



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

มาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

Construction Standards for Distribution Systems

โดย

นายเนติธร บัวรอด 6004200004

นายสมรรถชัย เขียวดารา 6004200016

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ	มาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย
	Construction Standards for Distribution Systems
รายชื่อผู้จัดทำ	นายเนติธร บัวรอด 6004200004
	นายสมรรถชัย เจียวดารา 6004200016
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการการสอบโครงการ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ)

.....พนักงานที่ปรึกษา
(นายณัฐกิจ สุคนธพงศ์)

.....กรรมการกลาง
(อาจารย์คัมภีร์ ธีราวิทย์)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒน์)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ สุทธิเกียรติ ชลลาภ

ตามที่คุณจัดทำ นายเนติธร บัวรอด และนายสมรรถชัย เขียวดารา นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2564 ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร ในแผนกช่างซ่อมบำรุง ณ การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี

โดยได้รับมอบหมายงานจากการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี ให้ใช้วิชาที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการทำงานและได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในเรื่อง “มาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นายเนติธร บัวรอด
นายสมรรถชัย เขียวดารา
นักศึกษาสหกิจศึกษา

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี นายเนติธร บัวรอด และนายสมรรถชัย เขียวดารา นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับความรู้ อีกทั้งประสบการณ์ทำงานต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษานับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี
2. นายณัฐกิจ สุคนธพงศ์ พนักงานที่ปรึกษา
3. อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

นายเนติธร บัวรอด และ นายสมรรถชัย เขียวดารา ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นທີ່ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายเนติธร บัวรอด

นายสมรรถชัย เขียวดารา

20 สิงหาคม 2564

หัวข้อโครงการ	มาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย		
ชื่อนักศึกษา	นายเนติธร บัวรอด	6004200004	
	นายสมรรถชัย เขียวคารา	6004200016	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุทธิเกียรติ ชลลาภ		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3/2564		

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้ได้นำเสนอประสบการณ์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง และซ่อมแซมระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐานงานระเบียบการไฟฟ้า ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2559 หมวดที่ 2 เรื่องการดำเนินการก่อสร้าง ปรับปรุง ขยายเขตระบบไฟฟ้า และมีกิจกรรมที่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนดังนี้ 1) การตรวจสอบสภาพหน้างานจริงตามแนวการก่อสร้าง 2) การส่งใบเบิกอุปกรณ์ 3) การดำเนินการก่อสร้างและร้อยถวนทรัพยากรขึ้น อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า 4) การตรวจสอบตามมาตรฐาน และ 5) การส่งมอบงานก่อสร้างระบบไฟฟ้าและการเปิดจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยปฏิบัติงานร่วมกับการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี ดำเนินงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า การย้ายเสาไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้าบริเวณถนนพุทธมณฑลสาย 2 และงานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุด บริเวณซอยเจริญสุขนิทวงศ์ 7

คำสำคัญ: มาตรฐานงานก่อสร้าง / ระบบจำหน่าย / การซ่อมบำรุง

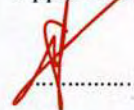
Project Title	Construction Standards for Distribution Systems	
By	Mr. Netithorn Buarod	6004200004
	Mr. Samattachai Khiewdara	6004200016
Advisor	Mr. Suthikeart Chollalarp	
Degree	Bachelor of Engineering	
Major	Electrical Engineering	
Faculty	Engineering	
Semester / Academic Year	3/2020	

Abstract

This cooperative education project presented practical experience related to the installation and maintenance of electrical systems according to the electrical work regulations On the method of practice in the Construction of Electrical Systems B.E. 2559 (2016), Section 2 on Construction, Renovation and Expansion of Electrical System Areas. There were activities that work according to the following steps: 1) Examination of the actual site condition; 2) Equipment requisition submission; 3) Construction and demolition of assets, equipment, electrical systems; 4) Notify the standard inspection; and 5) Delivery of electrical system construction and power distribution by working with the Metropolitan Electricity Authority in Thonburi District Work on the construction of electrical systems to move the electricity poles and transformers on Phutthamonthon Sai 2 Road and replace defective equipment in front of Soi Charansanitwong 7.

Keywords: Distribution system / Construction standards / Maintenance

Approved by


.....

สารบัญ

หน้า

หัวข้อโครงการ	
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ระบบไฟฟ้า	2
2.2 ศัพท์เฉพาะ หรือ คำจำกัดความ ด้านระบบไฟฟ้า	2
2.3 ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	3
2.4 การส่งพลังงานไฟฟ้า	3
2.5 หม้อแปลงไฟฟ้า	4
2.6 ตัวควบคุมระบบ	4
2.7 การต่อลงดิน	5
2.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	6
2.9 เสาไฟฟ้า (Poles)	6
2.10 ฉนวน ลูกถ้วย (Insulator)	14
2.11 สายไฟฟ้า (Conductors)	19
2.12 อุปกรณ์ช่วยในระบบสายส่งเหนือศีรษะ	23
2.13 หลักเกณฑ์การออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ 2	27
2.14 การออกแบบ การติดตั้ง และ การเลือกใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย	40
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	66
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑการให้บริการหลักขององค์กร	67
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	67
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	72
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	72
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	72
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	72
3.8 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	73
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน	74
4.1 มาตรฐานงานตามระเบียบการไฟฟ้า ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2559	74
4.2 งานก่อสร้างระบบไฟฟ้า (ย้ายเสาไฟ และหม้อแปลงไฟฟ้า) ณ บริเวณพุทธมณฑล สาย 2	76
4.3 งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุดที่ บริเวณซอยรัฐสันทวงศ์ 7	83
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	89
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	89
5.2 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	89
5.3 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	89
ภาคผนวก	90
บรรณานุกรม	95
ประวัติผู้จัดทำ	96

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การส่งพลังงานไฟฟ้า	4
รูปที่ 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า	4
รูปที่ 2.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	5
รูปที่ 2.4 การต่อลงดิน	5
รูปที่ 2.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	6
รูปที่ 2.6 เสาไม้ 69 kV วงจรเดียวความสูง 16 เมตร	7
รูปที่ 2.7 เสาไม้ 69 kV วงจรเดียวความสูง 16 เมตร และเสาคอนกรีต 115 kV วงจรเดียว ความสูง 26 เมตร	8
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของเสาโครงเหล็ก	9
รูปที่ 2.9 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่ใช้กับสายส่งวงจรเดียวระดับแรงดัน 69 kV	9
รูปที่ 2.10 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่ใช้กับสายส่งวงจรเดียว 115 kV และวงจรคู่ 230 kV	10
รูปที่ 2.11 เสาโครงเหล็กแบบยึดกับที่รูปแบบดั้งเดิมที่ใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตรา และอุลตราใน ต่างประเทศ	10
รูปที่ 2.12 เสาโครงเหล็กแบบยึดกับที่รูปประตูกิ่งที่ใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตรา และอุลตราในต่าง ประเทศ	10
รูปที่ 2.13 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตรา และอุลตราในต่างประเทศ	11
รูปที่ 2.14 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันอุลตราในต่างประเทศ	11
รูปที่ 2.15 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันอุลตราในต่างประเทศ	11
รูปที่ 2.16 การไขว้สลับสายของสายส่งวงจรเดียวในกรณีใช้เสาคอนกรีต	12
รูปที่ 2.17 การไขว้สลับสายของ สายส่งวงจรเดียวในกรณีใช้เสาโครงเหล็ก	12
รูปที่ 2.18 การไขว้สลับสายส่งวงจรคู่ในกรณีเสาโครงเหล็ก	13
รูปที่ 2.19 ค่ากำหนดแนวเขตเดินสาย	13
รูปที่ 2.20 แสดงระยะทางของกระแสรั่วไหล “L” บนลูกถ้วย (Leakage distance)	14
รูปที่ 2.21 ลูกถ้วยมะเฟือง	14
รูปที่ 2.22 การประกอบลูกถ้วยมะเฟืองกับสายยึดโยง	15
รูปที่ 2.23 ลูกถ้วยลูกกรอกและแร่ทุกติญมิ	15
รูปที่ 2.24 ลูกถ้วยก้านตรง	16
รูปที่ 2.25 ลูกถ้วยก้านตรงที่ติดตั้งอยู่บนไม้คอน	16
รูปที่ 2.26 ลูกถ้วยติดเสา	17

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.27 การติดตั้งลูกถ้วยติดเสาในแนวตั้งและแนวนอน	17
รูปที่ 2.28 ลูกถ้วยแขวน	18
รูปที่ 2.29 ลูกถ้วยแขวนซึ่งติดตั้งในแนวตั้ง	18
รูปที่ 2.30 ลูกถ้วยแขวนซึ่งติดตั้งในแนวนอน	18
รูปที่ 2.31 ลูกถ้วยรองรับอุปกรณ์เมื่อใช้รองรับสวิตช์ปลดวงจร (Disconnecting switch)	19
รูปที่ 2.32 ลูกถ้วยรองรับอุปกรณ์เมื่อใช้รองรับท่อ巴士 (Bus tube)	19
รูปที่ 2.33 สายหุ้มฉนวน (Insulated wire)	21
รูปที่ 2.34 สายหุ้มฉนวนที่ใช้กับระบบจำหน่ายแรงต่ำไม่เกิน 750 โวลต์ มีชื่อเรียกว่า สายกันน้ำ (Waterproof wire) โดยใช้ร่วมกับแร็ก	21
รูปที่ 2.35 สายหุ้มฉนวนที่ใช้กับระบบแรงสูง (สายเคเบิล)	21
รูปที่ 2.36 ลักษณะตัวของสายเปลือย	22
รูปที่ 2.37 หลอดต่อสายทั้ง 2 ชนิด	24
รูปที่ 2.38 หลอดต่อสายที่ใช้กับสายอลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR)	24
รูปที่ 2.39 ช่องส่งประกายไฟ ที่ใช้งานร่วมกับ แคลมป์แขวนสายและเกราะหุ้มสาย	25
รูปที่ 2.40 อุปกรณ์หน่วงการแกว่งของสาย	25
รูปที่ 2.41 น้ำหนักถ่วงสายที่แขวนอยู่บนแคลมป์	26
รูปที่ 2.42 อุปกรณ์กันสายควมชนิด 2 และ 4 เส้น	26
รูปที่ 2.43 แคลมป์ดึงสายติดกับพวงลูกถ้วย	27
รูปที่ 2.44 แคลมป์ต่อสายขนาน หรือ พีจีแคลมป์	27
รูปที่ 2.45 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ Outdoor Main & Transfer Bus	30
รูปที่ 2.46 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ Indoor Double Bus Single Breaker Gas Insulated Switchgear	31
รูปที่ 2.47 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ H Configuration	32
รูปที่ 2.48 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ Air Insulated Switchgear ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่ง	33
รูปที่ 2.49 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิด สำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน	35
รูปที่ 2.50 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิดที่มีวงจรสำรองพิเศษสำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน	35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.51 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิด สำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศ	36
รูปที่ 2.52 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบบรัสมิ	38
รูปที่ 2.53 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบวงรอบเปิดในกรณีหม้อแปลงในกลุ่มจำนวน 2 เครื่อง	38
รูปที่ 2.54 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบวงรอบเปิดในกรณีหม้อแปลงในกลุ่มจำนวน 3 เครื่อง	39
รูปที่ 2.55 ส่วนประกอบของเคเบิลอากาศ	40
รูปที่ 2.56 การพาดเคเบิลอากาศบนเคเบิลสเปเซอร์บนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1-2 วงจร	42
รูปที่ 2.57 การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1 วงจร	43
รูปที่ 2.58 การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร (กรณีใช้เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง) และ 14.30 เมตร จำนวน 2 วงจร	45
รูปที่ 2.59 การติดตั้งกับดักเสียดันที่มีการเปลี่ยนวิธีการเดินสายจากเดินในอากาศเป็นเดินฝังดิน	50
รูปที่ 2.60 การติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนเสาเดี่ยว	52
รูปที่ 2.61 การติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนนั่งร้านเสา	52
รูปที่ 2.62 การฝังเคเบิลใต้ดินในท่อร้อยสาย	54
รูปที่ 2.63 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ DUCT BANK	55
รูปที่ 2.64 ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายใต้ดินในเขตทางหลวง	56
รูปที่ 2.65 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ DIRECTIONAL BORING	56
รูปที่ 2.66 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบการวางท่อร้อยสายลอดใต้ถนนโดยวิธีดันท่อเหล็กปิดขนาดเล็ก	57
รูปที่ 2.67 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ PIPE JACKING	57
รูปที่ 2.68 บ่อพักชนิด 2T – 1 (รูปบน) และ 2T – 2 (รูปล่าง)	59
รูปที่ 2.69 บ่อพักชนิด 2T – 3	60
รูปที่ 2.70 บ่อพักชนิด 2T – 8	60
รูปที่ 2.71 การติดตั้งอุปกรณ์ที่เสาดัน RISER	61
รูปที่ 2.72 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้มิเตอร์แรงสูงการติดตั้งมิเตอร์แรงสูงภายในอาคาร (รูปบน) การติดตั้งมิเตอร์แรงสูงแบบภายนอกอาคาร (รูปล่าง)	62

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.73 การต่อลงดินที่บ่อพัก	63
รูปที่ 2.74 การต่อลงดินสำหรับเคเบิลใต้ดินแบบการต่อลงดินทั้งสองปลาย (รูปบน) และการต่อลงดินแบบหลายจุด (รูปล่าง)	64
รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์องค์การการไฟฟ้านครหลวง	66
รูปที่ 3.2 แผนที่สถานประกอบการการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี	66
รูปที่ 3.3 โครงสร้างองค์กร การไฟฟ้านครหลวง	71
รูปที่ 4.1 แผนผังแบบงานก่อสร้าง ณ บริเวณพุทธมณฑลสาย 2 ของการไฟฟ้านครหลวง	77
รูปที่ 4.2 ใบเบิกอุปกรณ์การย้ายเสาไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า ณ บริเวณพุทธมณฑลสาย 2	78
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ลูกถ้วยไฟฟ้า	79
รูปที่ 4.4 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน	79
รูปที่ 4.5 ค่ามาตรฐานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา	80
รูปที่ 4.6 การควบคุมการปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัย	80
รูปที่ 4.7 ค่ามาตรฐานฟิวส์ของหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา	81
รูปที่ 4.8 มาตรฐานติดตั้งของหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา และอุปกรณ์ต่างๆ	82
รูปที่ 4.9 ตรวจเช็คความเรียบร้อยหลังเสร็จงาน	83
รูปที่ 4.10 การตรวจสอบสภาพงานจริง	84
รูปที่ 4.11 ใบเบิกอุปกรณ์งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุด บริเวณซอยรัฐนิทวงศ์ 7	85
รูปที่ 4.12 การรื้อถอนสายดีเกิลียวชำรุด	86
รูปที่ 4.13 มาตรฐานสายแรงต่ำ	87
รูปที่ 4.14 มาตรฐานการจัดเรียงสายไฟแรงต่ำ	87
รูปที่ 4.15 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนจ่ายกระแสไฟ	88

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางระยะห่างเขตดินสายที่สัมพันธ์กับระดับแรงดัน	13
ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติทองแดงและอลูมิเนียม	20
ตารางที่ 2.3 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลอากาศ (SAC)	41
ตารางที่ 2.4 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบน เคเบิล-สเปเซอร์บนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1-2 วงจร	43
ตารางที่ 2.5 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบน ลูกถ้วยแท่งหรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1 วงจร	44
ตารางที่ 2.6 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบน ลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร (กรณีใช้เหล็กคอนเคเบิล อากาศทางโค้ง) และ 14.30 เมตรจำนวน 2 วงจร	46
ตารางที่ 2.7 ค่าระยะรั้วที่กำหนดต่ำสุดที่ความเปราะเปื้อนระดับต่างๆ ตามมาตรฐาน IEC 815	47
ตารางที่ 2.8 การเลือกลูกถ้วยกับพื้นที่ที่มีมลภาวะระดับแตกต่างกันสำหรับระบบจำหน่าย 22 kV	47
ตารางที่ 2.9 การเลือกลูกถ้วยกับพื้นที่ที่มีมลภาวะระดับแตกต่างกันสำหรับระบบจำหน่าย 33 kV	48
ตารางที่ 2.10 การเลือกรูปแบบการต่อลงดิน	49
ตารางที่ 2.11 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลใต้ดินระบบจำหน่ายแรงสูง 22 & 33 kV (ฉนวน XLPE)	53
ตารางที่ 2.12 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลใต้ดินระบบจำหน่าย 22 & 33 kV ขนาด 500 ค.ม.ม. (ฉนวน-XLPE) วางใน Cable Trench	54
ตารางที่ 2.13 ตารางระดับความลึกมากที่สุดของการใช้ท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง	58
ตารางที่ 2.14 ตารางแนะนำจำนวนท่อสำรอง	59
ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	73
ตารางที่ 4.1 มาตรฐานงานของแต่ละกิจกรรม	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นรัฐวิสาหกิจที่เกี่ยวกับพลังงาน ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงพลังงาน ทำหน้าที่ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า และปฏิบัติการระบบไฟฟ้าครอบคลุมทั้งประเทศดำเนินการจัดส่งพลังงานไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าให้กับสถานที่ต่างๆ ในประเทศ ได้มีการใช้ไฟฟ้ากันมากมาย ทุกสถานที่ล้วนให้ความสำคัญกับการใช้ไฟฟ้าอย่างมาก มี การติดตั้ง และการก่อสร้างระบบไฟฟ้าในสถานที่ต่างๆ จึงมีความจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมงานและช่างผู้ติดตั้งงานก่อสร้างให้ได้มาตรฐานตามหลักความปลอดภัยต่างๆ การจัดการระบบก่อสร้างในพื้นที่ที่จำกัด และอาจไม่สะดวกตามแผนที่วางไว้ จึงต้องมีการแก้ปัญหาหานักงาน จึงทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน และผู้ปฏิบัติงานต้องมีความระมัดระวังถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ เนื่องจากทั้งสถานที่และสภาพแวดล้อมต่างๆ

ได้นำกฎการเดินสายไฟและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538 ของการไฟฟ้านครหลวง และแนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2537 ของการไฟฟ้าภูมิภาค มาพิจารณาเป็นมาตรฐานเดียวโดยได้รับความเห็นชอบจากทั้งสองรัฐวิสาหกิจ จากกฎ และแนวทางการปฏิบัติที่มีส่วนเหมือนกัน มารวมกันเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ เพื่อใช้ในการควบคุมงาน ออกแบบ และติดตั้งรวมถึงอบรมทางด้านมาตรฐานต่างๆ ทั้งทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ในความปลอดภัยกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของการทำงานของการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี

1.2.2 เพื่อศึกษามาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 เพื่อศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ในการซ่อมบำรุงตามมาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

1.3.2 สามารถปฏิบัติงานซ่อมบำรุงตามมาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ ในการซ่อมบำรุงตามมาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

1.4.2 ได้รับความรู้ในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงตามมาตรฐานงานก่อสร้างระบบจำหน่าย

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบไฟฟ้า

มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า มีความสำคัญอย่างมาก เพื่อความปลอดภัย และยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ให้ยาวนานยิ่งขึ้น มีมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน มีหลายหน่วยงาน เช่น การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานจากต่างประเทศที่ประเทศไทยนำมาใช้อ้างอิง เช่น International Electro technical Commission เป็นต้น หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าให้การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปจำหน่าย การไฟฟ้านครหลวง จะจำหน่ายไฟฟ้าให้กรุงเทพฯ และปริมณฑล ส่วนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะจำหน่ายไฟฟ้าให้ต่างจังหวัดของทุกภาคในประเทศ ระบบไฟฟ้าในภาคใต้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะผลิตไฟฟ้าที่ โรงไฟฟ้า แล้วแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงถึง 380 กิโลโวลต์ (kV) แล้วส่งไปตามเมืองต่างๆ เข้าที่สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สถานีไฟฟ้าย่อยจะปรับลดแรงดันเหลือ 33 กิโลโวลต์ แล้วจ่ายเข้าในตัวเมือง และผู้ใช้ต้องติดตั้งหม้อแปลง เพื่อลดแรงดันให้เป็นแรงต่ำ เพื่อนำมาใช้งานต่อไป

2.2 ศัพท์เฉพาะ หรือ คำจำกัดความ ด้านระบบไฟฟ้า

2.2.1 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส จะมี 2 สายในระบบ ประกอบด้วย สาย line (มีไฟฟ้า) 1 เส้น และ สาย Neutral (ไม่มีไฟฟ้า) 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้า 220-230 โวลต์ ที่ความถี่ 50 Hz

2.2.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส จะมี 4 สายในระบบ ประกอบด้วย สาย line (มีไฟฟ้า) 3 เส้น และ สาย Neutral (ไม่มีไฟฟ้า) 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้า ระหว่าง สาย line กับ line 380 – 400 โวลต์ และมีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย line กับ Neutral 220 – 230 โวลต์ และที่ความถี่ 50 Hz

2.2.3 สาย ดิน หรือ GROUND มีทั้ง 2 ระบบ ติดตั้งเข้าไฟในระบบเพื่อความปลอดภัย สายดินจะต้องต่อเข้าไปกับพื้นโลกตามที่มาตรฐานกำหนด

2.2.4 ระบบไฟฟ้าแรงสูง มีแรงดัน เกิน 1,000 โวลต์ (V)

2.2.5 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ มีแรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์ (V)

2.2.6 แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์

2.2.7 กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์

2.2.8 กำลังไฟฟ้าใช้จริง มีหน่วย วัตต์

2.2.9 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง มีอุปกรณ์ที่ใช้วัดกิโลวัตต์-ชั่วโมงมี หน่วยยูนิต (Unit)

2.2.10 กำลังไฟฟ้ามี 3 ประเภท คือ

-กำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วย วัตต์ (W)

-กำลังไฟฟ้าแฝง มีหน่วย วาร์ (VAR)

-กำลังไฟฟ้าปรากฏ มีหน่วยเป็น โวลต์แอมป์ (VA)

2.3 ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

ตัวประกอบกำลัง คือ อัตราส่วน ระหว่าง กำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (W) กับ กำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือกำลังไฟฟ้า ปรากฏ(VA) ซึ่งค่าที่ดีที่สุด คือ มีอัตราส่วนที่ เท่ากัน จะมีค่าเป็นหนึ่ง แต่ในทางความเป็นจริงไม่สามารถทำได้ ซึ่งค่า Power Factor จะเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้ โหลด (Load) ซึ่ง โหลด ทางไฟฟ้ามีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

2.3.1 Load ประเภท ความต้านทาน หรือ Resistive จะมีค่า Power Factor เป็นหนึ่งอัน ได้แก่ หลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ เตารีด หม้อหุงข้าว เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ถ้าหน่วยงานหรือองค์กร มี Load ประเภทนี้เป็นจำนวนมาก ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงค่า Power Factor

2.3.2 Load ประเภท ความเหนี่ยวนำ หรือ Inductive จะมีค่า Power Factor ไม่เป็นหนึ่งอัน ได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ขดลวด เช่น มอเตอร์ บาลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแก้ว เป็นต้น จะเห็นได้ว่าหน่วยงานส่วนใหญ่ จะหลีกเลี่ยง Load แบบนี้ไม่ได้ และมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้ค่า Power Factor ไม่เป็นหนึ่ง และ Load แบบนี้ทำให้ค่า Power Factor ล้าหลัง (Lagging) จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงค่า Power Factor โดยการนำโหลด Load ประเภทให้ค่า Power Factor นำหน้า (Leading) มาต่อไว้ในวงจรไฟฟ้าของระบบ

2.3.3 Load ประเภท ค่าความจุ หรือ Capacitive เป็นโหลดตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็น องค์ประกอบ Load ประเภทนี้จะใช้น้อยมาก จะมีค่า Power Factor ไม่เป็นหนึ่ง Load ประเภทนี้จะ ทำให้ Power Factor นำหน้า (Leading) คือกระแสไฟฟ้านำหน้าแรงดัน จึงนิยมนำ Load ประเภท นี้ มาปรับปรุง ค่า Power Factor ของระบบที่มีค่า Power Factor ล้าหลัง เพื่อให้ค่า Power Factor มีค่า ใกล้เคียงหนึ่ง

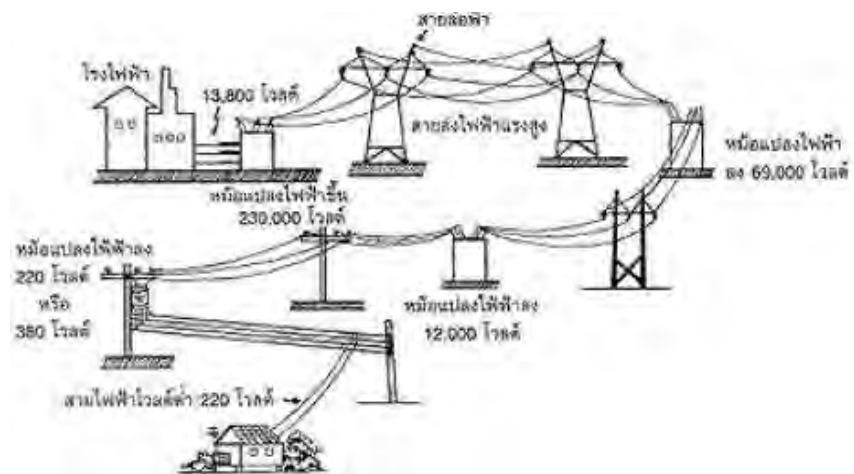
ข้อดี ของการปรับปรุงค่า Power Factor

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าลดลง
- หม้อแปลงและสายเมนไฟฟ้า สามารถรับ Load เพิ่มได้มากขึ้น
- ลดกำลังงานสูญเสียในสายไฟฟ้าลง
- ลดแรงดันไฟฟ้าตก
- เพิ่มประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าทั้งระบบ

2.4 การส่งพลังงานไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าส่งพลังงานไฟฟ้ามายังบ้านเรือนได้โดยใช้สายไฟ นำพลังงานไฟฟ้ามาตาม สายไฟแรงสูง จากนั้นจึงผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ต่ำลงแล้วใช้สายไฟต่อ แยกเอาพลังงานไฟฟ้าเข้ามาใช้ในบ้าน ทั้งนี้ต้องต่อผ่านมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าก่อนสายไฟที่ต่อแยก

เอาพลังงานไฟฟ้าเข้ามาใช้ในบ้านต้องนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านเป็นวงจรไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นทำงานได้



รูปที่ 2.1 การส่งพลังงานไฟฟ้า

2.5 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ งานบางอย่างต้องการใช้แรงดัน ซึ่งหม้อแปลงมีหลายชนิดหลายขนาด เลือกใช้ตามความเหมาะสมของงาน



รูปที่ 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

2.6 ตู้ควบคุมระบบไฟ

- MDB เป็นตู้ควบคุมระบบไฟ มี main circuit breaker ไว้ตัดต่อวงจรทั้งหมดของอาคาร
- SDB เป็นตู้ควบคุมระบบไฟ ตามตู้ load Center ขึ้นอยู่กับขนาดอาคาร
- PB เป็น circuit breaker ที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

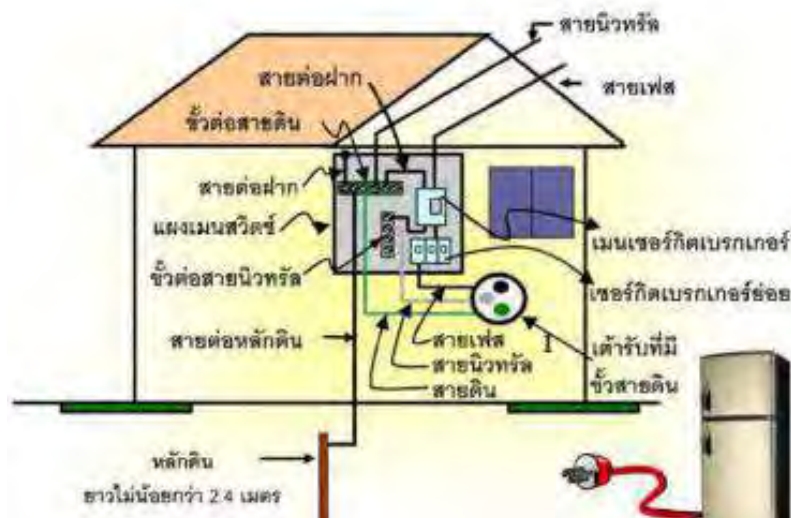
2.7 การต่อลงดิน

การต่อลงดิน คือ นำตัวนำทางไฟฟ้าต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าและต่อกับพื้นดินอย่างมั่นคง มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดอันตรายที่อาจจะเกิดกับบุคคลและ ลดความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่องใช้ไฟฟ้า หน้าที่หลักของสายดินมีอยู่ 2 ประเภท

2.7.1 เมื่อเกิดแรงดันเกิน จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร ไม่ให้สูงจนอาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า เสียหาย และลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นที่เครื่อง อุปกรณ์ หรือ ส่วนประกอบ เนื่องจากการรั่ว หรือการเหนี่ยวนำเพื่อลดอันตรายจากบุคคลที่ไปสัมผัส

2.7.2 เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน จะช่วยลดความเสียหายของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบไฟฟ้า การต่อลงดินที่ถูกต้องจะช่วยให้เครื่องมือ อุปกรณ์ป้องกันตามที่ออกแบบ สามารถแบ่งชนิดของการต่อลงดิน มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

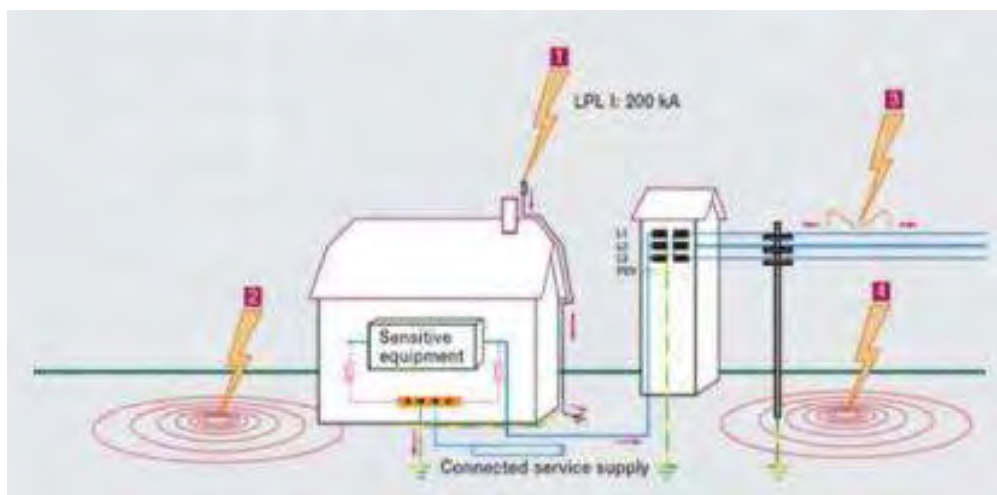
1. System Grounding
2. Equipment Grounding
3. Lightning Grounding



รูปที่ 2.4 การต่อลงดิน

2.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

เป็นระบบที่ต้องมีในระบบไฟฟ้า โดยมาตรฐาน การติดตั้งเป็นต้วบังคับ ประเทศไทยใช้ มาตรฐานของ (IEC) เป็นหลัก ระบบป้องกันฟ้าผ่าจะประกอบด้วย ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร และระบบป้องกันฟ้าผ่า ภายในอาคาร ระบบป้องกันฟ้าผ่ามีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันความเสียหายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น กับระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ต่างๆ อันเนื่องจากฟ้าผ่า



รูปที่ 2.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

2.9 เสาไฟฟ้า (Poles)

เสาไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์หลักซึ่งมีหน้าที่ เป็นตัวยกระดับของสายตัวนำ ให้พ้นจากพื้นดิน จนอยู่ในระดับที่ปลอดภัย สำหรับสิ่งมีชีวิต

ขนาดความสูงของเสาขึ้นอยู่กับ

- แรงดึงของสาย
- ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่ใช้งาน

เสาไฟฟ้ายังใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์บางอย่างเช่น

- หม้อแปลงไฟฟ้า
- มาตรการพลังงานไฟฟ้า (วัดค-ชั่วโมง)

เสาไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.9.1 เสาไม้ (Wood poles) ในอดีตนิยมใช้เป็นเสาสูงแรงสูงขนาด 69 kV และ 115 kV เนื่องจากหาง่ายและราคาถูกแต่มีอายุการใช้งานสั้น เพราะมีปัญหาการ ฟูกร่อน ถึงแม้จะมีการ อาบน้ำยาครีโอโซต (Creosote) เพื่อยืดอายุการใช้งานก็ตาม ในปัจจุบัน เสาไม้กลายเป็นวัสดุที่หาได้ ยาก และมีราคาแพงจึงไม่เป็นที่นิยมใช้ยกเว้นการติดตั้งไฟฟ้าใช้ชั่วคราวเท่านั้น

2.9.2 เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (Concrete poles) นิยมใช้ในปัจจุบัน เป็นชนิดคอนกรีตอัด แรง (Prestress concrete)

- มีคุณสมบัติในการรับแรงบิดโค้ง (Bending moment) สูงมาก

- ใช้กับแรงดันตั้งแต่ 115 kV ลงมา

ส่วนประกอบของเสาแรงสูง ชนิดเสาไม้และเสาคอนกรีตอัดแรง ที่ใช้กับแรงดันขนาด 69 kV และ 115 kV มีดังนี้คือ

1) คอสราร์ม (Cross arm) ทำจากไม้แท่งสี่เหลี่ยม หรือเหล็กฉากยึดติดกับลูกถ้วยชนิดแขวน หรือดึง เพื่อรองรับสายตัวนำ

