**รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา**

# โครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด

# A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House


**โดย**

**นาย เด่นชัย พลขาล 6423200002**


**รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1**

**หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม**

**ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2566**

| | |
|---|---|
| หัวข้อโครงงาน | โครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด<br>A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House |
| รายชื่อผู้จัดทำ | นายเด่นชัย พลขาล รหัส 6423200002 |
| หลักสูตร | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| อาจารย์นิเทศ | อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ |

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์นิเทศ
(อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ)

.....ผู้นิเทศ
(นายพัฒนพงษ์ ศรีภูธร)

.....กรรมการกลาง
(อาจารย์สันติสุข สว่างกลา)

.....กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

# จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์นิเทศ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ

ตามที่นายเด่นชัย พลขาล นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2567 ถึง วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2567 ในตำแหน่ง วิศวกรสนาม (Site Engineer) ณ บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ และได้รับมอบหมายจากผู้นิเทศ นายพัฒนพงษ์ ศรีภูธรและทำรายงาน เรื่อง การออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประเมินราคา บ้านแฝด 3 ชั้น Design and installation of the electrical system, cost estimation for twin house

บัดนี้การปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดลงแล้ว นายเด่นชัย พลขาล จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายเด่นชัย พลขาล)
ผู้จัดทำ

**ชื่อโครงงาน**: โครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด
A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House

**หน่วยกิต:** 5 หน่วยกิต

**ผู้จัดทำ**: นายเด่นชัย พลขาล รหัส 6423200002

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ

**ระดับการศึกษา:** ปริญญาตรี

**หลักสูตร:** วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

**คณะ:** วิศวกรรมศาสตร์

**ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา:** 3/2566

## บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอเกี่ยวกับการโครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ได้มาจากการออกปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาภาคปฏิบัติ โดยเข้าปฏิบัติงานในบริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2567 ถึง 1 กันยายน 2567 จำนวน 17 สัปดาห์ โดยทางบริษัทฯได้มอบหมายให้ดูแลในเรื่องของออกแบบระบบไฟฟ้าและถอดปริมาณ วางแผนดำเนินการ ติดตาม ควบคุมโครงการและส่งมอบโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการออกปฏิบัติงานจริง สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้กับงานจริงได้อย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ** : การออกแบบระบบไฟฟ้า, การติดตั้งระบบไฟฟ้า, ประเมินราคา

| | |
|---|---|
| **Project Title:** | A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House |
| **Credits:** | 5 credits |
| **By:** | Mr. Denchai Ponkhan 6423200002 |
| **Advisor:** | Mr. Jura Hantam |
| **Degree:** | Bachelor of Engineering |
| **Major:** | Electrical Engineering |
| **Faculty:** | Engineering |
| **Semester / Year:** | 3/2023 |


## Abstract

This cooperative education project presented A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House. The project was an experience gained at Widehouse Design & Build Co., Ltd. from 1 May to 1 Septembe 2024, a total of 17 weeks. The company assigned responsibilities related to electrical system design, quantity takeoff, project planning, progress tracking, project control, and effective project delivery. The results suggested that knowledge of this practical education can used and applied to the real work accordingly.



**Keywords:** electrical system design, electrical system installation, cost estimation


(Co-op Advisor.)

Approved by

# กิตติกรรมประกาศ
# (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่ง ตำแหน่ง วิศวกรสนาม (Site Engineer) ณ บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ ตั้งแต่ วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2567 ถึง วันที่ 1 กันยายน 2567 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ ประสบการณ์การทำงานต่าง ๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ ตั้งแต่ ให้โอกาสผู้จัดทำ เข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรมสอนงาน และช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณธนัชพงศ์ จิระชาติชัยวงษ์ ( Company Owner )
2. คุณปิยพงษ์ อินทรดุล ( Sr. Project Manager )
3. คุณพัฒนพงษ์ ศรีภูธร ( Project Engineer )
4. อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ ( อาจารย์นิเทศ)

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้สนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ
เด่นชัย พลขาล
วันที่ 30 พฤศจิกายน 2567

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **จดหมายนำส่ง** | ก |
| **กิตติกรรมประกาศ** | ข |
| **บทคัดย่อ** | ค |
| **บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)** | ง |
| **สารบัญตาราง** | ช |
| **สารบัญภาพ** | ซ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง** | |
| 2.1 หลักการเบื้องต้น | 3 |
| 2.2 งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า | 3 |
| 2.3 มาตรฐาน | 4 |
| 2.4 สายไฟฟ้า | 5 |
| 2.5 กลุ่มการติดตั้ง | 12 |
| 2.6 แรงดันตก | 13 |
| 2.7 การต่อลงดิน ( Grounding ) | 14 |
| 2.8 ท่อสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล | 19 |
| 2.9 กล่องไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย | 20 |
| 2.10 การประมาณราคา | 22 |
| 2.11 ขั้นตอนการประมาณราคา | 22 |

# สารบัญ ( ต่อ )

หน้า

**บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน**

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 27

3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน 28

3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กรและการบริหารขององค์กร 28

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงาน 29

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 29

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 29

3.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 30

3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 30

**บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน**

4.1 ผลการปฏิบัติงาน 32

**บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ**

5.1 สรุปผลโครงการสหกิจศึกษา 42

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการสหกิจ 42

5.3 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงาน 42

5.4 การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน 43

**บรรณานุกรม** 44

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการปฏิบัติงาน 46

ภาคผนวก ข ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 48

ภาคผนวก ค การสอบโครงงานสหกิจศึกษา 51

**ประวัติผู้จัดทำ** 53

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง 12
ตารางที่ 2.2 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 15
ตารางที่ 2.3 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 16
ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน 30

# สารบัญรูปภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 สายอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC | 6 |
| รูปที่ 2.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC | 6 |
| รูปที่ 2.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE 1 แกน | 7 |
| รูปที่ 2.4 สายทนไฟ ( FRC ) | 8 |
| รูปที่ 2.5 สาย 60227 IEC 01 | 8 |
| รูปที่ 2.6 สาย VAF | 9 |
| รูปที่ 2.7 สาย NYY | 9 |
| รูปที่ 2.8 สาย NYY-G | 10 |
| รูปที่ 2.10 หลักดินแบบแนวดิ่ง | 17 |
| รูปที่ 2.11 หลักดินแบบแนวรัศมีสาย | 17 |
| รูปที่ 2.12 หลักดินแบบวงแหวน | 18 |
| รูปที่ 2.13 หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต | 18 |
| รูปที่ 2.14 ข้อต่อแบบต่างๆ | 21 |
| รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings) | 21 |
| รูปที่ 3.1 บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด | 27 |
| รูปที่ 3.2 สถานที่ปฏิบัติงาน | 28 |
| รูปที่ 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร | 29 |
| รูปที่ 4.1 ถอดปริมาณอุปกรณ์ สายไฟ ท่อร้อยสาย | 32 |
| รูปที่ 4.2 สำรวจหน้างานเพื่อวางแผน Sleev คานชั้น 1 งานระบบต่างๆที่อยู่ใต้ดิน | 33 |
| รูปที่ 4.3 ติดตั้งท่อเมนระบบไฟฟ้ากำลัง ไฟฟ้าสื่อสารและระบบอื่นๆ | 33 |
| รูปที่ 4.4 วางแผนการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าในส่วนที่อยู่ในผนัง | 34 |
| รูปที่ 4.5 ติดตั้งท่อระบบไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งแนวผนัง | 34 |
| รูปที่ 4.6 ติดตั้งท่อระบบไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งท้องพื้น | 35 |
| รูปที่ 4.7 ร้อยสายไฟฟ้าวงจรย่อยต่างๆ | 35 |
| รูปที่ 4.8 ทดสอบความถูกต้องวงจรแสงสว่าง เต้ารับ | 36 |

รูปที่ 4.9 ตรวจสอบตำแหน่งติดไฟ Dowlight 36
รูปที่ 4.10 ติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟ สวิตซ์ไฟ 37
รูปที่ 4.11 ตรวจสอบสายไฟฟ้าวงจรย่อย ก่อนทำการติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า 38

## สารบัญรูปภาพ ( ต่อ )

**หน้า**

รูปที่ 4.12 การต่อหลักดินด้วยชุดเบ้าหลอมหลักดิน (Exothermic Welding) 38
รูปที่ 4.13 ติดต่อการไฟฟ้าเขตวังทองหลางเข้ามาติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า 39
รูปที่ 4.14 เทสระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าก่อนส่งมอบงาน 40
รูปที่ 4.15 เทสระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าก่อนส่งมอบงาน 41
รูปที่ ก.1 รูปขณะปฏิบัติงาน 47
รูปที่ ก.2 รูปขณะปฏิบัติงาน 47
รูปที่ ก.3 รูปขณะปฏิบัติงาน 47
รูปที่ ข.1 รูปการนิเทศงานของอาจารย์ 49
รูปที่ ข.2 รูปการนิเทศงานของอาจารย์ 50
รูปที่ ค.1 รูปการสอบโครงงานสหกิจ 52

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

การออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้งานของผู้พักอาศัย ซึ่งต้องการการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อรองรับการใช้งานในพื้นที่แต่ละชั้นอย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน เช่น ความต้องการพลังงานในแต่ละห้อง การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์มีคุณภาพ รวมถึงการวางแผนระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง นอกจากนี้การถอดปริมาณและประมาณราคาเป็นกระบวนการที่สำคัญในการจัดสรรงบประมาณสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าในบ้าน โดยการถอดปริมาณและประมาณราคาจะช่วยให้เจ้าของโครงการสามารถคำนึงถึงต้นทุนในการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างคุ้มค่าและสอดคล้องกับงบประมาณที่กำหนด

จากที่ผู้จัดทำรายงานได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ สถานประกอบการ บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ และได้รับหมอบหมายให้ออกแบบ ถอดปริมาณ และประมาณราคาของระบบไฟฟ้ากำลังและระบบไฟฟ้าสื่อสารโครงการบ้านแฝด 3 ชั้น รวมถึงควบคุมการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ควบคุมงบประมาณให้สามารถดำเนินการโครงการได้ตามแผนและมาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดทำโครงงานในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาออกแบบคำนวณภาระโหลดของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังสำหรับบ้าน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้งานในแต่ละพื้นที่ของบ้าน

1.2.2 เพื่อศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สอดคล้องกับมาตรฐานจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์และข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.2.3 เพื่อศึกษาการถอดปริมาณต้นทุนและประมาณราคาในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในโครงการบ้านแฝด 3 ชั้นอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับงบประมาณที่กำหนด

1.2.4 เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าในโครงการอาคารบ้านพักอาศัยที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนให้มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับโหลดในอนาคต

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 การศึกษาคำนวณภาระโหลดไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับอาคารบ้านพักอาศัย จำนวน 2 อาคาร อาคารละ 3 ชั้น โดยคำนึงถึงจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าและการกระจายพลังงานในแต่ละจุด

1.3.2 การศึกษาประมาณราคาและคำนวณต้นทุนทั้งหมดในการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุ อุปกรณ์ และค่าแรง

1.3.3 การศึกษาวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบและติดตั้งเป็นให้ไปตามกฎหมายและมาตรฐานที่กำหนด

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.4.1 มีความรู้ความสามารถในการประสานงานและควบคุมงานการติดตั้งไฟฟ้าให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

1.4.2 มีความรู้ความสามารถในการถอดปริมาณวัสดุ อุปกรณ์การติดตั้งไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร

1.4.3 มีความรู้ด้านการประมาณราคาที่แม่นยำช่วยให้เจ้าของโครงการสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมและไม่เกินงบประมาณที่กำหนด

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 หลักการเบื้องต้น

การออกแบบระบบไฟฟ้า หมายถึง การพัฒนาแบบแปลน หรือ วิธีการเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟฟ้า ของการไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ใช้กำลังไฟฟ้าต่างๆ หรือว่าจ่ายสัญญาณไฟฟ้า จากจุดรับสัญญาณไฟฟ้านั้นๆ ไปยังอุปกรณ์การใช้งาน

## 2.2 งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าที่ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบมีอยู่มากมายหลายระบบ อาจาจะแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

2.2.2 ระบบไฟฟ้าสื่อสาร

งานของระบบไฟฟ้ากำลังที่ผู้ออกแบบจะต้องรับผิดชอบในภารออกแบบ ได้แก่

1. ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution System)
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)
3. ระบบไฟฟ้าสำรอง ( Standby Power System)
4. ระบบป้องกันฟ้าผ่า ( Lightning Protection System)

ส่วนงานของระบบไฟฟ้าสื่อสารที่ผู้ออกแบบจะต้องรับผิดชอบไนการออกแบบ ได้แก่

1. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)
2. ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)
3. ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม ( Master Antenna TV System )
4. ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)
5. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ( Closed Circuit TV System)
6. ระบบเสียง (Sound System)
7. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

สำหรับหน้าที่ของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า ได้แก่

1.พัฒนาแบบระบบไฟฟ้าเพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียงพอและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

2. ออกแบบระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ

3. ทำการออกแบบ ตามความต้องการของเจ้าของ

4. ติดต่อประสานงาน และให้ความร่วมมือกับผู้ออกแบบระบบอื่นๆ เพื่อให้อาคารทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

5. เขียนรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ

6. ทำการประมาณราคา

**2.3 มาตรฐาน**

ในการขอกแบบระบบไฟฟ้า จะต้องออกแบบตามมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

- มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า
- มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ซึ่งมาตรฐานแต่ละอย่างยังแบ่งออกได้อีก 2 อย่าง คือ

- มาตรฐานประจำชาติ ( National Standards )
- มาตรฐานสากล ( International Standards )

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยนั้น ในอดีตการไฟฟ้านครหลวง ( กฟน. ) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ( กฟภ. ) ต่างมีมาตรฐานของตนเอง ข้อกำหนดส่วนมากจะเหมือนกัน แต่ก็มีบางส่วนที่ต่างกันทำให้ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าและผู้ติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความสับสน ด้วยเหตุนี้สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ( วสท.) ด้วยความร่วมมือจากการไฟฟ้าทั้งสองแห่งดังกล่าวได้จัดทำ “ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ” ขึ้นเพื่อให้ทั้งประเทศมีมาตรฐานเรื่องการติดตั้งทางไฟฟ้าเพียงฉบับเดียว มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย ฉบับใหม่ คือ ฉบับ พ.ศ. 2564 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับใหม่นี้ เนื้อหาส่วนมากจะแปลและเรียบเรียงจาก National Electrical Code ( NEC ) และก็มีความพยายามที่จะ

