รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

Site Preparation for High-Voltage Electrical System Installation

โดย

นาย ทวีศักดิ์ จันทร์แมน 6523200016

นาย สุรศักดิ์ วารุลังค์ 6523200020

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567

หัวข้อโครงงาน	การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง		
	Site Preparation for High-Voltage Electrical System Installation		
รายชื่อผู้จัดทำ	นาย ทวีศักดิ์	จันทร์แมน	รหัสนักศึกษา 6523200016
	นาย สุรศักดิ์	วารุลังค์	รหัสนักศึกษา 6523200020
หลักสูตร	วิศวกรรมไฟฟ้า		
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์		

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตร วิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2567

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์นิเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์)

.....ผู้นิเทศ

(นายประกิต โตอัสมิ)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์ คัมภีร์ ธิราวิทย์)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ เมษายน พ.ศ. 2568

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร

ตามที่ผู้จัดทำ นายสุรศักดิ์ วารุลังค์ นายทวีศักดิ์ จันทร์แมน นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ในตำแหน่ง พนักงานช่าง ณ แผนกก่อสร้าง การไฟฟ้านครหลวงเขตบางขุนเทียน และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การควบคุมงานขุดหลุมเพื่อติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง ณ ถนนเพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว คณะผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายทวีศักดิ์ จันทร์แมน

นายสุรศักดิ์ วารุลังค์

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อโครงงาน : การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง
หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต
ผู้จัดทำ : นาย ทวีศักดิ์ จันทร์แมน รหัสนักศึกษา 6523200016
นาย สุรศักดิ์ วารุลังค์ รหัสนักศึกษา 6523200020
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์พกิจ สุวัตถิ์
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต)
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา 2/2568

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอประสบการณ์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ตามมาตรฐาน ระเบียบการไฟฟ้านครหลวง ว่าด้วยวิธีปฏิบัติงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2568 โดยเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 ถึงวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2568 ในการก่อสร้างระบบจำหน่าย แรงสูง 24 กิโลโวลต์ ครั้งนี้ประกอบไปด้วย การควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ การตรวจสอบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้รับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญในกองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ โครงงานนี้ทำให้มีความรู้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้สามารถปฏิบัติงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ เป็นไปได้อย่างราบรื่น

คำสำคัญ : 24 กิโลโวลต์ / อุปกรณ์ / เสาไฟฟ้า

Project Title :	Site Preparation for High-Voltage Electrical System Installation
Credits :	5 Units
By :	Mr. Taweesak Junman 6523200016
	Mr. Surasak Warulang 6523200020
Advisor :	Asst. Prof. Pakit Suwat
Degree :	Bachelor of Engineering
Major :	Electrical Engineering
Faculty :	Engineering
Semester/ Academic year :	1/2024

Abstract

This cooperative education project presents the work experience related to the construction of a 24-kV high-voltage distribution system according to the standards of the Metropolitan Electricity Authority's regulations on the construction procedures for electrical systems, B.E. 2568, by working in the area of Bang Khun Thian District, Bangkok Province from February 1, B.E. 2568 to March 30, B.E. 2568. In the construction of the 24-kV high-voltage distribution system this time, it consisted of the supervision of the construction of the 24-kV high-voltage distribution system, inspection according to the standards of the Metropolitan Electricity Authority. In this work, knowledge about the assigned work was well transferred from experts in the Electrical System Construction and Civil Works Division, Metropolitan Electricity Authority, Bang Khun Thian District, Bangkok Province. This project provided knowledge and the ability to solve problems systematically, which enabled the construction of the 24-kV high-voltage distribution system to proceed smoothly.

Keywords : kV, equipment, electric pole

.....

(Co-op Advisor.)

Approved by

.....

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในตำแหน่ง พนักงานช่าง ณ กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวงเขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์พ.ศ.2568 ถึงวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2568 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ประสบการณ์ทำงานต่าง ๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ที่ให้โอกาส ผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ ที่นี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1) นายประกิต โตอัสมิ (พนักงานที่ปรึกษา)

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์พกิจ สุวัตถิ์ (อาจารย์นิเทศ)

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวงเขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ และผู้สนใจปฏิบัติ สหกิจศึกษาในงานก่อสร้างระบบไฟฟ้าแรงสูง 24 กิโลโวลต์ เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงงานต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของสนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

นาย ทวีศักดิ์ จันทร์แมน

นาย สุรศักดิ์ วารุลังค์

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารงานวิจัย/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature)	
2.1 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	3
2.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง	3
2.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย	4
2.4 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	4
2.5 การไฟฟ้านครหลวง	6
2.6 มาตรฐานการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง ระบบไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์	8
2.7 ระบบต่อลงดินในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	8
2.8 ลูกถ้วยไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	8
2.9 สายไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	10
2.10 อุปกรณ์ป้องกันและตัดตอน ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	12
2.11 กับดักเสิร์จ หรือกับดักฟ้าผ่า หรือ ล่อฟ้า ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	13
2.12 หม้อแปลงไฟฟ้า ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 มาตรฐานการติดตั้งในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้านครหลวง	18
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ	34
3.2 ลักษณะการประกอบการ	34
3.3 กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา	34
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	35
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	35
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	35
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	35
3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	37
3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติงาน	38
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	
4.1 การปฏิบัติงาน	43
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	43
4.3 ผลการปฏิบัติงาน	48
4.4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	50
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	50
5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน	50
5.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา	50
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	50
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	50
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก หนังสือยินยอมให้เผยแพร่การงาน/โครงงานสหกิจศึกษา	54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ **56**

ภาคผนวก ค ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 58

ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 61

แบบสรุปโครงงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (CWIE) มหาวิทยาลัยสยาม

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเสาไฟฟ้าระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์	8
ตารางที่ 2.2 การจำแนกพื้นที่มลภาวะในระดับต่าง ๆ	9
ตารางที่ 2.3 การเลือกใช้ลูกถ้วยไฟฟ้าตามลักษณะพื้นที่ที่มีสภาพมลภาวะต่าง ๆ	10
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานกับดักเสิร์จ หรือ ล่อฟ้า	13
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 1 เฟส	16
ตารางที่ 2.6 คุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 3 เฟส	16
ตารางที่ 2.7 การเลือกใช้ฟิวส์ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 1 เฟส	16
ตารางที่ 2.8 การเลือกใช้ฟิวส์ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 3 เฟส	17
ตารางที่ 2.9 ระยะห่างการปักเสาไฟฟ้า	18
ตารางที่ 2.10 แรงแบกทานของดินแต่ละชนิด	20
ตารางที่ 2.11 ขนาดดอกสว่านกับขนาดเสา คอร.	21
ตารางที่ 2.12 ความลึกในการปักเสา	22
ตารางที่ 4.3.1 ตารางแสดงถึงข้อมูลการดำเนินการช่วงที่ 94.3.2 ตารางแสดงถึงข้อมูลการดำเนินการช่วงที่10	48

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง	4
รูปที่ 2.2 ระบบ 24 กิโลโวลต์ Conventional Solidly Grounded System	7
รูปที่ 2.3 ลูกถ้วยไฟฟ้าที่มีใช้งานในระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง	9
รูปที่ 2.4 สาย Space Aerial Cable (SAC)	11
รูปที่ 2.5 การใช้สาย Space Aerial Cable (SAC) ระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์	12
รูปที่ 2.6 ลักษณะอุปกรณ์สำหรับตัดต่อระบบจำหน่ายแรงสูง (Load Break Switch)	13
รูปที่ 2.7 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	15
รูปที่ 2.8 หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส	15
รูปที่ 2.9 หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส	16
รูปที่ 2.10 ตำแหน่งการปักเสาไฟฟ้า	18
รูปที่ 2.11 รูปจำลองการเล็งแนวเสาโดยการถ่ายระยะ	19
รูปที่ 2.12 การเล็งแนวเสาโดยใช้คน	19
รูปที่ 2.13 การเล็งแนวเสาโดยใช้สายเอ็น	20
รูปที่ 2.14 การขุดหลุมที่จุดปักเสา	21
รูปที่ 2.15 การขุดหลุมด้วยเครื่องจักร	21
รูปที่ 2.16 จุดแสดงความลึกในการปักเสา	22
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการปรับแต่งหน้าเสาในช่วงทางตรง	23
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการปรับแต่งหน้าเสาในช่วงทางโค้ง	23
รูปที่ 2.19 มาตรฐานการปักพร้อมเสาตอม่อ 14.30 ม.	24
รูปที่ 2.20 คอน คอร. ขนาด 100x100x1500 มม.	25
รูปที่ 2.21 คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มม.	26
รูปที่ 2.22 คอน คอร. ขนาด 120x120x2500 มม.	26
รูปที่ 2.23 เหล็กประกับคอน เหล็กแบนขนาด 30x6 มม.	26

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.24 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-5° 27
รูปที่ 2.25 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางโค้ง 5°-30° 27
รูปที่ 2.26 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางโค้ง 30°-60° 27
รูปที่ 2.27 การเข้าปลายสายแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B ด้านข้าง 28
รูปที่ 2.28 การเข้าปลายสายแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B กึ่งกลางเสา 28
รูปที่ 2.29 การเข้าปลายสายสองข้างแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B ด้านข้าง 28
รูปที่ 2.30 การเข้าปลายสายสองข้างแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B กึ่งกลางเสา 29
รูปที่ 2.31 ติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-30° 29
รูปที่ 2.32 การติดตั้งเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง พร้อมเหล็กรางน้ำตัดสั้น 29
รูปที่ 2.33 การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางโค้ง 30°-60° 29
รูปที่ 2.34 การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางโค้ง 60°-90° 30
รูปที่ 2.35 การผูกลูกถ้วยด้านบน สำหรับทางตรง 30
รูปที่ 2.36 การผูกลูกถ้วยด้านข้าง สำหรับทางโค้ง 31
รูปที่ 2.37 ระยะห่างเสาและระยะหย่อนยาน ติดตั้งสายSAC1-2บนเสา 12.20 ม. 31
รูปที่ 2.38 การติดตั้งไม้คานสำหรับวัดระยะหย่อนยาน (การะประกอบเลขที่ 9402) 32
รูปที่ 2.39 สายยึดโยงป้องกันพาย 32
รูปที่ 2.40 สายยึดโยงแบบตรึงกับที่ 33
รูปที่ 3.9.1 คอนเหล็กรูปรางน้ำ 38
รูปที่ 3.9.2 เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด12 เมตร 38
รูปที่ 3.9.3 เสาตอม่อ คอร. 39
รูปที่ 3.9.4 เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง 39
รูปที่ 3.9.5 ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าแบบแท่นก้านตรง ชนิด พินโพสท์ 40
รูปที่ 3.9.6 รูปภาพลูกถ้วยแขวน (Suspension) 40
รูปที่ 3.9.7 คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มิลลิเมตร 41
รูปที่ 3.9.8 สายล่อฟ้า (Overhead Ground Wire : OHGW) 41
รูปที่ 3.9.9 สายเฟัลปล์ ดอด์จ SAC (SPACED AERIAL CABLB) 42
รูปที่ 4.2.1 การเตรียมการก่อนปักเสา 43

รูปที่ 4.2.2 การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ 44
รูปที่ 4.2.3 การขุดหลุมเสา 44
รูปที่ 4.2.4 การตั้งเสาไฟฟ้า 45
รูปที่ 4.2.5 การกลบดินและบดอัด 45
รูปที่ 4.2.6 ติดตั้งอุปกรณ์บนเสา 46
รูปที่ 4.2.7 การพาดสายไฟฟ้า 46
รูปที่ 4.2.8 การตรวจสอบและทดสอบ 47
รูปที่ 4.2.9 การส่งมอบงาน 47

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ก 1 หนังสือยินยอมให้เผยแพร่โครงการสหกิจศึกษา 73
รูปที่ ข 1 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 75
รูปที่ ข 2 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 76
รูปที่ ข 3 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์ 76
รูปที่ ค 1 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 78
รูปที่ ค 2 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 78
รูปที่ ค 3 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 79

มหาวิทยาลัยสยาม
SIAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างมากทั้งต่อ ภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และกิจการอื่น ๆ จะเกิดผลกระทบอย่างมากหากระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเกิดความขัดข้อง ดังนั้นจึงต้องมีการบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้า ให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อลดความบกพร่องของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

จากเหตุผลข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้จัดทำรายงาน การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง โดยมีเนื้อหาการเรียนรู้ ดังนี้

1.1.1 ความรู้เบื้องต้นไฟฟ้าระบบ 24 กิโลโวลต์

1.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

1.1.3 มาตรฐานในการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงระบบ 24 กิโลโวลต์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้

และมีทักษะในการควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ตามมาตรฐานของ กฟน. ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดทำรายงานในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยแสดงให้เห็นถึงลักษณะงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง และความสำคัญของการเตรียมสถานที่ก่อนการติดตั้ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานก่อสร้างระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้านครหลวง

1.2.2 เพื่อศึกษามาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้านครหลวง

1.2.3 เพื่อฝึกทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้จากทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.2.4 เพื่อฝึกทักษะการวางแผนงานและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบขณะปฏิบัติงาน

1.2.5 เพื่อฝึกความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ดำเนินการควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

1.3.2 ศึกษาแบบการก่อสร้าง การติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงระบบ 24 กิโลโวลต์ และตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับดำเนินการการควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

1.4.2 สามารถปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นในองค์กรและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 เข้าใจหลักการและวิชาการมากขึ้นจากการปฏิบัติงานจริง

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ในการผลิต และการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นจะเริ่มต้นจากการผลิตกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าประมาณ 10-20 กิโลโวลต์ ด้วยปัญหาด้านการฉนวนจึงไม่สามารถที่จะสร้างแรงดันสูงกว่านี้ได้ แต่เนื่องจากการส่งกำลังไฟฟ้าระยะทางไกลให้ได้ประสิทธิภาพสูงนั้น จำเป็นจะต้องทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สูงขึ้นที่สถานีแปลงแรงดัน จากนั้นกำลังไฟฟ้าจะถูกส่งไปตามสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เมื่อเข้าสู่บริเวณชุมชนจะทำการลดระดับแรงดันลงให้เป็นแรงดันระดับปานกลางที่สถานีจำหน่ายไฟฟ้าย่อย ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย และเมื่อกำลังไฟฟ้าถูกส่งไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทำการแปลงระดับแรงดันลงที่หม้อแปลงจำหน่ายให้เป็นระดับแรงดันต่ำ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

2.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง

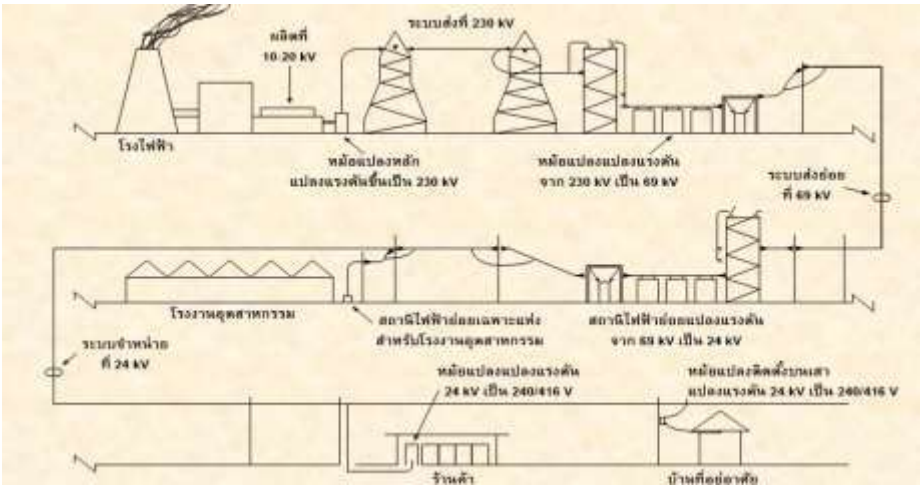
ระบบไฟฟ้ากำลังระบบไฟฟ้ากำลังหมายถึง ระบบไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วย ระบบการผลิต ระบบการส่ง ระบบการจำหน่าย และระบบการใช้กำลังไฟฟ้าโดยที่สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2.1

2.2.1 ระบบการผลิต (Generating System) หมายถึง ระบบที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปอื่น ๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น เปลี่ยนจากพลังงานศักย์ของน้ำ หรือ พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบการผลิต ได้แก่ โรงจักรไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาที่แรงดันประมาณ 10-20 กิโลโวลต์ จากนั้นแรงดันก็จะถูกแปลงให้สูงขึ้นที่ลานไกไฟฟ้า (Switch Yard) เพื่อที่จะเข้าสู่ระบบการส่งต่อไป

2.2.2 ระบบการส่ง (Transmission System) หมายถึง ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเพื่อจำหน่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป โดยจะทำการส่งกำลังไฟฟ้าในระดับแรงดันสูง ระบบการส่ง ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง สายส่งไฟฟ้าแรงสูง และบริภัณฑ์ที่ใช้ในการส่งกำลังไฟฟ้าอื่น ๆ

2.2.3 ระบบการจำหน่าย (Distribution System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่รับกำลังไฟฟ้าจากระบบการส่ง แล้วทำการลดระดับแรงดันลงจากแรงดันสูงให้เป็นแรงดันปานกลางที่สถานีจำหน่ายไฟฟ้าย่อย เพื่อที่จะส่งกำลังไฟฟ้าให้ต่อไป ระบบการจำหน่าย ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย สายจำหน่ายแรงดันปานกลาง หม้อแปลงจำหน่าย และสายจำหน่ายแรงดันต่ำ

