที่สำหรับการ เตรียมการติดตั้งเนื่องจากม้วนของฉนวนกันความร้อนค่อนข้างหนากว่าฉนวนประเภทอื่นๆ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาการเสื่อมเนื่องจากความร้อนจึงเลือกใช้ฉนวนใยแก้วมาทำการทดลองเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ในประเทศไทยใช้ฉนวนใยแก้ว ขนาดความหน้า 3 นิ้วเท่านั้น

2.2 ระบบท่อนำสายไฟฟ้า และรูปแบบในการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไป

2.2.1 หลักการติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตฐาน[11]

มาตรฐานในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารที่มีใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่ จะใช้มาตรฐานของ IEC (International Electro-technical Commission) จะสังเกตได้จากตามป้ายบอกของอุปกรณ์นั้นๆ อุปกรณ์ไฟฟ้าจะอ้างอิงมาตราฐานนี้อยู่เสมอ เช่น หลอดไฟฟ้า ปลั๊ก เซอร์กิดเบรกเกอร์

[10] **ฉนวนกันความร้อนแบบแผ่นยอดฮิต.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://1ab.in/lEr สืบค้นข้อมูลวันที่ 6 ตุลาคม 2563

[11] **หลักการออกแบบและติดตั้งสายไฟในอาคารสูง.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นข้อมูลวันที่ 6 กรกฎาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฯลฯ IEC 60947-2 (Low Voltage Switchgear and Control Gear Part 2) ดังนั้นผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าในประเทศไทยจะต้องใช้หลักมาตราฐานนี้ในการออกแบบเป็นหลัก ไม่ควรใช้มาตรฐานอื่นยกเว้นอุปกรณ์ชนิดนั้นไม่มีอยู่ในประเทศไทยแต่สามารถเทียบมาตรฐานที่รองรับอุปกรณ์ชนิดนั้นได้เหมือนกันเครื่องอุปกรณ์และที่ใช้ในประเทศไทยมีแหล่งกำเนิดมาจากหลายประเทศด้วยกัน อาทิเช่น

มาตรฐานประจำชาติ

- ANSI (American National Standard Institute ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- BS (British Standard) ของประเทศสหราชอาณาจักร
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่นมาตรฐานสากล
- ISO (International Organization For Standardization)
- IEC (International Electro-technical Commission)
- EN (European Standard)

2.2.2 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามีหน้าเป็นตัวนำพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งพลังงาน ไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตขึ้นมามากมายหลากหลายชนิดที่ได้ผลิตขั้นตามความต้องการของผู้ทำการการติดตั้ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกชนิด และขนาดสายไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมการการติดตั้ง สภาพแวดล้อมที่ติดตั้งด้วยความสามารถในการนำกระแสฟ้าของตัวนำ และความสามารถในการทนต่อความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะปกติและขณะเกิดการลัดวงจร

ส่วนประกอบของสายไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนได้แก่ ตัวนำโลหะ และฉนวน

- ตัวนำโลหะ

ตัวนำของสายฟ้าทำมาจากโลหะ ที่มีความนำกระแสไฟฟ้าสูง อาจจะอยู่ในรูปของตัวนำเดี่ยวและตัวนำที่เป็นตีเกลียว การนำกระแสไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับขนาดของตัวนำนั้น 1 ตัวนำที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันได้แก่ ทองแดง อะลูมิเนียม โดยโลหะทั้ง 2 ชนิดนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ตามคุณสมบัติของตัวนำนั้นๆ และตามลักษณะของการใช้งานต่างกันออกไป

- ทองแดง

เป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าที่สูงมาก ข้อดีมีความแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อน มีความยืดหยุ่นสูง ดัดงอได้ง่ายแต่มีข้อเสียคือมีน้ำหนักมาก และราคาค่อนข้างสูง

- อะลูมิเนียม

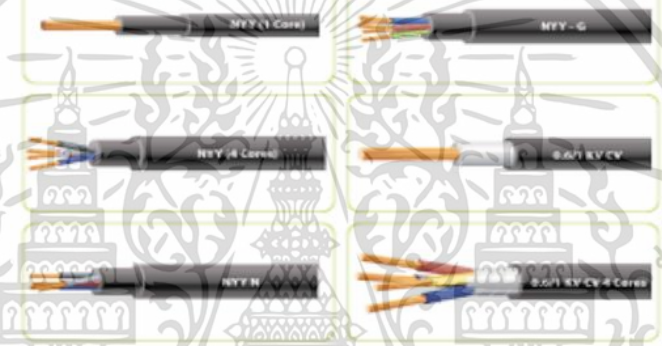
เป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้ารองจากทองแดงแต่เมื่อเปรียบเทียบกับทองแดงในกรณีกระแสเท่ากันแล้ว อะลูมิเนียมจะมีน้ำหนักที่เบามากกว่าทองแดง และราคาค่อนข้างถูกกว่ามาก แต่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การงอตัวและความเหนียว ยืดหยุ่นน้อยกว่าทองแดงเวลาในการดัดงอ ส่วนใหญ่ตัวนำอะลูมิเนียมจึงนิยมใช้เป็นสายภายนอก

2.2.3 ฉนวนสายไฟ

ฉนวนทำหน้าห่อหุ้มตัวนำไฟฟ้าเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสัมผัสกัน โดยตรงระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน ซึ่งจะเกิดการรัดวงจร วัสดุที่นำมากทำเป็นฉนวนนั้นดี (PVC) และมีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งฉนวนชนิด (PVC) นี้สามารถทนแรงดันไฟฟ้าและความร้อนได้ดี ความร้อนที่เกิด จะถ่ายเทความร้อนไปยังเนื้อฉนวน ความสามารถในการทนความร้อนของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดขนาดของสายไฟฟ้า



ภาพที่ 2.16 แสดงสายไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ

ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.2.3.1 สายไฟฟ้าในแรงดันสูง

สายไฟฟ้าที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเป็นสายที่มีขนาดใหญ่ ในลักษณะตัวนำสายไฟฟ้าแรงสูงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ สายเปลือย (Bare Wires) และสายหุ้มฉนวน (Insulated Wires)

- สายเปลือย (Bare Wires) คือสายที่ไม่เปลือยฉนวนห่อหุ้มสายถ้านำไปใช้ในระบบแรงดันต่ำจะทำให้ไม่ปลอดภัยจึงจำเป็นต้องใช้สายชนิดนี้ที่แรงดันสูง สายเปลือยใช้ในระบบแรงดันสูงส่วนใหญ่จะเป็นตัวนำอะลูมิเนียม เพราะมีหนักที่เบาและราคาค่อนข้างถูก แต่ถ้าเป็นสายอะลูมิเนี่ยมล้วนจะสามารถรับแรงดึง ได้ต่ำจึงได้มีการพัฒนาให้มีการรับแรงดึงได้สูง โดยการผสมแกนเหล็กเข้าไปในสายเปลือยได้แก่

- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวเปลือย (AAC-All Aluminium Conductor) เป็นสายอะลูมิเนียมที่พันตีเกลียวเป็นชั้น 1 สายชนิดนี้สามารถรับแรงดึงได้ต่ำมาก จึงไม่สามารถขึงสายให้มีระยะห่างช่วงเสามากๆ ได้โดยปกติแล้วความยาวช่วงเสาจะต้องไม่เกิน 50 เมตร และมาตรฐานสำหรับสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวเปลือยคือ มอก. 85-2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.17 แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวเปลือย (AAC-All Aluminium Conductor)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบผสม (AAAC-All Aluminium Alloy Conductor) สายชนิดนี้มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม แมกนีเซียม และซิลิกอบ สายไฟฟ้าแบบตีเกลียวชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่าสายไฟฟ้าแบบตีเกลียวชนิดอะลูมิเนียมล้วนจึงเหมาะกับการเดินสายไฟฟ้านอกอาคารและบริเวณชายทะเลเพราะสามารถทนการกัดกร่อนของไอเกลือได้ดี

ภาพที่ 2.18 แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบดีเกลียวมีแกนเหล็ก
(ACSR-Aluminium Conductor Steel Reinforced)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบตีเกลียวมีแกนเหล็ก (ACSR-Aluminium Conductor Steel Reinforced)เป็นสายไฟฟ้าชนิดแบบตีเกลียว มีแกนเหล็กอยู่กลางแกน เพื่อที่จะสามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้นแต่ไม่ควรที่จะติดตั้งบริเวณชายทะเลเพราะจะมีการกัดกร่อนของไอเกลือ ซึ่งทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

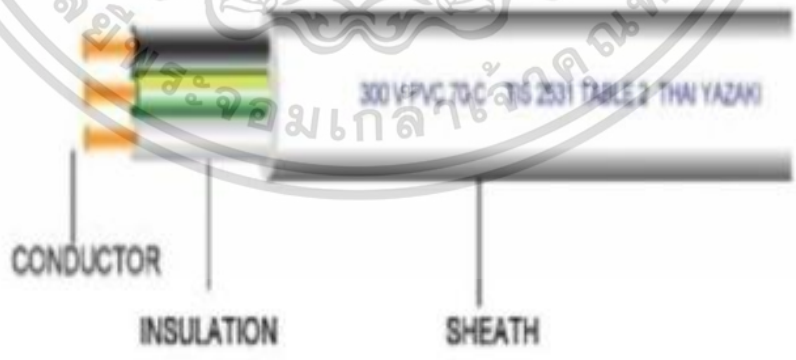
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.19 แสดงสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแบบดีเกลียวมีแกนเหล็ก
(CACSR-Aluminium Conductor Steel Reinforced)
ที่มา : หลักการออกแบบและติดตั้งสายไฟในอาคารสูง สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.2.3.2 สายไฟฟ้าในระบบแรงต่ำ

สายไฟฟ้าในแรงต่ำมีทั้งชนิดที่ตัวนำเป็นทองแดงและอะลูมิเนียม ปัจจุบันการกำหนดให้สายไฟฟ้าแรงดันต่ำภายในอาคารต้องเป็นตัวนำทองแดงเท่านั้น สายไฟฟ้าทองแดงมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดอาจแตกต่างกันที่ฉนวนแรงดันที่ใช้งานและโครงสร้างของฉนวน ซึ่งต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน สายทองแดงที่นิยมใช้กันมากได้แก่

- สายไฟฟ้าชนิด (VAP) เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนและเปลือก เป็นสายไฟฟ้าแบบแบน มีทั้งแบบ 2 แกน และ 2 แกนมีสายดิน แรงดันใช้งาน 300/500 V สามารถใช้งานได้ดีในการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร สามารถเดินเกาะผนัง เดินในรางรอยสาย ห้ามร้อยท่อ ห้ามฝังดิน



ภาพที่ 2.20 แสดงสายไฟฟ้าชนิด (VAP)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายไฟฟ้าชนิด (NYY) เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนและเปลือก เป็นสายชนิดแบบกลุ่ม มีแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดินด้วย ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อ ร้อยท่อฝังดิน และฝังโดยตรง เดินในรางร้อยสาย วางบนรางเคเบิลได้

ภาพที่ 2.21 แสดงสายไฟฟ้าชนิด (NYY)

ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

- สายไฟฟ้า (Thermoplastic Heat and Water Resistant Insulated Wire , THW) เป็นสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีไม่มีเปลือก มีเฉพาะแกนเดี่ยวเท่านั้น สายขนาดเล็กมีให้เลือกหลายสีสำหรับสายขนาดใหญ่มีเฉพาะสีดำเท่านั้น เหมาะสำหรับใช้เดินลอยในอากาศ เดินร้อยท่อ และในรางเดินสายไฟฟ้า ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดิน

ภาพที่ 2.22 แสดงสายไฟฟ้าชนิด (THW)

ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

- สายไฟฟ้าชนิด (VCT) เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนและเปลือก เป็นชนิดสายกลม มีชนิดแบบ 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดินด้วย แรงดันใช้งาน 450/750 โวล มีข้อดีพิเศษกว่าก็คือตัวนำจะประกอบด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็ก ๆ ทำให้มีข้อดีคืออ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือน ได้ดี เหมาะ ที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าในเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน สายชนิดนี้ใช้งานเหมือนสาย NYY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 แสดงสายไฟฟ้าชนิด (VCT)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.2.3.3 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire resistance)

เป็นสายไฟฟ้าที่สามารถต้านทานการติดไฟ (fire resistance) หรือด้านเปลวไฟได้ ใช้ได้กับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ระยะหนึ่งในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ เพื่อให้ระบบที่ต้องการใช้งานได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ยังมี ไฟฟ้าใช้อยู่ เช่น ระบบเตือนเพลิงไหม้ ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน การทนไฟของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตราฐานสากลคุณสมบัติต้านทานการติดไฟ คือสายไฟฟ้าที่ทนต่อการติดไฟ ไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของไฟและขณะไฟลุกไหม้อยู่ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ปกติ กำหนดให้ใช้มาตรฐานของ BS 6387 60332-1

ภาพที่ 2.24 แสดงสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (fire resistance)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

การเลือกใช้สายไฟฟ้าในการติดตั้งระบบไฟฟ้า

เมื่อมีกระแสไหลในสายไฟฟ้าจะเกิดความร้อนเนื่องจากความต้านทานของสายไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไหลเท่ากันสายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่า หรือถ้าจะให้มีความร้อนเท่ากับกับสายเส้นที่ใหญ่กว่าจะต้องมีกระแสไหลมากกว่า ความร้อนที่สายไฟฟ้าต้องไม่เกินอุณหภูมิใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานของฉนวนที่หุ้มสายนั้น ความสามารถในการนำกระแสนี้เรียกว่าขนาดของกระแสของสายไฟฟ้า จะมีองค์ประกอบดังนี้

- ชนิดและขนาดของตัวนำโลหะ แบ่งเป็น อะลูมิเนียมและทองแดง ซึ่งในปัจจุบันสายไฟฟ้าในอาคารส่วนใหญ่จะใช้เป็นสายทองแดง

- ชนิดของฉนวน เนื่องจากกระแสที่ไหลในสายไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน สำหรับสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน สายไฟฟ้าที่ฉนวนทนความร้อนได้สูงกว่าจึงนำกระแสได้สูงกว่า

- รูปแบบการติดตั้ง เป็นตัวแปรที่สำคัญเพราะเกี่ยวกับการระบายความร้อนของสายไฟฟ้าการติดตั้งที่ดีจะสามารถระบายความร้อนได้ดี จะเป็นผลทำให้สายไฟฟ้านำกระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น

- อุณหภูมิโดยรอบ ถ้าอุณหภูมิโดยรอบต่างกัน ขนาดของกระแสไฟฟ้าก็จะเปลี่ยนไปด้วย จึงต้องมีการปรับค่าที่อ่านกระแสไฟฟ้า

- รูปแบบการติดตั้ง การติดตั้งสายไฟฟ้าทำได้โดยหลายรูปแบบตามความต้องการโดยเหมาะสมกับชนิดของสายไฟฟ้า เช่น เดินเกาะผนัง, ร้อยท่อ, ในรางเดินสายไฟฟ้า และวางบนรางเคเบิล การเดินสายแต่แบบจะทำให้ขนาดของกระแสสายไฟฟ้า

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาการเสื่อมสภาพของระบบนำสายไฟฟ้าโดยใช้สายไฟแบบ (Thermoplastic Heat and Water Resistant Insulated Wire , THW) มอก. 11-2531 ขนาด 2.5 มิลลิเมตร เท่านั้นในการทดลอง

2.2.4 ชนิดของท่อร้อยสายไฟฟ้าและรูปแบบการติดตั้ง

ท่อโลหะหนา (Rigid metal conduit) ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate metal conduit) และท่อหนาบาง (Electrical metallic tubing) เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีเหมือนกัน แต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่ความหนาของผนังท่อเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ท่อโลหะชนิดหนา และชนิดหนาปานกลางสามารถทำเกลียวได้ทั้งคู่ขึ้นอยู่กับการใช้งานการใช้งาน

ท่อร้อยสายไฟฟ้า ท่อโลหะนี้ใช้งานกับงานเดินสายทั่วไป ปกติใช้ได้ทั้งในสถานที่แห้ง ชื้น และเปียก การติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพที่ใช้งาน การนำท่อโลหะหนา หรือท่อโลหะหนาปานกลางเดินฝังดินต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากสังกะสีที่เคลือบอยู่อาจจะหลุดออก ได้ขนาดของท่อที่ผลิตใช้งานและเป็นไปตามข้อกำหนด 2. ขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้าของการ ไฟฟ้าดังต่อไปนี้

1. ขนาดเล็กสุด ท่อต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม.

2. ขนาดใหญ่สุด ท่อโลหะบางและปานกลาง ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุด ไม่เกิน 100 มม. ถ้าเป็นท่อโลหะหนาต้องมีขนาดใหญ่สุด 150 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องไม่เกินที่กำหนดไว้ ขนาดของกระแส ขนาดของกระแสของสายไฟฟ้าจะต้องใช้ค่าให้ตรงตามการติดตั้ง ตามข้อกำหนดมาตรฐานการติดตั้งมี ดังนี้

2.2.4.1 ในสถานที่เปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อโลหะ เช่น โบลด์ สตู ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้

2.2.4.2 เมื่อทำการดัดท่อแล้วจะต้องลบคมของท่อด้วยเพื่อที่จะ ไม่ให้บาดฉนวนของสายไฟฟ้าและในการทำเกลียวท่อจะต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

2.2.4.3 การต่อสายให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายเท่านั้น

2.2.4.4 การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย จะต้องมีข้อต่อก่อน

2.2.4.5 ท่อเหล็กบางห้ามนำมาทำเกลียว

2.2.4.6 มุมคัดโค้งห้ามเกิน 360 องศา เพราะจะทำให้ดึงสายได้ยาก

2.2.4.7 ห้ามใช้ท่อโลหะบางในการเดินฝังดินโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดการชำรุดเสียหายจากการผุกร่อนตามการเวลาได้

รูปแบบท่อนำสายไฟที่ใช้ในปัจจุบัน

1. ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit, RMC)
   - ใช้งานได้ทั่วไปทุกสถานที่แต่จะต้องทำเกลียว
   - มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. - 150 มม.
   - ความยาวของท่อโลหะหนาท่อนละ 3 มม.

ภาพที่ 2.25 แสดงท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit, RMC)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit, IMC)

- ใช้งานได้ทั่วไป ได้ทุกสถานที่แต่จะต้องทำเกลียว
- มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม. - 100 มม.
- ความยาวของท่อโลหะปานกลางท่อนละ 3 ม.