นำมาตรฐานของ IEC มาใช้ด้วย โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้จะต้องได้มาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947-2 เป็นต้น

2.3.1 มาตรฐานแรงดันต่ำ

สำหรับระบบแรงดันต่ำของประเทศไทยนั้น ระบบแรงดันถูกกำหนดโดย 2 หน่วยงาน ซึ่งมีระบบแรงดันต่ำไม่เหมือนกัน คือ

- การไฟฟ้านครหลวง ( กฟน.)
  กฟน. ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ คือ 240/416V 3 เฟส 4 สาย
  แต่ กฟน. ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงตันต่ำ เป็น 220/380V 3 เฟส 4 สาย
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ( กฟภ.)
  กฟภ. ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ 230/440V 3 เฟส 4 สาย
  และ ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงดันต่ำ เป็น 220/380V 3 เฟส 4 สาย

**2.4 สายไฟฟ้า**

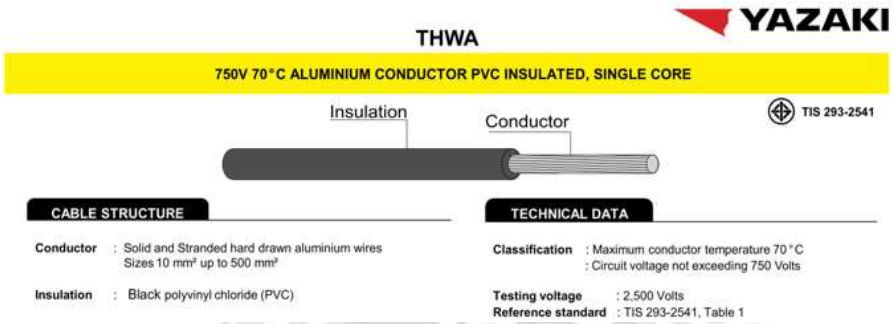
สายไฟฟ้ามีหน้าที่คือการนำพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต่างๆ สายไฟฟ้ามีผู้ที่ผลิตมากมายและหลายชนิดตามความต้องการในรูปแบบของการติดตั้ง ต่างๆดังนั้นการเลือกใช้สายไฟฟ้าเพื่อให้ความเหมาะสมกับงานที่ใช้เพื่อความปลอดภัย ประหยัดและเชื่อถือได้ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่ ความเหมาะสม กับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง ความสามารถในการนำกระแสของตัวนำ ขนาดแรงดันตกที่เกิดขึ้น ความสามารถในการทนต่อความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งในขณะใช้งานปกติและขณะเกิดลังวงจร

2.4.1 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำเป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ได้กับแรงดันไม่เกิน1000 V มีลักษณะเป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน โดยที่ตัวนำสายไฟฟ้าชนิดนี้อาจจะใช้ทองแดงหรืออะลูมิเนียม แต่ที่นิยมใช้สำหรับสายไฟฟ้าแรงดันตำคือ ตัวนำทองแดง ถ้ามีขนาดใหญ่จะมีลักษณะเป็นตัวนำตีเกลียว แต่ถ้ามี ขนาดเล็ก ตัวนำก็จะเป็นตัวนำเดี่ยว วัสดุฉนวนที่นิยมใช้กับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำได้แก่ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross Linked Polyethylene (XLPE)

2.4.1.1 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC สามารถใช้งานในระบบจำหน่ายแรงดันต่ำเดินภายนอกอาคารเป็นสายประธาน (Main) หรือสายป้อน(Feeder) โดยจะใช้เดินในอากาศเหนือ

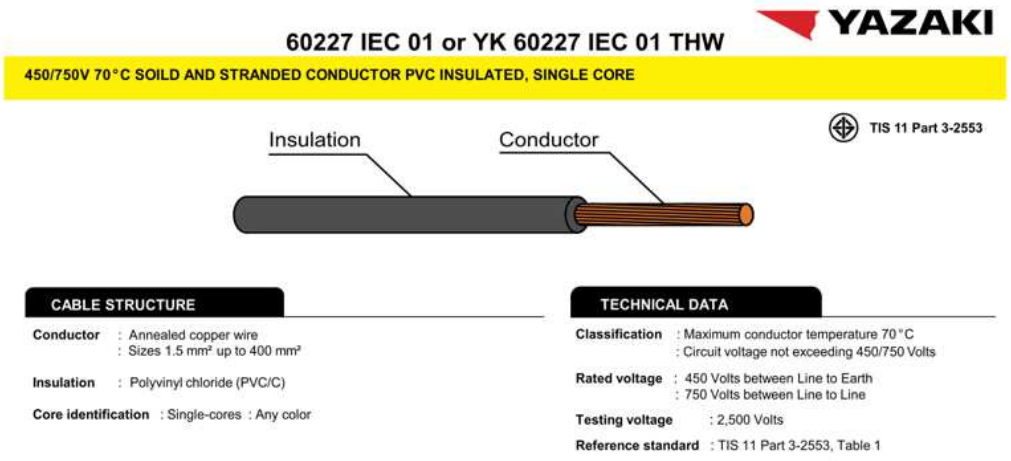
พื้นดิน ทางการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้สายชนิดนี้เป็นสายประธานแรงต่ำ เดินมาจากหม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformers) พาดบนลูกถ้วยตามเสาไฟฟ้าหรือใต้ชายคาบ้านหรือตึกแถว เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ สายชนิดนี้มีราคาถูกและรับแรงดึงได้พอควร




รูปที่ 2.1 สายอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC

2.4.1.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC

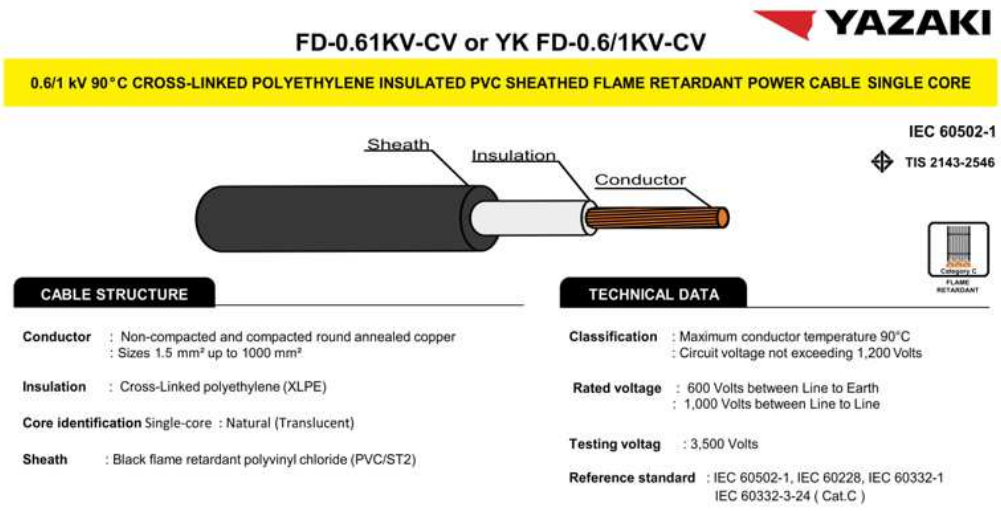
เนื่องจากทองแดงมีคุณสมบัติข้อดีที่เหนือกว่าอะลูมิเนียมหลายประการด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงกว่าการตัดต่อก็ทำได้ง่ายกว่าจึงนิยมใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้กันมาก สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVCมีมากมายหลายชนิดแต่ละชนิดก็เหมาะกับงานแต่ละแบบ ทำให้สามารถใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้กับงานได้กว้างขวางมากตั้งแต่เป็นสายเชื่อมต่อวงจรเล็กๆจนกระทั่งเป็นสายประธานหรือสายป้อน ในที่นี้จึงจะขอกล่าวถึงสายไฟฟ้าตาม มอก.11-2553 โดยจะกล่าวถึงสายไฟฟ้าที่ใช้งานในการเดินสายถาวรที่ใช้กันโดยทั่วๆ ไป




รูปที่ 2.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC

2.4.1.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE

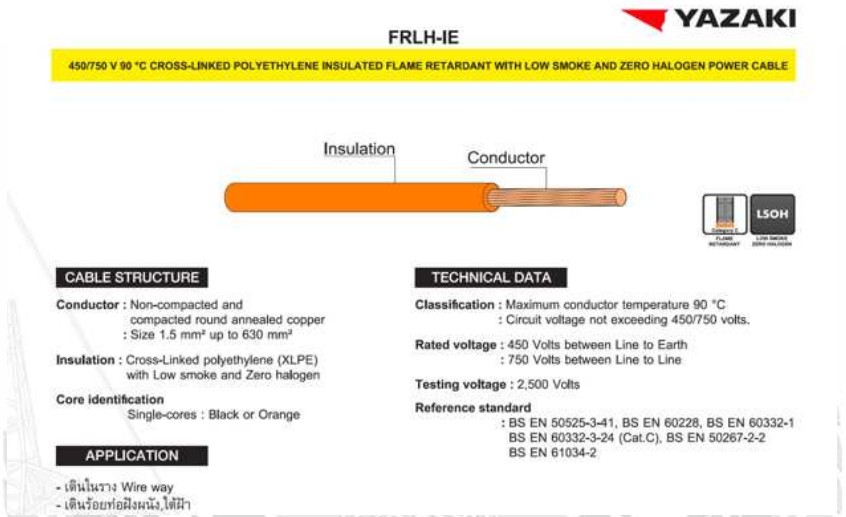
สายไฟฟ้าชนิดนี้ ทำตามมาตรฐาน มอก.2143-2546 (IEC 60502-1)มีฉนวน และเปลือกแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 0.6 / 1 kV มีจำนวนแกน 1-4 แกนบางมาตรฐานเรียกว่าสาย CV เนื่องจากฉนวน XLPE สามารถทนความร้อนได้90 °C จึงนำกระแสได้สูงกว่าสายหุ้มฉนวน PVC มักนิยมใช้เป็นสาย Feederและสาย Main




รูปที่ 2.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE 1 แกน

2.4.1.4 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistant Cable )

สายไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบันขณะนี้ส่วนมากเป็นฉนวน PVC เมื่อเกิดเพลิงไหม้ทำให้เกิดควันก๊าซ และความร้อนเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้เกิดการเสียชีวิต และสูญเสียทรัพย์สิน ดังนั้นสายไฟฟ้าที่จะใช้ในอาคารสมัยใหม่จะต้องทำให้มีคุณสมบัติป้องกันสิ่งเหล่านี้ สายไฟฟ้าชนิดนี้เรียกว่า สายทนไฟ (Fire Performance Cables) จะใช้ในวงจรที่สำคัญ และยังสามารถจ่ายกระแสได้ในระยะเวลาหนึ่งเมื่อเกิดเพลิงไหม คุณสมบัติอันพึงประสงค์ของสายทนไฟ (Fire Performance Cables) ที่ดีควร



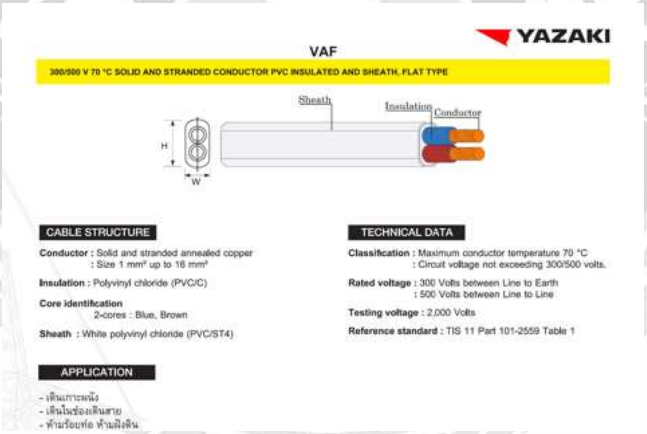

รูปที่ 2.4 สายทนไฟ ( FRC )

2.4.1.5 สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2553 ที่นิยมใช้งาน

60227 IEC 01 คือ สายไฟฟ้าแกนเดี่ยว ไม่มีเปลือก ชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไป รหัส 60227 IEC 01 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450/750 V คล้ายสายไฟฟ้า ตารางที่ 4 มอก.11-2531 หรือเรียกทั่วไปว่า สาย THW มี ขนาด 1.5 mm2 ถึง 400 mm2

รูปที่ 2.5 สาย 60227 IEC 01

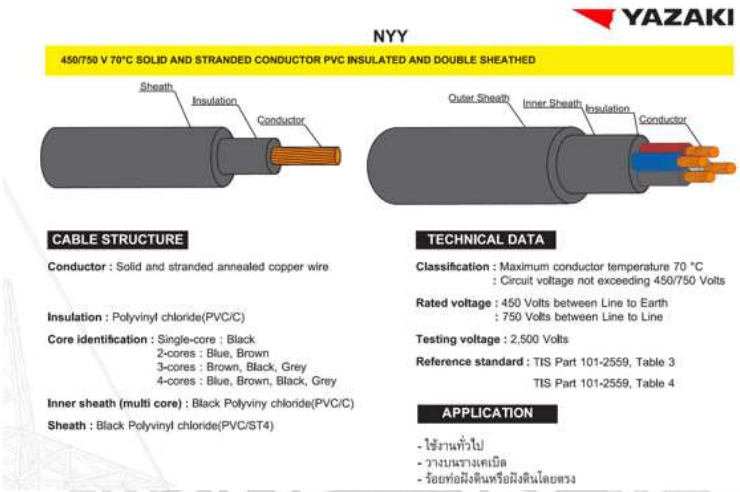
สาย VAF คือ สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกมี 2 แบบ คือสายแบน 2 แกน ไม่มีสายดิน และ 2 แกน มีสายดิน รหัสชนิดกรณีไม่มีสายดิน VAF กรณีมีสายดิน VAF- G หรือ VAF/G แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300/500 V มีขนาด 1 mm2 ถึง 16 mm2