2.2.4 ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า (Utilization System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่รับกำลังไฟฟ้าจากระบบการจำหน่ายที่มีระดับแรงดันสูงเป็นแรงดันปานกลางแล้วทำการลดระดับแรงดันลงให้เป็นแรงดันต่ำ เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับบริภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ



รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

2.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยในขณะนี้ การผลิตและการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้านั้น ดำเนินงานโดยหน่วยงานซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจ 3 แห่ง ซึ่งแต่ละหน่วยงานก็มีหน้าที่รับผิดชอบแตกต่างกันไป ดังนี้คือ

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)

- การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

Metropolitan Electricity Authority (MEA)

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

Provincial Electricity Authority (PEA)

2.4 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีหน้าที่จัดหาแหล่งพลังงานและผลิตกำลังไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของประเทศ รวมทั้งมีอำนาจในการจัดซื้อ หรือขายกำลังไฟฟ้ากับประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงแล้วจัดส่งต่อให้การไฟนครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจะส่งกำลังไฟฟ้าไปยังสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งตั้งกระจายไปตามเมืองต่าง ๆ โดยจะมีศูนย์ควบคุมการผลิต และการส่งกำลังไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าแต่ละแห่งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งลักษณะการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวันจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลา และฤดูกาล ดังนั้นการผลิตจัดส่งกำลังไฟฟ้าและการจัดส่งกำลังไฟฟ้า จึงต้องมีการติดต่อประสานงานกัน เพื่อให้การบริการเป็นไปอย่างต่อเนื่องมีประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้ เนื่องจากประเทศไทยมีการขยายตัวในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างรวดเร็วเพื่อเป็นการช่วยแบ่งเบาภาระของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต รัฐบาลจึงได้มีนโยบายสนับสนุนให้บริษัทเอกชนตั้งโรงไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แล้วจ่ายให้ระบบ ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ขนาดคือ

บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Independent Power Producer หรือ IPP)

บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small Power Producer หรือ SPP)

อย่างไรก็ตามทั้ง IPP และ SPP ยังต้องอยู่ภายในการควบคุมอย่างใกล้ชิดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เพื่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ในอนาคตการผูกขาดการบริการต้นพลังงานของรัฐวิสาหกิจทั้ง 3 แห่งในประเทศไทยคงจะต้องค่อยๆ หมดไปตามแนวโน้มทางสากลโลกซึ่งเรียกว่า Deregulation ถ้าสามารถเป็นได้ดังที่กล่าวมาแล้วจะเป็นประโยชน์อย่างมากกับอุตสาหกรรมการผลิตและขายพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย

2.4.1 โรงไฟฟ้า

ในปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีโรงไฟฟ้าอยู่หลายแบบด้วยกัน แต่ละแบบก็จะมีคุณสมบัติที่ แตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

1. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำได้แก่ การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำขึ้นและอาศัยพลังงาน ของน้ำเหล่านี้ไปหมุนกังหันใบพัด และหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป โรงไฟฟ้าแบบนี้จะสามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็วภายในเวลา 5 นาที ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิต ดังนั้นต้นทุนในการผลิตจึงต่ำมากและยังไม่มีปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง แต่โรงไฟฟ้าประเภทนี้มีข้อเสียที่การสร้างเขื่อนจะต้องใช้พื้นที่มากและทำให้สภาพภูมิศาสตร์บริเวณนั้นเปลี่ยนไป ในปัจจุบันการดำเนินการสร้างเขื่อนแต่ละแห่งจึงเป็นไปด้วยความยากลำบาก แนวโน้มของโรงไฟฟ้าประเภทนี้จึงลดน้อยลงไป

2. โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ โรงไฟฟ้าแบบนี้มีข้อดีคือ สามารถสร้างให้มีกำลังผลิตสูงๆ ได้ แต่จะใช้เวลาติดเครื่องนานนับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งจ่ายไฟฟ้าได้นั้นจะต้องเสียเวลานานประมาณ 6-8 ชั่วโมง เพราะจะต้องใช้เวลาจุดเตาอุ่นเครื่องต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำจนมีอุณหภูมิ และความดันตามที่กำหนดเพื่อส่งไปหมุนเครื่องกังหันขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงไฟฟ้าประเภทนี้จะต้องเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนในการต้มน้ำ เชื้อเพลิงในการผลิตจึงขึ้นกับราคาเชื้อเพลิงเหล่านั้น ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะใช้ทั้งเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในประเทศ และสั่งซื้อจากต่างประเทศที่ใช้เช่นถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ต้นทุน

3. โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและดีเซล โรงไฟฟ้าแบบนี้สามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็วภายในเวลา 15 นาที แต่ต้นทุนการผลิตสูงกว่าโรงไฟฟ้าแบบอื่น เนื่องจากค่าเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงไม่นิยมเดินเครื่องเป็นเวลานานจะเดินเครื่องเฉพาะช่วงที่มีผู้ใช้ไฟมากเท่านั้นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม คือ โรงฟฟ้าที่ใช้เครื่องกังหันก๊าซ และเครื่องจักรพลังไอน้ำทำงานร่วมกัน โดยเครื่องจักรพลังไอน้ำจะใช้ความร้อนที่ได้จากไอเสียของเครื่องกังหันก๊าซ ซึ่งปกติจะปล่อยทิ้งไปในอากาศมาช่วยต้มน้ำให้กลายเป็นไอ จึงทำให้ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าสูงขึ้น ตัวอย่างโรงไฟฟ้าประเภทนี้ เช่น โรงไฟฟ้าบางปะกง

2.4.2 ระบบการส่ง

วิธีการส่งกำลังไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด หรือ โรงจักรไฟฟ้าต่าง ๆ ไปยังบริเวณที่รับกำลังไฟฟ้าไกล ๆ นั้น จำเป็นจะต้องมีระบบการส่งกำลังไฟฟ้า ที่เป็นการเชื่อมโดยตรงระหว่างแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สำหรับการส่งนี้จำเป็นที่จะต้องเพิ่มแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูงเสียก่อนดังที่ได้กล่าวแล้ว ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นระบบสายอากาศ (Overhead Aerial Line) เป็น ระบบสายส่งแรงดันสูง 4 ระดับแรงดัน ด้วยกันคือ

500 กิโลโวลต์ 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิรตซ์

230 กิโลโวลต์ 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิรตซ์

115 กิโลโวลต์ 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิรตซ์

69 กิโลโวลต์ 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิรตซ์

การส่งกำลังไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจะเลือกส่งด้วยระดับแรงดันขนาดใดนั้นจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ ระดับแรงดันมีอยู่เดิม การเชื่อมโยงระบบเข้าด้วยกัน ระยะทางของการส่งพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตใช้ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น การส่งกำลังไฟฟ้าด้วยระดับแรงดันสูงๆ นั้นรับระบบสายส่งแรงสูง 500 กิโลโวลต์ เป็นระบบแรงสูงพิเศษ (Extra High Voltage , EHV) ซึ่งเป็นจะสามารถส่งกำลังไฟฟ้าได้เป็นจำนวนมากขึ้น และลดการสูญเสียในสายส่งไฟฟ้า ทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.5 การไฟฟ้านครหลวง

การไฟฟ้านครหลวงมีหน้าที่ในการจัดหาและจำหน่ายไฟฟ้าให้กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง

2.5.1 แหล่งพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากการไฟฟ้านครหลวงมีหน้าที่รับผิดชอบแค่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ จึงมีแหล่งผลิตไฟฟ้าอยู่ไม่กี่แห่ง ดังต่อไปนี้

1. ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต กำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่ของการไฟฟ้านครหลวงได้มาจากการซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเป็นผู้ตั้งสถานีแปลงแรงดัน และติดตั้งหม้อแปลงลดระดับแรงดันสูงจากระบบสายส่งแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งเป็นระบบแรงดัน 230 กิโลโวลต์, 115 กิโลโวลต์ และ 69 กิโลโวลต์ แปลงลงมาเป็นแรงดันตามระบบการจำหน่ายแรงสูงของการไฟฟ้านครหลวง

2. ซื้อจากการพลังงานแห่งชาติ การพลังงานแห่งชาติได้สร้างเขื่อน และโรงจักรพลังน้ำขนาด 1000 กิโลวัตต์ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับจังหวัดแม่ฮ่องสอน และ จังหวัดใกล้เคียง

3. ซื้อจากผู้ผลิตพลังงานทดแทน รัฐบาลได้สนับสนุนให้มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนเพื่อลดการพึ่งพลังงานไฟฟ้าจากน้ำมันและแก๊สซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศพลังงานทดแทนที่ใช้การมากคือ พลังงานจากแสงอาทิตย์, พลังงานลม และพลังงานจากชีวมวล

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน จะต้องลงทุนสูง ดังนั้นรัฐบาลจึงให้ทางการไฟฟ้ารับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนสูงกว่าปกติ เพื่อให้สามารถคุ้มการลงทุนทางธุรกิจ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานทดแทน จะต้องต่อกับระบบไฟฟ้าของทางการไฟฟ้า (Grid Connected)

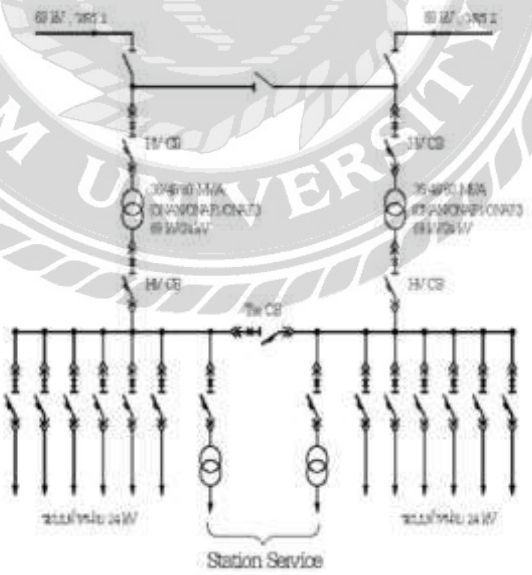
2.5.2 ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าย่อย (Sub Transmission System) การไฟฟ้านครหลวง จะรับกำลังไฟฟ้ามาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย แล้วจะใช้การส่งไฟฟ้าในระบบการส่งแรงดันสูง 230 กิโลโวลต์, 115 กิโลโวลต์ และ 69 กิโลโวลต์

2.5.3 ระบบการจำหน่ายแรงดันป่านกลาง การไฟฟ้านครหลวงมีระบบแรงดันจำหน่ายอยู่ 2 ระบบ ได้แก่

1. ระบบแรงดัน 12 กิโลโวลต์ Conventional Solidly Grounded System จังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ ระบบนี้เป็นแบบ 3 เฟส 3 สาย และ ระบบ 1 เฟส 2 สาย ดังแสดงในรูปที่ 2.2

2. ระบบแรงดัน 24 กิโลโวลต์ Conventional Solidly Grounded System จังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ ระบบนี้เป็นแบบ 3 เฟส 3 สาย และ ระบบ 1 เฟส 2 สาย

หมายเหตุ กฟน. กำลังแก้ไขระบบไฟฟ้าจาก 12 kV เป็น 24 kV ผู้ออกแบบ ควรออก แบบที่ระบบ 24 kV



รูปที่ 2.2 ระบบการจำหน่ายของ กฟน.

2.6 มาตรฐานการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง ระบบไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์

เสาไฟฟ้าระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ เสาระบบจำหน่ายเป็นเสาคอนกรีตอัดแรงเช่นเดียวกันกับเสาไฟฟ้าระบบสายส่ง แต่มีความสูงหลาย ขนาดดังนี้ 12 เมตร 12.20 เมตร 14 เมตร 14.30 เมตร และ 16 เมตร ตามวัตถุประสงค์การใช้งานโดยมี รายละเอียดทางเทคนิค ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเสาไฟฟ้าระบบจำหน่าย 22 กิโลโวลต์

ขนาดความสูง (เมตร)	ค่าความต้านทานโมเมนต์ที่ระดับดิน (kg-m)	น้ำหนักเสา (กิโลกรัม)	ความลึกในการปัก (เมตร)
12.00	2,550	1,265	2.00
12.30	5,900	1,490	2.20
14.00	3,500	1,950	2.00
14.30	9,000	2,015	2.30

2.7 ระบบต่อลงดินในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

การต่อลงดิน หมายถึง การเชื่อมต่อด้วยตัวนำทางไฟฟ้าระหว่างวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ากับดิน ซึ่งมีความสำคัญหลายประการ เช่น ทำให้ค่าแรงดันเทียบกับดินมีค่าคงตัว หรือมีเสถียรภาพในขณะระบบไฟฟ้าทำงานปกติ ทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้น เมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน หรือเพื่อจำกัด แรงดันเกินชั่วครู่ (Transient Overvoltage) ที่อาจเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า เป็นต้นในทางอุดมคติการรักษา ระดับแรงดันอ้างอิงเพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต และจำกัดระดับแรงดันดินของ อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ค่าความต้านทานของระบบต่อลงดินควรมีค่าเป็นศูนย์โอห์ม แต่ค่าดังกล่าวไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม ค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดินควรมีค่าต่ำ โดยเป็นไปตามข้อกำหนด NEC, OSHA และมาตรฐานความความปลอดภัยอื่น ๆ ซึ่งระบบต่อลงดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ จะต้องค่าความต้านทานแต่ละจุดต้องไม่เกิน 5 โอห์มซึ่งหากมีการปรับปรุงค่าความต้านทานดินแล้วเกิน 5 โอห์มยินยอมให้ไม่เกิน 25 โอห์ม

2.8 ลูกถ้วยไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

ลูกถ้วยไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับสายไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นฉนวน และป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้ารั่วสู่ดิน หรือลัดวงจรลงดิน ในระบบสายส่งจะใช้ลูกถ้วยแขวนขึงสายไฟฟ้าในอากาศเพื่อรองรับน้ำหนักและแรงกล ที่เกิดขึ้น ดังนั้นลูกถ้วยไฟฟ้าระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ลูกถ้วยที่ใช้ในระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ของ กฟน. โดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ประเภทตามลักษณะ การใช้งาน

2.8.1 ลูกถ้วยแนวตั้งเป็นลูกถ้วยที่ทำหน้าที่รองรับสายไฟฟ้าในแนวตั้งใช้ประกอบติดตั้งรวมกับ คอน คอร. หรือ คอนเหล็กฉากรับสายทางโค้งของสาย SAC ซึ่งมีหลายชนิดเช่น Pin Type, Pin post Type, Line Post Type, Fog Type เป็นต้น

2.8.2 ลูกถ้วยแขวน ใช้สำหรับติดตั้งแบบเข้าปลายสานในแนวนอน(รับแรงดึง) โดยใช้ลูกถ้วยจำนวน 3 ลูก สำหรับพื้นที่ที่มีมลภาวะต่ำ จำนวน 4 ลูกสำหรับพื้นที่ที่มีมลภาวะปานกลาง และจำนวน 5 ลูกสำหรับพื้นที่ที่มีมลภาวะสูง

2.8.3 ลูกถ้วยแยกสาย (Cable Spacer) ใช้สำหรับงาน ที่รองรับสายชนิด SAC โดยมี 2 ชนิด คือ ชนิดพอร์ตเลน และชนิดโพลิเมอร์

2.8.4 ลูกถ้วยยึดโยงมีหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันกระแสรั่วไหลจากหัวเสาผ่านมาตามสายยึดโยง

รูปที่ 2.3 ลูกถ้วยไฟฟ้าที่มีใช้งานในระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

การเลือกใช้ลูกถ้วยไฟฟ้าในระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ต้องคำนึงถึงระดับของมลภาวะในพื้นที่ที่มีการใช้งาน ทั้งมลภาวะจากไอเกลือเนื่องจากอยู่ใกล้ชายทะเล และมลภาวะที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดคราบสกปรกจับที่ผิวของรูปถ้วยไฟฟ้า ทำให้ความต้านทานเชิงผิวของรู้ถ้วยไฟฟ้าลดลง จนเป็นเหตุให้เกิดการวาบไปตามผิว หรือ Surface Flashover ส่งผลให้เกิดการลัดวงจร และทาให้อุปกรณ์ ป้องกันกระแสเกินทำงานปลดวงจรออก เกิดไฟฟ้าดับขึ้น การเลือกใช้ลูกถ้วยในสภาพมลภาวะต่าง ๆ ให้ พิจารณาตามตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 การจำแนกพื้นที่มลภาวะในระดับต่าง ๆ

ประเภทพื้นที่	คุณลักษณะ
มลภาวะระดับเล็กน้อย	เป็นพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะ เช่น - ปลอดจากอุตสาหกรรม และชุมชนที่มีการใช้เครื่องทำความร้อน/เย็นน้อย - มีความหนาแน่นของอุตสาหกรรมหรือที่อยู่อาศัยน้อย โดยมีลมพัดผ่านหรือมีฝนตกบ่อย และบริเวณเกษตรกรรม หรือใกล้ภูเขา ต้องอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกินกว่า 1 กิโลเมตร และไม่มีลมทะเลผ่านโดยตรง หรือมีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วย ระหว่าง 0.03 ถึง 0.06 มก./ซม.
มลภาวะระดับปานกลาง	เป็นพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะ เช่น - เขตอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มีการสร้างฝุ่นหรือควันออกมา หรือชุมชนที่มีการใช้เครื่องทำความร้อนหรือความเย็นในระดับปานกลาง - ย่านชุมชนหรือเขตอุตสาหกรรมหนาแน่น แต่ต้องมีลมพัดผ่านหรือมีฝนตกบ่อย - บริเวณที่มีลมพัดผ่าน และอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร - มีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วย ระหว่าง 0.01 ถึง 0.20 มก./ซม.