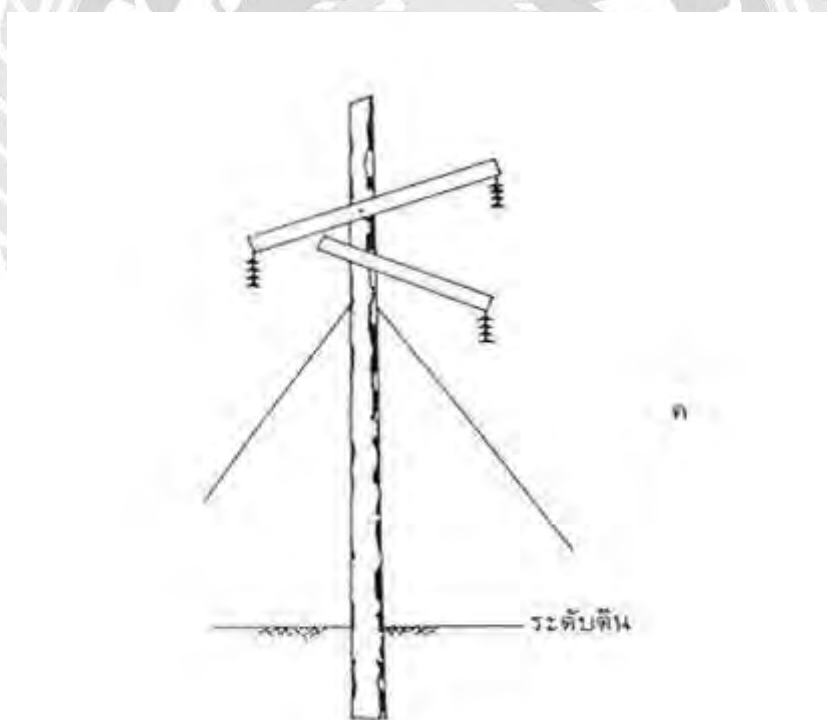
2) คอสเบรช (Cross brace) ทำจากไม้ หรือเหล็กฉากไขว้กัน ใช้สำหรับยึดเสาจำนวน 2 หรือ 3 ต้น ให้ติดกัน

3) ส่วนต่อเสา (Pole extension) เป็นส่วนที่ต่อเพิ่มจากยอดเสา เพื่อรองรับสายดินเหนือศีรษะ (Overheadground wire)

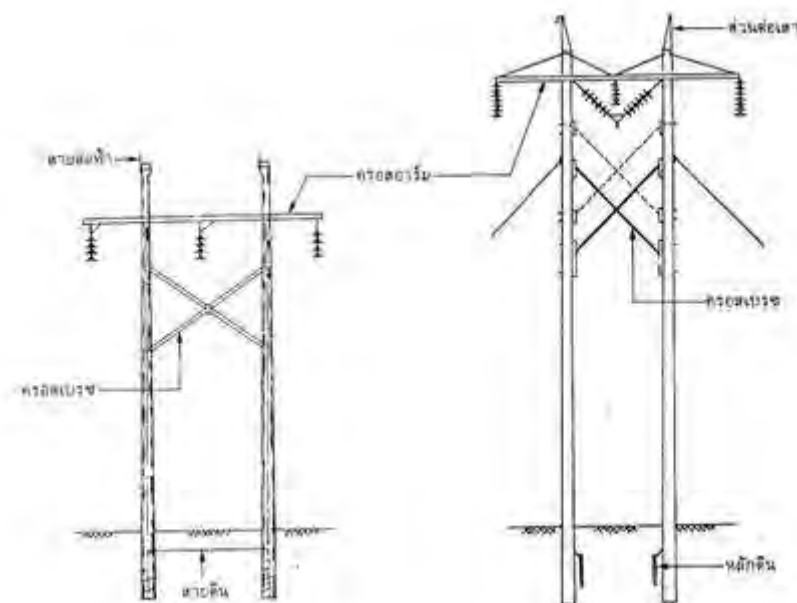
4) การต่อลงดิน (Grounding)

- ในกรณีของเสาไม้จะใช้เสากายนอก ต่อเชื่อมระหว่าง หลักดิน

- ในกรณีของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กจะฝังสายดินไว้ภายในเสา ทำให้สะดวกและเรียบร้อยกว่าเสาไม้



รูปที่ 2.6 เสาไม้ 69 kV วงจรเดี่ยวความสูง 16 เมตร



รูปที่ 2.7 เสาไม้ 69 kV วงจรเดี่ยวความสูง 16 เมตร และเสาคอนกรีต 115 kV วงจรเดี่ยว
ความสูง 26 เมตร

2.9.3 เสาโครงเหล็ก (Steel tower) ใช้ในระบบส่งกำลังไฟฟ้า ที่มีระดับแรงดัน ตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป

- ประกอบด้วยขาเสา (Main leg) และเหล็กสาน (Bracing) ยึดไขว้สลับกัน
- เหล็กทุกชิ้นฉาบด้วยสังกะสี (Galvanized steel) ป้องกันสนิม
- ต้องสูงกว่า 10 เมตร
- ถ้าสูงน้อยกว่า 10 เมตรเรียกว่าเสาเหล็ก (Steel pole)

ชนิดของเสาโครงเหล็ก (Type of steel tower) แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น

1) แบบวงจรเดี่ยว (Single circuit)

2) แบบวงจรคู่ (Double circuit)

แบ่งตามลักษณะโครงสร้างเป็น

1) แบบยึดกับที่ (Rigid type)

- มีขามากกว่า 3 ขา มีความแข็งแรงมาก รับแรงได้ทุกทิศทาง

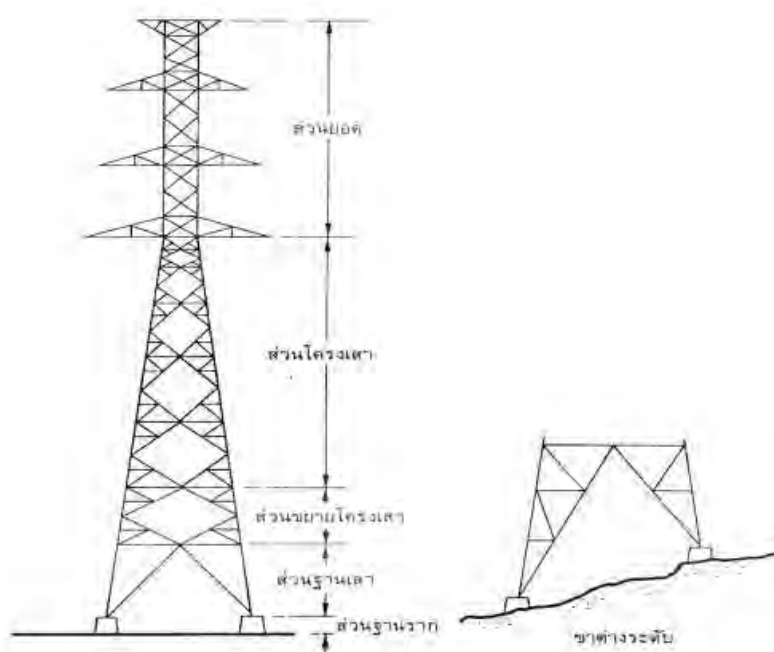
2) แบบโยกไหว (Flexible type)

- มีขาเพียง 2 ขา รับแรงได้เฉพาะในแนวตั้งฉากกับสายส่งเท่านั้น สามารถโยกไหวได้ตามแนวสายส่ง

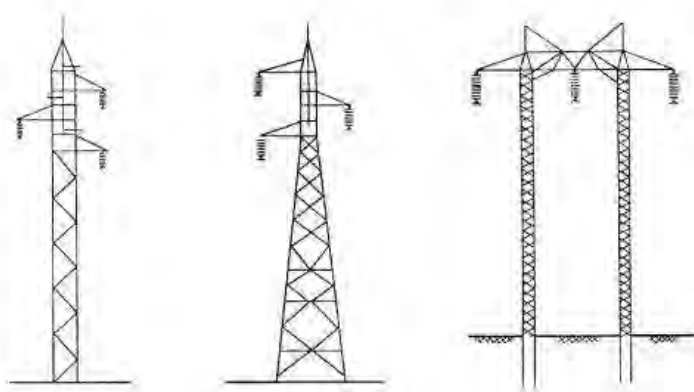
หมายเหตุ การออกแบบเสาโครงเหล็กในปัจจุบัน นอกจากจะคำนึงถึงความแข็งแรงแล้วยังต้องคำนึงถึงความสวยงามมากขึ้น จึงเน้นเข้าหาหลักสถาปัตยกรรมมากยิ่งขึ้น

ส่วนประกอบทางโครงสร้าง ของเสาโครงเหล็กแบบยึดกับที่ แบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

- 1) ส่วนยอดเสา (Top part) คือ ช่วงบนสุดของเสา นับตั้งแต่ครอสอาร์มท่อนล่างจนถึงปลายเสาส่วนบนสุดคือครอสอาร์มของสายดินเหนือศีรษะ
- 2) ส่วนโครงเสา (Common body) คือ ช่วงกลางของเสาประกอบด้วย ขาเสา (Main leg) และเหล็กสาน (Bracing) ยึดไว้สลับกันตั้งแต่ครอสอาร์ม จนถึงส่วนฐานเสา
- 3) ส่วนขยายโครงเสา (Body extension) คือ ส่วนที่ต่อเพิ่มขึ้นไปของโครงเสา
- 4) ส่วนฐานเสา (Base or leg) คือส่วนล่างของเสาที่ยึดติดกับฐานราก หรืออาจเรียกว่าขาเสา
- 5) ส่วนฐานราก (Foundation) เป็นส่วนที่รองรับเสาทั้งหมดรวมทั้งระบบกราวด์ของเสาด้วยในกรณีที่ขาเสาอยู่ต่างระดับกัน เช่น บริเวณเนินเขา หรือไหล่เขาจะต้องต่อขาด้านหนึ่งออกเรียกว่า “ขาต่างระดับ” เพื่อให้เสาดังอยู่ในแนวตั้งได้



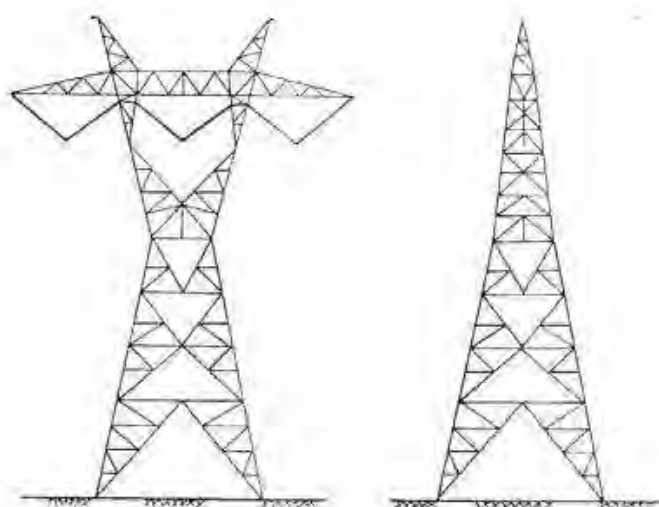
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของเสาโครงเหล็ก



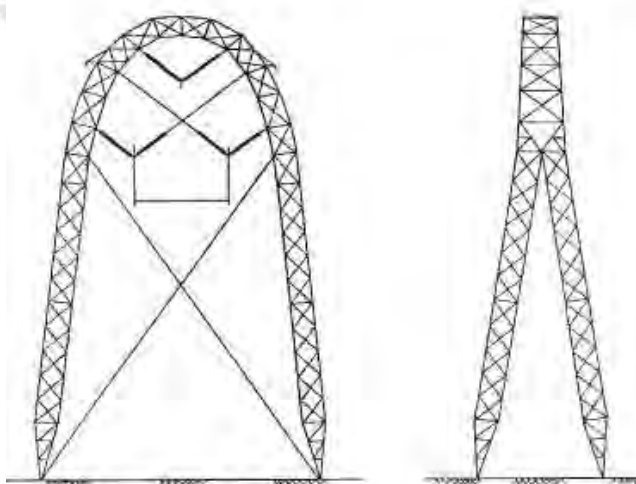
รูปที่ 2.9 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่ใช้กับสายส่งวงจรเดี่ยวระดับแรงดัน 69 kV



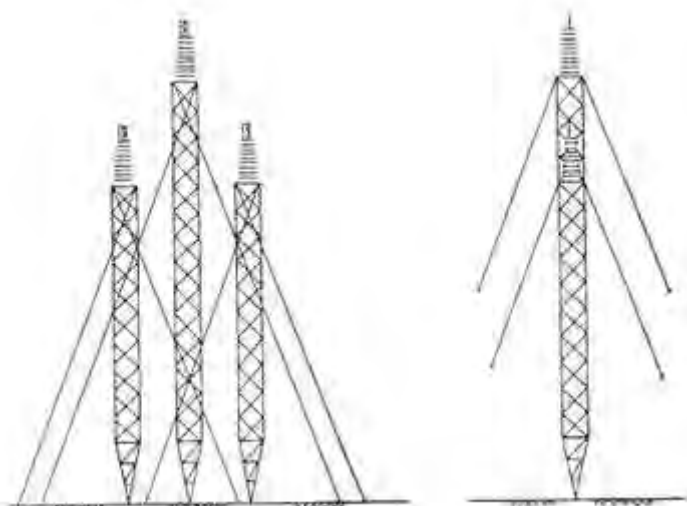
รูปที่ 2.10 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่ใช้กับสายส่งแรงดัน 115 kV และแรงดัน 230 kV



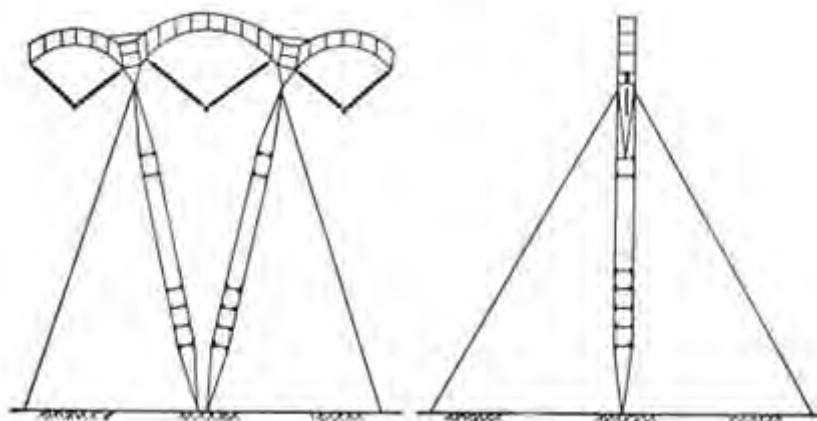
รูปที่ 2.11 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่รูปแบบดั้งเดิมที่ใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตราและอุลตราในต่างประเทศ



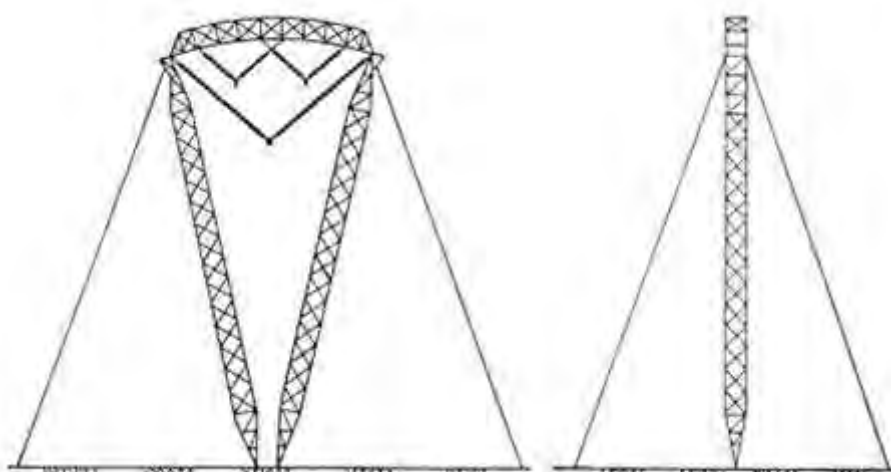
รูปที่ 2.12 เสาโครงเหล็กแบบยึดติดกับที่รูปประตูลังใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตรา และอุลตราในต่างประเทศ



รูปที่ 2.13 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันเอ็กซ์ตรา และอุลตราในต่างประเทศ



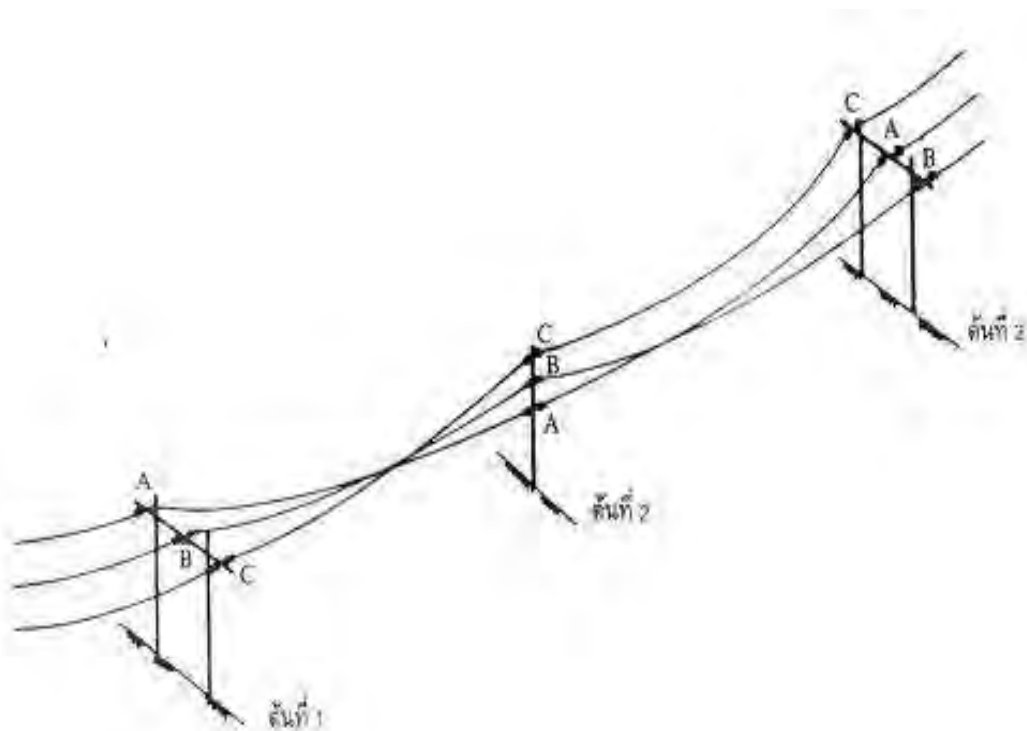
รูปที่ 2.14 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันอุลตราในต่างประเทศ



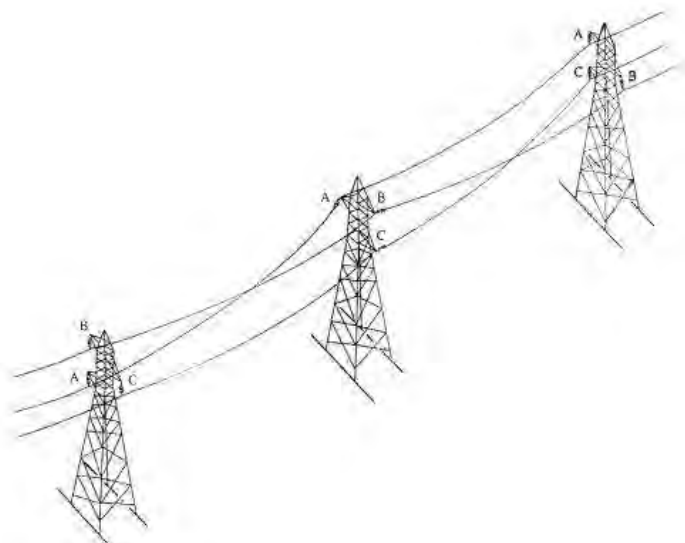
รูปที่ 2.15 เสาโครงเหล็กแบบโยกไหวใช้กับแรงดันอุลตราในต่างประเทศ

เสาที่ใช้ในการไขว้สลับสาย (Transposition pole) สายส่ง 3 เฟส ที่มีการวางตำแหน่งของตัวนำไม่เป็นสามเหลี่ยมด้านเท่าจะมีผลทำให้ค่ารีแอกแตนซ์ของแต่ละเฟส ไม่เท่ากันวิธีแก้ไขคือต้องมีการไขว้สลับสาย (Transposition) โดย

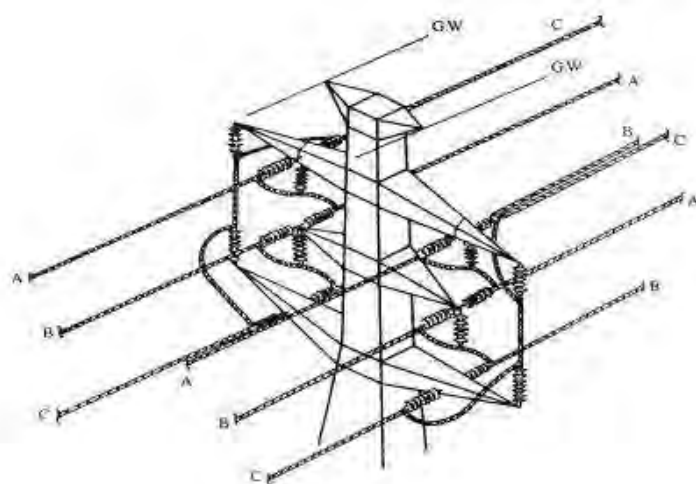
- กรณีของสายส่งวงจรเดียว ต้องใช้เสาถึง 3 ต้น
- กรณีของสายส่งวงจรคู่จะใช้เสาเพียงต้นเดียวโดยเสาดันที่ใช้สลับเฟส ต้องออกแบบเป็นพิเศษ



รูปที่ 2.16 การไขว้สลับสายของสายส่งวงจรเดียวในกรณีใช้เสาคอนกรีต

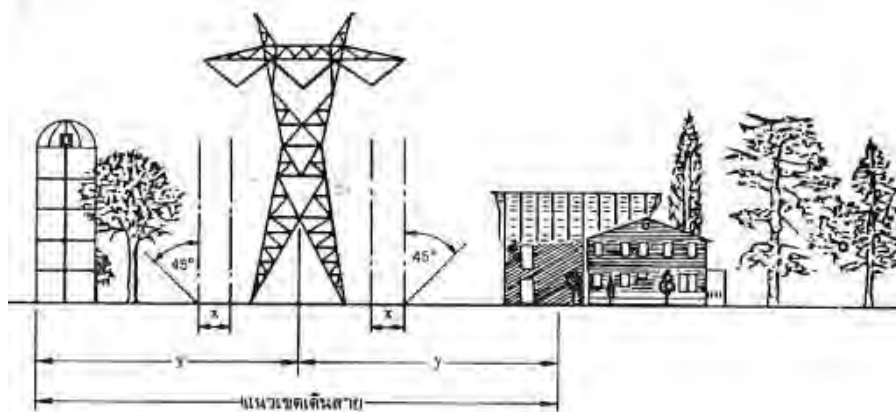


รูปที่ 2.17 การไขว้สลับสายของสายส่งวงจรเดียวในกรณีใช้เสาโครงเหล็ก



รูปที่ 2.18 การไขว้สลับสายส่งวงจรคู่ในกรณีเสาเหล็ก

เขตเดินสาย คือ พื้นที่ใต้แนวสายไฟที่ถูกห้ามไว้มิให้ เอกชนเข้ามาดำเนินการก่อสร้าง หรือปลูกต้นไม้และกระทำการอื่นจนเป็นเหตุให้กระทบกระเทือน ต่อแนวสายไฟได้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน แนวเขตเดินสาย จะกำหนดให้เป็นระยะทางไว้สำหรับ แรงดันไฟฟ้าแต่ละระดับ



รูปที่ 2.19 ค่ากำหนดแนวเขตเดินสาย

ตารางที่ 2.1 ตารางระยะห่างเขตเดินสายที่สัมพันธ์กับระดับแรงดัน

ระดับแรงดัน (กิโลโวลต์)	แนว x (เมตร)	แนว y (เมตร)
69	2	9
115	3	12
230	4	20
500	6.5	40

2.10 ฉนวน ลูกถ้วย (Insulator) คืออุปกรณ์ที่ใช้รองรับสายและอุปกรณ์ไฟฟ้า ในระบบ ส่งและจ่ายไฟฟ้าเหนือศีรษะ

- มีคุณสมบัติป้องกันกระแสรั่วไหลลงดินได้
- ทำมาจากกระเบื้องเคลือบ (Porcelain)
- มีความแข็งแรงและเปราะ
- ผิวเคลือบเป็นมัน เพื่อให้น้ำฝนชะสิ่งสกปรกออกได้ง่าย

ในกรณีของลูกถ้วยแรงสูงจะทำการเป็นกรวยหลายๆชั้น เพื่อ

- เพิ่มระยะทาง “L” (Leakage distance) ให้ยาวขึ้น
- จะช่วยลดการวาบไฟตามผิว (Flashover) ที่เกิดบนลูกถ้วยให้น้อยลง



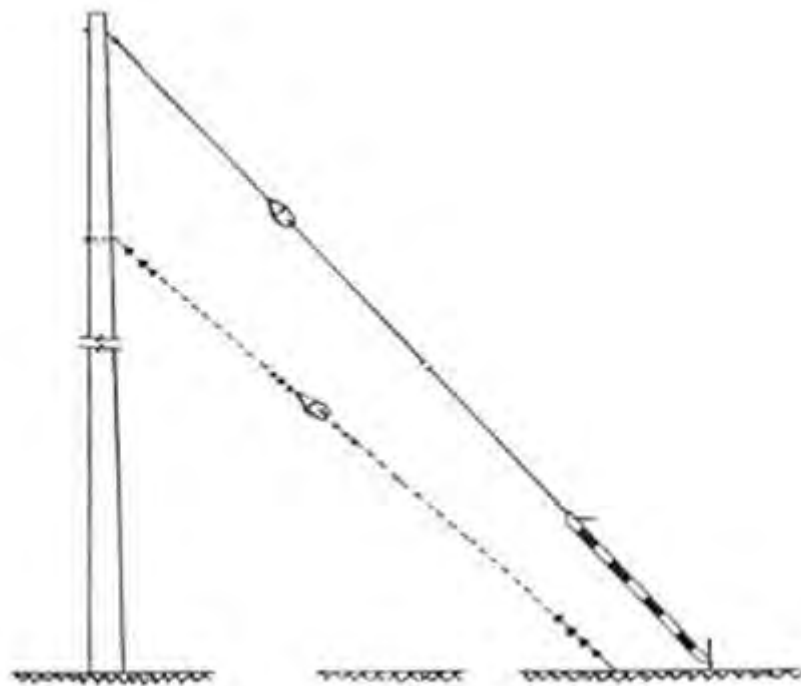
รูปที่ 2.20 แสดงระยะทางของกระแสรั่วไหล “L” บนลูกถ้วย (Leakage distance)

ชนิดของลูกถ้วย แบ่งตามลักษณะการใช้งาน ได้เป็น 6 ชนิดดังนี้

2.10.1 ลูกถ้วยมะเฟือง (Strain Type Insulator)



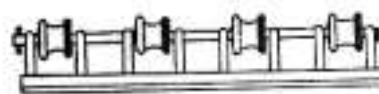
รูปที่ 2.21 ลูกถ้วยมะเฟือง



รูปที่ 2.22 การประกอบลูกถ้วยมะเฟืองกับสายยึดโยง

- ใช้สำหรับคั่นสายยึดโยง (Guy wire) ไม่ให้ตอกลงดินโดยตรง
- ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วไหล ที่อาจจะผ่านลงมา ตามสายยึดโยง ไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้ที่ไม่ต้องสายยึดโยงได้
- ต้องมีคุณสมบัติในการทนแรงกดดันได้สูง เพราะถ้าลูกถ้วยเกิดการชำรุดเสียหาย สายยึดโยงจะพลอยเสียหายไปด้วย
- เนื่องจากวัสดุกระเบื้องเคลือบจะรับแรงกด (Compression) ได้ดีกว่าแรงดึง (Tensile) มาก ดังนั้น การออกแบบลูกถ้วยมะเฟืองจึงออกแบบให้รับแรงกดโดยการคล้องสายยึดโยง ตามที่แสดงดังรูปต่อไปนี้

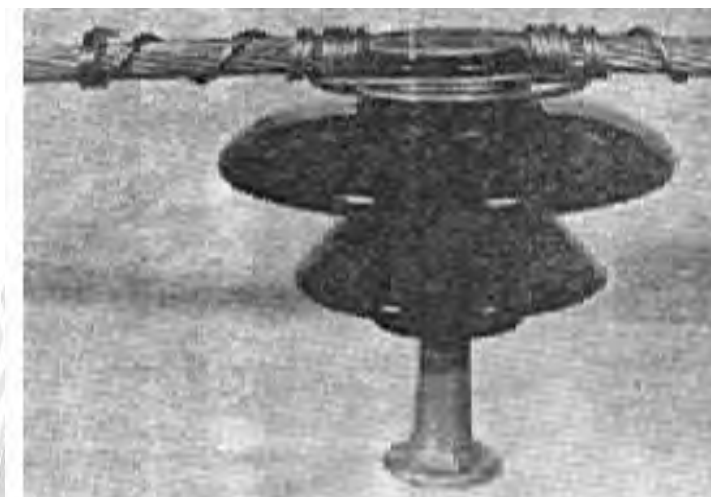
2.10.2 ลูกถ้วยลูกกรอก (Spool Type Insulator)



รูปที่ 2.23 ลูกถ้วยลูกกรอกและแร่กตุติภูมิ

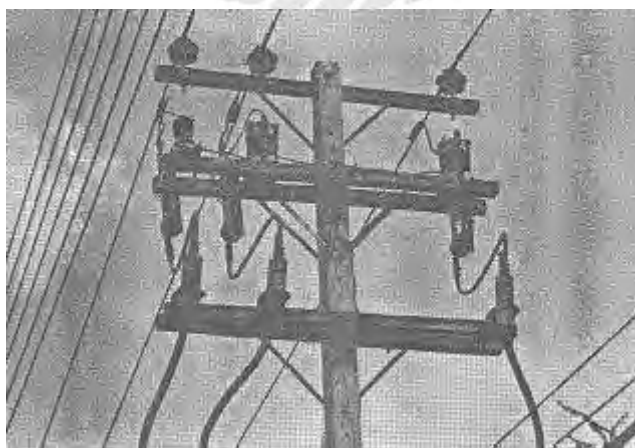
- เป็นอุปกรณ์รองรับสายในระบบจำหน่ายแรงต่ำ
- มีรูปร่างคล้ายหลอดด้าย ตรงกลางเจาะทะลุเป็นรูสำหรับร้อยแกนเหล็กยึดติดกับเร็กทุติยภูมิ (Secondary rack)
- การติดตั้งแรกเพื่อใช้งาน อาจติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน แล้วแต่ลักษณะงาน

2.10.3 ลูกถ้วยก้านตรง (Pin Type Insulator)



รูปที่ 2.24 ลูกถ้วยก้านตรง

- เป็นอุปกรณ์รองรับสาย ในระบบจำหน่ายแรงสูงตั้งแต่ 33 กิโลโวลต์ลงมา
- มีลักษณะเป็นกรวยหลายชั้น ลดหลั่นกันตามระดับแรงดันที่ใช้งาน
- ด้านบนทำเป็นร่องสำหรับรองรับสายโดยบริเวณร่องจะเคลือบด้วยการกึ่งตัวนำ เพื่อ ป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบนสายไม่ให้ไปรบกวนระบบโทรคมนาคม
- ด้านล่างของลูกถ้วย ต่ออยู่กับก้านเหล็ก (Bolt) และยึดติดกับไม้คาน ในแนวตั้ง



รูปที่ 2.25 ลูกถ้วยก้านตรงที่ติดตั้งอยู่บนไม้คาน

2.10.4 ลูกถ้วยติดเสา (Line Post Type Insulator)



รูปที่ 2.26 ลูกถ้วยติดเสา

- มีรูปร่างคล้ายกับลูกถ้วยก้านตรงแต่มีจำนวนครีบก้นมากกว่า
- ใช้กับบริเวณทางโค้ง หรือทางแคบ ๆ
- ส่วนหัวที่ใช้สำหรับรองรับสาย มี 2 แบบ เพื่อให้เหมาะ สำหรับการติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 2.27 การติดตั้งลูกถ้วยติดเสาในแนวตั้งและแนวนอน

ลูกถ้วยแขวน (Suspension Type Insulator)

- เป็นลูกถ้วยแรงสูง ที่สามารถนำมาต่อเรียงกันเพื่อใช้กับระดับแรงดัน สูงหลายๆขนาด
- แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบสลัก (Clevis type) และแบบขั้วต่อ (Ball and Socket type)



รูปที่ 2.28 ลูกถ้วยแขวน

ลูกถ้วยแขวนจัดเป็นลูกถ้วยแรงสูง เอนกประสงค์เพราะมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถใช้งานได้กับระดับแรงดันหลายๆขนาดได้โดยการต่อเพิ่ม หรือลดจำนวนลูกถ้วยให้เหมาะสมกับระดับแรงดันที่ใช้งาน นั้นๆ
- 2) สามารถติดตั้งได้ทั้งแขวนเพื่อรับแรงดึงของสายในแนวดิ่ง ในแนวนอน เพื่อรับแรงดึงของสายในแนวราบ
- 3) ขณะติดตั้งแขวนชุดของลูกถ้วยจะอยู่ในลักษณะแขวนลอยจึงสามารถแกว่งได้เล็กน้อย ทำให้ปรับตัวรับเฉพาะแรงดึงเพียงอย่างเดียว ส่วนแรงบิดจะมีค่าน้อยมาก
- 4) เมื่อมีลูกถ้วยลูกใดลูกหนึ่งชำรุด สามารถถอดเปลี่ยนได้เฉพาะลูกจึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้

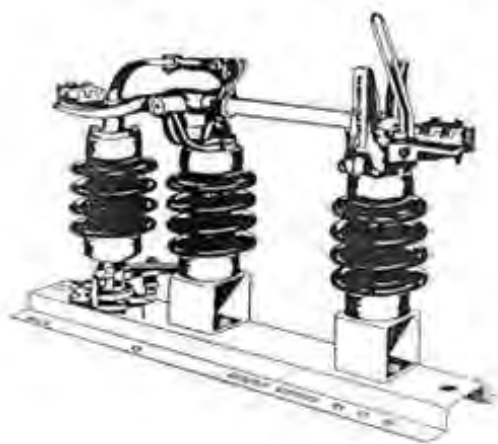


รูปที่ 2.29 ลูกถ้วยแขวนซึ่งติดตั้งในแนวดิ่ง



รูปที่ 2.30 ลูกถ้วยแขวนซึ่งติดตั้งในแนวนอน

2.10.6 ลูกถ้วยรองรับอุปกรณ์ (Apparatus Post Type Insulator)