ภาพที่ 2.26 แสดงท่อโลหะหนาป่านกลาง (Intermediate Metal Conduit, IMC)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

3. ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT)

ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT) ใช้งานเฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ทั้งในที่เปิดโล่งและที่ซ่อน เช่น เดินลอยตามผนัง เดินในผ่านเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตได้ ไม่ควรใช้ท่อ (EMT) ในที่มีการกระทบกระแทกทางกล ใช้ฝังดินและไม่ใช้ในระบบแรงสูง

- เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มม.- 50 มม.
- ความยาวของท่อโลหะป่านกลางท่อนละ 3 ม.
- ห้ามนำฝังดิน

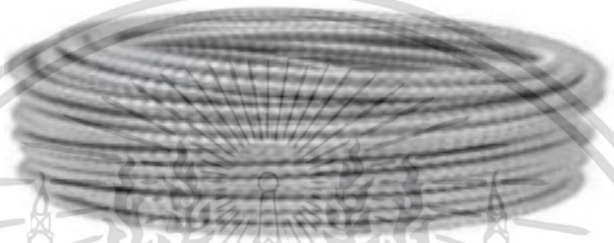
ภาพที่ 2.27 แสดงท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing ,EMT)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit, FMC)

ท่อโลหะอ่อน(Flexible Metallic Conduit, FMC) ปกตินิยมเดินเข้าเครื่องจักรหรือโคม ไฟฟ้าเนื่องจากมีความ โค้งงอ ได้ง่ายสะดวกตามความต้องการ และยังใช้งานได้ดีในเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนจึงนิยมใช้ความยาวในช่วงสั้นๆ

- ใช้งานในสถานที่แห้ง ความยาวไม่เกิน 2 ม.
- ห้ามใช้เดินในปล่องลิฟท์ ในห้องแบตเตอรี่ ห้ามฝังดิน
- ในที่เปียกจะต้องมีข้อต่อเพื่อไม่ให้น้ำเข้า



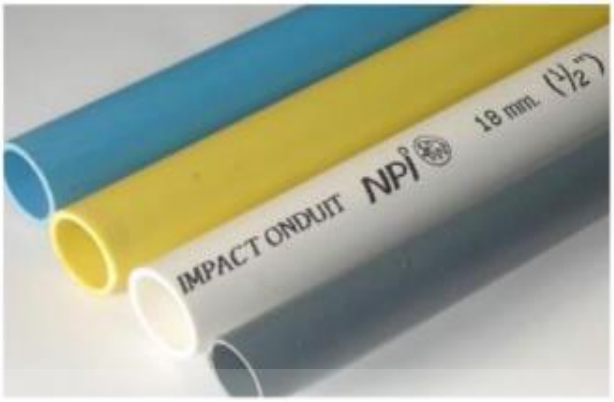
ภาพที่ 2.28 แสดงท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit, FMC)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

5. ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmctallic Conduit, RNC)

ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetalic Conduit, RNC) ที่มีใช้งานอยู่ทั่วไปได้แก่ ท่อพีวีซี ท่อพีวีซีมีคุณสมบัติในการต้านเปลวเพลิง แต่มีข้อเสียตรงที่เมื่อเกิดเพลิงไหม้ไฟจะมีก๊าซที่เป็นพิษต่อบุคคลออกมาด้วย และไม่คงทนต่อแสงอัลตราไวโอเลตทำให้กรอบเมื่อถูกแสงแดดนาน ๆ ท่ออโลหะและเครื่องประกอบการเดินท่อต้องใช้วัสดุที่เหมาะสม ทนต่อความชื้น สภาพอากาศและสารเคมี ทนแรงกระแทก และแรงอัด ไม่บิดเบี้ยวเพราะความร้อนภายใต้สภาวะที่อาจเกิดขึ้นเมื่อใช้งานในสถานที่ใช้งาน ซึ่งมีโอกาศถูกแสงแดด โดยตรงต้องใช้ท่อชนิดทนแสงแดดได้ ท่อที่ใช้เหนือดินต้องมีเพียงพอที่จะทนแรงกระแทกได้โดยไม่เสียหายคุณสมบัติด้านเปลวเพลิง ข้อที่ใช้ใต้ดินวัสดุที่ให้ต้องทนความชื้น ทนทานที่ทำให้ผุกร่อน และมีความแข็งแรง

- การเดินซ่อนในผนัง, พื้น และเพดาน
- ในที่เปียกชื้นจะต้องมีข้อต่อในการกันน้ำเข้า
- ในที่โล่ง ซึ่งไม่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
- ห้ามใช้ในบริเวณอันตราย
- ใช้เป็นเครื่องแขวนและจับของดวงโคม
- ในโรงมหรสพ
- ท่ออโลหะแข็งที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.29 แสดงท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmctallic Conduit, RNC)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

6. รางเดินสายไฟฟ้า (Wireway)

รางเดินสายไฟฟ้า (Wireway) มีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นพับขึ้นรูปและมีฝาปิด จะมีช่องระบายอากาศหรือไม่มีก็ได้ มีทั้งแบบที่ผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานและที่ทำขึ้นใช้เอง มีการป้องกันการผุกร่อนด้วยการทาสีหรือชุบด้วยสังกะสี การเดินสายไฟฟ้านี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางเนื่องจากมีราคาถูก การเดินสายทำได้สะดวก และเดินสายได้จำนวนมากในรางเดียวกัน

- การใช้งาน รางเดินสายไฟฟ้าต้องติดตั้งในสถานที่เปิดโลงเท่านั้น และจะต้องสามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาวของรางภายหลังการติดตั้ง
- ห้ามใช้ รางเดินสายไฟฟ้าในสถานที่เกิดการเสียหายทางกายภาพ
- จำนวนสายไฟฟ้า พื้นที่หน้าตัวรวมของสายไฟฟ้ารวมฉนวนจะต้องไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ภายในหน้าตัดของรางเดินสายไฟฟ้า
- การติดตั้ง รางเดินสายจะต้องมีการรองรับอย่างแน่นหนา ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
- การเดินสาย เมื่อสายแกนเดี่ยว สายเส้นไฟและเส้นศูนย์รวมทั้งสายดินของแต่ละวงจรต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่มและมัดเข้าด้วยกัน เพื่อป้องกันกระแสไม่สมดุลเนื่องจากการเหนี่ยวนำและป้องกันการเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร
- การต่อสายไฟฟ้า การต่อสายไฟฟ้าให้ทำได้เฉพาะในส่วนที่สามารถปิดออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.30 แสดงรางเดินสายไฟฟ้า (Wireway)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

7. รางเคเบิล (Cable Tray)

เป็นโครงสร้างสำหรับรองรับสายเคเบิล ต้องไม่มีส่วนที่เป็นคมที่อาจทำให้ฉนวนฉีกขาด ไม่ถือเป็นการห่อสาย นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะการติดตั้งได้ง่าย และมีราคาถูก แบ่งออกตามลักษณะได้ดังต่อไปนี้

-รางเคเบิลแบบขั้นบันได (Ladder Type) มีลักษณะคล้ายกับดันบันได ใช้กับสายเคเบิลกำลังทำมาจากเหล็กแผ่นมาตรฐาน ผ่านการพ่นด้วยสีฝุ่น

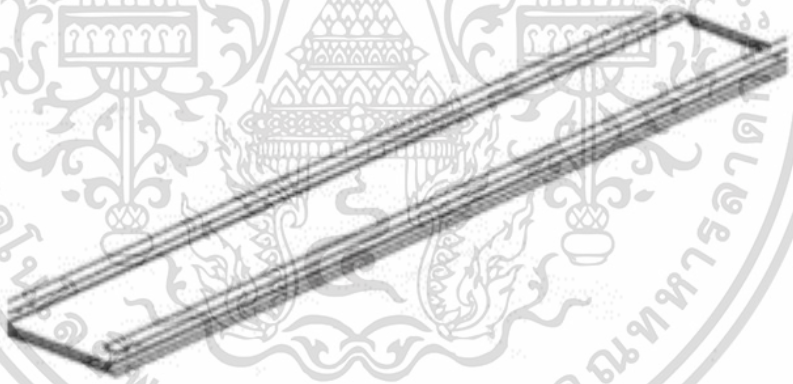
ภาพที่ 2.31 แสดงรางเคเบิล (Cable Tray)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

-รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type) เป็นชิ้นเดียวโดยตลอด มีรูระบายอากาศด้านล่าง ใช้จับยึดสายชนิดใหญ่เส้นเดียว หรือสายควบคุมชนิดหลายตัวนำ ทำมาจากแผ่นเหล็กมาตราฐาน ผ่านการพ่นด้วยสีฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.32 แสดงรางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

- รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type) เป็นชิ้นเดียวโดยตลอดด้านล่างเป็นโลหะทึบ ใช้กับสายตัวนำโดยทั่วไปที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถเพิ่ม เคลื่อนย้าย เปลี่ยนแปลง สายไฟฟ้าได้โดยสะดวก



ภาพที่ 2.33 แสดงรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)
ที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบท่อนำสายไฟในปัจจุบัน

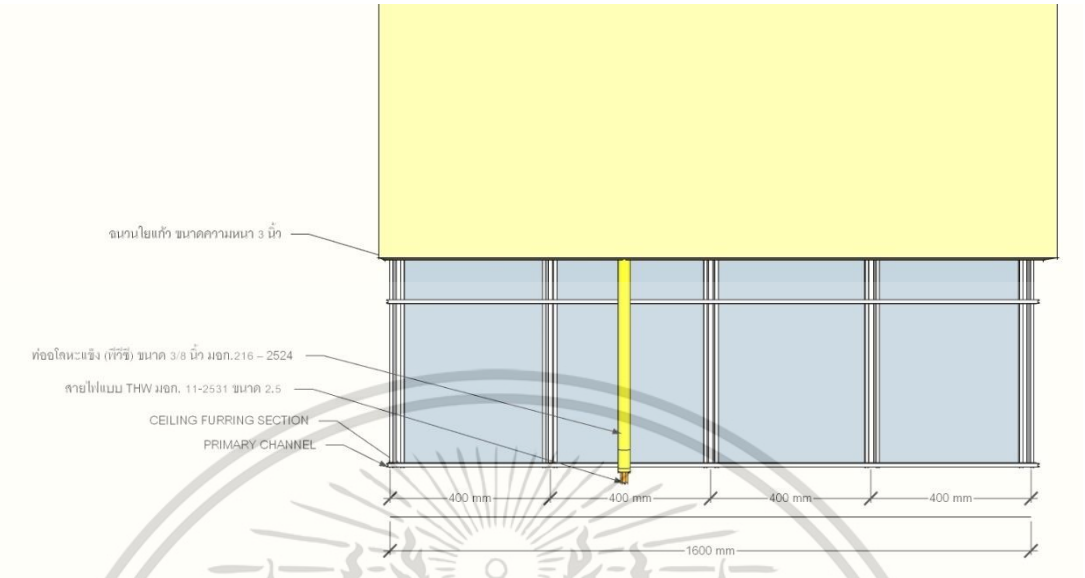
รูปแบบระบบนำสายไฟ	ง่ายต่อการติดตั้ง	ง่ายต่อการซ่อมบำรุง	ระบายความร้อน	ยืดระยะเวลาลามไฟ	รวมคะแนน	หมายเหตุ
1.ท่อโลหะหนา	x	x	x	o	1	เดินงานระบบในโรงงาน
2.ท่อโลหะหนาปานกลาง	x	x	x	o	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
3.ท่อโลหะอ่อน	o	x	x	o	2	ใช้เดินระบบสายในบ้าน
4. ท่ออโลหะแข็ง (พีวีซี)	x	x	x	o	1	ใช้เดินระบบสายในบ้านงานโชว์
5.รางเดินสายไฟฟ้า	o	o	x	x	2	ใช้เดินไฟเข้าตู้ในบ้านและโรงงานอุตสาหกรรม
6.รางเคเบิล	o	x	o	x	2	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
7. รางเคเบิลแบบขั้นบันได	x	o	o	x	2	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
8. รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ	x	x	o	x	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
9. รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ	x	x	x	o	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
10. ระบบนำสายไฟ	o	o	o	o	4	ใช้เดินระบบสายในบ้าน
สรุป	วัสดุที่ใช้ในท้องตลาดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่ยังไม่มีตัวไหนที่สามารถแก้ปัญหาทั้งหมด จึงมีการออกแบบระบบท่อนำสายไฟ โดยนำข้อดีและข้อเสียของวัสดุที่มีอยู่ในปัจจุบันมาแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาด้านการติดตั้ง, การซ่อมบำรุง, การระบายความร้อน และยืดระยะเวลาการลามไฟ ที่เกิดขึ้นได้					

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาการเสื่อมสภาพของระบบนำสายไฟฟ้าโดยเลือกใช้ท่ออโลหะแข็ง (พีวีซี) ขนาด 3/8 นิ้ว มอก.216 - 2524 เท่านั้นในการทดลอง

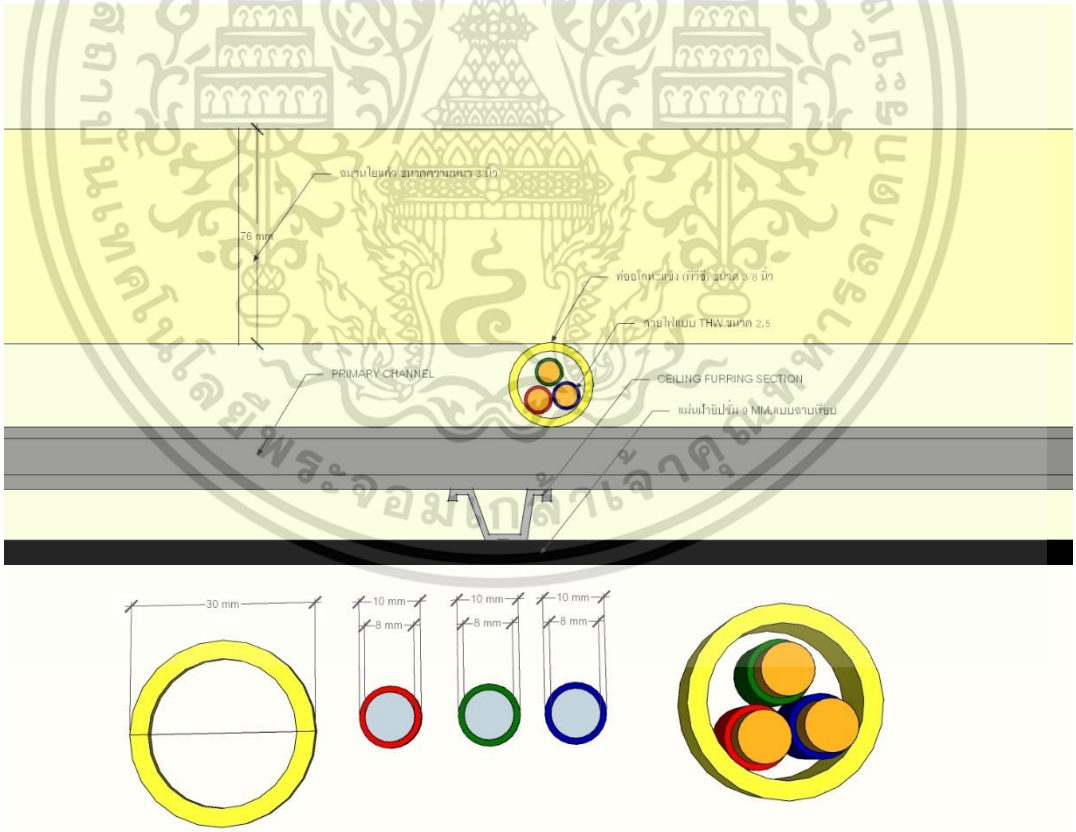
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5รูปแบบมาตรฐานของการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้า และสายไฟฟ้าที่จะทำการศึกษา



ภาพที่ 2.34 แสดงวิธีการเดินท่อนำสายไฟรูปแบบเดิมที่ทำการศึกษา

ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 2.35 แสดงภาพตัดวิธีการเดินท่อนำสายไฟรูปแบบเดิมที่ทำการศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความร้อนและการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้า

2.3.1 การเกิดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระบบท่อนำสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าในอาคารประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ คือตัวนำทองแดงและฉนวน ที่ทำจากพลาสติก (PVC) การที่สายไฟเสื่อมสภาพเกิดจากฉนวน (PVC) เกิดการเสื่อมสภาพจากผลของสภาพแวดล้อมที่สายติดตั้งอยู่ จนไม่สามารถป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าได้ดีดังเดิม สำหรับปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้านั้นได้แก่ปัจจัยดังต่อไปนี้ 1.แสงแดด 2.ความร้อน 3.ความชื้น

ปัจจัยแสงแดด ที่ทำให้สายไฟฟ้า เกิดการเสื่อมสภาพนั้น เนื่องจาก รังสียูวี (UV) ในแสงแดดเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ฉนวนหรือเปลือกพลาสติกกรอบแตก สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารเช่น สาย (VAF) หรือสาย 60227 IEC 01 (THW) ที่ไม่ใช่สีดำ โดยทั่วไปจะไม่มีคุณสมบัติป้องกันรังสียูวี (UV) ดังนั้นหากนำไปติดตั้งภายนอกอาคารหรือติดตั้งในที่แสงแดดส่องถึงเป็นเวลานาน อายุการใช้งานสายจะสั้นกว่าสายที่ไม่ถูกแสงแดด

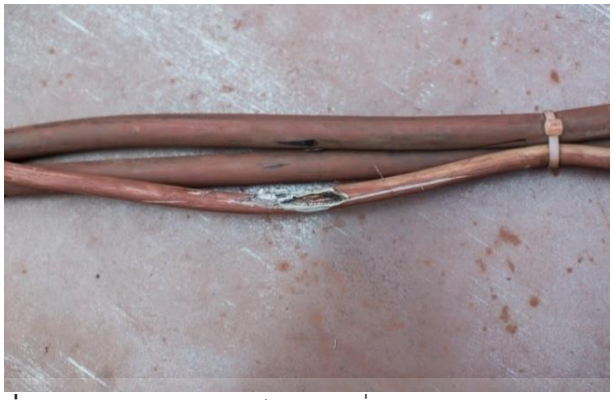
ปัจจัยความร้อน[12] เนื่องจาก ความร้อนที่ฉนวนและเปลือกได้รับสูงเกินกว่ามาตรฐานต่อเนื่องเป็นเวลานาน ส่งผลให้พลาสติกสูญเสียสภาพความยืดหยุ่นและความเป็นฉนวนได้ และถ้าความร้อนสูงมากหรือมีการร้อยท่อนำสายไฟ อาจทำให้ฉนวนละลายหรือไหม้ได้ ซึ่งความร้อนอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ติดตั้งสายหรืออาจเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายสูงเกินมาตรฐาน

ปัจจัยความชื้น เพราะความชื้นเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าในระยะยาว โดยเฉพาะจุดต่อสายที่ไม่มีฉนวนหุ้มที่ติดตั้งในที่ซึ่งมีโอกาสที่ละอองฝนหรือความชื้นสามารถเข้าไปถึงตัวนำทองแดงจนทำให้เกิดสนิมหรือเกิดการกัดกร่อนได้ นอกจากนี้ สายที่ติดตั้งในที่ชื้นแฉะหรือแช่ในน้ำตลอดเวลาจะมีโอกาสที่น้ำจะซึมผ่านชั้นเปลือกและฉนวนเข้าไปถึงภายในสาย ทำให้ฉนวนมีความต้านทานไฟฟ้าลดลงและสูญเสียสภาพความเป็นฉนวนจนเกิดไฟรั่ว