มลภาวะระดับสูง	เป็นพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะ เช่น - เขตอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มีการสร้างฝุ่นหรือควันออกมา หรือชุมชนที่มีการใช้เครื่องทำความร้อนหรือความเย็นในระดับสูง - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร หรือได้รับลมทะเลที่รุนแรงแต่มีสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้กำบัง - มีค่า ESDD บนผิวลูกถ้วย ระหว่าง 0.30 ถึง 0.60 มก./ซม.
มลภาวะระดับสูงมาก	เป็นพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะ เช่น - บริเวณที่ได้รับฝุ่นควันจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น ปูนซีเมนต์ - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กิโลเมตร และได้ไอทะเลโดยตรง ทั้งลมและมลภาวะที่รุนแรงมาก จากทะเลโดยตรง - บริเวณที่มีความชื้นสูงก่อให้เกิดหมอกหรือตะใคร่จับ

ตารางที่ 2.3 การเลือกใช้ลูกถ้วยไฟฟ้าตามลักษณะพื้นที่ที่มีสภาพมลภาวะต่าง ๆ

ประเภทพื้นที่	การเลือกใช้ลูกถ้วยระบบ 22 กิโลโวลต์
มลภาวะระดับเล็กน้อย	ลูกถ้วยไลน์โพสท์ 57-2 ลูกถ้วยพินโพสท์ 56/57-2
มลภาวะระดับปานกลาง	ลูกถ้วยพินโพสท์ 56/57-2
มลภาวะระดับสูง	ลูกถ้วยพินโพสท์ 56/57-3 ลูกถ้วยแท่งคอมโพสิต
มลภาวะระดับสูงมาก	ลูกถ้วยพินโพสท์ 56/57-3 ลูกถ้วยแท่งคอมโพสิต

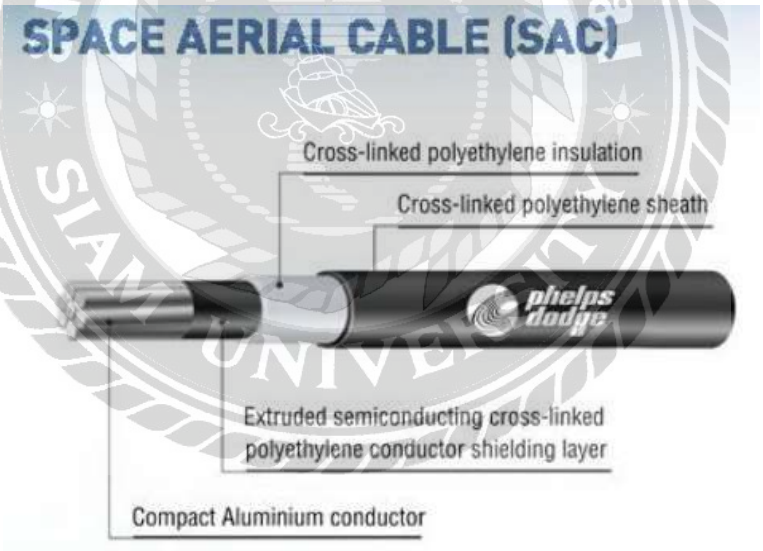
2.9 สายไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

สายไฟฟ้า ทำหน้าที่ส่งผ่านและเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าไปยังจุดรับไฟ การพิจารณาเลือก ชนิดของวัสดุต้องคำนึงถึงความสามารถในการนำไฟฟ้า (Conductivity) ความสามารถในการรับแรงดึง (Mechanical Strength) น้ำหนักสาย (Weight) และราคา (Price) ปัจจุบันมีการใช้งานของการไฟฟ้านครหลวงอยู่ 2 ชนิด คือสายอลูมิเนียมเปลือย (All Aluminum Conductor-AAC, All Aluminum Alloy Conductor-AAAC, Aluminum Conductor Steel Reinforced-ACSR และสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวน (Partially Insulated Cable-PIC, Spaced Aerial Cable-SAC, Twist Aerial Cable-TAC)

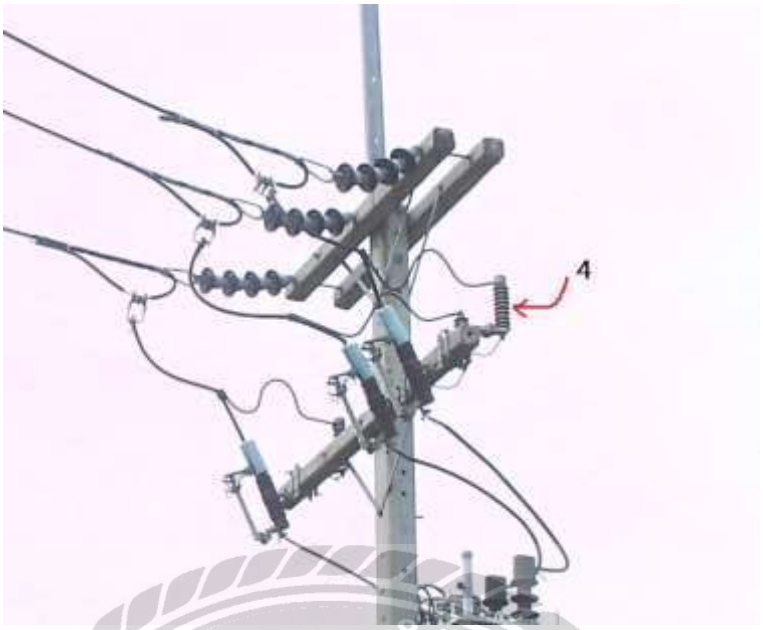
สายไฟที่ใช้ในระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้านครหลวง ใช้สายอลูมิเนียมเปลือย และสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวน โดยนิยมใช้สายไฟ Spaced Aerial Cable (SAC) เป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง ประเภทระบบสายอากาศ (Overhead Aerial Cable) เป็นสายไฟฟ้า

แกนเดียว สายไฟฟ้า(SAC) คือสายไฟชนิดมีตัวนำเป็นอะลูมิเนียมตีเกลียวแบบอัดแน่นหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก XLPE สาย SAC ผลิตตามมาตรฐาน มอก.2341-2555 หรือมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ มีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ และ 35 กิโลโวลต์

สายไฟฟ้า (SAC) ถูกออกแบบมาให้มีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพอากาศและรังสี UV สายไฟฟ้า (SAC) เหมาะสำหรับติดตั้งเดินลอยในอากาศบนเสาไฟฟ้าภายนอกอาคารโดยเฉพาะ นิยมใช้ในระบบจำหน่ายแรงสูงของการไฟฟ้านครหลวง และใช้สายไฟฟ้า (SAC) นี้ต่อรับไฟจากระบบแรงสูงของ การไฟฟ้านครหลวง เข้าหม้อแปลงสายไฟฟ้า (SAC) จัดเป็นสายไฟประเภทหุ้มฉนวนไม่เต็มพิกัด (Partial Insulated Cable) ถึงแม้จะมีฉนวนและเปลือกหุ้ม แต่ฉนวนของสายไฟฟ้า(SAC) มีความหนาเพียงพอสำหรับป้องกันการลัดวงจรได้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น สามารถป้องกันการลัดวงจรจากกิ่งก้านของต้นไม้ที่ถูกลมพัดมาแตะถูกสายชั่วคราวได้ แต่หากต้นไม้เติบโตจนกิ่งไม้ยื่นมาแตะถูกสายตลอดเวลา ฉนวนของสายไฟฟ้า(SAC) จะไม่สามารถทนได้และเกิดการลัดวงจรในที่สุด นอกจากนี้โครงสร้างของสายไฟฟ้า (SAC) ยังไม่มีสกรีนโลหะ (Metal screen) ที่จะใช้ต่อลงกราวด์เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนสาย ดังนั้น สายไฟฟ้า (SAC) จึงไม่สามารถจับหรือสัมผัสสายด้วยมือเปล่าโดยตรงได้ โดยแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 2.5 แสดงภาพของสาย Space Aerial Cable (SAC)



รูปที่ 2.4 สาย Space Aerial Cable (SAC)



รูปที่ 2.5 การใช้สาย Space Aerial Cable (SAC) ระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

2.10 อุปกรณ์ป้องกันและตัดตอน ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

อุปกรณ์ป้องกันที่ป้องกันกระแสเกินพิกัดในระบบไฟฟ้าโดยสามารถปิด/เปิดวงจรได้ในขณะที่มีโหลด หรือฟอล์ตได้อย่างอัตโนมัติ และสามารถทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์ตัดตอนได้

อุปกรณ์ตัดตอนทำหน้าที่ ปิด/เปิดระบบไฟฟ้าซึ่งมีทั้งชนิดเปิด/ปิดได้ขณะไม่มีโหลด และมีโหลด และสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการดับอาร์คเช่น ดับอาร์คด้วยอากาศ ดับอาร์คด้วยน้ำมัน และดับอาร์คด้วย แก๊ส SF6 อุปกรณ์ป้องกัน และตัดตอนที่ใช้ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ เช่น Circuit Switcher, Air Break Switch (ปิด/เปิด ได้ขณะไม่มีโหลด), Load Break Switch (เปิด /ปิดได้ขณะมีโหลด)

อุปกรณ์ป้องกัน และตัดตอนในระบบจำหน่าย

- อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายได้แก่ Recloser, Dropout Fuse Cutout
- อุปกรณ์ตัดตอนที่สามารถเปิด/ปิดได้ขณะไม่มีโหลดได้แก่ Air Break Switch, Disconnecting Switch
- อุปกรณ์ตัดตอนที่สามารถเปิด/ปิดได้ขณะมีโหลดได้แก่ Load Break Switch (Group Switch), Load Break Switch (SF6)

ข้อดีของอุปกรณ์สำหรับตัดต่อระบบไฟฟ้าแรงสูง (Load Break Switch) คือในการปลดหรือสับ ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพื่อในการดำเนินการ สามารถกดควบคุมที่ตู้ควบคุมด้านล่างหรือสั่งการ

จากศูนย์ควบคุมผ่านระบบใยแก้วนำแสงได้ อีกทั้งดำเนินการพร้อมกันทั้งสามเฟส จึงไม่มีโอกาสเกิดเหตุการณ์เฟอโรเรโซแนนซ์ (Ferroresonance) ได้

รูปที่ 2.6 ลักษณะอุปกรณ์สำหรับตัดต่อระบบจำหน่ายแรงสูง (Load Break Switch)

2.11 กับดักเสิร์จ หรือกับดักฟ้าผ่า หรือ ล่อฟ้า ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

อุปกรณ์กับดักเสิร์จมีหน้าที่ลดทอนแรงดันเกินที่เดินทางผ่านเข้ามาในระบบให้มีขนาดแรงดันลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ด้านหลังของกับดักเสิร์จ ในสภาวะแรงดันปกติกับดักเสิร์จจะประพฤติตัว เป็นความต้านทานที่มีค่าอนันต์ แต่เมื่อมีแรงดันเกินที่มีขนาดถึงแรงดันที่ต้องป้องกันเข้ามาทางสายตัวนำกับดักเสิร์จ จะทำประพฤติกรรมเป็นตัวนำ ทำการระบายพลังงานในรูปของกระแสผ่านสายกราวด์ลงสู่พื้นดิน โดยที่ กฟภ. มีใช้งานอยู่ตามที่ระบุในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานกับดักเสิร์จ หรือ ล่อฟ้า

พิกัดแรงดัน (กิโลโวลต์)	Rated Discharge Current (กิโลแอมป์)	การใช้งาน
21	5	สำหรับป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์
21	10	สำหรับป้องกันอุปกรณ์สำคัญ เช่น Recloser, RCS, Capacitor Bank ในระบบ 24 กิโลโวลต์
24	5	สำหรับป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจำหน่าย 24 กิโลโวลต์ ที่มีการติดตั้ง NGR
24	10	สำหรับป้องกันอุปกรณ์สำคัญ เช่น Recloser, RCS, Capacitor Bank ในระบบ 24 กิโลโวลต์ ที่มีการติดตั้ง NGR

2.12 หม้อแปลงไฟฟ้า ในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์

หม้อแปลงไฟฟ้า(Transformer) คือ เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า(Voltage) ให้เพิ่มขึ้นเรียกว่า Step up Transformer และให้ลดลงเรียกว่า Step down Transformer แต่ไม่เปลี่ยนกำลังไฟฟ้า(Power/Watt) และความถี่ (Frequency/Hz) หม้อแปลงไฟฟ้ามีโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ แกนเหล็ก ขดลวดตัวนำ และฉนวน (และอาจมีส่วนประกอบย่อยซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง เช่น หม้อแปลงขนาดใหญ่ อาจมีถังบรรจุหม้อแปลง น้ำมันหม้อแปลง และขั้วของหม้อแปลง เป็นต้น)

2.12.1 แกนเหล็ก แกนเหล็กของหม้อแปลงจะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ เคลือบด้วยฉนวน เรียกกันว่า แผ่นลามิเนต

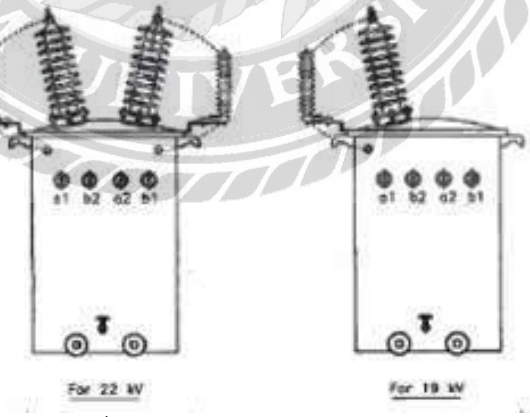
2.12.2 ขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำของหม้อแปลงจะมีลักษณะเป็นขดลวดทองแดงหรืออลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน โดยทั่วไป หม้อแปลงจะมีขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดปฐมภูมิ(Primary Winding) และขดลวดทุติยภูมิ(Secondary Winding)

2.12.3 ฉนวน ฉนวนของหม้อแปลงจะมีไว้เพื่อป้องกัน ไม่ให้ขดลวดสัมผัสกับส่วนที่เป็นแกนเหล็ก และป้องกันไม่ให้ขดลวดแต่ละชั้นสัมผัสกัน

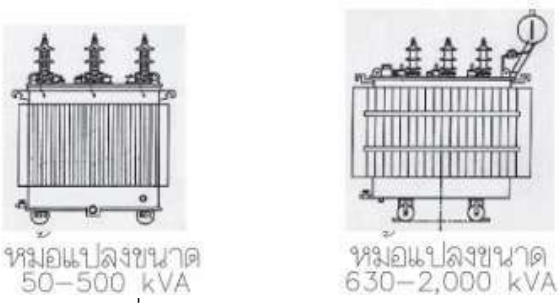
หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าใช้การส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าจากวงจรหนึ่ง(ขดลวดปฐมภูมิ-Primary Winding) ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาจะสร้างเส้นแรงแม่เหล็ก(Flux) และแรงแม่เหล็ก (Magnetromotive Force) ขึ้นในแกนเหล็ก(Iron Core) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจึงสลับขั้วกลับไปกลับมาด้วยความเร็วเท่ากับความถี่ไฟฟ้า (Frequency) เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ตัดกับขดลวดที่พันอยู่บนแกนเหล็ก ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้า(Induce EMF) ไปยังอีกวงจรหนึ่ง(ขดลวดทุติยภูมิ Secondary Winding) ส่งถ่ายเป็นแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าออกมา โดยมีความถี่ไฟฟ้าเท่ากับความถี่ไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา (ที่ใช้กันอยู่ปรกติได้แก่ 50-60 เฮิรตซ์) การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าจะไม่มีส่วนใดเคลื่อนที่เหมือนมอเตอร์ จึงมีการสูญเสียกำลังงานในขณะทำงานน้อยกว่ามอเตอร์

รูปที่ 2.7 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายของ กฟน. ระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ นั้นมีใช้งานทั้งหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส ตามรูปที่ 2.9 และ หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ตามรูปที่ 2.10 และการเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง ระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ขึ้นอยู่กับบริภัณฑ์ทางไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น แสดงคุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 1 เฟส ตามตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.8 หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส



รูปที่ 2.9 หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 1 เฟส

พิกัดกำลัง(kVA)พิกัด	แรงดันปฐมภูมิ(kV)พิกัด	แรงดันทุติยภูมิ(V)	รูปแบบการติดตั้ง
10, 20, 30 และ 50	24	460/230	แขวนบนเสาเดี่ยว

ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ 3 เฟส มีการถนอมน้ำมันด้วยระบบปิดที่ใช้การขยายตัวของตัวถังรองรับการขยายตัวของน้ำมันเมื่อเกิดความร้อนในขณะจ่ายโหลด โดยมีพิกัดและลักษณะการติดตั้งดังนี้