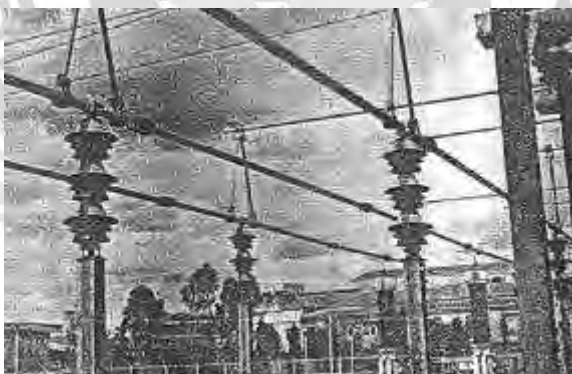
รูปที่ 2.31 ลูกถ้วยรองรับอุปกรณ์เมื่อใช้รองรับสวิตช์ปลดวงจร (Disconnecting switch)

เป็นลูกถ้วยที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อยึดกับอุปกรณ์โดยเฉพาะดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ส่วนบนและส่วนล่างของลูกถ้วยจะหุ้มด้วยโลหะและเจาะรูไว้สำหรับยึดอุปกรณ์
- อุปกรณ์ที่ใช้กับลูกถ้วยชนิดนี้ได้แก่ ท่อบัส (Bus Tube) สวิตช์ปลดวงจร

(Disconnecting switch) เป็นต้น

- ลูกถ้วยชนิดนี้มีหลายขนาดและสามารถนำมาต่อซ้อนกัน ได้หลายชั้น ตามความจำเป็น เพื่อใช้กับแรงดันหลายระดับได้



รูปที่ 2.32 ลูกถ้วยรองรับอุปกรณ์เมื่อใช้รองรับท่อบัส (Bus tube)

2.11 สายไฟฟ้า (Conductors) คือ ตัวนำที่ใช้ในการส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าจากสถานที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งต้องทำมาจากวัสดุที่มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูง
- รับแรงดึงได้ดี
- มีน้ำหนักเบา

- มีราคาไม่แพงมาก

โลหะที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ ทองแดง (Cu) และอลูมิเนียม (Al) ถึงแม้ว่าจะมีโลหะชนิดอื่นที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงกว่าก็ตาม แต่มีราคาแพง จึงไม่สามารถนำมาทำเป็นสายไฟฟ้าได้ เช่น เงิน (Ag) และทองคำ (Au) เป็นต้น

ทองแดงและอลูมิเนียม จะมีข้อได้เปรียบซึ่งกันและกันบางประการ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติทองแดงและอลูมิเนียม

คุณสมบัติเชิงเปรียบเทียบ	ทองแดง	อลูมิเนียม
อัตราส่วนความนำไฟฟ้า (พ.ท.หน้าตัดเท่ากัน)	1	0.6
อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัด (ความต้านทานเท่ากัน)	1	1.6
อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลาง (ความต้านทานเท่ากัน)	1	2.29
อัตราส่วนน้ำหนัก (พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน)	1	0.3
อัตราส่วนน้ำหนัก (ความต้านทานเท่ากัน)	1	0.5

จากตารางจะเห็นว่า อลูมิเนียมมีข้อได้เปรียบกว่า ทองแดง อยู่หลายประการ ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าจึงนิยมใช้สายอลูมิเนียม มากกว่าทองแดง

ลักษณะของสายไฟฟ้า ที่ใช้ในระบบส่งและจ่ายไฟฟ้านั้น ต้องมีลักษณะสมบัติดังนี้

- เป็นสายขนาดใหญ่
- ประกอบด้วยลวดเส้นเล็ก ๆ พันซ้อนกันเป็นชั้น (Layer) เรียกว่า ดีเกลียว (Strands

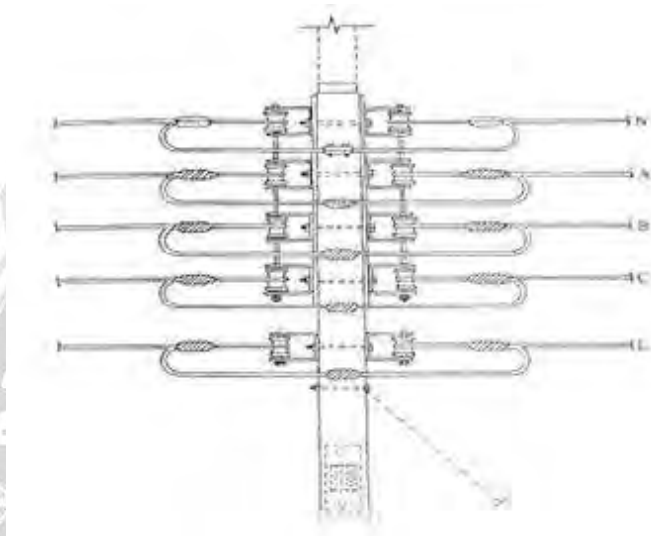
wire)

- เกลียวสายแต่ละชั้น จะพันสลับทางกันเพื่อป้องกัน สายคลายตัว
- สายดีเกลียวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

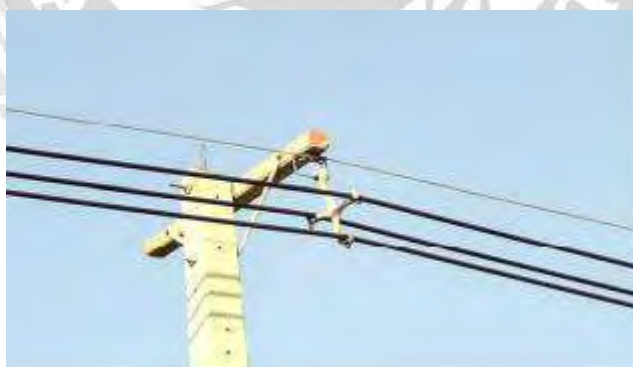
2.11.1 สายหุ้มฉนวน (Insulated wire) เป็นสายที่มีวัสดุป้องกัน กระแสไฟฟ้ารั่ว ส่วนใหญ่จะใช้งานที่ใกล้กับสิ่งมีชีวิต เช่น ในระบบจำหน่ายแรงต่ำ



รูปที่ 2.33 สายหุ้มฉนวน (Insulated wire)



รูปที่ 2.34 สายหุ้มฉนวนที่ใช้กับระบบจำหน่ายแรงต่ำไม่เกิน 750 โวลต์ (สายกันน้ำ) (Waterproof wire) โดยใช้ร่วมกับแร่ก



รูปที่ 2.35 สายหุ้มฉนวนที่ใช้กับระบบแรงสูง (สายเคเบิล)

ลักษณะของสายเคเบิลแรงสูง

- มีเปลือกฉนวนหนากว่าสายที่ใช้กับแรงดันต่ำ
- ใช้กับระบบจำหน่ายแรงสูง ที่มีระดับแรงดันไม่เกิน 24 กิโลโวลต์
- ใช้แขวนติดกับลวดตึงนำทาง (Messenger wire)

- มีอุปกรณ์คั่นสาย (Spacer) คั่นไว้ระหว่างสายให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน
 - ใช้ในบริเวณที่มีต้นไม้มากๆ หรือบริเวณใกล้สิ่งปลูกสร้าง เกินมาตรฐานกำหนด
- วัสดุที่ใช้ทำฉนวนหุ้มสาย มาจากวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) 2 ชนิดคือ

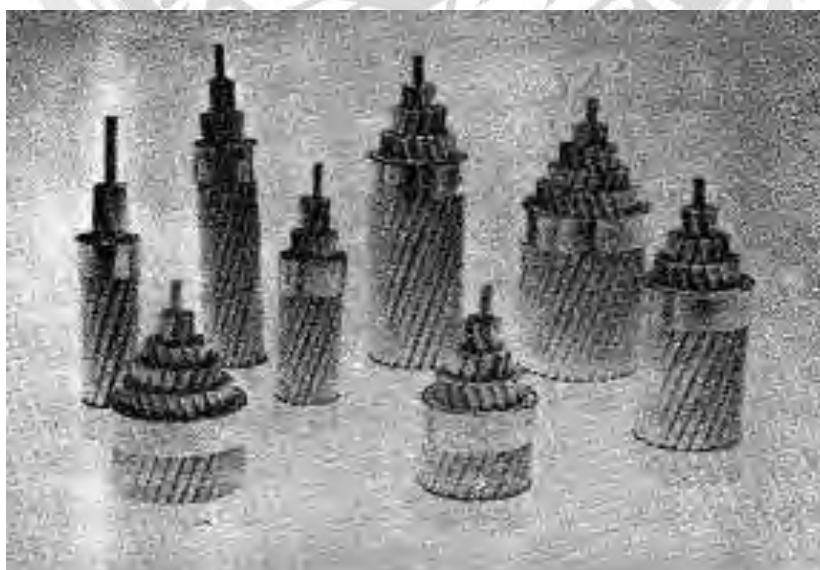
1) PVC (Polyvinyl chloride) มีคุณสมบัติดังนี้

- ทนต่อความชื้น น้ำมัน และความเย็นได้ดี
- อุณหภูมิใช้งานสูงสุด 70 องศาเซลเซียส
- ทนอุณหภูมิสูงสุดขณะลัดวงจรได้ 100 องศาเซลเซียส
- ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เพราะฉนวน PVC จะไม่เสริมการลุกไหม้

2) PE (Polyethylene) หรือ XLPE (Cross linked polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ทนต่อความชื้นน้ำมัน และความเย็นได้ดี
- ค่าสูญเสียไดอิเล็กตริกต่ำจึงใช้เดินใต้ดินได้ด้วย
- เมื่อใช้ฝังดินเปลือกฉนวนต้องหนาไม่ น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร
- อุณหภูมิใช้งานสูงสุด 70 องศาเซลเซียส
- ทนอุณหภูมิสูงสุดขณะลัดวงจรได้ 80 องศาเซลเซียส
- ห้ามใช้ภายในอาคาร เพราะเนื้อวัสดุของ PE นี้จะเสริมการลุกไหม้

2.11.2 สายเปลือย (Bare wire) เป็นสายที่ไม่มีเปลือกฉนวนหุ้ม ใช้เฉพาะกับระบบส่งกำลังไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง เท่านั้น โดยมีแรงดันใช้งาน ตั้งแต่ 11 กิโลโวลต์ขึ้นไป สายเปลือยที่นิยมใช้ในปัจจุบัน จะทำมาจากอลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบา และราคาถูกแต่มีข้อเสียตรงที่อลูมิเนียมล้วน จะรับแรงดึงได้ต่ำจึงได้มีการพัฒนาโดยมีการเสริมแกนเหล็ก หรือผสมด้วยโลหะอื่น เพื่อให้รับแรงดึงได้มากขึ้น



รูปที่ 2.36 ลักษณะตัวของสายเปลือย

สายอลูมิเนียมเปลือยที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 4 ชนิดคือ

1) สายอลูมิเนียมล้วน AAC (All Aluminium Conductor)

- ทำจากเส้นลวดอลูมิเนียมล้วนขนาดเท่าๆ กัน ทุกเส้นขันติเกลียวเป็นชั้นๆ
- จำนวนเส้นลวดตั้งแต่ 7 เส้นขึ้นไป
- รับแรงดึงได้ต่ำมาก
- ไม่สามารถชิงสายนี้กับระยะห่างของช่วงเสาหลายๆ ได้

2) สายอลูมิเนียมผสม AAAC (All Aluminium Alloy Conductor)

- มีส่วนผสมของอลูมิเนียมถึง 99 เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม 0.5 เปอร์เซ็นต์และ ซิลิกอน 0.5 เปอร์เซ็นต์

- มีความเหนียว สามารถรับแรงดึงได้สูงกว่าอลูมิเนียมล้วน
- สามารถชิงกับระยะห่างช่วงเสาที่ยาวขึ้นได้
- มีราคาแพงและความต้านทานสูงกว่าสายอลูมิเนียมล้วน จึงไม่ค่อยนิยมใช้
- ใช้เฉพาะกรณีจำเป็น เช่น บริเวณชายทะเลเป็นต้น

3) สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced)

- เป็นสายอลูมิเนียมตีเกลียวและมีสายเหล็กสอดอยู่ตรงกลาง เพื่อให้รับแรงดึงได้สูงขึ้น

- ความโตของเส้นลวดอลูมิเนียม และเส้นลวดเหล็กแต่ละเส้น อาจมีขนาดเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้

- รับแรงดึงได้มากกว่า สายอลูมิเนียมล้วน กว่าสองเท่าตัว
- นิยมใช้กับสายส่งแรงสูง ที่มีระยะห่างของช่วงเสาหลายๆ เช่น เสาโครงเหล็ก เป็นต้น
- ไม่นิยมใช้บริเวณชายทะเลเพราะไอของเกลือจากเกลือจะกัดกร่อน ทำให้มีอายุการใช้งานสั้นลง

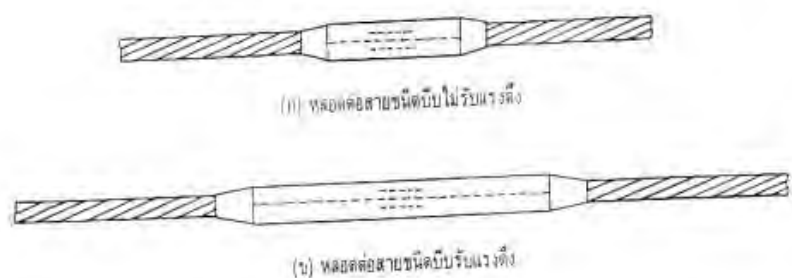
4) สายอลูมิเนียมแกนโลหะผสม ACAR (Aluminium Conductor Alloy Reinforced)

- มีลักษณะคล้ายกับสายอลูมิเนียมแกนเหล็กแต่จะรับแรงดึงได้ต่ำกว่า

2.12 อุปกรณ์ช่วยในระบบสายส่งเหนือศีรษะ นอกจากอุปกรณ์หลักคือเสาไฟฟ้า ฉนวนลูกถ้วยและสายไฟฟ้า ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการเดินสายส่ง และสายจำหน่ายแรงสูงแบบเหนือศีรษะยังต้องมีอุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วยดังนี้

2.12.1 หลอดต่อสาย (Sleeve) เป็นหลอดโลหะที่ใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน เข้าด้วยกันโดยอาศัยแรงบีบ มี 2 ชนิดคือ

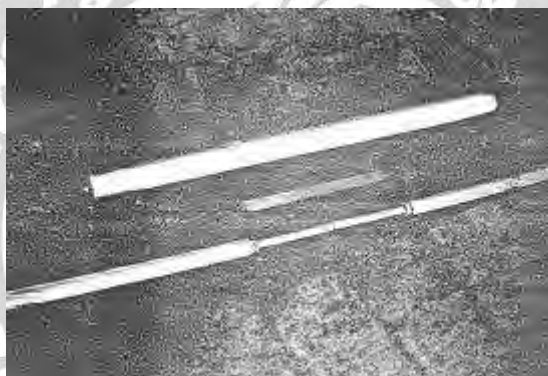
- ชนิดไม่รับแรงดึง ขนาดของหลอดจะสั้น
- ชนิดรับแรงดึง ขนาดของหลอดจะยาวกว่า



รูปที่ 2.37 หลอดต่อสายทั้ง 2 ชนิด

ในกรณีที่เป็นหลอดต่อสายที่ใช้กับ สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR) จะมีหลอด 2 ชั้น คือ

- หลอดเหล็ก (Steel sleeve) ใช้สำหรับต่อแกนเหล็ก
- หลอดอลูมิเนียม (Aluminium sleeve) ใช้สำหรับต่อสายอลูมิเนียม



รูปที่ 2.38 หลอดต่อสายที่ใช้กับสายอลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR)

2.12.2 ช่องส่งประกายไฟ (Arcing horn) มีลักษณะเป็นโลหะยาวโค้งคล้ายกับเขาสัตว์

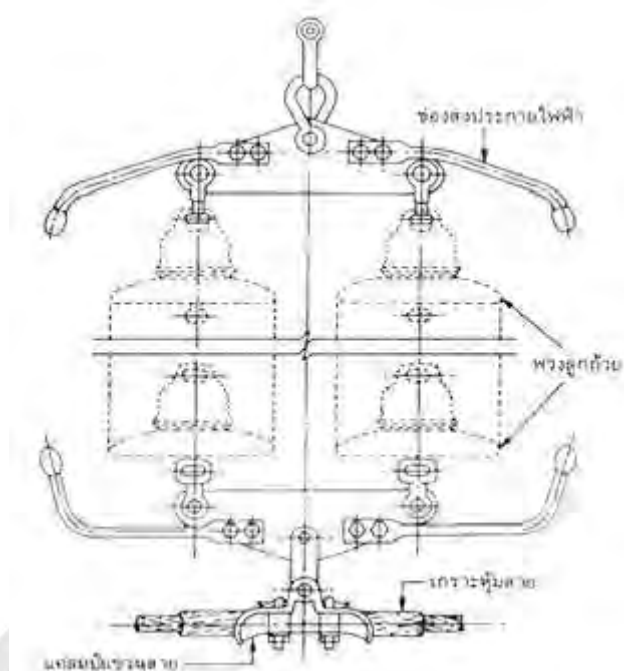
- ใช้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า เมื่อเกิดฟ้าผ่า ให้ข้ามช่องอากาศลงสู่ดินได้
- เพื่อป้องกันการเกิดวาบไฟตามผิว (Flashover) ที่ฉนวนลูกถ้วย
- ติดตั้งอยู่กับพวงลูกถ้วยแรงดันสูง ตั้งแต่ 15 กิโลโวลต์ขึ้นไป
- อาจใช้กับแรงดันที่ต่ำกว่านี้ได้ ในบริเวณที่เกิดฟ้าผ่าบ่อยๆ

2.12.3 แคลมป์แขวนสาย (Suspension clamp)

- ทำด้วยโลหะผสมเหล็กและอลูมิเนียม
- ใช้สำหรับยึดสาย แขนงติดกับพวงลูกถ้วย

2.12.4 เกราะหุ้มสาย (Armor rod)

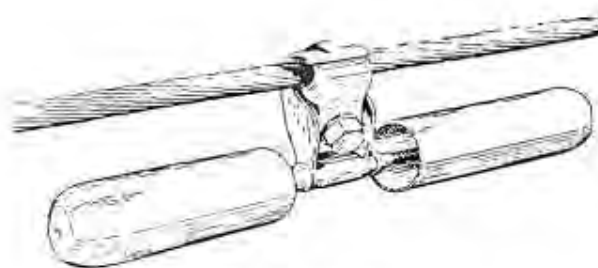
- เป็นลวดอลูมิเนียม ที่ใช้พันทับสายไฟฟ้า ตรงบริเวณที่จะใช้แคลมป์แขวนสายรัดเอาไว้
- ใช้ป้องกันการชำรุดของสาย อันเนื่องจากการแฉ่งไปมา



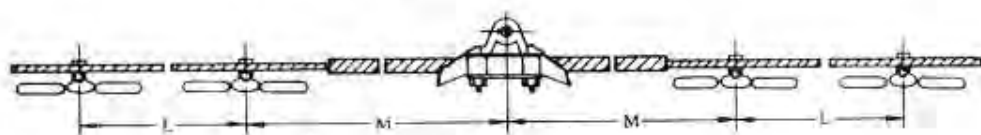
รูปที่ 2.39 ช่องส่งประกายไฟ ที่ใช้งานร่วมกับ แกลมบีแวนสายและเกราะหุ้มสาย

2.12.5 อุปกรณ์หน่วงการแกว่ง (Vibration damper)

- ใช้เป็นตัวลดแรงสั่นสะเทือนในสายที่เกิดจากแรงลมปะทะสาย
- ป้องกันสายชำรุด ตรงจุดที่ติดกับแกลมบีแวนสาย
- ติดตั้งไว้เป็นระยะๆ ทั้ง 2 ด้านของแกลมบีแวนสาย



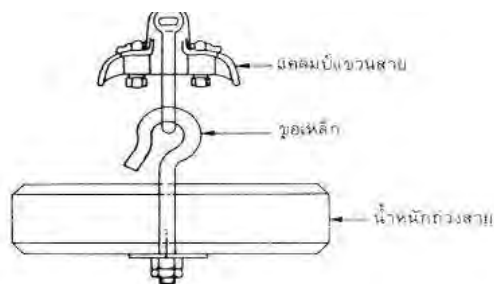
(ก) รูปจำลองอุปกรณ์หน่วงการแกว่ง



(ข) ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์หน่วงการแกว่ง

รูปที่ 2.40 อุปกรณ์หน่วงการแกว่งของสาย

2.12.6 น้ำหนักถ่วงสาย (Counter weight) เป็นน้ำหนักที่ใช้ เพื่อกดสายแขวนบนพวงลูกถ้วย มิให้ลอยขึ้นมาเนื่องจากแรงดึงของสาย



รูปที่ 2.41 น้ำหนักถ่วงสายที่แขวนอยู่บนแคลมป์

- ใช้แขวนเฉพาะเสาบางต้น ที่เกิดปัญหาเท่านั้น
- ทำมาจากคอนกรีต หรือเหล็กก็ได้
- มีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม ขึ้นไป
- แขวนอยู่บนแคลมป์แขวนสาย

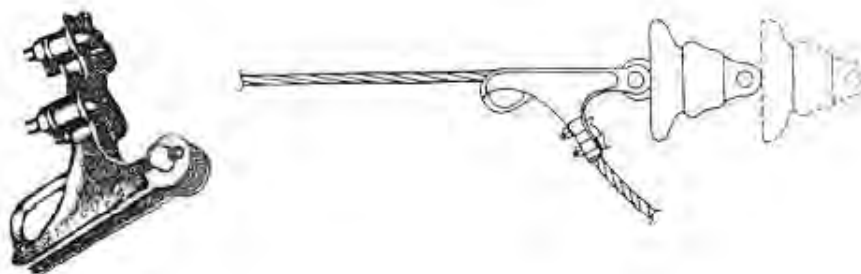
2.12.7 อุปกรณ์คั่นสายควบ (Bundle spacer) เป็นโลหะ อลูมิเนียมผสม

- ใช้สำหรับค้ำสาย 2 เส้น ที่อยู่ภายในเฟสเดียวกัน ให้มีระยะห่างเท่าๆ กัน ตลอดความยาวของสาย
- เพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาสายแกว่งพันกัน ขณะที่มัลมปะทะ หรือเกิดแรงดูดระหว่างสาย ขณะที่มีการเสกจำนวนมากไหลผ่าน สายตัวนำ
- ค้ำสายให้ห่างกันประมาณ 20-40 ซม.
- วางไว้เป็นช่วงๆ โดยให้มีระยะห่างกันประมาณ 15-40 ซม.



รูปที่ 2.42 อุปกรณ์คั่นสายชนิด 2 และ 4 เส้น

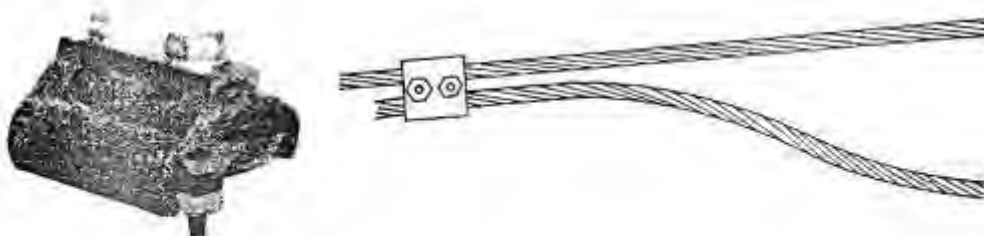
2.12.8 แคลมป์ดึงสาย (Strain clamp) ทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียม ใช้ในการดึงสายติดกับพวงลูกถ้วย



รูปที่ 2.43 แคลมป์ดึงสายติดกับพวงลูกถ้วย

2.12.9 แคลมป์ต่อสายขนาน (Parallel-groove clamp) มักเรียกย่อ ๆ ว่า พิจิแคลมป์ ใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้า ในแนวตรง หรือ ต่อแยกสายที่ไม่รับแรงดึง เช่น

- การต่อแยกสายเข้าหม้อแปลง
- เข้าอุปกรณ์ล่อฟ้า
- เข้าคาปาซิเตอร์
- ต่อปลายสายบนเสา
- ต่อเชื่อมโยงกันระหว่างสายป้อน



รูปที่ 2.44 แคลมป์ต่อสายขนาน หรือ พิจิแคลมป์

2.13 หลักเกณฑ์การออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ 2

การออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบจำหน่ายแรงต่ำ และระบบจำหน่ายแรงสูง รวมทั้งระบบสายส่งของ กฟภ. ให้กับพื้นที่ 2 นั้นมีความสำคัญรองลงมาจาก การออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพื้นที่ 1 : พื้นที่นิคมอุตสาหกรรม หรือ พื้นที่อุตสาหกรรม เพราะการออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ดีและ มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความสำคัญ ของโหลด เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้าและเพิ่มความเชื่อถือได้ให้แก่ระบบ

ไฟฟ้าของ กฟน. โดยการออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพื้นที่ 2 มีการพิจารณาแยกตามระบบแรงดันดังนี้

2.13.1 ระบบสายส่ง 115 kV

1) รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบสายส่ง ให้พิจารณาจัดรูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบสายส่ง 115 kV ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ 2 เป็นระบบวงรอบปิด (Closed loop) หรือ วงรอบเปิด (Open Loop) ตามความเหมาะสมโดยแต่ละวงรอบรองรับโหลดไม่เกิน 320 MVA เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความมั่นคงในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ดีกว่าการจ่ายไฟแบบรัศมี (Radial)

- สถานีไฟฟ้าของกฟน. ให้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกรูปแบบสถานีไฟฟ้าของกฟน. ที่อยู่ในพื้นที่ 2 ซึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ 2 เป็นแบบ Outdoor Main and Transfer Bus หรือ Indoor Double Bus Single Breaker Gas Insulated Switchgear ดังแสดงในรูปที่ 2.45 และ 2.46 ตามลำดับ

- จดรับกระแสไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าให้พิจารณาออกแบบ และก่อสร้าง ให้ผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบ 115 kV โดยมีแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ดังนี้

- กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดเกิน 20 MVA และมีระยะทางระหว่างแนวสายส่งของ กฟน. กับจุดติดตั้ง 115 kV Circuit-breaker ของผู้ใช้ไฟฟ้าเกิน 80 เมตร ให้รับกระแสไฟฟ้าผ่านสถานีไฟฟ้า (Terminal Station) แบบ H configuration ดังแสดงตามรูปที่ 2.47 พร้อมติดตั้งระบบป้องกัน Line differential relay หรือ Pilot distance relay ขึ้นอยู่กับรูปแบบที่ใช้งานในพื้นที่นั้นๆ

2) กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 20 MVA และมีระยะทางระหว่างแนวสายส่งของ กฟน. กับจุดติดตั้ง 115 kV Circuit-breaker ของผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 80 เมตรโดยเป็นจุดรับไฟจุดแรก หรือจุดที่ 2 ระหว่างสถานีไฟฟ้าของ กฟน. หรือผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยอื่น ที่มีระบบป้องกันแบบ Line differential relay หรือ Pilot distance relay ให้สามารถรับกระแสไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบของสถานีไฟฟ้าแบบ Air Insulated Switchgear ดังแสดงตามรูปที่ 2.48 ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่ง (Directly Tapped Line) โดยผ่านโหลดเบรกสวิตช์

3) กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 20 MVA และมีระยะทางระหว่างแนวสายส่งของ กฟน. กับจุดติดตั้ง 115 kV Circuit-breaker ไม่เกิน 80 เมตร แต่เป็นจุดรับไฟจุดที่ 3 ระหว่างสถานีไฟฟ้าของกฟน. หรือผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยอื่น ที่มีระบบป้องกันแบบ Line differential relay หรือ Pilot distance relay ให้ใช้รูปแบบการรับกระแสไฟฟ้าตามข้อ 1)

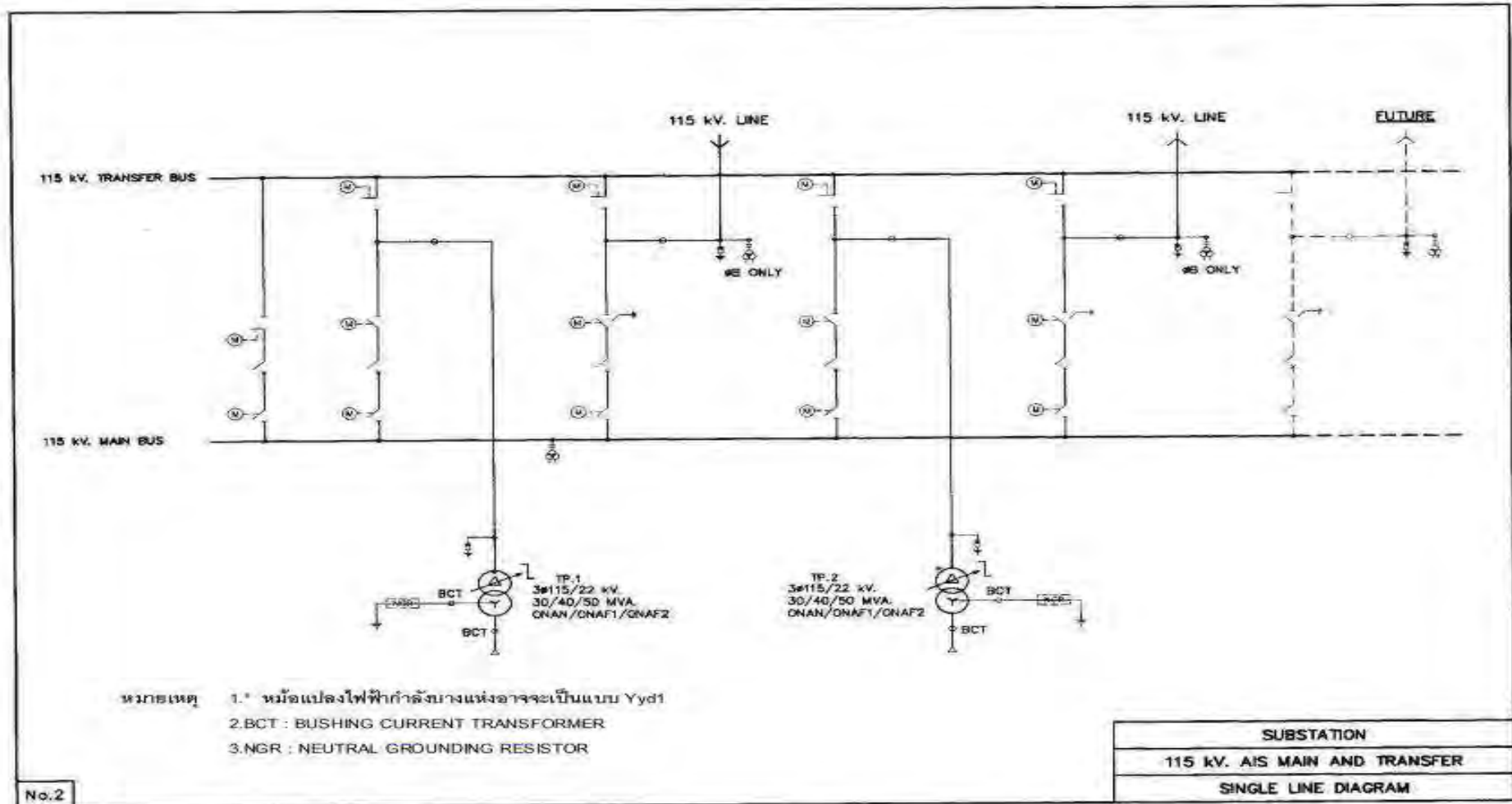
4) กรณีที่มีวงจรเฉพาะจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ดังกล่าวแล้วให้สามารถเลือกใช้รูปแบบของสถานีไฟฟ้าแบบ Air Insulated Switchgear ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่ง ดังแสดงตาม

รูปที่ 2.48 ได้ด้วย ทั้งนี้ให้พิจารณาเป็นกรณีพิเศษเฉพาะพื้นที่ที่มีการจ่ายไฟด้วยวงจรเฉพาะแล้วเท่านั้น หากเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีวงจรเฉพาะให้พิจารณาตามหลักเกณฑ์ปกติ