---

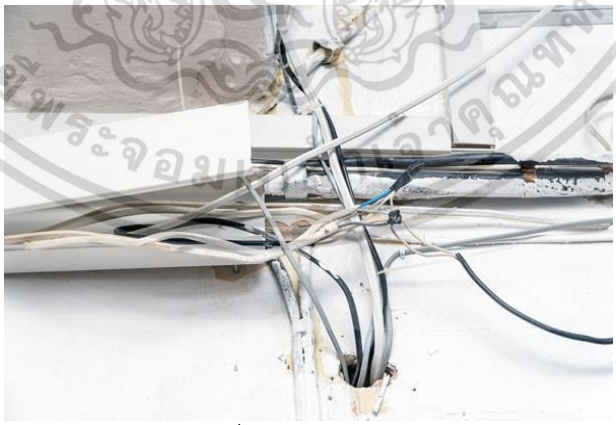
[12] **รู้หรือไม่ สายไฟที่เสื่อมสภาพนั้น เกิดจากปัจจัยใดได้บ้าง** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : www.pdcable.com สืบค้นข้อมูลวันที่ 26 ตุลาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



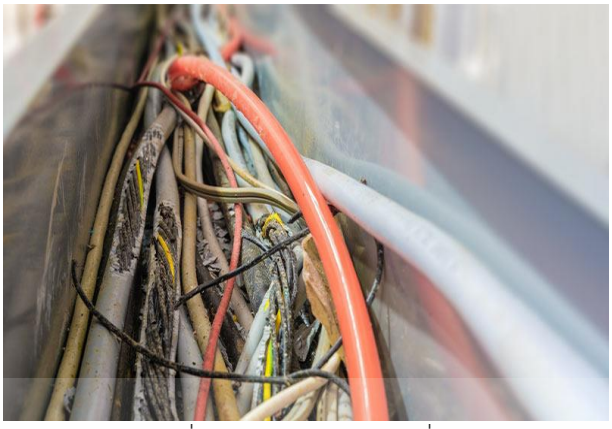
ภาพที่ 2.36 แสดงฉนวนสายไฟขาดเนื่องจากสภาพจากความร้อน
ที่มา : shorturl.asia/ZEhyJ สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

ภาพที่ 2.37 แสดงฉนวนสายไฟขาดและเสื่อมสภาพจากความร้อน
ที่มา : shorturl.asia/ZEhyJ สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564



ภาพที่ 2.38 แสดงฉนวนสายไฟเสื่อมสภาพจากความร้อนภายในท่อนำสายไฟฟ้า
ที่มา : shorturl.asia/ZEhyJ สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.39 แสดงฉนวนสายไฟเสื่อมสภาพภายในท่อเนื่องจากร้อยสายไฟไม่ได้มาตรฐาน
ที่มา : shorturl.asia/ZEhyJ สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.3.2 การเสื่อมสภาพจากความร้อนในการใช้งาน

การป้องกันสายไฟฟ้าในปัจจุบันมีการใช้ท่อนำนำสายไฟเพื่อเป็นตัวป้องกันอันตรายจากกระแทกโดยวัสดุมีคม และป้องกันจากสัตว์ที่เป็นตัวการที่ทำให้สายไฟชำรุด แต่จากข้อมูลทำให้ทราบว่าความร้อนจากการใช้งาน และความร้อนจากการติดตั้งที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน เป็น 2 ตัวแปรที่สำคัญ เนื่องจากสายไฟที่ถูกร้อยผ่านท่อนำสายไฟ เมื่อมีการเปิดใช้งานจะทำให้ความร้อนของสายไฟเพิ่มสูงขึ้นจึงเกิดเป็นการเสื่อมสภาพจากการใช้งานเพราะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในท่อไม่มีที่ระบายออก อีกทั้งยังมีความร้อนที่อยู่เหนือฝ้าเพดานจึงทำให้ฉนวนของสายไฟเกิดการเสื่อมก่อนเวลาอันควร

2.3.3 การเสื่อมสภาพจากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน

ส่วนตัวแปรความร้อนจากการติดตั้งที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อต่างๆ ของสายไฟที่ช่างเก็บงานไม่เรียบร้อยหรือมีการเก็บงานแล้ว แต่มีการดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อนำสายไฟทำให้เกิดความเสียหายหลุดหรือหลวม ทำให้เกิดปัญหาเกิดการสปาร์ค หรือการรัดวงจรนำไปสู่เหตุเพลิงไหม้ได้ จากปัญหาจากตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรนี้จะสังเกตได้ว่าผู้ใช้อาคารหรือเจ้าของบ้านจะไม่สามารถตรวจเช็คเบื้องต้นได้เอง เนื่องจากระบบนำสายไฟถูกเก็บซ่อนไว้บนฝ้าเพดาน ทำให้ส่วนใหญ่จะต้องเกิดเหตุก่อนเจ้าของบ้านถึงจะรู้ปัญหาและทำการซ่อมบำรุง

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการสำรวจในหัวข้อการเสื่อมสภาพจากความร้อนในการใช้งาน และการเสื่อมสภาพจากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน ว่ามีข้อมูลปัญหาเกิดขึ้นหรือไม่

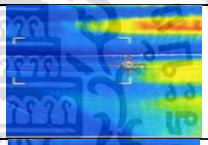
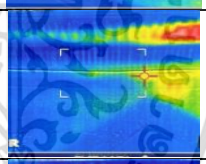
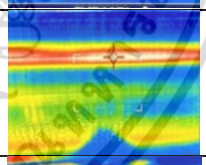
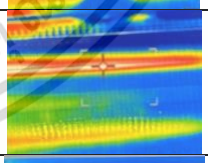
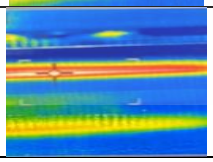
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสำรวจการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิม

2.4.1 การสำรวจสภาพจากความร้อนในระบบท่อนำสายไฟฟ้าจากการใช้งาน

จากข้อมูลที่พบข้างต้นผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม โดยการสำรวจการเกิดความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบท่อพีวีซี ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ทำการวัดอุณหภูมิบริเวณฉนวนสายไฟเป็นช่วงเวลา โดยที่ในห้องทดลองมีการคุมสภาพอากาศอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องมือกล้องถ่ายอุณหภูมิ (Thermal scanner) รุ่น FLIR E5 จดบันทึกและถ่ายภาพการทดลองโดยเก็บข้อมูลที่ได้เป็นตัวเลขและบันทึกผลลงตาราง สถานที่ในการทดลอง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ อาคารเรียนรวมชั้น 4 วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ.2564

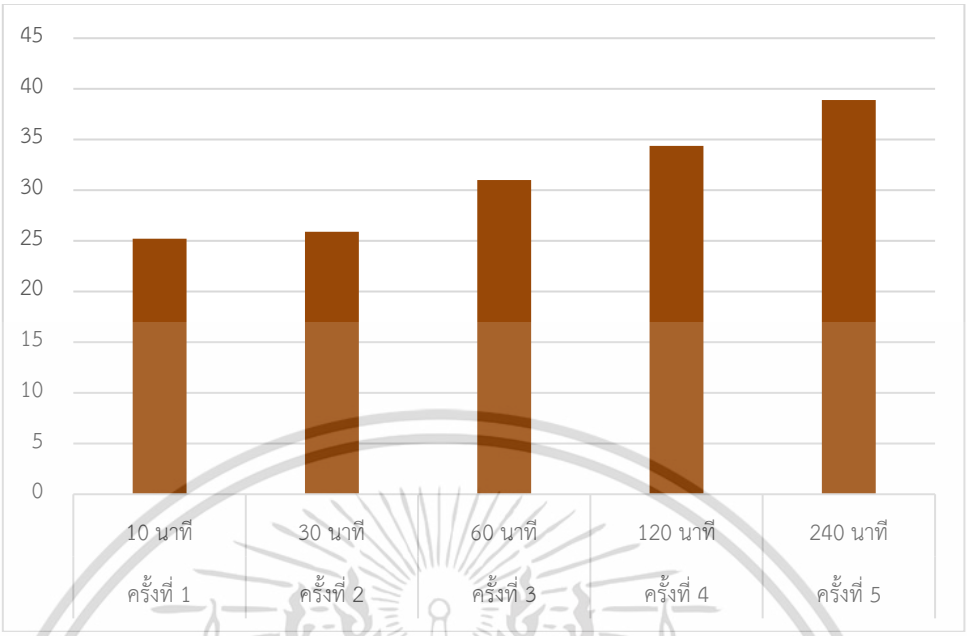
ตารางที่ 2.3 ตารางสำรวจปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที	25.2		
ครั้งที่ 2	30 นาที	25.9		
ครั้งที่ 3	60 นาที	31		
ครั้งที่ 4	120 นาที	34.4		
ครั้งที่ 5	240 นาที	38.9		

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงการทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม



ที่มา: ผู้วิจัย

จากแผนภูมิที่ 2.1 ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าใน 10 – 30 นาที แรกความร้อนยังเพิ่มไม่สูงนัก แต่เมื่อผ่านไป 60 นาที ความร้อนสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของฉนวนสายไฟอยู่ที่ 31 องศาเซลเซียส และเมื่อใช้งานต่อเนื่องไปอีก 240 นาที หรือ 4 ชั่วโมง อุณหภูมิของฉนวนสายไฟมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 38.9 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่อชั่วโมงจะอยู่ที่ 3.42 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 25.2 องศาเซลเซียส และค่าสูงสุดอยู่ที่ 38.9 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาพบว่าสายไฟที่ติดตั้งในช่องว่างระหว่างฉนวนและฝ้าเพดานเกิดความร้อนขึ้นจริงระหว่างใช้งาน ซึ่งในระหว่างการศึกษามีการคุมสภาพอากาศอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส ในห้องปรับอากาศ ทั้งนี้ถ้าห้องอยู่ในสภาพไม่ปรับอากาศอุณหภูมิจะสูงกว่า 38.9 องศาเซลเซียส อย่างแน่นอนแม้จะยังไม่ถึงอุณหภูมิสูงสุดที่สายไฟทนได้ตามมาตรฐาน (มอก. 11-2531) ซึ่งตั้งค่าสูงสุดไว้ที่ 70 องศาเซลเซียส แต่จะมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงอุณหภูมิดังกล่าวอย่างมาก และสุ่มเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพของฉนวนหุ้มสายไฟอย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง โดยการให้ช่างไฟฟ้า จำนวน 10 คน ทดลองติดตั้งสายไฟโดยการร้อยท่อนำสายไฟแบบเดิม โดยประเมินจากเรื่อง มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ, การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟถูกต้อง โดยการสร้างกล่องทดลองขนาด 1.20 X 1.20 เมตร เพื่อเป็นฝ้าเพดานจำลองให้ช่างทำการทดสอบติดตั้ง จากนั้นทำการประเมินโดยการให้คะแนน ตั้งแต่ 1 – 5 คะแนนโดนที่คะแนน 5 คะแนนเป็นที่แสดงว่าช่างได้ติดได้อย่างถูกต้อง แล้วบันทึกผลคะแนนลงตาราง สถานที่ในการทดลอง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ อาคารเรียนรวมชั้น 4 วันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2564

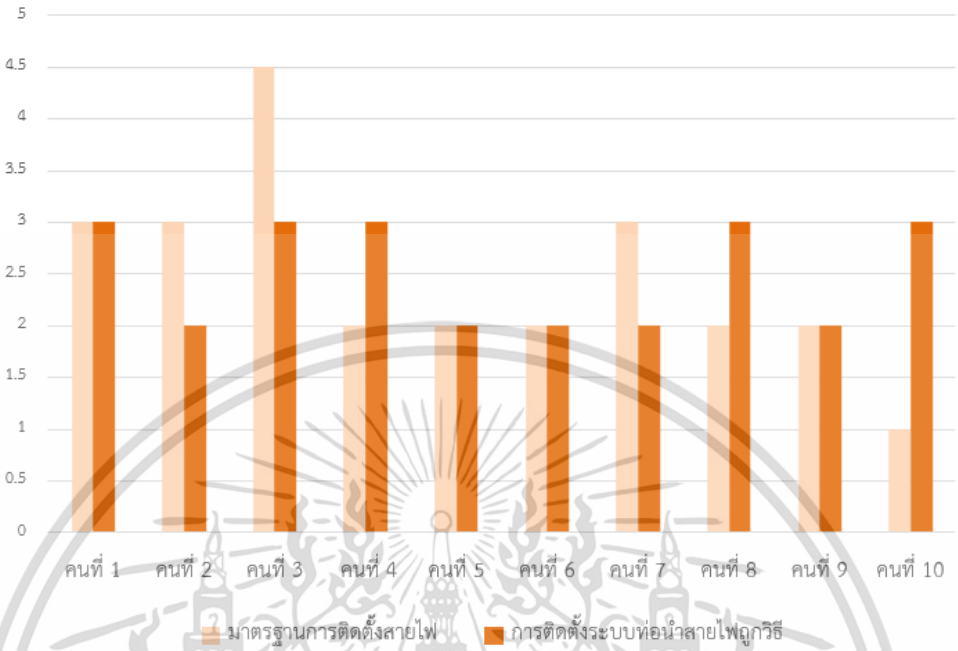
ตารางที่ 2.4 ตารางสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง

ช่าง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟถูกวิธี	คะแนนรวม
คนที่ 1	3	3	
คนที่ 2	3	2	
คนที่ 3	4	3	
คนที่ 4	2	3	
คนที่ 5	2	2	
คนที่ 6	2	2	
คนที่ 7	3	2	
คนที่ 8	2	3	
คนที่ 9	2	2	
คนที่ 10	1	3	

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงการทดสอบสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง



ที่มา: ผู้วิจัย, 2564

จากแผนภูมิที่ 2.2 ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าจากช่างจำนวน 10 คน ในหัวข้อ มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ ช่างร้อยละ 90 สามารถติดตั้งได้ ค่อนข้างถูกต้องและสามารถใช้งานได้ ในหัวข้อ การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟถูกต้อง พบว่าช่างร้อยละ 50 สามารถติดตั้งได้ถูกต้อง และสามารถใช้งานได้ และในหัวข้อการติดตั้งที่ไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย พบว่าช่างร้อยละ 20 สามารถติดตั้งได้แต่ก็ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากในการติดตั้งยังพบสายทองแดงหลุดรอดออกมาจากจุดเชื่อมต่อสายไฟ จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้เห็นว่าการติดตั้งท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเดิม มีการติดตั้งค่อนข้างยากสำหรับช่างที่ไม่ชำนาญ

ผลการศึกษาพบว่ามาตรฐานการติดตั้งระบบนำสายไฟของช่าง มีผลทำให้เกิดความร้อนเพิ่มสูงขึ้นจากการติดตั้งระบบนำสายไฟที่ไม่ได้มาตรฐาน ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อต่างๆ ของสายไฟที่ช่างเก็บงานไม่เรียบร้อยหรือมีการเก็บงานแล้ว แต่มีการดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อนำสายไฟทำให้เกิดความเสียหายหลุดหรือหลวม ทำให้เกิดปัญหาสายไฟฟ้าภายในเกิดความร้อนสูงนำสู่การสปาร์ค หรือการรัดวงจรนำไปสู่เหตุเพลิงไหม้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการนำเอาปัญหาที่พบคือระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิมการต่อท่อมีความยุ่งยากในการต่อและแก้ไข และปัญหาจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในระบบท่อส่งผลสู่การเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร จึงนำแนวคิดนี้มาศึกษาเพื่อออกแบบ การลดความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟฟ้า

จากผลการศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อนำสายไฟฟ้าใต้ฝ้าเพดาน โดยเลือกศึกษาเฉพาะ เรื่องการเกิดความร้อน ที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของท่อนำสายไฟฟ้าสรุปได้ว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นมาจาก 2 สาเหตุ คือ 1.ความร้อนที่เกิดจากการใช้งาน 2.ความร้อนที่เกิดจากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน จึงเป็นที่มาของการศึกษาเพื่อออกแบบระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเลือกใช้ รูปแบบฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ,ฉนวนใยแก้ว ขนาดความหนา 3 นิ้ว, สายไฟแบบ THW (Thermoplastic Heat and Water Resistant Insulated Wire) มอก. 11-2531 ขนาด 2.5 มิลลิเมตร, ท่ออโลหะแข็ง (พีวีซี) ขนาด 3/8 นิ้ว มอก.216 – 2524 ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง เนื่องจากเป็นรูปแบบมาตรฐานที่นิยมสูงสุด

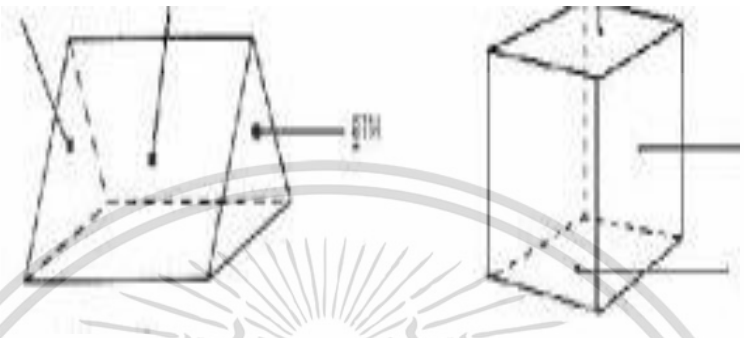
2.5 แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้าใหม่เพื่อลดการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้า

ที่มาของปัญหาจากการศึกษาถึงระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบเดิม อย่างละเอียดพบว่าท่ออโลหะแข็ง (พีวีซี) มีลักษณะเป็นเส้นยาว มาตรฐานความยาว 4 เมตร เมื่อร้อยสายไฟฟ้าเข้าไปในท่อด้านใน สายไฟฟ้าจะขยับกองรวมกันอยู่บริเวณตรงกลางท่อ ความร้อนบริเวณนี้จะสะสมมากที่สุดและเป็นจุดที่สามารถเกิดความร้อน และนำสู่การเสื่อมสภาพของสายไฟได้ อีกหนึ่งสาเหตุคือการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน ของช่าง จากปัญหาที่พบในการเก็บสถิติพบว่า จุดรอยต่อระหว่างสายไฟฟ้า มักเป็นจุดที่เกิดความเสียหายจากรอยต่อ ทำให้เกิดการลัดวงจรของไฟฟ้ามากที่สุด เมื่อสายไฟฟ้าถูกร้อยอยู่รวมกันในท่อนำสายไฟฟ้าระบบเก่า จากการศึกษาหน้าตัดของท่อซึ่งเป็นทรงกลมทำให้สายไฟเมื่อร้อยรวมกัน จะไหลลงมากองรวมกันในจุดเดียวทั้งหมด ประเด็นที่ผู้ศึกษาสนใจ คือ หน้าตัดของท่อที่เป็นทรงกลม จึงเป็นที่มาของการศึกษารูปทรงที่เหมาะสมกับการออกแบบเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 รูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่นำมาพิจารณาในการออกแบบ[13]

2.5.1.1 ปริซึม เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดฐาน ทั้งสองข้างเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการหน้าตัด ฐานทั้งสองอยู่ในระนาบที่ขนานกัน มีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การเรียกชื่อปริซึมจะเรียกตามรูปหน้าตัดของปริซึมส่วนต่างๆของปริซึมมีชื่อเรียก ดังนี้