ตารางที่ 2.6 แสดงคุณสมบัติทางเทคนิคและการเลือกใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 3 เฟส

พิกัดกำลัง (กิโลโวลต์แอมป์)	แรงดันปฐมภูมิ (กิโลโวลต์)	แรงดันทุติยภูมิ(โวลต์)	รูปแบบการติดตั้ง
50 และ 100	24	400/230	แขวนบนเสาเดี่ยว
160 และ 250	24	400/230	แขวนบนเสาเดี่ยว หรือบนนั่งร้าน
315, 400 และ 500	24	400/230	บนนั่งร้าน

หม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้ฟิวส์เป็นเครื่องป้องกันทั้งด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิโดยใช้ Fuse type K ประกอบติดตั้งกับ Drop Out fuse Cut Out สำหรับด้านปฐมภูมิ และ HRS Fuse สำหรับด้านทุติยภูมิมีรายละเอียดการเลือกใช้ตามมาตรฐานเลขที่ s02-015/56004 ดังตารางที่ 2.7 และ 2.8

ตารางที่ 2.7 การเลือกใช้ฟิวส์ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 1 เฟส

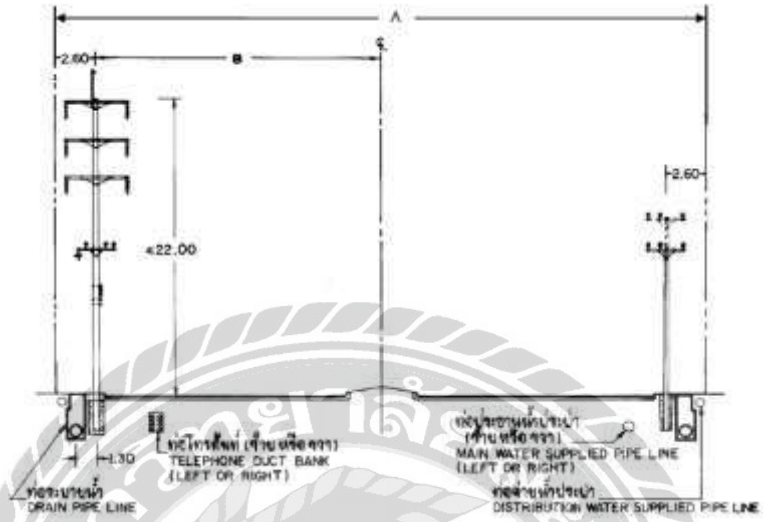
พิกัดกำลัง	ขนาดฟิวส์ด้านปฐมภูมิ	ขนาดฟิวส์ด้านทุติยภูมิ	
	22 กิโลโวลต์	1 เฟส 3 สาย	1 เฟส 2 สาย
10 kVA	1 K	32 A	50 A
20 kVA	2 K	50 A	100 A
30 kVA	3 K	80 A	150-160 A
50 kVA	5-6 K	100 A	-

ตารางที่ 2.8 การเลือกใช้ฟิวส์ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 3 เฟส

พิกัดกำลัง	ฟิวส์ด้านปฐมภูมิ	ฟิวส์ด้านทุติยภูมิ(A)			
	24 kV	1 วงจร	2 วงจร	3 วงจร	4 วงจร
50 kVA	3 K	80	32-36/50	-	-
100 kVA	5-6 K	150-160 A	50/100 80/80 80/100	-	-
160 kVA	8 K	200 A	80/150-160 80/200 100/150-160	50/100/100 80/80/80 80/80/100 80/100/100	50/50/80/80 50/50/80/100
250 kVA	15 K	-	100/200 150-160/200 200/200	80/80/200 100/100/200 100/100/150-160	80/80/100/100 80/80/80/150-160 100/100/100/100
315 kVA	15 K	-	200/200	100/200/200 150-160/200/200	100/100/150-160/150-160 100/100/150-160/200
500 kVA	20 K	-	-	200/200/200	200/200/200/200

2.13 มาตรฐานการติดตั้งในระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ของการไฟฟ้านครหลวง

2.13.1 ระยะห่างการปักเสาไฟฟ้าในเขตทางหลวง ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงการประกอบเลขที่ 9305 กำหนดจุดปักเสาตามที่กรมทางหลวงอนุญาตห่างจากเขตทางหลวงที่ระยะ 2.60 เมตร ตามรูปที่ 2.11 โดยมีระยะห่างการปักเสาไฟฟ้าในเขตทางหลวง ตามตารางที่ 2.9

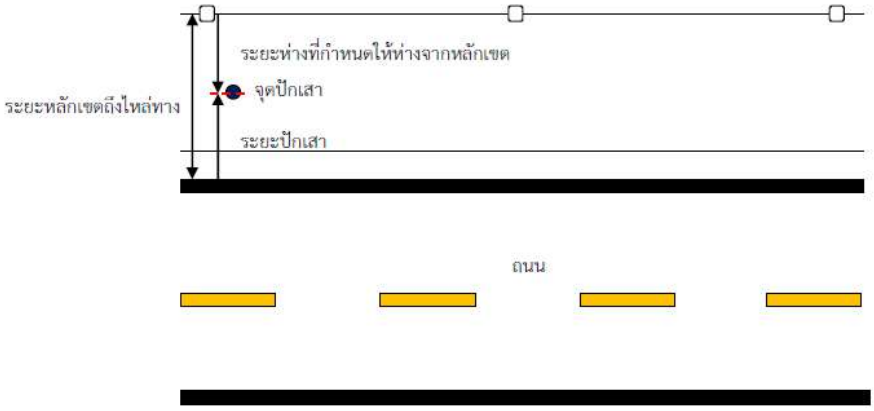


รูปที่ 2.10 ตำแหน่งการปักเสาไฟฟ้าในเขตทางหลวง (การประกอบเลขที่ 9305)

ตารางที่ 2.9 ระยะห่างการปักเสาไฟฟ้าในเขตทางหลวง (การประกอบเลขที่ 9305)

ความกว้างเขตทางหลวง “A” (เมตร) RIGHT OF WAY (R.O.W) WIDTH “A” (METER)	ระยะห่างการปักเสาจากแนวกึ่งกลางถนน “B” (เมตร)DISTANCE OF POLE SATTING FROM CENTER OF ROADWAY “B” (METER)
20	7.40
30	12.40
40	17.40

ในกรณีที่แนวสายระบบจาหน่ายที่จะก่อสร้างเป็นป่า มีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่น หรือเป็นดินเลนมีน้าขัง ไม่สามารถวัดระยะเล็งแนวได้โดยตรง ดังนั้นจึงใช้หลักการถ่ายระยะ กล่าวคือกาหนดจุดปักเสาจากเส้นของถนน อาจจะได้ทั้งเส้นเหลืองกึ่งกลางถนน หรือเส้นขาวจากไหล่ทาง กับหลักเขต โดยต้องทราบระยะความกว้างของถนนจากเส้นกึ่งกลาง หรือไหล่ทาง หักลบด้วยระยะที่ต้องการปักจากห่างจากไหล่ทาง จะได้ระยะจากกึ่งกลางถนน หรือจากไหล่ทางถึงระยะปักเสา แล้วจึงปัก หรือทำสัญลักษณ์กาหนดจุดปักเสา



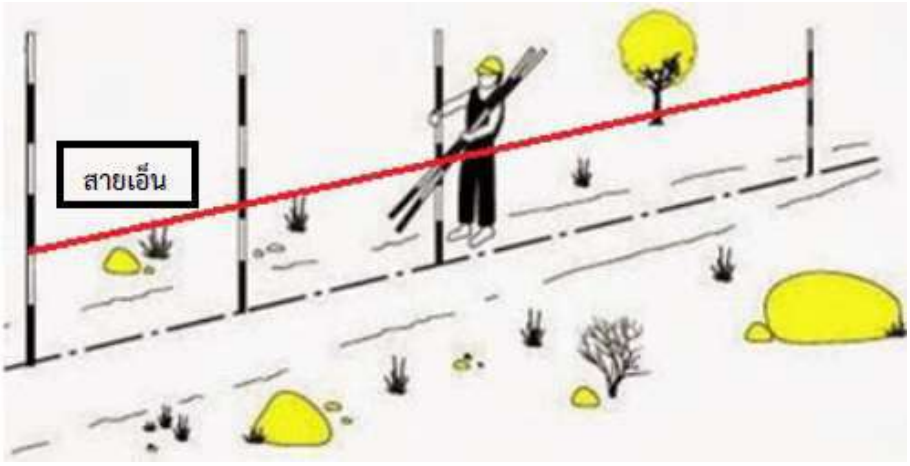
รูปที่ 2.11 รูปจำลองการเล็งแนวเสาโดยการถ่ายระยะ

2.13.2 การเล็งแนวการดำเนินการเล็งแนว มีวิธีที่นิยมทาอยู่ 2 รูปแบบ ดังนี้

1) กรณีใช้คนในการเล็งแนว จะกำหนดระยะโดยให้คนยืนอยู่จุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของช่วงระยะทางที่จะกำหนดจุดปักเสา จากนั้นให้อีกคนเข้ามาในแนวเสา เพื่อทำการปักไม้โพลล์ โดยระยะห่างของการปักไม้โพลล์ ให้ยึดตามระยะห่างช่วงเสา (Span) ซึ่งคนที่อยู่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายจะเป็นคนดูว่าแนวไม้โพลล์ตรงหรือไม่ ตามรูปที่ 2.13 จากนั้นปักหลักไม้โพลล์ หรือสัญลักษณ์กาหนดจุดอื่น ๆ โดยวิธีนี้ส่วนใหญ่ใช้ในกรณีที่เป็นทางตรง และคนยืนสามารถมองเห็นกันและกันได้

รูปที่ 2.12 การเล็งแนวเสาโดยใช้คน

2) กรณีใช้สายเอ็น ทาการขึงแนวสายเอ็นให้ตรงจากจุดเริ่มต้น ถึงจุดสุดท้ายของช่วงระยะทางที่จะกำหนดจุดปักเสา จากนั้นให้คนเข้ามาในแนวเสา เพื่อทำการปักไม้โพลล์ โดยระยะห่างของการปักไม้โพลล์ ให้ยึดตามระยะห่างช่วงเสา (Span) การปักไม้โพลล์ ให้หน้าไม้โพลล์แนบกับสายเอ็น ตามรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.13 การเล็งแนวเสาโดยใช้สายเอ็น

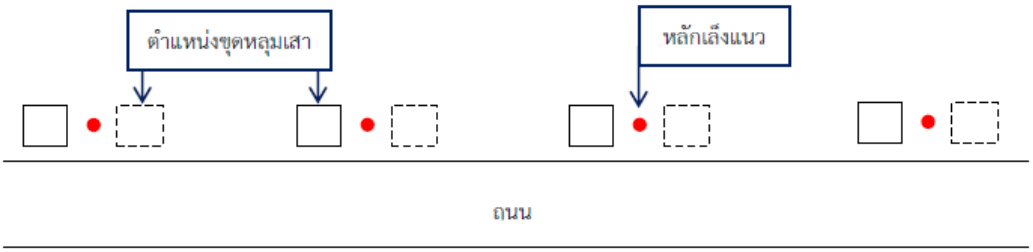
2.13.3 ตรวจสอบระดับดินเดิม หลังจากได้จุดก่อสร้างจริงแล้วจะต้องตรวจสอบระดับดินเดิมกับผิวจราจรว่ามีค่าระดับถูกต้องตามที่กำหนดในแผนผังหรือไม่ (การหาค่าที่ระดับตำแหน่งจุดฐานรากที่ก่อสร้าง ให้กาหนดจุดที่ตั้งไม้โพลล์ในตำแหน่ง พื้นที่ต่ำสุดในรัศมีประมาณ 1 เมตร จากจุดก่อสร้างจริง) หากมีค่าระดับเปลี่ยนแปลงไป ต้องพิจารณาแก้ไข เปลี่ยนแปลงโครงสร้างฐานรากให้เป็นไปตามสภาพพื้นที่ก่อสร้างจริง และถูกต้องตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

2.13.4 แรงแบกทานของดิน คือ ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน ซึ่งค่าแรงแบกทานของดินจะทาให้ทราบว่าดินบริเวณนั้นเป็นดินชนิดใด โดยจะมีผลกับความลึกในการปักเสา และการทำฐานรากเสา ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง จะกำหนดค่าไว้ตามตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 แรงแบกทานของดินแต่ละชนิด (แบบการประกอบเลขที่ 8201)

สภาพดิน	ชนิดดิน	แรงแบกทาน
ดินอ่อน	ดินเหนียว	1,700 กก./ตร.ม
ดินปานกลาง	ดินร่วนปนทราย	3,400 กก./ตร.ม
ดินแข็ง	ดินดานลูกรังหรือดินแข็ง	6,800 กก./ตร.ม

2.12.5 การขุดหลุมเพื่อปักเสา เนื่องจากมีการปักหลักไม้ หรือทำสัญลักษณ์ ที่จุดปักเสา ดังนั้นหลักไม้ หรือสัญลักษณ์นี้จะดึงออกไม่ได้ ให้ใช้เสียม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ขุดด้านซ้าย หรือด้านขวาของหลักเล็งแนว ซึ่งเมื่อปักเสาเรียบร้อยแล้ว และต้องการตรวจสอบแนวเสา จะทาการเล็งแนวให้รูเสาตรงกับหลักเล็งแนว ตามรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.14 การขุดหลุมที่จุดปักเสา

2.13.6 การขุดหลุมด้วยเครื่องจักร หากพื้นที่ ที่จะก่อสร้างนั้นเครื่องจักรสามารถเข้าถึงได้ ก็สามารถใช้รถเครนขุดเจาะได้ รวมทั้งการขุดเจาะจาเป็นต้องดูสภาพดินด้วย หากดินเป็นดินแข็ง หรือหินแข็งต้องระเบิดหรือขนย้ายหินออกก่อน เพราะใบมีดอาจเสียหายได้ ตามรูปที่ 2.16 และในการขุดเจาะเพื่อปักเสาต้องเลือกดอกสว่านให้เหมาะสมกับขนาดเสาที่จะทำการปัก แสดงตามตารางที่ 2.11

รูปที่ 2.15 การขุดหลุมด้วยเครื่องจักร

ตารางที่ 2.11 ขนาดดอกสว่านกับขนาดเสา คอร.

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน (เซนติเมตร)	ความสูงของ เสา คอร. (เมตร)
25	8.00 และ 9.00
30	12.00 และ 14.00
45	เสาตอม่อ, 12.20 และ 14.30

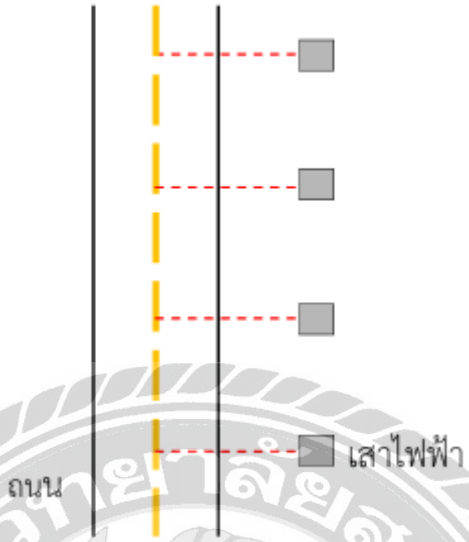
2.13.7 ความลึกในการปักเสา เนื่องจากเสาไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีหลายขนาด อีกทั้งสภาพพื้นที่ยังแตกต่างกัน ดังนั้นความลึกในการปักเสาแต่ละสภาพดินจึงแตกต่างกันตามตารางที่ 2.12 โดยในสภาพดินเป็นหินแข็งหรือดินดาน ต้องเทคอนกรีตหุ้มโคนเสา และในการปักเสาต้องปักให้ได้ความลึกตามที่มาตรฐานกำหนด โดยสังเกตที่โคนเสาจะมีเส้น หรือตัวเลขบอกตำแหน่งความลึกของเสา ตามรูปที่ 2.17

ตารางที่ 2.12 ความลึกในการปักเสา

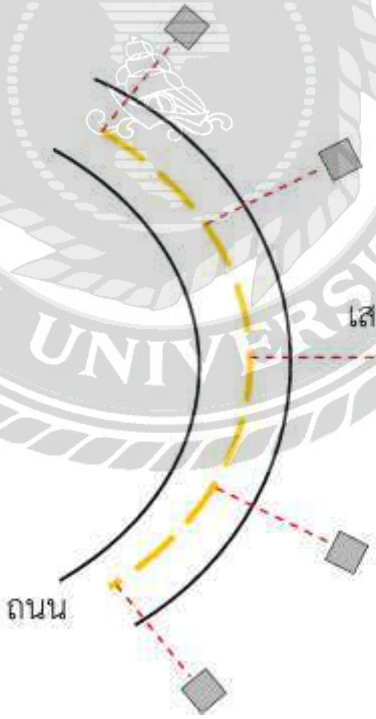
กรณีปักเสาในสภาพดินลักษณะต่าง ๆ				
ความยาวเสา (เมตร)	ดินอ่อน (เมตร)	ดินแข็งปานกลาง (เมตร)	ดินแข็ง (เมตร)	หินแข็ง (เมตร)
8.50	1.50	1.30	1.10	1.00
12.00	2.00	1.80	1.60	1.20
14.00	2.30	2.00	1.70	1.70
12.20	-	2.20	-	-
14.30	-	2.30	-	-