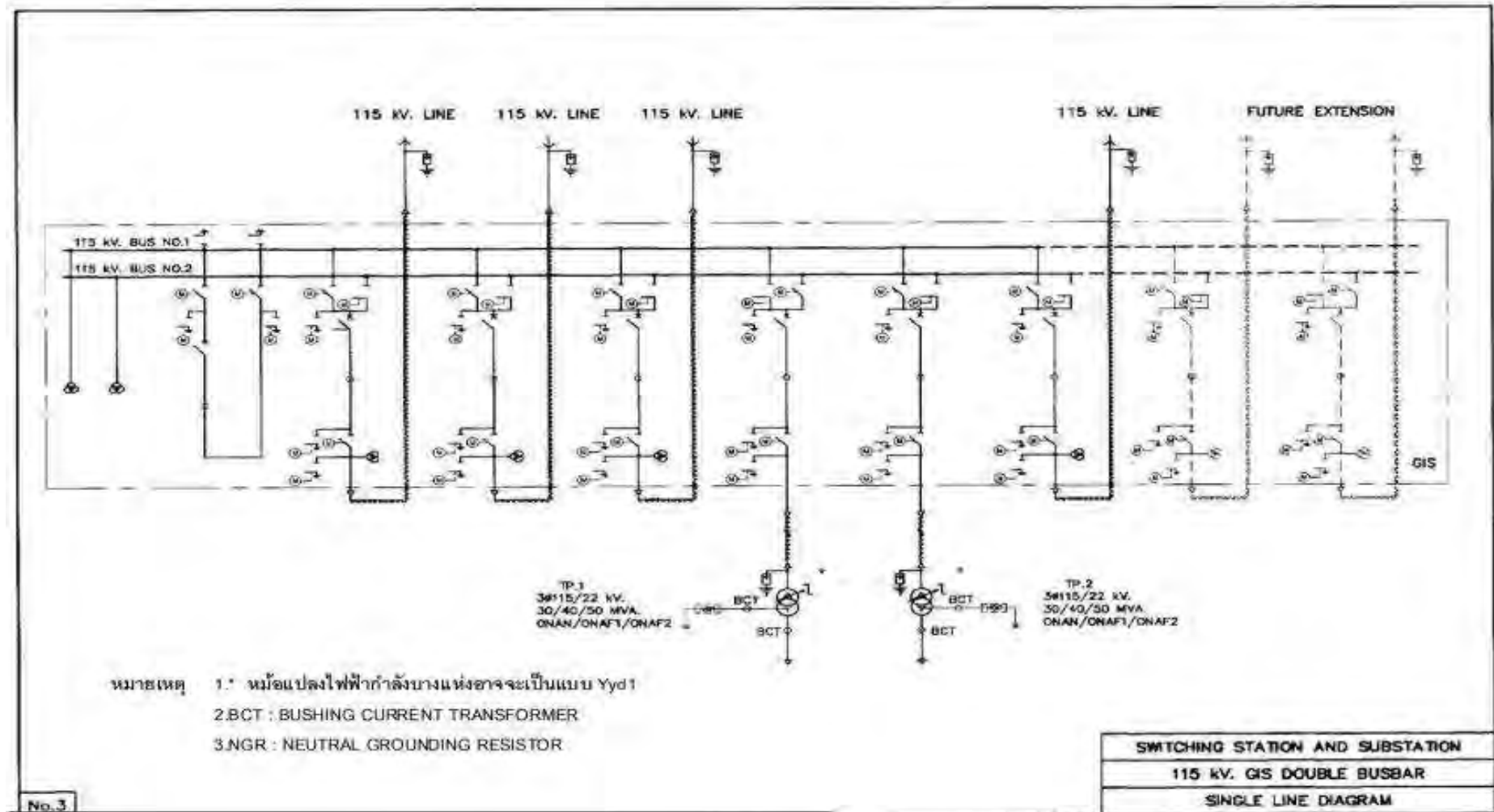
5) ทั้งนี้ห้ามไม่ให้มีการทำเชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่งจากวงจรที่เป็นสายป้อนด้านเข้าของสถานีไฟฟ้า

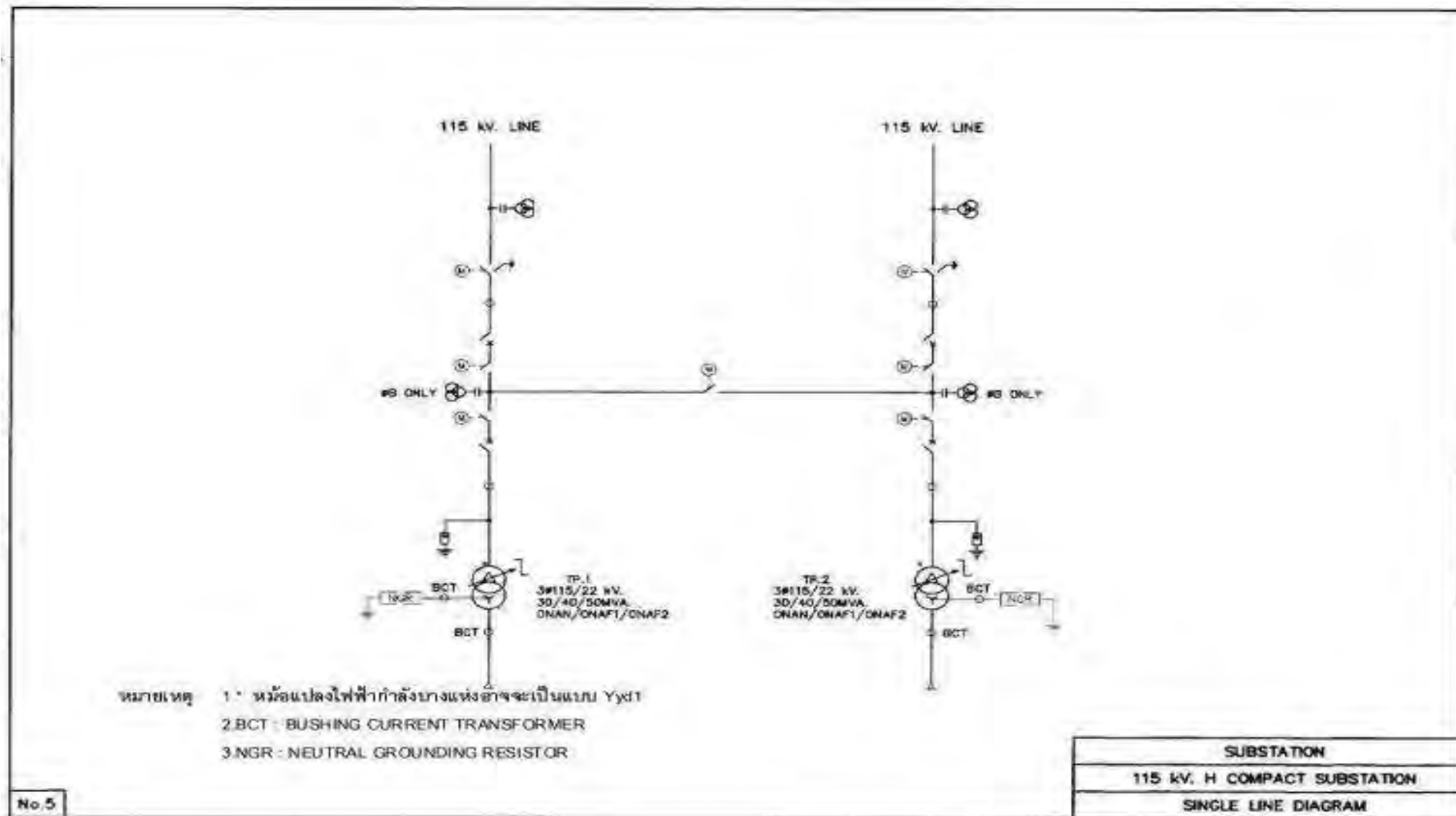
6) กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมที่มีการเชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่งอยู่แล้ว ต้องดำเนินการปรับปรุงให้เป็นสถานีไฟฟ้าตามแนวทางข้างต้น หากผู้ใช้ไฟฟ้ามีการเพิ่มขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเปลี่ยนแปลงการรับกระแสไฟฟ้าใหม่หรือเป็นความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าเอง



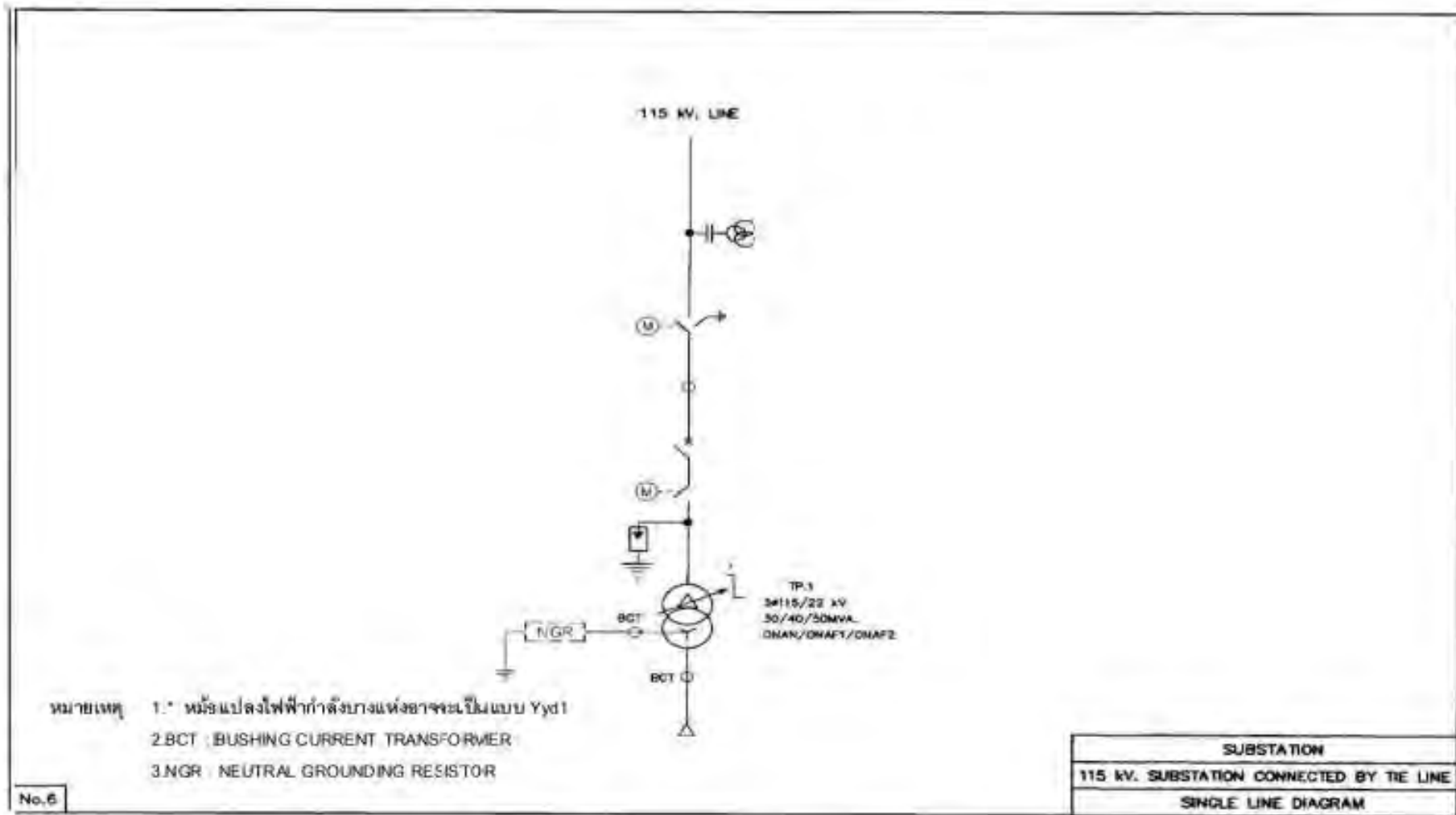


รูปที่ 2.45 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ Outdoor Main & Transfer Bus





รูปที่ 2.47 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ H Configuration



รูปที่ 2.48 รูปแบบของสถานีไฟฟ้า 115 kV แบบ Air Insulated Switchgear ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับสายส่ง

2 รูปแบบการก่อสร้างระบบสายส่ง ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการก่อสร้างระบบสายส่ง โดยพิจารณาตามความเหมาะสมทางด้านเทคนิคทางด้านเศรษฐศาสตร์ และทางด้านภูมิทัศน์ ดังนี้

1) ให้ก่อสร้างระบบสายส่งเป็นสายอากาศ สำหรับกรณีที่ก่อสร้างระบบสายส่งผ่านพื้นที่ทั่วไป

2) ให้ก่อสร้างระบบสายส่งเป็นเคเบิลใต้ดิน สำหรับกรณีที่ก่อสร้างผ่านพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่นย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือ สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ หรือ บริเวณที่ไม่สามารถก่อสร้างระบบสายส่งเป็นสายอากาศได้

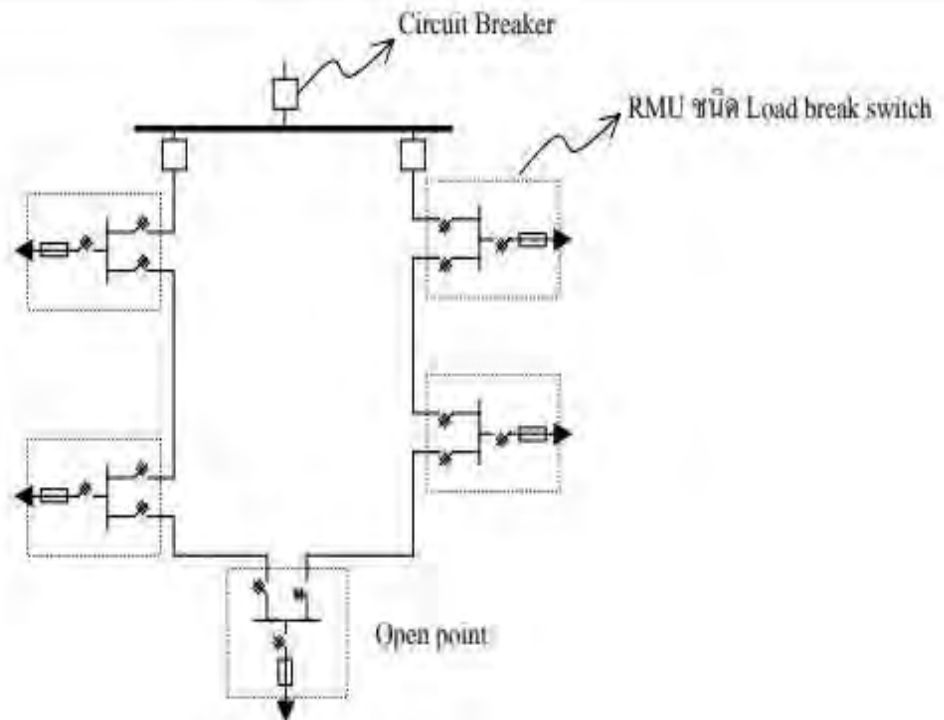
2.13.2 ระบบจำหน่ายแรงสูง 22 kV และ 33 kV

1) รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบจำหน่ายแรงสูง เพื่อให้ระบบจำหน่ายแรงสูงมีความมั่นคงในการจ่ายกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับพื้นที่ 2 ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า ดังนี้

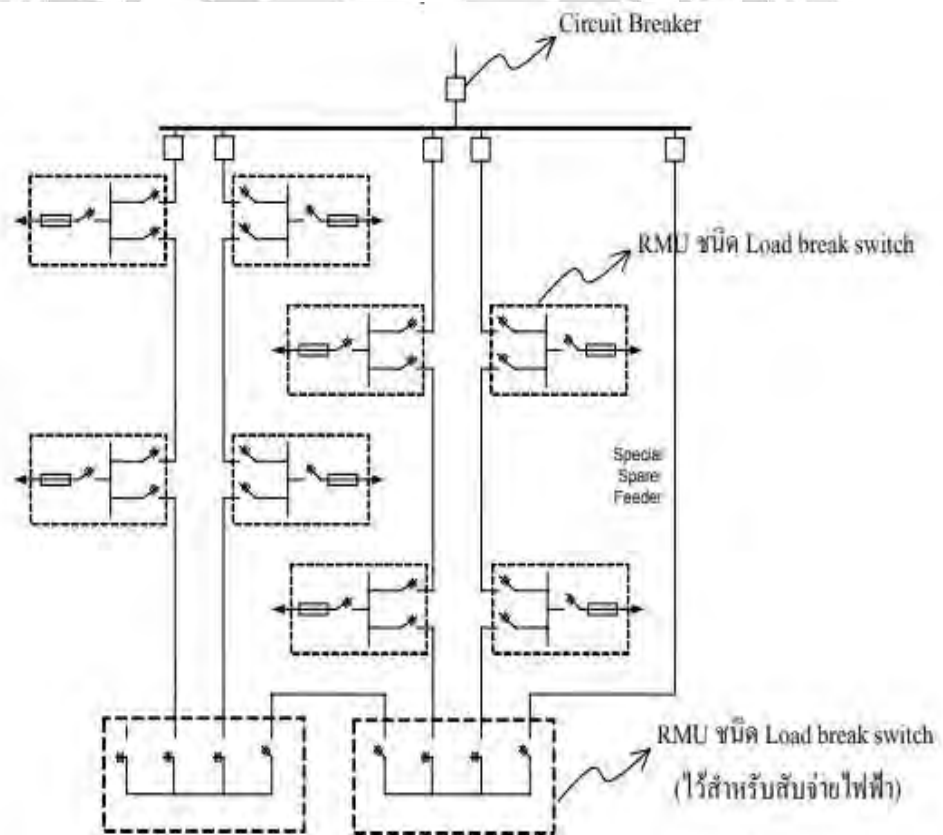
- ระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน ให้ใช้รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นระบบวงรอบเปิด (Open Loop) หรือวงรอบเปิดที่มีวงจรสำรองพิเศษ (Open Loop With Spacial Spare Feeder) ทั้งนี้แต่ละวงรอบรองรับโหลดไม่เกิน 16 MVA สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และ ไม่เกิน 20 MVA สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV โดยที่จุดรับกระแสไฟฟ้ามีการติดตั้ง RMU ชนิด Load break switch ตามรูปที่ 2.49 และ 2.50 ตามลำดับ

- ระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศ ให้ใช้รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นระบบวงรอบเปิด (Open Loop) โดยแต่ละวงรอบสามารถรับไฟได้อย่างน้อยจากสองแหล่งจ่าย ทั้งนี้แต่ละวงรอบรองรับโหลดไม่เกิน 16 MVA สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และ ไม่เกิน 20 MVA สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV โดย ที่จุดแยกสายมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่สามารถทำ Protection coordination กับอุปกรณ์ป้องกันที่สถานีไฟฟ้าได้ เช่น Pole-mounted current limiting fuse หรือ Recloser ตามรูปที่ 2.51

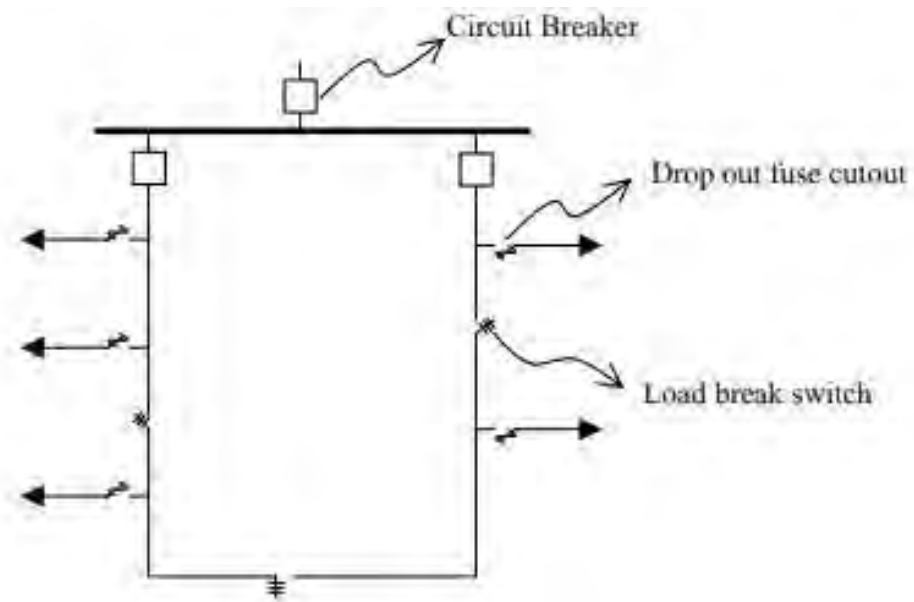
หมายเหตุ : ควรพิจารณาก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงที่เป็นสายอากาศจำนวน 1 วงจรบนเสา เพื่อความปลอดภัยความสวยงาม และความมั่นคงของระบบไฟฟ้า



รูปที่ 2.49 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิด สำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน



รูปที่ 2.50 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิดที่มีวงจรสำรองพิเศษ สำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน



รูปที่ 2.51 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบวงรอบเปิด สำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศ

2) รูปแบบการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูง ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงโดยพิจารณาตามความเหมาะสมทางด้านเทคนิคทางด้านเศรษฐศาสตร์และทางด้านภูมิทัศน์ โดยมีรูปแบบที่สามารถเลือกใช้ได้ ดังนี้

- ให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศ สำหรับกรณีที่ก่อสร้างระบบจำหน่ายผ่านพื้นที่ทั่วไปให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศโดยใช้เคเบิลอากาศ แต่ในกรณีที่ก่อสร้างระบบจำหน่ายผ่านพื้นที่ทั่วไป และมีระยะห่างทางไฟฟ้าระหว่างสายไฟกับสิ่งปลูกสร้าง หรือระหว่างสายไฟกับพื้นดินไม่เพียงพอ เช่น การพาดสายใกล้สะพานลอยข้ามถนน หรือการพาดสายในที่บริเวณใกล้กับป้ายโฆษณาในย่านธุรกิจให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายหุ้มฉนวนเต็มพิกัดดีเกิลียว

- ให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน สำหรับกรณีที่ก่อสร้างผ่านพื้นที่ย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ หรือ บริเวณที่ไม่สามารถก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศได้

2.13.3 รูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่าย เพื่อให้การติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายมีความปลอดภัยและความสวยงาม ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการติดตั้ง ดังนี้

- 1) ระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายดังนี้

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าขนาดย่อม (Compact Unit Substation) บนทางเท้า ในกรณีที่พื้นที่เพียงพอในการติดตั้ง

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และแผงเมนสวิตช์แรงต่ำ ในพื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถจัดเตรียมพื้นที่ให้ กฟภ. ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และ แผงเมนสวิตช์แรงต่ำ ในพื้นที่ที่ กฟภ. จัดหาเฉพาะ โดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่เอกชน ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า และไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และแผงเมนสวิตช์แรงต่ำ ในห้องใต้ดิน ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า และไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้ รวมทั้ง กฟภ. ไม่สามารถจัดหาพื้นที่เฉพาะโดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่เอกชนได้ แต่ต้องการความเรียบร้อย สวยงาม และปลอดภัย

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) บนนั่งร้านเสาสูง หรือ ติดติดตั้งหม้อแปลง บนนั่งร้านเสาสูง โดยติดตั้ง RMU (Ring Main Unit) แยกในตำแหน่งที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ หรือข้อจำกัดทางเทคนิค โดยให้เลือกตำแหน่งที่อยู่ใน ซอย หรือถนนย่อย หรือตำแหน่งที่เหมาะสม และติดตั้งแผงเมนสวิตช์แรงต่ำในบริเวณที่เหมาะสมทางเทคนิค ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า และไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้รวมทั้ง กฟภ. ไม่สามารถจัดหาพื้นที่เฉพาะโดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่ เอกชนได้ แต่ไม่ต้องการความเรียบร้อยและสวยงามทั้งนี้ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายรูปแบบที่ 1 ก่อนเป็นลำดับแรก

2) ระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลอากาศ ให้พิจารณารูปแบบการติดตั้งดังนี้

- ให้ติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนเสาเดี่ยวขนาดไม่เกิน 250 kVA สำหรับพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น หรือ พื้นย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือ สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ

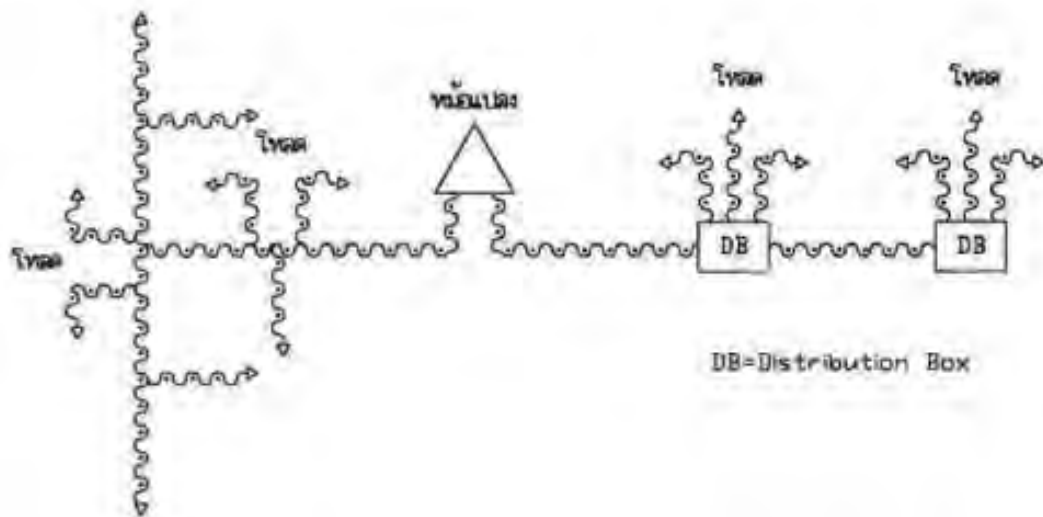
- ให้ติดตั้งหม้อแปลงบนนั่งร้านเสาสูงขนาดไม่เกิน 500 kVA สำหรับพื้นที่ทั่วไปที่สามารถก่อสร้างได้ และอยู่นอกพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น หรือ พื้นที่ย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือ สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ

2.13.4 ระบบจำหน่ายแรงต่ำ 400/230 V

1) รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบจำหน่ายแรงต่ำ เพื่อให้ระบบจำหน่ายแรงต่ำมีความมั่นคงในการจ่ายกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับพื้นที่ 2 ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า ดังนี้

- ระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นเคเบิลใต้ดิน ให้ใช้รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นแบบรัศมี (Radial) หรือ แบบวงรอบเปิด (Open Loop) ทั้งนี้ให้พิจารณาตามความจำเป็นและความเหมาะสมทางด้านเทคนิค ดังนี้

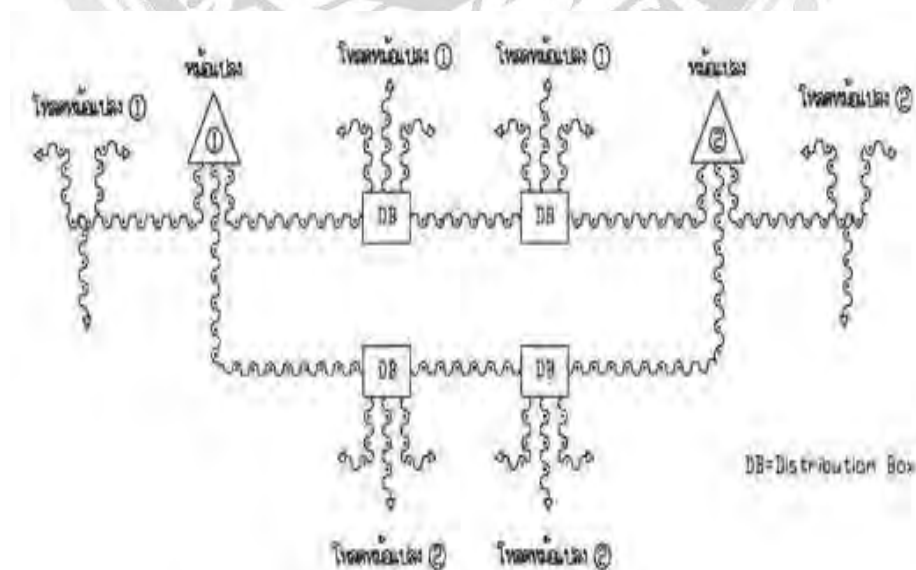
- รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นแบบรัศมีดังแสดงในรูปที่ 2.52 หม้อแปลงแต่ละเครื่องต้องจ่ายโหลดสูงสุดในสภาวะปกติไม่เกิน 80% ของพิกัดหม้อแปลง สำหรับพื้นที่ทั่วไป



รูปที่ 2.52 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบรัศมี

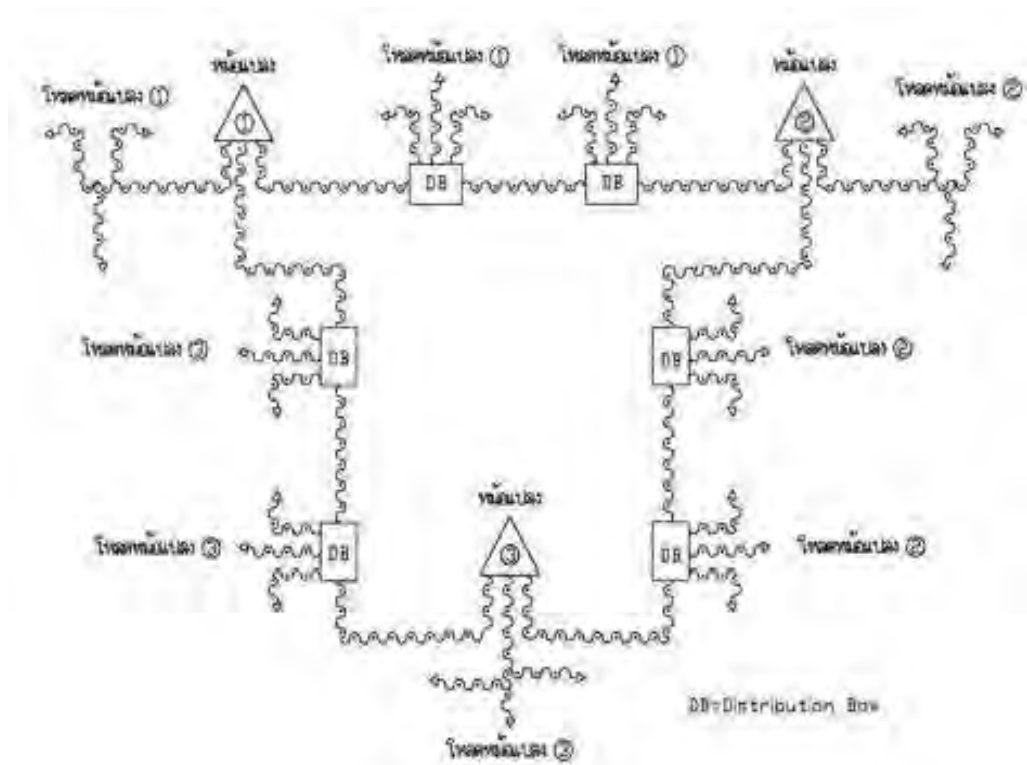
- รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นแบบวงรอบเปิด ในกรณีที่มีหม้อแปลงในกลุ่มตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปสามารถออกแบบวงจรที่จ่ายสำรองจากหม้อแปลงข้างเคียงได้ ทั้งนี้หม้อแปลงที่ติดตั้งทุกตัวที่มีวงจรสำรอง (Spare Circuit) ร่วมกัน ต้องมีฟิวส์รวมกันแล้ว ให้สามารถจ่ายทดแทนหม้อแปลงที่ชำรุดจำนวน 1 เครื่องในกลุ่มได้สำหรับพื้นที่ย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือ สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ

1. กรณีที่มีหม้อแปลงในกลุ่มจำนวน 2 เครื่อง หม้อแปลงแต่ละเครื่องต้องจ่ายโหลดสูงสุด ในสภาวะปกติไม่เกิน 60% ของฟิวส์หม้อแปลงแต่ละเครื่องดังแสดงในรูปที่ 2.53



รูปที่ 2.53 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบวงรอบเปิดในกรณีหม้อแปลงในกลุ่มจำนวน 2 เครื่อง

2. ในกรณีที่หม้อแปลงในกลุ่มตั้งแต่ 3 เครื่องขึ้นไป หม้อแปลงแต่ละเครื่องต้องจ่ายโหลดสูงสุดในสภาวะปกติไม่เกิน 80% ของพิกัดหม้อแปลงดังแสดงในรูปที่ 2.54



รูปที่ 2.54 รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เป็นเคเบิลใต้ดินแบบวงรอบเปิดในกรณีหม้อแปลงในกลุ่มจำนวน 3 เครื่อง

- ระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นสายอากาศ ให้ใช้รูปแบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าเป็นแบบรัศมี (Radial) โดยหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งแต่ละเครื่องต้องจ่ายโหลดสูงสุดในสภาวะปกติไม่เกิน 80% ของพิกัดหม้อแปลง

2) รูปแบบการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงต่ำ ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงต่ำ โดยพิจารณาตามความเหมาะสมทางด้านเทคนิคทางด้านเศรษฐศาสตร์และทางด้านภูมิทัศน์ ดังนี้

- การก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นสายอากาศ สำหรับกรณีที่ก่อสร้างผ่านพื้นที่ทั่วไป แต่ในกรณีที่ต้องการความสวยงามหรือกรณีที่ระยะห่างทางไฟฟ้าระหว่างสายไฟกับพื้นดินไม่เพียงพอ สามารถพิจารณาใช้สายหุ้มฉนวนแรงต่ำดีเกิลิย (Multiplex Cable)

- การก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นเคเบิลใต้ดิน สำหรับกรณีที่ก่อสร้างผ่านพื้นที่ย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ หรือ บริเวณที่ไม่สามารถก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นสายอากาศได้

2.14 การออกแบบ การติดตั้ง และการเลือกใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย

เนื่องจากพื้นที่ 2 : พื้นที่เทศบาลนคร พื้นที่เมืองธุรกิจ พื้นที่เมืองสำคัญ และ พื้นที่พิเศษ เป็นพื้นที่ที่มีประชากรอยู่กันอย่างหนาแน่น ดังนั้นการออกแบบ และการติดตั้งระบบจำหน่ายต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความสวยงาม และ ความเชื่อได้ของระบบไฟฟ้าเป็นแนวทางในการพิจารณา ดังนั้นการออกแบบ และการติดตั้งระบบจำหน่ายสำหรับพื้นที่ 2 ให้พิจารณาออกแบบระบบจำหน่าย 2 รูปแบบได้แก่ รูปแบบที่ 1 ระบบจำหน่ายเป็นเคเบิลอากาศ (Spaced Aerial Cable) หรือ รูปแบบที่ 1 ระบบจำหน่ายเคเบิลใต้ดิน (Underground Cable) สำหรับพื้นที่ก่อสร้างทั่วไปให้พิจารณาก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็นสายอากาศโดยใช้เคเบิลอากาศ แต่สำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาเทคนิคจนไม่สามารถก่อสร้างเป็นเคเบิลอากาศ หรือ พื้นที่ที่ต้องการความเรียบร้อย สวยงาม เช่น เมืองท่องเที่ยวหรือ พื้นที่มีปัญหาทางด้านมลภาวะและต้องการความเรียบร้อย สวยงามด้วย ให้พิจารณาก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็นเคเบิลใต้ดิน แต่สำหรับบริเวณที่ก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็นเคเบิลอากาศ และ บางแห่งมีระยะห่างทางไฟฟ้าระหว่างสายไฟกับสิ่งปลูกสร้าง หรือ ระหว่างสายไฟกับพื้นดินไม่เพียงพอ เช่น การพาดสายใกล้สะพานลอยข้ามถนน หรือ การพาดสายในบริเวณใกล้กับป้ายโฆษณาในย่านธุรกิจ เป็นต้น ให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็น สายหุ้มฉนวนเต็มพิกัดดีเกิลียว (Twisted Insulated Cable) ซึ่งการออกแบบและรายละเอียดในการออกแบบเป็น ดังนี้:

1. การออกแบบระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นสายอากาศ

พื้นที่ก่อสร้างทั่วไปให้พิจารณาก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็นสายอากาศโดยใช้เคเบิลอากาศ ดังนั้นการออกแบบ การติดตั้งและเลือกใช้งานอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายเคเบิลอากาศมีข้อพิจารณา ดังนี้

1.1 คุณสมบัติและขนาดของเคเบิลอากาศ เคเบิลอากาศ เป็น สายอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน XLPE ไม่มีซิลด์จึงไม่สามารถกันสนามไฟฟ้าที่ออกจากตัวนำซึ่งอยู่ภายในได้ สายชนิดนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในสถานที่ซึ่งต้องสัมผัสเป็นเวลานานกับโลหะ หรือส่วนที่ต่อลงดินเพราะตรงผิวสัมผัสจะมีความเข้มสนามไฟฟ้าสูง จะเป็นผลให้ฉนวนของสายไฟฟ้าบริเวณที่สัมผัสนั้นเสียหายได้ตัวอย่างของเคเบิลอากาศแสดงในรูปที่ 2.55



รูปที่ 2.55 ส่วนประกอบของเคเบิลอากาศ

ขนาดสายไฟฟ้าให้พิจารณาจากขนาดกระแสของโหลด โดยขนาดของสายไฟฟ้าให้พิจารณาจากตารางที่ 2.3 สำหรับเคเบิลอากาศ

ตารางที่ 2.3 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลอากาศ (SAC)

พิกัดแรงดัน (kV) VOLTAGE RATING (kV)	กระแสใช้งาน (แอมแปร์) CURRENT RATING (Amperes)						
	พื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ (ตร.มม.) NOMINAL CROSS-SECTION AREA OF CONDUCTOR (mm ²)						
	50	70	95	120	150	185	240
	50	70	95	120	150	185	240
22	180	220	270	315	360	410	490
33	180	220	270	315	360	410	490

จากตารางที่ 2.3 สายไฟฟ้าขนาด 50,120 และ 185 ตร.มม. เป็นสายไฟฟ้ามาตรฐานที่กฟภ. ซ้อมมาใช้งานในระบบจำหน่าย สายไฟฟ้าขนาด 50,120 และ 185 ตร.มม. รับโหลดสูงสุดเท่ากับ 5487, 9602 และ 12498 kVA สำหรับระบบ 22 kV ตามลำดับ และรับโหลดสูงสุดเท่ากับ 8230, 14403 และ 18747 kVA สำหรับระบบ 33 kV ตามลำดับ ซึ่งโหลดสูงสุดดังกล่าวคิดที่ 80% ของกระแสใช้งานในการออกแบบขนาดสายไฟฟ้าให้พิจารณาแรงดันตกในสายด้วย ซึ่งมาตรฐานแรงดันตกของสายไฟฟ้าในสภาวะปกติกำหนดไว้ไม่เกิน 5% และ สภาพฉุกเฉินกำหนดไว้ไม่เกิน 10% ผู้ออกแบบสามารถคำนวณแรงดันตกได้จากสมการที่ 3.1 และ สมการที่ 3.2

$$VD = \sqrt{3} \times I(R+JXL) \times L \quad \text{โวลต์} \quad \dots (3.1)$$

$$\% VD = (VD/22,000) \times 100\% \quad \dots (3.2)$$

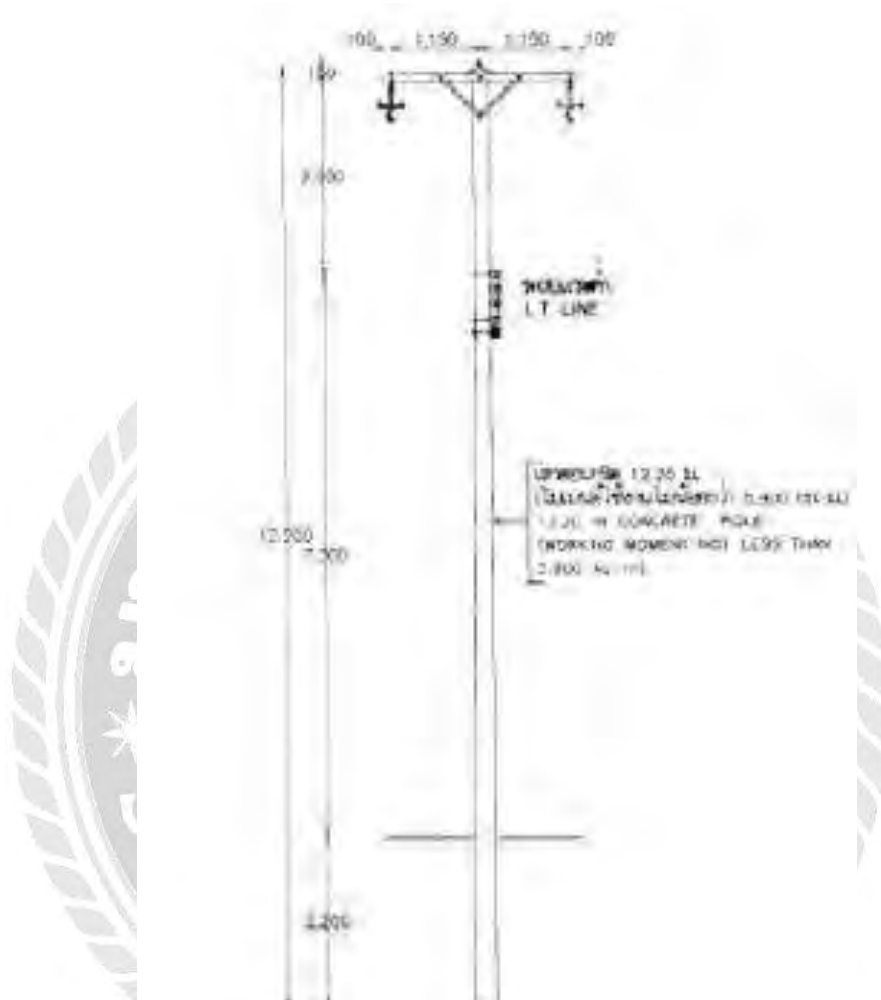
หมายเหตุ VD คือ แรงดันตก หน่วย โวลต์
 I คือ กระแส หน่วย แอมป์
 R คือ ความต้านทาน หน่วย โอห์ม
 XL คือ รีแอกแตนซ์ หน่วย โอห์ม
 L คือ ความยาวสาย หน่วย เมตร

1.2 เสาและระยะห่างระหว่างเสา การออกแบบระบบจำหน่ายเป็นเคเบิลอากาศ ผู้ออกแบบต้องพิจารณาโครงสร้างของเสาและระยะห่างระหว่างเสาดังนี้:

1.2.1 กรณีออกแบบเป็นเคเบิลอากาศติดตั้งบนเคเบิลสเปเซอร์

การพาดเคเบิลอากาศบนเคเบิลสเปเซอร์จำนวน 1-2 วงจร ให้พิจารณาออกแบบเป็นเสาขนาด 12.20 เมตร ระยะห่างระหว่างเสา และ ระยะหย่อนยานของสายแสดงรวมทั้งลักษณะการพาด

สายให้พิจารณาจากแบบมาตรฐานเลขที่ IB2-015/40009 (การประกอบเลขที่ 8253) รูปที่ 2.56 ตัวอย่างการพาดเคเบิลอากาศบนเคเบิล สเปเซอร์จำนวน 1-2 วงจรและ ตารางที่ 3.2 แสดงค่าระยะห่างระหว่างเสาระยะหย่อนยานของสาย

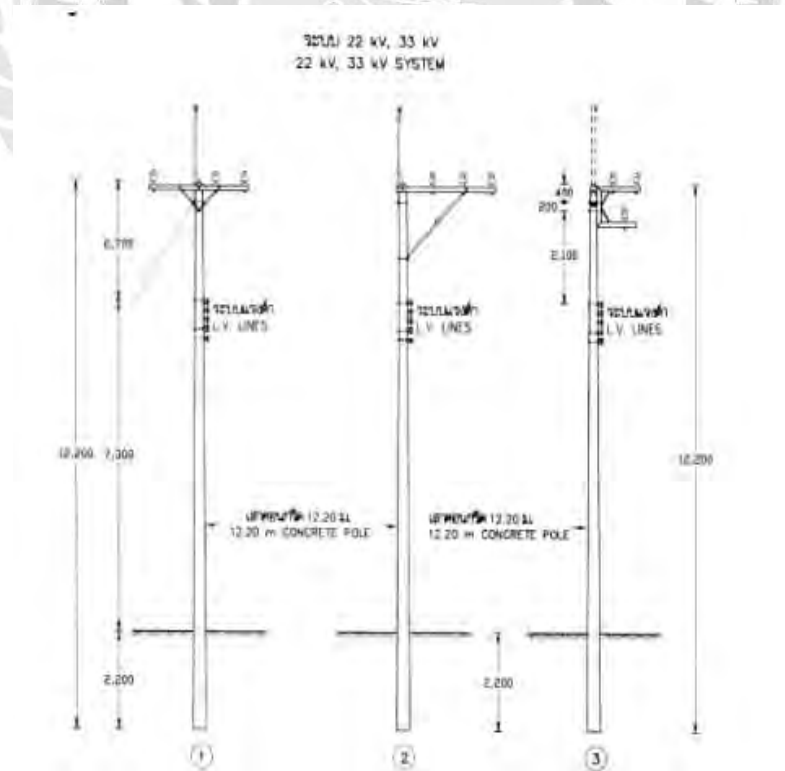


รูปที่ 2.56 การพาดเคเบิลอากาศบนเคเบิลสเปเซอร์บนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1-2 วงจร

ตารางที่ 2.4 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบนเคเบิลสเปซอร์บนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1-2 วงจร

แบบโครงสร้าง	ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุด(ม.)					ระยะหย่อนยานของสายทุกเส้นไม่น้อยกว่า (ม.)				
	เสาทางตรง	เสาด้านทางโค้ง			เสาด้านเข้าปลายสาย	เสาทางตรง	เสาด้านทางโค้ง			เสาด้านเข้าปลายสาย
		มุมเบี่ยงเบน					มุมเบี่ยงเบน			
		>2°-5°	>5°-15°	>15°-30°			>2°-5°	>5°-15°	>15°-30°	
การติดตั้ง 1-2 วงจร	40	กรณีที่มีสายยึดโยงด้านข้าง			40	ตามมาคร ฐานระยะ ห ่อ ย น อื่น	กรณีที่มีสายยึดโยงด้านข้าง			ตามมาคร ฐานระยะ ห ่อ ย น อื่น
		40	40	40			0.4	0.4	0.4	
		กรณีที่ไม่ใช่สายยึดโยงด้านข้าง					กรณีที่ไม่ใช่สายยึดโยงด้านข้าง			
		30	20	15			0.8	0.6	0.55	

1.2.2 กรณีออกแบบเป็นเคเบิลอากาศที่วางบนลูกถ้วยแต่งหรือลูกถ้วยแต่งก้านตรง จำนวน 1 วงจรการพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแต่งหรือลูกถ้วยแต่งก้านตรง จำนวน 1 วงจร ให้พิจารณาออกแบบเป็นเสาขนาด 12.20 เมตร ระยะห่างระหว่างเสา และ ระยะหย่อนยานของสาย แสดงรวมทั้งลักษณะการพาดสายให้พิจารณาจากแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/47001 (การประกอบเลขที่ 8255) รูปที่ 2.57 ตัวอย่างการพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแต่งหรือลูกถ้วยแต่งก้านตรง จำนวน 1 วงจร และ ตารางที่ 2.5 แสดงค่าระยะห่างระหว่างเสา ระยะหย่อนยานของสาย

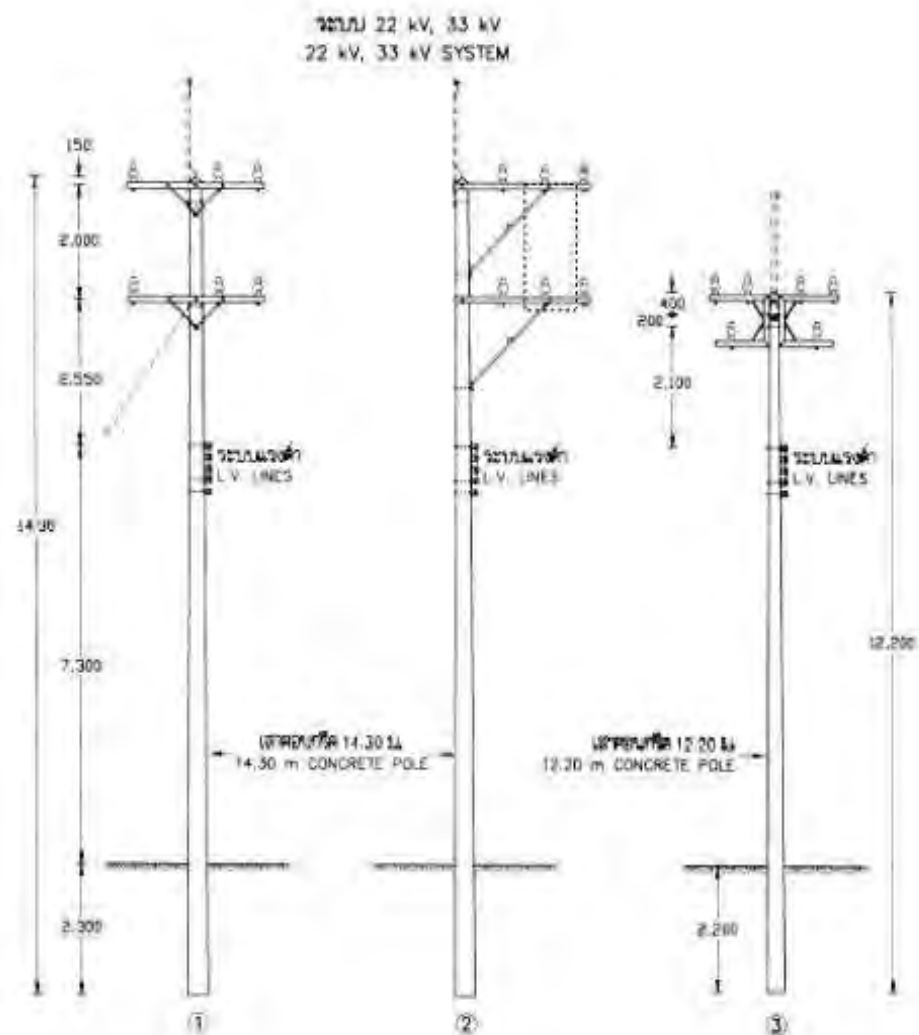


รูปที่ 2.57 การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแต่ง หรือลูกถ้วยแต่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร
จำนวน 1 วงจร

ตารางที่ 2.5 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร จำนวน 1 วงจร

สำหรับการติดตั้ง คอนทรวมดา FOR CROSSARM INSTALLATION	มุมเบี่ยงเบนของสายไฟฟ้า LINE DEFLECTION ANGLE (θ°)	ระยะระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX SPAN LENGTH (m)			ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MIN SAG OF ALL COND (m)		
		ขนาดสายไฟฟ้า 22 kV หรือ 33 kV (ด.มม.) SIZE OF 22 kV OR 33 kV line (mm ²)					
		50	120	185	50	120	185
โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE	$0^\circ - 2^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้ง ที่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITH SIDE GUY	$> 2^\circ - 5^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	$> 5^\circ - 15^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	$> 15^\circ - 30^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
	$> 30^\circ - 60^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้ง ที่ไม่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITGHOUT SIDE GUY	$> 2^\circ - 5^\circ$	40	40	35	0.85	0.80	0.70
	$> 5^\circ - 15^\circ$	40	35	30	0.85	0.80	0.80
	$> 15^\circ - 30^\circ$	30	25	25	0.80	0.80	0.80
	$> 30^\circ - 60^\circ$	25	20	20	0.80	0.80	0.80
สำหรับการติดตั้ง คอนท้าวแขน FOR ALLEY ARM INSTALLATION	มุมเบี่ยงเบนของสายไฟฟ้า LINE DEFLECTION ANGLE (θ°)	ระยะระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX SPAN LENGTH (m)			ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MIN SAG OF ALL COND (m)		
		ขนาดสายไฟฟ้า 22 kV หรือ 33 kV (ด.มม.) SIZE OF 22 kV OR 33 kV line (mm ²)					
		50	120	185	50	120	185
โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE	$0^\circ - 2^\circ$	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้ง ที่ไม่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WOTHIUT SIDE GUY	$> 2^\circ - 5^\circ$	40	40	35	0.85	0.80	0.70
	$> 5^\circ - 15^\circ$	40	35	30	0.85	0.80	0.80
	$> 15^\circ - 30^\circ$	30	25	25	0.80	0.80	0.80

การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่งหรือลูกถ้วยแท่งก้านตรง จำนวน 2 วงจร ให้พิจารณา ออกแบบเป็นเสา 12.20 เมตร กรณีใช้เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง 14.30 เมตร กรณีใช้คอน ทางตรง โดยระยะห่างระหว่างเสา และ ระยะหย่อนยานของสายแสดงรวมทั้งลักษณะการพาดสาย ให้พิจารณาจากแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/47002 (การประกอบเลขที่ 8256) รูปที่ 2.58 ตัวอย่าง การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่งหรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงจำนวน 2 วงจร และ ตารางที่ 2.6 แสดง ค่าระยะห่างระหว่างเสา ระยะหย่อนยานของสาย



รูปที่ 2.58 การพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร (กรณีใช้เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง) และ 14.30 เมตร จำนวน 2 วงจร

ตารางที่ 2.6 ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุดและระยะหย่อนยานต่ำสุดในการพาดเคเบิลอากาศบนลูกถ้วยแท่ง หรือลูกถ้วยแท่งก้านตรงบนเสา 12.20 เมตร (กรณีใช้เหล็กคอนเคเบิลอากาศทางโค้ง) และ 14.30 เมตร จำนวน 2 วงจร

สำหรับการติดตั้ง คอนแบบรวมคา FOR CROSSARM INSTALLATION	มุมเบี่ยงเบนของสายไฟฟ้า LINE DEFLECTION ANGLE (θ°)	ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX SPAN LENGTH (m)			ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MIN SAG OF ALL COND (m)		
		ขนาดสายไฟฟ้า 22 kV หรือ 33 kV (ค.ม.ม.) SIZE OF 22 kV OR 33 kV (mm ²)					
		50	120	185	50	120	185
โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE	0° - 2°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้ง ที่มีสายยึดโยงด้านข้าง 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
โครงสร้างทางโค้ง ที่ไม่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITHOUT SIDE GUY	> 2° - 5°	40	35	30	0.80	0.70	0.60
	> 5° - 15°	30	30	25	0.70	0.80	0.60
	> 15° - 30°	25	25	20	0.60	0.80	0.60
	> 30° - 60°	20	20	15	0.60	0.80	0.60
สำหรับการติดตั้ง คอนแบบท้าวแขน FOR ALLEY ARM INSTALLATION	มุมเบี่ยงเบนของสายไฟฟ้า LINE DEFLECTION ANGLE (θ°)	ระยะห่างระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX SPAN LENGTH (m)			ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MIN SAG OF ALL COND (m)		
		ขนาดสายไฟฟ้า 22 kV หรือ 33 kV (ค.ม.ม.) SIZE OF 22 kV OR 33 kV (mm ²)					
		50	120	185	50	120	185
โครงสร้างทางตรง TANGENT STRUCTURE	0° - 2°	40	40	40	0.85	0.80	0.70
โครงสร้างทางโค้ง ที่ไม่มีสายยึดโยงด้านข้าง ANGLE STRUCTURE WITHOUT SIDE GUY	> 2° - 5°	40	35	30	0.80	0.70	0.60
	> 5° - 15°	30	30	25	0.60	0.60	0.60
	> 15° - 30°	25	25	20	0.60	0.80	0.60

1.3 ลูกถ้วยและฉนวนของระบบจำหน่าย การออกแบบลูกถ้วยและฉนวนของระบบจำหน่าย ผู้ออกแบบต้องพิจารณาว่าสภาพพื้นที่ที่ต้องการออกแบบระบบจำหน่ายมีปัญหาทางมลภาวะมากน้อยเพียงใด เพราะจะมีผลต่อการเลือกชนิดของลูกถ้วยให้เหมาะสมกับมลภาวะที่ระดับต่างๆ โดยผู้ออกแบบพิจารณาเลือกฉนวนของระบบจำหน่าย 22 kV และ 33 kV จากค่าระยะรั้วของฉนวนตามมาตรฐาน IEC 815 ดังแสดงในตารางที่ 2.7 สำหรับลูกถ้วยให้ผู้ออกแบบพิจารณาจาก ตารางที่ 2.8 สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และ ตารางที่ 2.9 สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV ซึ่ง

ตารางทั้ง 2 อ้างอิงจากแบบมาตรฐานของ กฟภ. คือ แบบหลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูงในระบบจำหน่าย 22 kV แบบเลขที่ SA4-015/40019 (การประกอบเลขที่ 9502) และ แบบหลักเกณฑ์การใช้ลูกถ้วยแรงสูงในระบบจำหน่าย 33 kV แบบเลขที่ SA4-015/40016 (การประกอบเลขที่ 9506)

ตารางที่ 2.7 ค่าระยะรั้วที่กำหนดค่าสุดท้ายที่ความเปรอะเปื้อนระดับต่างๆ ตามมาตรฐาน IEC 815

ระดับของความเปรอะเปื้อน	ค่าระยะรั้วที่กำหนดค่าสุดท้าย(mm/kV)
เล็กน้อย	16
ปานกลาง	20
สูง	25
สูงมาก	31

ตารางที่ 2.8 การเลือกลูกถ้วยกับพื้นที่ที่มีมลภาวะระดับแตกต่างกันสำหรับระบบจำหน่าย 22 kV

ลักษณะพื้นที่ของระบบจำหน่าย	ชนิดของลูกถ้วยที่ให้ใช้งาน
1. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับต่ำ(ระดับความเปรอะเปื้อนเล็กน้อย) เช่น - บริเวณทั่วไป - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกินกว่า 1 กม. และ มีลมทะเลพัดถึงบ้าง	- ลูกถ้วยไลน์พอสทีโทพ แบบ 57-2 ตาม มอก. 1077 - ลูกถ้วยพินพอสทีโทพ แบบ 56/57-2 ตาม มอก. 1251 - ลูกถ้วยแขวน แบบ ก. (แบบ 52-1) ตาม มอก. 354 จำนวน 3 ลูกต่อชุด
2. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับปานกลาง(ระดับความเปรอะเปื้อนปานกลาง) เช่น - บริเวณพื้นที่ที่มีมลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมในระดับปานกลาง - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกินกว่า 1 กม. และ มีลมทะเลพัดถึงบ้าง	- ลูกถ้วยพินพอสทีโทพ แบบ 56/57-2 ตาม มอก. 1251 - ลูกถ้วยแขวน แบบ ก. (แบบ 52-1) ตาม มอก. 354 จำนวน 4 ลูกต่อชุด
3. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับรุนแรง(ระดับความเปรอะเปื้อนสูง) เช่น - บริเวณพื้นที่ที่มีมลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมในระดับรุนแรง - บริเวณที่อยู่ชายฝั่งทะเลและมีลมทะเลพัดถึงรุนแรง	- ลูกถ้วยพินพอสทีโทพ แบบ 56/57-3 ตาม มอก. 1251 - ลูกถ้วยแขวน แบบ ก. (แบบ 52-1) ตาม มอก. 354 จำนวน 5 ลูกต่อชุด

ตารางที่ 2.9 การเลือกลูกถ้วยกับพื้นที่ที่มีมลภาวะระดับแตกต่างกันสำหรับระบบจำหน่าย 33 kV

ลักษณะพื้นที่ของระบบจำหน่าย	ชนิดของลูกถ้วยที่ใช้ใช้งาน
1. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับต่ำ(ระดับความเปรอะเปื้อนเล็กน้อย) เช่น - บริเวณทั่วไป - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกินกว่า 1 กม. และ มีลมทะเลพัดถึงบ้าง	- ลูกถ้วยไลน์พอสท์ไทป์ แบบ 57-3 ตาม มอก. 1077 - ลูกถ้วยพินพอสท์ไทป์ แบบ 56/57-3 ตาม มอก. 1251 - ลูกถ้วยแขวน แบบ ง. (แบบ 52-4) ตาม มอก. 354 จำนวน 3 ลูกต่อชุด
2. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับปานกลาง(ระดับความเปรอะเปื้อนปานกลาง) เช่น - บริเวณพื้นที่ที่มีมลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมในระดับปานกลาง - บริเวณที่อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลเกิน 1 กม. และ มีลมทะเลพัดถึงบ้าง	- ลูกถ้วยแบบพีก 33 kV - ลูกถ้วยพินพอสท์ไทป์ แบบ 56/57-4 ตาม มอก. 1251 - ลูกถ้วยแขวน แบบ ง. (แบบ 52-4) ตาม มอก. 354 จำนวน 4 ลูก
3. พื้นที่ที่มีมลภาวะในระดับรุนแรง(ระดับความเปรอะเปื้อนสูง) เช่น - บริเวณพื้นที่ที่มีมลภาวะจากโรงงานอุตสาหกรรมในระดับรุนแรง - บริเวณที่อยู่ชายฝั่งทะเลไม่เกิน 1 กม.และ มีลมทะเลพัดถึงรุนแรง	- ลูกถ้วยแบบพีก 33 kV ที่เคลือบด้วย RTV SILICONE - ลูกถ้วยพินพอสท์ไทป์ แบบ 56/57-4 ตาม มอก. 1251 ที่เคลือบด้วย RTV SILICONE - ลูกถ้วยพินพอสท์ไทป์แบบผิวเคลือบสารกึ่งตัวนำ โดยพิจารณาความเหมาะสมเป็นแห่งๆไป - ลูกถ้วยแขวน แบบ ง. (แบบ 52-4) ตาม มอก. 354 จำนวน 5 ลูก

หากผู้ออกแบบพบว่าการใช้งานลูกถ้วยตามตารางที่ 2.8 และ ตารางที่ 2.9 ยังคงเกิดปัญหาไฟฟ้าดับจากการวาวไฟของฉนวนที่มีการสะสมของมลภาวะ ให้พิจารณาออกแบบลูกถ้วยชนิดที่เป็นโพลีเมอร์ เช่น ฉนวนซิลิโคน ที่มีการใช้งานกันมากขึ้นในปัจจุบัน

1.4 การต่อลงดิน ผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบการต่อลงดินให้สอดคล้องกับข้อ 1.5 โดยพิจารณาใช้สายทองแดงขนาด 25 ตร.มม. เป็นสายดินและเดินในท่อร้อยสายโลหะ แต่ทั้งนี้ค่าความต้านทานดินรวมสำหรับระบบจำหน่ายมีค่าน้อยกว่า 2 โอห์ม ค่าความต้านทานดินของเสา ระบบจำหน่ายที่มีการต่อลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม แต่ถ้าหากพื้นที่ยากแก่การต่อลงดิน ยอมให้ค่า

ความต้านทานดินของเสาระบบจำหน่ายแต่ละต้นต้องไม่เกิน 25 โอห์ม ทั้งนี้ผู้ออกแบบสามารถเลือกแบบการต่อลงดินให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานจำเพาะของดินได้จากตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การเลือกรูปแบบการต่อลงดิน

รูปแบบการต่อลงดิน	ลักษณะการติดตั้งใช้กราวด์ร็อดยาว 2 เมตร (แท่ง)	ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทาน (โอห์ม/โอห์ม-เมตร)	ช่วงของค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (เป้าหมาย 25 โอห์ม)
GR-1	1	0.381	0-85
GR-2	2	0.164	>86-198
GR-3	3	0.114	>199-285
GR-4	4	0.088	>286-368
GR-5	5	0.075	>369-436
GS-40	Strip Ground ยาว 40 เมตร	0.050	>437-655
GC-1	กราวด์ร็อด 1 แท่ง ร่วมกับผงเคมีลดค่ากราวด์	0.021	>656-1555

1.5 การติดตั้งกับดักเสิร์จ ผู้ออกแบบต้องมีการออกแบบติดตั้งกับดักเสิร์จในระบบจำหน่าย เพื่อป้องกันระบบไฟฟ้าขัดข้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายจากแรงดันเกินเนื่องจากฟ้าผ่า โดยให้พิจารณาติดตั้งกับดักเสิร์จที่ตำแหน่งต่างๆดังนี้

1.5.1 ที่จุดเปลี่ยนชนิดของสาย จากเคเบิลอากาศเป็นเคเบิลใต้ดิน ให้ติดตั้งกับดักเสิร์จที่ปลายสายทั้งสองข้างของเคเบิลใต้ดิน เมื่อเคเบิลใต้ดินมีความยาวมากกว่า 50 เมตร หากเคเบิลใต้ดินมีความยาวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เมตร ให้ติดตั้งกับดักเสิร์จปลายสายเคเบิลใต้ดินด้านหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าเพียงด้านเดียว

1.5.2 ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย ได้แก่ หม้อแปลง คาปาซิเตอร์ โหลดเบรก สวิตช์และ รีโคลสเซอร์ เป็นต้น

1.5.3 ที่ระบบจำหน่ายแรงสูงมีการก่อสร้างในบริเวณที่โล่งแจ้ง ให้ติดตั้งกับดักเสิร์จที่เสาระบบจำหน่ายทุก 200 เมตร



รูปที่ 2.59 การติดตั้งกับดักเล็รจเสาดันที่มีการเปลี่ยนวิธีการเดินสายจากเดินในอากาศเป็นเดินฝังดิน

นอกจากนี้ผู้ออกแบบต้องพิจารณาเลือกใช้พิกัดแรงดันและพิกัด Discharge current ของกับดักเล็รจให้เหมาะสมกับระบบจำหน่ายของกฟภ. ที่รับไฟจากสถานีไฟฟ้าที่มีระบบการต่อลงดินแตกต่างกัน ดังนี้

1) กรณีที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่รับไฟจากสถานีไฟฟ้าที่มีระบบการต่อลงดินแบบ Solidly ให้ใช้กับดักเล็รจพิกัดแรงดันเท่ากับ 20-21 kV สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และ พิกัดแรงดันเท่ากับ 30 kV สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV สำหรับค่าพิกัด Discharge current ของกับดักเล็รจต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 kA ยกเว้นที่อุปกรณ์ไฟฟ้าค่าพิกัด Discharge current ของกับดักเล็รจต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 kA

2) กรณีที่อยู่ในบริเวณที่รับไฟจากสถานีไฟฟ้าที่มีระบบการต่อลงดินแบบ NGR ให้ใช้กับดักเล็รจพิกัดแรงดันเท่ากับ 24 kV สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV สำหรับค่าพิกัด Discharge current ของกับดักเล็รจต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 kA ยกเว้นที่อุปกรณ์ไฟฟ้า ค่าพิกัด Discharge current ของกับดักเล็รจต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 kA

1.6 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน ผู้ออกแบบต้องมีการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันระบบจำหน่ายแรงสูงให้เหมาะสมกับระบบ เพื่อเป็นการลดระยะเวลาไฟฟ้าดับ เป็นการเพิ่มความเชื่อถือได้ให้แก่ระบบ ผู้ออกแบบสามารถพิจารณาออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันระบบจำหน่ายแรงสูงได้ ดังนี้

1.6.1 รีโคสเซอร์

1) สายเมน ให้ออกแบบติดตั้งรีโคสเซอร์ห่างจากสถานีไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 กม. และ ระยะห่างระหว่างรีโคสเซอร์กับรีโคสเซอร์ชุดถัดไปไม่ควรน้อยกว่า 10 กม. สำหรับรีโคสเซอร์ที่อยู่สายเมนเดียวกัน ยกเว้นระหว่างรีโคสเซอร์มีโหลดหนาแน่น

2) สายแยก ให้ออกแบบติดตั้งรีโคสเซอร์ในสายย่อยที่ใช้ฟิวส์ป้องกันตั้งแต่ขนาด 40 Amp แบบ K ขึ้นไป ที่ไม่สามารถ Co-ordination กับอุปกรณ์ป้องกันต้นทางชุดถัดไปได้หรือ ให้ออกแบบติดตั้งรีโคสเซอร์ในสายแยกที่มีกระแสไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง หรือ สายแยกที่มีระยะทางรวมกันเกิน 10 กม. ขึ้นไป ที่มีปัญหาเรื่องการเคลียร์ไลน์ได้ล่าช้า

1.6.2 โหลดเบรกสวิตช์

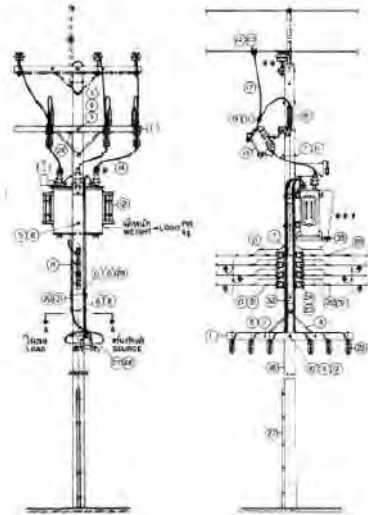
1) สายเมน ให้ออกแบบติดตั้งโหลดเบรกสวิตช์ในสายเชื่อมโยง ตำแหน่งที่จะมีการเชื่อมโยงระหว่างฟีดเดอร์หรือสถานีไฟฟ้า หรือ ให้ออกแบบติดตั้งโหลดเบรกสวิตช์อย่างน้อย 2.5 ตัวต่อวงจร กรณีต้องการติดตั้งโหลดเบรกสวิตช์มากกว่า 2.5 ตัวต่อวงจร ควรมีโหลดในแต่ละ Section ไม่ต่ำกว่า 3 MW สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV และ ไม่ต่ำกว่า 2 MW สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV

2) สายแยก ให้ออกแบบติดตั้งโหลดเบรกสวิตช์ที่สายแยกที่มีโหลดมากไม่ต่ำกว่า 3 MW สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV และ ไม่ต่ำกว่า 2 MW สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV

1.6.3 ครอปเอาต์ฟิวส์คัทเอาต์ ให้ออกแบบติดตั้งครอปเอาต์ฟิวส์คัทเอาต์ในสายแยกที่มีกระแสไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง

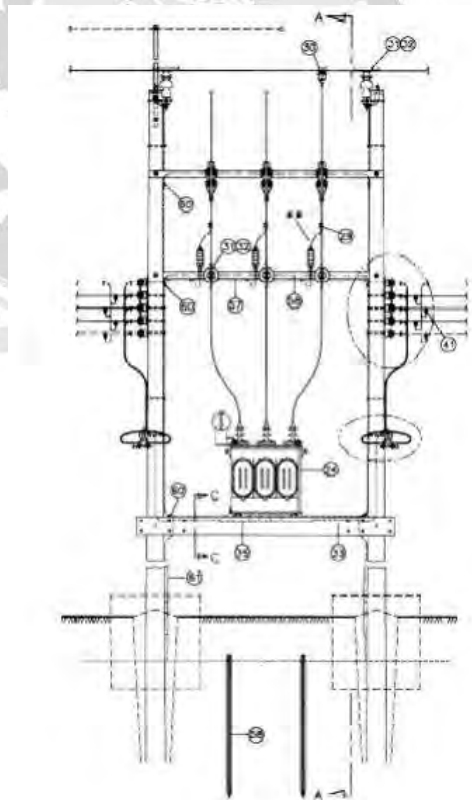
1.7 การติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่าย ผู้ออกแบบต้องพิจารณารูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายดังนี้

1.7.1 ให้ติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนเสาเดี่ยวขนาดไม่เกิน 250 kVA ในกรณีพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น หรือ ย่านธุรกิจดังแสดงตัวอย่างการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายขนาดไม่เกิน 160 kVA ในรูปที่ 2.60 ซึ่งสอดคล้องตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/35001 (การประกอบเลขที่ 2719) สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และเลขที่ SA4-015/35006 (การประกอบเลขที่ 3715) สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV



รูปที่ 2.60 การติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนเสาเดี่ยว

1.7.2 ให้ติดตั้งหม้อแปลงบนนั่งร้านเสาคู่ขนาดไม่เกิน 500 kVA ในกรณีที่สามารถก่อสร้างได้และอยู่นอก เหนือพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น หรือย่านธุรกิจดังแสดงตัวอย่างการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายในรูป ที่ 2.61 ซึ่งสอดคล้องตามแบบ มาตรฐานเลขที่ SA4-015/44001 (การประกอบเลขที่ 2725) สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV และเลขที่ SA4-015/44011 (การประกอบเลขที่ 3718) สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV



รูปที่ 2.61 การติดตั้งหม้อแปลงแขวนบนนั่งร้านเสาคู่

1.8 จำนวนวงจรสูงสุดต่อต้นเสา ผู้ออกแบบควรพิจารณาออกแบบระบบจำหน่ายแรงสูงที่เป็นเคเบิลอากาศไม่ให้เกิน 2 วงจรต่อต้นเสาเพื่อเพิ่มความเชื่อถือได้ของระบบ สะดวกในการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาระบบจำหน่าย โดยผู้ออกแบบให้พิจารณาออกแบบระบบจำหน่ายที่เป็นเคเบิลอากาศ 2 วงจร

2. การออกแบบระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นเคเบิลใต้ดิน พื้นที่ย่านธุรกิจที่สำคัญ หรือสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ พื้นที่ที่ต้องการความเรียบร้อย สวยงาม เช่น เมืองท่องเที่ยวหรือ พื้นที่มีปัญหาทางด้านมลภาวะและต้องการความเรียบร้อยสวยงามด้วย หรือ พื้นที่ที่มีปัญหาเทคนิคจนไม่สามารถก่อสร้างเป็นเคเบิลอากาศ ให้ก่อสร้างระบบจำหน่ายเป็นเคเบิลใต้ดิน ดังนั้นการออกแบบการติดตั้งและเลือกใช้งานอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายเคเบิลใต้ดินมีข้อพิจารณาดังนี้

2.1 ชนิดและขนาดของสายเคเบิลใต้ดิน ผู้ออกแบบต้องพิจารณาเลือกใช้สายตัวนำทองแดง 12/20(24) kV สำหรับระบบจำหน่าย 22 kV หรือ 18/30(36) kV สำหรับระบบจำหน่าย 33 kV ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60502 ลักษณะสายเป็น single core, cross-linked polyethylene insulated (XLPE), copper wire screen and polyethylene jacketed ขนาด 240 ตร.มม. หรือ 400 ตร.มม. โดยพิกัดกระแสของเคเบิลขึ้นอยู่กับจำนวนวงจร และความลึกในการฝังเคเบิล ดังแสดงในตารางที่ 2.11 และ ตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.11 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลใต้ดินระบบจำหน่ายแรงสูง 22 & 33 kV (ฉนวน XLPE)

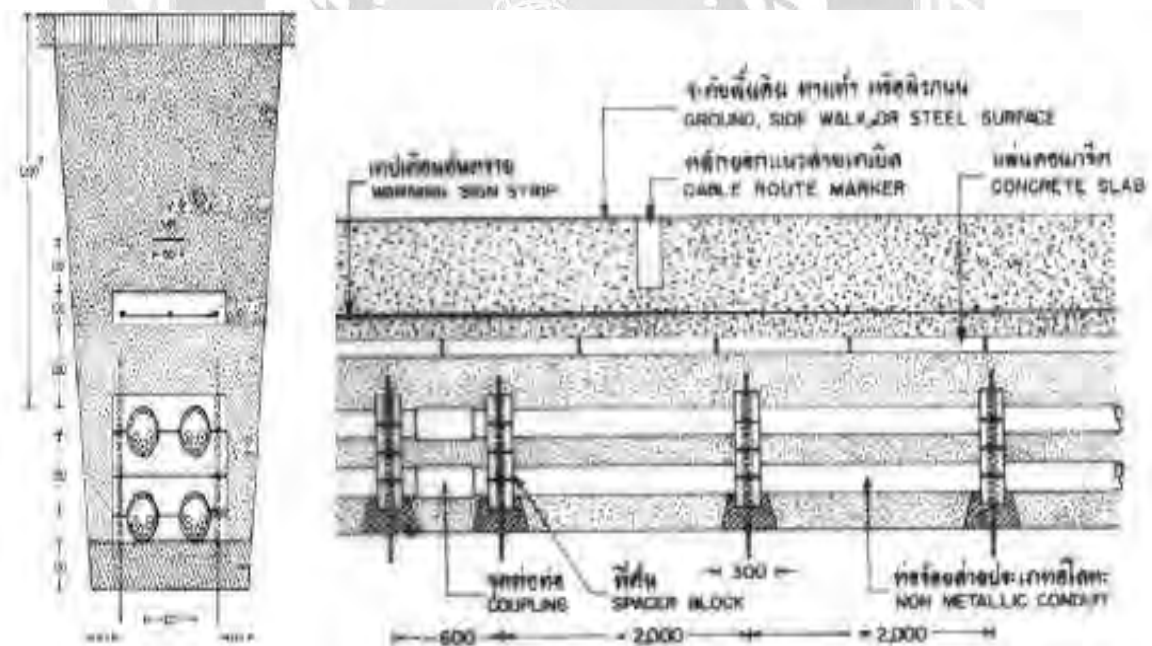
จำนวน วงจร ทั้งหมด	กระแสที่กำหนดต่อวงจร(แอมป์)									
	ความลึกจากระดับดินถึงเคเบิล (เมตร)									
	ขนาดสาย 240 ตร.มม.					ขนาดสาย 400 ตร.มม.				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	402	384	374	367	362	510	485	470	462	456
2	342	320	310	302	296	430	402	387	378	370
3	302	280	270	262	257	378	350	336	327	320
4	281	258	246	240	234	350	320	307	297	290
5	260	237	226	220	214	323	295	280	272	265
6	245	223	212	205	200	305	277	263	254	248
7	233	210	200	193	188	290	262	248	240	233
8	221	200	190	183	178	275	248	235	227	220
9	212	190	180	175	170	263	237	224	216	210
10	204	184	174	168	163	253	228	215	207	201

ตารางที่ 2.12 ตารางพิกัดกระแสใช้งานของเคเบิลใต้ดินระบบจำหน่าย 22-33 kV ขนาด 500 ตร.มม. (ฉนวน XLPE) วางใน Cable Trench

จำนวนวงจร	1	2	3	4
กระแสที่กำหนด ต่อวงจร (แอมป์)	775	580	510	450

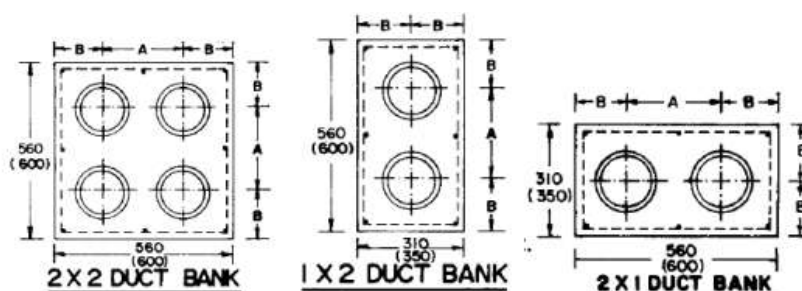
2.2 รูปแบบการก่อสร้าง การก่อสร้างระบบจำหน่ายแรงสูงสามารถพิจารณาแบบการก่อสร้างได้หลายวิธี ซึ่งในแต่ละรูปแบบ ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่หน้างาน และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง สำหรับการก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบร้อยท่อฝังดิน และแบบ DUCT BANK ใขกรณีที่สามารถเปิดหน้าดินได้ แต่สำหรับการก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบ DIRECTIONAL BORING แบบการวางท่อร้อยสายลอดใต้ถนนโดยวิธีดันท่อเหล็กปลอกขนาดเล็ก และ แบบ PIPE JACKING ใช้ในกรณี ที่ไม่สามารถเปิดหน้าดินได้ ซึ่งรายละเอียดในการก่อสร้างแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบร้อยท่อฝังดิน ให้พิจารณาออกแบบตามแบบ
มาตรฐานเลขที่ SA1-015/36017 (การประกอบเลขที่ 7502) ดังรูปที่ 2.62



รูปที่ 2.62 การฝังเคเบิลใต้ดินในท่อร้อยสาย

2.2.2 การก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบ DUCT BANK ให้พิจารณาออกแบบตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/31016 (การประกอบเลขที่ 7201) ดังรูปที่ 2.63

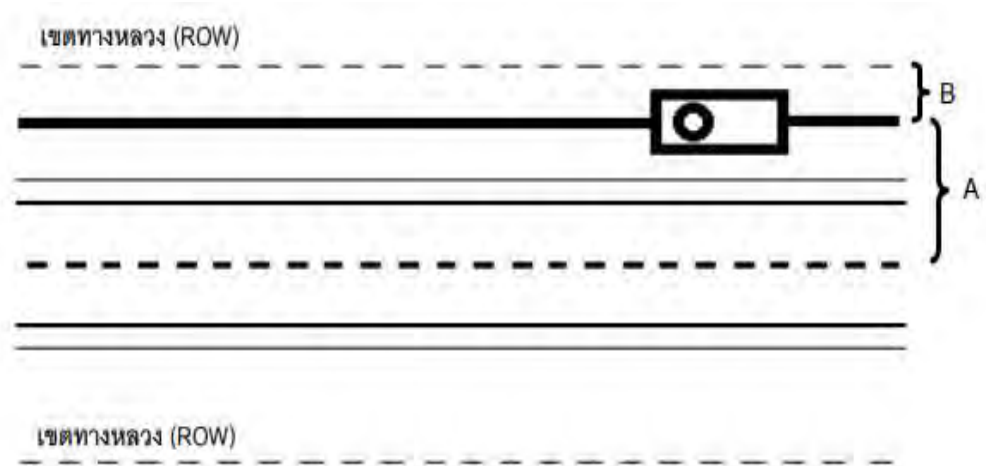


คำย่อ ABBREVIATION	ประเภทท่อร้อยสายที่ใช้ใน DUCT BANK TYPE OF CONDUIT IN DUCT BANK	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (ม.ม.) INSIDE DIAMETER (mm)	ระยะห่างของท่อร้อยสาย (ม.ม.) CONDUIT SPACING (mm)	
			A	B
HDB	ท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง ชนิดภาพ PN 6.3 มอก. 982-2533 HIGH-DENSITY POLYETHYLENE PIPES (HDPE) PN 6.3, TIS 982-2533	96.8, 110, 123.4, 144.6	250	155
		180.8	250	175
CDB	ท่อร้อยสายแบบลูกตุ้ม (HDPE) FLEXIBLE CORRUGATE PIPE (HDPE)	100, 125	250	155
		150	250	175
FDB	ท่อไฟเบอร์กลาส FIBERGLASS REINFORCED EPOXY	102, 114, 127	250	155
		152	250	155

รูปที่ 2.63 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ DUCT BANK

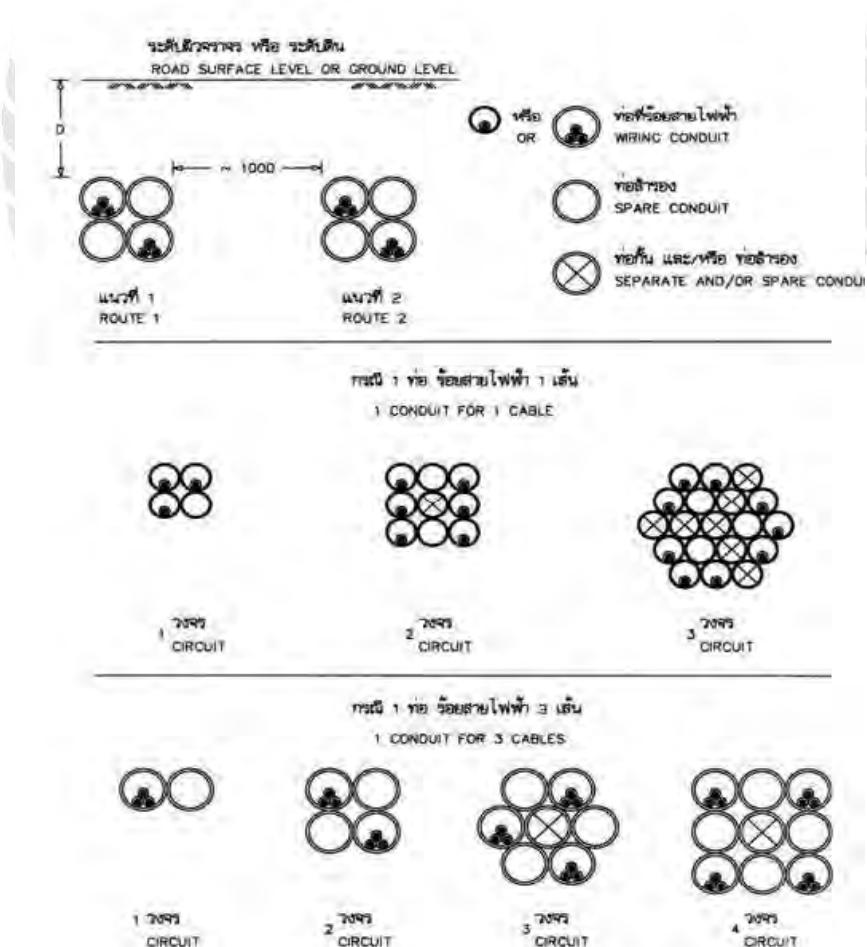
สำหรับการก่อสร้างด้วยวิธีแบบ DUCT BANK นั้น ระดับหลัง DUCT BANK ต้องฝังลึกอย่างน้อย 0.75 เมตรจากระดับดิน และกรณีก่อสร้างผ่านถนนต้องฝังลึกอย่างน้อย 1.07 เมตร โดยปฏิบัติตามข้อกำหนดแบบเลขที่ SA1-015/31015 (การประกอบเลขที่ 7141) ในกรณีที่ก่อสร้างในพื้นที่เขตทางหลวงให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงดังนี้

- เขตทางหลวงกว้าง 16.00 – 19.00 เมตรให้ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายอยู่ที่ระยะห่างจากศูนย์กลาง 4.30 เมตร (ระยะ A ในรูปที่ 2.63)
- เขตทางหลวงกว้าง 20.00 เมตรให้ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายอยู่ที่ระยะห่างจากเขตทางหลวง 4.75 เมตร (ระยะ B ในรูปที่ 2.63)
- เขตทางหลวงกว้าง 30.00 เมตรให้ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายอยู่ที่ระยะห่างจากเขตทางหลวง 4.80 เมตร (ระยะ B ในรูปที่ 2.63)
- เขตทางหลวงกว้าง 40.00 เมตรให้ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายอยู่ที่ระยะห่างจากเขตทางหลวง 5.20 เมตร (ระยะ B ในรูปที่ 2.63)
- ระดับหลังท่อร้อยสายต่ำกว่าผิวจราจรไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร



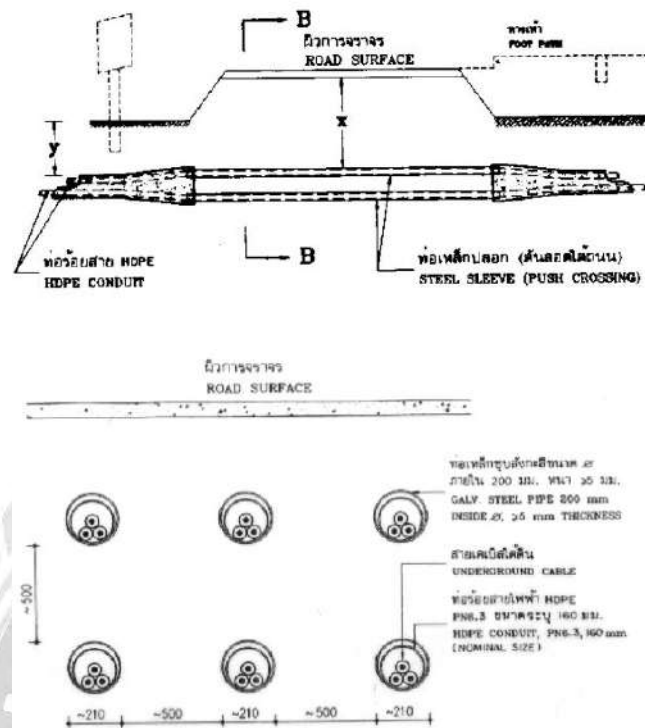
รูปที่ 2.64 ตำแหน่งการวางท่อร้อยสายใต้ดินในเขตทางหลวง

2.2.3 การก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบ DIRECTIONAL BORING ให้พิจารณา
ออกแบบตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/37022 (การประกอบเลขที่ 7504) ดังรูปที่ 2.65



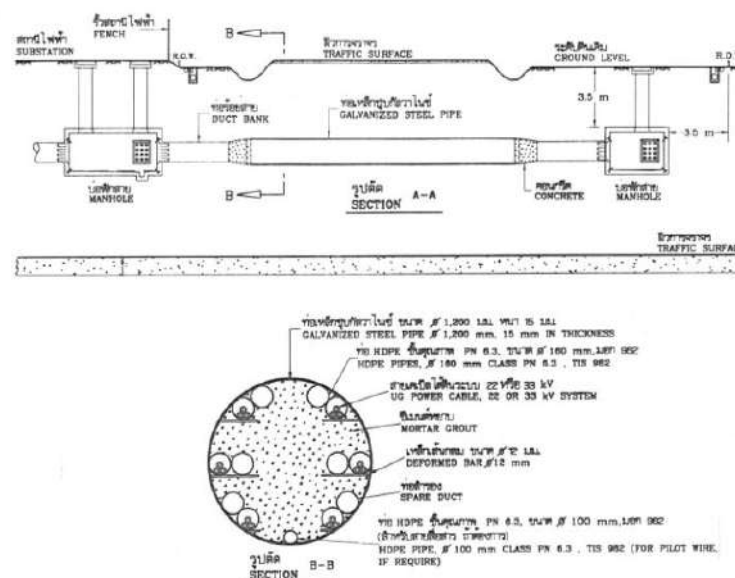
รูปที่ 2.65 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ DIRECTIONAL BORING

2.2.4 การก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบการวางท่อร้อยสายลอดใต้ถนนโดยวิธีดันท่อเหล็กปลอกขนาดเล็ก (SMALL SLEEVE)



รูปที่ 2.66 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบการวางท่อร้อยสายลอดใต้ถนนโดยวิธีดันท่อเหล็กปลอกขนาดเล็ก

2.2.5 การก่อสร้างเคเบิลใต้ดินแบบ PIPE JACKING ให้พิจารณาออกแบบตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/44018 (การประกอบเลขที่ 7506) ดังรูปที่ 2.67



รูปที่ 2.67 การฝังเคเบิลใต้ดินแบบ PIPE JACKING

2.3 ท่อร้อยสายเคเบิล ผู้ออกแบบต้องพิจารณาเลือกใช้ท่อร้อยสายเคเบิลให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบการก่อสร้างแต่ละแบบดังนี้

2.3.1 กรณีก่อสร้างแบบร้อยท่อฝังดินท่อร้อยสายที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้ทั้งท่อโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูงชั้นคุณภาพ PN 6.3 ท่อไฟเบอร์กลาส หรือท่อ Corrugated โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อต้องไม่น้อยกว่า 140 มม.

2.3.2 กรณีก่อสร้างแบบ DUCT BANK หรือ PIPE JACKING ท่อร้อยสายที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้ทั้งท่อโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูงชั้นคุณภาพ PN 6.3 หรือ ท่อไฟเบอร์กลาส โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อต้องไม่น้อยกว่า 140 มม.

2.3.3 กรณีก่อสร้างแบบ DIRECTIONAL BORING ท่อร้อยสายที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้ทั้งท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงชั้นคุณภาพ PN 8 หรือ PN 10 ขึ้นอยู่กับระดับความลึกในการออกแบบโดยความลึกมากที่สุดของท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงชั้นคุณภาพ PN 8 และ PN 10 พิจารณาจากตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ตารางระดับความลึกมากที่สุดของการใช้ท่อโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

ขนาดท่อ (มม.)	ระดับความลึกมากที่สุด (ม.)	
	ชั้นคุณภาพ PN8	ชั้นคุณภาพ PN10
75	4.20	8.20
90	4.20	8.20
110	4.20	8.20
125	4.20	8.20
140	4.20	8.20
160	2.00	4.00
180	2.00	4.00
200	2.00	4.00

2.4 จำนวนท่อร้อยสาย ในการออกแบบระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบใต้ดินนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะออกแบบเผื่อในอนาคตกรณีที่มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือเพื่อการบำรุงรักษาดังนั้นจึงควรที่จะมีท่อสำรองไว้สำหรับจำนวนท่อร้อยสายให้พิจารณาให้เหมาะสมกับจำนวนวงจรและท่อสำรองดังตารางที่ 2.14

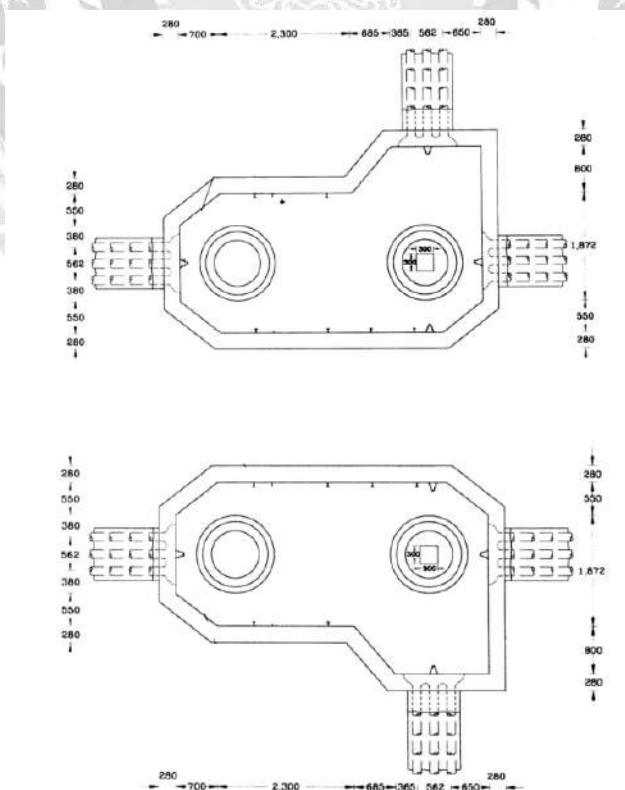
ตารางที่ 2.14 ตารางแนะนำจำนวนท่อสำรอง

จำนวนท่อที่ใช้ งาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
จำนวนท่อที่ สำรอง	1	1	1	2	1	2	2	2	3	2	4	3	5	4	6
จำนวนท่อที่ ก่อสร้าง	2	3	4	6	6	8	9	10	12	12	15	15	18	18	21

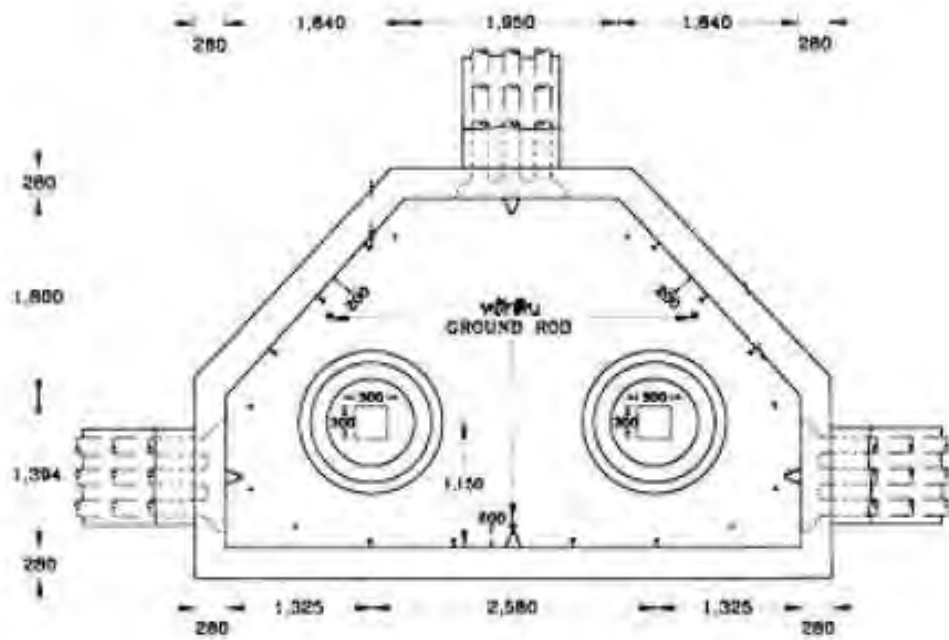
2.5 บ่อพักสายใต้ดิน (MANHOLE) ผู้ออกแบบต้องพิจารณาบ่อพักสายใต้ดิน ให้ขนาดมีความเหมาะสมกับจำนวนวงจรและลักษณะการใช้งาน โดยพิจารณาเลือกแบบ 2T-1 , 2T-2 , 2T-3 หรือ 2T-8 ตามแบบมาตรฐานของกฟภ. โดยระยะห่างของบ่อพักสายใต้ดินไม่ควรเกิน 250 เมตร

2.5.1 Type 2T - 1 และ 2T - 2 ใช้สำหรับเป็นจุดต่อแยกสายเคเบิลใต้ดิน และการเลี้ยวโค้งของเคเบิลใต้ดินบริเวณปากทาง หรือทางแยก โดยสามารถรับเคเบิลใต้ดินได้สูงสุด 12 วงจรดังรูปที่ 2.68

2.5.2 Type 2T - 3 ใช้สำหรับเป็นจุดต่อสายเคเบิลใต้ดินทางตรงและการเลี้ยวโค้งของเคเบิลใต้ดิน บริเวณหน้าสถานีไฟฟ้า หรือแยกถนน สามารถรับเคเบิลใต้ดินได้สูงสุด 12 วงจรดังรูปที่ 2.69

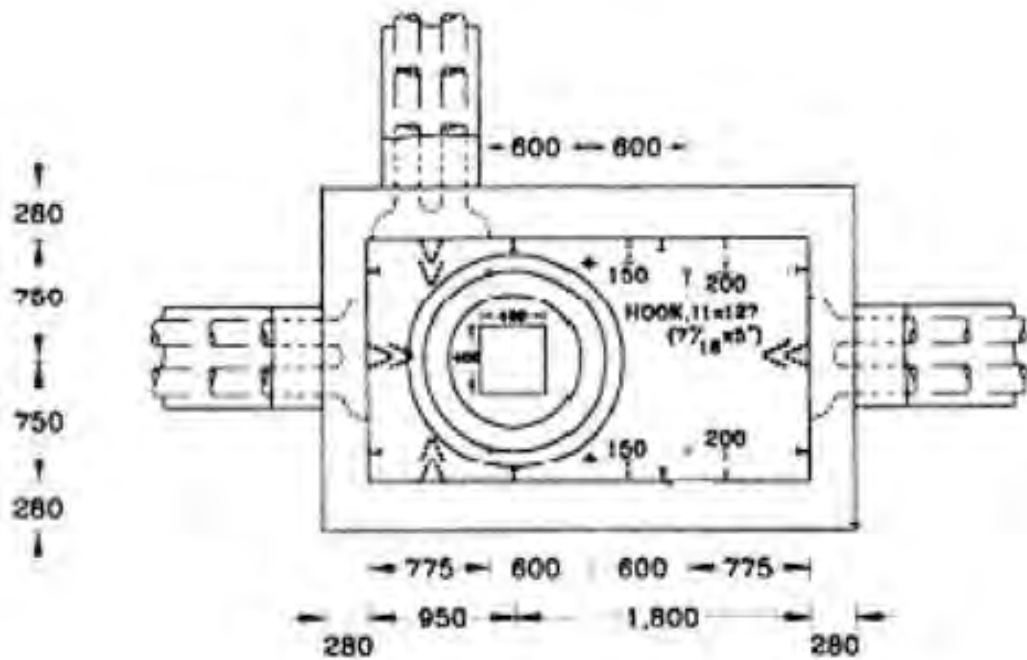


รูปที่ 2.68 บ่อพักชนิด 2T - 1 (รูปบน) และ 2T - 2 (รูปล่าง)



รูปที่ 2.69 บ่อพักชนิด 2T – 3

2.5.3 Type 2T – 8 ใช้สำหรับเป็นจุดต่อแยกสายและการเลี้ยวโค้งของเคเบิลใต้ดิน บริเวณปากทางหรือทางแยก สามารถรับเคเบิลใต้ดินได้สูงสุด 4 วงจรดังรูปที่ 2.70



รูปที่ 2.70 บ่อพักชนิด 2T – 8

กรณีที่กำลังสร้างในพื้นที่เขตทางหลวงให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงดังนี้

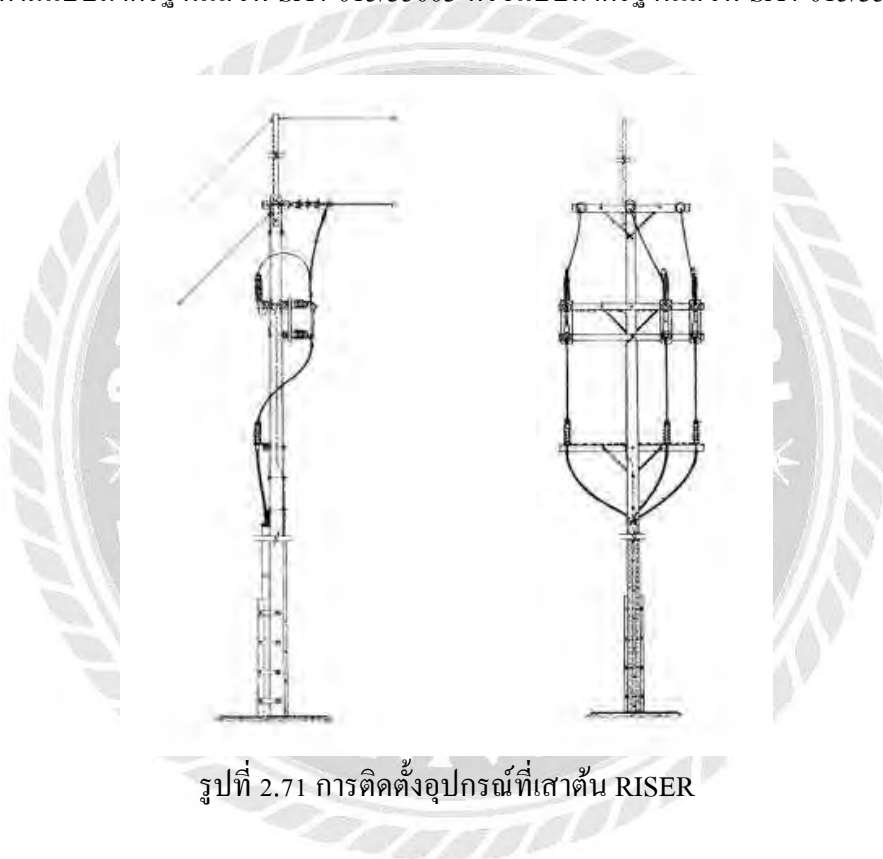
- ให้ด้านข้างของบ่อพักสายด้านที่อยู่ชิดเขตทางหลวงอยู่ห่างจากแนวเขตทางหลวง

3.50 เมตร

- ให้ด้านบนของบ่อพักสายลึกจากผิวจราจรอย่างน้อย 3.50 เมตร ทุกกรณีไม่ว่าระดับดินเดิมจะเป็นอย่างไร