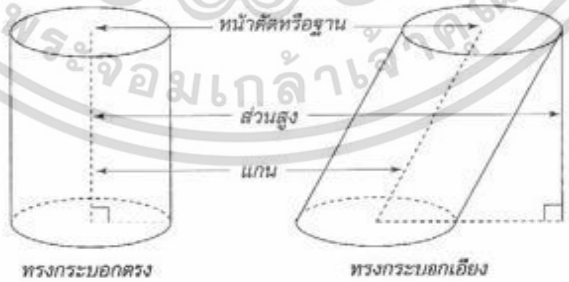


ภาพที่ 2.40 แสดงทรงปริซึม

ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.5.1.2 ทรงกระบอก เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกันฐานเสมอ ด้านข้างเป็นผิวเรียบโค้งส่วนต่างๆของทรงกระบอก

ข้อแตกต่างของปริซึมกับทรงกระบอก คือ ฐานปริซึมเป็นรูปหลายเหลี่ยมทรงกระบอกเป็นวงกลม - ด้านข้าง ปริซึมเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงกระบอกเป็นผิวเรียบโค้ง

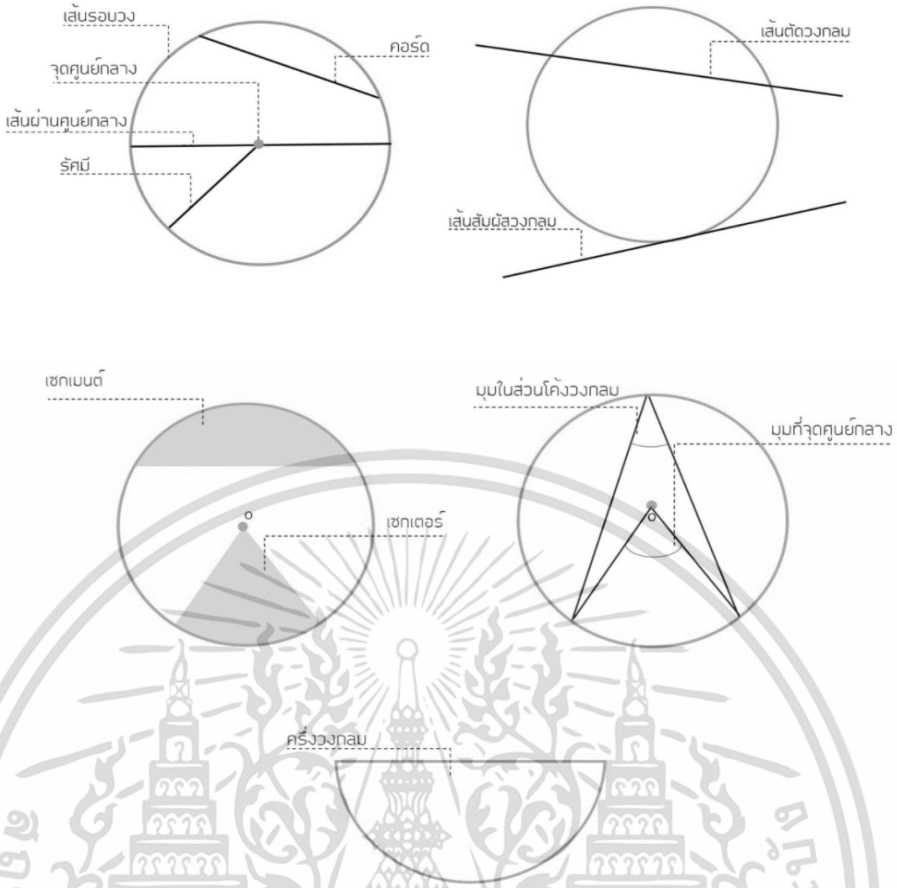


ภาพที่ 2.41 แสดงทรงกระบอก

ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

[13] **รูปทรงเรขาคณิตสามมิติ.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นข้อมูลวันที่ 6 กรกฎาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.42 แสดงหน้าตัดทรงกระบอก

ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

วงกลม[14] คือ รูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิต อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นระยะเท่ากัน

จุดศูนย์กลางวงกลม คือ จุดที่อยู่ตรงกลางวงกลมพอดี และห่างจากเส้นรอบวงเท่ากันโดยตลอด

เส้นผ่านศูนย์กลาง คือ เส้นที่ผ่านจุดศูนย์กลางวงกลมและสัมผัสเส้นรอบวงทั้งสองข้าง

รัศมี คือ ระยะที่เท่ากันของระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางไปยังเส้นรอบวง

เส้นรอบวง คือ จุดที่อยู่ห่างจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน

คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีปลายทั้งสองข้างอยู่บนวงกลม โดยแบ่งวงกลมออกเป็นสองส่วน

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดกับวงกลมเพียงจุดเดียว

เส้นตัดผ่านวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดผ่านวงกลม แต่ไม่ผ่านจุดศูนย์กลางและตัดกับวงกลม 2 จุด

[14] **วงกลม ส่วนประกอบของวงกลม.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://bit.ly/3kQCt5E สืบค้นข้อมูลวันที่ 6 กรกฎาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมในครึ่งวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดของมุมอยู่บนเส้นรอบวงและมีแขนของมุมที่ผ่านจุดศูนย์กลางวงกลม

มุมที่จุดศูนย์กลาง คือ มุมที่มีจุดยอดอยู่ที่ศูนย์กลางวงกลม โดยมีแขนของมุมเป็นรัศมีของวงกลม

มุมในส่วนโค้งวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดอยู่บนเส้นรอบวง โดยมีแขนเป็นมุมทั้งสองข้างตัดวงกลม

ครึ่งวงกลม คือ ระนาบที่ประกอบด้วยส่วนโค้งของวงกลม กับ เส้นผ่านศูนย์กลาง

เซกเมนต์ คือ พื้นที่ที่ถูกปิดล้อมด้วยคอร์ดกับส่วนโค้งของวงกลม

เซกเตอร์ คือ ส่วนที่ปิดล้อมด้วยรัศมีวงกลมและส่วนโค้งของวงกลม

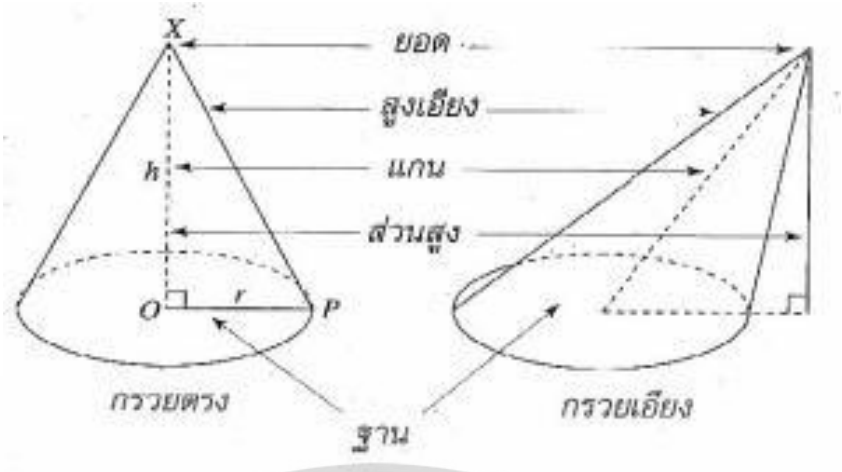
2.5.1.3 พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันที่ยอดแหลมนั้น การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามรูปฐานของพีระมิดส่วนต่างๆของพีระมิด

ภาพที่ 2.43 แสดงทรงพีระมิด

ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.5.1.4 ทรงกรวย เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมที่ไม่อยู่ในระนาบเดียวกันกับฐาน และเส้นที่ต่อระหว่างจุดยอดกับจุดใดๆ บนขอบของฐานเป็นส่วนของเส้นตรงด้านข้างเป็นผิวโค้งเรียบข้อแตกต่างของพีระมิดกับกรวย คือ ฐาน พีระมิดฐานรูปหลายเหลี่ยมกรวยฐานรูปวงกลมด้านข้าง พีระมิดเป็นรูปสามเหลี่ยมผืนผ้ากรวยเป็นผิวเรียบโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.44 แสดงทรงกรวย

ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

2.5.1.5 ทรงกลมเป็น[15] รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีด้านข้างเป็นผิวโค้งเรียบ และจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่ว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลมเรียกระยะที่เท่ากันว่า รัศมีของทรงกลมส่วนต่างๆของทรงกลม

ภาพที่ 2.45 แสดงทรงกลม

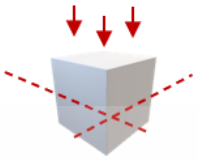
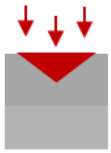
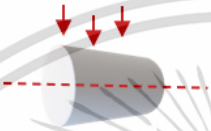
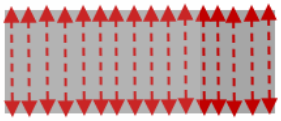
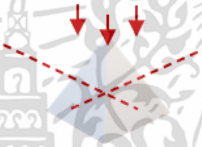
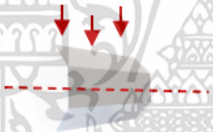
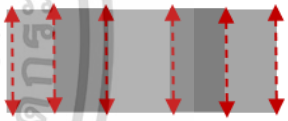
ที่มา : shorturl.asia/hlvtD สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นเกี่ยวกับรูปทรงจึงเลือกรูปทรงที่มีแนวโน้มสามารถออกแบบเป็นระบบท่อนำสายไฟได้โดยเลือกรูปทรง สี่เหลี่ยม, วงกลม, สามเหลี่ยม, และหกเหลี่ยม มาเปรียบเทียบความสามารถในด้านการรับน้ำหนัก และสถิตยศาสตร์การกระจายแรง ดังตารางที่ 2.5

[15] **รูปทรงเรขาคณิตสามมิติ.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/ZD9VY สืบค้นข้อมูลวันที่ 11 มิถุนายน 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ตารางเปรียบเทียบรูปทรงและการรับน้ำหนัก

รูปทรงที่เลือก	การรับน้ำหนักของฐานรูปทรงต่างๆ	สถิตยศาสตร์ (Statics) แรงกระจาย (ตัดครึ่งรูปทรงในการทดสอบจุดศูนย์ถ่วง)	การคลี่คลายรูปทรง
1.			
2.			
3.			
4.			
สรุปรูปทรงที่เหมาะสม	เมื่อตัดครึ่งรูปทรงเพื่อ ทำการทดสอบรับน้ำหนักด้วยการกด (การกระจายแรงตามพื้นที่)	รูปทรงลูกบาศก์ความแข็งจะไม่เท่ากัน ตรงบริเวณมุมจะมีความแข็งแรงกว่าตรงบริเวณตรงกลาง	รูปทรงที่มีมุมมากจะสามารถกระจายแรงในการรับน้ำหนักได้มากผ่านมุมที่เปรียบเสมือนเสาที่ช่วยในการรับน้ำหนัก โดยวงกลมเป็นรูปที่มีมุมมากที่สุด

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษารูปทรงทั้ง 4 รูปทรงที่ยกตัวอย่างมาจะเห็นได้ว่าเมื่อนำมาทดสอบแรงกดจากด้านบน รูปทรงวงกลมหรือครึ่งวงกลมจะได้รับความเสียหายน้อยที่สุดเนื่องจากรูปทรงที่มีมุมมากจะสามารถกระจายแรงในการรับน้ำหนักได้มาผ่านมุมที่เปรียบเสมือนเสาที่ช่วยในการรับน้ำหนัก และเมื่อคลี่คลายรูปทรงออกมาเป็นรูป 2 มิติ

ตารางที่ 2.6 ตารางเปรียบเทียบการเสียรูปทรง

เมื่อโดแรงกดทับ	เกิดการเสียรูป	สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับแรง
1.		พบว่า รูปทรงสี่เหลี่ยมเมื่อตัดครึ่งจะมี 4 มุมทำให้จุดรับแรงจะอยู่บริเวณตรงมุมทำบริเวณตรงกลางของสี่เหลี่ยมไม่มีมุมเพื่อรับแรงทำให้เกิดการยุบตัว
2.		พบว่า รูปทรงวงกลมเมื่อตัดครึ่งเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม จะสามารถรับแรงได้ดีที่สุดและไม่มีการเสียรูปทรงเพราะแรงที่กระทำจะถูกกระจายลงไปที่พื้น
3.		พบว่า รูปทรงสามเหลี่ยมจะสามารถรับแรงได้ดีแต่ก็มีจุดอ่อนที่อยู่บริเวณส่วนหัวถ้าได้รับแรงก็จะเกิดการยุบตัว ได้เช่นกัน
4.		พบว่า รูปทรง 6 เหลี่ยมเมื่อตัดครึ่งจะมี 4 มุมทำให้จุดรับแรงจะอยู่บริเวณตรงมุมทำบริเวณตรงกลางของสี่เหลี่ยมไม่มีมุมเพื่อรับแรงทำให้เกิดการยุบตัว

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

2.5.2 ศึกษาการขึ้นรูปในการผลิต

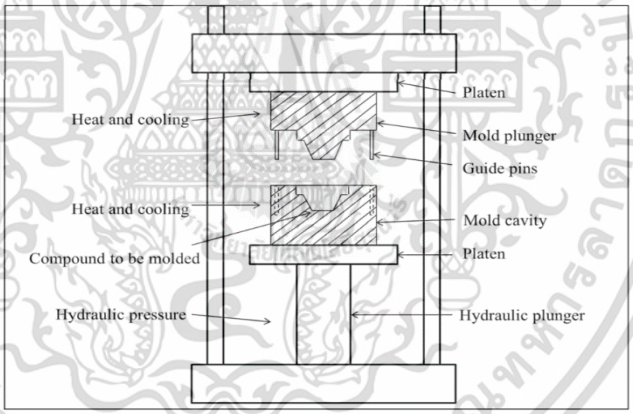
การศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบพิมพ์เย็นสำหรับวัสดุ ในช่วงแรกจะเป็นการศึกษากระบวนการขึ้นรูป รวมไปถึงการศึกษาวิธีการขึ้นรูปที่ใช้ในปัจจุบันนั่นก็คือ การขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ร้อน หลังจากนั้นจะทำการศึกษาปัจจัยในการการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์เย็น โดยจะเปรียบเทียบความสามารถในการขึ้นรูปของวิธีการในปัจจุบัน เทียบกับวิธีการที่ศึกษาขึ้นมาใหม่ โดยการเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุที่ได้จากการขึ้นรูปจาก 2 วิธีการข้างต้นที่ วัสดุรีไซเคิลที่อัตราส่วนต่างๆ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการขึ้นรูปในปัจจุบันการขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ร้อน รวมไปถึงการทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน[16] (Hot Compression Molding)

เทคนิคการอัดร้อน (Hot Compression Molding) เป็นเทคนิคการขึ้นรูปที่เก่าแก่ที่สุดเทคนิคหนึ่ง แต่ก็ยังมีการใช้ในการแปรรูปพลาสติกอย่างกว้างขวาง ในปัจจุบันก็ยังมีการใช้เทคนิคการอัดพลาสติกกลุ่มเทอร์ โมเซต และยางสำหรับเครื่องอัดในการแปรรูปพอลิเมอร์นั้นเริ่มต้นประมาณศตวรรษที่ 19 โดยนักอุตสาหกรรมชื่อ Thomas Hancock ใช้อัดเป้ายาง กระบวนการแปรรูปนี้ถูกจดลิขสิทธิ์ครั้งแรก ในประเทศสหรัฐอเมริก ในปี ค.ศ. 1870 โดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ John Wesley กระบวนการแปรรูปโดยการอัดประยุกต์ใช้กับพลาสติกครั้งแรกหลังจากนั้น ก็ค้นพบวิธีการสังเคราะห์เรซินฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ในปี ค.ศ. 1980 ปัจจุบันกระบวนการแปรรูปนี้ยังใช้กันอย่างแพร่หลาย

ส่วนประกอบหลักของเครื่อง คือ แผ่นเหล็กอัด (Platens) จำนวน 2 ชุด ซึ่งแผ่น หนึ่งสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ อีกแผ่นจะ ถูกยึดติดกับด้านที่ทำให้สามารถทำการปิดเปิดเบ้าได้เนื่องจากเบ้าถูกยึดติดกับแผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นนี้ ส่วนประกอบอื่น 1 คืออุปกรณ์ให้ความร้อนระบบไฮโดรลิคและอุปกรณ์หล่อเย็น ลักษณะวิธีการขึ้นรูปทำได้โดยนำวัสดุผสมเข้าไปในเบ้า และให้ความร้อนขณะทำการอัด จากนั้นใช้ระบบหล่อเย็นโดยใช้น้ำไหลหมุนเวียนเข้าสู่ระบบท่อใกล้ช่องว่างของเบ้า



ภาพที่ 2.46 แสดงการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน (Hot Compression Molding)
ที่มา : shorturl.asia/RxkUS สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

ความดันที่ใช้ในการอัดเบ้าต้องใช้ให้น้อยที่สุด แต่ปากพอที่ทำให้พลาสติกไหลเต็มช่องว่างของเบ้า แต่ไม่สูงจนทำให้พลาสติกรั่วไหลออกจากรอยแตกเบ้า ระดับความดันที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของชิ้นงานที่ทำการขึ้นรูป

[16] **การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : shorturl.asia/RxkUS สืบค้นข้อมูลวันที่ 11 มิถุนายน 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 การขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น (Cold Compression Molding)

การขึ้นรูปด้วยการอัดเย็นเป็นกรรมวิธีที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีทั่วไปเหมือนกับแบบอัดร้อนแต่ทำได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในปริมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

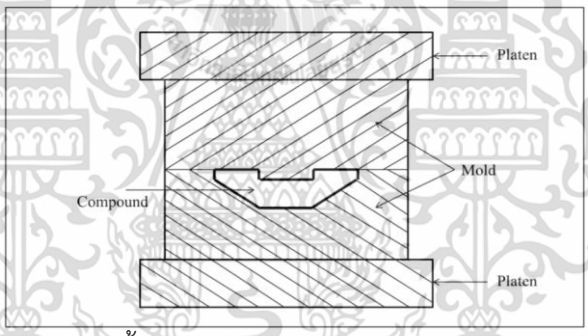
- นำเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสดุผสมอื่น เช่น ใยหิน ที่มีลักษณะอ่อนตัวใส่ในแม่แบบเครื่องอัด

- กดแม่แบบโดยใช้แรงอัด 13.7 - 27.5 MPa ความเร็วที่กดแล้วแต่ชนิดของเครื่องและความสะดวกสบาย

- นำงานขึ้นออกจากแม่แบบ

- นำงานขึ้นไปเข้าตบอบซึ่งมีอุณหภูมิ 232 องศาเซลเซียส ปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ใช้ระยะเวลาประมาณ 72 ชั่วโมง จะทำให้พลาสติกสุกและแข็งตัว

- นำชิ้นงานที่อบแล้วออก



ภาพที่ 2.47 แสดงการขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น (Cold Compression Molding)
ที่มา : shorturl.asia/RxkUS สืบค้นเมื่อ : 6 กรกฎาคม 2564