รูปที่ 2.16 จุดแสดงความลึกในการปักเสา

2.13.8 การปรับแต่งหน้าเสา หลังจากปักเสาลงหลุมก่อนการกลบฝัง เพื่อให้เสาแต่ละต้นมีหน้าเสาตรงกัน โดยทั่วไปมักยึดให้หน้าเสาด้านจั่วขนานกับถนน หรือหากเสาที่ปักนั้นมีลักษณะโก่งโค้ง ให้ยึดหน้าคอน คอร. ต้องตั้งฉากกับ ถนนตามรูปที่ 2.18 และ รูปที่ 2.19

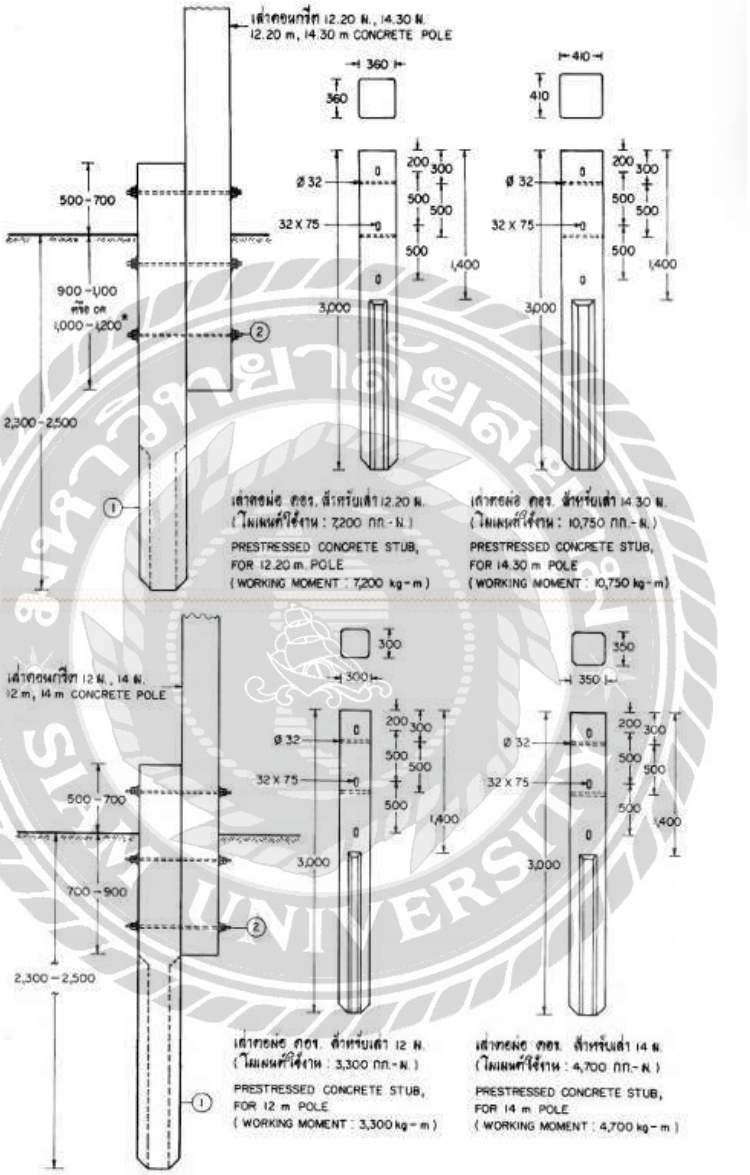


รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการปรับแต่งหน้าเสาในช่วงทางตรง



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการปรับแต่งหน้าเสาในช่วงทางโค้ง

2.13.9 การทำฐานรากตามสภาพดิน กรณีเป็นดินอ่อนอย่างมาก เช่น ทางน้ำไหล คลองส่งน้ำ หรือเป็นดินเลนมีน้ำขังให้ดำเนินการแก้ไขโดยทำการต่อเสาตอม่อ แต่เสาตอม่อที่ปักลงไปในกรณีปักเสาใกล้ทางน้ำไหล หรือคลองส่งน้ำ จะต้องให้ปลายของเสาตอม่ออยู่ลึกจากท้องคลอง ให้มีความแข็งแรงเพียงพอ เพื่อป้องกันไม่ให้เสาล้ม เนื่องจากการพังทลายของดินบริเวณเสาตอม่อ ซึ่งจะถูกน้ำเซาะอยู่ตลอดเวลา หรือบ้างกรณีก็ใช้เสาตอม่อเพื่อเพิ่มยกระดับความสูง



รูปที่ 2.19 มาตรฐานการปักพร้อมเสาตอม่อ 14.30 ม.

2.13.10 การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบหัวเสา

ตามมาตรฐานของ กฟน. ระบบจำหน่ายแรงสูง 24 และ 33 kV ในพื้นที่สำคัญ กำหนดให้ใช้เคเบิลอากาศ ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 185 ตร.มม. ติดตั้งบนลูกถ้วยแท่ง พร้อมลวดเหล็กตีเกลียวขนาด 25 ตร.มม. ใช้เป็นสายล่อฟ้า (OHGW : Overhead Ground Wire) หรือติดตั้งบนเคเบิลสเปเซอร์ พร้อมลวดเหล็กตีเกลียวขนาด 50 ตร.มม. ใช้เป็นสายสะพาน (Messenger Wire) และสายล่อฟ้า นั้น มีอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการติดตั้ง ดังต่อไปนี้

1) คอน คอนกรีตอัดแรง (คอร.) เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับการติดตั้งลูกถ้วยก้านตรง หรือเคเบิลสเปเซอร์ ซึ่งจะมีขนาดและความยาวดังนี้

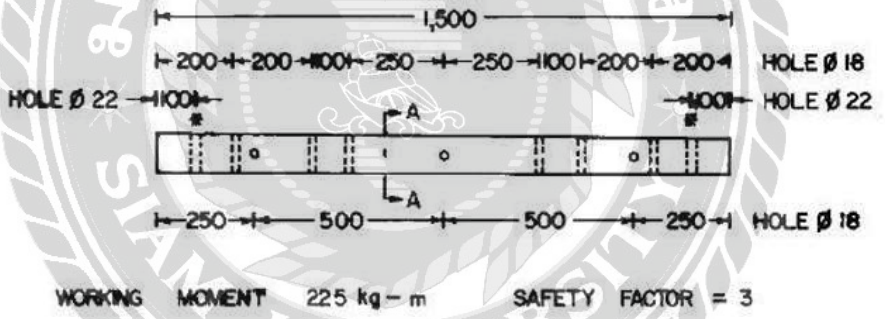
1.1 คอน คอร. ขนาด 100x100x1500 มม. ตามรูปที่ 2.21

การใช้งาน

1) ใช้เป็นคอนติดตั้งลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรง 1 เฟส 19 kV

2) ใช้เป็นคอนติดตั้งเคเบิลสเปเซอร์ที่ปลายคอน 1-2 วงจร ในพื้นที่จำกัด

3) โมเมนต์ใช้งาน 225 กก.-ม.



รูปที่ 2.20 คอน คอร. ขนาด 100x100x1500 มม. (การประกอบเลขที่ 0103)

1.2 คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มม. ตามรูปที่ 2.22

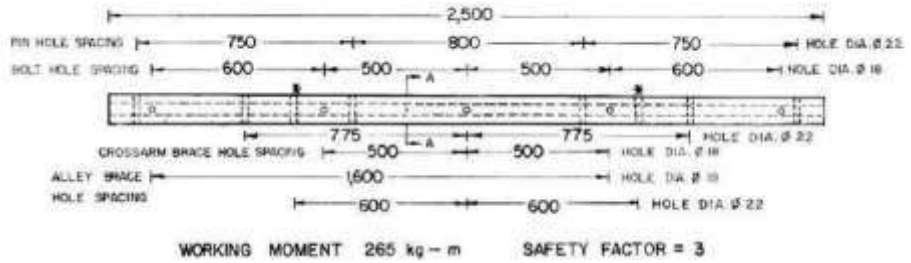
การใช้งาน

1) ใช้เป็นคอนติดตั้งเคเบิลสเปเซอร์ที่ปลายคอน 1-2 วงจร

2) ใช้เป็นคอนเดี่ยว ติดตั้งลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรง สำหรับทางตรง

3) ใช้เป็นคอนคู่ ติดตั้งลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรง สำหรับทางโค้งไม่เกิน 30°

4) โมเมนต์ใช้งาน 265 กก.-ม.



รูปที่ 2.21 คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มม. (การประกอบเลขที่ 2801)

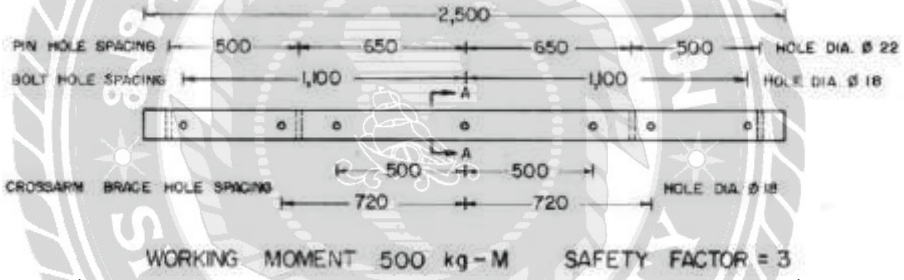
1.3 คอน คอร. ขนาด 120x120x2500 มม. ตามรูปที่ 2.23

การใช้งาน

1) ใช้เป็นคอนคู่ ติดตั้งลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรง สำหรับทางโค้งมากกว่า 30°

2) ใช้เป็นคอนคู่ สำหรับโครงสร้างเข้าปลายสาย และเข้าปลายสายสองข้าง

3) โมเมนต์ใช้งาน 500 กก.-ม.



รูปที่ 2.22 คอน คอร. ขนาด 120x120x2500 มม. (การประกอบเลขที่ 3805)

2) เหล็กประกับคอน การติดตั้งคอน คอร. กับเสาไฟฟ้าใช้โบลต์เพียงตัวเดียว ทำให้ไม่สามารถรับแรงได้ดีเท่าที่ควร จึงต้องใช้เหล็กประกับเพื่อเพิ่มจุดจับยึด ช่วยรับน้ำหนัก และช่วยประคองคอน คอร. ซึ่งมีชนิดและขนาดดังนี้

2.1 เหล็กประกับคอน เหล็กแบนขนาด 30x6 มม. ตามรูปที่ 2.24

การใช้งาน

1) ติดตั้ง 2 ชิ้น กับคอนแบบครอสอาร์ม ทางตรง ทางโค้ง และเข้าปลายสายสองข้าง

2) ติดตั้ง 4 ชิ้น กับคอนแบบเข้าปลายสายแบบครอสอาร์ม

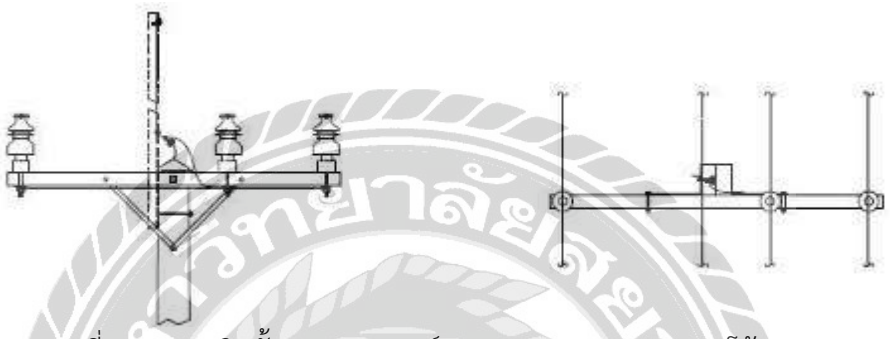
รูปที่ 2.23 เหล็กประกับคอน เหล็กแบนขนาด 30x6 มม. (สเปคเลขที่ RHDW-011/2556)

2.13.11 รูปแบบโครงสร้างหัวเสา

การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบหัวเสา ตามมาตรฐานมีหลากลายแบบ เช่น ประกอบแบบ คอน คอร. แบบครอสอาร์ม คอน คอร. แบบท้าวแขน บนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางตรง บนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ต้นบัคอาร์ม ต้นเข้าปลายสาย และต้นเข้าปลายสายสองข้าง เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดการประกอบให้ดูแบบตามมาตรฐานกับแบบก่อสร้างรวมกัน

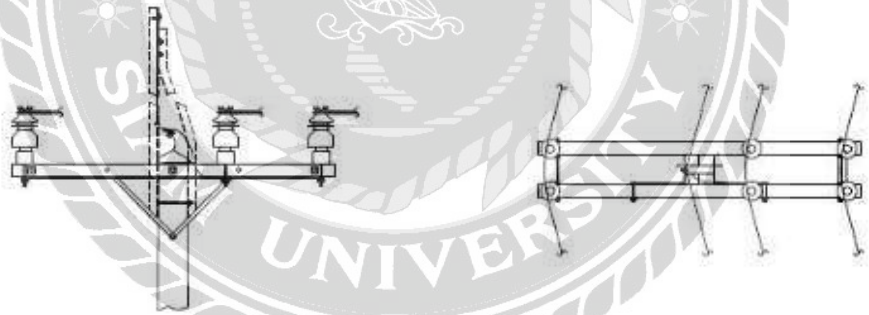
1) การติดตั้งแบบครอสอาร์ม กรณีติดตั้งบนลูกถ้วยโดยตรง

1.1 ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-5° ตามรูปที่ 2.25



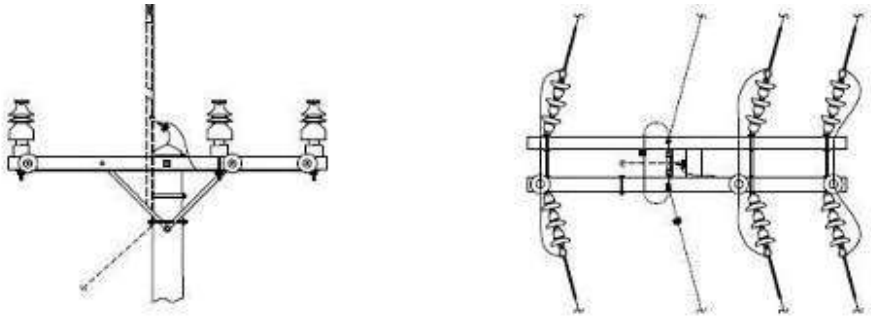
รูปที่ 2.24 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-5°

1.2 ทางโค้ง 5°-30° ตามรูปที่ 2.26



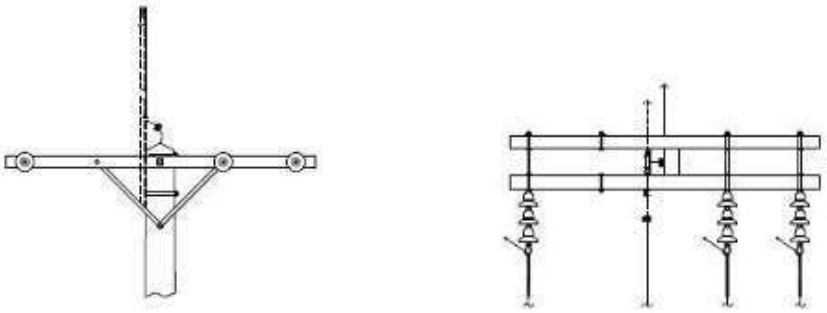
รูปที่ 2.25 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางโค้ง 5°-30°

1.3 ทางโค้ง 30°-60° ตามรูปที่ 2.27

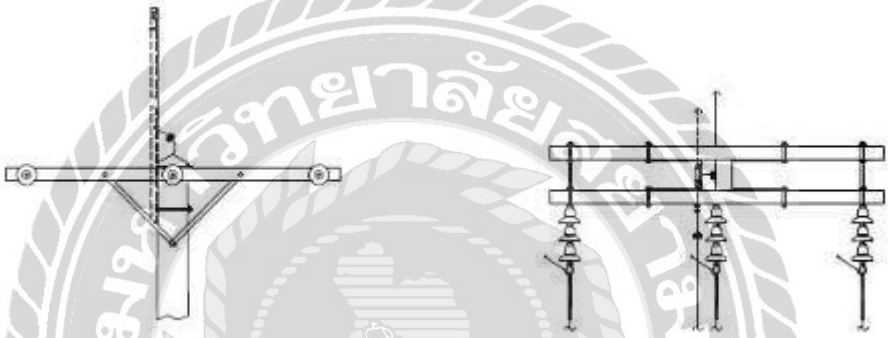


รูปที่ 2.26 การติดตั้งแบบครอสอาร์ม ทางโค้ง 30°-60°

1.4 เข้าปลายสาย ตามรูปที่ 2.28 และ 2.29

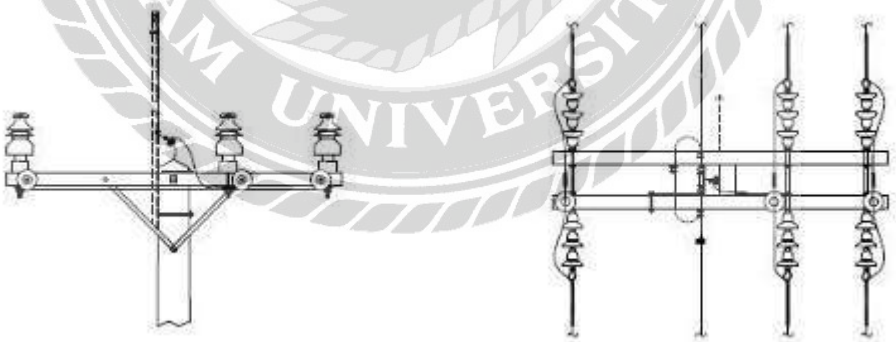


รูปที่ 2.27 การเข้าปลายสายแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B ด้านข้าง