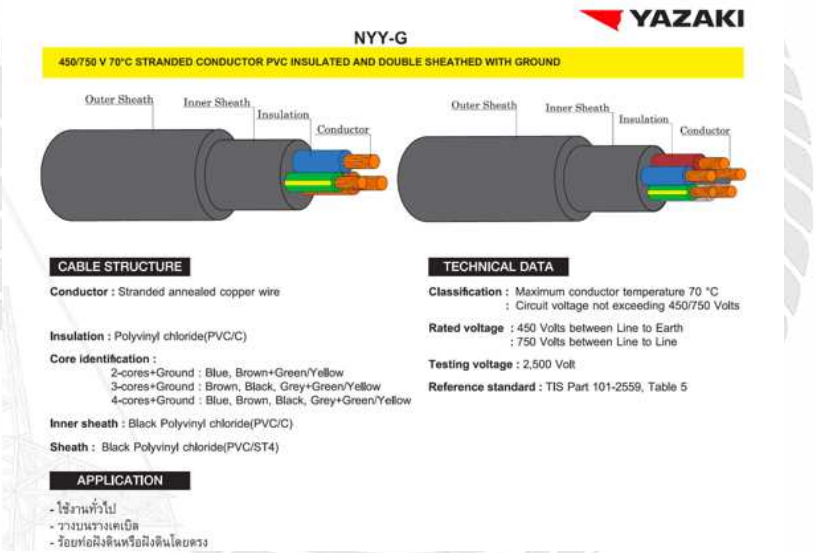

รูปที่ 2.6 สาย VAF

สาย NYY คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน มีเปลือกในและเปลือกนอก
รหัสชนิด กรณีไม่มีสายดิน NYY กรณีมีสายดิน NYY-G หรือ NYY/G
แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450/750V
NYY แกนเดี่ยว มีขนาด 1 mm2-500 mm2
NYY หลายแกน มีขนาด 1 mm2-300 mm2

NYY หลายแกนมีสายดิน  มีขนาด 1 mm2-300 mm2

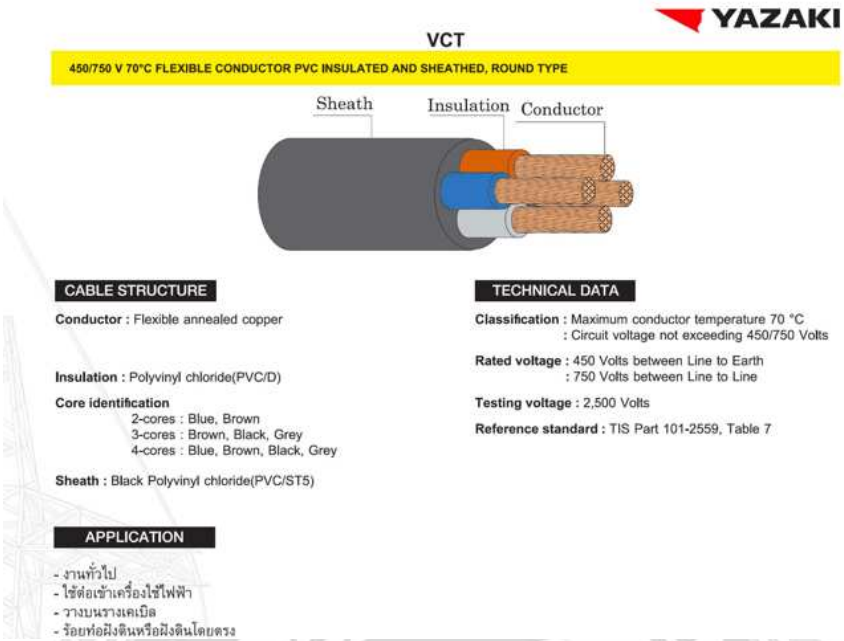



รูปที่ 2.7 สาย NYY




รูปที่ 2.8 สาย NYY-G

สาย VCT คือ สายไฟฟ้าแบบอ่อน หุ้มฉนวน มีเปลือก แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450 / 750 V มีขนาด 1 mm2 ถึง 35 mm2




รูปที่ 2.9 สาย VCT

2.4.2 สายไฟฟ้าแรงดันสูง

สายไฟฟ้าแรงดันสูงเป็นสายที่ใช้กับระดับแรงดันตั้งแต่ 1 kV ขึ้นไปโดยแรงดันตั้งแต่ 1 kV - 36 kV เรียกว่าแรงดันปานกลาง (Medium voltage)แรงดันตั้งแต่ 36 kV ขึ้นไปเรียกว่าแรงดันสูง (High voltage) เป็นสายที่มีขนาดใหญ่ ในลักษณะตัวนำตีเกลียวสายไฟฟ้าแรงดันสูงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. สายเปลือย (Bare Wires)
2. สายหุ้มฉนวน (Insulated Wires)

2.4.2.1 สายเปลือย (Bare Wires)

สายเปลือย คือ สายที่ไม่มีเปลือกหรือฉนวนหุ้มสาย ถ้าหากนำไปใช้กับระบบจำหน่ายแรงดันต่ำจะไม่ปลอดภัย จึงใช้สายชนิดนี้กับงานแรงดันสูงสายเปลือยที่นิยมใช้ในงานแรงดันสูงมักจะทำมาจากอะลูมิเนียม เพราะมี น้ำหนักเบาและราคาถูก แต่สายอะลูมิเนียมล้วนจะสามารถรับแรงดึงได้ต่ำ จึงมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น โดยการเสริมแกนเหล็กหรือใช้โลหะอื่นผสม สายเปลือยที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1. สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC)

2. สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR)

2.4.2.2 สายหุ้มฉนวน (Insulated Wires)

ในการเดินสายไฟฟ้าแรงดันสูงผ่านบริเวณที่มีคนอาศัย เพื่อความปลอดภัยจะต้องใช้สายไฟฟ้าแรงดันสูงที่มีฉนวนหุ้มและการใช้สายหุ้มฉนวนยังช่วยลดการเกิดลัดวงจรจากสัตว์หรือกิ่งไม้แตะถูกลายไฟฟ้าอีกด้วย ทำให้ระบบไฟไฟมีความเชื่อถือได้สูงขึ้น สายไฟฟ้าแรงดันสูงหุ้มฉนวนที่นิยมใช้มีดังนี้

1. สาย Partial Insulated Cable (PIC) การใช้สายเปลือยจะมีโอกาสเกิดลัดวงจรขึ้นได้ง่าย เพื่อลดปัญหานี้จึงได้มีการนำสาย PIC มาใช้แทนสายเปลือย โดยโครงสร้างของสาย PIC จะประกอบด้วย ตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มด้วยฉนวน XLPE 1 ชั้น

2. สาย Space Aerial Cable (SAC)โครงสร้างเป็นตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียว มีฉนวนหุ้มเช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก (Sheath)ที่ทำจาก XLPE XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง ทำให้มีความทนทานมากกว่าสาย PIC สาย SAC

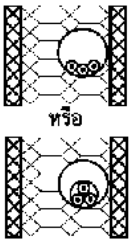
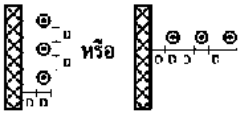
3. สาย Preassembly Aerial Cable ชนิดนี้ จัดเป็นสาย Fully Insulated มีโครงสร้างคล้ายสาย XLPE เนื่องจากสายชนิดนี้สามารถวางใกล้กันใช้สายชนิดนี้เมื่อสายไฟฟ้าผ่านในบริเวณที่มีระยะห่าง (Clearance) กับอาคารจำกัดหรือผ่านบริเวณที่นี่อยู่ สายชนิดนี้ยังสามารถวางพาดไปกับมุมตึกใต้ เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานมาก

## 2.5 กลุ่มการติดตั้ง

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ฉบับปรับปรุงมีรูปแบบการติดตั้ง และลักษณะการติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม

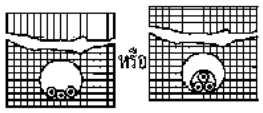
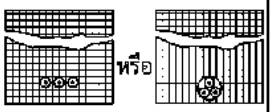
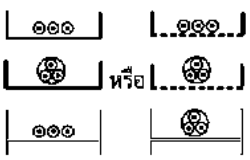
ตารางที่ 2.1 (ตารางที่ 5-47)

รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

| วิธีการเดินสาย | รูปแบบการติดตั้ง | ลักษณะการติดตั้ง | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก .เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ |   | กลุ่มที่ 1 | ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal con-ductance) อย่างน้อย 10 $W/m^2 \cdot K^*$ |
| สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก .เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน | | กลุ่มที่ 2 | กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 K•m/W |
| สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน | | กลุ่มที่ 3 | - |
| สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ |   | กลุ่มที่ 4 | ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล |

ตารางที่ 2.1 (ตารางที่ 5-47) ต่อ

รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

| วิธีการเดินสาย | รูปแบบการติดตั้ง | ลักษณะการติดตั้ง | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน |  | กลุ่มที่ 5 | - |
| สายแกนเดียว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง |  | กลุ่มที่ 6 | - |
| สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได |  | กลุ่มที่ 7 | รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้งหมด |

**2.6 แรงดันตก**

แรงดันตก (Voltage Drop) คือความแตกต่างระหว่างขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จุดแหล่งจ่ายต้นทาง และจุดรับไฟฟ้า เกิดเนื่องจากการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟฟ้าที่มีค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) ของตัวสายไฟฟ้าเอง แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ได้กำหนดค่าแรงดันสำหรับระบบแรงต่ำไว้ดังนี้

1. กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้า แรงดันตกคิดจากเครื่องวัดฯ จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้าย รวมกันต้องไม่เกิน 5% จากแรงดันที่ระบุ

2. กรณีรับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้า แรงดันตกคิดจากบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% จากแรงดันที่ระบุ

แรงดันตกจากสายประธาน (Service) ไปยังโหลด (Load) 5 % อาจแยกออกเป็น

แรงดันตกในสายป้อน (Feeder) 2 - 3 %

แรงดันตกในวงจรย่อย (Branch Circuit) 2 - 3 % รวม ไม่เกิน 5 %

**2.7 การต่อลงดิน ( Grounding )**

ข้อกำหนดที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งในการออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า คือ การต่อลงดิน (Grounding หรือ Earthing) มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สำคัญๆ ของโลกเช่น NEC และ IEC ต่างก็ให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมากเช่น

NEC Article 250 “Grounding and Bonding”

IEC 364-5-54 “Earthing Arrangement and Protective Conductors”

สำหรับประเทศไทยนั้นวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ได้จัดทำข้อกำหนดเกี่ยวกับการต่อลงดินไว้ในบทที่ 4 “การต่อลงดิน” ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ข้อกำหนดในการต่อลงดินของ วสท. ส่วนมากแปล และเรียบเรียงจาก NEC Article 250

2.7.1 ชนิดการต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆ

ชนิดการต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆการต่อลงดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)

2. การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า หมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของอุปกรณ์ต่างๆ ลงดิน

2.7.2 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า หมายถึงการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านลงดิน เช่น การต่อจุดนิวทรัล (Neutral Point) ลงดิน จุดประสงค์ของการต่อลงดินของระบบไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้คือ

1. เพื่อจำกัดแรงดันเกิน (Over Voltage) ที่ส่วนต่างๆ ของระบบไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) เสิร์จในสาย (Line Surges) หรือสัมผัสกับสายแรงสูง (H.V. Lines) โดยบังเอิญ

2. เพื่อให้ค่าแรงดันเทียบกับดินขณะระบบทำงานปกติมีค่าอยู่ตัว

3. เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน

2.7.3 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

การเลือกขนาดสายต่อหลักดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ จะใช้ตามตาราง ที่ 2.2 เป็นเกณฑ์ โดยเลือกตามขนาดสายประธานของระบบสายประธานของแต่ละเฟสที่ต่อขนานกันให้คิดขนาดรวมกัน แล้วนำมาหาขนาดสายต่อหลักดิน

ตารางที่ 2.2 (ตาราง 4-1) ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

| ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.) | ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.) |
|---|---|
| ไม่เกิน 35 | 10* |
| เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50 | 16 |
| เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95 | 25 |
| เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185 | 35 |
| เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300 | 50 |
| เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500 | 70 |
| เกิน 500 | 95 |

หมายเหตุ *แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบางหรือท่ออโลหะ

2.7.4 การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

การต่อลงดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอด แล้วต่อลงดิน โดยมีจุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักดิ์ไฟฟ้าเท่ากับดินทำให้ปลอดภัยจากการโดนไฟดูด

2. เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อตัวนำไฟฟ้าแตะเข้ากับส่วนโลหะใดๆ เนื่องจากฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุดหรือเกิดอุบัติเหตุ

3. เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลและกระแสเนื่องมาจากไฟฟ้าสถิตลงดิน

2.7.5 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การหาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าทำตามข้อต่างๆ ต่อไปนี้

- เลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 2.3

- เมื่อเดินสายควบถ้ามีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อสายและขนาดสายดินให้คิดตามพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

- เมื่อมีวงจรมากกว่าหนึ่งวงจรเดินในท่อสายอาจใช้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าร่วมกันได้และให้คำนวณขนาดสายดินตามพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวโตที่สุด

- ขนาดสายดินของมอเตอร์ให้เลือกตามพิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลังของมอเตอร์

พิกัดของเครื่องป้องกันเกินกำลัง = 1.15 In

โดยที่ In คือพิกัดกระแสของมอเตอร์

- สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องโตกว่าสายเฟส

ตารางที่ 2.3 (ตาราง 4–2) ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

| พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (A) | ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (mm2) |
|---|---|
| 20 | 2.5 |
| 40 | 4 |
| 70 | 6 |
| 100 | 10 |
| 200 | 16 |
| 400 | 25 |
| 500 | 35 |
| 800 | 50 |
| 1,000 | 70 |
| 1,250 | 95 |
| 2,000 | 120 |
| 2,500 | 185 |
| 4,000 | 240 |
| 6,000 | 400 |

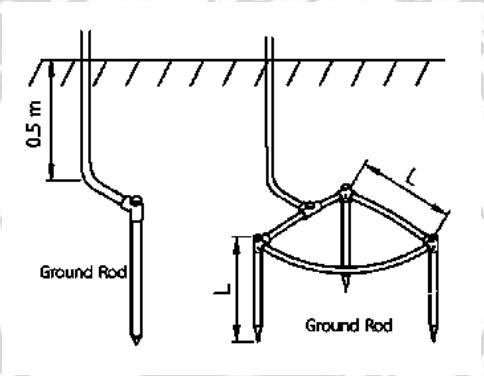
2.7.6 หลักดิน (Grounding Electrode)

หลักดิน คือตัวนำซึ่งต่อโดยตรงเข้ากับดิน หลักดินมีหน้าที่ ที่จะต่อระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับดิน ดินถือว่ามีศักดิ์เป็นศูนย์ หน้าที่อีกอย่างของหลักดินคือ กระจายแรงดันเกินที่เกิดจากฟ้าผ่า หรือแตะกับระบบ HV เข้าไปในดิน

หลักดินที่นิยมใช้หลักดินที่นิยมใช้มี 4 แบบ คือ

1. หลักดินแบบแนวดิ่ง หรือ แท่งดิน (Ground Rod)