ชนิดของพลาสติกเป็นพวกเทอร์ โมเซตติง และนิยมใช้เฉพาะพีนอลิค (Phenolic) เท่านั้น ก่อนใช้นำพีนอลิน้ำไปผสมกับให้มีให้มีลักษณะอ่อนตัว วัสดุอื่นนอกจากพลาสติกที่ใช้ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้มี พวกบิตูเมน เช่น ยางแอสฟัลท์หรือที่เรียกกันว่ายางมะตอย กับวัสดุผสมอื่นเช่นใยหิน ส่วนชนิดของผลิตภัณฑ์ใช้ทำพวกอุปกรณ์ไฟฟ้าราคาถูกที่รับแรงน้อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตารางการเลือกรูปทรงที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมการขึ้นรูป

รูปทรง	การขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Extrusion Molding	รูปทรงที่ขึ้นรูปได้ต่อเนื่องและอัตราการเสียหายน้อยที่สุด
1.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	6.5%
2.	ขึ้นรูปได้ไม่มีของเหลือ ในการผลิต	0.5%
3.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	5.5%
4.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	6%

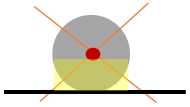
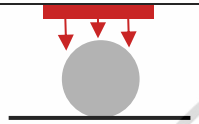
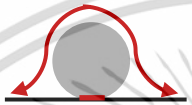
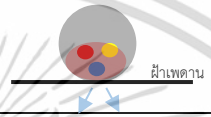
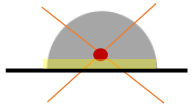
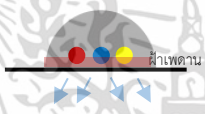
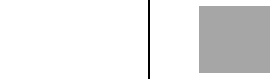
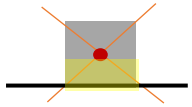
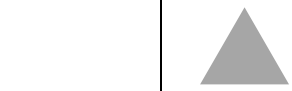
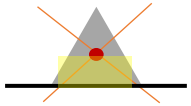
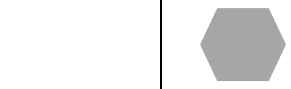
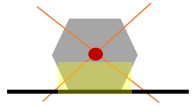
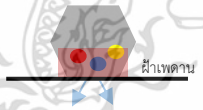
ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากตารางที่ 2.7 การเลือกรูปทรงที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรม การขึ้นรูปจะเห็นได้ว่ารูปทรงที่ขึ้นรูปได้ต่อเนื่องและอัตราการเสียหายน้อยที่สุดคือรูปทรงวงกลมโดยมีอัตราการเสียอยู่ที่ 0.5% เมื่อเทียบกับรูปทรงอื่นๆจะมีเศษหรือวัสดุที่เหลือจากการผลิตที่มากกว่าอีกทั้งยังเป็นการสิ้นเปลืองวัสดุอีกด้วย

จากการศึกษาข้อมูลรูปทรงต่างๆ ผู้ศึกษาจึงนำข้อมูลทางด้านรูปทรงมาเปรียบเทียบ ในหัวข้อ จุดศูนย์ถ่วง, การรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูป, การยึดเกาะหน้าสัมผัส, การร้อยท่อ, การระบายอากาศ และการไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย เพื่อเปรียบเทียบหารูปทรงที่ดีที่สุดในการออกแบบระบบนำสายไฟแบบใหม่ที่สามารถแก้ปัญหาในเรื่องความร้อนที่เกิดจากการใช้งาน และความร้อนที่เกิดจากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน

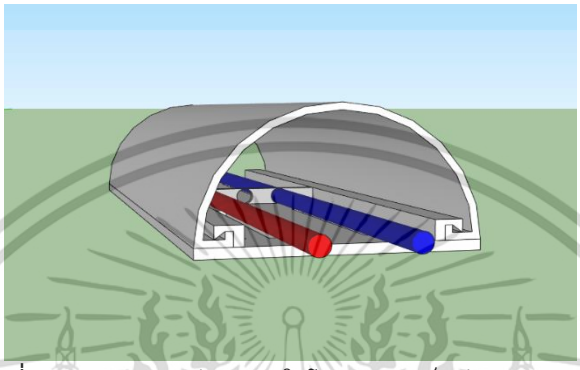
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ตารางสรุปรูปทรงที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบนำสายไฟแบบใหม่

รูปทรง	จุดศูนย์ถ่วง	การรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูป	การยึดเกาะ/หน้าสัมผัส	การร้อยสายไฟ/และการระบายอากาศ	การทำให้ฉนวนเสียหาย	สรุป
						รูปทรงวงกลม จุดศูนย์ถ่วงที่สูงและมีหน้าสัมผัสที่น้อยทำให้การระบายอากาศได้ไม่ดีเละมีการกลิ้งไปมา
						รูปทรงครึ่งวงกลมมีจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำทำให้ไม่มีการขยับเมื่อได้รับแรงกด และสามารถระบายอากาศได้ดี อีกทั้งยังไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย
						รูปทรงสี่เหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม
						รูปทรงสามเหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม
						รูปทรงหกเหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม
จุดเด่น	ครึ่งวงกลมมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำที่สุด	ครึ่งวงกลม, วงกลมไม่มีการเสียรูป	ครึ่งวงกลม, สี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยม ยึดเกาะได้ดี	ครึ่งวงกลม, สี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยม สามารถระบายอากาศได้ดี	ครึ่งวงกลม, วงกลม ไม่มีมุมที่ทำให้ฉนวนเสียหาย	

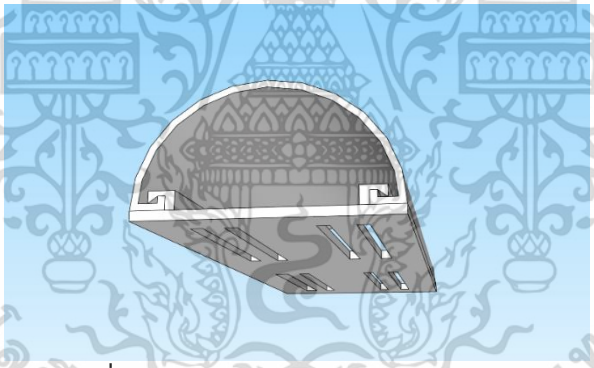
ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงทำการนำรูปทรงทั้งหมดมาเปรียบเทียบในหัวข้อ จุดศูนย์ถ่วง, การรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูป, การยึดเกาะหน้าสัมผัส, การร้อยท่อ, การระบายอากาศ และการไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย เพื่อเปรียบเทียบหารูปทรงที่ดีที่สุดในการออกแบบระบบนำสายไฟแบบใหม่ จึงได้เลือกรูปทรงครึ่งวงกลมมาทำการทดลอง เนื่องจากรูปทรงครึ่งวงกลมมีจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำทำให้ไม่มีการขยับเมื่อได้รับแรงกด และสามารถระบายอากาศได้ดี อีกทั้งยังไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย จึงทำการออกแบบในโปรแกรมสเก็ตอัพ



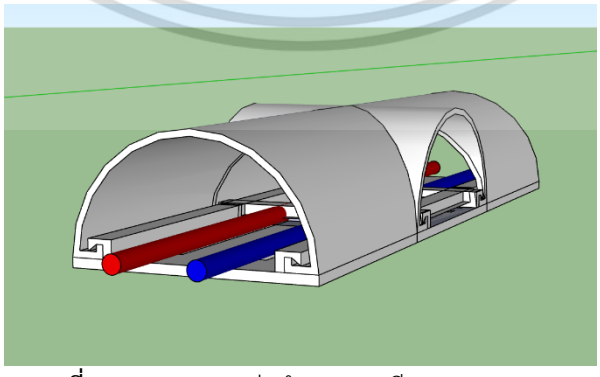
ภาพที่ 2.48 แสดงภาพหุ่นจำลองในโปรแกรมสเก็ตอัพ (Sketch UP)

ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 2.49 แสดงภาพรูระบายอากาศใต้หุ่นจำลอง

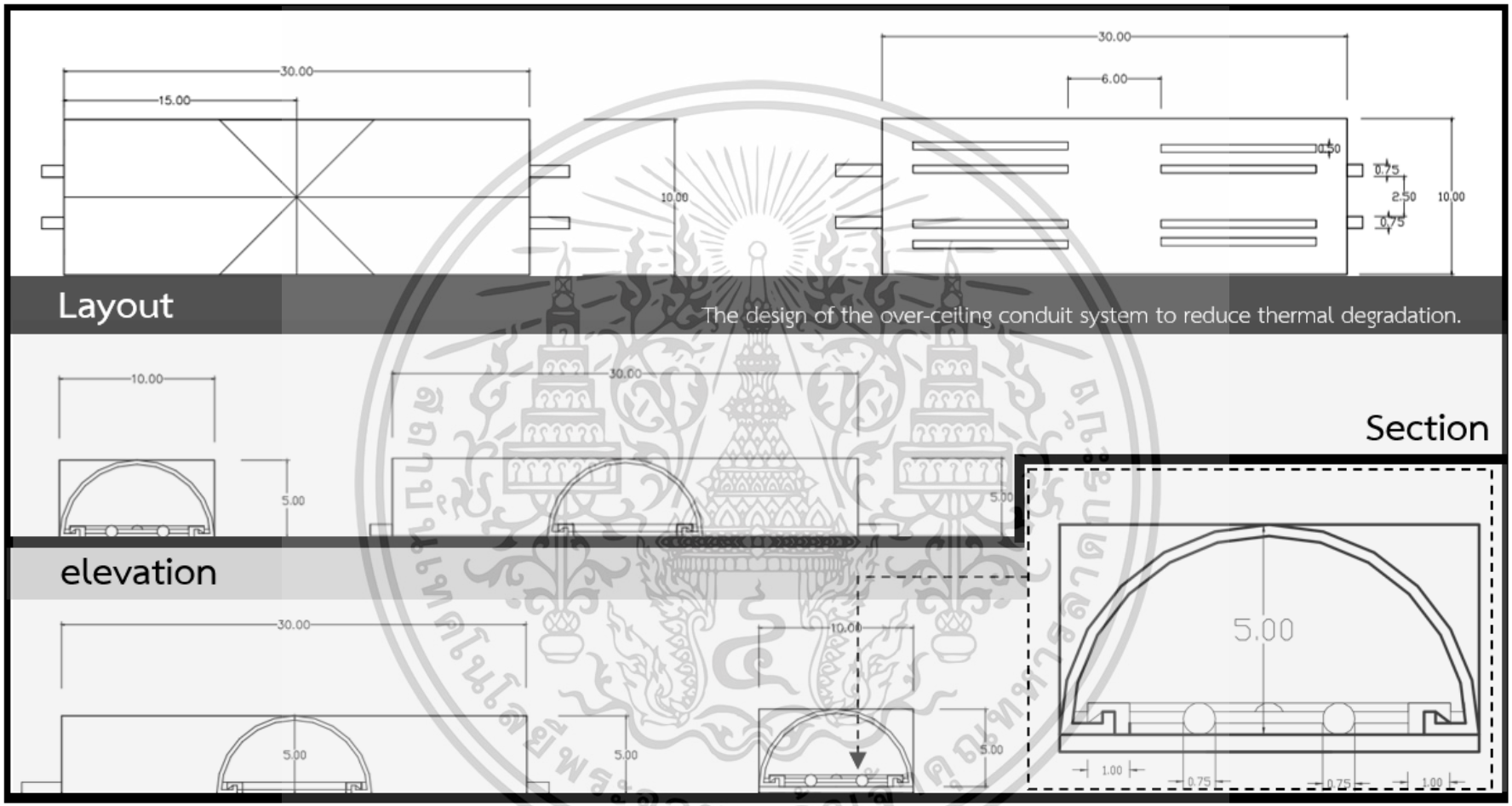
ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 2.50 แสดงภาพหุ่นจำลองแบบมีทางแยก 90 องศา

ที่มา : ผู้วิจัย

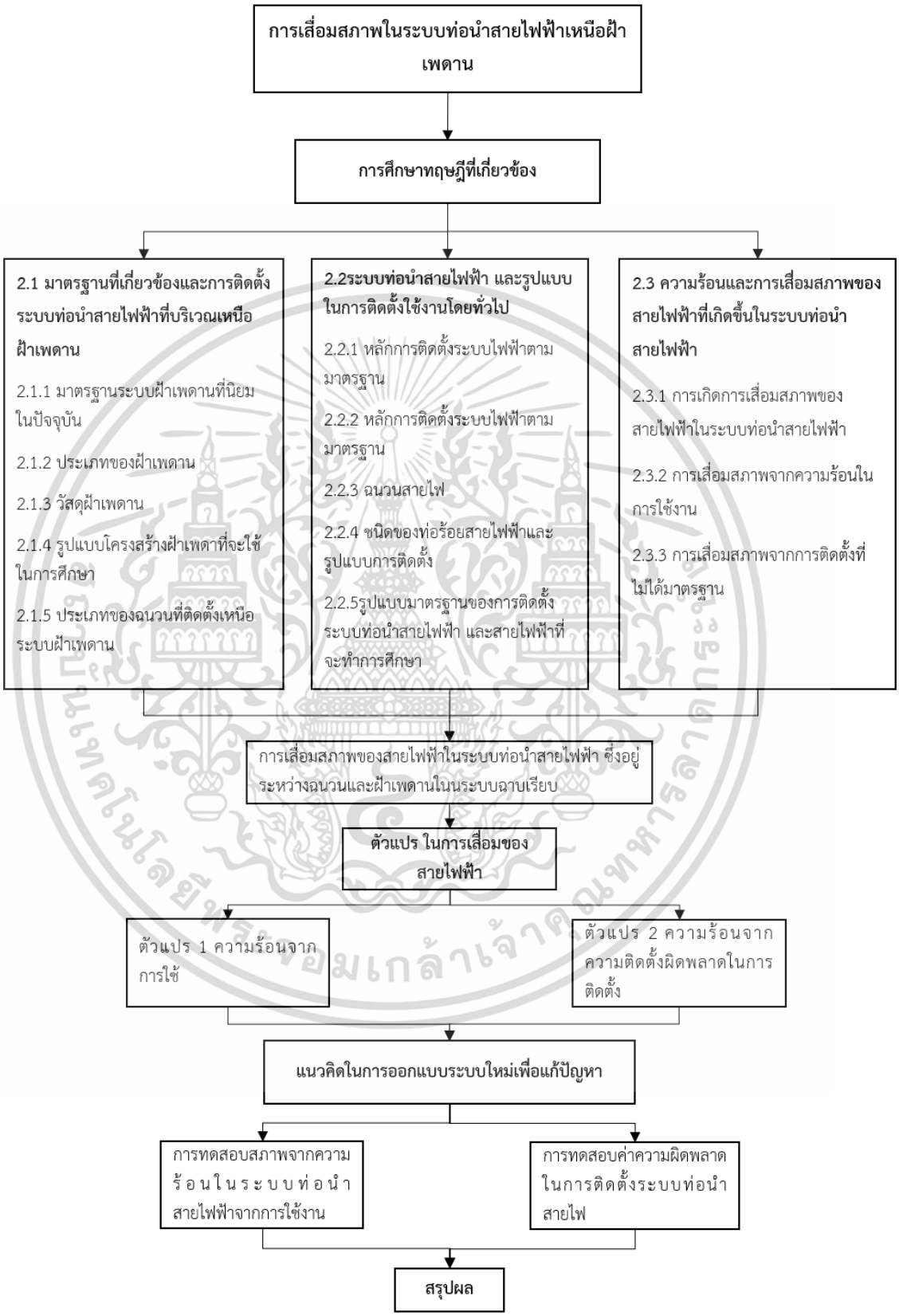
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.51 แสดงระยะของหุ่นจำลอง

ที่มา : ผู้วิจัย

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

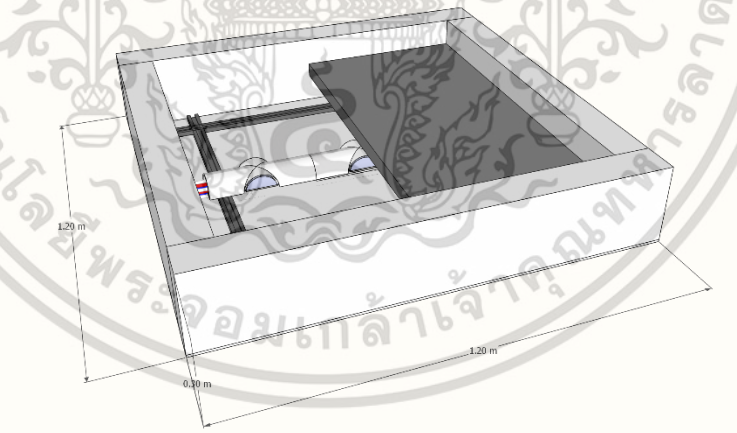
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย เครื่องมือและวัตถุดิบ

จากการศึกษากรอบแนวคิดในบทที่ 2 สรุปได้ว่าผลของการเสื่อสภาพของสายไฟในระบบท่อนำสายไฟเกิดขึ้นจาก 2 สาเหตุคือ 1.ความร้อนจากการใช้งาน 2.ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการผิดพลาดในการติดตั้ง ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงทำการออกแบบระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่ ซึ่งสามารระบายความร้อนจากการใช้งานเป็นการแก้ไขปัญหาของความร้อนจากการใช้งาน และง่ายต่อการติดตั้งระบบสายไฟเพื่อลดความร้อนจากการผิดพลาดในการติดตั้งระบบสายไฟ โดยมีวิธีการทดลอง ดังต่อนี้

3.1การทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่

3.1.1 ขั้นตอนในการทดลอง

3.1.1.1 ต่อกล่องทดลองขนาด 1.2 x 1.2 x 0.3 เมตร ปิดทุกด้านด้วยโฟม เพื่อจำลองเป็นระบบฝ้าเพดาน

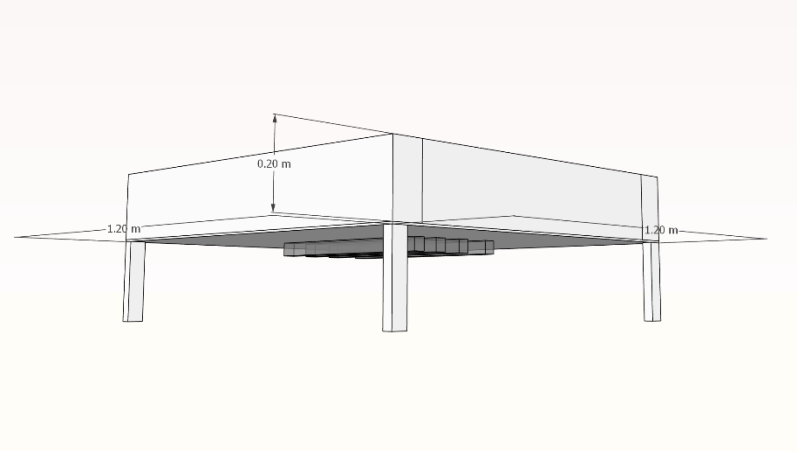


ภาพที่ 3.1 แสดงกล่องทดสอบระบบท่อนำสายไฟเพื่อทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

3.1.1.2 ติดตั้งระบบไฟสองสว่างจำนวน 4 ดวง และปลั๊กไฟจำนวน 2 ตัว เพื่อจำลองการใช้งานกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงกล่องทดสอบโดยติดตั้งระบบไฟส่องสว่างจำนวน 4 ดวง