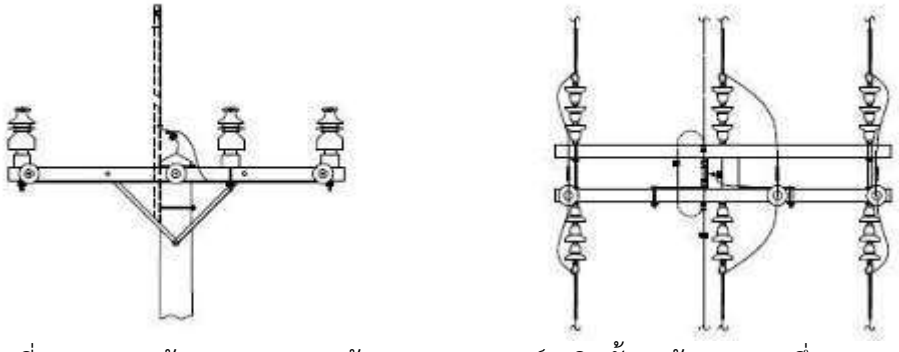


รูปที่ 2.28 การเข้าปลายสายแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B กึ่งกลางเสา

1.5 เข้าปลายสายสองข้าง ตามรูปที่ 2.30 และ 2.31



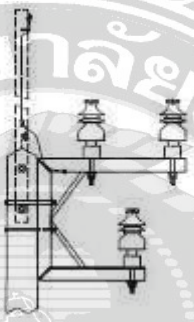
รูปที่ 2.29 การเข้าปลายสายสองข้างแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B ด้านข้าง



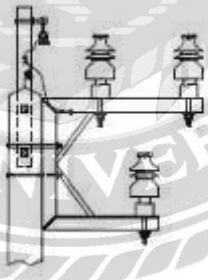
รูปที่ 2.30 การเข้าปลายสายสองข้างแบบครอสอาร์ม ติดตั้งลูกถ้วยเฟส B กึ่งกลางเสา

2) การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง

2.1 ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-5° ตามรูปที่ 2.32 และ 2.33

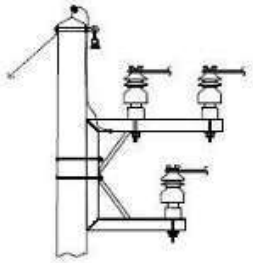


รูปที่ 2.31 การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางตรง 0°-2° และทางโค้ง 2°-30°



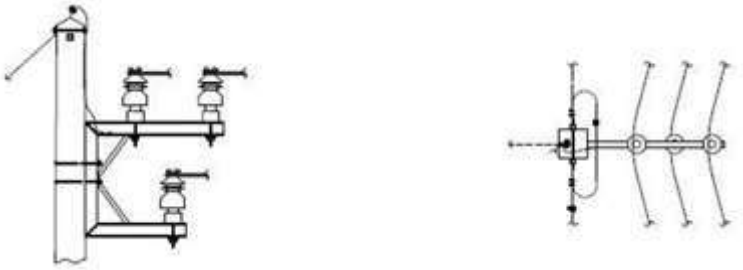
รูปที่ 2.32 การติดตั้งเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง พร้อมเหล็กรางน้ำตัดสั้น

2.2 ทางโค้ง 30°-60° ตามรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.33 การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางโค้ง 30°-60°

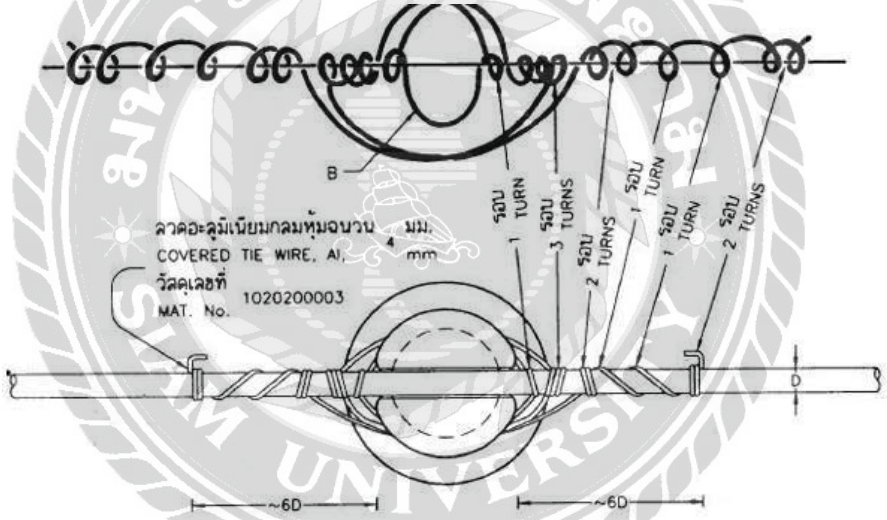
2.3 ทางโค้ง 60°-90° ตามรูปที่ 2.35



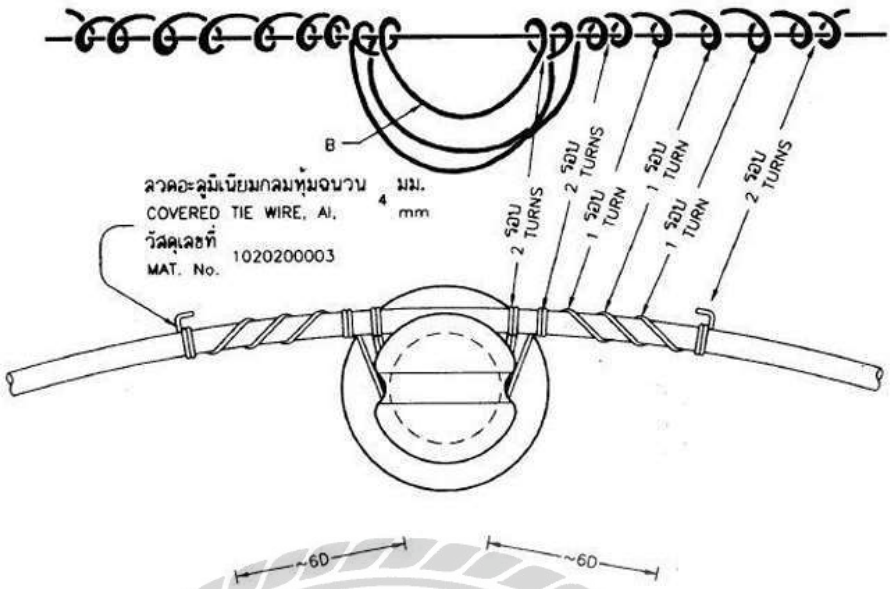
รูปที่ 2.34 การติดตั้งบนเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง ทางโค้ง 60°-90°

2.13.11 ติดตั้งสายไฟฟ้ากับลูกถ้วย

หลักจากปรับแต่งจนได้ระยะหย่อนยานตามต้องการแล้ว นำสายไฟฟ้าไปติดตั้งบนลูกถ้วยแท่งหรือบนเคเบิลเสปเซอร์ ผูกเคเบิลอากาศด้วยลวดอลูมิเนียมกลมหุ้มฉนวน หรือวัสดุอื่นตามที่มาตรฐาน กำหนด ซึ่งมีรูปแบบการผูกเคเบิลอากาศกับลูกถ้วยทางตรงตามรูปที่ 2.36 บนลูกถ้วยทางโค้งตามรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.35 การผูกลูกถ้วยด้านบน สำหรับทางตรง (การะประกอบเลขที่ 9575)



รูปที่ 2.36 การผูกลูกถ้วยด้านข้าง สำหรับทางโค้ง (การะประกอบเลขที่ 9575)

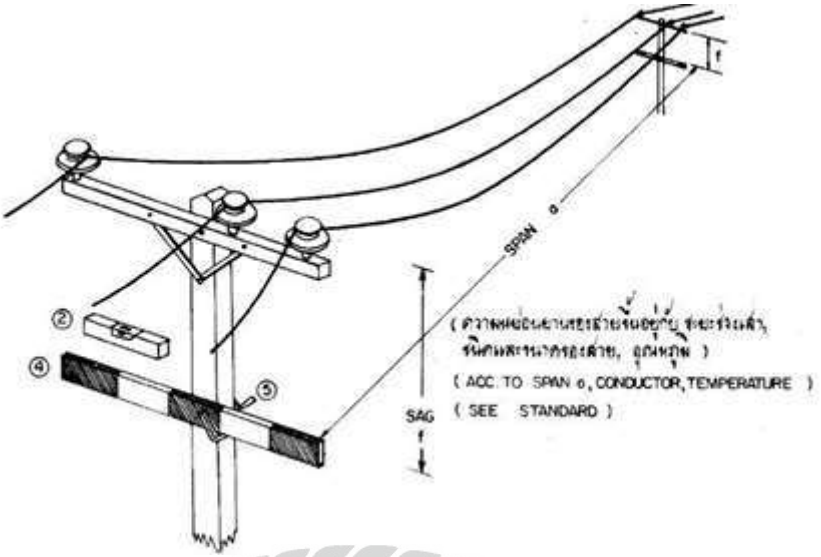
2.13.12 ระยะหย่อนยาน (Sag)

ค่าระยะหย่อนยานที่เหมาะสมของสายไฟฟ้า และสายล่อฟ้า ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสายไฟฟ้า รูปแบบการพาดสาย วิธีการติดตั้ง ระยะห่างระหว่างเสา มุมเบี่ยงเบน หรือแม้กระทั่งอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งการไฟฟ้านครหลวง มีมาตรฐานดังรูปที่ 2.38

สำหรับการติดตั้งคอนแบบธรรมดา FOR CROSSARM INSTALLATION	มุมเบี่ยงแบบของสายไฟฟ้า LINE DEFLECTION ANGLE (θ)	ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุด MAX. SPAN LENGTH (ม.) (m) ขนาดสายไฟฟ้า 22 kV หรือ 33 kV SIZE OF 22 kV OR 33 kV LINE (ต.ร.ม.) (mm^2)			ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น MIN. SAG OF ALL COND. (ม.) (m)		
		50	120	185	50	120	185
โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE	0°-2°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้งที่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITH SIDE GUY	> 2°-5°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	> 5°-15°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	> 15°-30°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	> 30°-60°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้งที่ไม่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITHOUT SIDE GUY	> 2°-5°	40	40	35	0.85	0.80	0.70
	> 5°-15°	40	35	30	0.85	0.80	0.80
	> 15°-30°	30	25	25	0.80	0.80	0.80
	> 30°-60°	25	20	20	0.80	0.80	0.80

รูปที่ 2.37 ระยะห่างระหว่างเสา และระยะหย่อนยาน กรณีติดตั้งสาย SAC 1-2 วงจร บนเสา 12.20 ม. (การะประกอบเลขที่ 8255)

และการวัดระยะหย่อนยานทำได้โดย ให้คนขึ้นดูระยะหย่อนยาน(Sag) จากการติดตั้งไม้คาน(ทาสีแดง สลับขาว) จับยึดด้วยสกรูแคล้มป์ ตามรูปที่ 2.39 โดยติดตั้งต่ำกว่าแนวสายเท่ากับค่าระยะหย่อนยาน

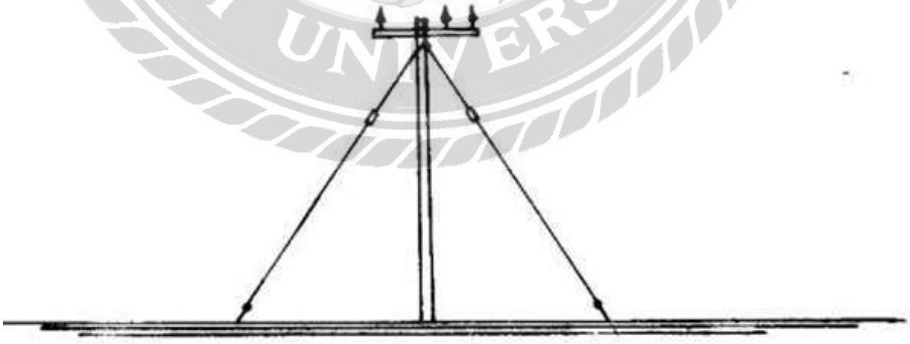


รูปที่ 2.38 การติดตั้งไม้คานสำหรับวัดระยะหย่อนยาน (การะประกอบเลขที่ 9402)

2.13.12 การยึดโยง

สายยึดโยงในระบบจำหน่าย มีหน้าที่รับแรงดึงของสายไฟฟ้าที่มีต่อเสาไฟฟ้า เพื่อให้เสาอยู่ในสภาพสมดุลเมื่อ มีแรงมากระทำกับเสามากเกินกว่าที่ตัวเสาจะรับไว้ได้โดยปลอดภัย เป็นไปตามาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งจะกล่าวเบื้องต้น

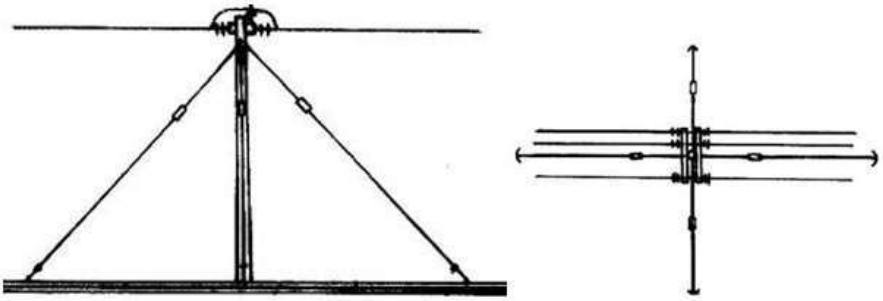
1. สายยึดโยงป้องกันพายุ สายยึดโยงแบบนี้จะใช้สายยึดโยงด้านข้างจำนวน 2 ชุด ติดตั้งข้างละชุดของสายส่ง ซึ่งตามปกติติดทุกระยะประมาณ 500-1,000 เมตร สำหรับป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากลมพายุ สำหรับสายยึดโยงป้องกันพายุนี้ ส่วนใหญ่จะใช้สายยึดโยงแบบสมอบก โดยเรียกชื่อสายยึดโยงแบบนี้ว่า “สายยึดโยงป้องกันพายุแบบสมอบก” แสดงตามรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.39 สายยึดโยงป้องกันพายุ

2. สายยึดโยงแบบตรึงกับที่ สายยึดโยงแบบนี้จะใช้สายยึดโยงตามแนวสาย และสายยึดโยงป้องกันพายุรวมกันบนเสาต้นเดียว เพื่อให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรจะมีจุดตรึงกับที่ทุกระยะ 2,000-3,000 เมตร ทั้งนี้ควรใช้สายยึดโยงแบบสมอบกเป็นสายยึดโยงแบบตรึงกับที่ แต่แบบ

สายยึดโยงแบบยึดเสา (ในแนวสายไฟฟ้า) แบบตอไม้ หรือเสาไม้ หรือร่วมกันระหว่างสายยึดโยงแบบต่างๆ เหล่านี้ก็สามารถนำมาใช้ได้ ทั้งนี้แล้วแต่สภาพท้องที่ แสดงตามรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.40 สายยึดโยงแบบตรึงกับที่

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ที่อยู่ 39 พระราม 2 ซอย 60 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

3.2 ลักษณะการประกอบการ

การไฟฟ้านครหลวงในฐานะผู้ให้บริการระบบจำหน่ายกระแสไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการเรามีที่ทำการไฟฟ้านครหลวงเขต ทั้งสิ้น 18 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด

3.3 กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา

กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา สังกัดฝ่ายวิศวกรรมและบริการ การไฟฟ้าหลวง จังหวัดกรุงเทพรับผิดชอบงานก่อสร้างระบบจำหน่ายงานก่อสร้างสำนักงานบำรุงรักษาเครื่องจักรและยานพาหนะ แบ่งออกเป็น 5 แผนกประกอบด้วย

3.3.1 แผนกจัดการงานก่อสร้างระบบส่งและสถานีไฟฟ้า

ดูแลรับผิดชอบงานก่อสร้างระบบส่งจำหน่ายไฟฟ้าและงานก่อสร้างสถานีไฟฟ้า

3.3.2 แผนกจัดการงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

ดูแลรับผิดชอบงานก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้าในรูปแบบบริหารงานโครงการ

3.3.3 แผนกก่อสร้างระบบไฟฟ้า

ดูแลรับผิดชอบงานก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง 24, 115 kV

3.3.4 แผนกงานโยธา

ดูแลรับผิดชอบงานก่อสร้างอาคารสำนักงาน

3.3.5 แผนกยานพาหนะและเครื่องมือกล

ดูแลรับผิดชอบงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและยานพาหนะ

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นายทวีศักด์ จันทร์แมน และ นายสุรศักดิ์ วารุลังค์ ตำแหน่ง พนักงานช่าง แผนกยานพาหนะและเครื่องมือกล กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา ฝ่ายวิศวกรรมและบริการ การไฟฟ้านครหลวง จังหวัด กรุงเทพ ลักษณะงาน ควบคุมงานก่อสร้างระบบระบบจำหน่ายแรงสูง 24 kV