เป็นหลักดินที่ใช้แท่งตัวนำตอกเข้าไปในดิน หลักดินแบบนี้นิยมใช้มากที่สุดเพราะราคาถูกและติดตั้งง่าย นิยมใช้เป็นแบบแท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper Clad or Copper Bonded Steel) หรือ เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

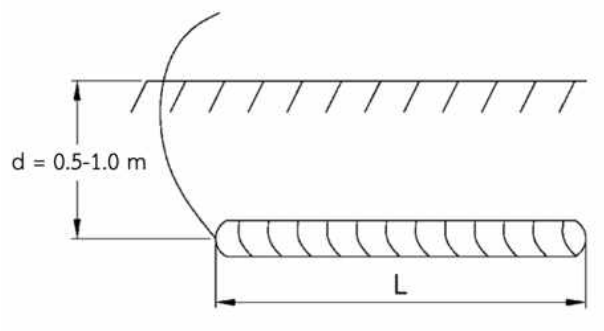



รูปที่ 2.10 หลักดินแบบแนวดิ่ง

2. หลักดินแบบรัศมี (Radial Electrode)

เป็นหลักดินที่ตัวนำวางในแนวราบ ฝังใต้ดิน และมีคุณสมบัติดังนี้

- ฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 0.5 - 1.0 m
- ตัวนำทองแดงยาวไม่น้อยกว่า 6 m
- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 35 (50) mm2

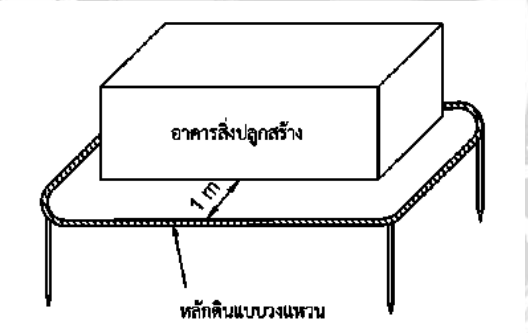



รูปที่ 2.11 หลักดินแบบแนวรัศมี

3. หลักดินแบบวงแหวน (Ring Electrode)

หลักดินแบบนี้จะฝังอยู่รอบอาคาร และมีคุณสมบัติเหมือนหลักดินแบบรัศมี คือ

- ฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 0.5-1.0 m
- ตัวนำทองแดงยาวไม่น้อยกว่า 6 m
- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 35 (50) mm2
- หลักดินระบบป้องกันฟ้าผ่าใช้ 50 mm2



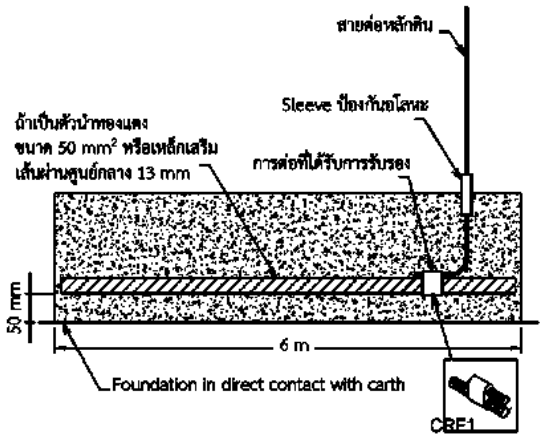

รูปที่ 2.12 หลักดินแบบวงแหวน

4. หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต (Concrete Encased Electrode)

หลักดินแบบนี้ใช้ตัวนำฝังอยู่ในฐานรากคอนกรีตของอาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างที่มีเหล็กเสริม (Reinforcing Bar) อยู่ด้วย หลักดินแบบนี้มีคุณสมบัติ คือ

- ตัวนำต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 mm ใกล้ส่วนล่างของฐานรากซึ่งสัมผัสอย่างดีกับดิน
- ถ้าตัวนำแบบเหล็กเสริมหรือว่าแท่งเหล็กต้องยาวไม่น้อยกว่า 6 m และเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 mm

- ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 50 mm2 ยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร




รูปที่ 2.13 หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต

**2.8 ท่อสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล**

ในการเดินสายไฟฟ้านั้น ถึงแม้ว่าฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้าจะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร แต่ว่ามันยังไม่แข็งแรงพอที่จะทนต่อการกระแทรกต่างๆ จากภายนอกได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันสายไฟ ไม่ให้ได้รับความเสียหายและสามารถใช้ได้ยาวนาน

2.8.1 ท่อสาย (Raceways)

ท่อสายเป็นอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อกลมผิวเรียบใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ประโยชน์ของการใช้ท่อสาย มีดังนี้

1. ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ เช่น การถูกกระทบกระแทกจากวัตถุมีคมหรือถูก สารเคมีต่างๆ
2. ป้องกันอันตรายกับคนที่อาจจะไปแตะถูกสายไฟฟ้าเมื่อฉนวนของมันเสียหายหรือมีการเสื่อมสภาพ
3. สะดวกต่อการร้อยสาย และ เปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ เมื่อสายหมดอายุการใช้งาน
4. ท่อสายที่เป็นโลหะ จะต้องมีการต่อลงดิน ดังนั้น จะเป็นการป้องกันไฟฟ้าช๊อตได้

5. สามารถป้องกันไฟไหม้ได้เนื่องจากถ้าเกิดการลัดวงจรภายในท่อประกายไฟหรือความร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในท่อ

ชนิดของท่อสายที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

1. ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit) ท่อโลหะหนาเป็นท่อที่มีความแข็งแรงที่สุด สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆโดยท่อชนิดนี้ถ้าทำมาจากเหล็กกล้าจะเรียกว่า ท่อRSC (Rind Steel Conduit) และส่วนใหญ่จะผ่านขบวนการชุบด้วยสังกะสี (Galvanized) ซึ่งจะช่วยได้การป้องกนสนิมได้เป็นอย่างดี

2. ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit , IMC) ท่อโลหะหนาปานกลาง หรือ ท่อ IMC เป็นท่อที่มีความหนาน้อยกวาท่อ RMC แต่สามารถใช้ งานแทนท่อ RMC ได้ และมีราคาถูก

3. ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing , EMT) ท่อโลหะบางหรือท่อ EMT เป็นท่อที่มีผนังบางกว่าท่อ RMC และ IMC จึงมีความแข็งแรงที่น้อยกว่า และมีราคาถูกกว่า

4. ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit , FMC) ท่อโลหะอ่อนทำมาจากเหล็กกล้าชุบสังกะสีในลักษณะที่มีความอ่อนตัวสูง สามารถโค้งงอได้

5. ท่ออโลหะแข็ง ( Rigid Nomettalic Conduit, RNC ) ท่อและอุปกรณ์ชนิดนี้ จะทำมาจากสารอโลหะ ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมทางกายภาพ ได้แก่ ไฟเบอร์ ใยหิน ซีเมนต์ พีวีซีอย่างแข็ง อีพอคซี่เสริมใยแก้ว โพลีเอธิลีนความหนาแน่นสูง เป็นต้น ท่อโลหะแข็งจะมีความทนทานต่อการกัดกร่อน และ การกระทบกระแทกได้ดี แม้ว่าท่อชนิดนี้จะมี ความแข็งแรงน้อยกว่าท่อโลหะ แต่มีความทนทานต่อความชื้น และการกัดกร่อนจากสารเคมีในอากาศได้ ดีกว่า

2.8.2 รางเดินสาย (Wire ways)

รางเดินสายเป็นรางที่ใช้เดินสายไฟฟ้า ทำจากแผนเหล็กแผ่นพับเป็นสี่เหลี่ยมจะมีฝาเปิดปิดเป็นแบบบานพับหรือแบบถอดออกได้แผนเหล็กที่ใช้ทำรางเดินสายจะต้องผ่านขบวนการต่างๆเพื่อกันสนิมก่อน การต่อรางเดินสายเข้าด้วยกนหรือจะเดินเป็นทางโค้งสามารถใช้เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปต่อเข้ากับรางเดินสายได้เลยเพื่อความสะดวกเช่น ข้องอ(Elbow) จุดเชื่อมต่อตัวที(Tee) และตัวลดขนาด (Reducer) เป็นต้น

2.8.3 รางเคเบิล (Cable Trays)

เป็นโครงสร้างสำหรับรองรับสายเคเบิล รางเคเบิลจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักทั้งหมดได้ และ จะต้องไม่มีส่วนที่เป็นคมที่อาจทำให้ปลอกสาย หรือฉนวนฉีกขาด รางเคเบิลมีกรรมวิธีการผลิตเหมือนรางเดินสาย (Wire ways)

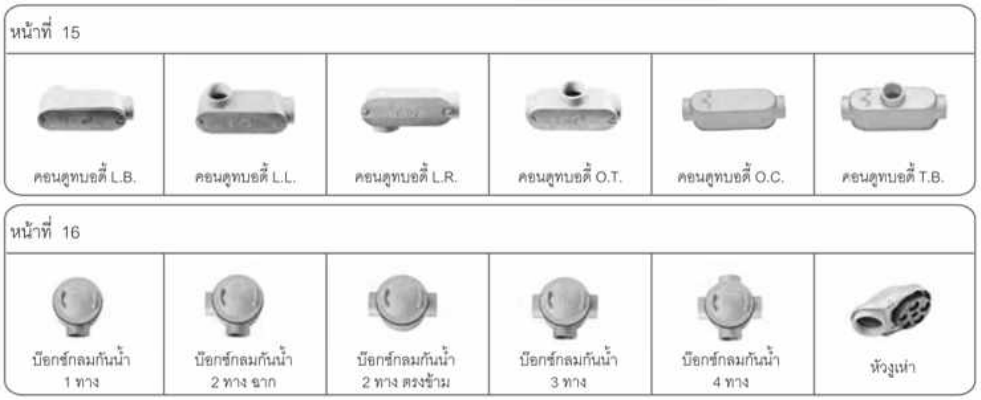
รางเคเบิลอาจแบ่งออกตามลักษณะต่างๆได้ดังนี้

1. รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)
2. รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)
3. รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)

**2.9 กล่องไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย**

กล่องไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายมีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีหน้าที่ต่างๆ กัน เช่น กล่องสำหรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์ หรือ อุปกรณ์ ( Outlet Boxes ) กล่องสำหรับต่อสาย กล่องแยกสาย เป็นต้น กล่องไฟฟ้าเหล่านี้จะช่วยให้มีความปลอดภัยจากประกายไฟที่จุดต่อไฟไปใกล้กับวัสดุที่ติดไฟ

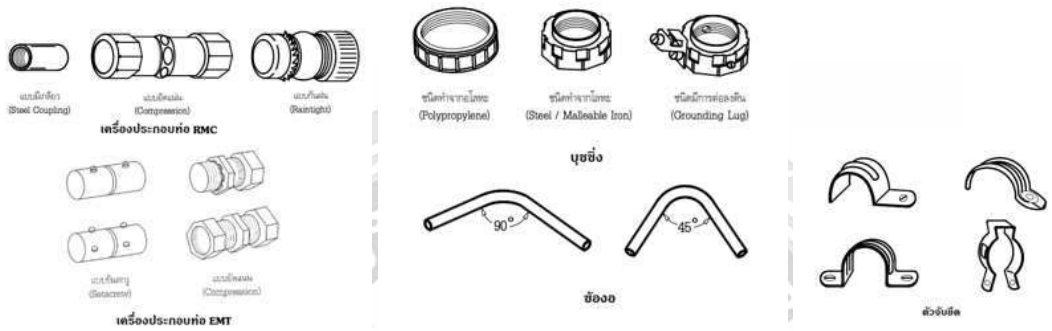
ข้อต่อเปิด ( Conduit Bodies) หมายถึง ส่วนแยกต่างหากของระบบท่อร้อยสายที่จุดต่อระหว่างส่วนของระบบตั้งแต่ 2 ส่วน ขึ้นไป หรือจุดปลายของระบบ เพื่อให้เข้าถึงระบบสายได้โดยฝาครอบที่ถอดได้ ข้อต่อเปิดที่ใช้มี ข้อต่อ O.C., O.T., L.B., L.L., L.R., T.B.




รูปที่ 2.14 ข้อต่อแบบต่างๆ

อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings) ใช้ร่วมกับท่อร้อยสายเช่นข้อต่อ (Couplings), ข้อต่อยึด (Connectors), บุชชิ่ง(Bushing), ข้องอ(Elbows), ตัวจับยึด(Supports) เป็น

ต้นเครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดที่ ใช้กับท่อโลหะหนา(RMC)และท่อโลหะหนาปานกลาง(IMC)และส่วนใหญ่จะเป็นแบบมีเกลียวส่วนใน กรณีที่ใช่กับท่อโลหะบาง(EMT)นั้นเนื่องจากท่อชนิดนี้ไม่มีเกลียวจึงต้องเชื่อมเข้ากับกล่องไฟฟ้าหรือ อุปกรณ์อื่นๆโดยใช้ข้อต่อและข้อต่อยึดชนิดต่างๆได้แก่แบบขันสกรู (Set screw)แบบชนิดอัดแน่น (Compression) และแบบชนิดย้ำร่อง (Indenter) เครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดต่างๆ




รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

**2.10 การประมาณราคา**

การประมาณราคา (Construction Estimating) เป็นการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินงานก่อสร้าง โดยถอดประมาณขอวัสดุอุปกรณ์ที่มีในแบบแปลนของงานก่อสร้าง (Drawing) และ ข้อกำหนดของงาน (Specification) สืบหาราคาของวัสดุอุปกรณ์นั้นและค่าติดตั้ง ที่ใช้รวมทั้งค่าใช้จ่าย ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นแล้วรวบรวมลงในรายการแสดงวัสดุอุปกรณ์(Bill of Quantity)

ในฐานะผู้ประมาณราคาได้พยายามอย่างที่สุดที่จะให้ยอดค่าใช้จ่ายถูกต้อง จึงได้ใช้หลักการและเทคนิคการคิดของผู้ประมาณราคาให้สามารถคิดได้ใกล้เคียงที่สุด แต่เมื่อนำราคาสุดท้ายมาเสนอราคากันจะพบว่าราคาของผู้เสนอราคาแต่ละรายบางทีผิด กันไปเกือบเท่าตัว ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากความผิดพลาดบางอย่างทำให้ราคาที่ประมาณได้นั้นต่ำไป หรือสูงไป หรือบางทีน่าจะพิจารณาไปถึงแบบ และรายการก่อสร้างที่มีส่วนทำให้การประมาณราคาครั้งนี้ผิดจากกันไป การนำวัสดุและแรงงานมาใช้มี ระดับที่จะเลือก ให้เหมาะสมกับงานที่จะทำสำหรับการกำหนดระดับงานดังกล่าวของผู้