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

3.1.1.3 หลังจากที่เริ่มการทดลองทำการแบ่งเวลาเพื่อบันทึกข้อมูลเป็นช่วง คือ 10 นาที 30 นาที 60 นาที 120 นาที และ 240 นาที

3.1.1.4 เก็บข้อมูลอุณหภูมิและบันทึกรูปภาพลงตาราง

3.1.1.5 ทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

3.1.1.6 ทำการสรุปผลคะแนนออกมาเป็นแผนภูมิ

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

3.1.2.1 ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลและรูปภาพตามช่วงเวลา ดังตารางที่ 3.1

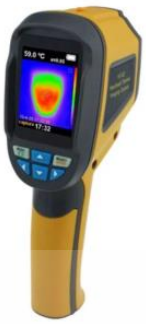
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที			
ครั้งที่ 2	30 นาที			
ครั้งที่ 3	60 นาที			
ครั้งที่ 4	120 นาที			
ครั้งที่ 5	240 นาที			

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 เครื่องมือกล้องถ่ายภาพความร้อน THERMAL IMAGING CAMERA ดังภาพที่ 3.1



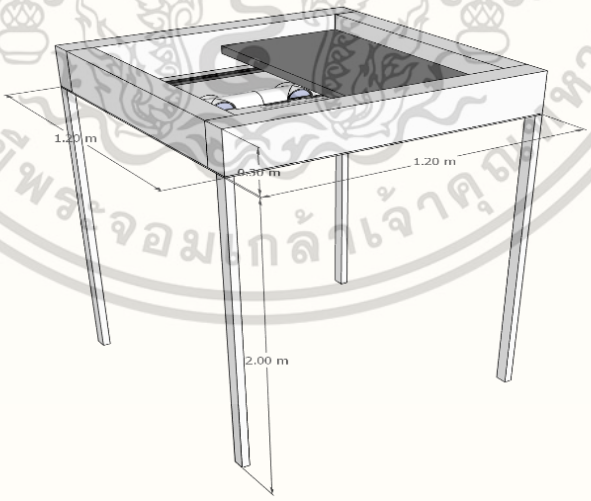
ภาพที่ 3.3 แสดงเครื่องมือกล้องถ่ายภาพความร้อน (THERMAL IMAGING CAMERA)

ที่มา : shorturl.asia/FAINf สืบค้นเมื่อ :22 ต.ค. 2563

3.2 การทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งของผู้ติดตั้งท่อนำสายไฟ

3.2.1 ขั้นตอนในการทดลอง

3.2.1.1 ต่อกล่องทดลองขนาด 1.2 x 1.2 x 0.3 เมตร เพื่อจำลองเป็นระบบฝ้าเพดาน โดยมีขาสูง 2 เมตรเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบติดตั้งระบบนำสายไฟ

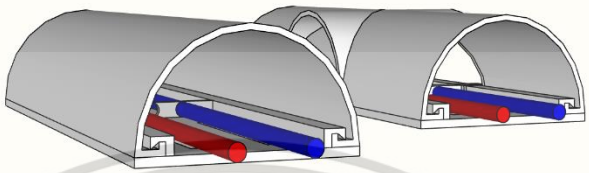


ภาพที่ 3.4 แสดงกล่องทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งของผู้ติดตั้งท่อนำสายไฟ

ที่มา: ผู้วิจัย (2564)

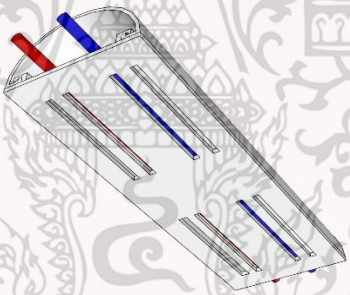
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 สร้างหุ่นจำลองระบบนำสายไฟตามที่ได้ออกแบบในโปรแกรมสเก็ตอัพ โดยมีขนาด 30 X 10 X 5 เซนติเมตร โดยมีครีบระบายความร้อนอยู่ด้านล่าง



ภาพที่ 3.5 แสดงหุ่นจำลองระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)



ภาพที่ 3.6 แสดงหุ่นจำลองระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่ที่มีรูระบายอากาศด้านล่าง

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

3.2.1.3 ผู้วิจัยอธิบายความรู้พื้นฐานของมาตรฐานการติดตั้งสายไฟ และการติดตั้งระบบนำสายไฟแบบใหม่ ให้กับช่างไฟจำนวน 10 คน

3.2.1.4 หลังจากอบรมเสร็จก็เริ่มการทดลองโดยให้ช่างจำนวน 10 คนทดลองติดตั้งระบบนำสายไฟแบบใหม่บนกล่องทดลองขนาด 1.20 X 1.20 x 0.3 เมตร

3.2.1.5 ทำการสังเกตช่างทำการติดตั้งสายไฟและติดตั้งระบบนำสายไฟแบบใหม่ ทำการจดบันทึกคะแนนลงตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.6 ทำการสรุปผลคะแนน

3.2.1.7 นำคะแนนมาออกมาเป็นแผนภูมิ

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

3.2.2.1 ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลโดยมีหัวข้อ มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ และการติดตั้งระบบนำสายไฟถูกวิธี ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2.ตารางแสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่

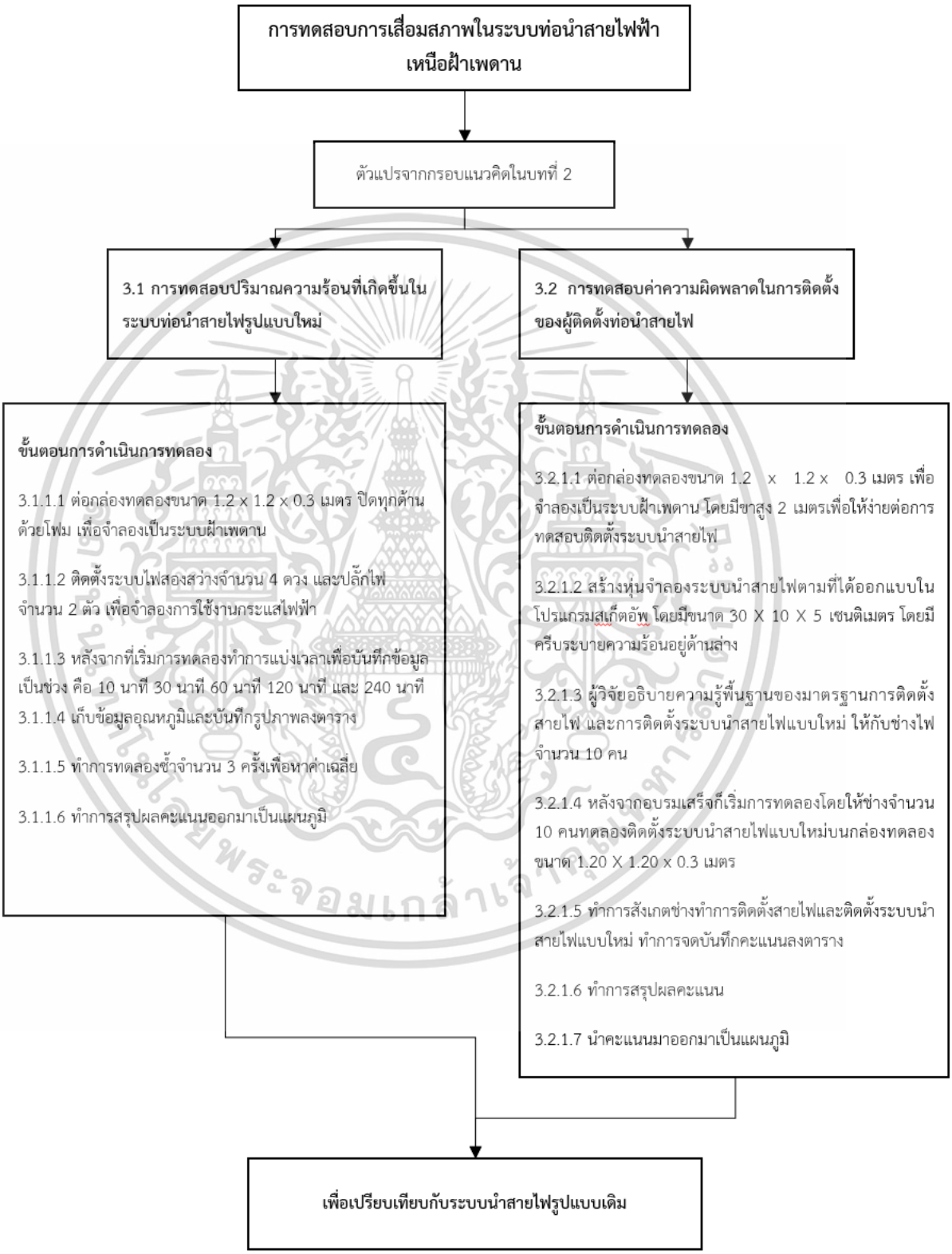
ช่างที่ทำการทดลอง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบนำสายไฟถูกวิธี	คะแนนรวม	หมายเหตุ
คนที่ 1				
คนที่ 2				
คนที่ 3				
คนที่ 4				
คนที่ 5				
คนที่ 6				
คนที่ 7				
คนที่ 8				
คนที่ 9				
คนที่ 10				

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากการทดลองในหัวข้อ การทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ และการทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งของผู้ติดตั้งท่อนำสายไฟ ผู้ทำการศึกษาจึงสรุปออกมาเป็นกระบวนการทดลองในหัวข้อที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กระบวนการทดลอง



ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

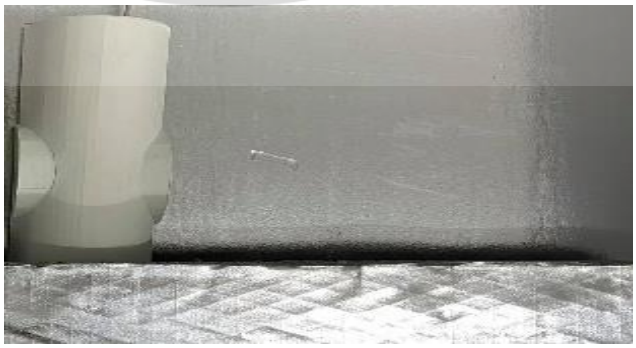
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การดำเนินการวิจัย

4.1. การทดสอบสภาพความร้อนในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

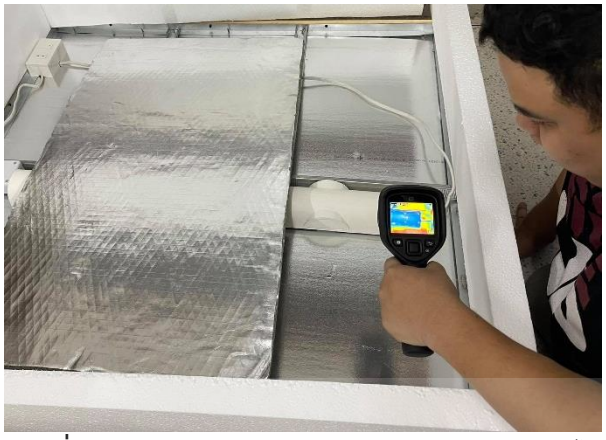
ทำการวัดผลโดยการติดตั้งกล่องทดลอง ไว้สถานที่เดียวกัน โดยกำหนด การวัดผล เก็บข้อมูล วันที่ และช่วงเวลา ต่อกล่องทดลองขนาด 1.2 x 1.2 เมตร และปิดด้านบนด้วยโฟม เพื่อจำลองเป็นระบบฝ้าเพดาน และต่อระบบไฟสองสว่างจำนวน 4 ดวง และปลั๊กไฟจำนวน 2 ตัวเท่ากัน ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิความร้อนบริเวณสายไฟของกล่องทดลองแบบมีระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ โดยแบ่งเวลาการบันทึกข้อมูลช่วง คือ 10 นาที 30 นาที 60 นาที 120 นาที และ 240 นาทีในห้องทดลองมีการคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 26 องศา และทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย เครื่องมือวัดกล้องถ่ายอุณหภูมิ (Thermal scanner) รุ่น FLIR E5 จดบันทึกและถ่ายภาพการทดลองโดยเก็บข้อมูลที่ได้เป็นตัวเลขและบันทึกผลลงตารางวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาพฤติกรรมความร้อน

ภาพที่ 4.1 แสดงกล่องทดลองที่มีการติดตั้งหลอดไฟ
ที่มา : ผู้วิจัย (2564)



ภาพที่ 4.2 แสดงระบบนำสายไฟเหนือฝ้าเพดาน
ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

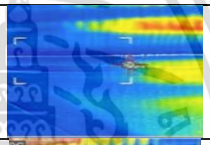
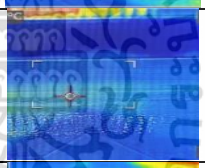
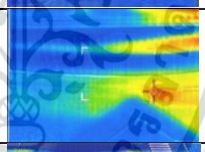
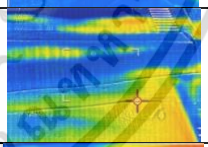
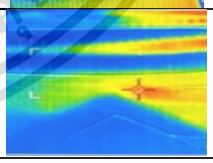
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงผู้วิจัยกำลังวัดอุณหภูมิระบบนำสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

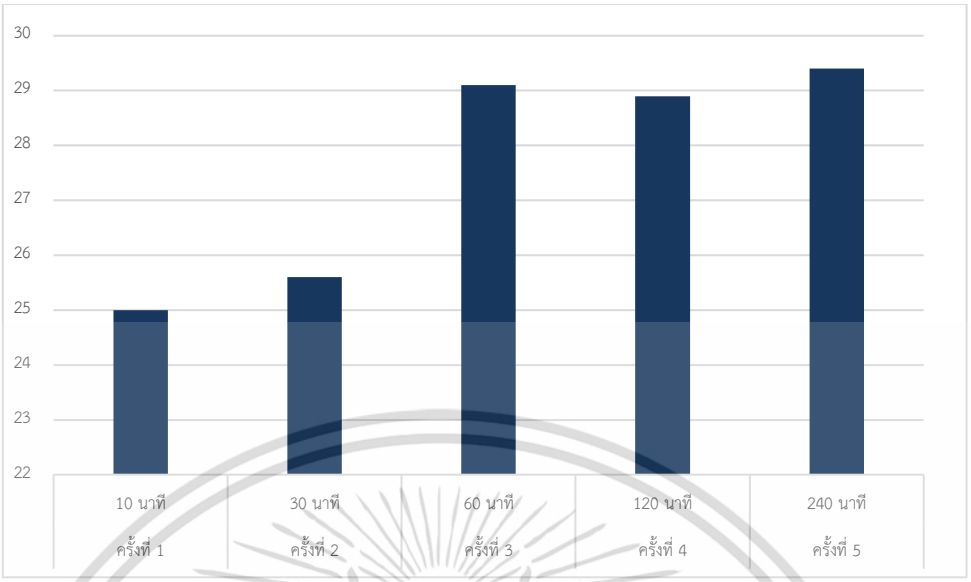
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที	25		
ครั้งที่ 2	30 นาที	25.6		
ครั้งที่ 3	60 นาที	29.1		
ครั้งที่ 4	120 นาที	28.9		
ครั้งที่ 5	240 นาที	29.4		

ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่



ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากแผนภูมิที่ 4.1 ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าใน 10 – 30 นาที แรกความร้อนยังเพิ่มไม่สูงนัก แต่เมื่อผ่านไป 60 นาที ความร้อนสูงขึ้น 3.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของฉนวนสายไฟอยู่ที่ 29.1 องศาเซลเซียส และเมื่อใช้งานต่อเนื่องไปอีก 240 นาที หรือ 4 ชั่วโมง อุณหภูมิของฉนวนสายไฟมีอุณหภูมิอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่อชั่วโมงจะอยู่ที่ 1.1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าสูงสุดอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส ถึงแม้ความร้อนจากการทดสอบนี้ อุณหภูมิจะยังไม่ถึง 70 องศาเซลเซียส ที่ฉนวนสายไฟทนได้ มีสาเหตุเนื่องมาจากการคุมสภาพอากาศอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส ทำให้สายไฟไม่ได้รับความร้อนเหมือนอยู่เหนือระบบฝ้าเพดานจริงๆ

4.2 การทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ

การติดตั้งระบบนำสายไฟนี้จึงแก้ปัญหาการติดตั้งฉนวนแบบผิดวิธีเพื่อให้เกิดความเสียหายกับฉนวนกันความร้อน โดยทดสอบโดยการใช้ช่างจำนวน 10 คน ฟังคำอธิบายจากผู้วิจัยและลองให้ปฏิบัติ แล้วเก็บข้อมูลว่า ใน 10 คน และนำข้อมูลที่ได้ไปคิดเป็นร้อยละ โดยมีเกณฑ์ประเมิน ดังนี้ มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ, การติดตั้งระบบนำสายไฟถูกวิธี, การติดตั้งไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย

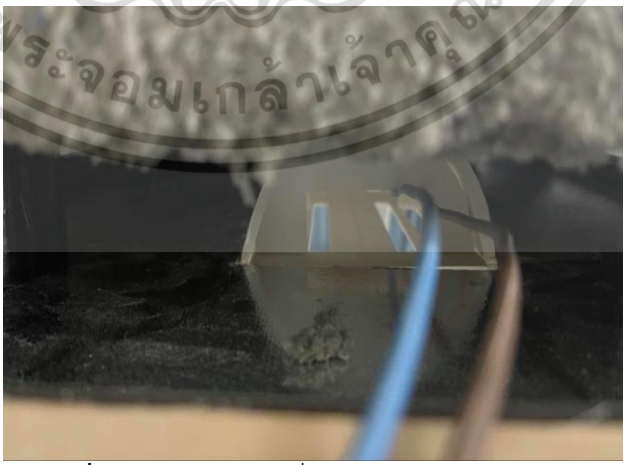
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4 แสดงการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

ภาพที่ 4.5 แสดงการต่อสายไฟฟ้าให้ได้มาตรฐาน

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)



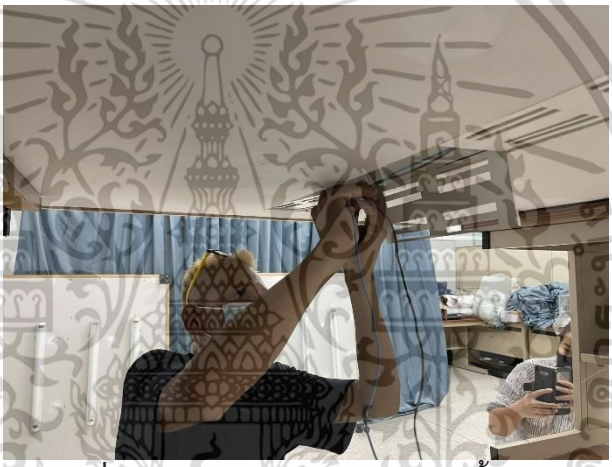
ภาพที่ 4.6 แสดงสายไฟที่ร้อยผ่านระบบท่อนำสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 แสดงผู้วิจัยอธิบายวิธีการติดตั้ง