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

นายอัฏพล บัวสุวรรณ ตำแหน่ง ผู้ช่วยหัวหน้าแผนกยานพาหนะและเครื่องมือกล กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา ฝ่ายวิศวกรรมและบริการ การไฟฟ้านครหลวง จังหวัดกรุงเทพ

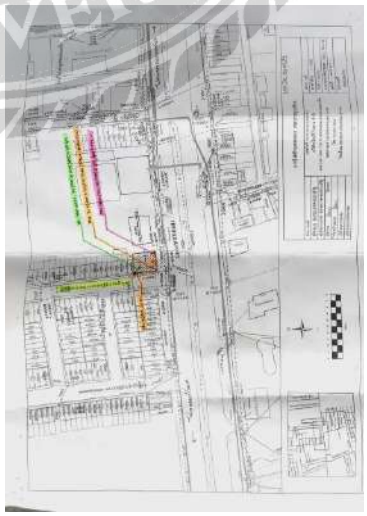
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

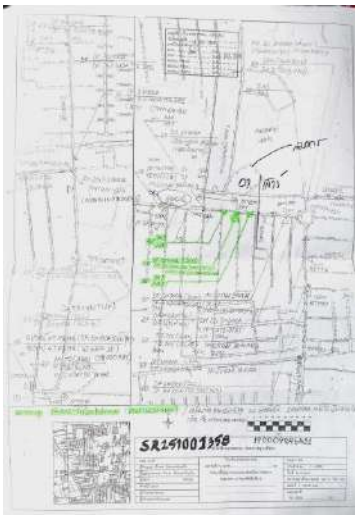
ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 2 เดือน ตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2568

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน
2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ทดสอบอุปกรณ์ให้ได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง
4. ดำเนินการปฏิบัติงานการควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์
5. อธิปรายและสรุปผลการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.พ 2568	มี.ค 2568
กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน		
ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		
ทดสอบอุปกรณ์ให้ได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง		
ดำเนินการเตรียมหน้างานการควบคุมงานติดตั้งระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์		
สรุปผลการดำเนินการ		





3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. คู่มือการปฏิบัติงานไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์
2. คู่มือการปฏิบัติงานก่อสร้าง
3. คู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานก่อสร้าง
4. รถยนต์
   - รถยนต์สำหรับขุดหลุม
   - รถยนต์ติดตั้งเครน
   - รถยนต์ทั่วไป
5. เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน
   - ไม้ชักฟิวส์แรงสูง (Hot Stick)
   - อุปกรณ์ปีนเสาไฟ (เช่น เข็มขัดปีนเสา)
   - เครื่องตรวจสอบแรงดันสูง (High Voltage Detector)
   - ชุดทำงานบนที่สูง (สายรัดนิรภัย, เชือกนิรภัย)
   - ไขควงวัดไฟ (Test Pen) – สำหรับตรวจเช็กว่ามีกระแสไฟหรือไม่
   - ไขควงธรรมดา / ไขควงชุด – ทั้งแบบหัวแบน และหัวแฉก
   - คีมปากจิ้งจก (คีมปากแหลม) – จับ-ตัด-ดัดสายไฟ
   - คีมปอกสายไฟ (Wire Stripper) – ปอกฉนวนสายไฟ
   - คีมตัดสายไฟ – ตัดสายไฟขนาดต่าง ๆ
   - มีดคัตเตอร์ – ใช้ตัดฉนวนหรือสายไฟเล็ก ๆ
   - ตลับเมตร – วัดระยะ
   - ค้อนยาง / ค้อนเหล็ก – สำหรับงานตอกหรือติดตั้ง
   - สว่านไฟฟ้า (Electric Drill) – เจาะโครงสร้างเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
   - เครื่องวัดไฟฟ้า (Multimeter) – วัดแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟ ฯลฯ
   - อุปกรณ์กันไฟดูด (Safety Tools) – เช่น ถุงมือยาง, รองเท้าเซฟตี้, หมวกนิรภัย
   - เทปพันสายไฟ – สำหรับพันจุดต่อสายไฟให้ปลอดภัย
   - ประแจ / ประแจแหวน – ใช้ขันน็อตหรือสกรูขนาดต่าง ๆ
   - บันไดไฟเบอร์กลาส – ใช้ปีนซ่อมระบบไฟ (เพราะไฟเบอร์ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า)

3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติงาน

3.9.1 คอนเหล็กรูปรางน้ำ

เป็น อุปกรณ์เหล็ก รูปทรงหน้าตัดเป็นตัว “U” หรือ “C” (เหมือนรางน้ำ) ใช้สำหรับ ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า เพื่อ:

- รองรับ สายไฟแรงสูง
- รองรับ ลูกถ้วยไฟฟ้า (Insulator)
- เป็นโครงสร้างยึดสาย และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้แข็งแรง

คอนเหล็กรูปรางน้ำมีทั้ง เหล็กชุบกัลวาไนซ์ เพื่อป้องกันสนิม และทำตาม มาตรฐานการไฟฟ้า เช่น กฟน. หรือ กฟภ.

3.9.1 รูปภาพคอนเหล็กรูปรางน้ำ

3.9.2 เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด12 เมตร

เป็นอุปกรณ์โครงสร้างหลักที่ใช้ในงานระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการติดตั้งสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

3.9.2 รูปภาพเสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด12 เมตร

3.9.3 เสาตอม่อ คอร.

เป็นอุปกรณ์โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้เป็นฐานรองรับเสาไฟฟ้าในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) โดยมีหน้าที่หลักในการถ่ายน้ำหนักและแรงต่าง ๆ จากเสาไฟฟ้าลงสู่พื้นดินอย่างมั่นคงและปลอดภัย

3.9.3 รูปภาพเสาตอม่อ คอร.

3.9.4 เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง

หรือที่เรียกกันในภาษาช่างว่า “คอน CCB (ป.ปลา)”เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำคัญที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดัน 22–24 kV ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หน้าที่และการใช้งาน

- รองรับสายไฟฟ้าแรงสูง ที่พาดผ่านเสาไฟฟ้าในบริเวณที่มีการเปลี่ยนทิศทางหรือโค้งงอของแนวสาย
- รักษาความตึงของสายไฟ และป้องกันการหย่อนหรือเคลื่อนที่ของสายไฟในจุดโค้ง
- รองรับน้ำหนักและแรงดึง ของสายไฟฟ้าในแนวโค้ง เพื่อป้องกันความเสียหายต่อเสาไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ

3.9.4 รูปภาพเหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง

3.9.5 ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าแบบแท่นก้านตรง ชนิด พินโพสท์

เป็นอุปกรณ์ฉนวนที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางถึงสูง โดยเฉพาะในระบบของการไฟฟ้านครหลวง (MEA)

- วัสดุ: ผลิตจากพอร์ซเลนหรือวัสดุคอมโพสิตที่มีความแข็งแรงสูง
- การติดตั้ง: ติดตั้งบนแท่นหรือก้านเหล็กที่ยึดกับเสาไฟฟ้า โดยมีพินโลหะยึดลูกถ้วยเข้ากับโครงสร้าง
- การใช้งาน: รองรับสายไฟฟ้าแรงดัน 22–33 kV ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าเหนือดิน

3.9.5 รูปภาพลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าแบบแท่นก้านตรง ชนิด พินโพสท์

3.9.6 ลูกถ้วยแขวน (Suspension)

เป็นอุปกรณ์ฉนวนไฟฟ้าที่ใช้ในระบบจำหน่ายและส่งไฟฟ้าแรงดันสูงของการไฟฟ้านครหลวง (MEA) โดยทำหน้าที่รองรับและยึดสายไฟฟ้าเหนือดินให้มั่นคง ป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าลงสู่เสาไฟหรือโครงสร้างอื่น ๆ

3.9.6 รูปภาพลูกถ้วยแขวน (Suspension)

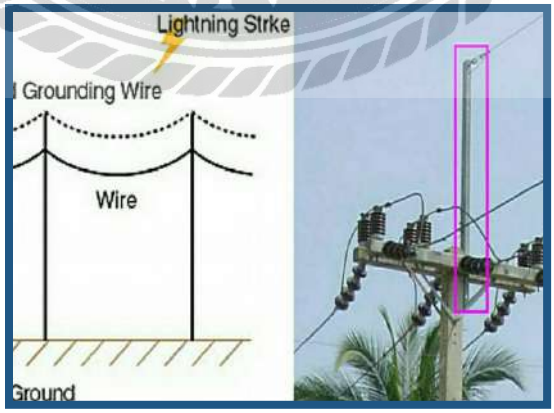
3.9.7 คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มิลลิเมตร

- วัสดุและการผลิต: ผลิตจากคอนกรีตอัดแรงโดยใช้วิธีการปั่น (Spun) ซึ่งทำให้เนื้อคอนกรีตมีความหนาแน่นสูง แข็งแรง และทนทานต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี .
- ขนาดและรูปทรง: มีขนาดหน้าตัด 100x100 มิลลิเมตร และความยาว 2.5 เมตร .
- การใช้งาน: ใช้เป็นส่วนประกอบในระบบเสาไฟฟ้า เช่น เป็นแขนคอนกรีตสำหรับติดตั้งสายไฟฟ้าแรงดันปานกลาง หรือใช้ร่วมกับเสาคอนกรีตในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดัน 22kV

3.9.7 รูปภาพคอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มิลลิเมตร

3.9.8 สายล่อฟ้า (Overhead Ground Wire : OHGW)

เป็นลวดเหล็กชุบสังกะสีที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (MEA) โดยติดตั้งที่ด้านบนสุดของเสาไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่ป้องกันฟ้าผ่าและเสริมความปลอดภัยให้กับระบบไฟฟ้า



3.9.8 รูปภาพสายล่อฟ้า (Overhead Ground Wire : OHGW)

3.9.9 สายเฟ้ลปล์ ดอด์จ SAC (SPACED AERIAL CABLB)

เป็นสายไฟฟ้าแรงดันปานกลางที่การไฟฟ้านครหลวง (MEA) ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดัน 22–24 kV โดยติดตั้งเดินลอยในอากาศบนเสาไฟฟ้า

คณุสมบัติของสาย SAC ขนาด 185 ตร.มม.

- โครงสร้าง: ตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียวแบบอัดแน่น (Compact Stranded Aluminium Conductor) หุ้มด้วยฉนวนและเปลือก XLPE (Cross-linked Polyethylene)
- แรงดันไฟฟ้า: รองรับแรงดัน 25 kV (เหมาะสำหรับระบบไฟฟ้า 22–24 kV ของ MEA) และ 35 kV (สำหรับระบบไฟฟ้า 33 kV ของ PEA)
- การติดตั้ง: เดินลอยในอากาศโดยใช้ฉนวนลูกถ้วยหรือ Spacer เพื่อรักษาระยะห่างระหว่างสายแต่ละเฟส
- มาตรฐานการผลิต: ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 2341-2555 หรือฉบับใหม่ มอก. 2341-2564 และมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
- ข้อควรระวัง: แม้จะมีฉนวนหุ้ม แต่ไม่ควรสัมผัสสายโดยตรง เนื่องจากไม่มีชั้นสกรีนโลหะ (Metallic Screen) เพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

3.9.9 รูปภาพสายเฟ้ลปล์ ดอด์จ SAC (SPACED AERIAL CABLB)

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติตามโครงการ

การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ เพื่อการศึกษาแบบแปลนทางวิศวกรรม และมาตรฐานการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงของ กฟน.

4.1 การปฏิบัติงาน

การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2568

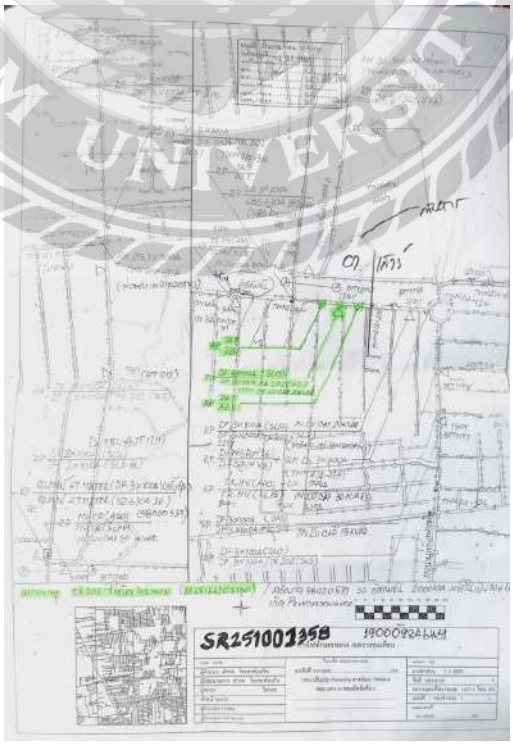
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.2.1 การเตรียมการก่อนปักเสา

• สำรวจเส้นทาง: สำรวจพื้นที่จริงเพื่อกำหนดแนวเสา ตำแหน่งเสา จุดหม้อแปลง และจุดเปลี่ยนแนว

• ออกแบบและทำแบบแปลน: วิศวกรไฟฟ้าและโยธาจัดทำแบบแปลนแนวเสา ระยะห่างระหว่างเสา และรายละเอียดฐานราก

• ตรวจสอบแนวใต้ดิน: ตรวจสอบว่ามีสายไฟฟ้าเก่า ท่อประปา หรือระบบสาธารณูปโภคใต้ดินไหม (เพื่อป้องกันการเสียหาย)



รูปที่ 4.2.1 การเตรียมการก่อนปักเสา

4.2.2 การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ

• เสาไฟฟ้าแรงสูง (คอนกรีตอัดแรง, เหล็ก, หรือเสา Composite)

• อุปกรณ์เสริม เช่น คอน, ลูกถ้วยแรงสูง, อาร์มเหล็ก, อุปกรณ์ยึดสาย

• สายไฟฟ้าแรงสูง (เช่น SAC, AAC, ACSR)

• เครื่องมือ เช่น รถขุด, รถเครน, รถบรรทุก, สว่านเจาะดิน, รอก, อุปกรณ์เซฟตี้

รูปที่ 4.2.2 การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ

4.2.3 การขุดหลุมเสา

• ขุดหลุมเสาตามขนาดที่กำหนด (เช่น กว้าง 60–100 ซม. ลึก 2–3 เมตร ขึ้นกับขนาดเสาและแรงดัน)

• ความลึกต้องมากพอให้เสามีความมั่นคง ไม่เอนล้มง่าย

• ปรับระดับก้นหลุมและอัดดินให้แน่นถ้าจำเป็น

รูปที่ 4.2.3 การขุดหลุมเสา

4.2.4 การตั้งเสาไฟฟ้า

• ใช้รถเครนหรือเครื่องกลช่วยยกเสาตั้งในแนวดิ่ง
• ใช้ตลับเมตรหรือกล้องวัดมุม (Theodolite) ตรวจสอบให้เสาตั้งตรง
• ยึดเสาชั่วคราวด้วยสายโยง (Guy Wire) หากจำเป็น

รูปที่ 4.2.4 การตั้งเสาไฟฟ้า

4.2.5 การกลบดินและบดอัด

• กลบดินรอบโคนเสาทีละชั้น (Layer)
• ใช้เครื่องมือบดอัดทุก ๆ 30–50 ซม. เพื่อให้แน่น ลดการทรุดตัวในอนาคต
• ถ้ามีเสา Guy Wire หรือสมอบก ต้องติดตั้งให้เรียบร้อยพร้อมกัน

รูปที่ 4.2.5 การกลบดินและบดอัด

4.2.6 ติดตั้งอุปกรณ์บนเสา

• ติดตั้งคอน, อาร์มเหล็ก, ลูกถ้วยแรงสูง

• ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (สาย OHGW)
• ติดตั้งป้ายเตือนและอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ตามมาตรฐาน

รูปที่ 4.2.6 ติดตั้งอุปกรณ์บนเสา

4.2.7 การพาดสายไฟฟ้า

• ดึงสายไฟฟ้าแรงสูงด้วยรอกและลูกรอก (Stringing blocks)
• ใช้ Tensioner ควบคุมแรงตึงของสายให้ได้มาตรฐาน
• ยึดสายกับลูกถ้วยโดยใช้อุปกรณ์จับสายเฉพาะ
• ตรวจสอบระดับห้อยของสาย (Sag) ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

รูปที่ 4.2.7 การพาดสายไฟฟ้า

4.2.8 การตรวจสอบและทดสอบ

• ตรวจสอบแนวเสา ระดับสาย และความแข็งแรงของอุปกรณ์
• ทดสอบความต่อเนื่องของสายไฟฟ้า
• ทดสอบระบบ Ground (สายล่อฟ้าและเสา Ground)

• บันทึกข้อมูลการติดตั้งเก็บเป็นเอกสาร

รูปที่ 4.2.8 การตรวจสอบและทดสอบ

4.2.9 การส่งมอบงาน

• ส่งมอบงานให้กับเจ้าของโครงการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

• บำรุงรักษาและตรวจสอบตามรอบเวลาที่กำหนด

รูปที่ 4.2.9 การส่งมอบงาน

4.3 ผลการปฏิบัติงาน

การดำเนินงานควบคุมงานขุดหลุมเพื่อติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงระบบ 24 กิโลโวลต์ ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร สรุปผลการปฏิบัติงานได้ตามตาราง