ประมาณราคาเป็นการพิจารณาเฉพาะตัว ด้วยเหตุผลดังกล่าวราคาที่ได้ออกมาจึงผิดพลาด และแตกต่างกัน

**2.11 ขั้นตอนการประมาณราคา**

หลังจากที่ได้ผู้ประมาณราคาได้รับแบบและสเปคข้อกำหนดของงานติดตั้งแล้ว มีขั้นตอนของการ ทำการประมาณราคา ดังนี้

- การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปคของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง
- การถอดแบบหรือการถอดปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
- การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบ หรือการทำ (Breakdown Sheet)
- การสืบราคาของวัสดุอุปกรณ์
- การทำราคาในรูปของ BOQ

2.11.1 การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปคของวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งหลังจากที่ผู้ประมาณราคาได้รับแบบและสเปคมาแล้ว ก็ต้องมีการพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนว่า

- ครบถ้วนหรือไม่
- จำนวนหน้าของแบบ มีครบตามที่ระบุใน (Drawing List) ของแบบหรือไม่
- จำนวนหน้าของสเปคมีครบหรือไม่ โดยดูได้จากสารบัญ
- สมบูรณ์หรือไม่
- แบบและรายละเอียดของอุปกรณ์เช่น จำนวนหรือตำแหน่งที่ติดตั้งในแบบ แปลนครบตามที่มีใน (Single Line) และ (Riser Diagram) หรือไม่
- ข้อกำหนดหรือรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดในโครงการ เช่น รูปแบบ ลักษณะหรือการติดตั้งมีครบตามที่มีในแบบหรือไม่ ที่สำคัญคือ อุปกรณ์หลักๆ (Main Equipment) เช่น สเปคของหม้อแปลงหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- อะไรคือปัญหาและอะไรคือสิ่งที่ต้องเพิ่มเติม
- ปัญหาของแบบไม่ครบ ไม่สมบูรณ์รวมทั้งไม่มีข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มเติมซึ่ง มีผลต่อการทำราคา ต้องทำเป็นข้อคำถามเพื่อสอบถาม ไปยังผู้ออกแบบ
- เอกสาร (BOQ) ของงานมีหรือไม่ปกติผู้ออกแบบจะทำแบบฟอร์มBOQ สำหรับการประมูลงาน เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมามีบรรทัดฐานทำการถอดแบบไปใน ทิศทางเดียวกันและสะดวกในการ

ตรวจสอบราคาโดยการเปรียบเทียบแต่ละรายการ สำหรับกรณีที่ผู้ออกแบบไม่ได้ทำแบบฟอร์มBOQ มา ให้ผู้รับเหมาต้องทำแบบฟอร์มBOQของตนเองโดยการจัดวางฟอร์มตามหมวดหมู่ที่เหมาะสม

2.11.2 การถอดแบบ หมายถึงการหาจำนวนของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในงานโครงการ ทั้งที่มีระบุในแบบและสเปค สามารถแบ่งการถอดวัสดุอุปกรณ์เป็น 2 ชนิด คือ

- การถอดวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้ (Countable Equipment) การถอดวัสดุอุปกรณ์ ที่นับได้จะถอดเป็นชุดเซต โดยเน้นที่อุปกรณ์ย่อยที่มีปรากฏในแบบได้แก่ดวงโคม สวิทช์ไฟฟ้าเต้ารับไฟฟ้า เต้ารับ โทรศัพท์อุปกรณ์แจ้งเตือนระบบไฟไหม้เต้ารับ โทรทัศน์อุปกรณ์ส่งสัญญาณระบบเสียง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่มีอยู่ในแบบฟอร์มBOQ เป็นต้น

- การถอดทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า (Raceway and Cable) การถอดทางเดินสายไฟฟ้า (เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า Wireway หรือ Cable Tray) และสายไฟฟ้า (เช่น THW,NYY หรือ XLPE) จะถอดเป็นเมตร โดยจะเริ่มไล่ถอดตาม (Singler Line Diagram) หรือ (Riser diagram) จาก (Incoming) ที่รับเข้ามาสู่โครงการจนถึงโหลด อุปกรณ์ตัวสุดท้าย เช่น ดวงโคมไฟฟ้า หรือ เต้ารับไฟฟ้า เป็นต้น

2.11.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบ หรือการเบรคดาวน์ชีทเป็นขั้นตอนที่ต่อจาก การถอดแบบ โดยการกรอกข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบลงในแบบฟอร์มเบรคดาวน์ชีทที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับเก็บข้อมูลจำนวนหรือความยาวของอุปกรณ์โดยเฉพาะ และพยายามจัดเรียงข้อมูลให้เหมาะสม โดยแยกเป็นส่วนๆ ตามหมวดหมู่ของมัน เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ และพร้อมนำข้อมูลไปใช้ในการสั่งซื้อหรือวางแผนการติดตั้งภายหลังเมื่อได้งานทำแล้ว ดังนี้

1) การเก็บข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้ระบบไฟฟ้า ที่สำคัญคือ

- โคมไฟฟ้า การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามชนิดขนาดหลอดไฟที่ใช้และลักษณะ การติดตั้ง

- สวิทช์การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามชนิดและจำนวนโพลที่ใช้ตัดตอนบนแผง หน้ากาก (Plate) เดียวกัน

- เต้ารับไฟฟ้า การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามชนิดและลักษณะการติดตั้ง

- เบรกเกอร์การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามตำแหน่งตู้ที่ไล่ตาม Single line Diagram และชื่อตู้ขนาด กระแสของเบรคเกอร์รวมทั้งค่าไอซีที่ใช้งาน

- ระบบโทรศัพท์ปกติจะเก็บข้อมูลเฉพาะเต้ารับโทรศัพท์โดยจัดเรียงตามชนิด และลักษณะการติดตั้ง แต่ผู้ประมาณราคาอาจถอดจำนวนตู้ทีซีขนาดต่างๆ เก็บข้อมูลไว้ก็ได้โดยพิจารณา จาก Phaser Diagram

- ระบบไฟอรามการเก็บข้อมูลควรจะจัดเก็บแยกอุปกรณ์แต่ละพวกออกจากกัน ได้แก่ Addressable, Module, Input device, Output device และ Communication module

- ระบบ MATV ปกติจะเก็บข้อมูลเฉพาะเต้ารับโทรศัพท์โดยจัดเรียงตามชนิด และการติดตั้งแต่ผู้ประมาณราคาอาจจะถอดจำนวนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น (Splitter) และ (Tap– Off) และเก็บข้อมูลไว้โดยพิจารณาได้จาก Riser Diagram

- ระบบเสียง ควรจะจัดเก็บข้อมูลเฉพาะอุปกรณ์ย่อยที่ส่งสัญญาณเสียง เช่น พวกลำโพง โดยจัดเรียงตามชนิด และลักษณะการติดตั้ง

2) การเก็บข้อมูลทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้า การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงไล่ตามSingle line diagram หรือ Phaser diagram ดังนี้

- LV Incoming : จากหม้อแปลงไฟฟ้า⟶ ตู้เอ็มดีบี - HV Incoming : จากการไฟฟ้า⟶ตัดตอนแรงสูง⟶หม้อแปลง

- LV Main Feeder : จากตู้เอ็มดีบีไปจ่ายโหลด

- LV Sub Feeder : จากตู้เอสดีบีไปจ่ายโหลด

- Telephone Branch Circuit : จากตู้ทีซี(หรือ Terminal Box)⟶เต้ารับโทรศัพท์

- ระบบไฟอราม การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงไล่ตาม Riser diagram

- ไฟอรามฟีดเดอร์: จากตู้เอฟซีพี⟶ ทีซีหรือ เทอร์มินอลบล็อกประจชั้นหรือโซน

- Fire alarm branch circuit : จากตู้อาร์ทียูหรือ เทอร์มินอลบล็อก ⟶ อุปกรณ์I/P หรือ O/P - LV Branch Circuit : วงจรย่อยสำหรับจ่าย Load ตัวสุดท้ายคือระบบแสงสว่าง และ ระบบไฟฟ้ากำลัง

ระบบโทรศัพท์การเก็บข้อมูลจะรียงไล่ตามRiser diagram ดังนี้

- TOT Incoming : จากองค์การโทรศัพท์⟶ตู้เอ็มดีบี- Telephone Feeder : จากตู้เอ็ม ดีเอฟ ⟶ตู้ทีซี(หรือTerminal Box) - MATV Branch Circuit : จากอุปกรณ์Distribution ⟶เต้ารับโทรทัศน์

ระบบเสียง การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามRiser diagram ดังนี้

- ซาวด์ฟีดเดอร์จากชุดเครื่องเสียงหรือ ซาวด์คอนโทรลพาเนล (SCP)⟶เทอร์มินอล บล็อกประจ าชั้นหรือโซน

- ระบบเอ็มเอทีวีการเก็บข้อมูลจะจัดเรียงไล่ตามPhaser diagramดังนี้ 13

- เอ็มเอทีวี: จากชุด Head End หรือ Amplifier⟶อุปกรณ์Distribution คือ Splitter หรือ Tap-off

- Sound Branch Circuit : จากเทอร์มินอลบล็อก ประจ าชั้นหรือโซน ⟶อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง

2.11.4 การสืบราคาของวัสดุอุปกรณ์เมื่อได้รายละเอียดชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด ในโครงการแล้ว ก็ต้องมีการสืบราคาของวัสดุอุปกรณ์โดยปกติวัสดุอุปกรณ์โดยทั่วไป เช่น ทางเดิน สายไฟฟ้า สายไฟฟ้า และสวิทช์จะมีราคามาตรฐานอยู่แล้ว สามารถเปิดคู่มือราคาขาย (Price list) ของร้านค้าและกดส่วนลดที่ได้ก็จะได้ราคาต้นทุนที่ค่อนข้างใกล้เคียงส่วน อุปกรณ์อื่นๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์หลัก (Main equipment) ของระบบไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์ตัดตอน แรงสูง (HV. Switchgear) หม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นต้น รวมทั้งอุปกรณ์งาน ระบบอื่นๆ เช่น PABX และ MDF ของระบบโทรทัศน์ชุด FCP ของระบบไฟอราม ชุดอราม ชุดเฮดเอนด์และ แอมปริฟาย ของ MATVหรือ ชุดเครื่องเสียงของระบบซาวด์เป็นต้น ต้องมีการส่งโควทราคาเพื่อขอใบเสนอราคา (Quotation) จากผู้จำหน่ายสินค้า (Supplier) ด้วยการส่งรายละเอียดของอุปกรณ์สเปค (Single Line Diagram), (Riser Diagram) และจำนวนอุปกรณ์ที่ถอดได้จำนวนของอุปกรณ์มีผลต่อปริมาณส่วนลดไปให้พิจารณา

2.11.5 การทำราคาในรูปของ BOQ FORM คือบัญชีหรือรายการแสดงรายละเอียดของ วัสดุอุปกรณ์จำนวน รวมทั้งราคาของวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์โดยการจัดเรียงของรายการจะเริ่มจาก Incoming เข้ามาในโครงการ แล้วจึงไล่ตามSingle line diagramหรือRiser diagram ไปยังอุปกรณ์ย่อยตัวสุดท้าย นอกจากนี้มีการแยกรายการ 14 อุปกรณ์หลักออกเป็นรายการต่างหาก และแยกรายการของแต่ละระบบออกจากกัน เช่น ระบบ ไฟฟ้า,ระบบโทรศัพท์หรือระบบไฟอรามเป็นต้น

ข้อควรรู้

1) การทำแบบฟอร์มบีโอคิวปกติจะมีการทำแบ่งเป็น 2 ชุด คือ ชุดแสดงรายการต้นทุน (Cost) และชุดแสดงราคาเสนอ (Price) สำหรับการประมูล ซึ่งมีการบวกค่าดำเนินการที่ต้องใช้ (Overhead) และ กำไรที่ต้องการ (Profit) แฝงไว้อยู่ในรายการ

2) ราคาต้นทุนที่ทำไว้ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาวะแนวโน้มการตลาดในอนาคตด้วย คือ ราคาไม่ต่ำจนเกินไปจนซื้อไม่ได้เมื่อได้งาน หรือสูงจนเกินไปจนทำให้โอกาสของการได้ งานลดลง เนื่องจาก ราคาต้นทุกสูง ราคาที่เสนอก็สูงขึ้นไปด้วย

3) การปรับตัวเลขเพื่อเสนอราคา ต้องพิจารณาความเหมาะสมทั้งราคาต่อหน่วยและ ราคายอดรวมทั้งหมด โดยราคาต่อหน่วยจะมีผลตอนงานเพิ่มลดที่อาจจะเกิดขึ้น ส่วนค่ายอดรวมทั้งหมดจะมีผลต่อการพิจารณาการว่าจ้างงานของผู้ว่าจ้างซึ่งจะดูราคายอดรวมเป็นหลัก

# บทที่ 3
# รายละเอียดการปฏิบัติงาน

## 3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

รูปที่ 3.1 บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด

### 3.1.1 ชื่อสถานประกอบการ

บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด

WIDE HOUSE DESIGN & BUILD CO., LTD.