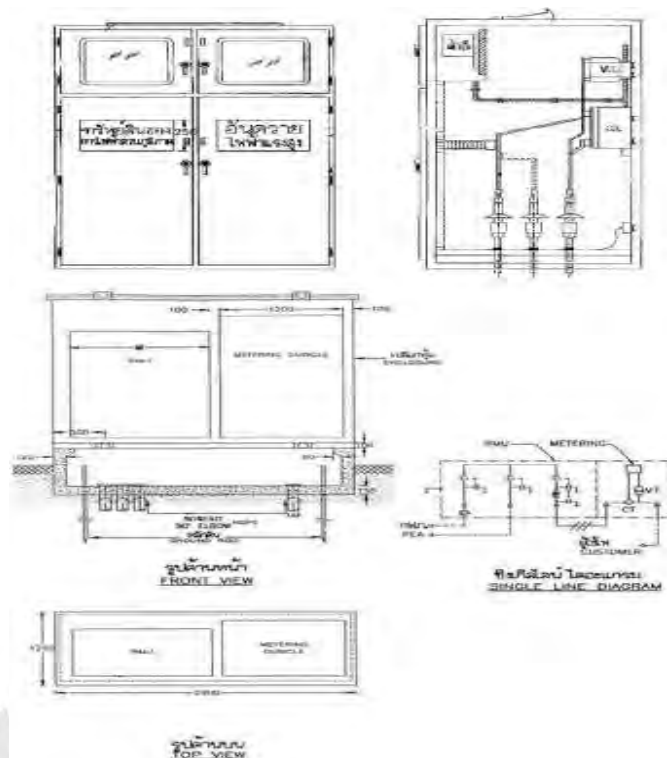
- กรณีบ่อพักต่ำกว่าดินเดิมให้ต่อคอบ่อเสมอดินเดิม

2.6 เสาต้น Riser ผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบเสาต้น Riser Pole สำหรับจุดที่มีการเปลี่ยนชนิดของสายจากสายเหนือดินเป็นเคเบิลใต้ดิน โดยการติดตั้งเสาต้น Riser Pole ให้พิจารณาออกแบบตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/35003 หรือแบบมาตรฐานเลขที่ SA4-015/35013 ดังรูปที่ 2.71



รูปที่ 2.71 การติดตั้งอุปกรณ์ที่เสาต้น RISER

2.7 การติดตั้งมิเตอร์แรงสูง การออกแบบการติดตั้งมิเตอร์แรงสูง ให้พิจารณาออกแบบตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/39011 สำหรับติดตั้งภายในอาคารและ ตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015 สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร ดังรูปที่ 2.72



รูปที่ 2.72 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้มิเตอร์แรงสูงการติดตั้งมิเตอร์แรงสูงแบบภายในอาคาร(รูปบน) และการติดตั้งมิเตอร์แรงสูงแบบภายนอกอาคาร(รูปล่าง)

2.8 การติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่าย การออกแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายให้พิจารณาเลือกรูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่าย ดังนี้

2.8.1 ให้ติดตั้งหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าขนาดย่อม (Compact Unit Substation) บนทางเท้า ในกรณีที่มีพื้นที่เพียงพอในการติดตั้ง

2.8.2 ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และแผงเมนสวิตช์แรงต่ำในพื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้ไฟสามารถจัดเตรียมพื้นที่ให้กฟภ. ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า

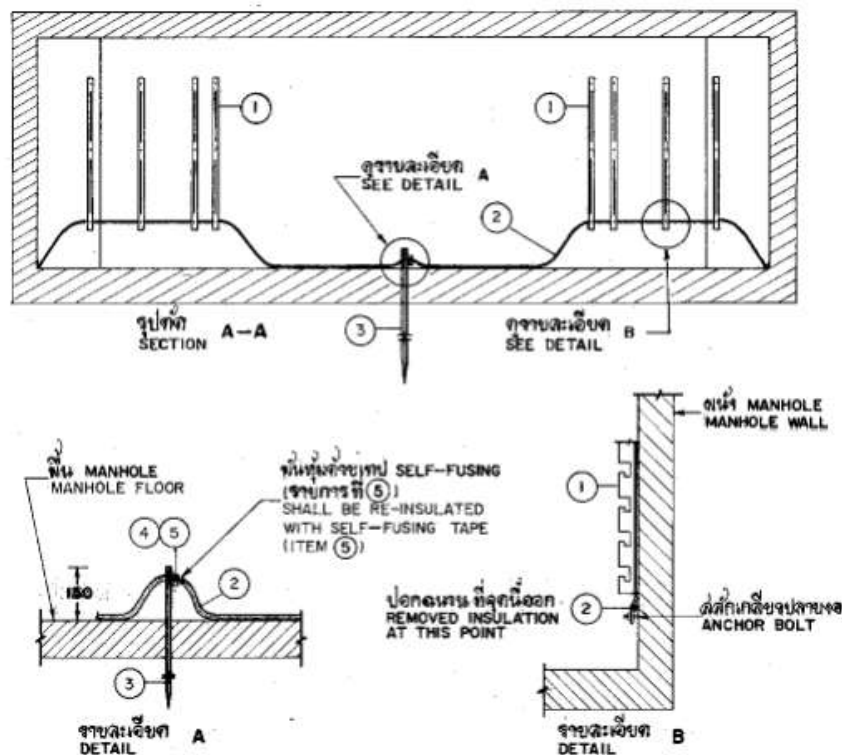
2.8.3 ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และ แผงเมนสวิตช์แรงต่ำ ในพื้นที่ที่กฟภ. จัดหาเฉพาะโดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่เอกชน ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้าและไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟได้

2.8.4 ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) และแผงเมนสวิตช์แรงต่ำในห้องใต้ดิน ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้าและไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟได้ รวมทั้งกฟภ. ไม่สามารถจัดหาพื้นที่เฉพาะโดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่เอกชนได้ แต่ต้องการความเรียบร้อย สวยงาม และปลอดภัย

2.8.5 ให้ติดตั้งหม้อแปลงพร้อม RMU (Ring Main Unit) บนนั่งร้านเสาสูงหรือ ติดตั้งหม้อแปลง บนนั่งร้านเสาสูงโดยติดตั้ง RMU (Ring Main Unit) แยกในตำแหน่งที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่หรือข้อจำกัดทางเทคนิคโดยให้เลือกตำแหน่งที่อยู่ใน ซอย หรือถนนย่อย หรือตำแหน่งที่เหมาะสม และติดตั้งแผงเมนสวิตช์แรงต่ำในบริเวณที่เหมาะสมทางเทคนิคในกรณีที่ไม่มีพื้นที่ในการติดตั้งบนทางเท้า และไม่สามารถใช้พื้นที่ของผู้ใช้ไฟฟ้าได้รวมทั้ง กฟภ. ไม่สามารถจัดหาพื้นที่เฉพาะโดยการซื้อหรือเช่าพื้นที่เอกชนได้ แต่ไม่ต้องการความเรียบร้อยและสวยงามทั้งนี้ให้พิจารณาเลือกรูปแบบการติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่ายรูปแบบที่ 1 ก่อนเป็นลำดับแรก

2.9 การต่อลงดิน ผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบการต่อลงดินสำหรับบ่อพักและ สายเคเบิลใต้ดิน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและบำรุงรักษาระบบเคเบิลใต้ดิน โดยรายละเอียดการต่อลงดินเป็น ดังนี้

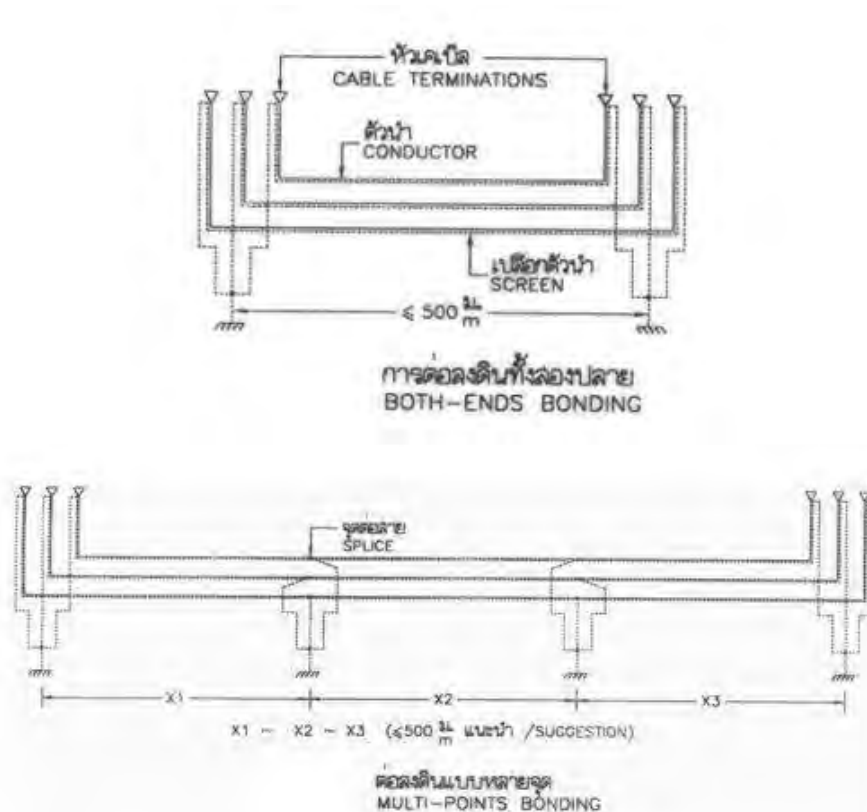
2.9.1 การต่อลงดินสำหรับบ่อพัก ให้พิจารณาตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015 โดยค่าความต้านทานดินไม่เกิน 5 โอห์มในกรณีที่ก่อสร้างได้ยากยอมให้มีค่าไม่เกิน 25 โอห์ม ดังรูปที่ 2.73



รูปที่ 2.73 การต่อลงดินที่บ่อพัก

2.9.2 การต่อลงดินสำหรับเคเบิลใต้ดินให้พิจารณาตามระยะทางของระบบเคเบิลใต้ดินตามแบบมาตรฐานเลขที่ SA1-015/46005 ดังรูปที่ 2.74 โดย

- ระยะทางของสายเคเบิลจากหัวเคเบิลถึงหัวเคเบิลหรือจาก Switchgear ถึงหัวเคเบิลไม่เกิน 500 เมตร ให้พิจารณาการต่อลงดินเป็นแบบต่อลงดินทั้งสองปลาย (BOTH-ENDS BONDING)
- ระยะทางของสายเคเบิลจากหัวเคเบิลถึงหัวเคเบิลหรือจาก Switchgear ถึงหัวเคเบิลมากกว่า 500 เมตรให้พิจารณาการต่อลงดินเป็นแบบ ต่อลงดินแบบหลายจุด (MULTI-POINTS BONDING)



รูปที่ 2.74 การต่อลงดินสำหรับเคเบิลใต้ดินแบบการต่อลงดินทั้งสองปลาย(รูปบน)
และการต่อลงดินแบบหลายจุด (รูปล่าง)

2.10 ระยะห่างของท่อร้อยสายกับสาธารณูปโภคอื่นๆ ผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบระยะห่างของท่อร้อยสายกับสาธารณูปโภคอื่นๆให้สอดคล้องกับข้อ 2.8

2.11 ข้อกำหนดทางเทคนิคอื่นๆ

2.11.1 กรณีใช้พูล์ลิ่งอาย ลากสายเคเบิล สายเคเบิลขนาด 240ตร.มม. แรงดึงลากสายไม่เกิน 1,680 kg เมื่อร้อยสาย 1 เส้นต่อท่อ และไม่เกิน 2,722 kg เมื่อร้อยสาย 3 เส้นต่อท่อ กรณี

ใช้พูล์ดิ่งกริป (Pulling Grip) 1 ชุดลากสายเคเบิล 1 เส้น สำหรับสายเคเบิลขนาด 240 ตร.มม. แรงดึงลากสายไม่เกิน 453 kg เมื่อร้อยสาย 1 เส้นต่อท่อและไม่เกิน 906 kg เมื่อร้อยสาย 3 เส้นต่อท่อ

2.11.2 กรณีใช้พูล์ดิ่งอวย ลากสายเคเบิล สายเคเบิลขนาด 400 ตร.มม. แรงดึงลากสายไม่เกิน 2,268 kg เมื่อร้อยสาย 1 เส้นต่อท่อ และไม่เกิน 2,722 kg เมื่อร้อยสาย 3 เส้นต่อท่อ กรณีใช้พูล์ดิ่งกริป (Pulling Grip) 1 ชุดลากสายเคเบิล 1 เส้น สำหรับสายเคเบิลขนาด 400 ตร.มม. แรงดึงลากสายไม่เกิน 453 kg เมื่อร้อยสาย 1 เส้นต่อท่อและไม่เกิน 906 kg เมื่อร้อยสาย 3 เส้นต่อท่อ

2.11.3 SIDE WALL PRESSURE ต้องไม่เกิน 446 kg/m

2.11.4 รัศมีความโค้งของสายเคเบิลต้องไม่น้อยกว่า 15 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย

2.11.5 แรงดันตกในสายเคเบิล ซึ่งมาตรฐานแรงดันตก ในสภาวะปกติกำหนดไว้ $\pm 5\%$ และสภาวะฉุกเฉินกำหนดไว้ $\pm 10\%$

2.11.6 การต่อสายให้พิจารณาใช้วิธีการและวัสดุที่เหมาะสมในการต่อสายเคเบิล และในกรณีที่ก่อสร้างแบบร้อยท่อฝังดิน หรือ DUCT BANK ให้ต่อสายเคเบิลในบ่อพักสายเท่านั้น



บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อ : การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี

ที่ตั้ง : 132/18 ซอย จรัญสนิทวงศ์20 บ้านช่างหล่อ บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

เวลาทำการ : ช่วงเวลาทำการ 8:30น. ปิดเวลา 16:30น.



รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์องค์กรการไฟฟ้านครหลวง



รูปที่ 3.2 แผนที่สถานประกอบการการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี

3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตและการให้บริการหลักขององค์กร

ประวัติองค์กร

การไฟฟ้านครหลวงเป็นรัฐวิสาหกิจประเภทสาธารณูปโภคสาขาบริการสาธารณะ สังกัดกระทรวงมหาดไทย จัดตั้งขึ้นวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2501 ตาม พ.ร.บ.การไฟฟ้านครหลวง พ.ศ. 2501 ซึ่งมีการแก้ไขเพิ่มเติม ในปีพ.ศ. 2530 และ พ.ศ. 2535 ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับประชาชนในพื้นที่ที่กำหนด คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ ต่อมาในปี 2504 ได้โอนโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ดำเนินการอยู่ให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ปัจจุบันการไฟฟ้านครหลวงจัดประเภทอยู่ในสาธารณูปโภคสาขาพลังงาน สังกัดเดิม มีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้ง คือ จัดให้ได้มาและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าและดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าและธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องหรือที่เป็นประโยชน์แก่การไฟฟ้านครหลวงโดยมีพื้นที่เขตจำหน่าย 3 จังหวัดดังกล่าวข้างต้น รวมพื้นที่ 3,191.6 ตารางกิโลเมตร

วิสัยทัศน์

มุ่งสู่องค์กรสมรรถนะสูง เป็นผู้นำด้านระบบจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าและบริการที่เป็นเลิศ สร้างความเข้มแข็งในธุรกิจเกี่ยวเนื่องรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

ภารกิจ

1. ดำเนินธุรกิจไฟฟ้าที่เชื่อถือได้ และปลอดภัย
2. พัฒนางานบริการที่มุ่งเน้นลูกค้า
3. พัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันธุรกิจที่เกี่ยวข้อง
4. พัฒนาสู่องค์กรสมรรถนะสูงรวมทั้งรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

นโยบายการบริหารการไฟฟ้านครหลวง มีทั้งหมด 7 ด้านดังนี้

1. ด้านการนำองค์กร

1.1 ให้ความสำคัญกับบทบาทและการมีส่วนร่วมในการนำองค์กรการกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ การควบคุมภายใน การตรวจสอบภายใน การบริหารจัดการความเสี่ยง การติดตามดูแลการดำเนินงานและการบริหารงานให้เป็นไปตามนโยบายที่กำหนด

1.2 ยึดหลักธรรมาภิบาลและการถือปฏิบัติที่ถูกต้องตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

1.3 สนับสนุนการดำเนินงานที่มุ่งเน้นการเป็นองค์กรสมรรถนะสูง

1.4 สนับสนุนและผลักดันการดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับองค์กร และรักษาฐานการดำเนินงานธุรกิจหลัก

2. นโยบายด้านการบริหาร

- 2.1 มุ่งเน้นความรวดเร็วด้านการให้บริการอย่างโปร่งใส เป็นธรรมและให้บริการเชิงรุก
- 2.2 มุ่งเน้นการดำเนินงานตามมาตรฐานความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและมาตรฐานคุณภาพของข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานและการบริการ โดยถือปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง
- 2.3 พัฒนาและขยายระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้มีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการรวมทั้งพิจารณามาตรการเพื่อลดความสูญเสียในระบบไฟฟ้าให้น้อยที่สุด เพื่อรักษาและเสริมสร้างมาตรฐานคุณภาพการบริการ
- 2.4 มุ่งเน้นการประชาสัมพันธ์เชิงรุกเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในการดำเนินภารกิจและการบริการของการไฟฟ้านครหลวง

3. นโยบายด้านการเงินและการลงทุน

- 3.1 เพิ่มความคล่องตัวในระบบการจัดซื้อจัดจ้าง โดยยังคงหลักการประหยัด โปร่งใส เป็นธรรม ตรวจสอบได้และการถือปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 เร่งรัดการเบิกจ่ายงบประมาณและติดตามความคุ้มค่าใช้จ่ายการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพตามนโยบายรัฐบาล
- 3.3 จัดหาเงินทุนตามความต้องการใช้เงินทุน โดยมีต้นทุนทางการเงินที่เหมาะสม บริหารจัดการสถานะการเงินให้เข้มแข็ง เพื่อรองรับการดำเนินงานและการลงทุนในอนาคต รวมทั้งมีการจัดการสภาพคล่องหมุนเวียนในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- 3.4 สนับสนุนการลงทุนระบบจำหน่ายพลังไฟฟ้าด้วยระบบสายไฟฟ้าใต้ดิน
- 3.5 จัดให้มีการลงทุนระบบจำหน่ายพลังไฟฟ้าในเชิงรุกให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาผังเมืองของภาครัฐ

4. นโยบายด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์

- 4.1 ส่งเสริมการเพิ่มคุณค่าและพัฒนาศักยภาพพนักงานสู่ความเป็นเลิศและการจัดวางระบบ Talent Management
- 4.2 เสริมสร้างการพัฒนาศักยภาพด้านจุดแข็งหรือจุดเด่นของพนักงาน
- 4.3 เสริมสร้างทัศนคติที่ถูกต้องให้กับพนักงาน เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กร
- 4.4 สนับสนุนและเร่งรัดการพัฒนาองค์กรสู่องค์กรสมรรถนะสูงและการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้
- 4.5 มุ่งเน้นการสร้างแรงจูงใจพนักงาน เพื่อส่งเสริมความรัก ความผูกพันและความเป็นเอกภาพขององค์กร
- 4.6 มุ่งเน้นให้พนักงานมีคุณธรรม จริยธรรมในการทำงานและการประพฤติปฏิบัติตนตามกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

4.7 ให้พนักงานมีความสุข มีสุขภาพแข็งแรง ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เหมาะสม

5. นโยบายด้านธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

5.1 พัฒนาแนวทางการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดมูลค่าเพิ่มในเชิงรายได้

5.2 สนับสนุนให้มีการพัฒนาการบริหารจัดการธุรกิจเกี่ยวเนื่องให้มีประสิทธิภาพ โปร่งใส เป็นธรรม และตรวจสอบได้ โดยเฉพาะการลดต้นทุนเพื่อความสามารถในการแข่งขัน

5.3 เพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวเนื่อง

6. นโยบายด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

6.1 มุ่งเน้นการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม และคุ้มค่าต่อการลงทุนสามารถสนับสนุนการบริหารจัดการที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ เป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 ส่งเสริมให้พนักงานปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง ตลอดจนสื่ออินเทอร์เน็ตที่มีประโยชน์ต่อการทำงาน ไม่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ของการไฟฟ้านครหลวงในการเผยแพร่ข้อมูลที่ไม่เหมาะสมทางศีลธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณีหรือละเมิดกฎหมาย

6.3 ให้ความสำคัญในการบริหารจัดการความปลอดภัยระบบสารสนเทศรวมทั้งตรวจสอบและควบคุมการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อป้องกันความปลอดภัยในระบบสารสนเทศขององค์กร

7. นโยบายด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

7.1 ให้ความสำคัญในด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในกรณีที่มีการดำเนินงานอาจจะมีผลกระทบต่อผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย

7.2 การดำเนินงานด้านรักษ์สังคม โดยมุ่งเน้นการพัฒนาส่งเสริมเยาวชนให้มีจิตสำนึก และพนักงานมีจิตอาสาในด้านการอนุรักษ์พลังงานสิ่งแวดล้อม

7.3 การดำเนินการด้านรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส ตรวจสอบได้โดยมุ่งเน้นและสนับสนุนการลดภาวะโลกร้อน

7.4 สนับสนุนและมีส่วนร่วมในกิจกรรมดำเนินการด้านความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

การกำกับดูแลกิจการที่ดี

คณะกรรมการการไฟฟ้านครหลวง ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการดำเนินงานอย่างโปร่งใส มีประสิทธิภาพและความรับผิดชอบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่าย โดยได้นำหลักการกำกับดูแลกิจการที่ดีตามนโยบายภาครัฐและตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมาเป็นกรอบในการปฏิบัติ ส่งผลให้การไฟฟ้านครหลวง ได้รับรางวัลรัฐวิสาหกิจดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2555 จาก

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.) 3 รางวัล นอกจากนี้การไฟฟ้านครหลวงมุ่งมั่นพัฒนาการปฏิบัติตามหลักกำกับดูแลกิจการที่ดีให้เข้าสู่ระดับมาตรฐานสากล เพื่อเตรียมความพร้อมในการเป็นองค์กรชั้นนำในการให้บริการระบบไฟฟ้าในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนต่อไป

นโยบายการกำกับดูแลกิจการที่ดีของการไฟฟ้านครหลวง

นอกจากการปฏิบัติตามหลักการกำกับดูแลกิจการที่ดีของภาครัฐและตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยดังที่กล่าวไปข้างต้นแล้ว การไฟฟ้านครหลวง ยังได้กำหนดนโยบายการกำกับดูแลกิจการที่ดีเพื่อเป็นกรอบปฏิบัติภายในองค์กรเพื่อให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ ภารกิจ ตามหลักการดังนี้

- 1) จัดวางและทบทวนโครงสร้างการกำกับดูแลกิจการที่ดีของการไฟฟ้านครหลวง
- 2) คณะกรรมการการไฟฟ้านครหลวง ผู้ว่าการ และผู้บริหารทุกระดับของการไฟฟ้านครหลวง ต้องเป็นผู้นำต้นแบบที่ดีทางด้านจริยธรรมและคุณธรรม
- 3) ดำเนินธุรกิจและบริหารจัดการด้วยหลักคุณธรรม มีความรับผิดชอบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และคำนึงถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม มีระบบการบริหารความเสี่ยงองค์กร มีการให้บริการข้อมูลสารสนเทศ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างเพียงพอ เชื่อถือได้ ทันเวลา เท่าเทียมกัน และถือปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- 4) มุ่งเน้นการสร้างจิตสำนึกในการปฏิบัติงานโดยยึดหลักคุณธรรมและจริยธรรม สนับสนุนการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกกลุ่มทุกระดับ
- 5) ผนวกส่งเสริมและสร้างความเข้าใจ ตลอดจนประชาสัมพันธ์ เผยแพร่เกี่ยวกับการกำกับดูแลกิจการที่ดีโดยมีการจัดทำวิธีปฏิบัติในการกำกับดูแลกิจการที่ดีของการไฟฟ้านครหลวงขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติของฝ่ายบริหารและพนักงานการไฟฟ้านครหลวง โดยจัดทำเป็นประกาศการไฟฟ้านครหลวงเผยแพร่ผ่านระบบ Intranet และ Internet นอกจากนี้ได้มีการปรับปรุงวิธีปฏิบัติในการกำกับดูแลกิจการที่ดี เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวข้องพิจารณา สอบทาน ทบทวนให้มีความเหมาะสม ทันสมัย สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงเป็นประจำทุกปี

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย

นายเนติธร บัวรอด รหัสประจำตัว 6004200004

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า

นายสมรรถชัย เจียวดารา รหัสประจำตัว 6004200016

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า

3.4.2 ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

- วางแผนการดำเนินงานตามงานที่ได้รับมอบหมาย
- เช็คและสำรวจอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบจำหน่าย
- ควบคุมทีมงานในการปฏิบัติงานให้อยู่ในมาตรฐานความปลอดภัยของการไฟฟ้า

นครหลวง

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

นายณัฐกิจ สุคนธพงศ์ ตำแหน่ง นบ.7 ผู้ช่วยหัวหน้าแผนก

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ศึกษางานของการติดตั้งระบบจำหน่ายจากพนักงานพี่เลี้ยง

3.7.2 ศึกษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบจำหน่าย

3.7.3 ศึกษาการทำงานและดำเนินการแก้ไขการติดตั้งระบบจำหน่าย

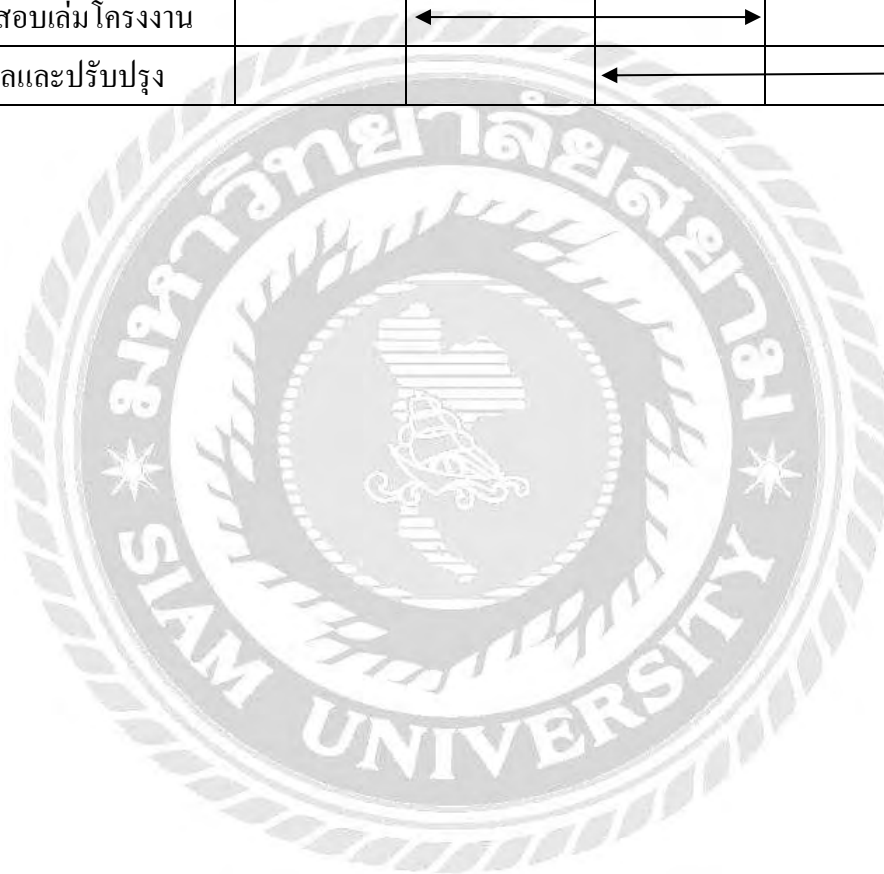
3.7.4 ปฏิบัติงานการซ่อม และการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

3.7.5 สรุปและบันทึกผลการปฏิบัติงาน

3.8 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	สิงหาคม 2564
1.ศึกษาข้อมูล	←	→		
2.รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับโครงการ	←	→		
3.เริ่มทำโครงการ		←	→	
4.ตรวจสอบเล่มโครงการ		←	→	
5.สรุปผลและปรับปรุง			←	→



บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงาน

4.1 มาตรฐานงานตามระเบียบการไฟฟ้า ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2559

เป็นระเบียบที่มีการปรับปรุงใหม่ตามหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติกับงานก่อสร้างของการไฟฟ้า ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขระเบียบหลักเกณฑ์เดิม ให้มีความทันสมัยและให้ทำงานด้านการก่อสร้างระบบไฟฟ้าเป็นไปโดยสะดวก และเหมาะสม สามารถให้บริการผู้ใช้ไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว และการสร้างความพึงพอใจให้ผู้ใช้ไฟฟ้า จึงวางระเบียบไว้ดังต่อไปนี้

ระบบไฟฟ้า หมายความว่า ระบบสายส่งระบบจำหน่ายไฟฟ้าระบบไฟฟ้าภายในทุกระดับแรงดัน

ระบบสายส่ง หมายความว่า ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าที่มีระดับแรงดัน 69000 โวลต์ และ 115000 โวลต์

ระบบสายไฟฟ้าแรงสูง หมายความว่า ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าระดับแรงดันตั้งแต่ 1000 โวลต์ และต่ำกว่า 69000 โวลต์

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ หมายความว่า ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าระดับแรงดัน 230/400 โวลต์

ก่อสร้างระบบไฟฟ้า หมายความว่า การดำเนินการเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบไฟฟ้าเช่น การก่อสร้างปักเสาสายก่อสร้างเคเบิลใต้ดิน ก่อสร้างเคเบิลใต้น้ำ ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นต้นทุกระดับแรงดัน

งานปรับปรุงระบบไฟฟ้า หมายความว่า งานที่ดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า หรือสร้างความมั่นคงของระบบไฟฟ้าให้สามารถทำงานได้นานขึ้น

งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้า หมายความว่า การดำเนินการใดๆ เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าให้กลับสู่สภาพเดิม หรือใช้งานได้ดีดังเดิม

งานขยายเขตรบบไฟฟ้า หมายความว่า การดำเนินการก่อสร้างระบบไฟฟ้าขยายจากพื้นที่หนึ่งไปยังพื้นที่หนึ่ง

ผู้ควบคุมงาน หมายความว่า พนักงานการไฟฟ้าที่ผู้บังคับบัญชาหน่วยงานที่บันทึกมอบหมายเกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้างงานบำรุงรักษา และงานบริการ สามารถแบ่งได้ 3 หมวดดังนี้

หมวดที่ 1 การสำรวจ ออกแบบ การคิดค่าใช้จ่าย และประมาณการ

หมวดที่ 2 การดำเนินการก่อสร้าง ปรับปรุง ขยายเขตรบบไฟฟ้า

หมวดที่ 3 อำนาจการอนุมัติ

พิจารณาเฉพาะหมวดที่ 2 การดำเนินการ การก่อสร้างปรับปรุง ขยายเขตระบบไฟฟ้า

มีมาตรฐานงานของแต่ละกิจกรรม ดังนี้

ตารางที่ 4.1 มาตรฐานงานของแต่ละกิจกรรม

ขั้นตอน/กิจกรรม	มาตรฐานคุณภาพงานของกิจกรรม
1 การตรวจสอบสภาพงานจริงตามแนวการก่อสร้าง	1.1 สำรวจเส้นทางแนวปักหมุด 1.2 ตรวจสอบปัญหาอุปสรรคในพื้นที่หน้างาน และแจ้งทางการไฟฟ้าเจ้าของพื้นที่จัดทำหนังสือแจ้งส่วนเกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานโทรศัพท์สายสื่อสารสายสัญญาณทีวี เป็นต้น 1.3 ตรวจสอบสภาพหน้างานจริงเทียบกับแผนผังและประมาณการ กรณีไม่สอดคล้องให้ขออนุญาตเปลี่ยนแปลงประมาณการกรณีต้องการเปลี่ยนแปลงแผนผังให้ดำเนินการยกเลิกแผนผังเดิม และขออนุมัติแผนผังใหม่
2.การส่งใบเบิกอุปกรณ์	2.1 ให้ผู้ควบคุมงานประสานกับคลังวัสดุ เพื่อขอเบิกอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับแผนการดำเนินการ และพิมพ์ใบเบิกจากระบบงานบริหารการโครงการระบุรายการประมาณที่ต้องการเบิกทั้งนี้ต้องไม่เกิน ประมาณการที่ได้รับอนุมัติและลงนามในใบเบิกตามระเบียบการไฟฟ้าด้วยพัสดุที่ประกาศในปัจจุบัน 2.2 นำใบเบิกพัสดุตามข้อ 2.1 ให้คลังพัสดุ เพื่อดำเนินการตัดจ่ายพัสดุ 2.3 ตรวจสอบใบส่งของให้ตรงกับใบเบิก และปริมาณพัสดุที่ได้รับพร้อมมีการลงนามผู้รับ ผู้จ่าย ผู้รับทราบ ให้ครบและจัดเก็บเอกสารใบส่งลงในแฟ้มงานก่อสร้างเพื่อเป็นเอกสารประกอบการปิดงาน
3. ดำเนินการก่อสร้างและรื้อถอนทรัพย์สินอุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า	3.1 ดำเนินการก่อสร้าง และรื้อถอนทรัพย์สินอุปกรณ์ พร้อมลงชั่วโมงการทำงานแล้วเสร็จ

	โดยปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติการ และคณะกรรมการความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อม 3.2 ดำเนินการแล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด (ขึ้นกับปริมาณงาน)
4. การตรวจสอบมาตรฐาน	4.1 กรณีการไฟฟ้าดำเนินการก่อสร้างเองให้ผู้คุมงานแจ้งคณะกรรมการตรวจสอบงานก่อสร้าง ดำเนินการตรวจสอบมาตรฐาน ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบจำนวนพัสดุที่ใช้จริงเทียบกับพัสดุที่เบิกจ่ายจากคลังการตรวจสอบตามหลักเกณฑ์การออกแบบการติดตั้ง และเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า 4.2 กรณีผู้ใช้ไฟดำเนินการเองก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตรวจสอบมาตรฐานตามหลักเกณฑ์การออกแบบการติดตั้งการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าที่ประกาศใช้ในปัจจุบัน
5.การส่งมอบงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า และการเปิดจ่ายกระแสไฟฟ้า	5.1 จัดพิมพ์รายงานปิดงานก่อสร้างและงานรื้อถอน 5.2 ผู้ควบคุมงานลงนามส่งมอบงานเสนอผู้บังคับบัญชา