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน ที่ติดตั้ง

1.	คอนเหล็กรูปรางน้ำขนาด 100x50x5 มิลลิเมตร ยาว 2,500 มิลลิเมตร	56 เส้น
2.	เสาคอนกรีตอัดแรงขนาด410x410x14,300 มิลลิเมตร (เสา 14.30 เมตร)	42 ต้น
3.	เสาตอม่อ คอร. 410x410x5,500 เมตร	16 ต้น
4.	เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง (AERIAL CABLE INSTALLATION 24 kV CURVE : CCB)	14 ชิ้น
5.	ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าแบบแท่นก้านตรง ชนิด พินโพสท์	196 ลูก
6.	ลูกถ้วยแขวน (Suspension)	60 ลูก
7.	คอน คอร. ขนาด 100x100x2500 มิลลิเมตร	6 ต้น
8.	สายล่อฟ้า (Overhead Ground Wire : OHGW) ขนาด 25 ตารางมิลลิเมตร	100 เมตร
9.	สายไฟฟ้า (SPACE AERIAL CABLE : SAC) ขนาด 185 ตารางมิลลิเมตร	3000 เมตร

4.3.1 ตารางอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานไฟฟ้าแรงสูง

การดำเนินงานควบคุมงานขุดหลุมเพื่อติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงระบบ 24 กิโลโวลต์ ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ในภาพรวมการปฏิบัติงานติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง พร้อมอุปกรณ์ประกอบหัวเสาที่แล้วเสร็จ

4.4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานควบคุมงานขุดหลุมเพื่อติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงระบบ 24 เควี ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ผู้ปฏิบัติงานได้พบกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานดังกล่าวและได้เสนอแนะข้อแก้ไขปัญหาที่พบ

4.4.1 การขุดหลุมเพื่อปักเสาได้ปฏิบัติงานในพื้นที่สูงชันตามแนวถนนช่วง ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ทำให้พบปัญหาการขุดพบหินดินดานเป็นจำนวนมากทำให้เป็นอุปสรรคในการขุดเจาะ

ข้อเสนอแนะ : หากขุดเจาะพบหินดินดานให้ดำเนินการเติมน้ำแช่ในหลุมที่ดำเนินการขุดหลุมหากไม่สารมาถขุดได้ให้ปรับเปลี่ยนจุดที่ทำการขุดเจาะตามความเหมาะสม หรือเปลี่ยนหัวขุดเจาะที่มีความสามารถขุดเจาะชั้นหินดินดานได้

4.4.2 การปฏิบัติงานส่วนใหญ่อยู่บริเวณไหล่ทางและเป็นเส้นทางที่คดเคี้ยวทำให้ยากต่อการสังเกตุของผู้สัญจรบนท้องถนนทำให้อาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและต่อผู้ใช้รถใช้ถนน

ข้อเสนอแนะ : เพิ่มกรวยจราจรและจัดวางให้ผู้ใช้รถใช้ถนนสังเกตให้ได้อย่างเด่นชัดและอาจจะจัดให้มีผู้คอยให้สัญญาณก่อนถึงจุดที่ปฏิบัติงาน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การปฏิบัติงานโครงงานสหกิจศึกษา ณ แผนกก่อสร้าง การไฟฟ้าส่วนนครหลวง เขตบางขุนเทียน เรื่อง การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง ณ เพชรเกษม เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ทำให้ได้นำความรู้ทางทฤษฎีไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานจริงและได้เผยแพร่ความรู้ให้กับผู้ปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าของ กฟน. ซึ่งการดำเนินโครงการสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยง รวมถึงความอนุเคราะห์จากหน่วยงานที่เอื้อเฟื้อในการฝึกงานครั้งนี้

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1 เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงาน การวางตัวในสังคม

5.2.2 เรียนรู้ถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ

5.2.3 เรียนรู้ถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อผู้อื่นภายในหน่วยงาน

5.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

5.3.1 ได้รับประสบการณ์ใหม่ ที่ไม่พบในชั้นเรียน

5.3.2 เรียนรู้การปฏิบัติงานจริง

5.3.3 นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ภาคทฤษฎีไปปรับใช้จริง

5.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

5.4.1 ได้นำความรู้ทางภาคทฤษฎีไปเผยแพร่ให้กับผู้ปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าของ กฟน. เพื่อนำไปใช้งานให้เกิดความปลอดภัยและถูกต้องตามมาตรฐาน

5.4.2 ได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง ทำให้ได้เรียนรู้ถึงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

5.4.3 ได้ประสบการณ์ในส่วนของการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในองค์กร

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 เนื่องด้วยสถานที่ปฏิบัติงานจริงมีความยากลำบาก พื้นที่ที่ทำการขุดเป็นดินที่มีชั้นหิน ทำให้ต้องปรับเปลี่ยนวิธีการขุดหลุมปักเสาตามพื้นที่นั้น ๆ

5.5.2 ขาดประสบการณ์ในการทำงานทำให้การตัดสินใจล้าช้า กระทบต่อความต่อเนื่องของงานที่ปฏิบัติ

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 เรียนรู้ สอบถาม และขอคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ตรง

5.6.2 ศึกษาหาความรู้ในทางทฤษฎีเพิ่มเติม

5.6.3 มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้มากขึ้น เพื่อที่จะปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด และดำเนินการทันตามระยะเวลาที่กำหนด

บรรณานุกรม

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า. (2559). *คู่มือแบบมาตรฐานและรายละเอียดอุปกรณ์ความปลอดภัย.*
กรุงเทพฯ: กองการพิมพ์ ฝ่ายธุรการ.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า. (2561). *คู่มือการตรวจสอบมาตรฐานงานก่อสร้างและปรับปรุงระบบจำหน่ายของ กฟน.*
กรุงเทพฯ: กองการพิมพ์ ฝ่ายธุรการ.

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2561). *การออกแบบระบบไฟฟ้า [Electrical system design].*
(พิมพ์ครั้งที่ 8 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 5 ตามมาตรฐาน วสท. 2556)).
กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดโชติอนันต์ ครีเอชั่น.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือยินยอมให้เผยแพร่การงาน/โครงงานสหกิจศึกษา

การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority

ที่ ๑๕/๒๕๖๘ กองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา
การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน

วันที่ ๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๘

เรื่อง หนังสือยินยอมให้เผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา
เรียน อธิการบดี มหาลัยสยาม

ข้าพเจ้า นายอัฏพล บัวสุวรรณ ชผ.ยค.กรย.(ต.๑) กองก่อสร้างระบบไฟฟ้า และ งานโยธา การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน

ได้ตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดในรายงานการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา และ การศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน เรื่อง การควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ณ เพชรเกษม เขต บางแค จังหวัด กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ เพื่อ การศึกษาแบบแปลนทางวิศวกรรมและมาตรฐานการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูงของกฟน. ของนายทวิศักดิ์ จันทร์แมน รหัสนักศึกษา ๖๕๒๓๒๐๐๐๑๖ และ นายสุรศักดิ์ วารุลังค์ รหัสนักศึกษา ๖๕๒๓๒๐๐๐๒๐ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยสยาม

ยินยอมให้นักศึกษาและมหาลัยสยาม เผยแพร่รายงานปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาดังกล่าวต่อสาธารณะ เพื่อ ประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

(นายวิลาศ เฉลยสัตย์)
ผู้ว่าการ

ภาคผนวก ข

ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราช
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์
3. อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นาย ทวีศักดิ์ จันทร์แมน 6523200016

ชื่อ-นามสกุล นาย สุรศักดิ์ วารุลังค์ 6523200020

นิเทศงานสหกิจศึกษา เข้ามานิเทศสหกิจ

รูปที่ ข 1 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

รูปที่ ข 2 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

รูปที่ ข 3 ภาพการนิเทศงานของอาจารย์

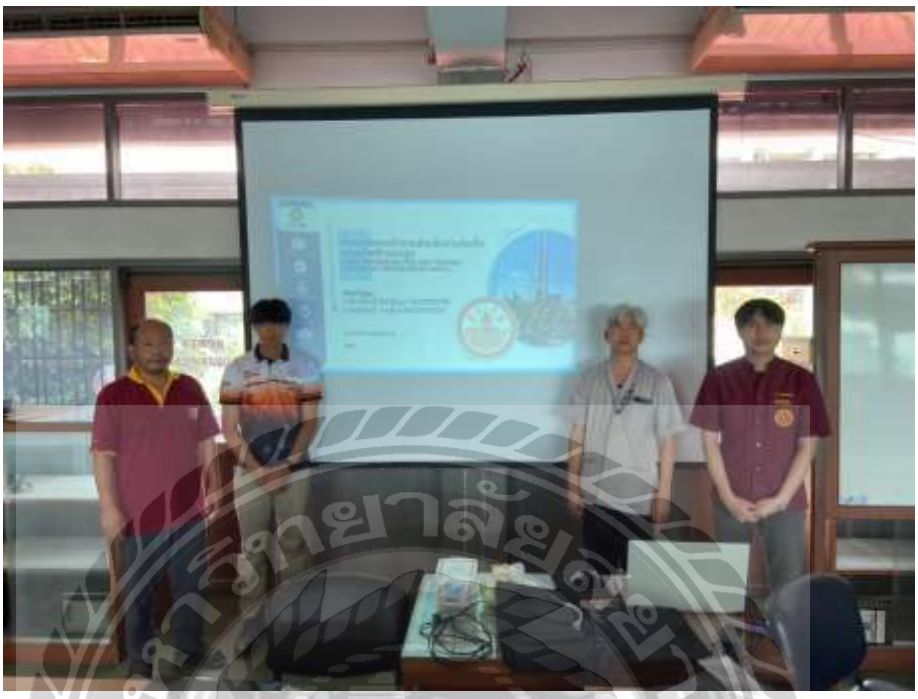
ภาคผนวก ค

การสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา สอบวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2567

รูปที่ ค 1 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ ค 2 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา



รูปที่ ค 3 ภาพการสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

รูปที่ ง 1 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม

แบบสรุปโครงงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (CWIE)
มหาวิทยาลัยสยาม

ข้อมูลของนักศึกษา

1. ชื่อ-สกุล : นาย/~~นางสาว~~ สุรศักดิ์ วารุลังค์

2. สาขาวิชา/คณะ : สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์

3. E-mail นักศึกษา : surasak.war@siam.edu

4. ชื่อโครงการ/ผลงาน : การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

5. ชื่อสถานประกอบการ : การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน

6. ที่อยู่สถานประกอบการ : ที่อยู่ 39 พระราม 2ซอย 60 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

7. ระยะเวลาปฏิบัติงาน : 19 สิงหาคม 2567 ถึง 27 ธันวาคม 2567 (ระบุวันที่/เดือน/พ.ศ. ถึง วันที่/เดือน/พ.ศ.)

8. ผู้นิเทศงานในสถานประกอบการ (พนักงานพี่เลี้ยง)

ชื่อ – สกุล นายประกิต โตอัสมิ

ตำแหน่ง ชทอ.6 หนก ฟขท.

แผนก ไฟฟ้าและโยธา

ข้อมูลโครงงาน/ผลงาน

1. โครงงาน/ผลงาน/งานประจำ ได้รับการจัดระบบการทำงานที่เหมาะสมจากสถานประกอบการ ทั้งลักษณะงานและระยะเวลา มีการจัดระบบพี่เลี้ยงสอนงาน

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอประสบการณ์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ตามมาตรฐาน ระเบียบการไฟฟ้านครหลวง ว่าด้วยวิธีปฏิบัติงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2567 โดยเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ในการก่อสร้างระบบจำหน่าย แรงสูง 24 กิโลโวลต์ ครั้งนี้ประกอบไปด้วย การควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ การตรวจสอบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

2. การดำเนินงานมีความถูกต้อง มีระเบียบแบบแผนและทำให้นักศึกษามีโอกาสประยุกต์ใช้วิชาความรู้/ทักษะตามที่ได้เรียนมา โดยใช้ความรู้ทักษะในการศึกษากระบวนการ การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาหรือสร้างแนวทางใหม่

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้รับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญในกองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ โครงงานนี้ทำให้มีความรู้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้สามารถปฏิบัติงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ เป็นไปได้อย่างราบรื่น

3. เป็นโครงงาน/ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในสถานประกอบการ

<u>หมายเหตุ:</u> - หากเป็นงานประจำต้องสามารถนำไปพัฒนาองค์กร/หน่วยงานได้อย่างชัดเจน อาทิ ลดเวลาในการทำงานประจำ/ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย

- โครงงานมีการสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับสถานประกอบการในระหว่างปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หรือมีการยื่นจดคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาหรือไม่ ถ้ามีโปรดอธิบาย

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

- เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงาน การวางตัวในสังคม
- เรียนรู้ถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ
- เรียนรู้ถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อผู้อื่นภายในหน่วยงาน

แบบสรุปโครงงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (CWIE)
มหาวิทยาลัยสยาม

ข้อมูลของนักศึกษา

1. ชื่อ-สกุล : นาย/~~นางสาว~~ ทวีศักดิ์ จันทร์แมน

2. สาขาวิชา/คณะ : สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์

3. E-mail นักศึกษา : Taweesakjunman45@gmail.com

4. ชื่อโครงการ/ผลงาน : การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

5. ชื่อสถานประกอบการ : การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน

6. ที่อยู่สถานประกอบการ : ที่อยู่ 39 พระราม 2ซอย 60 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

7. ระยะเวลาปฏิบัติงาน : 19 สิงหาคม 2567 ถึง 27 ธันวาคม 2567 (ระบุวันที่/เดือน/พ.ศ. ถึง วันที่/เดือน/พ.ศ.)

8. ผู้นิเทศงานในสถานประกอบการ (พนักงานพี่เลี้ยง)

ชื่อ – สกุล นายประกิต โตอัสมิ

ตำแหน่ง ชทอ.6 หนก ฟขท.

แผนก ไฟฟ้าและโยธา

ข้อมูลโครงงาน/ผลงาน

1. โครงงาน/ผลงาน/งานประจำ ได้รับการจัดระบบการทำงานที่เหมาะสมจากสถานประกอบการ ทั้งลักษณะงานและระยะเวลา มีการจัดระบบพี่เลี้ยงสอนงาน

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอประสบการณ์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ ตามมาตรฐาน ระเบียบการไฟฟ้านครหลวง ว่าด้วยวิธีปฏิบัติงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2567 โดยเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ ในการก่อสร้างระบบจำหน่าย แรงสูง 24 กิโลโวลต์ ครั้งนี้ประกอบไปด้วย การควบคุมงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ การตรวจสอบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

2. การดำเนินงานมีความถูกต้อง มีระเบียบแบบแผนและทำให้นักศึกษามีโอกาสประยุกต์ใช้วิชาความรู้/ทักษะตามที่ได้เรียนมา โดยใช้ความรู้ทักษะในการศึกษากระบวนการ การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาหรือสร้างแนวทางใหม่

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้รับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญในกองก่อสร้างระบบไฟฟ้าและงานโยธา การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพ โครงงานนี้ทำให้มีความรู้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้สามารถปฏิบัติงานก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง 24 กิโลโวลต์ เป็นไปได้อย่างราบรื่น

3. เป็นโครงงาน/ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในสถานประกอบการ

<u>หมายเหตุ:</u> - หากเป็นงานประจำต้องสามารถนำไปพัฒนาองค์กร/หน่วยงานได้อย่างชัดเจน อาทิ ลดเวลาในการทำงานประจำ/ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย

- โครงงานมีการสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับสถานประกอบการในระหว่างปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หรือมีการยื่นจดคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาหรือไม่ ถ้ามีโปรดอธิบาย

(สรุปข้อมูลที่สนับสนุน สามารถมีรูปภาพประกอบได้)

- เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงาน การวางตัวในสังคม
- เรียนรู้ถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ
- เรียนรู้ถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อผู้อื่นภายในหน่วยงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายสุรศักดิ์ วารุลังค์

รหัสนักศึกษา : 6523200020

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 17/1 หมู่20 ต.พรมเทพ อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์ 32120

ประวัติการศึกษา : พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่าตูมประชาเสริมวิทย์

พ.ศ. 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนท่าตูมประชาเสริมวิทย์

พ.ศ. 2563 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

ปัจจุบัน ปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการทำงาน : พ.ศ.2562 - พ.ศ.2563 ช่างอาคาร โรงแรมวินซ์โฮเทลประตูน้ำ

พ.ศ.2563 - พ.ศ.2564 ช่างอาคาร บริษัท ดีดีมอลล์

พ.ศ.2565 – พ.ศ.2566 ช่างอาคาร บริษัท เมืองไทยแคปปิตอล จำกัด

เบอร์โทรศัพท์ : 084-0942574

E-mail : jackpang17944@gmail.com

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล : นายทวีศักดิ์ จันทร์แมน

รหัสนักศึกษา : 6523200016

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 27/397 หมู่3 ถ.เอกชัยต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 74000

ประวัติการศึกษา : พ.ศ. 2560 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศึกษานารีวิทยา

พ.ศ. 2563 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโก

พ.ศ. 2565 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโก

ปัจจุบัน ปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติการทำงาน : พ.ศ.2567 การไฟฟ้านครหลวง เขต บางขุนเทียน

เบอร์โทรศัพท์ : 063-7453800

E-mail : Taweesakjunman45@gmail.com

https://drive.google.com/drive/folders/1408ZdFDMYjzJsozn1jzYb43QF854dN7u?usp=sharing

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเตรียมหน้างานสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

Site Preparation for High-Voltage Electrical System Installation

โดย

นาย ทวีศักดิ์ จันทร์แมน 6523200016

นาย สุรศักดิ์ วารุลังค์ 6523200020

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567