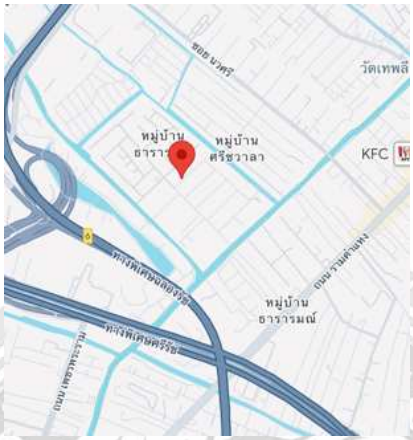
111/1 อาคารB ห้อง 304-305 ชั้น 3 ถนนประดิษฐ์มนูธรรม แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230

### 3.1.2 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับงานรับออกแบบก่อสร้างบ้านพักอาศัย, โชว์รูม - คลังสินค้าต่าง ๆ รวมถึงงานตกแต่งภายในและงานระบบไฟฟ้า ประปาสุขาภิบาล โดยสร้างสรรค์ตามโจทย์ที่แตกต่างของแต่ละท่านได้อย่างไร้ขีดจำกัดบนความเป็นไปได้จากความร่วมมือกันระหว่างสถาปนิกและวิศวกรมืออาชีพมากประสบการณ์

### 3.2 สถานที่ออกปฏิบัติงาน

โครงการ : บ้านแฝด คสล. 3 ชั้น ( พื้นที่ 1983 ตารางเมตร ที่อยู่ ) 94/96 หมู่บ้านธารารมณ์ ซอย 10 ซอยรามคำแหง 9 ถนนรามคำแหง แขวงวังทองหลาง เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 3.3




รูปที่ 3.2 สถานที่ปฏิบัติงาน

### 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร

การบริหารงานตามโครงการแฝด 3 ชั้น ประกอบด้วย

- Sr. Project Manager
- Project Manager
- Project Engineer (EE,ME)
- Site Engineer (ST,EE,ME,AC)
- Draft man (EE,ME)
- Foreman (EE,AC,SN)
- Headman (EE,AC,SN)
- ช่าง Worker

รูปที่ 3.3 รูปแบบการจัดการขององค์กร

### 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงาน

นายเด่นชัย พลขาล รหัสประจำตัว 6304200002 ตำแหน่ง Site Engineer ของบริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด ลักษณะงานมีออกแบบและถอดปริมาณ วางแผนดำเนินการ ติดตาม ควบคุมโครงการและส่งมอบโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือตามที่หัวหน้างานมอบหมาย โดยอาศัยทรัพยากร ความเชี่ยวชาญและความรู้ที่มีอยู่ในเกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร

### 3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา คุณพัฒนพงษ์ ศรีภูธร ตำแหน่ง Project Engineer (EE,ME) บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด

### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันจันทร์ที่ 20 พฤษพาคม พ.ศ. 2567 ถึง วันศุกร์ที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2567

ตารางที่ 3.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

| ลำดับที่ | ขั้นตอนการดำเนินการ | พฤษภาคม 2567 | | | | มิถุนายน 2567 | | | | กรกฎาคม 2567 | | | | สิงหาคม 2567 | | | | กันยายน 2567 | | | | ตุลาคม 2567 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ศึกษาทฤษฎีสหกิจศึกษา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | รวมรวมหัวข้อยื่นเสนอโครงงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ค้นคว้าหาข้อมูล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | จัดทำโครงงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | สอบประเมินผล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**3.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้**

1. โปรแกรม Auto CAD
2. โปรแกรม Sket UP
3. โปรแกรม Word
4. โปรแกรม Excel
5. เครื่องทางไฟฟ้า/อุปกรณ์วัดทางไฟฟ้า

**3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน**

1. ศึกษาแบบสถาปัตยกรรมอย่างละเอียดอด เช่น
   - จำนวนชั้น ความสูงแต่ละชั้น และความสูงทั้งหมด
   - การใช้งานส่วนต่างๆของอาคาร เช่น สำนักงาน ทางเดิน เป็นต้น

- แบบฝ้า เป็นฝ้าเรียบ หรือฝ้า T-BAR
- ห้องที่ใช้เป็นห้องไฟฟ้า
- บริเวณที่เหมาะที่จะเป็นช่องเดินสายไฟ ( Electrical Shaft )

2. ออกแบบระบบแสงสว่าง เต้ารับ วงจรย่อยสำหรับโหลดต่างๆ
3. ทำ Load Schedule ของแผงจ่ายไฟฟ้าทุกแผง
4. นำเสนอหัวหน้างานเพื่อขออนุมัติและถอดปริมาณ
5. ถอดปริมาณงานระบบต่างๆ นำส่งฝ่ายจัดซื้อ
6. วางแผนเข้าทำงานร่วมกับวิศวกรระบบอื่นๆ
7. ติดตามผล/แก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

# บทที่ 4
# ผลการปฏิบัติตามโครงการ

## 4.1 ผลการปฏิบัติงาน

โครงการ : บ้านแฝด คสล. 3 ชั้น ( พื้นที่ 1983 ตารางเมตร ) มีวัตถุประสงค์ดังนี้

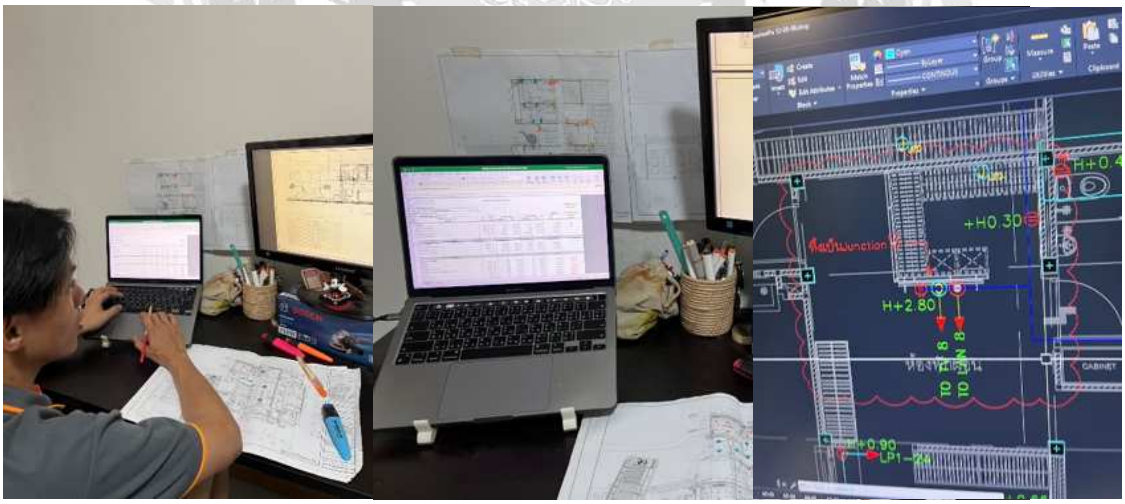
1. เพื่อศึกษาออกแบบคำนวณภาระโหลดของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังสำหรับบ้าน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้งานในแต่ละพื้นที่ของบ้าน

2. เพื่อศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สอดคล้องกับมาตรฐานจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์และข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3. เพื่อศึกษาการถอดปริมาณต้นทุนและประมาณราคาในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในโครงการบ้านแฝด 3 ชั้นอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับงบประมาณที่กำหนด

4. เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าในโครงการอาคารบ้านพักอาศัยที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนให้มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับโหลดในอนาคต

## 4.2 การดำเนินงานภาพรวม




รูปที่ 4.1 หลังจากออกแบบระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าแล้ว ถอดปริมาณอุปกรณ์ สายไฟ ท่อร้อยสาย โดยวัดความยาวสายไฟและท่อร้อยสายในโปรแกรม Auto CAD ลงในโปรแกรม Excel เพื่อทำ BOQ ต้นทุนงานระบบไฟฟ้า

รูปที่ 4.2 สำรวจหน้างานเพื่อวางแผน Sleev คานชั้น 1 งานระบบต่างๆที่อยู่ใต้ดิน

รูปที่ 4.3 ติดตั้งท่อเมนระบบไฟฟ้ากำลัง ไฟฟ้าสื่อสารและระบบอื่นๆที่อยู่ใต้ดิน

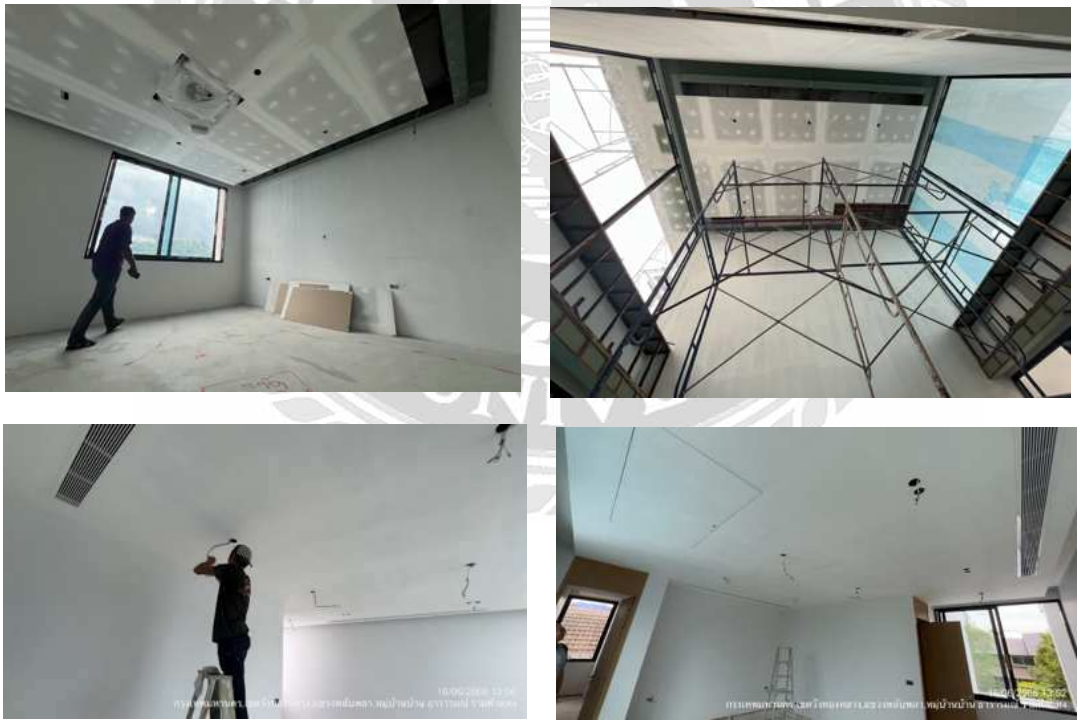
รูปที่ 4.4 วางแผนการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าในส่วนที่อยู่ในผนัง

รูปที่ 4.5 ติดตั้งท่อระบบไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งแนวผนัง
หลังจาก Surveyor เข้าตีแนวก่อผนัง

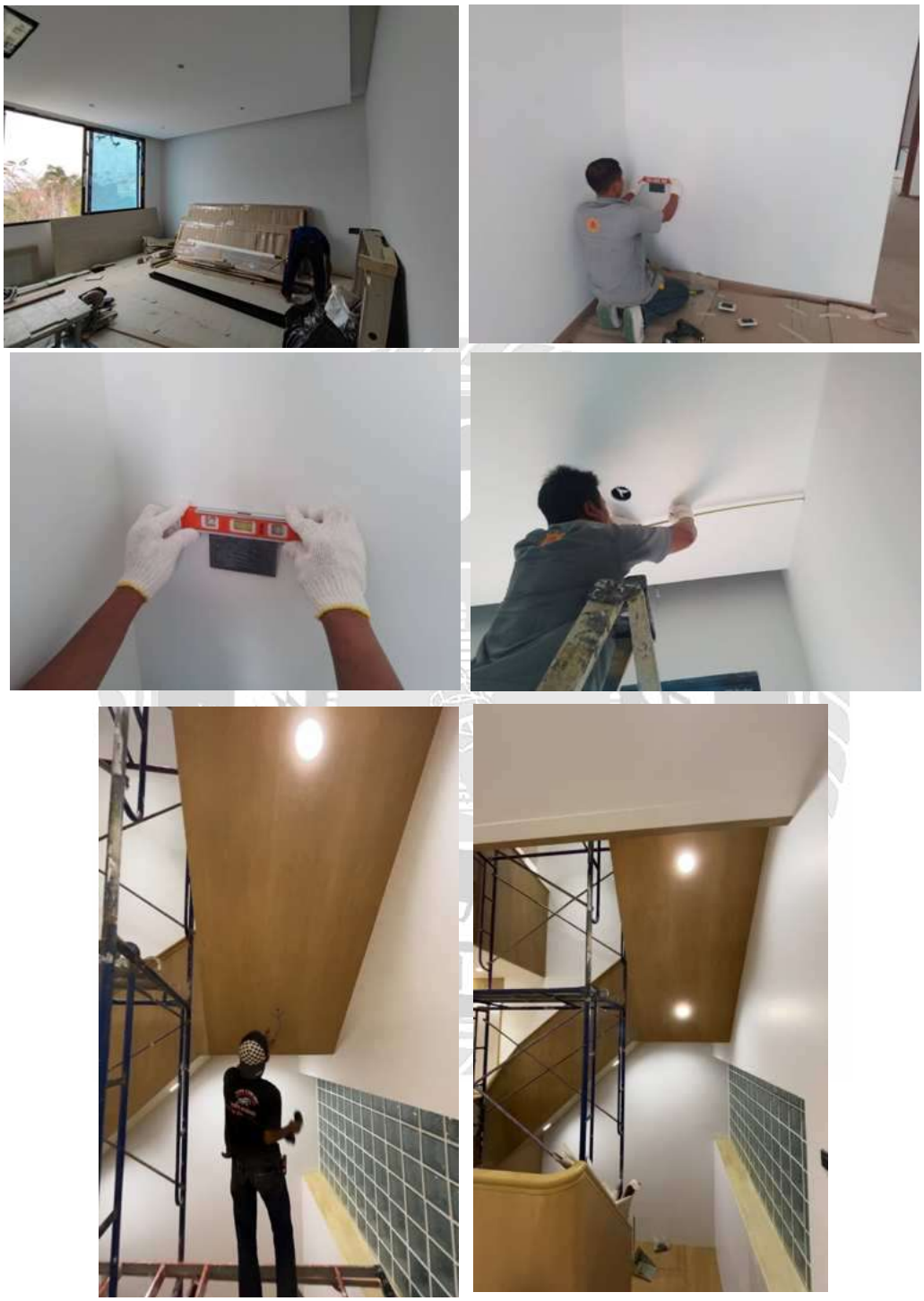
รูปที่ 4.6 ติดตั้งท่อระบบไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งท้องพื้น

รูปที่ 4.7 ร้อยสายไฟฟ้าวงจรย่อยต่างๆ

รูปที่ 4.8 ทดสอบความถูกต้องวงจรแสงสว่าง เต้ารับ
และโหลดวงจรย่อยอื่นๆ ก่อนทำการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน



รูปที่ 4.9 ตรวจสอบตำแหน่งติดไฟ Dowlight

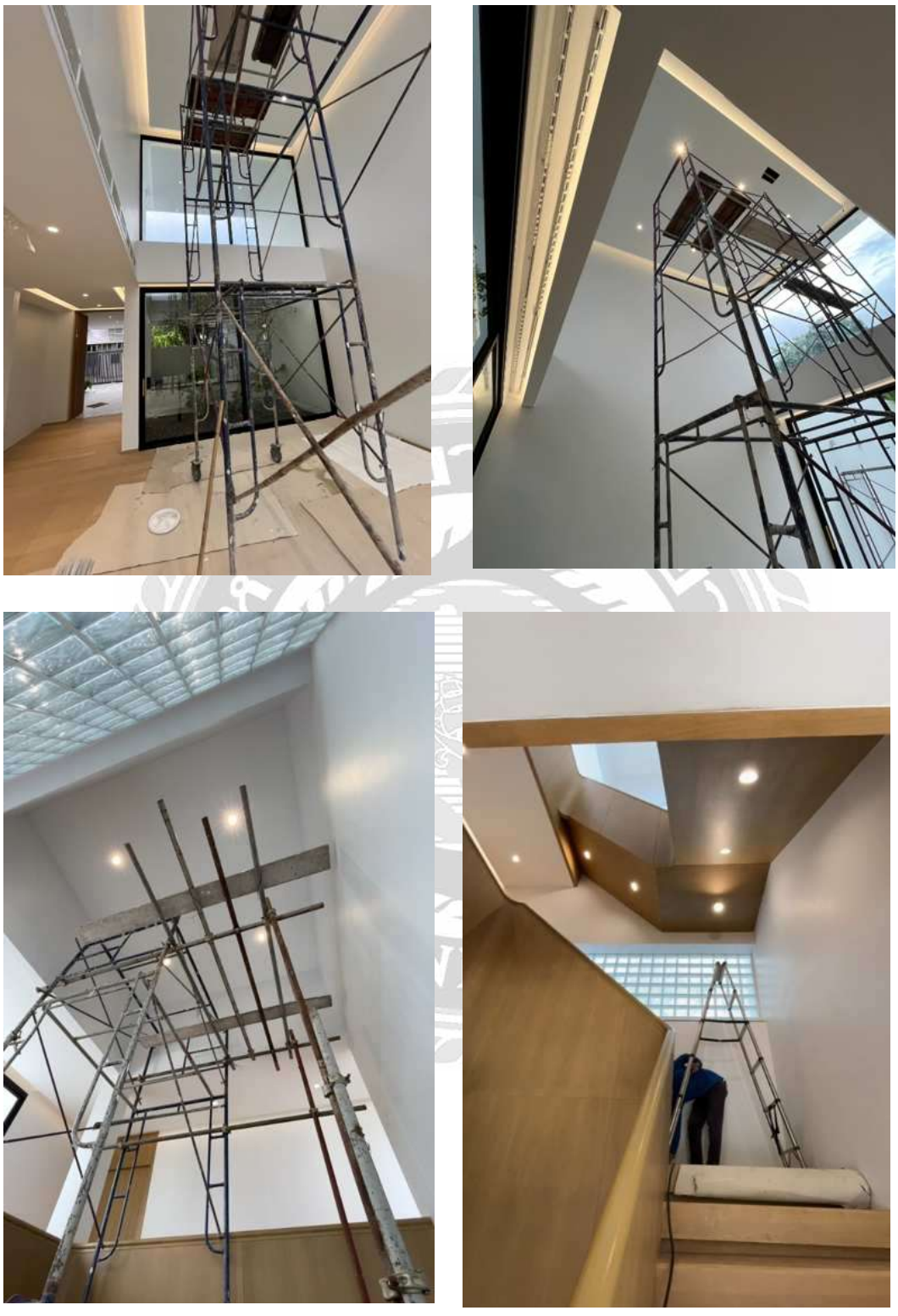


รูปที่ 4.10 ติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟ สวิตซ์ไฟ

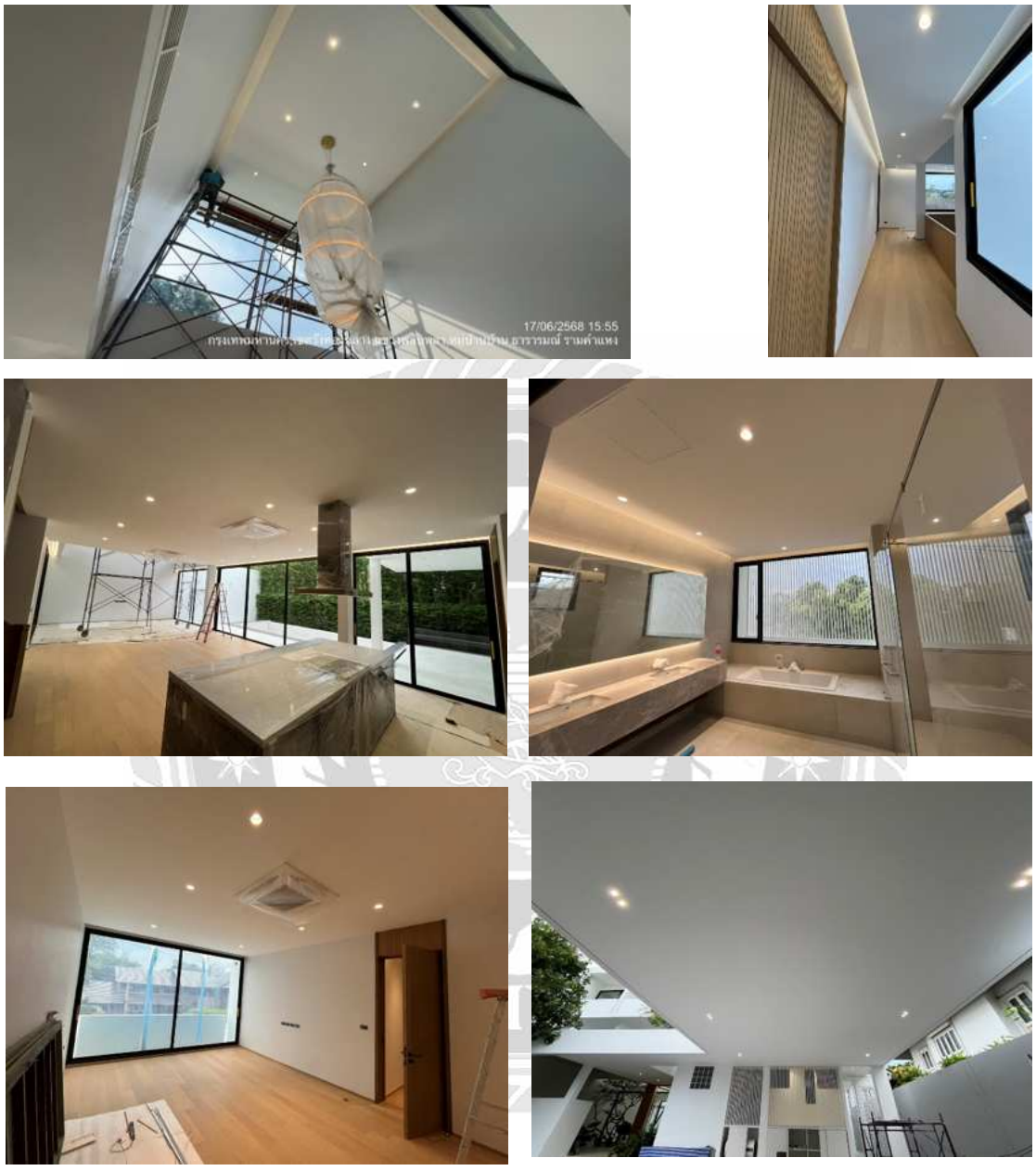
รูปที่ 4.11 ตรวจสอบสายไฟฟ้าวงจรย่อย ก่อนทำการติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า

รูปที่ 4.12 การต่อหลักดินด้วยชุดเบ้าหลอมหลักดิน (Exothermic Welding)
และวัดความต้านทานของหลักดิน โดยหลักดินที่ได้มาตรฐานต้องมีค่าไม่เกิน 5 Ω

รูปที่ 4.13 ติดต่อการไฟฟ้าเขตวังทองหลางเข้ามาติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.14 เทสระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าก่อนส่งมอบงาน




รูปที่ 4.15 เทสระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าก่อนส่งมอบงาน

# บทที่ 5
# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลโครงการสหกิจศึกษา

จากการปฏิบัติงานโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด เรื่องโครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด ซึ่งเราสามารถศึกษาคำนวณภาระโหลดไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับอาคารบ้านพักอาศัย จำนวน 2 อาคาร อาคารละ 3 ชั้น โดยคำนึงถึงจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าและการกระจายพลังงานในแต่ละจุด,สามารถประมาณราคาและคำนวณต้นทุนทั้งหมดในการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุ อุปกรณ์ และค่าแรงและสามารถศึกษาวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบและติดตั้งเป็นให้ไปตามกฎหมายและมาตรฐานที่กำหนด ทำให้ได้ทราบถึงความต้องการไฟฟ้าที่แท้จริง สามารถวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

## 5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการสหกิจ

5.2.1 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1.1 ได้เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงาน การวางตัวในสังคม องค์กร

5.2.1.2 ได้เรียนรู้ถึงการวางแผนการทำงานล่วงหน้า

5.2.1.3 ได้เรียนรู้ถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในหน่วยงาน

5.2.1.4 ได้เรียนรู้การประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.2.1.5 ได้เรียนรู้ถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ

5.2.2 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

5.2.2.1 ได้เรียนรู้การปฏิบัติงานจริง

5.2.2.2 มีทักษะให้การทำงานมากขึ้น

5.2.2.3 ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ภาคทฤษฎี สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง

5.2.2.4 ได้รับประสบการณ์ใหม่ ที่ไม่พบในชั้นเรียน

## 5.3 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงาน

5.3.1 เนื่องแบบสถาปัตฯมีการปรับเปลี่ยนบ่อย ทำให้งานระบบต้องช้าตาม

5.3.2 ขาดการติดตามหน้างาน ทำให้กระทบต่องานระบบอื่นๆ

5.3.3 ขาดประสบการณ์ในการทำงาน ทำให้การตัดสินใจล้าช้ากระทบต่อความต่อเนื่องของงานที่ปฏิบัติ

5.3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน ทำให้การทำงานเกิดความล่าช้า

**5.4 การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน**

5.4.1 จัดทำการประชุมแผนการทำงานที่ไซต์งานทุกสัปดาห์ เพื่ออัพเดตงานแต่ละส่วน

5.4.2 ในการปฏิบัติงานทุกครั้งต้องสื่อสารให้เข้าใจตรงกัน เพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

5.4.3 สอบถามและขอคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

5.4.4 จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อมในการปฏิบัติงาน มีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือให้ถูกต้องกับลักษณะงาน

**บรรณานุกรม**

กฤตธัช จันทร์วุฒิคุณ. (2564). *การประเมินราคาและติดตั้งระบบไฟฟ้า* [วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยสยาม].https://eresearch.siam.edu/wpcontent/Uploads/2024/01/Engineering-Electrical-Systems.pdf

ผศ.ประสิทธิ พิทยพัฒน์. (2565). *การออกแบบระบบไฟฟ้า(พิมพ์ครั้งที่ 4)*. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โซติอนันต์ ครีเอชั่น.

ผศ.ประสิทธิ พิทยพัฒน์. (2564). *คู่มือการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า(พิมพ์ครั้งที่3).* บริษัท เซจ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.

ลือชัย ทองนิล. (2564). *คู่มือการติดตั้งไฟฟ้าอย่างมืออาชีพ(พิมพ์ครั้งที่3).* บริษัท สายไฟฟ้าไทย-ยาซากิ จำกัด.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2564). *มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2565). *มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า พ.ศ. 2565.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

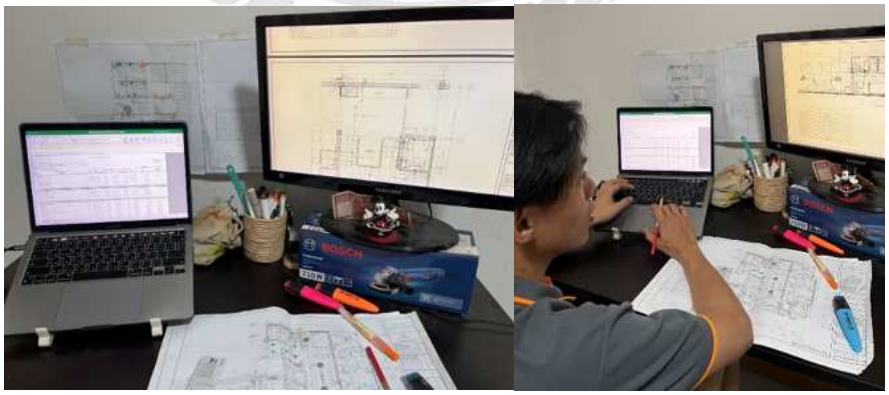
# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

**รูปภาพประกอบการปฏิบัติงาน**

รูปที่ ก.1 รูปขณะปฏิบัติงาน

รูปที่ ก.2 รูปขณะปฏิบัติงาน



รูปที่ ก.3 รูปขณะปฏิบัติงาน

# ภาคผนวก ข

**ภาพการนิเทศงานของอาจารย์**

**ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา**

1. ผศ.ไวพจน์ ศุภวรเสถียร
2. อาจารย์จุระ ฮ่านต่ำ
3. อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า
4. อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ

**นักศึกษาสหกิจศึกษา**

ชื่อ-นามสกุล นายเด่นชัย พลขาล รหัสนักศึกษา 6423200002

รูปที่ ข.1 รูปการนิเทศงานของอาจารย์

รูปที่ ข.2 รูปการนิเทศงานของอาจารย์

# ภาคผนวก ค

**การสอบโครงงานสหกิจศึกษา**

รูปที่ ค.1 รูปการสอบโครงงานสหกิจ

# ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายเด่นชัย พลขาล

หลักสูตร : วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ที่อยู่ : 41 ซ.ลาดกระบัง 14 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงเทพ

ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการทำงาน : พ.ศ.2559 – 2562 บริษัท บริษัทเพ็น.เค.อุตสาหกรรม จำกัด

พ.ศ.2562 – 2564 บริษัท สิปปกรวิศวกรรม จำกัด

พ.ศ.2564 – 2566 บริษัท ศ.ศิวะ การช่าง จำกัด

พ.ศ.2566 – 2567 บริษัท ที.ที.อี. คอนสตรัคชั่น จำกัด

พ.ศ.2567 – 2567 บริษัท ท่อน้ำสากล จำกัด

พ.ศ.2567 – 2567 บริษัท เอเทสส์ พาวเวอร์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ.2567 ถึงปัจจุบัน บริษัท ไวด์เฮ้าส์ ดีไซน์ แอนด์ บิลด์ จำกัด

เบอร์โทรศัพท์ : 097-224-3316

E-mail : Denchaiponkhan@gmail.com

https://drive.google.com/drive/folders/1qNmeEaAdmKp45auRZVyTOsEzEqVfh3QD?dmr=1&ec=wgc-drive-%5Bmodule%5D-goto

**รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา**

# โครงการการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าและประมาณราคาบ้านแฝด

# A Cost Estimation for The Design and Installation of an Electrical System for a Twin House

**โดย**

**นาย เด่นชัย พลขาล 6423200002**

**รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1**

**หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม**

**ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2566**

# Plagiarism Checking Report

*Created on 2026-04-23 04:41:06 at 04:41 AM*

*Submission Information*

| ID | SUBMISSION DATE | SUBMITTED BY | ORGANIZATION | FILENAME | STATUS | SIMILARITY INDEX |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4727556 | Apr 22, 2026 at 19:03 PM | denchai.pon@siam.edu | มหาวิทยาลัยสยาม | การออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคาโครงการบ้านแฝด คสล. 3 ชั้น.pdf | Completed | 2.49 % |

*Match Overview*

| NO. | TITLE | AUTHOR(S) | SOURCE | SIMILARITY INDEX |
|---|---|---|---|---|
| 1 | แนวทางการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย,Guildeline for electrical system inspection in residential buildings | ยุทธพงศ์ นันทพงศ์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 1.18 % |
| 2 | การวิเคราะห์ระบบรากสายดินเพื่อความปลอดภัยในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า,Analysis of grounding system for safety in industrial transformer plant | สุนทร ชนะชู | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 0.51 % |
| 3 | การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อลดเวลาในการค้นหาเครื่องมือในระบบคุณภาพ ISOIEC 17025 : 2005 กรณีศึกษา : หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม | กรรณิการ์ จิตตารัตนถาวร | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 0.41 % |
| 4 | การศึกษาช่องสัญญาณแบบหลายเส้นทางของระบบสื่อสารผ่านสายส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงที่ถูกลดทอนจากสัญญาณรบกวนโคโรนา,Study of multipath channel in high voltage power line communication impaired by corona noise. | พงศ์พันธุ์ อังคณานุพงศ์ | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 0.39 % |

*Match Details*

| TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT | TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S) |
| --- | --- |
| สารบัญหน้าจดหมายนาส่งกกิตติกรรมประกาศบทคัดย่อคบทคัดย่อภาษาอังกฤษ Abstract งสารบัญตารางชสารบัญภาพชบทที่ 1 บทนา 11 ที่มาและความสาคัญของปัญหา 1 12 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1 13 ขอบเขตของโครงงาน 2 14 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2 บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 21 หลักการเบื้องต้น 3 22 งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า 3 | าโดยชี้ให้เห็นมุมมองของปัญหา ในด้านต่างๆรวมทั้ง ให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์จน โครงการสารนิพนธ์นี้สาเร็จอย่างสมบูรณ์ผู้จัดทาขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้าน โปรแกรมและด้านเนื้อหาทุกท่านสาหรับคาแนะนาและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการปรับปรุงและพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่ผู้จัดทาได้พัฒนาขึ้น ในท้ายที่สุดนี้คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบ ให้แด่บิดามารดาครูบาอาจารย์ผู้มีพระคุณญาติพี่น้องทุกท่านรวมทั้งเพื่อนๆทุกท่านที่ให้กาลังใจจน โครงการสารนิพนธ์นี้สาเร็จอย่างสมบูรณ์กรรณิการ์จิตตารัตนถาวรจสารบัญหน้าบทคัดย่อภาษาไทยขบทคัดย่อภาษาอังกฤษคกิตติกรรมประกาศงสารบัญตารางชสารบัญภาพชบทที่ 1 บทนา 1 11 ความเป็นมาและความสาคัญของปัญหา 1 12 วัตถุประสงค์ 4 13 สมมติฐานงานวิจัย 4 14 ขอบเขตของการศึกษา 4 15 วิธีการดาเนินการ 4 16 ประโยชน์ของการศึกษา 5 17 แผนการดาเนินงาน 5 บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7 21 ระบบฐานข้อมูล Database System 7 22 ระบบสารสนเทศ Information System |
| แต่สายอะลูมิเนียมล้วนจะสามารถรับแรงดึงได้ต่าจึงมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้สูงขึ้น โดยการเสริมแกนเหล็กหรือใช้โลหะอื่นผสมสายเปลือยที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ 1 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย AAC 2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR 2422 สายหุ้มฉนวน Insulated Wires ในการเดินสายไฟฟ้าแรงดันสูงผ่านบริเวณที่มีคนอาศัยเพื่อความปลอดภัยจะต้อง | \ n สภาพแวดล้อมที่จะนำไปใช้งานและจะต้องไม่ทำจากวัสดุที่เป็นอันตรายเมื่อนำไปใช้งานซึ่งประเภท\ n ของสายส่งกำลังไฟฟ้านั้นสามารถที่จะแบ่งสายส่งกำลังไฟฟ้าออกตามระดับพิกัดของแรงดันไฟฟ้า\ n ได้เป็น 2 ชนิดดังนี้\n3.3.1สายส่งไฟฟ้าแรงสูง( High Voltage Cable )\ n สายส่งกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูงนั้นเป็นสายที่มีขนาดใหญ่ลักษณะตัวนำเป็น\ n เกลียวสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภทคือ\ n -สายเปลือย( Bare Cable )เป็นสายชนิดที่ไม่มีฉนวนหุ้มสายไม่เหมาะที่จะใช้งานสำหรับ\ n ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำเนื่องจากไม่ปลอดภัยส่วนใหญ่จึงนิยมนำสายส่งกำลังไฟฟ้าชนิดนี้มา\ n ใช้กับงานระบบไฟฟ้าแรงดันสูงตั้งแต่ระดับ 11 kV ขึ้นไปสายเปลือยที่นิยมใช้ส่วนมากจะทำจาก\ n อลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบาและมีราคาถูกแต่ถ้าเป็นสายอลูมิเนียมล้วนนั้นจะสามารถรับระดับ\ n แรงดันไฟฟ้าได้ต่ำจึงได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถที่จะรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นโดยการเสริม\ n แกนเหล็กหรือใช้โลหะอื่นผสมสายเปลือยที่นิยมใช้งานได้แก่\ n -สายอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย( ACC : Aluminium Alloy Conductor )\ n -สายอลูมิเนียมผสม( AAAC : All Aluminium Alloy Conductor )\ n -สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก( ACSR : Aluminium Conductor Steel Reinforced )\ n สายเปลือยทั้ง 3 |
| การต่อลงดินและส่วนประกอบต่างๆการต่อลงดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ 1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า System Grounding 2 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า Equipment Grounding การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของอุปกรณ์ต่างๆลงดิน 272 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า System Grounding การต่อลงดินของ | เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านเครื่องห่อหุ้ม\ n สายไฟฟ้าและเครื่องเดินสายไฟฟ้าจะต้องต่อลงดินเพื่อจำกัดแรงดันไฟฟ้าเทียบกับดินทั้งใน\ n ภาวะการใช้งานปกติและผิดปกติ\ n 20 \n1.4.1ระบบการต่อลงดิน\ n ระบบไฟฟ้าที่การต่อลงดินจะแบ่งการต่อลงดินออกเป็น 2 ส่วนคือการต่อลงดิน\ n ของระบบไฟฟ้าและการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้\n1.4.1.1การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าคือการต่อสายไฟฟ้าที่เป็นสายเมนแรง\ n ต่ำลงดินจุดที่ต่อลงดินคือที่แผงเมนสวิตช์ทำได้โดยใช้สายไฟฟ้าต่อระหว่างสายนิวทรัลหรือสาย\ n ศูนย์กับหลักดินที่ปักอยู่ใกล้ตำแหน่งที่ตั้งแผงเมนสวิตช์สายที่ต่อกับหลักดินนี้เรียกว่าสายต่อหลัก\ n ดินการต่อลงดินมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ\ n1 )หลักดินหรือระบบหลักดิน( Grounding Electrode or Grounding \ nElectrode System )\ n2 )สายต่อหลักดิน( Grounding Electrode Conductor )\ n3 )สายที่มีการต่อลงดิน( Grounded Conductor )\ n4 )สายต่อฝากหลัก( Main Bonding Jumper )\ n5 )สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า( Equipment Grounding Conductor )\ n1 \ n2 \ n3 \ n4 \ n5 1 \ n2 \ n อุปกรณ์ไฟฟ้าอุปกรณ์ป้องกัน\ n กระแสรั่วลงดิน\ n ภาพที่ 20 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า\ n 21 \n1.4.1.2การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าทำได้โดยการเดินสายดินจากอุปกรณ์\ n ไฟฟ้ามาต่อลงดินที่เมนสวิตช์ |

| TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT | TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S) |
| --- | --- |
| ตรมมขนาดต่าสุดของสายต่อหลักดินตัวนาทองแดงตรมมไม่เกิน 35 10 เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50 16 เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95 25 เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185 35 เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300 50 เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500 70 เกิน 500 95 หมายเหตุแนะนาให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาท่อโลหะหนาปานกลางท่อโลหะบางหรือท่ออโลหะ 274 การ | \ n ไม่เกิน 35 10 \ n เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50 16 \ n เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95 25 \ n เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185 35 \ n เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300 50 \ n เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500 70 \ n เกิน 500 95 \n6.3.2สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า หมายความรวมถึงสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าและ\ n อุปกรณ์การเดินสาย เช่นท่อร้อยสายและรางเดินสายแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ\ n1 )สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้านไฟเข้าอุปกรณ์ด้านไฟเข้าคืออุปกรณ์เดินสายที่ใช้\ n สำหรับเดินสายเมนมาที่แผงเมนสวิตช์จนต่อเข้าตัวเมนสวิตช์เช่นรางเดินสายรางเคเบิลและท่อ\ n 60 \ n ร้อยสายเป็นต้นสายเส้นนี้จึงเป็นสายเส้นที่ต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์เดินสายกับแผงเมนสวิตช์\ n เรียกว่าสายต่อฝากด้านไฟเข้าขนาดสายดินด้านไฟเข้านี้กำหนดจากขนาดสายเมนที่เดินเข้าแผงเมน\ n สวิตช์ตามตารางที่ 9 เช่นเดียวกับขนาดสายต่อหลักดินแต่มีข้อเพิ่มเติมคือถ้าขนาดสายดินที่\ n กำหนดมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่า%\n12.5ของขนาดสายเมนต้องกำหนดขนาดสายดินให้ใหญ่ขึ้น\ n แต่ต้องไม่เล็กกว่า%\n12.5ของขนาดสายเมน\ n ตัวอย่างการกำหนดขนาดสาย\ n อาคารหลังหนึ่งใช้สายเมนเดินเข้าอาคารเป็นขนาด |
| รางเดินสายจะต้องผ่านขบวนการต่างๆเพื่อกันสนิมก่อนการต่อรางเดินสายเข้าด้วยกนหรือจะเดินเป็นทางโค้งสามารถใช้เป็นอุปกรณ์สาเร็จรูปต่อเข้ากับรางเดินสายได้เลยเพื่อความสะดวกเช่นข้องอ Elbow จุดเชื่อมต่อตัวที Tee และตัวลดขนาด Reducer เป็นต้น 283 รางเคเบิล Cable Trays เป็นโครงสร้างสาหรับรองรับสายเคเบิลรางเคเบิลจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะ | ที่นิยมใช้มี 3 วิธีด้วยกันคือใช้วิธีพ่นสีฝุ่น Epoxy / Polyester \,เคลือบด้วยฟอสเฟต\ n หรือสังกะสี( Galvanized Steel )และวิธีอลูซิงค์เป็นวิธีที่ป้องกันการเกิดสนิมได้ดีกว่าวิธีอื่นโดย\ n แผ่นเหล็กจะถูกเคลือบด้วยสารโลหะที่ประกอบด้วยอะลูมิเนียมสังกะสีและซิลิคอนโดยผสมเนื้อ\ n เดียวในลักษณะอัลลอยด์\ n ภาพที่ 51 รางเดินสาย\ n 54 \ n การต่อรางเดินสายเข้าด้วยกันหรือจะเดินเป็นทางโค้งสามารถใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปต่อ\ n เข้ากับรางเดินสายได้เลยเพื่อความสะดวกเช่นข้องอ( Elbow )\,จุดเชื่อมต่อตัวที( Tee )และตัวลด\ n ขนาด( Reducer )เป็นต้น\ n1 )สถานที่ใช้งานรางเดินสายใช้ในที่เปิดโล่งถ้าเป็นภายนอกอาคารจะต้องเป็นชนิดกัน\ n ฝนได้( Raintight )ไม่ใช้ในที่ที่มีอันตรายทางกายภาพ\ n2 )จำนวนตัวนำผลรวมของพื้นที่ภาคตัดขวางของสายไฟฟ้าจะต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของ\ n พื้นที่ภาคตัดขวางภายในของรางเดินสาย\ n3 )พิกัดกระแสของตัวนำจำนวนสายที่มีกระแสไหลในรางเดินสายต้องไม่เกิน 30 เส้น\ n สายไฟฟ้าในวงจรสัญญาณหรือวงจรควบคุมระหว่างมอเตอร์กับสตาร์ทเตอร์ที่ใช้เฉพาะช่วงเวลา\ n สตาร์ทมอเตอร์ไม่ถือว่าเป็นสายที่มีกระแสไหล\ n4 )ขนาดมาตรฐานรางเดินสายที่บริษัทผู้ผลิตนิยมผลิตออกมาจำหน่ายมีขนาดดังนี้\ nH (ความสูง)= 50 \, 75 |
| รับน้าหนักทั้งหมดได้และจะต้องไม่มีส่วนที่เป็นคมที่อาจทาให้ปลอกสายหรือฉนวนฉีกขาดรางเคเบิลมีกรรมวิธีการผลิตเหมือนรางเดินสาย Wire ways รางเคเบิลอาจแบ่งออกตามลักษณะต่างๆได้ดังนี้ 1 รางเคเบิลแบบบันได Ladder Type | เมตรและไม่อนุญาตให้ต่อรางเดินสาย\ n ณจุดที่ผ่านผนังหรือพื้นและไม่อนุญาตให้ใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน\ n 56 \n5.3รางเคเบิล( Cable Tray )\ n รางเคเบิลหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าเคเบิลเทรย์เป็นโครงสร้างสำหรับรองรับสาย\ n เคเบิลรางเคเบิลจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักของสายทั้งหมดได้และจะต้องไม่มี\ n ส่วนที่เป็นคมที่อาจทำให้ปลอกสายหรือฉนวนฉีกขาดรางเคเบิลไม่ถือว่าเป็นท่อสาย( Raceways )\ n แต่ได้รับความนิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆเนื่องจากสามารถติดตั้งได้ง่ายและมี\ n ราคาถูกรางเคเบิลอาจแบ่งออกตามลักษณะต่างๆได้ดังนี้\n5.3.1รางเคเบิลแบบบันได( Ladder Type )\ n รางเคเบิลชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นโครงสร้างตามแนวยาว 2 ชุดยึดติดกันด้วย\ n ขั้นบันได( Rung )จึงมีลักษณะคล้ายบันได |