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)



ภาพที่ 4.8 แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

ภาพที่ 4.9 แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.10 แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

ภาพที่ 4.11 แสดงการติดตั้งหลังเสร็จ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

ภาพที่ 4.12 แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.13 แสดงระหว่างช่างทดลองติดตั้งสายไฟ

ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

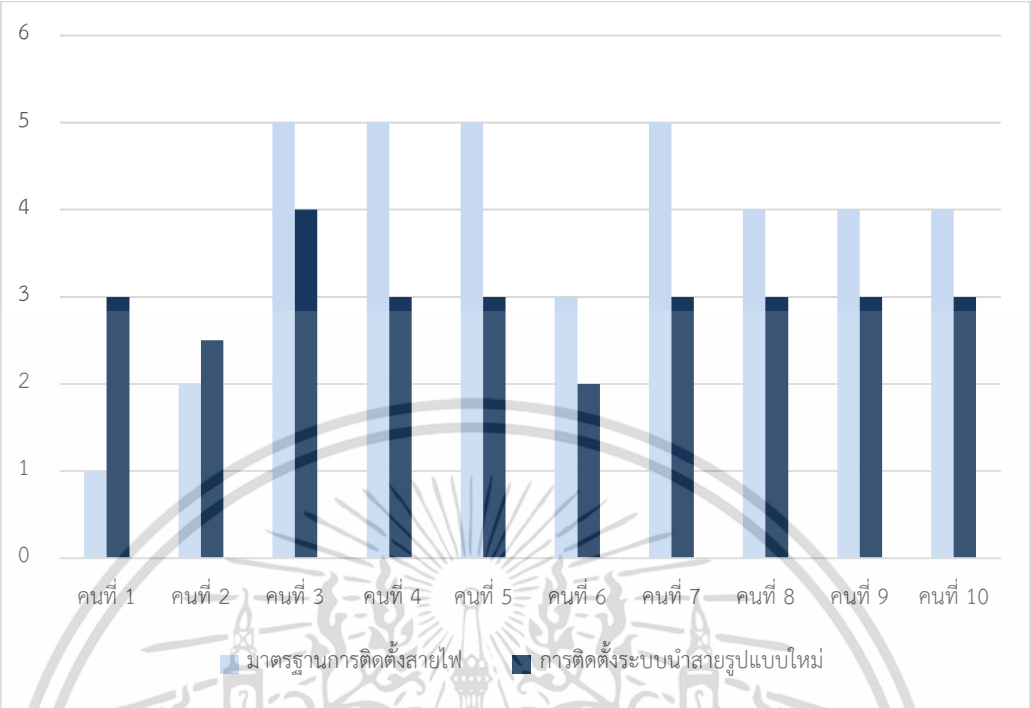
ตารางที่ 4.2.ตารางแสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่

ช่างที่ทำการทดลอง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่	คะแนนรวม	หมายเหตุ
คนที่ 1	1	3	4	
คนที่ 2	2	2.5	4.5	
คนที่ 3	5	4	9	
คนที่ 4	5	2.5	7.5	
คนที่ 5	5	3	8	
คนที่ 6	3	2	5	
คนที่ 7	5	2	7	
คนที่ 8	4	3	7	
คนที่ 9	4	2.5	6.5	
คนที่ 10	4	3	7	

ที่มา: ผู้วิจัย 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่



ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากการจัดฝึกอบรมก่อนการติดตั้งจริงพบว่า ช่างส่วนใหญ่ที่มาฟังมีความรู้พื้นฐานไม่เท่ากัน จึงต้องแนะนำความรู้พื้นฐานและมาตรฐานในการประกอบและต่อสายไฟเพื่อที่จะได้ต่อได้อย่างถูกต้องและได้มาตรฐานตามหลักที่ถูกต้อง หลังจากอบรมเสร็จก็เริ่มการทดลองโดยให้ช่างจำนวน 10 คนทดลองติดตั้งระบบนำสายไฟแบบใหม่บนกล่องทดลองขนาด 1.20 X 1.20 x 0.3 เมตร โดยในการติดตั้งจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งสายไฟ และสามารถติดตั้งระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่ได้อย่างถูกต้อง โดยให้คะแนนสูงสุด 5 คะแนน ใน 2 หัวข้อ 1.มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ 2.การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ ถูกวิธี หลังจากทดลองเสร็จทั้ง 10 คน พบว่า 7 ใน 10 คน สามารถประกอบระบบนำสายไฟได้ถูกต้อง ต่อสายไฟฟ้าได้ถูกต้องตามมาตรฐาน โดยสามารถคิดได้เป็น 70% ของช่างทั้งหมดสามารถเข้าใจและติดตั้งระบบท่อนำสายไฟเหนือฝ้าเพดานได้และมีการแก้ไขได้ง่ายกว่าเดิม

การทดลองการปรับปรุงการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งและซ่อมบำรุงทำได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องรื้อฝ้าเพดานออก จากแผนภูมิที่ 4.2 พบว่า 7 ใน 10 คน สามารถประกอบระบบท่อนำสายไฟได้ถูกต้อง ต่อสายไฟฟ้าได้ถูกต้องตามมาตรฐาน โดยสามารถคิดได้เป็น 70% ของช่างทั้งหมด ส่วนการระบายความร้อนเพื่อลดความเสื่อมสภาพ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 240 นาที อุณหภูมิของสายไฟอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่อชั่วโมงจะอยู่ที่ 1.1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และค่าสูงสุดอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

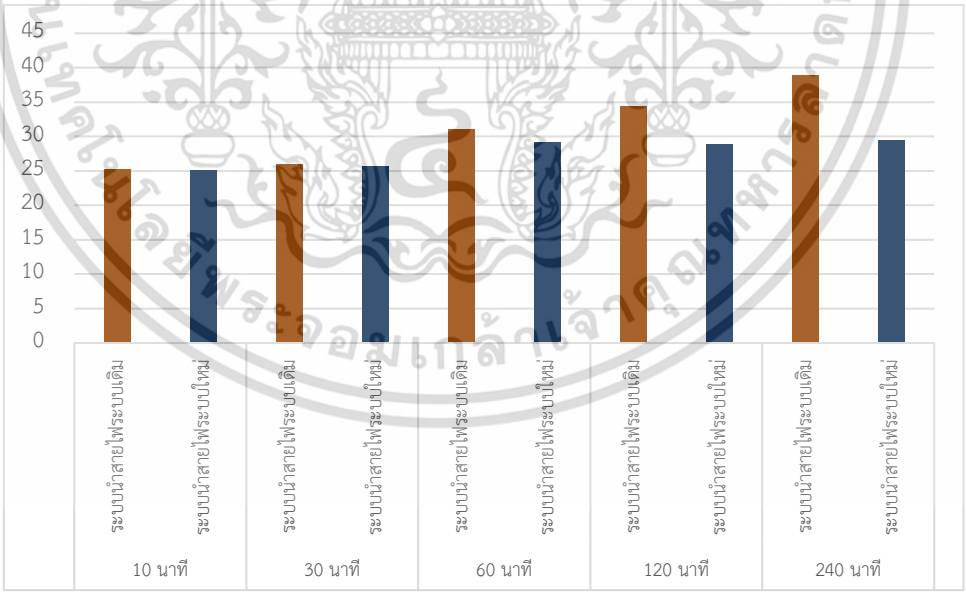
ถึงแม้ความร้อนจากการสำรวจนี้ อุณหภูมิจะยังไม่ถึง 70 องศาเซลเซียส ที่ฉนวนสายไฟทนได้ มีสาเหตุเนื่องมาจากการคุมสภาพอากาศอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส ทำให้สายไฟไม่ได้รับความร้อนเหมือนอยู่เหนือระบบฝ้าเพดานจริงๆ

จากผลการทดสอบใน 2 หัวข้อ คือ 1.การทดสอบสภาพความร้อนในระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน 2.การทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ ผู้ศึกษาจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมและระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่มาเปรียบเทียบ

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ กับระบบท่อนำสายไฟ แบบเดิม

4.3.1 การเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบท่อนำไฟฟ้าในรูปแบบเก่ากับรูปแบบใหม่

แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการทดสอบปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมเปรียบเทียบกับระบบท่อนำสายไฟแบบแบบใหม่



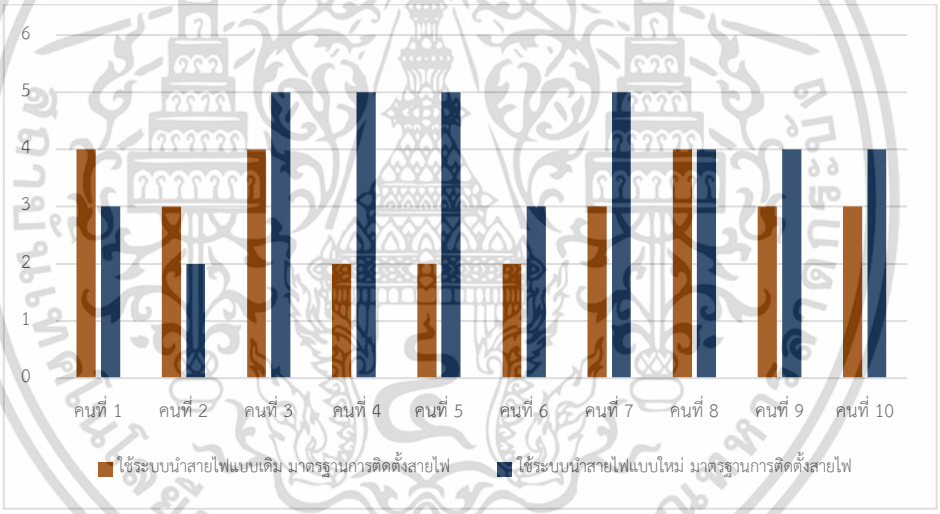
ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าความร้อนในช่วง 10 – 30 นาที จะมีความร้อนที่ไม่ต่างกันมาก แต่เมื่อใช้งานไป 60 นาที อุณหภูมิเริ่มมีความต่างกัน อยู่ที่ 1.9 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิของระบบท่อนำสายไฟแบบแบบใหม่จะต่ำกว่าแบบเดิม และเมื่อเวลาผ่านไป 240 นาที จะเห็นได้ถึงความต่างของอุณหภูมิ โดยที่ในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมอุณหภูมิจะอยู่ที่ 38.9 องศาเซลเซียส และระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่จะอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส โดยมีความต่างกันอยู่ที่ 9.5 องศาเซลเซียส **โดยมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเพิ่มขึ้นจากระบบเดิมคิดเป็นร้อย 38**

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่า และรูปแบบใหม่

แผนภูมิที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ในหัวข้อมาตรฐานการติดตั้งสายไฟ

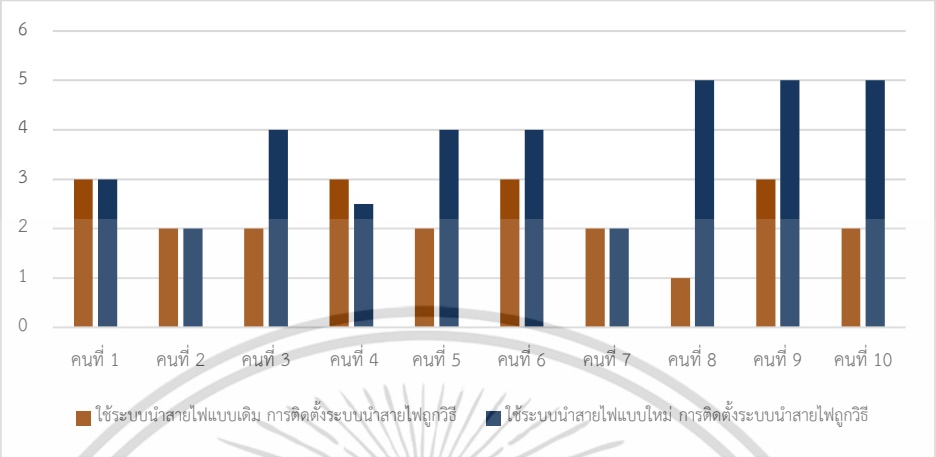


ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากแผนภูมิที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าการทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบมาตรฐานและแบบใหม่ที่นำเสนอ ในหัวข้อมาตรฐานการติดตั้งสายไฟ จากช่างร้อยละ 90 สามารถต่อสายไฟได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าคะแนนความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ ในหัวข้อการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ



ที่มา : ผู้วิจัย, 2564

จากแผนภูมิที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าการทดสอบค่าความผิดพลาดในการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบมาตรฐานและแบบใหม่ที่นำเสนอ ในหัวข้อการติดตั้งระบบนำสายไฟ ช่างร้อยละ 80 สามารถติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเทียบกับระบบนำสายไฟแบบเดิม

จากแผนภูมิทั้ง 2 ที่ผ่านมาจะแสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบนำสายไฟแบบใหม่จะมีประสิทธิภาพดีกว่าทั้ง 2 ด้าน อีกทั้งยังสามารถแก้ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นกับการต่อสายไฟ คือ การต่อสายไฟไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน, การติดตั้งระบบนำสายไฟ ดังนั้นระบบนำไฟฟ้าแบบใหม่จึงสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นกว่าระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม

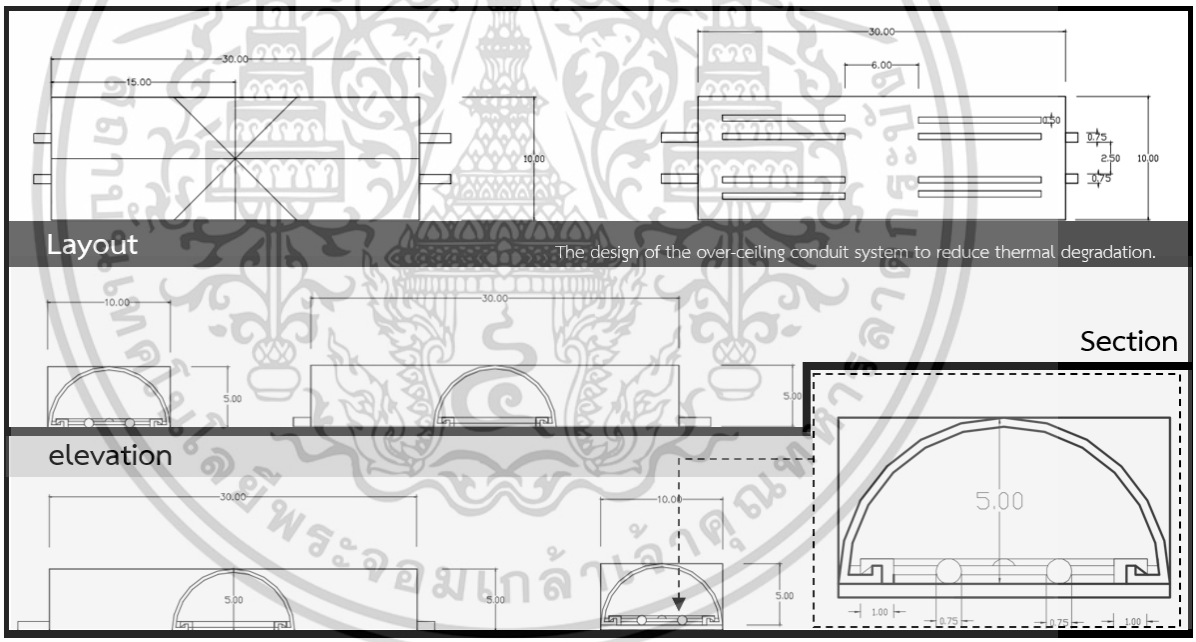
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและเสนอข้อแนะ

5.1 ผลการออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่

การออกแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ทำการแก้ไขปัญหา 2 ประการ คือ การเกิดความร้อนจากการใช้งาน และการเกิดความร้อนจากความผิดพลาดของช่างผู้ติดตั้ง การออกแบบได้แก้ปัญหาทางการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากความร้อนทั้ง 2 ประการได้เป็นผลสำเร็จ โดยมีรูปแบบที่สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง การถ่ายเทความร้อน และการติดตั้ง ดังนี้

5.1.1 รูปแบบระบบท่อนำสายไฟฟ้าแบบใหม่



ภาพที่ 5.1 แสดงระยะของหุ่นจำลอง
ที่มา : ผู้วิจัย (2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ประสิทธิผลของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่

โครงสร้างของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ใช้รูปทรงครึ่งวงกลมเนื่องจากเป็นรูปทรงที่สามารถรับน้ำหนักและถ่ายแรงได้ดีที่สุด จึงส่งผลให้ไม่เกิดการเสียรูปทรง ส่วนอีกด้านหนึ่งที่ออกแบบให้เป็นพื้นเรียบเพื่อที่จะสามารถติดตั้งบนฝ้าเพดานได้อย่างสะดวก ระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ได้คำนึงถึงการระบายความร้อนด้วยการเพิ่มปริมาตรของระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่ขึ้นคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 91 จึงทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นออกจากท่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากขนาดของหน้าตัดระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมมีขนาด 9.525 มิลิเมตร ทำให้มวลความร้อนที่สะสมไม่เกิดการพาความร้อนออกมาข้างนอกจึงทำให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ อีกทั้งระบบนำสายไฟรูปแบบใหม่มีสามารถติดตั้งหรือซ่อมบำรุงระบบสายไฟได้จากด้านล่างโดยมีรางยึดสายไฟออกจากกัน เพื่อให้อากาศสามารถไหลผ่านสายไฟได้ทำลดความร้อนที่เกิดขึ้นบนฉนวนสายไฟและยังสามารถลดความผิดพลาดในการติดตั้งลงอย่างเห็นได้ชัด

5.2 ประสิทธิภาพของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่ที่นำเสนอต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดาน

5.2.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านการเกิดความร้อนจากการใช้งานระบบท่อนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่ากับรูปแบบใหม่

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณความร้อนจากการใช้งานของระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่และรูปแบบมาตรฐานที่นำเสนอต่อการป้องกันการเสื่อมสภาพของสายไฟฟ้าจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเหนือฝ้าเพดานความร้อนในช่วง 10 – 30 นาที จะมีความร้อนที่ไม่ต่างกันมาก แต่เมื่อใช้งานไป 60 นาที อุณหภูมิเริ่มมีความต่างกัน อยู่ที่ 1.9 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิของระบบท่อนำสายไฟแบบแบบใหม่จะต่ำกว่าแบบเดิม และเมื่อเวลาผ่านไป 240 นาที จะเห็นได้ถึงความต่างของอุณหภูมิ โดยที่ในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมอุณหภูมิจะอยู่ที่ 38.9 องศาเซลเซียส และระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่จะอยู่ที่ 29.4 องศาเซลเซียส โดยมีความต่างกันอยู่ที่ 9.5 องศาเซลเซียส **โดยมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนเพิ่มขึ้นจากระบบเดิมคิดเป็นร้อย 38**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการติดตั้งระบบนำสายไฟฟ้าในรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่

จากการทดลองการใช้ระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่จะมีประสิทธิภาพดีกว่า ในด้านของมาตรฐานการติดตั้งสายไฟมีคะแนนโดยที่ระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่มีคะแนนมาตรฐานการติดตั้งสยไฟอยู่ที่ 9 คะแนน และระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมมีคะแนนมาตรฐานการติดตั้งสายไฟอยู่ที่ 7 คะแนน และด้านการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟ มีคะแนนดังนี้โดยที่ระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่มีคะแนนในการติดตั้งอยู่ที่ 7 คะแนน และระบบท่อนำสายไฟแบบเดิมมีคะแนนในการติดตั้งอยู่ที่ 4 คะแนน อีกการซ่อมบำรุงยังทำได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องรื้อระบบฝ้าเพดาน **ดังนั้นระบบท่อนำไฟฟ้าแบบใหม่จึงมีประสิทธิภาพในการติดตั้งระบบสายไฟฟ้าดีขึ้นกว่าระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม**

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบระบบที่ทำการออกแบบพบว่าในการติดตั้ง ระบบมีปัญหากับโครงเคราที่ขั้นขวางและแนวของหลอดไฟที่บ้างครั้งอาจจะไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกัน จึงทำให้ช่องระบายอากาศของระบบที่ออกแบบไว้มีเส้นหรือแนวที่ไม่สวยงาน และมีผลต่อการตกแต่งฝ้าเพดานจึงนำเสนอให้ติดตั้งระบบนำสายไฟนี้ร่วมกับหลอดไฟระบายอากาศ และใช้ระบบท่อนำสายไฟในรูปแบบที่ไม่มีช่องระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน [เว็บไซต์] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุนารี

แหล่งที่มา : shorturl.asia/LyZEM สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 11 มิถุนายน.พ.ศ. 2564

การติดตั้งฝ้าเพดาน [บทความ] Gurudeco

แหล่งที่มา : shorturl.asia/kco4l สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 25 มิถุนายน พ.ศ. 2563

การระบายอากาศตามธรรมชาติของบ้านด้วยปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร [บทความ] ปรีดา จันทวงษ์, บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา,โยธิน อึ่งกูล่

แหล่งที่มา : shorturl.asia/ywcVD สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 25 กันยายน.พ.ศ. 2564

ฉนวนกันความร้อนแบบแผ่นยอดฮิต [เว็บไซต์] SCG

แหล่งที่มา : http://1ab.in/lEr สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563

ไทยรัฐออนไลน์ [ออนไลน์] ฉบับพิมพ์ 1 เม.ย. 2564 05:08 น.

แหล่งที่มา : https://www.thairath.co.th/news/local/2060787 สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2560

ประเภทของฉนวน [หนังสือ] การใช้ฉนวน

แหล่งที่มา : http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib9218.pdf สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 25 มิถุนายน.พ.ศ. 2563

ฝ้าเพดานมีกี่ประเภท และทำมาจากวัสดุอะไรบ้าง [บทความ] Encyclopedia

แหล่งที่มา : http://1ab.in/qae สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 16 ตุลาคม.พ.ศ. 2563

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า [หนังสือ] มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยพ.ศ.2556

แหล่งที่มา : https://bit.ly/3tZkb4S สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 22 มิถุนายน.พ.ศ. 2563

รูปทรงเรขาคณิตสามมิติ [เว็บไซต์] Apinyasuphacha.Wordpress

แหล่งที่มา : เว็บไซต์ shorturl.asia/hlvtD สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

รู้จักฝ้าเพดาน ส่วนสำคัญของห้องที่ต้องใส่ใจ [เว็บไซต์] Connew

แหล่งที่มา : http://1ab.in/pFL สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 14 ต.ค. 2563

รู้หรือไม่ สายไฟที่เสื่อมสภาพนั้น เกิดจากปัจจัยใดได้บ้าง [เว็บไซต์] คู่หูสายไฟ

แหล่งที่มา : เว็บไซต์ www.pdcable.com สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563

ร้อยสายไฟฟ้าดีจริงหรือไหม้ [เว็บไซต์]

แหล่งที่มา : http://www.sci-tech-service.com/about.html สืบค้นข้อมูลเมื่อ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

วงกลม ส่วนประกอบของวงกลม [เว็บไซต์] tuenongfree.xyz

แหล่งที่มา : https://bit.ly/3kQCt5E สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 23 กันยายน.พ.ศ. 2564

ศึกษาพฤติกรรมการเกิดความร้อนบริเวณท่อนำสายไฟเพื่อลดการเสื่อมสภาพ [บทความ]

แหล่งที่มา : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 25 กรฎาคม.พ.ศ. 2564

สายไฟ THW ชื่อเรียกสายไฟฟ้าที่ช่างไฟนิยมใช้มีอะไรบ้าง [เว็บไซต์]

แหล่งที่มา : shorturl.asia/sGBYF สืบค้นข้อมูลเมื่อ 25 กันยายน พ.ศ. 2564

สายไฟหมดอายุ อย่าปล่อยให้สายเกินแก้ [บทความ] บริษัท Home Guru

แหล่งที่มา : http://1ab.in/uqlnSF สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 5 ตุลาคม พ.ศ. 2563

หลักการออกแบบและติดตั้งสายไฟในอาคารสูง [บทความ]

แหล่งที่มา : shorturl.asia/o3FBc สืบค้นข้อมูลเมื่อ : 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปรียบเทียบความนิยมในการใช้งานจากปัจจัยในการติดตั้งฝ้าเพดานแต่ละรูปแบบ วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

รูปแบบฝ้าเพดาน	**ติดตั้งได้ง่าย**	**ซ่อมบำรุง**	**การติดตั้งงานระบบ**	**รวมคะแนน**	**ราคาการติดตั้ง/ตร.ม.**
1.ฝ้าเพดานฉาบเรียบ	o	o	o	3	150 – 180 บาท
2.ฝ้าเพดานที บาร์	o	o	x	2	180 - 200 บาท
3.ฝ้าเพดานแบบเล่นระดับ	o	x	x	1	400 – 450 บาท
4.ฝ้าเพดานซ่อนระบบไฟ	o	x	x	1	450-550 บาท
5.ฝ้าเพดานดูดซับเสียง		o	o	3	500-600 บาท
6.ฝ้าเพดานโปร่ง	o	o	o	3	400-1,000 บาท
7.ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุไวนิล	o	x	o	3	350-1,700 บาท
8.ฝ้าเพดานที่ทำมาจากวัสดุอะลูมิเนียม	x	x	o	3	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงเปรียบเทียบท่อนำสายไฟในปัจจุบัน

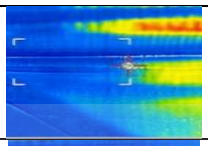
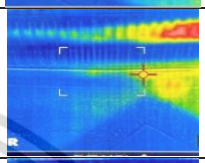
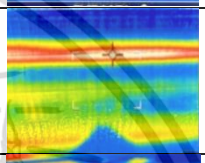
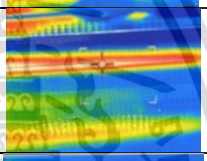
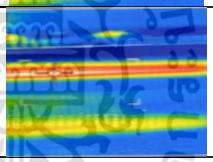
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

รูปแบบระบบนำสายไฟ	**ง่ายต่อการติดตั้ง**	**ง่ายต่อการซ่อมบำรุง**	**ระบายความร้อน**	**ยืดระยะเวลาลามไฟ**	**รวมคะแนน**	**หมายเหตุ**
1.ท่อโลหะหนา	x	x	x	o	1	เดินงานระบบในโรงงาน
2.ท่อโลหะหนาปานกลาง	x	x	x	o	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
3.ท่อโลหะอ่อน	o	x	x	o	2	ใช้เดินระบบสายในบ้าน
4. ท่ออโลหะแข็ง (พีวีซี)	x	x	x	o	1	ใช้เดินระบบสายในบ้านงานโชว์
5.รางเดินสายไฟฟ้า	o	o	x	x	2	ใช้เดินไฟเข้าตู้ในบ้านและโรงงานอุตสาหกรรม
6.รางเคเบิล	o	x	o	x	2	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
7. รางเคเบิลแบบขั้นบันได	x	o	o	x	2	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
8. รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ	x	x	o	x	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
9. รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ	x	x	x	o	1	ใช้ในระบบอุตสาหกรรม
10. ระบบนำสายไฟ	o	o	o	o	4	ใช้เดินระบบสายในบ้าน
สรุป	วัสดุที่ใช้ในท้องตลาดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่ยังไม่มีตัวไหนที่สามารถแก้ปัญหาทั้งหมด จึงมีการออกแบบระบบท่อนำสายไฟ โดยนำข้อดีและข้อเสียของวัสดุที่มีอยู่ในปัจจุบันมาแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาด้านการติดตั้ง, การซ่อมบำรุง, การระบายความร้อน และยืดระยะเวลาการลามไฟ ที่เกิดขึ้นได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงสำรวจปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบเดิม

วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที	25.2		
ครั้งที่ 2	30 นาที	25.9		
ครั้งที่ 3	60 นาที	31		
ครั้งที่ 4	120 นาที	34.4		
ครั้งที่ 5	240 นาที	38.9		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

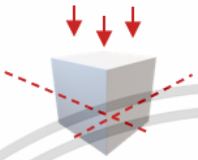
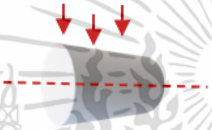
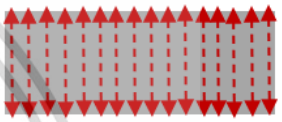
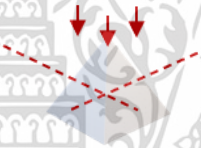
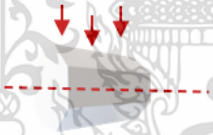
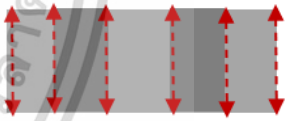
ตารางที่ 4 แสดงการสำรวจสภาพการเกิดความร้อนในท่อนำสายไฟจากความผิดพลาดในการติดตั้ง
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

ช่าง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟถูกวิธี	คะแนนรวม
คนที่ 1	3	3	
คนที่ 2	3	2	
คนที่ 3	4	3	
คนที่ 4	2	3	
คนที่ 5	2	2	
คนที่ 6	2	2	
คนที่ 7	3	2	
คนที่ 8	2	3	
คนที่ 9	2	2	
คนที่ 10	1	3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบรูปทรงและการรับน้ำหนัก

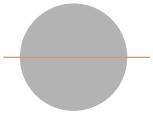
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

รูปทรงที่เลือก	การรับน้ำหนักของฐานรูปทรงต่างๆ	สถิตยศาสตร์ (Statics) แรงกระจาย (ตัดครึ่งรูปทรงในการทดสอบจุดศูนย์ถ่วง)	การคลี่คลายรูปทรง
1.			
2.			
3.			
4.			
สรุปรูปทรงที่เหมาะสม	เมื่อตัดครึ่งรูปทรงเพื่อ ทำการทดสอบรับน้ำหนักด้วยการกด (การกระจายแรงตามพื้นที่)	รูปทรงลูกบาศก์ความแข็งจะไม่เท่ากัน ตรงบริเวณมุมจะมีความแข็งแรงกว่าตรงบริเวณตรงกลาง	รูปทรงที่มีมุมมากจะสามารถกระจายแรงในการรับน้ำหนักได้มากผ่านมุมที่เปรียบเสมือนเสาที่ช่วยในการรับน้ำหนัก โดยวงกลมเป็นรูปที่มีมุมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการเสียรูปทรง

วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

เมื่อโดแรงกดทับ	เกิดการเสียรูป	สิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับแรง
1.		พบว่า รูปทรงสี่เหลี่ยมเมื่อตัดครึ่งจะมี 4 มุมทำให้จุดรับแรงจะอยู่บริเวณตรงมุมทำบริเวณตรงกลางของสี่เหลี่ยมไม่มีมุมเพื่อรับแรงทำให้เกิดการยุบตัว
2. 		พบว่า รูปทรงวงกลมเมื่อตัดครึ่งเป็นรูปทรงครึ่งวงกลม จะสามารถรับแรงได้ดีที่สุดและไม่มีการเสียรูปทรงเพราะแรงที่กระทำจะถูกกระจายลงไปที่พื้น
3.		พบว่า รูปทรงสามเหลี่ยมจะสามารถรับแรงได้ดีแต่ก็มีจุดอ่อนที่อยู่บริเวณส่วนหัวถ้าได้รับแรงก็จะเกิดการยุบตัว ได้เช่นกัน
4.		พบว่า รูปทรง 6 เหลี่ยมเมื่อตัดครึ่งจะมี 4 มุมทำให้จุดรับแรงจะอยู่บริเวณตรงมุมทำบริเวณตรงกลางของสี่เหลี่ยมไม่มีมุมเพื่อรับแรงทำให้เกิดการยุบตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

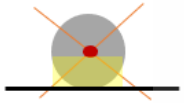
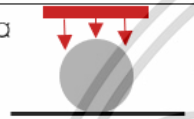
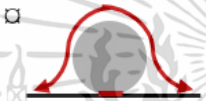
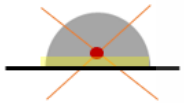
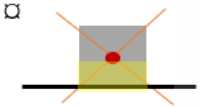
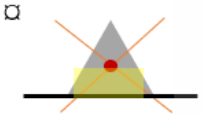
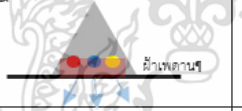
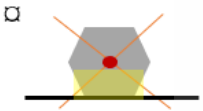
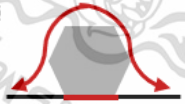
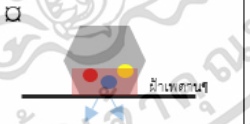
ตารางที่ 6 แสดงการเลือกรูปทรงที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรมการขึ้นรูป
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

รูปทรง	**การขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Extrusion Molding**	**รูปทรงที่ขึ้นรูปได้ต่อเนื่องและอัตราการเสียหายน้อยที่สุด**
1.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	6.5%
2.	ขึ้นรูปได้ไม่มีของเหลือ ในการผลิต	0.5%
3.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	5.5%
4.	ขึ้นรูปได้แต่มีของเหลือในการผลิตเป็นเศษครีบ	6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงการสรุปรูปทรงที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบนำสายไฟแบบใหม่

วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

รูปทรง¤	จุดศูนย์ถ่วง¤	การรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูป¤	การยึดเกาะ/หน้าสัมผัส¤	การร้อยสายไฟ/และการระบายอากาศ¤	การทำให้ฉนวนเสียหาย¤	สรุป¤
¶ ¤	¤ 	¤ 	¤ 	¤	¤	รูปทรงวงกลม·จุดศูนย์ถ่วงที่สูงและมีหน้าสัมผัสที่น้อยทำให้การระบายอากาศได้ไม่ดีเละมีการกลิ้งไปมา¤
¶ ¤	¤ 	¤	¤	¤	¤	รูปทรงครึ่งวงกลมมีจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำทำให้ไม่มีการขยับเมื่อได้รับแรงกด·และสามารถระบายอากาศได้ดี·อีกทั้งยังไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย¤
¶ ¤	¤ 	¤	¤	¤	¤	รูปทรงสี่เหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป·และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม¤
¶ ¤	¤ 	¤	¤	¤ 	¤	รูปทรงสามเหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป·และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม¤
¶ ¤	¤ 	¤	¤ 	¤ 	¤	รูปทรงหกเหลี่ยมมีจุดศูนย์ถ่วงที่สูงและเมื่อมีการรับน้ำหนักจะมีการเสียรูป·และมีแนวโน้มที่ทำให้ฉนวนเสียหายเนื่องจากมีมุม¤
จุดเด่น¤	ครึ่งวงกลมมีจุดศูนย์ถ่วงต่ำที่สุด¤	ครึ่งวงกลม,·วงกลมไม่มีการเสียรูป¤	ครึ่งวงกลม,·สี่เหลี่ยม,·สามเหลี่ยม·ยึดเกาะได้ดี¤	ครึ่งวงกลม,·สี่เหลี่ยม,·สามเหลี่ยม·ระบายอากาศได้¤	ครึ่งวงกลม,·วงกลม·ไม่มีมุมที่ทำให้ฉนวนเสียหาย¤	¤

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่

วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที			
ครั้งที่ 2	30 นาที			
ครั้งที่ 3	60 นาที			
ครั้งที่ 4	120 นาที			
ครั้งที่ 5	240 นาที			

ตารางที่ 9 แสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่

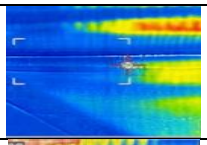
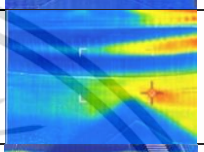
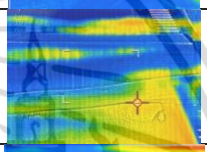
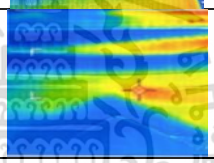
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

ช่างที่ทำการทดลอง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบนำสายไฟถูกวิธี	คะแนนรวม	หมายเหตุ
คนที่ 1				
คนที่ 2				
คนที่ 3				
คนที่ 4				
คนที่ 5				
คนที่ 6				
คนที่ 7				
คนที่ 8				
คนที่ 9				
คนที่ 10				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบท่อนำสายไฟแบบใหม่

วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

จำนวนครั้ง	เวลา	อุณหภูมิ	รูปภาพ	หมายเหตุ
ครั้งที่ 1	10 นาที	25		
ครั้งที่ 2	30 นาที	25.6		
ครั้งที่ 3	60 นาที	29.1		
ครั้งที่ 4	120 นาที	28.9		
ครั้งที่ 5	240 นาที	29.4		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงผลคะแนนการติดตั้งระบบท่อนำสายไฟฟ้ารูปแบบใหม่
วันที่ 6 กรกฎาคม 2564

ช่างที่ทำการทดลอง	มาตรฐานการติดตั้งสายไฟ	การติดตั้งระบบท่อนำสายไฟรูปแบบใหม่	คะแนนรวม	หมายเหตุ
คนที่ 1	1	3	4	
คนที่ 2	2	2.5	4.5	
คนที่ 3	5	4	9	
คนที่ 4	5	2.5	7.5	
คนที่ 5	5	3	8	
คนที่ 6	3	2	5	
คนที่ 7	5	2	7	
คนที่ 8	4	3	7	
คนที่ 9	4	2.5	6.5	
คนที่ 10	4	3	7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นาสกุล นายธีธัช ไชยธรรม

วัน เดือน ปีเกิด 22 มิถุนายน พ.ศ.2534

ที่อยู่บ้านเลขที่ 88/198 หมู่บ้านเลควูด หมู่ 3 ตำบล ศรีษะจระเข้ใหญ่
อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 10570

E – Mail Theetouch2206@Gmail.com

โทรศัพท์ 081 - 6954446

ประวัติการศึกษา

2554 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.)
สาขาวิชาครุศาสตร์ วิชาเอกสถาปัตยกรรม
คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2564 สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต (สถ.ม)
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานวิจัย

2564 ธีธัช ไชยธรรม 2564 “ศึกษาพฤติกรรมการเกิดความร้อนบริเวณท่อนำสายไฟเพื่อลดการเสื่อมสภาพ.”หนังสือบทความวิจัย ในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2564. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้