4.2 งานก่อสร้างระบบไฟฟ้า (ย้ายเสาไฟ และหม้อแปลงไฟฟ้า) ณ บริเวณพุทธมณฑลสาย 2

มีการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า ดังนี้

4.2.1 การตรวจสอบงานจริงตามแนวการก่อสร้าง

1. สำรวจเส้นแนวปักหมุด สถานที่หน้างานพร้อมนายตรวจ มีในการย้ายเสาไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า

2. ตรวจสอบปัญหาอุปสรรคในพื้นที่หน้างาน และแจ้งทางการไฟฟ้าเจ้าของพื้นที่จัดทำหนังสือแจ้งส่วนเกี่ยวข้อง เช่นหน่วยงานโทรศัพท์สายสื่อสารสายสัญญาณทีวี เป็นต้น

4.2.2 การส่งใบเบิกอุปกรณ์

การเช็คและสำรวจอุปกรณ์ เพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน มีการนำแบบงานก่อสร้างที่ได้มาทำการวางแผน และเบิกอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายเสาไฟฟ้าแรงดันต่ำ และหม้อแปลงไฟฟ้า ระยะทาง 10 เมตร โดยดำเนินการดังนี้

1. ให้ผู้ควบคุมงานประสานกับคลังวัสดุ เพื่อขอเบิกอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับแผนการดำเนินการ และพิมพ์ใบเบิกจากระบบงานบริหารการโครงการระบุนายการประมาณที่ต้องการเบิก ทั้งนี้ต้องไม่เกินประมาณการที่ได้รับอนุมัติ และลงนามในใบเบิกตามระเบียบการไฟฟ้าว่าด้วยพัสดุที่ประกาศในปัจจุบัน
2. นำใบเบิกพัสดุตามข้อ 1 ให้คลังพัสดุ เพื่อดำเนินการตัดจ่ายพัสดุ
3. ตรวจสอบใบส่งของให้ตรงกับใบเบิก และปริมาณพัสดุที่ได้รับพร้อมมีการลงนามผู้รับผู้จ่าย ผู้รับทราบ ให้ครบและจัดเก็บเอกสารใบส่งลงในแฟ้มงานก่อสร้าง เพื่อเป็นเอกสารประกอบการปิดงาน

ลำดับ	รหัสพัสดุ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ	ราคาต่อหน่วย
1	561504000310	TAMPED SUPPORT BRACKET	1	EA	5130100050
2	614509040000	GUY CLAMP 3 BOLT F1/2 IN GUY WIRE	1	EA	5130100050
3	614523101000	GROUND JUMPER(CU) 1/4 SQMM DOUBLE TERMINAL	1	EA	5130100050
4	560500440000	MACHINE BOLT 1/2X6 IN	1	EA	5130100050
5	560500550200	HEXAGON HEAD BOLT 5/8X2 IN	1	EA	5130100050
6	560500551400	MACHINE BOLT 5/8X1 1/2 IN	1	EA	5130100050
7	560502540000	ROUND WASHER 1 1/2 IN BOLT	2	EA	5130100050
8	560502752000	SQ WASHER FLAT 2 1/4 IN TV 5/8 IN BOLT	1	EA	5130100050
9	613510057200	PIN POST INSULATOR CLASS 16/57-2	3	EA	5130100050
10	614021000400	COVERED WIRE WIRE SOLID AL 16 SQMM	7	SET	5130100050

รวมจำนวนรายการ: 10 รายการ

รวมมูลค่า: 34,350.00 บาท

ผู้ขอเบิก: [Signature]

ผู้รับทราบ: [Signature]

ผู้รับมอบ: [Signature]

รูปที่ 4.2 ใบเบิกอุปกรณ์การย้ายเสาไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า ณ บริเวณพุทธมณฑลสาย 2



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ลูกถ้วยไฟฟ้า

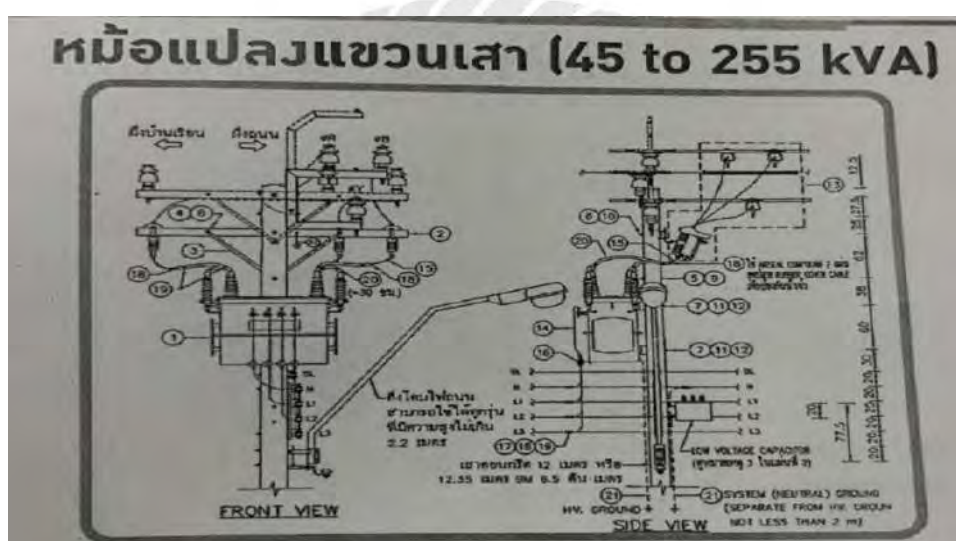


รูปที่ 4.4 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

4.2.3 การดำเนินการก่อสร้างและรื้อถอนทรัพย์สิน อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานการก่อสร้างและรื้อถอนทรัพย์สิน อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า ให้เป็นตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน และความปลอดภัยชีวนามัย และสภาพแวดล้อมตามข้อกำหนด โดยดำเนินการดังนี้

1. ดำเนินการก่อสร้าง และรื้อถอนทรัพย์สินอุปกรณ์ พร้อมลงชั่วโมงการทำงานแล้วเสร็จ เริ่มจากการถอนเสาไฟแรงต่ำ ขนาด 69 หรือ 115 กิโลโวลต์ สูง 21 เมตร และหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา ขนาด 50-160 kVA น้ำหนัก 1000 กิโลกรัม ใช้เสาสูง 12 เมตร และขนาดไม่เกิน 250 kVA น้ำหนัก 1200 กิโลกรัม ใช้เสาสูง 12.20 เมตร และนำไปติดตั้งใหม่ ที่ระยะทาง 10 เมตร



รูปที่ 4.5 ค่ามาตรฐานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา

2. ดำเนินการแล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด (ขึ้นกับปริมาณงาน)



รูปที่ 4.6 การควบคุมการปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัย

4.2.4 การตรวจสอบมาตรฐาน

1. กรณีการไฟฟ้าดำเนินการก่อสร้างเองให้ผู้ปฏิบัติงานแจ้งคณะกรรมการตรวจสอบงานก่อสร้าง ดำเนินการตรวจสอบมาตรฐาน ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบจำนวนฟิวส์ที่ใช้จริงเทียบกับฟิวส์ที่เบิกจ่ายจากคลังการตรวจสอบตามหลักเกณฑ์การออกแบบการติดตั้ง และเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า

เริ่มตรวจสอบมาตรฐาน เสาไฟแรงต่ำ ขนาด 69 หรือ 115 กิโลโวลต์ สูง 21 เมตร และการเดินสายไฟ 3 เฟส 4 สาย (L1 = สายไฟเฟสที่ 1, L2 = สายไฟเฟสที่ 2, L3 = สายไฟเฟสที่ 3 และ N = สายนิวทรัล) เข้าหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา ขนาด 50-160 kVA น้ำหนัก 1000 กิโลกรัม โดยติดตั้งป้ายหันหน้าออกถนน

 การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority

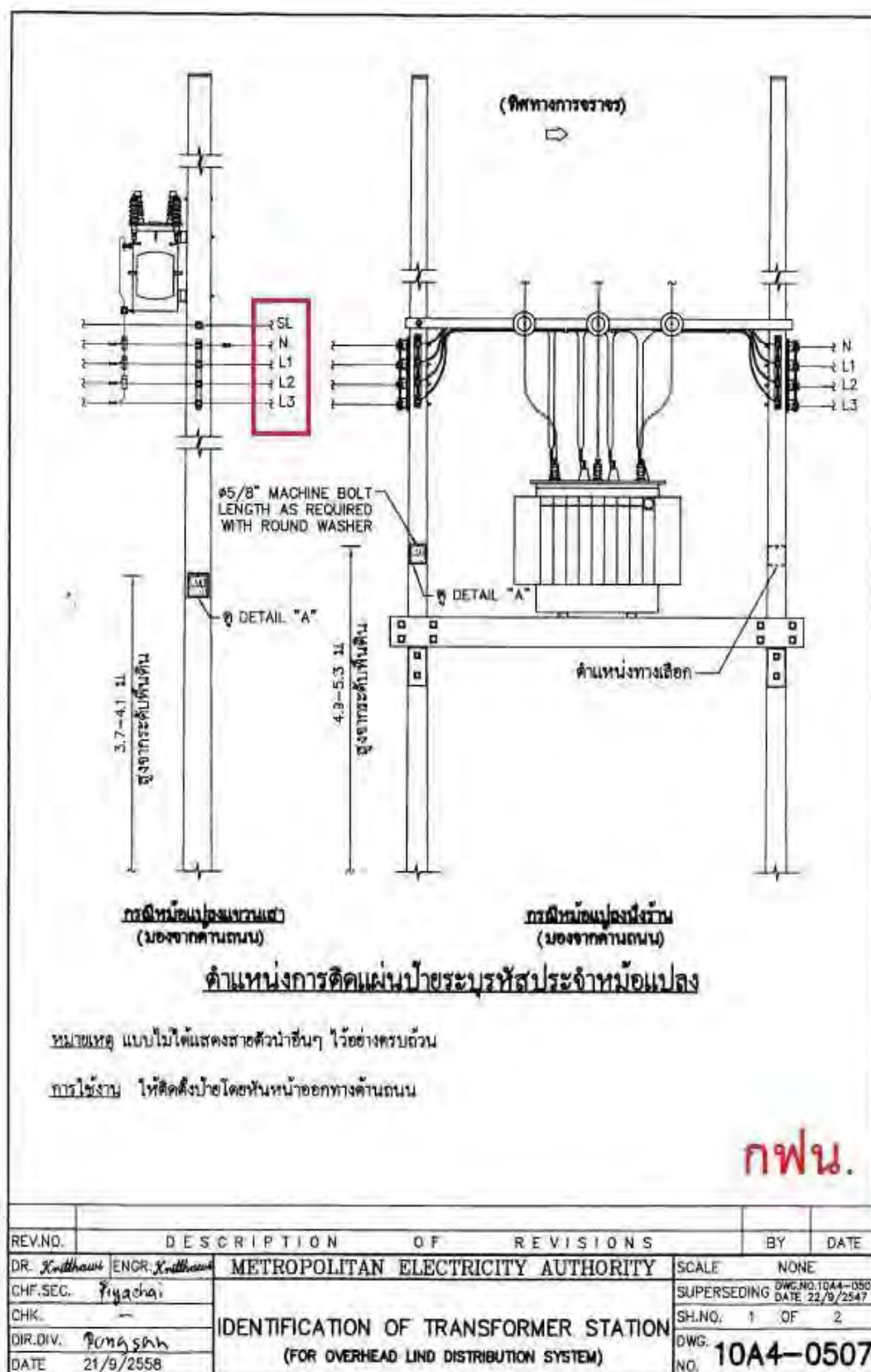
การติดตั้งหม้อแปลง

24 kV Distribution Transformer Fuse Table

TRANSFORMER RATING kVA	FULL LOAD CURRENT A	SIZE OF FUSE LINK,* AMPERE (SEE NOTE)
45	1.08	6 (6)
75	1.80	6 (6)
112.5	2.71	6 (6)
150	3.61	6 (10)
225	5.41	6 (10)
300	7.22	- (15)
500	12.03	(15)
750	18.04	(25)
1000	24.06	(25)
1500	36.08	(40)

* - ค่าในวงเล็บเป็นค่าสำหรับหม้อแปลง CONVENTIONAL TYPE
- ค่านอกวงเล็บเป็นค่าสำหรับหม้อแปลง CSP TYPE

รูปที่ 4.7 ค่ามาตรฐานฟิวส์ของหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา



รูปที่ 4.8 มาตรฐานติดตั้งของหม้อแปลงไฟฟ้า ประเภทแขวนเสา และอุปกรณ์ต่างๆ

4.2.5 การส่งมอบงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า และการเปิดจ่ายกระแสไฟฟ้า

1. ขั้นตอนนี้จัดพิมพ์รายงานปิดงานก่อสร้าง และงานรื้อถอนให้เรียบร้อยหลังเสร็จงาน และลงนามส่งมอบงานเสนอผู้บังคับบัญชา ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4.9 ตรวจสอบความเรียบร้อยหลังเสร็จงาน

4.3. งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุดที่ บริเวณซอยจรูญสนิทวงศ์ 7

มีการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงานซ่อมแซมระบบไฟฟ้า ดังนี้

4.3.1 การตรวจสอบสภาพงานจริง

1. สำรวจเชิงแนวปักหมุด สถานที่หน้างานพร้อมนายตรวจ มีสายไฟแรงต่ำชำรุด
2. ตรวจสอบปัญหาอุปสรรคในพื้นที่หน้างาน และแจ้งทางการไฟฟ้าเจ้าของพื้นที่จัดทำหนังสือแจ้งส่วนเกี่ยวข้อง เช่นหน่วยงาน โทรศัพท์ สายสื่อสาร สายสัญญาณทีวี เป็นต้น
3. ตรวจสอบสภาพหน้างานจริงเทียบกับแผนผังแบบ และประมาณการ กรณีไม่สอดคล้องให้ขออนุญาตเปลี่ยนแปลงประมาณการ กรณีต้องการเปลี่ยนแปลงแผนผังให้ดำเนินการยกเลิกแผนผังเดิม และขออนุมัติแผนผังใหม่ พบว่าเป็นสายดีเกิ้ลยาวชำรุด จึงได้จัดรายละเอียดอุปกรณ์หน้างาน เช่น สายดีเกิ้ลยาว เอสเฟรมเบอร์ 2 เป็นต้น



รูปที่ 4.10 การตรวจสภาพงานจริง

4.3.2 การส่งใบเบิกอุปกรณ์

ทำการเช็คและสำรวจอุปกรณ์ เพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน มีการวางแผน และเบิกอุปกรณ์ สายตีเกลียวความยาว 20 เมตร และเอสเฟรมเบอร์ 2 จำนวน 10 ตัว คีมจับสาย 2 อัน เพื่อ งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้า โดยดำเนินการดังนี้

1. ให้ผู้ควบคุมงานประสานกับคลังวัสดุ เพื่อขอเบิกอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับแผนการดำเนินการ และพิมพ์ใบเบิกจากระบบงานบริหารการโครงการระบุรายการประมาณที่ต้องการเบิก ทั้งนี้ต้องไม่เกิน ประมาณการที่ได้รับอนุมัติและลงนามในใบเบิกตามระเบียบการไฟฟ้าว่าด้วยพัสดุ ที่ประกาศในปัจจุบัน

2. นำใบเบิกพัสดุตามข้อ 1 ให้คลังพัสดุ เพื่อดำเนินการตัดจ่ายพัสดุ

3. ตรวจสอบใบส่งของให้ตรงกับใบเบิก และปริมาณพัสดุที่ได้รับพร้อมมีการลงนามผู้รับ ผู้จ่าย ผู้รับทราบ ให้ครบและจัดเก็บเอกสารใบส่งลงในแฟ้มงานก่อสร้างเพื่อเป็นเอกสารประกอบการปิดงาน

 การไฟฟ้านครหลวง Mahachulalongkornrajavidyalaya University		การไฟฟ้านครหลวง ใบเบิกพัสดุ		วันที่: _____ เลขที่ใบเบิก: _____ วันที่ออก: _____	
หมายเลขบัญชี: C383501 สหกร.สร. เลขที่ใบเสร็จรับเงิน: 3-64-58.01257 23-302 วันที่ได้รับเงิน: _____ เลขใบแจ้ง: 3200000145393 ชื่อผู้จำหน่าย: บริษัท พิชัย จำกัด ที่อยู่: ถนนสาย ๖ ตำบลบางทรายใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี		ชนิดพัสดุ: _____ เลขประจำกรมการคลัง: ๙๐๓		5801 การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี โทร : ๐๒-๕๗๑๐๔๖๖	

ลำดับ	ชื่อพัสดุ	จำนวน	หน่วยนับ	ราคาต่อหน่วย	รวม
1	SUPP. SUPPORT BRACKET	1	EA	5393000000	
2	GUY CLAMP 3 BOLT F&I IN GUY WIRE	1	EA	5393000000	
3	GROUND JUMPER CU/L4 SOMME DOUBLE TERMINAL	1	EA	5393000000	
4	MACHINE BOLT 1/2X6 IN	1	EA	5393000000	
5	HEXAGON HEAD BOLT 5/8X4 IN	1	EA	5393000000	
6	MACHINE BOLT 5/8X4 IN	1	EA	5393000000	
7	RIVET WASHER 7/16 IN BOLT	2	EA	5393000000	
8	WASHER PLAT 2 1/4 IN TV 5/8 IN BOLT	1	EA	5393000000	
9	PIN POST INSULATOR CLASS 16/57-2	3	EA	5393000000	
10	COVERED TIE WIRE SOLID AL. 16 SQMM.	7	SET	5393000000	
		10	M	5393000000	
		138		34	

กลุ่มงานบำรุงรักษา แผนกบำรุงรักษา พัสดุ

#372/64

รูปที่ 4.11 ใบเบิกอุปกรณ์งานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุด บริเวณซอยรัฐนิทวงศ์ 7

4.3.3 การดำเนินการซ่อมแซม และรื้อถอนทรัพย์สิน อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานการก่อสร้างและรื้อถอนทรัพย์สิน อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า ให้เป็นตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน และความปลอดภัย ชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมตามข้อกำหนด โดยดำเนินการดังนี้

1. ดำเนินการซ่อมแซม และรื้อถอนทรัพย์สินอุปกรณ์ พร้อมลงชั่วโมงการทำงานแล้วเสร็จ เริ่มจากการถอนเสาไฟแรงต่ำ 3 เฟส 4 สาย (L1 = สายไฟเฟสที่ 1, L2 = สายไฟเฟสที่ 2, L3 = สายไฟเฟสที่ 3 และ N = สายนิวทรัล) ขนาด 69 หรือ 115 กิโลโวลต์ สูง 12 เมตร เป็นสายอลูมิเนียม และสายทองแดง เข้ากับอุปกรณ์จับยึด และอุปกรณ์ป้องกัน

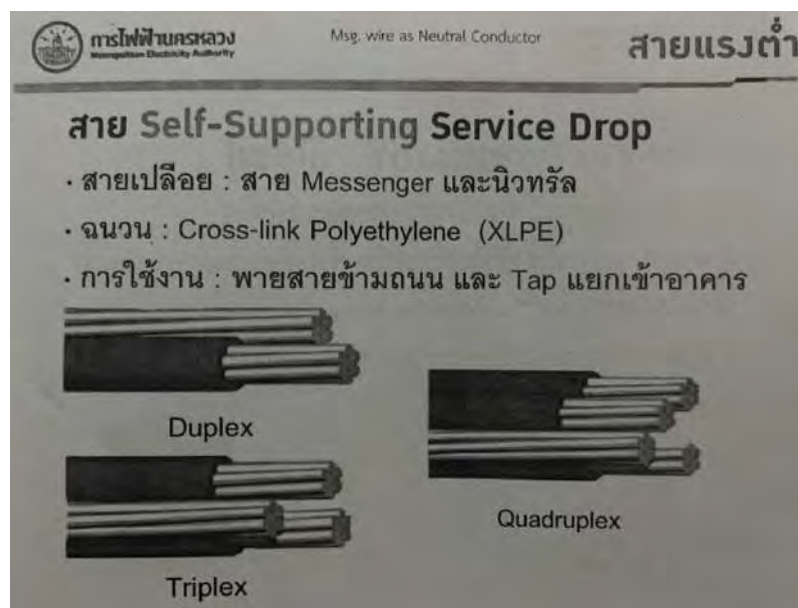


รูปที่ 4.12 การรื้อถอนสายดีเกิลิขวชำรุด

4.3.4 การตรวจสอบมาตรฐาน

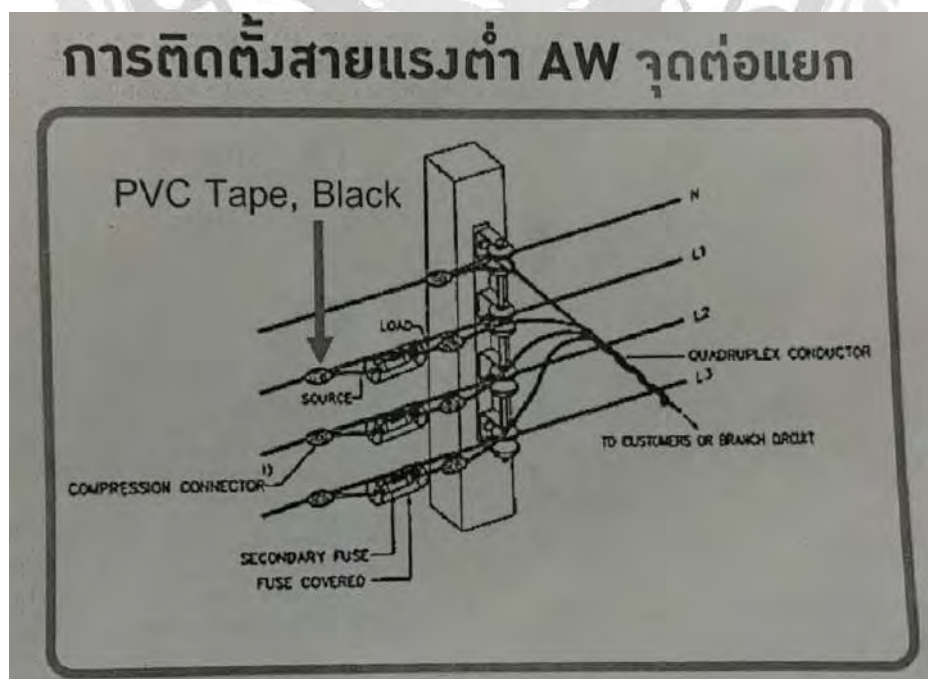
1. กรณีการไฟฟ้าดำเนินการก่อสร้างเองให้ผู้ปฏิบัติงานแจ้งคณะกรรมการตรวจสอบงาน
ซ่อมแซม ดำเนินการตรวจสอบมาตรฐาน มาตรฐานสายไฟ ดังนี้

- สายอูมิเนียม สำหรับงานพาดสายทั่วไป
- สายทองแดง สำหรับเข้าเครื่องวัด (Service Entrance)
- อุปกรณ์จับยึด: Secondary Rack, Spool Insulator Preformed
- อุปกรณ์ป้องกัน: Secondary Fuse, Lightning Arrester
- การต่อลงดินด้านสายไฟแรงต่ำ



รูปที่ 4.13 มาตรฐานสายไฟแรงต่ำ

และมาตรฐานสายที่ใช้กับงานบนถนนสายหลัก ซึ่งมีการติดตั้งเสาไฟฟ้า 4 ขนาด คือเสาสูงขนาด 22 เมตร, 12 เมตร, 10 เมตร และ 8.50 เมตร สำหรับถนนสายรองจะมีขนาด 12 เมตร และ 8.50 เมตร. โดยเสาสูง 12 เมตร จะใช้งานระดับแรงดัน 22000 โวลต์ และเสาสูงขนาด 10 เมตร จะใช้งานระดับแรงดัน 22000 โวลต์ 230/400 โวลต์ และมีมาตรฐานการจัดเรียงสายไฟแรงต่ำดังรูป



รูปที่ 4.14 มาตรฐานการจัดเรียงสายไฟแรงต่ำ

ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า ตรวจสอบจำนวนพัสดุที่ใช้จริงเทียบกับพัสดุที่เบิกจ่ายจากคลังการ ตรวจสอบตามหลักเกณฑ์การออกแบบการติดตั้ง และเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน

4.3.5 การส่งมอบงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า และการเปิดจ่ายกระแสไฟฟ้า

ขั้นตอนนี้จัดพิมพ์รายงานปิดงานก่อสร้าง และงานรื้อถอนให้เรียบร้อยหลังเสร็จงาน และลงนามส่งมอบงานเสนอผู้บังคับบัญชา ก่อนจ่ายกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4.15 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนจ่ายกระแสไฟ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

งานสหกิจศึกษานี้ได้ปฏิบัติงานในแผนกช่างซ่อมบำรุง ของการไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี ได้ศึกษามาตรฐานงานระเบียบการไฟฟ้า ว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ. 2559 หมวดที่ 2 เรื่องการดำเนินการก่อสร้าง ปรับปรุง ขยายเขตระบบไฟฟ้า ตามขั้นตอน

5.1.1 การตรวจสภาพหน้างานจริงตามแนวการก่อสร้าง

5.2.2 การส่งใบเบิกอุปกรณ์

5.1.3 การดำเนินการก่อสร้างและรื้อถอนทรัพย์สิน อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า

5.1.4 การตรวจสอบตามมาตรฐาน

5.1.5 การส่งมอบงานก่อสร้างระบบไฟฟ้าและการเปิดจ่ายกระแสไฟฟ้า

โดยได้ปฏิบัติงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า การย้ายเสาไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้าบริเวณถนนพุทธมณฑลสาย 2 และงานซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่ชำรุด บริเวณซอยจรูญสนิทวงศ์ 7

5.2 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.2.1 การทำงานในระยะแรกยังไม่ราบรื่น เนื่องจากยังไม่เข้าใจลักษณะงานในส่วนที่รับผิดชอบ

5.2.2 การปรับตัวให้เข้ากับสถานที่ปฏิบัติงานในระยะแรกของการทำงาน

5.2.3 การตรวจสอบการทำงานของทีมงานได้ไม่ครอบคลุมทุกที่ เนื่องจากหน้างานมีพื้นที่กว้าง

5.2.4 การสื่อสารกับทางทีมงาน ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

5.3 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.3.1 ควรศึกษากฎระเบียบหรือข้อบังคับในปฏิบัติงานงาน เพื่อความปลอดภัย

5.3.2 ควรมีความรู้ ความเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ และระบบการทำงานอย่างถูกต้อง

5.3.3 ในขณะที่ปฏิบัติงานจะต้องไม่ประมาท หรือเล่นหยอกล้อกันในระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

5.3.4 ควรมีการวางแผนทำงานที่เป็นขั้นตอน และรอบครอบ เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และการทำงาน

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้านครหลวง. (2558). ระเบียบการไฟฟ้านครหลวงว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไฟฟ้า พ.ศ 2558. เข้าถึงได้จาก <https://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Document/10แนบท้ายประกาศ11.9ระเบียบกฟน.ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่าย2558.pdf>
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2559). ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไฟฟ้า พ.ศ 2559. เข้าถึงได้จาก https://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Document/รับฟังความคิดเห็น/VSP%20Semi-Firm/แนบท้ายประกาศ%2010%20PEA%20การเชื่อมต่อ%20connection_code_2016.pdf
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2559). ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยวิธีปฏิบัติเกี่ยวกับงานก่อสร้างระบบไฟฟ้า พ.ศ 2559. เข้าถึงได้จาก <https://www.erc.or.th/FILEWEB/CABINFOCENTER7/DRAWER009/GENERAL/DATA0000/0000358.pdf>
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค-กฟภ-PEA. (2561). ประวัติความเป็นมา แผนผังองค์กร. เข้าถึงได้จาก <https://www.pea.co.th/c3/npm>
- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <http://www.rtc.ac.th/download/v.111150/>
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ 2556 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556.
- หลักเกณฑ์การออกแบบ การติดตั้ง และการเลือกใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบไฟฟ้า สำหรับพื้นที่ 2: พื้นที่เทศบาลนคร พื้นที่เมืองธุรกิจ พื้นที่เมืองสำคัญ และพื้นที่พิเศษ. (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก <https://www.peac2eng.com/category/%e0%b8%a7%e0%b8%b4%e0%b8%8a%e0%b8%b2%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3/%e0%b8%a1%e0%b8%b2%e0%b8%95%e0%b8%a3%e0%b8%90%e0%b8%b2%e0%b8%99>



ภาคผนวก

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ร่วมกับ การไฟฟ้านครหลวง เขตธนบุรี



รูปที่ 1 ติดตั้งไฟถนน



รูปที่ 2 นำตัวล๊อคสายกับสายไฟ



รูปที่ 3 ทำการตัดเสไฟฟ้า

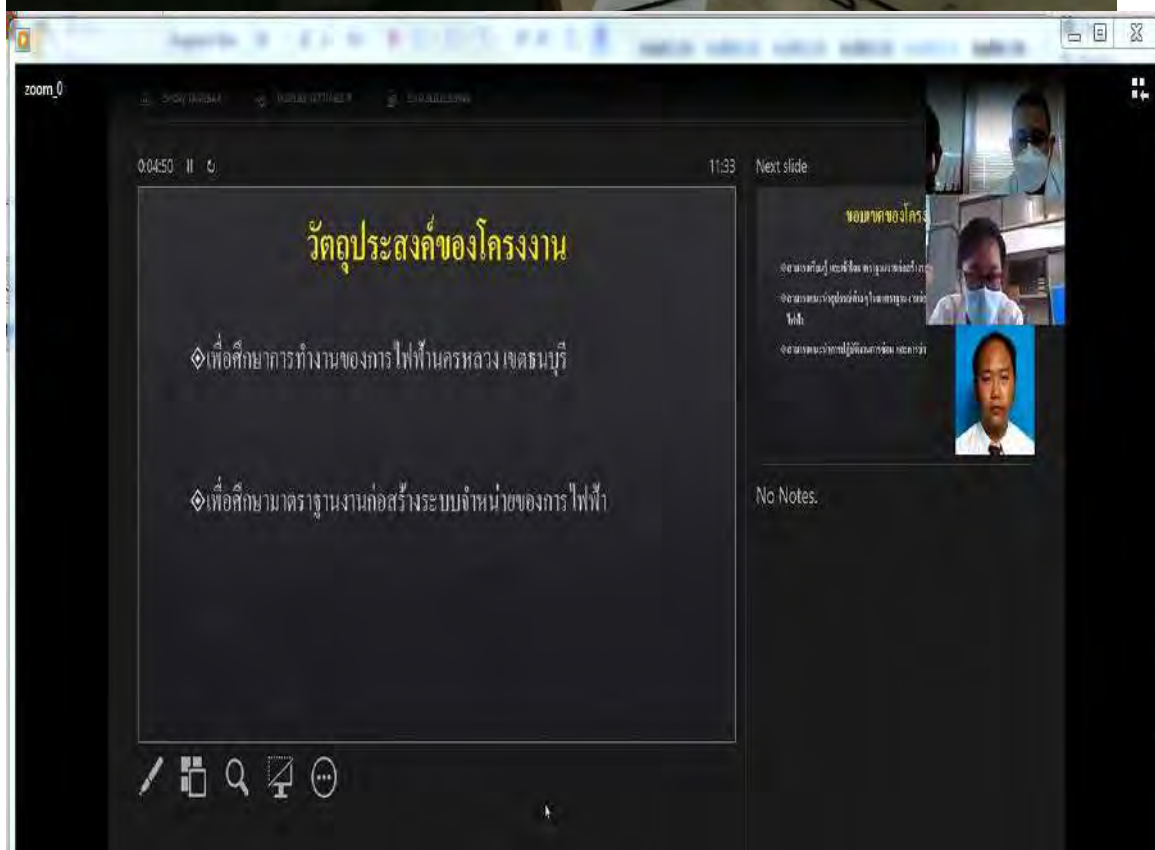
รูปที่ 4 นำสายเข้าหม้อแปลง

รูปนิเทศงานสหกิจศึกษาครั้งที่ 1 และ 2



สอบสหกิจศึกษา วันที่ 3 ธันวาคม 2564





ผลการตรวจอักษรวิสุทธิ์

รายงานการตรวจสอบการลอกเลียนแบบ

สำหรับวันที่ 25 ก.พ. 2022 เวลา 17:14 น.

พิมพ์รายงาน

ดูผลการประเมิน

ข้อมูลการส่งข้อมูล

ไฟล์	วันที่รับ	ส่งโดย	ส่งถึง	วันที่ส่ง	สถานะ	จำนวนเอกสารที่ส่ง
2415173	25 ก.พ. 2022 เวลา 17:14 น.	romattatana.ah@su.ac.th	นางสาววิภาวดี	นางสาววิภาวดี	ส่งแล้ว	0/0

ภาพรวมการประเมิน

แบบ : 10 - งานพิมพ์

สถานะ:

ไฟล์	วันที่รับ	ส่งโดย	ส่งถึง	วันที่ส่ง	สถานะ	จำนวนเอกสารที่ส่ง
ไม่มีข้อมูลการประเมิน						

แบบ : 0/0 - 0/0 - 0/0

วันที่ : 25 ก.พ. 2022 เวลา 17:14 น.



ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล : นายเนติธร บัวรอด
รหัสนักศึกษา : 6004200004
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ : 72 ซอยเอกชัย69/2 แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพฯ 10150
เบอร์ติดต่อ : 0992877699
E-mail : netithornbua@gmail.com
ประวัติการศึกษา : มัธยมปลาย
มัธยมปลาย : โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล	: นายสมรรถชัย เจียวคารา
รหัสนักศึกษา	: 6004200016
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่	: 17/11 ซ.บางระมาด11 แขวงบางระมาด เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170
เบอร์ติดต่อ	: 0990584182
E-mail	: rezero12345@gmail.com
ประวัติการศึกษา	: ปวช.
มัธยมปลาย	: วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโกกรุงเทพ
ปริญญาตรี	: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม