

# มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

## บทที่ 5

CAFEO 31  
JAKARTA 2013  
10-14 November 2013, Jakarta Convention Center



AFEO Member Organization

31<sup>ST</sup> AFEO GOVERNORS BOARD MEETING  
12 November 2013, Indonesia



ลือชัย ทองนิล  
กรรมการสภาวิศวกร &  
อดีตประธานสาขาไฟฟ้า วสท.

**AFEO Honorary Member Award**  
**CAFEO 31 Jakarta, Indonesia 2013**

# ประวัติวิทยากร...โดยย่อ

นายลือชัย ทองนิล

- รางวัล *AFEO Honorary Member Award CAFEO 31 Jakarta, Indonesia 2013*
- กรรมการสภาวิศวกร
- ประธานคณะกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับวุฒิวิศวกร และคณะกรรมการคณะกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร
- อดีตผู้อำนวยการไฟฟ้าเขตนครบุรี การไฟฟ้านครหลวง
- อดีตประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท. (พ.ศ. 2554-2556)
- ประธานคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ พ.ศ. 2556
- ดำเนินงานด้านระบบไฟฟ้าในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย เกาหลีใต้ ฯลฯ
- ที่ปรึกษาสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย

# ผลงานวิชาการ

- แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐานการไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 32 ได้รับรางวัลหนังสือยอดเยี่ยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- แต่งหนังสือ คู่มือช่างชาวบ้าน ฉบับช่างไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 13 (อัมรินทร์พรินติ้ง)
- แต่งหนังสือ คู่มือวิศวกรไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 16 ได้รับรางวัลหนังสือยอดเยี่ยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- แต่งหนังสือ การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 11 ได้รับรางวัลหนังสือยอดเยี่ยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พิมพ์ครั้งที่ 4 (วสท.)
- แต่งหนังสือ คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานประกอบการ พิมพ์ครั้งที่ 3
- เขียนบทความ ในวารสารต่างๆ หลายเรื่อง

## บทที่ 5..หัวข้อ

ข้อ 5.1- 5.15 ข้อกำหนดการเดินสาย

ข้อ 5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า

ข้อ 5.17 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์

ข้อ 5.25 สายไฟฟ้า

**ขอบเขต** ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด

**ยกเว้น** การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น  
มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน



# ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำ...แบ่งได้หลายวิธี



## ชนิดของตัวนำ

- ทองแดง
- อะลูมิเนียม



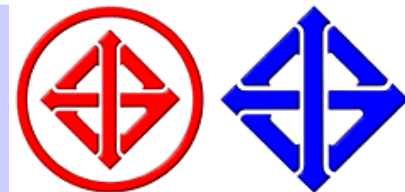
## ฉนวน

- PVC (อุณหภูมิใช้งาน 70°C และ 90°C)
- XLPE (อุณหภูมิใช้งาน 90°C)



## มาตรฐานการผลิต

- มอก 11-2553
- สากลอื่น เช่น IEC 60502, BS หรือ AS





มอก 11-2553

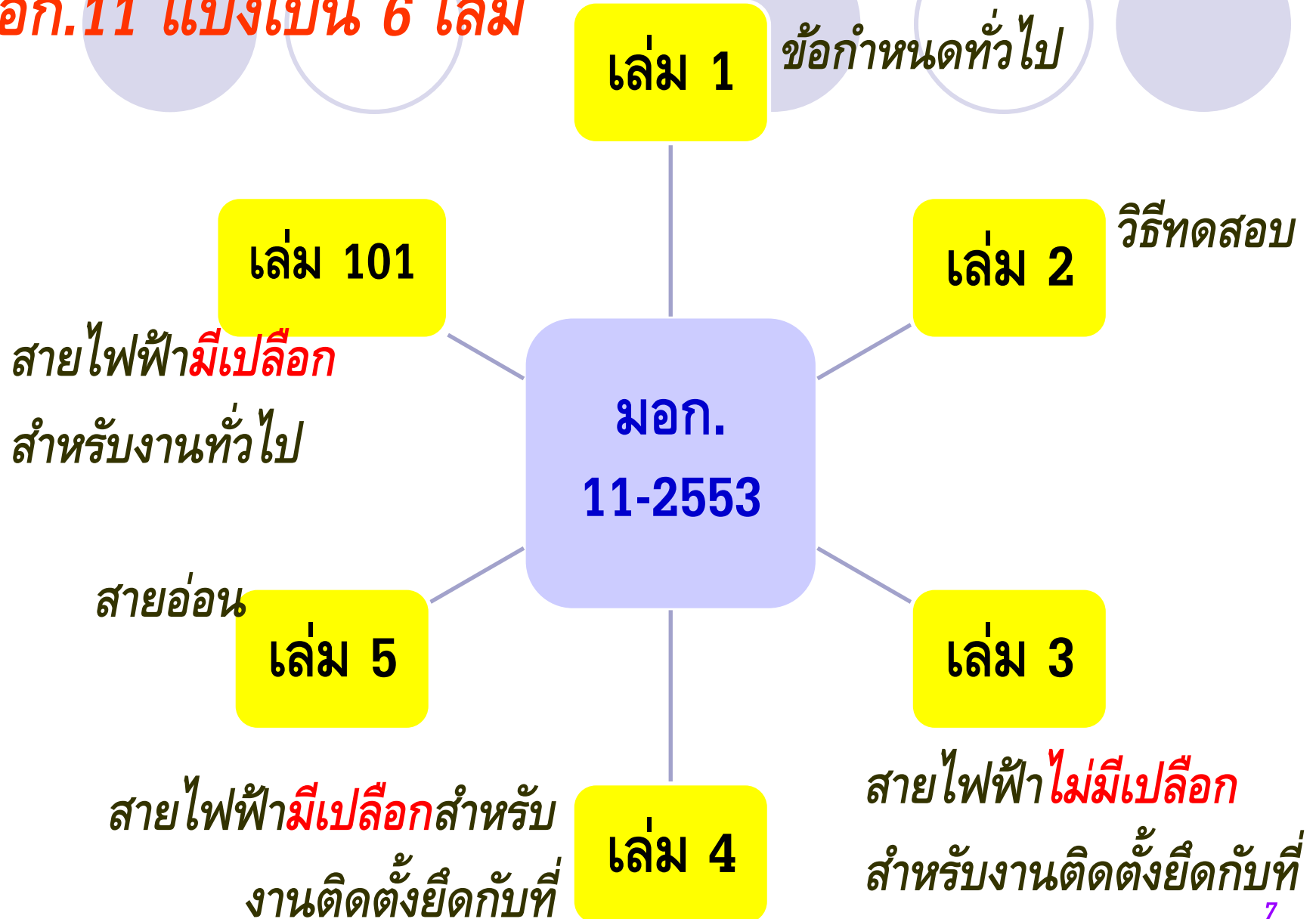
เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC

อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60227 แต่ยังคงสายตาม  
มาตรฐานเดิมอยู่บ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

แรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า  $U_0/U$  ไม่เกิน 450/750 โวลต์

อุณหภูมิใช้งานของสายไว้ 2 ค่าคือ  $70^{\circ}\text{C}$  และ  $90^{\circ}\text{C}$

# มอก.11 แบ่งเป็น 6 เล่ม



**การเรียกชื่อสายจะเรียกตามรหัส  
ชนิด เช่น 60227 IEC 01**

**0 คือ สายไฟฟ้าไม่มีเปลือก  
สำหรับงานติดตั้งถาวร**

**5 คือ สายไฟฟ้าอ่อนมีเปลือก  
สำหรับการใช้งานปกติ**

- 52 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบา
- 53 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์ธรรมดา
- 56 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบาทนความร้อน
- 57 สายอ่อนมีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์ธรรมดา ทนความร้อน

**0**

**รหัส  
ชนิด**

**4**

- 01 แบบตัวนำสายแข็ง
- 02 แบบตัวนำสายอ่อน
- 05 แบบตัวนำเส้นเดี่ยว
- 06 แบบตัวนำสายอ่อน
- 07 แบบตัวนำเส้นเดี่ยว
- 08 แบบตัวนำสายอ่อน

**1 คือ สายไฟฟ้ามีเปลือกสำหรับงานติดตั้งถาวร**  
10 สายไฟฟ้ามีเปลือกพอลิไวนิลคลอไรด์เบา

**4 คือ สายไฟฟ้าอ่อนไม่มีเปลือกสำหรับงานเบา**

- 41 หมายถึง สายทึนเซลแบน
- 43 หมายถึง สายอ่อนสำหรับไฟประดับตกแต่งภายใน

# มอก.11-2553 เล่ม 101 (เล่มที่ 6)



## VAF

- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- มีทั้งชนิด 2 แกน และ 2 แกนมีสายดิน
- ขนาด 1.0-16 ตร.มม. สายดินมีขนาดเท่ากับสายเส้นไฟ



## NYY

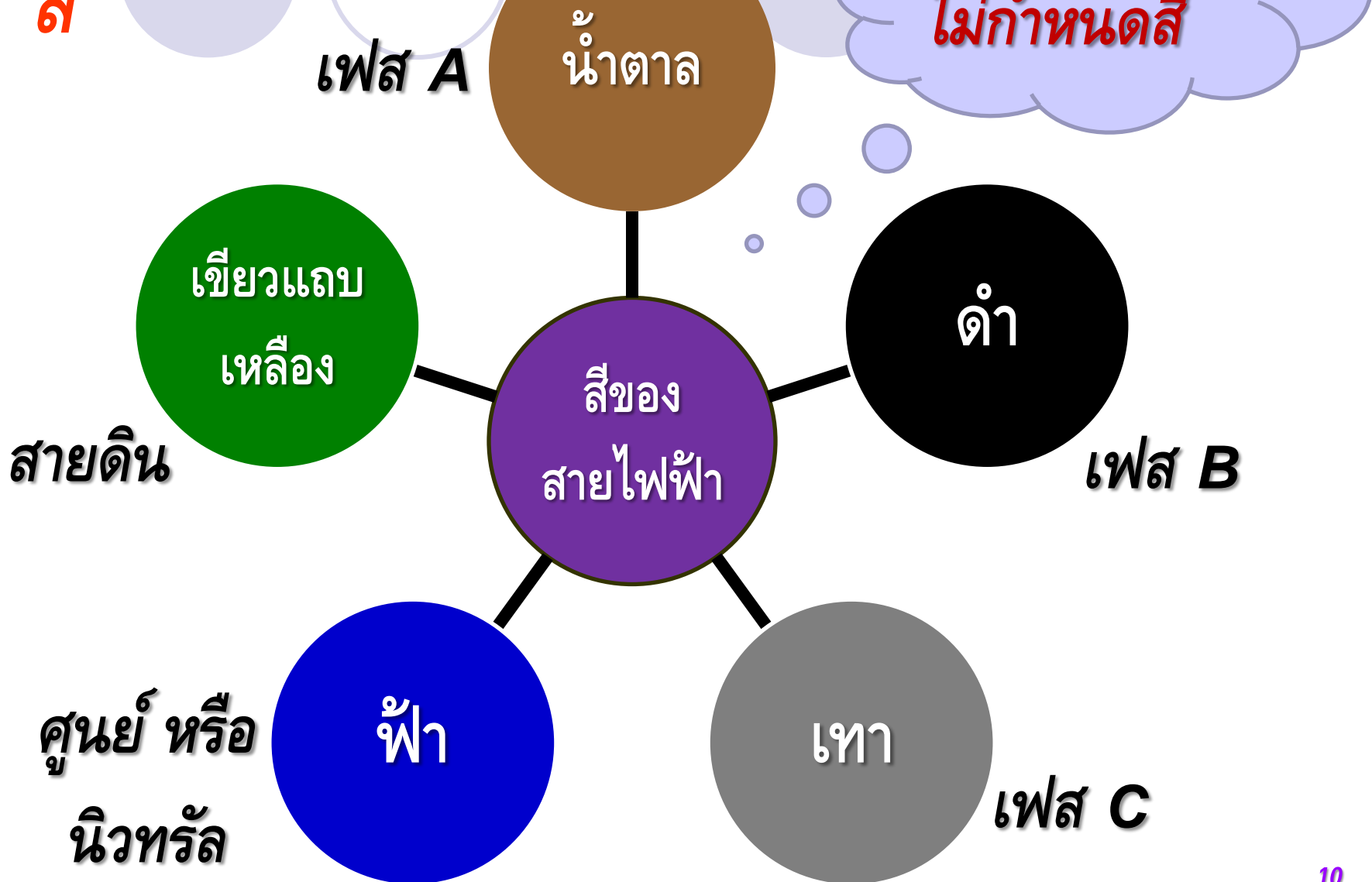
- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- มีชนิดแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดิน
- สายแกนเดี่ยวขนาด 1.0-500 ตร.มม. หลายแกนขนาด 50-300 ตร.มม. หลายแกนมีสายดินขนาด 25-300 ตร.มม.



## VCT

- อุณหภูมิของตัวนำ 70°C แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- มีชนิดแกนเดี่ยว 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และหลายแกนมีสายดิน
- มีขนาด 4-35 ตร.มม.

**มอก 11-2553**  
**สี**



# เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า

มอก.11-2531		มอก.11-2553
เทาอ่อน	ขาว	ฟ้า
ดำ		น้ำตาล
แดง		ดำ
น้ำเงิน		เทา
เขียวแถบเหลือง	เขียว	เขียวแถบเหลือง





ตามตารางที่ 5-48

ติดตั้งในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น ฉนวนและเปลือกมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง และ คำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่ต่อด้วย

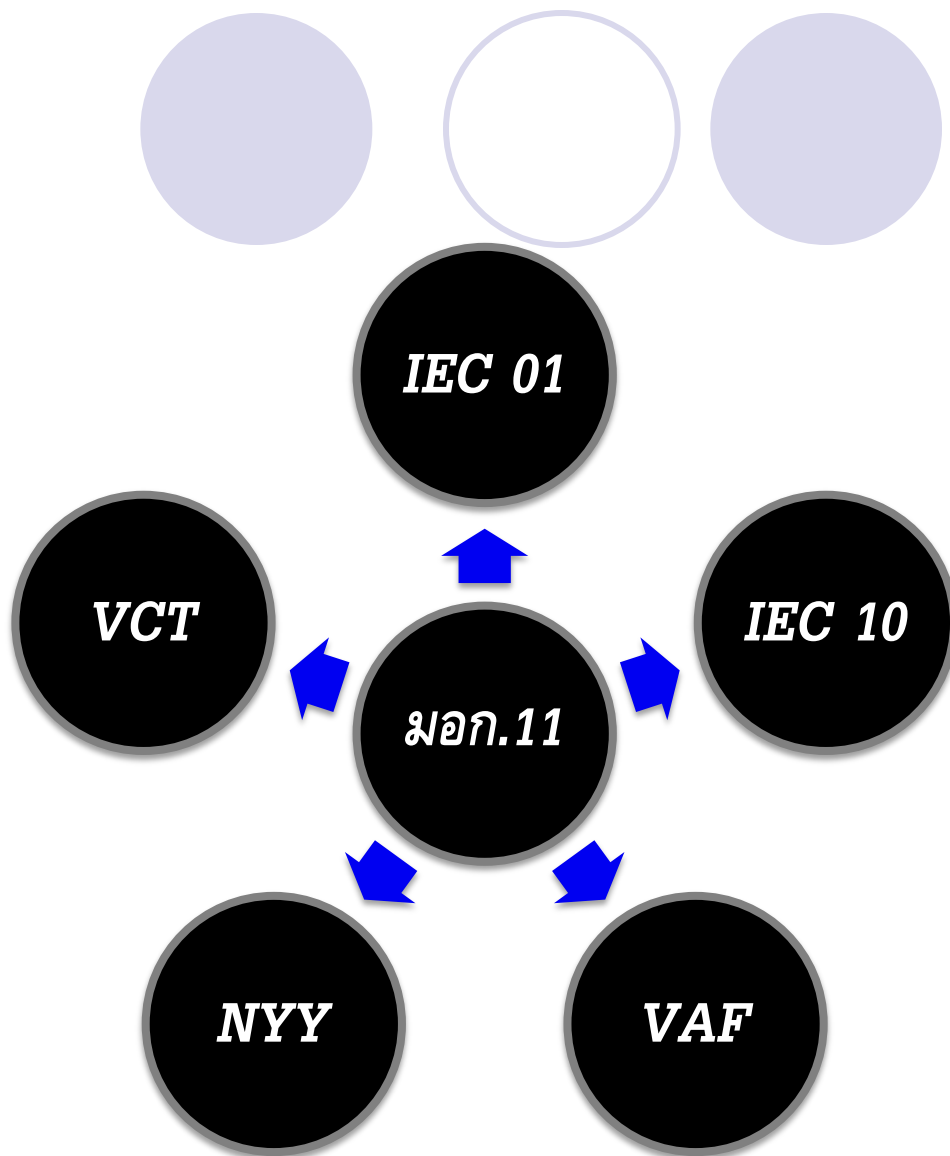
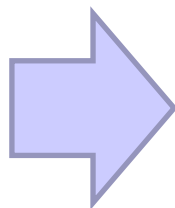
สายทนไฟ สายคว้นน้อย ฯลฯ ใช้ในพื้นที่จำกัดบางแห่งที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเท่านั้น

## ตารางที่ 5-48 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง คุ้มครองวิธีชี้ ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิด เคเบิล/ชื่อ เรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิ ตัวนำ	เปลือก นอก	แรงดัน ไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	แกนเดี่ยว	70°C	ไม่มี	450/750	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ใช้งานทั่วไป</li> <li>● เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย</li> <li>● ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง</li> </ul>
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดี่ยว	70°C	มี	450/750	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ใช้งานทั่วไป</li> <li>● วางบนรางเคเบิล</li> <li>● ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง</li> </ul>
	50-300		หลายแกน				
NYY-G	25-300		หลายแกน มีสายดิน				

# สายที่มีการใช้งานทั่วไป

- 60227 IEC 01
- 60227 IEC 10
- VAF
- NYY
- VCT
- XLPE (IEC 60502-1)
- MI Cable และสายทนไฟอื่น



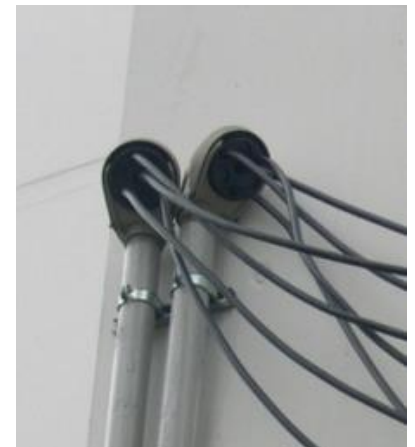
## สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01



- โครงสร้างเหมือนสาย THW
- เป็นสายชนิดแกนเดี่ยว กลม
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 400 ตร.มม.

### การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง



สาย มอก.11-2553,  
60227 IEC 10



- โครงสร้างเหมือนสาย NYY
- เป็นสายชนิดหลายแกน มี/ไม่มีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- ขนาด 1.5 ถึง 35 ตร.มม.

### การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- วางบนรางเคเบิล
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

## สาย มอก.11-2553, NYY



- เป็นสายชนิดแกนเดี่ยวและหลายแกน
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- แกนเดี่ยว ขนาด 1.0 ถึง 500 ตร.มม.
- หลายแกน ขนาด 50 ถึง 300 ตร.มม.
- หลายแกนมีสายดิน ขนาด 25 ถึง 300 ตร.มม.

- **การใช้งาน**
- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

## สาย มอก.11-2553, VAF



- เป็นสายแบบ 2 แกน และ 2 แกน มีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 300/500 โวลต์
- ขนาด 1.0 ถึง 16 ตร.มม.

### การใช้งาน

- เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน





## สาย มอก.11-2553, VCT



- ลักษณะเป็นสายฝอย
- เป็นสายชนิดแกนเดี่ยว หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน
- แรงดันใช้งาน 450/750 โวลต์
- ขนาด 4 ถึง 35 ตร.มม.

### การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า
- วางบนรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

# สายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่น, XLPE

ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502

หุ้มฉนวน XLPE แรงดัน 0.6/1 kV.

อุณหภูมิใช้งาน 90 °C







มีทั้งชนิดแกนเดี่ยวและหลายแกน



# การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล เดินร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด  
ยกเว้น ฉนวนและเปลือกเปลือกของสายมีคุณสมบัติต้าน  
เปลวเพลิง ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 category C
- ระวัง อุณหภูมิของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อกับสายด้วย

# ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า และ รูปแบบการติดตั้ง

ตารางที่ 5-8	ตัวคูณปรับค่าฯ กรณีสายมากกว่า 1 วงจร
ตารางที่ 5-20 ถึง 5-26	ขนาดกระแสของสาย มอก.11 
ตารางที่ 5-21, 5-27 ถึง 5-29	ขนาดกระแสของสาย XLPE 
ตารางที่ 5-30 ถึง 5-33	ขนาดกระแสของสายบนรางเคเบิล 
ตารางที่ 5-34 ถึง 5-35	MI Cable
ตารางที่ 5-36 ถึง 5-38	สายแรงสูง
ตารางที่ 5-39	สายเครื่องเชื่อม
ตารางที่ 5-40 ถึง 5-41	ตัวคูณปรับค่า รางเคเบิล 
ตารางที่ 5-42	สายอะลูมิเนียม
ตารางที่ 5-43 ถึง 5-44	ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ 
ตารางที่ 5-45 ถึง 5-46	ตัวคูณปรับค่ามากกว่า 1 วงจร (ฝังดิน) 
ตารางที่ 5-47	รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง
ตารางที่ 5-48	ข้อกำหนดการใช้งานสายไฟฟ้า <span style="float: right;">22</span>

## หมายเหตุ

1. การติดตั้งที่ออกแบบโดยใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน **มอก.11-2531** แต่สายไฟฟ้านำมาใช้งานเป็นสายที่ผลิตตาม **มอก.11-2553** อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามตารางในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2551) ได้
2. การออกแบบที่ใช้สายไฟฟ้าผลิตตาม **มอก.11-2553** แต่ในการติดตั้งอาจมีสายที่ผลิตตาม **มอก.11-2531** รวมอยู่ด้วย อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสายตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้

# ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับ

เลือกตาราง

ตารางที่ 5-47 (7 กลุ่ม)

ชนิดและขนาด  
ของสายไฟฟ้า

รูปแบบการ  
ติดตั้ง

ตัวคูณปรับ  
ค่า

60227 IEC 01, 60227 IEC 10

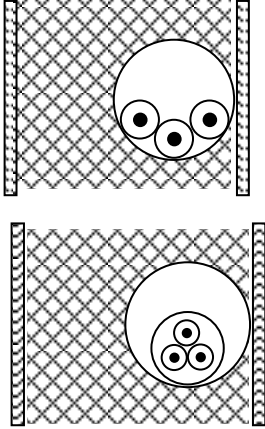
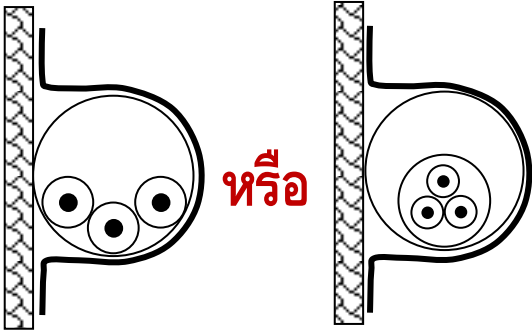
NYY, VAF VCT

XLPE

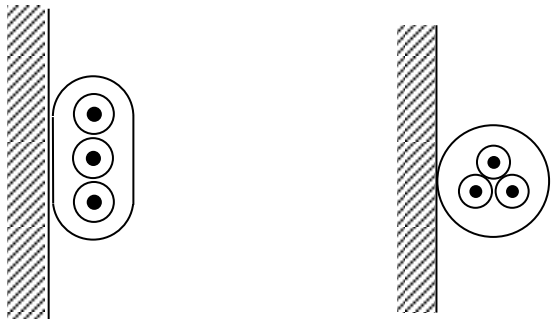
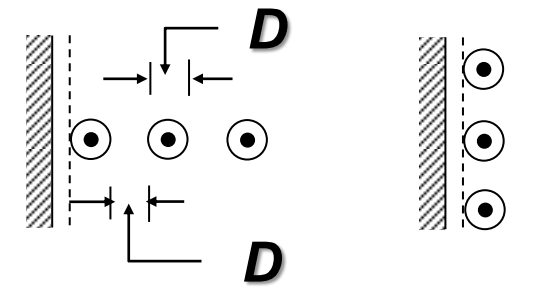
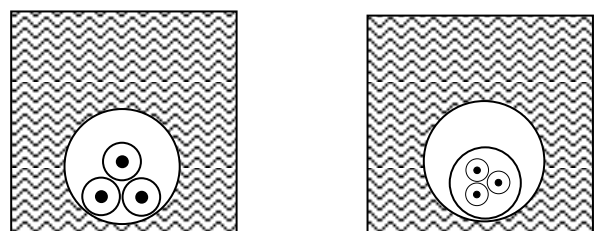
อุณหภูมิโดยรอบ

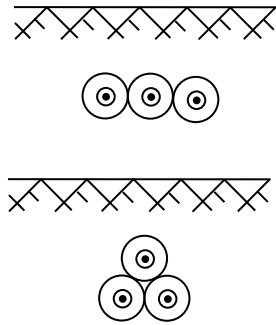
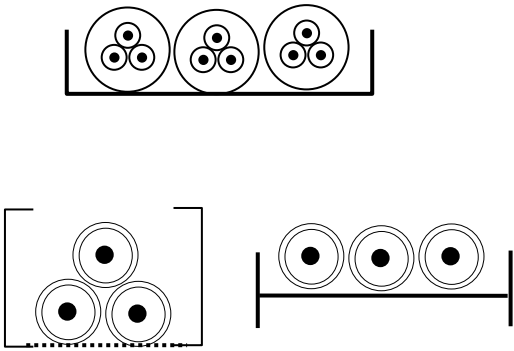
จำนวนกลุ่มวงจร

# การติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 5-47)

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง
<p>สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะ ภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวน ความร้อน หรือผนังกันไฟ</p>	<p>หรือ</p> 	<p>กลุ่มที่ 1</p>
<p>สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน</p>	<p>หรือ</p> 	<p>กลุ่มที่ 2</p>



<p>สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เตินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน</p>		<p>กลุ่มที่ 3</p>
<p>สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เตินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ</p>		<p>กลุ่มที่ 4</p>
<p>สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เตินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน</p>		<p>กลุ่มที่ 5</p>

<p>สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ผังดินโดยตรง</p>		<p>กลุ่มที่ 6</p>
<p>สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้ม ฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล แบบด้านล่างที่บ, รางเคเบิลแบบระบาย อากาศ หรือรางเคเบิลแบบบั้นได</p>		<p>กลุ่มที่ 7</p>

### หมายเหตุ สำหรับกลุ่มที่ 1

ฝ้าเพดานหรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อน คือวัสดุที่มีค่าการนำความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย  $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

# จากชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง...เลือกตารางได้

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 3	ตารางที่ 5-21	ตารางที่ 5-21	เกาะผนัง
กลุ่มที่ 4	ตารางที่ 5-22	ตารางที่ 5-28	ในอากาศ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

**MI Cable ตารางที่ 5-34 & 35**  
**สายแรงสูง ตารางที่ 5-36 ....**

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ )  
ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวน/ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17

## หมายเหตุ (ตารางที่ 5-20)

1. อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43
2. ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8
3. ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
4. ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงานในตารางที่ 5-48

# ตัวอย่าง

วงจร 1 เฟส ใช้สาย IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม. (1 กลุ่มวงจร) เดินร้อย  
ท่อเกาะผนัง อุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$  ต้องการหาขนาดกระแสของสาย

## วิธีทำ

1. ชนิดและขนาด (IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม.)
2. รูปแบบการติดตั้ง(เดินร้อยท่อ) กลุ่มที่ 2 (ตารางที่ 5-47)  
ใช้ ตารางที่ 5-20 (ตัวนำกระแส 2 )

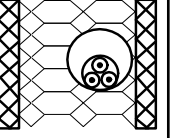
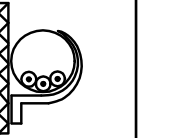
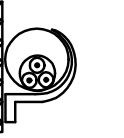
## 3. ตัวคูณปรับค่า

อุณหภูมิโดยรอบ = 1 (ตามที่กำหนดในตาราง)

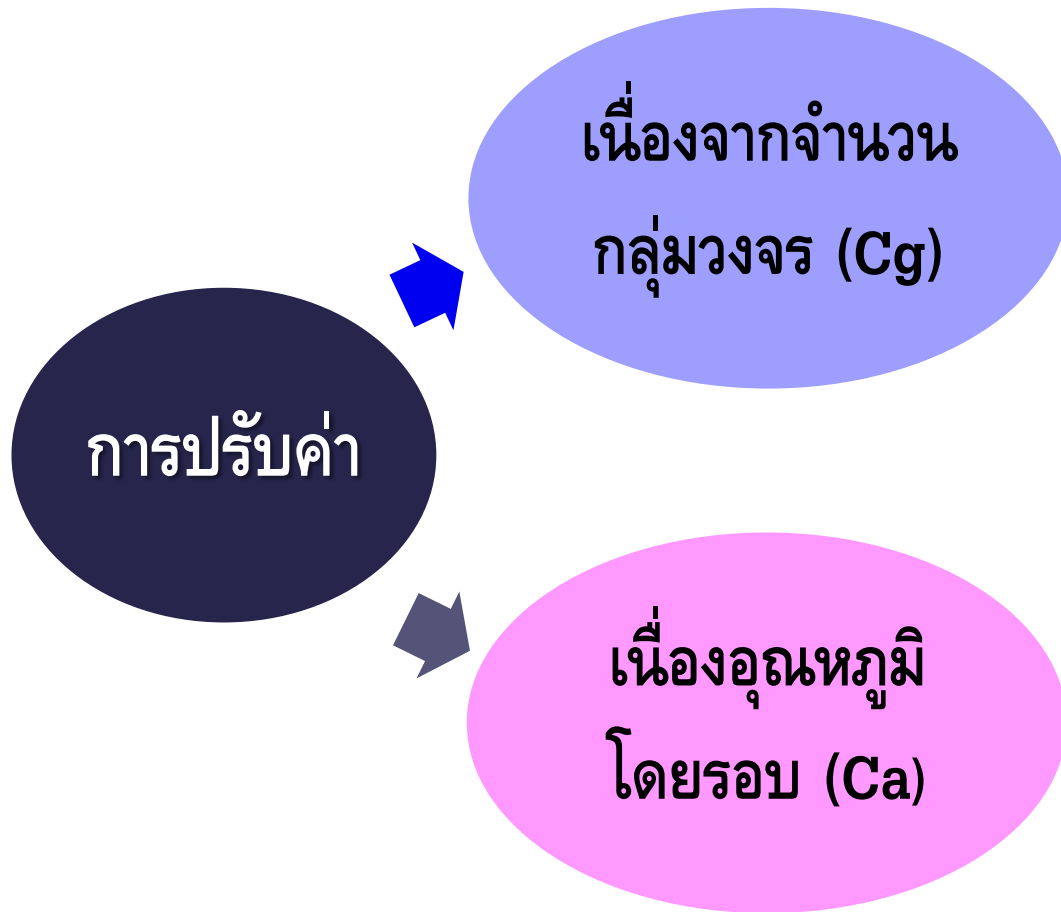
จำนวนกลุ่มวงจร = 1 (ไม่ต้องปรับค่า) **ได้ขนาดกระแส = 21 A**

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ )  
ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวน/ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายคว้าน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17

# การปรับค่าขนาดกระแสของสาย และเงื่อนไขการใช้ตาราง



- ตารางที่ 5-8  
เดินในช่องเดินสาย
- ตารางที่ 5-40 & 5-41  
วางบนรางเคเบิล
- ตารางที่ 5-45 & 5-46  
เดินฝังดิน

- ตารางที่ 5-43 เดินในอากาศ
- ตารางที่ 5-44 เดินฝังดิน



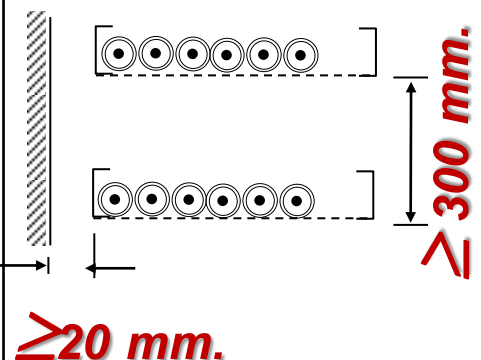
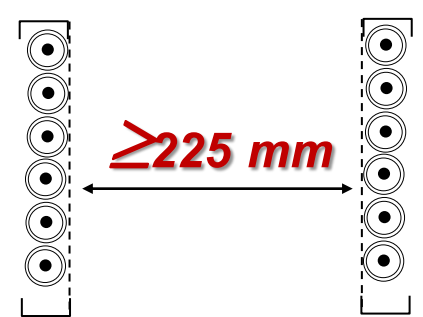
## ตารางที่ 5-8

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสาย  
ที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

## ตารางที่ 5-40

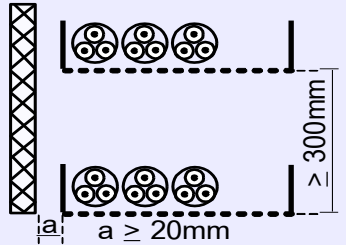
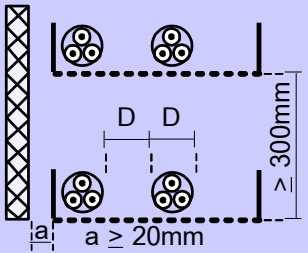
ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวน รางเคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบ ระบายอากาศ (perforated trays)		1	1	0.91	0.87	0.82	0.78	0.77
		2	0.96	0.87	0.81	0.78	0.74	0.69
		3	0.95	0.85	0.78	0.75	0.70	0.65
รางเคเบิลแบบ ระบายอากาศ วางแนวตั้ง		1	1	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66

## หมายเหตุ สำหรับตารางที่ 5-40

- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสน้ำใช้กับการวางสายไฟฟ้าชั้นเดียวเท่านั้น
- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสน้ำใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวนอนที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวตั้งไม่น้อยกว่า 300 มม. และติดตั้งรางเคเบิลห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 20 มม. เท่านั้น
- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสน้ำใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวตั้งที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวราบไม่น้อยกว่า 225 มม. เท่านั้น
- ในกรณีที่จำนวนรางเคเบิลมากกว่าหนึ่งราง ตัวคูณปรับค่าให้คิดจากรางเคเบิลที่มีกลุ่มวงจรมากที่สุด

ตารางที่ 5-41 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลหลายแกน วางบนรางเคเบิลแบบ  
ระบายอากาศ แบบด้านล่างที่บ หรือแบบบนได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนราง เคเบิล	จำนวนเคเบิลต่อรางเคเบิล					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบ ระบายอากาศ (หมายเหตุ 2))		1	1.0	0.88	0.82	0.77	0.73	0.72
		2	1.0	0.87	0.80	0.77	0.73	0.68
		3	1.0	0.86	0.79	0.76	0.71	0.66
		4-6	1.0	0.84	0.77	0.73	0.68	0.64
		1	1.0	1.0	0.98	0.95	0.91	-
		2	1.0	0.99	0.96	0.92	0.87	-
		3	1.0	0.98	0.95	0.91	0.85	-

## ตารางที่ 5-45

ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิล**แกนเดี่ยว หรือหลายแกน** ขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 kV **ฝังดินโดยตรง** เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร วางเรียงกันแนวระดับ

จำนวนวงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกเคเบิล แต่ละวงจร (มม.)				
	วางชิดกัน	เส้นผ่านศูนย์กลาง เคเบิล 1 เส้น	125	250	500
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

ตารางที่ 5-46 ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว หรือหลายแกน ขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ ร้อยต่อฝั่งดินโดยตรง เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร วางเรียงกันแนวระดับ

จำนวนวงจร	ระยะห่างระหว่างพิวด้านนอกท่อ แต่ละวงจร (มม.)			
	วางชิดกัน	250	500	1,000
2	0.85	0.90	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.90	0.95
4	0.70	0.80	0.85	0.90
5	0.65	0.80	0.85	0.90
6	0.60	0.80	0.80	0.90

# การนับกลุ่มวงจร... ในช่องเดินสายเดียวกัน

## ● สายหลายแกน

- จำนวนเส้นคือจำนวนกลุ่มวงจร

## ● สายแกนเดียว

- กรณีมีแต่วงจร 1 เฟส นับตามจำนวนวงจร
- กรณีมีแต่วงจร 3 เฟส นับตามจำนวนวงจร
- ถ้ามีทั้งวงจร 1 เฟส และ 3 เฟส ปนกัน ต้องเลือกนับเป็นแบบ 1 เฟส หรือแบบ 3 เฟส แบบใดแบบหนึ่ง

## กลุ่มวงจร กรณีสายหลายแกน

ตัวอย่าง ถ้าวางจรไฟฟ้าใช้สาย NYY ประกอบด้วยเคเบิล 2 แกน ขนาด 2x4 ตร.มม.จำนวน 1 เส้น และเคเบิล 4 แกน ขนาด 4x4 ตร.มม. จำนวน 2 เส้น

วิธีทำ นับกลุ่มวงจรได้เป็น 3 กลุ่มวงจร

จากตารางที่ 5-8 ได้ตัวคูณปรับค่าเท่ากับ 0.7

ขนาดกระแส จากตารางที่ 5-20 ได้ขนาดกระแสดังนี้

$$\text{สาย NYY 2x4 ตร.มม.} = 26 \times 0.7 = 18.2 \text{ A}$$

$$\text{สาย NYY 4x4 ตร.มม.} = 23 \times 0.7 = 16 \text{ A}$$



## ตารางที่ 5-8

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสาย  
ที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

## กลุ่มวงจร กรณีสายแกนเดี่ยว

**ตัวอย่าง** วงจร 3 เฟส จำนวน 2 วงจร และ วงจร 1 เฟส จำนวน 2 วงจร  
ติดตั้งรวมในช่องเดินสายเดียวกัน ใช้สายไฟฟ้าแกนเดี่ยวขนาด 2.5  
ตร.มม.ทั้งหมด ต้องการหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าของสายแต่ละเส้น

**วิธีทำ** ตัวนำกระแสของวงจร 1 เฟส จำนวน  $2 \times 2 = 4$  เส้น  
วงจร 3 เฟส จำนวน  $3 \times 2 = 6$  เส้น รวมเป็น 10 เส้น ( $n=10$ )  
**ตัวคูณปรับค่า** (ตารางที่ 5-8)

**หมายเหตุ** การนับกลุ่มวงจร คิดเป็นแบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ก็ได้ ดังนี้

## วิธีทำ

คิดเป็นวงจร 1 เฟส กลุ่มวงจร =  $n/2 = 10/2 = 5$  ได้ตัวคูณปรับค่า **0.60**

คิดเป็นวงจร 3 เฟส กลุ่มวงจร =  $n/3 = 10/3 = 3.3$  ได้ตัวคูณปรับค่า **0.68**

(เป็นค่าเฉลี่ยระหว่าง 3 กับ 4 กลุ่มวงจร = 0.68)

ขนาดกระแสของสาย 2.5 ตร.มม. (ตารางที่ 5-20)

วงจร 1 เฟส = 21 A

วงจร 3 เฟส = 18 A

เมื่อคิดตัวคูณปรับค่าแล้วจะได้ขนาดกระแสดังนี้

วงจร 1 เฟส ขนาดกระแส =  $21 \times 0.60 = 12.6$  A

วงจร 3 เฟส ขนาดกระแส =  $18 \times 0.68 = 12.24$  A

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ  $70^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$  เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวน/ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ในงาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายรัยกลเงิน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17

## ข้อยกเว้น...การใช้ตัวคูณปรับค่า

**ข้อยกเว้นที่ 1** สายไฟฟ้าที่มีระบบแรงดันไฟฟ้าต่างกัน ซึ่งวางสายไว้ในช่องเดินสายเดียวกันให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดขนาดกระแสเฉพาะสายสำหรับวงจรกำลัง วงจรแสงสว่างและวงจรควบคุมที่มีโหลดต่อเนื่อง

**ข้อยกเว้นที่ 2** สำหรับสายที่ติดตั้งในรางเคเบิลให้ปฏิบัติตามข้อ 5.15

**ข้อยกเว้นที่ 3** สำหรับสายส่วนที่อยู่ในนipple (nipple) และนipple มีความยาวไม่เกิน 0.60 เมตร ไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส

## ข้อยกเว้น...การใช้ตัวคูณปรับค่า (ต่อ)

**ข้อยกเว้นที่ 4** สำหรับสายใต้ดินส่วนที่เข้าหรือออกจากช่องรางเดินสาย (cable trench) ซึ่งอยู่ภายนอกอาคาร และมีจำนวนสายหรือแกนไม่เกิน 1 กลุ่มวงจร และมีการป้องกันทางกายภาพด้วยท่อร้อยสายชนิดโลหะหนา ท่อโลหะหนานปานกลางหรือท่อโลหะ ซึ่งท่อส่วนที่อยู่เหนือผิวดินมีความยาวไม่เกิน 3 เมตรไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส

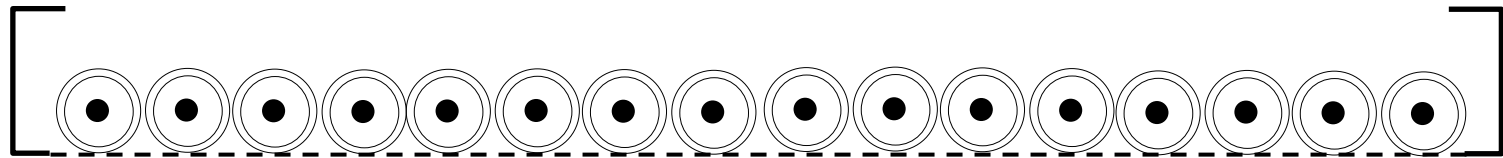
## หมายเหตุ

- ถ้ากลุ่มเคเบิลประกอบด้วยตัวนำที่มีอุณหภูมิการใช้งานแตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน พิกัดกระแสของกลุ่มให้คำนวณตามเคเบิลที่มีพิกัดของอุณหภูมิการใช้งานต่ำที่สุด
- ไม่ต้องนับจำนวนกลุ่มวงจรในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันที่รู้แน่นอนแล้วว่ามีการเสกโหลดไม่เกินร้อยละ 30 (สามสิบ) ของพิกัดกระแส เมื่อคิดตัวคูณปรับค่าที่ได้นับรวมจำนวนกลุ่มวงจรนั้นด้วยแล้ว

## ตัวอย่าง

วงจร 3 เฟส 230/400V ใช้สาย NYY แขนงเดียว ขนาด 4x120 ตร.มม.

จำนวน 4 วงจร วางบนรางเคเบิลแบบแบนได้ โดยวางชิดติดกัน ต้องการหา  
ขนาดกระแสของสายแต่ละเส้น



## วิธีทำ

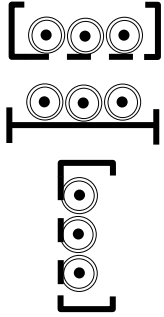
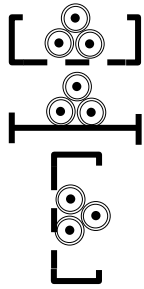
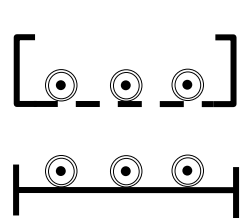
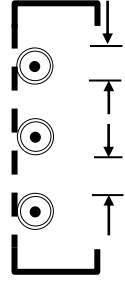
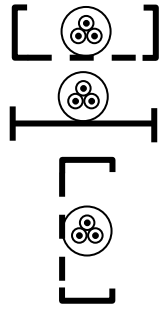
ตารางที่ 5-30 ได้ขนาดกระแส = 279 A

ตารางที่ 5-40 ตัวคูณ = 0.94

ขนาดกระแส =  $279 \times 0.94 = 262 \text{ A}$



ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ  $70^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$  วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบ้นได้

ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายควั่นน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240

# ตารางที่ 5-40 (ต่อ)

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสน้ำสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวน รางเคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบ ระบายอากาศ วางแนวตั้ง		1	1.0	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66
รางเคเบิลแบบ บันได		1	1.00	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92
		2	0.98	0.93	0.89	0.88	0.86	0.83
		3	0.97	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77

# ในการใช้งานจริง จะต้องหาขนาดสายไฟฟ้าจากโหลด ขั้นตอนการหาขนาดสายไฟฟ้า (โหลดทั่วไป)

คำนวณโหลด ( $I_b$ ) และ  
กำหนดขนาดเครื่องป้องกันฯ ( $I_n$ )

เลือกชนิดของสายไฟฟ้า

เลือกวิธีการเดินสาย (ได้กลุ่ม)

กำหนดตัวปรับค่า

หาขนาดกระแสของสาย ( $I_t$ )

หาขนาดสายไฟฟ้าจากตารางที่เลือก

เลือกตารางกระแส

อุณหภูมิโดยรอบ ( $C_a$ )  
จำนวนวงจร ( $C_g$ )

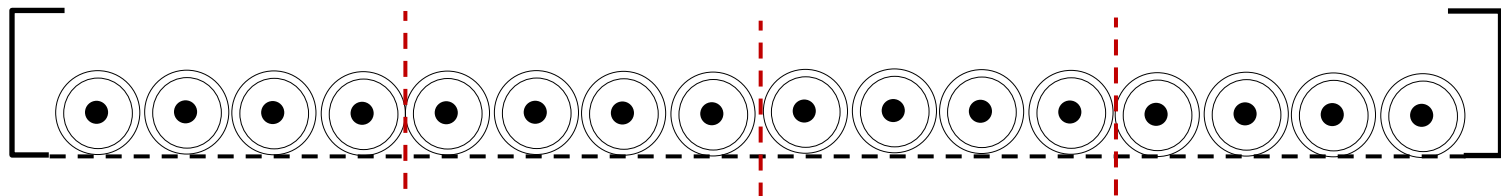
$$I_t \geq I_n / (C_a \times C_g)$$

**ตัวอย่าง** หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,000 kVA, 22kV/230-400V  
 กำหนดให้ใช้สาย **NYY** เกนเดี่ยวเดินควบ 4 เส้น/เฟส เดินบนราง  
 เคเบิลแบบบ้นได้ วางสายเรียงชิดติดกัน ต้องการกำหนดขนาดสายไฟฟ้า  
 (คิดอุณหภูมิโดยรอบที่ 40°C)

**วิธีทำ**

หากระแสหม้อแปลง  $= \frac{1,000 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400} = 1,443 \text{ A}$

ขนาด CB ( $I_b$ )  $= 1.25 \times 1,443 = 1,804 \text{ A}$  ใช้ 1,600A



คำนวณโหลด ( $I_b$ ) และ  
กำหนดขนาดเครื่องป้องกันฯ ( $I_n$ )

เลือกชนิดของสายไฟฟ้า

เลือกวิธีการเดินสาย (ได้กลุ่ม)

ตัวคูณปรับค่า (ตารางที่ 5-40, 5-43)

หาขนาดกระแสของสาย ( $I_t$ )

หาขนาดสายไฟฟ้าจากตาราง

$$I_n = 1,600A$$

**NYY (แกนเดี่ยว)**

ตารางที่ 5-30

กลุ่ม 7

$$C_a = 1$$

$$C_g = 0.94$$

$$I_t \geq (1,600/4) / (1 \times 0.94) \\ \geq 426A$$

ตารางที่ 5-30

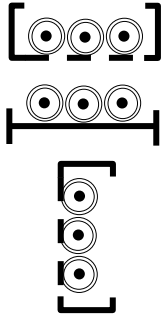
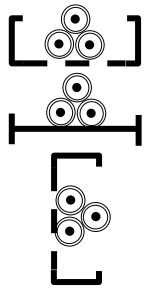
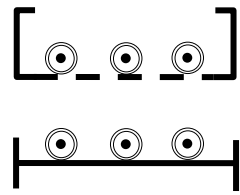
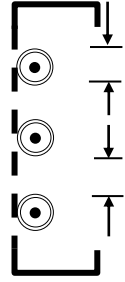
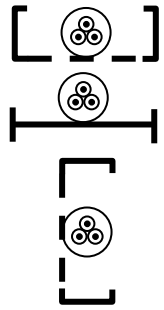
สาย 240 mm<sup>2</sup> (441A)

# ตารางที่ 5-40 (ต่อ)

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสน้ำสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวน รางเคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบ ระบายอากาศ วางแนวตั้ง		1	1.0	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66
รางเคเบิลแบบ บันได		1	1.00	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92
		2	0.98	0.93	0.89	0.88	0.86	0.83
		3	0.97	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77

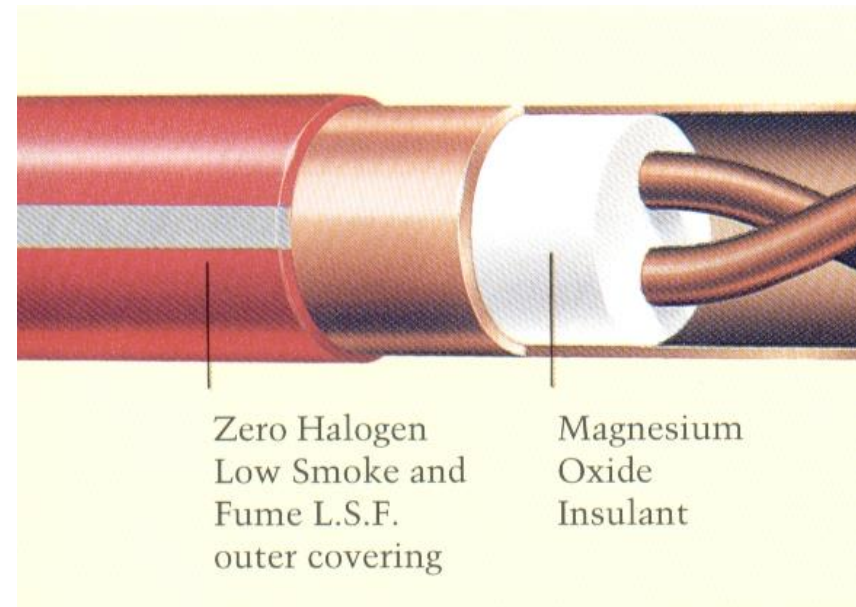
ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน ( $U_0/U$ ) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ  $70^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$  วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือ **รางเคเบิลแบบบ้นได้**

ลักษณะการติดตั้ง	สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)				
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิล	60227 IEC 10, NYY และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ สายไร้ฮาโลเจน และ สายคว้าน้อย เป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
185	371	356	453	418	317
240	441	422	535	495	374

ลือชัย ทองนิล

# สายเคเบิลชนิด เอ็มไอ

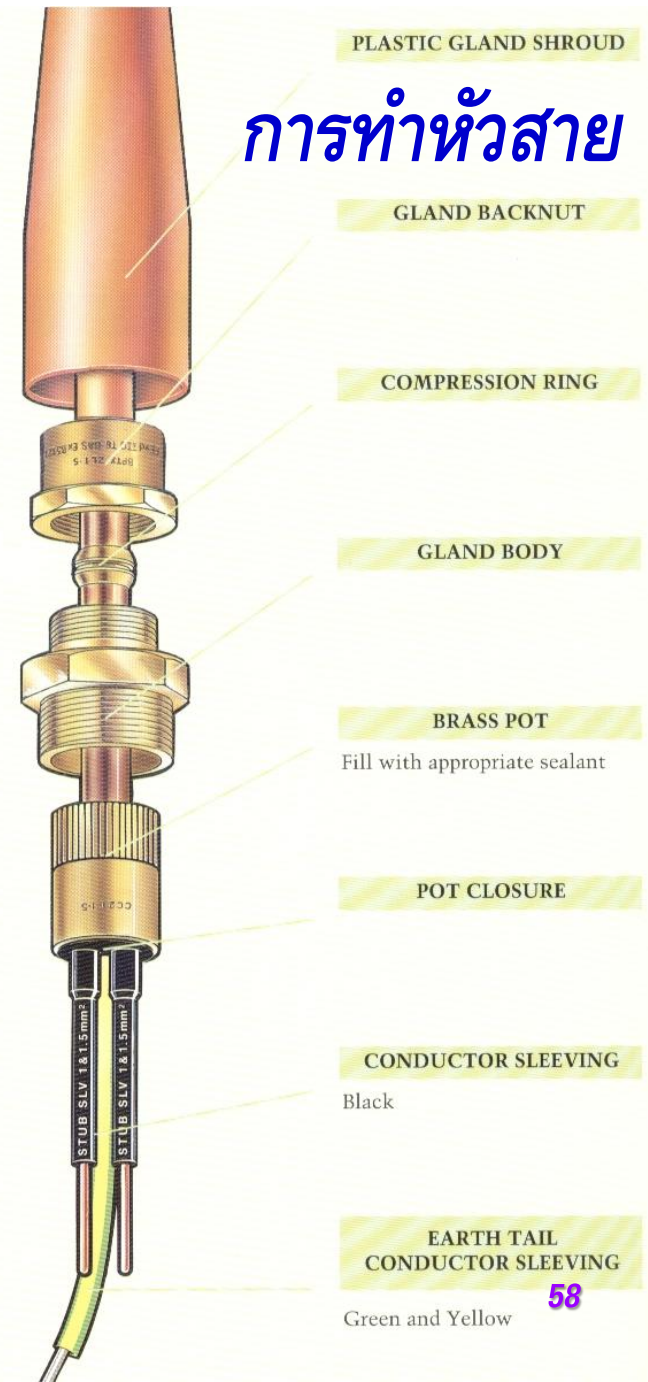
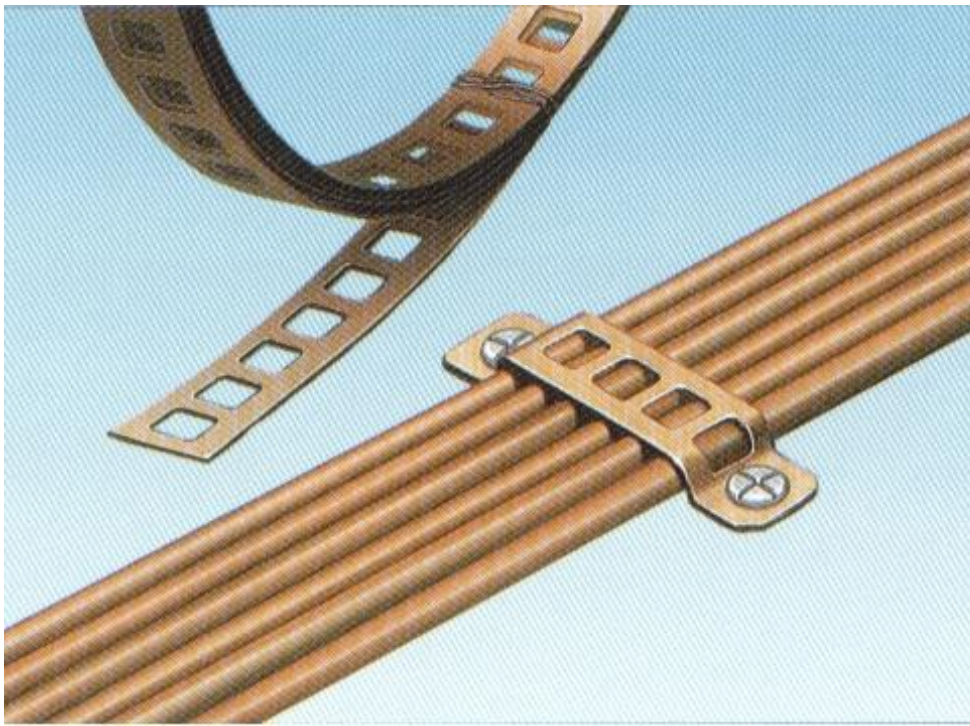
- เป็นสายเคเบิลเปลือกโลหะ
- ตัวนำเป็นฉนวนแร่อัดแน่นที่ผลิตสำเร็จจากโรงงาน
- หุ้มด้วยปลอกทองแดง อาจหุ้มอีกชั้นด้วยพีวีซีก็ได้





# การติดตั้ง...MI Cable

- ต้องยึดอย่างมั่นคง ทุกระยะไม่เกิน 1.8 ม.
- รัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของ OD.
- ใช้อุปกรณ์การต่อสายที่เหมาะสม
- ปลายสายที่ปลอก ต้องมีการปิดผนึก



## หัวข้อบรรยาย

ข้อ 5.1- 5.15 ข้อกำหนดการเดินสาย

ข้อ 5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า

ข้อ 5.17 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์

ข้อ 5.18 สายไฟฟ้า

**ขอบเขต** ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด

**ยกเว้น** การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน

# ข้อกำหนดการเดินสาย

ข้อกำหนดทั่วไป

- สายไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบกระแสสลับและ/หรือกระแสตรงที่มีแรงดันต่างกันเดินรวมกันได้ โดยฉนวนต้องเหมาะสมกับแรงดันสูงสุดที่ใช้
- ห้ามติดตั้งสายไฟที่ใช้กับระบบแรงต่ำรวมกับสายไฟระบบแรงสูง ยกเว้นในแผงสวิตช์ หรือเครื่องห่อหุ้มอื่นที่ไม่ได้ใช้เพื่อการเดินสาย

ข้อกำหนดการเดินสาย

ข้อกำหนดสำหรับแต่ละวิธีเดินสาย

## การเดินสาย ใต้ดิน

### ข้อกำหนดทั่วไป...

ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงก็ได้

ต้องเลือกชนิดของสายให้เหมาะสม

ระวังความเสียหายภายหลังการติดตั้ง

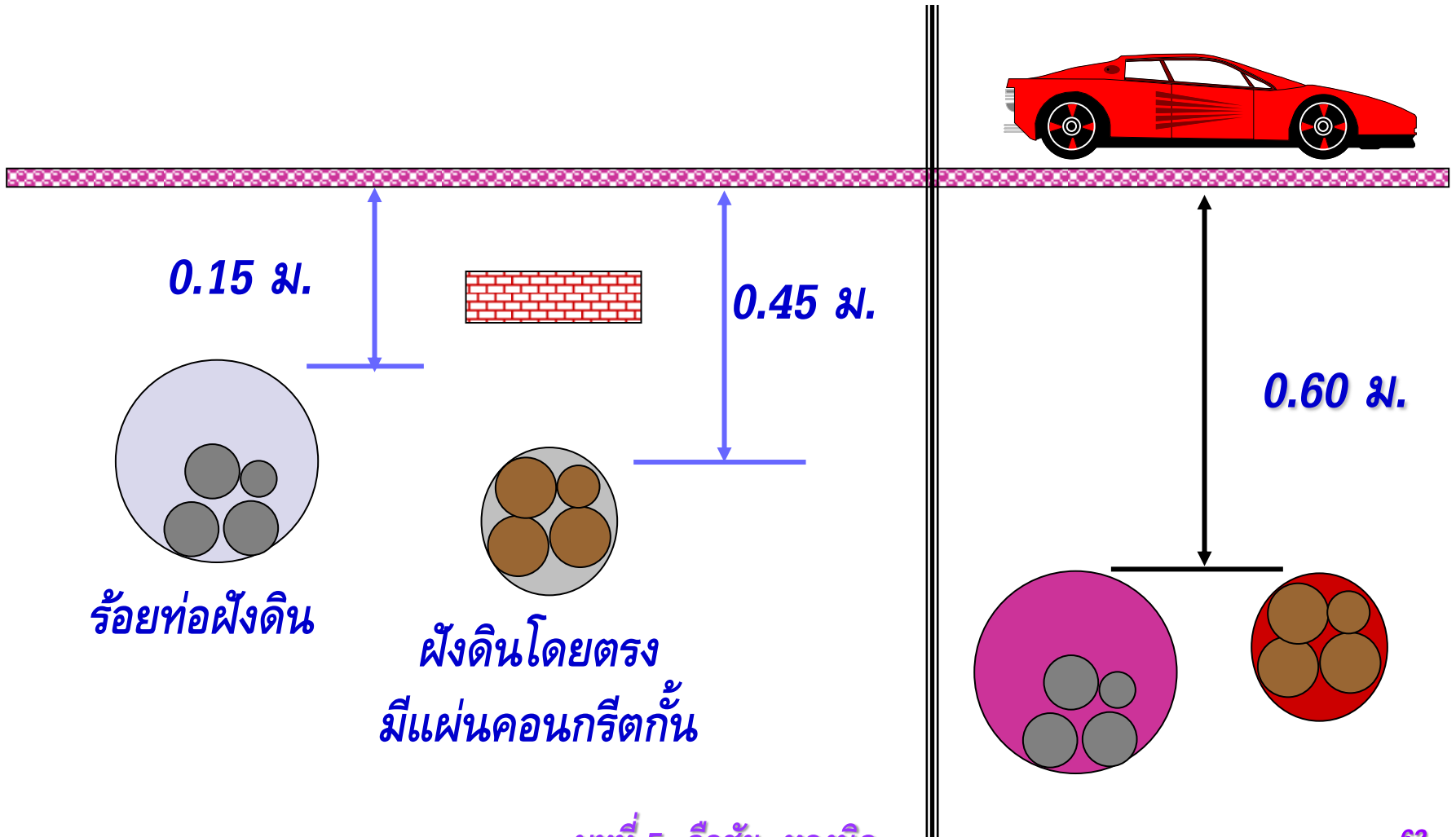
- จากการกลบสายด้วยวัตถุแหลมคม หรือ
- จากการกดทับ
- ความลึกเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันสายหรือท่อร้อยสายชำรุด

## ตารางที่ 5-1 ความลึกในการติดตั้งสายใต้ดิน

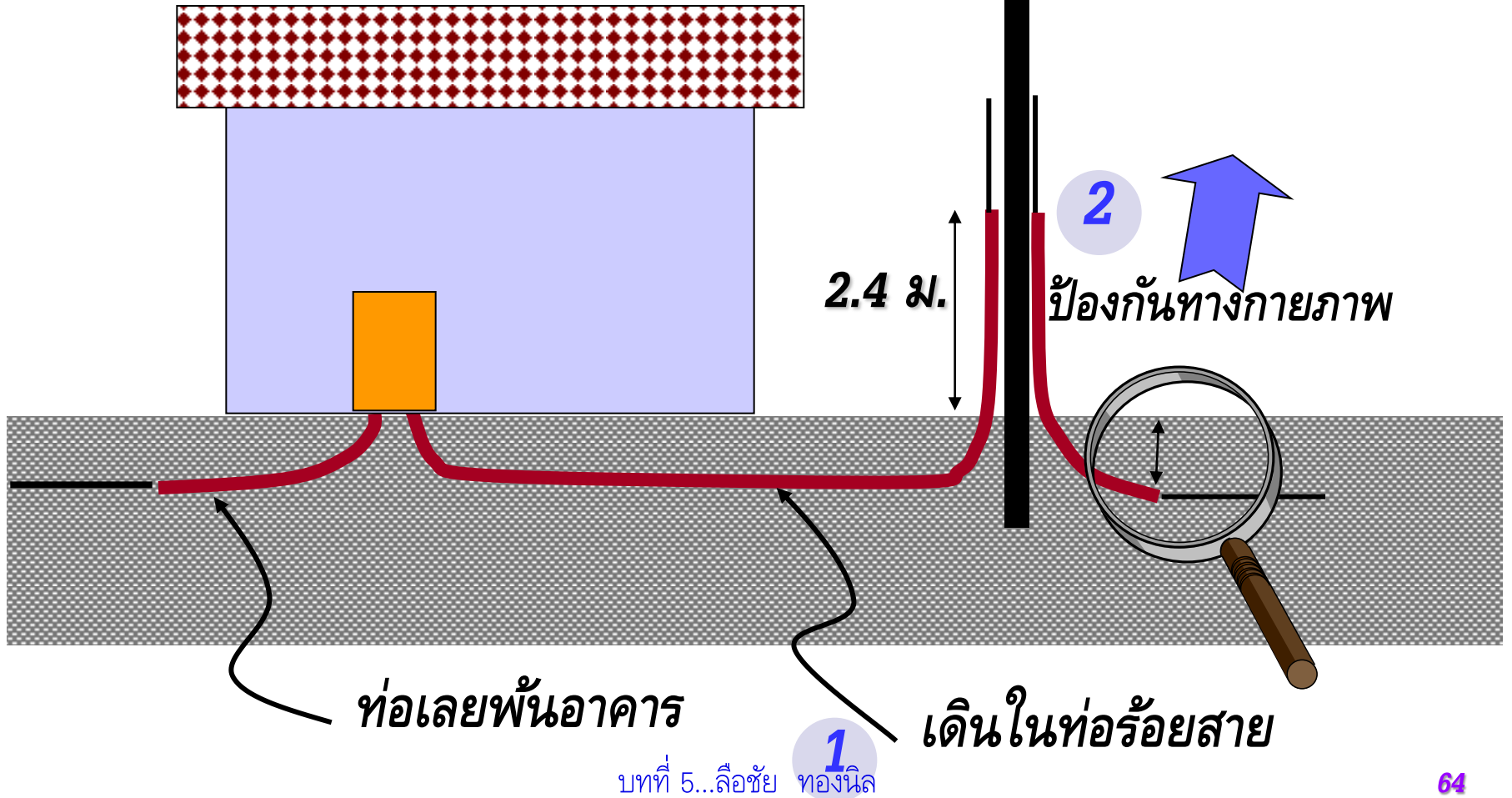
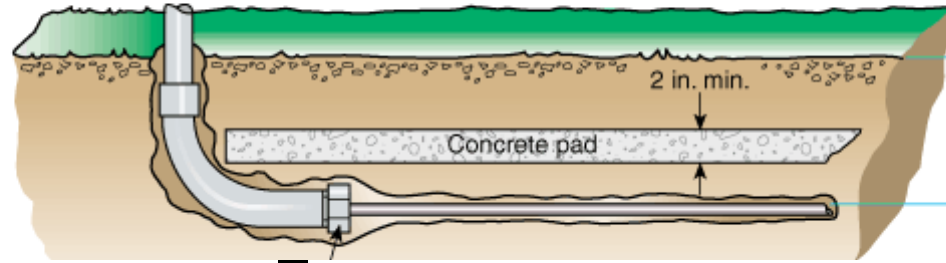
วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกต่ำสุด ( เมตร )
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่อโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมี คอนกรีตหุ้ม ( เช่น HDPE และ PVC )	0.45

**หมายเหตุ** บริเวณที่มีรถยนต์ผ่านลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม.  
ระบบแรงสูงต้องลึกไม่น้อยกว่า 0.90 ม. ทุกกรณี

# ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน



# การติดตั้งใต้ดิน

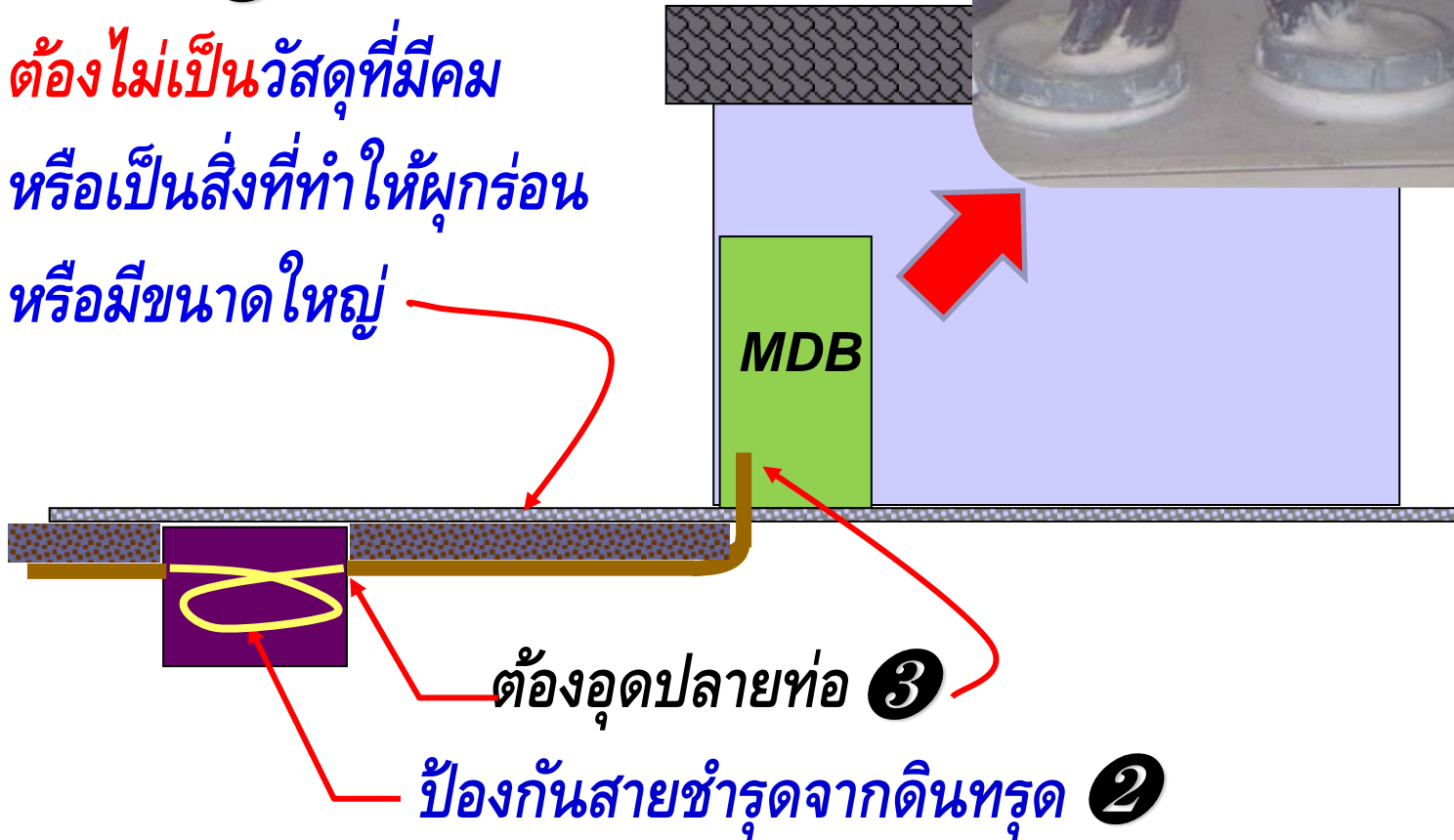




# การติดตั้งใต้ดิน

1

ต้องไม่เป็นวัสดุที่มีคม  
หรือเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้กร่อน  
หรือมีขนาดใหญ่



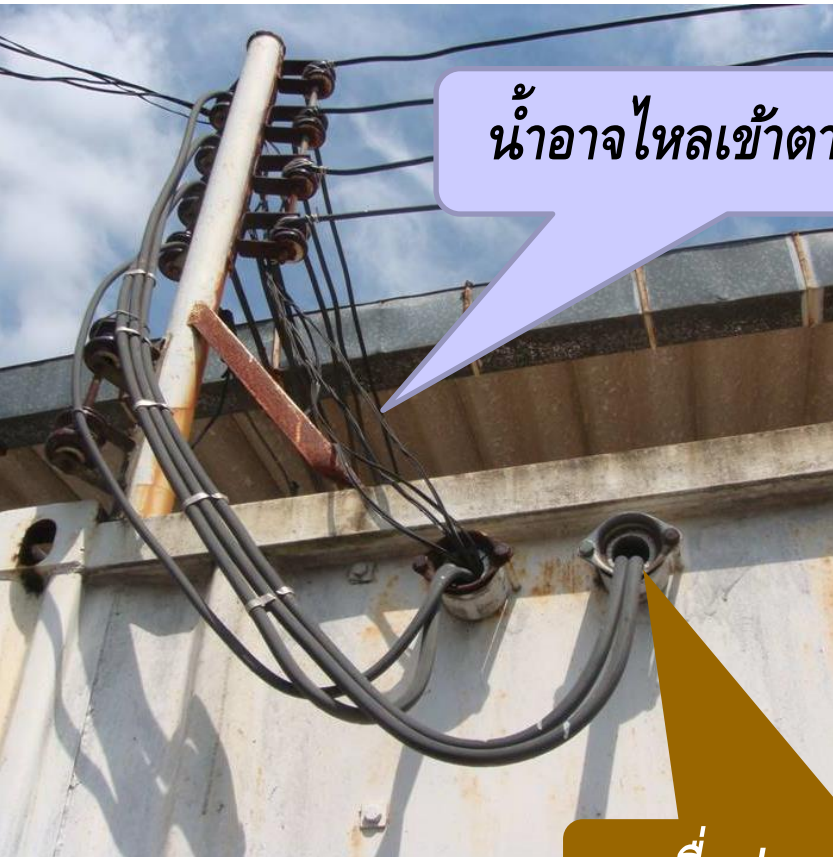


# ข้อกำหนดทั่วไป (ต่อ)



- อุปกรณ์การเดินสายทุกชนิด ต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพ การติดตั้ง และมีการป้องกันการผุ กร่อนที่เหมาะสม
- ช่องเดินสายและอุปกรณ์ ต้องมี การจับยึดอย่างมั่นคง และมีความ ต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า

# ต้องมีการป้องกันน้ำเข้าแผงสวิตช์



น้ำอาจไหลเข้าตามสายไฟฟ้า

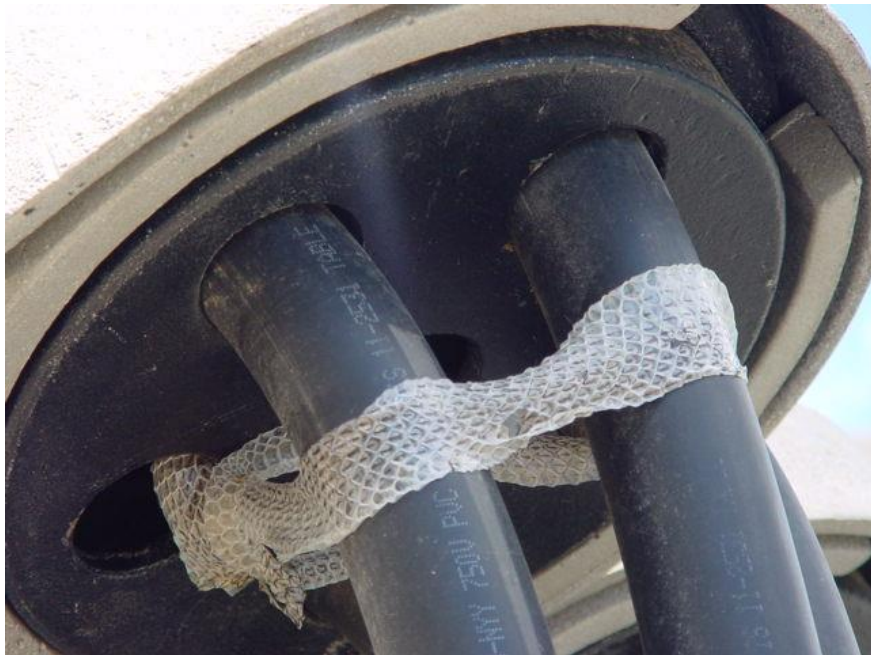


หัวรูเท่า ป้องกันได้

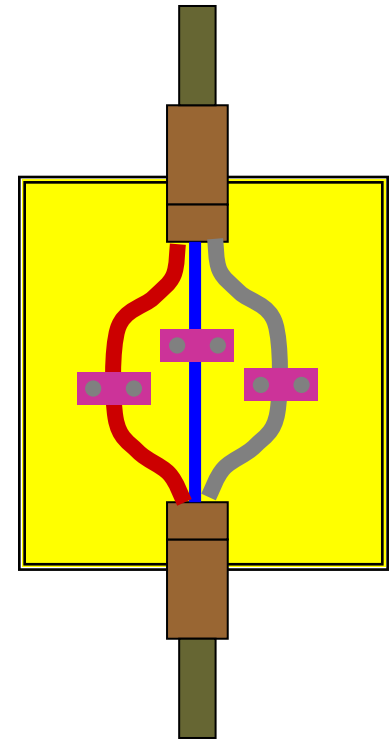
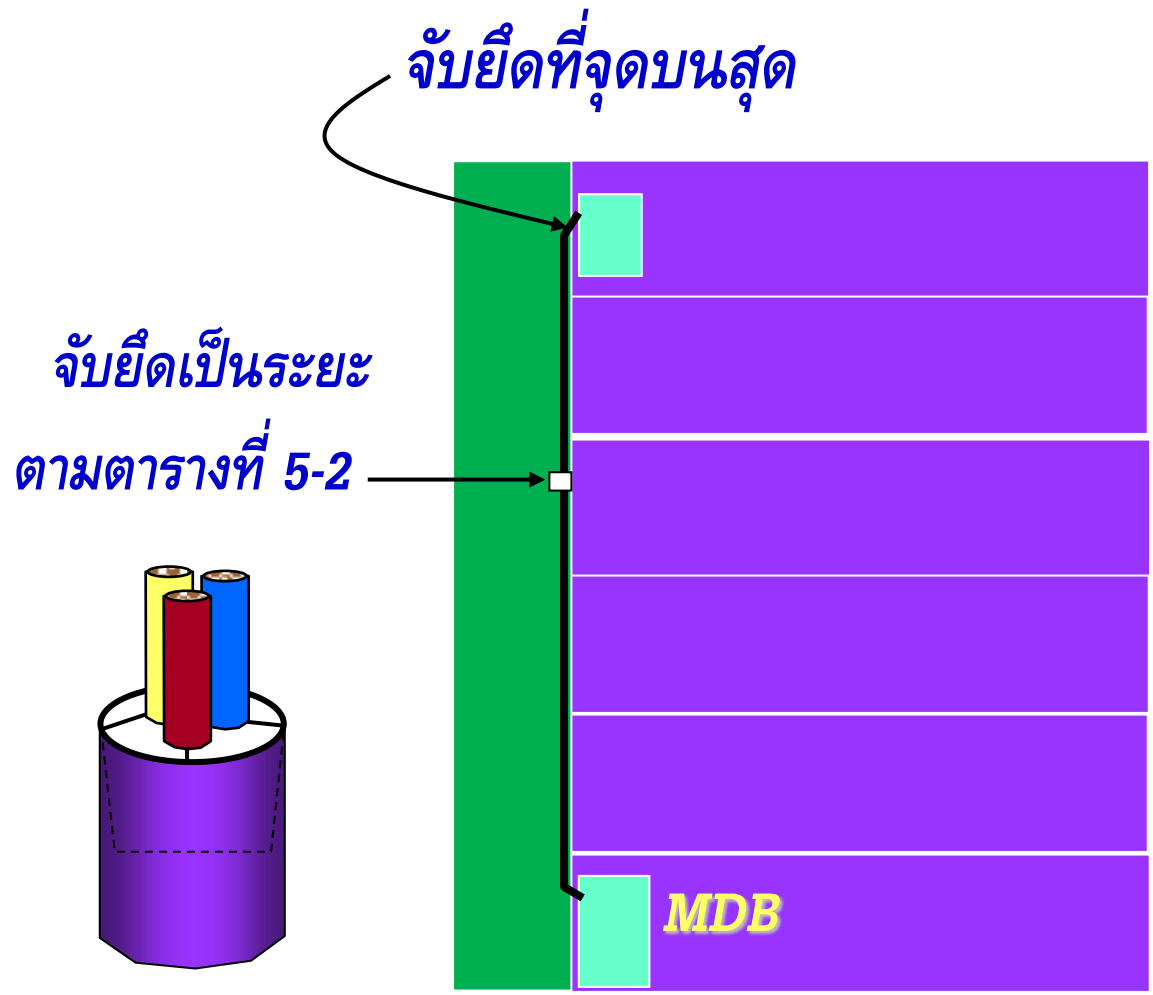
เมื่อฝนสาด น้ำอาจเข้าได้



# ห้วงเห่า ?

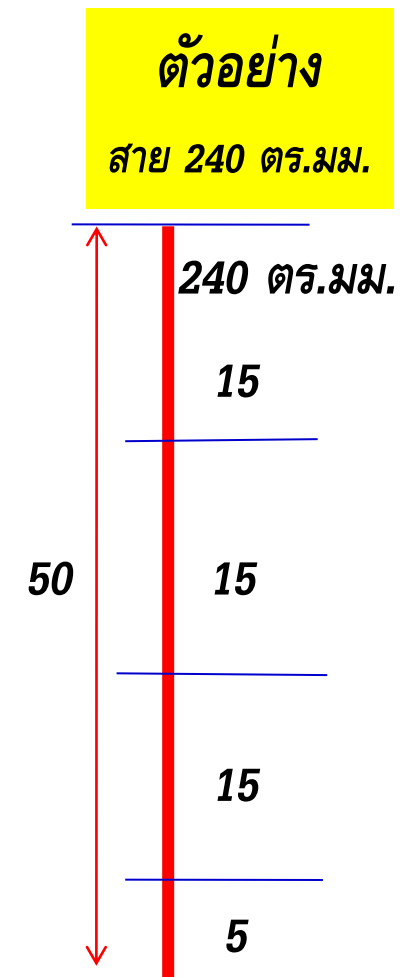


# การจับยึดสายแวนด์ิ่ง



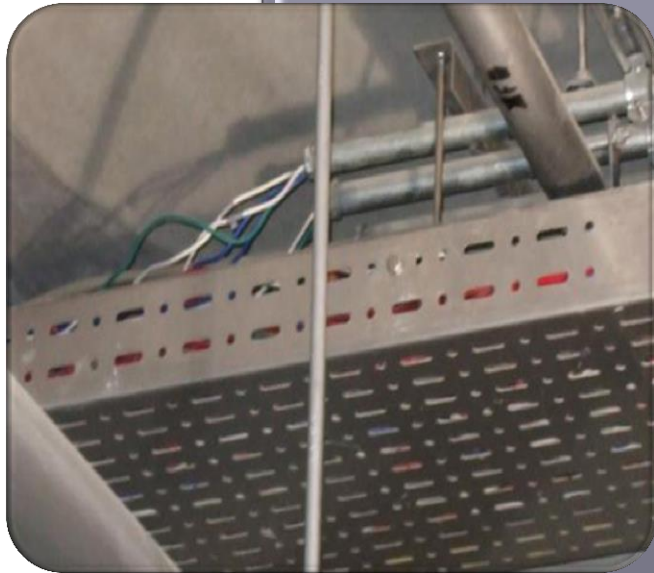
## ตารางที่ 5-2 ระยะจับยึดสายในแนวตั้ง

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ระยะจับยึดสูงสุด (ม.)
ไม่เกิน 50	30
70 - 120	24
150 - 185	18
240	15
300	12
เกิน 300	10



สายไฟฟ้าต้องจับยึดที่จุดบนสุด และห่างไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5-2  
ถ้าระยะน้อยกว่า 25% ของค่าในตาราง ไม่ต้องจับยึด

## จุดเปลี่ยนวิธีการเดินสาย..ข้อกำหนดทั่วไป

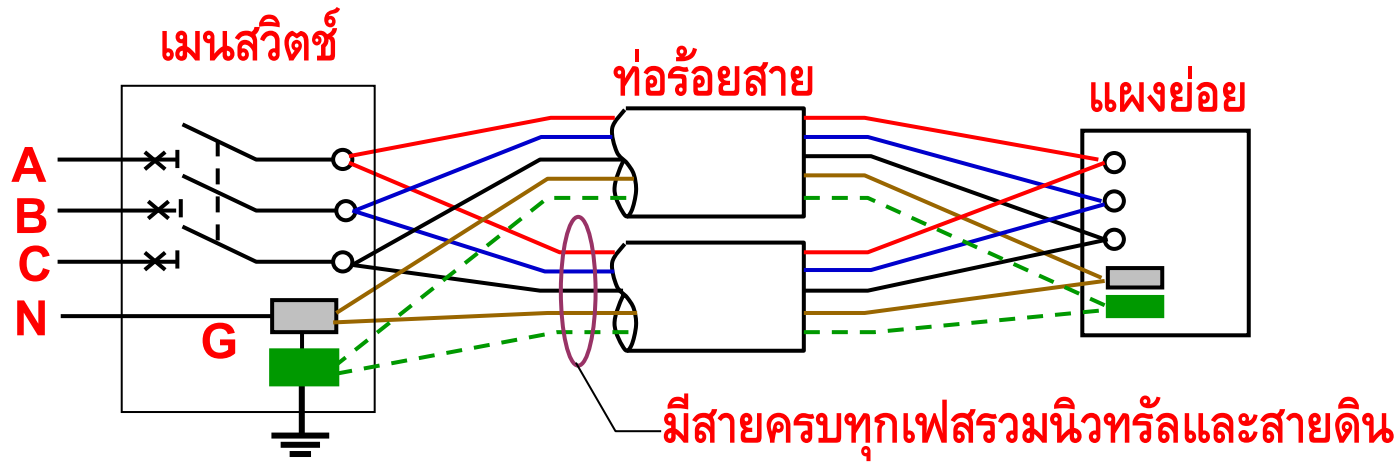


- เมื่อเปลี่ยนจากเดินสายจากร้อยท่อเป็นวิธีอื่นที่จุดเปลี่ยนการเดินสายต้องใช้เครื่องประกอบการเดินท่อเช่น กล่อง บุชซิ่ง หัวงูเห่า
- เมื่อปลายท่อเดินล้าเข้าไปในแผงสวิตช์แบบเปิดได้ ให้ใช้บุชซิ่งแทนกล่องต่อสายได้

# การป้องกันความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

● เมื่อติดตั้งสายไฟฟ้ากระแสสลับในเครื่องห่อหุ้มโลหะ ต้องจัดทำไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากการเหนี่ยวนำ...ดังนี้

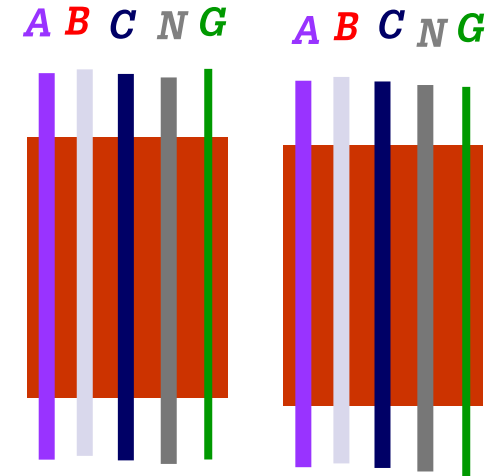
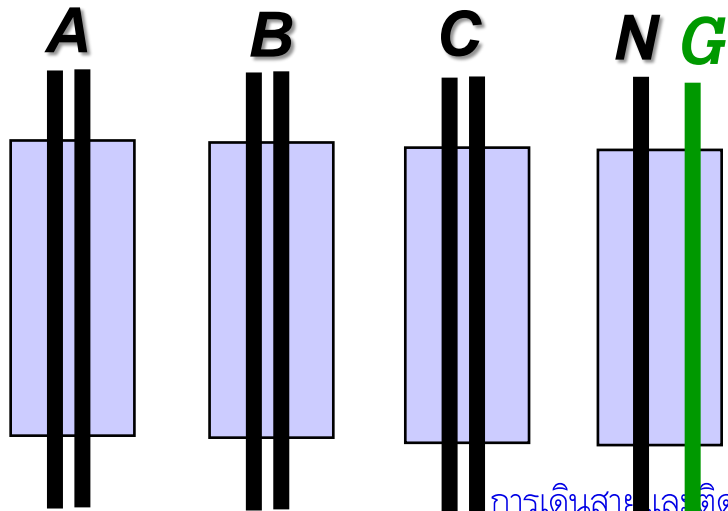
- รวมสายทุกเส้นของวงจรเดียวกันและสายดิน ในเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน
- การเดินสายควบ ในแต่ละท่อต้องมีสายของวงจรเดียวกันครบทุกเส้น รวมทั้งสายดิน



# ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำในท่อโลหะ



## แนวทางการป้องกัน

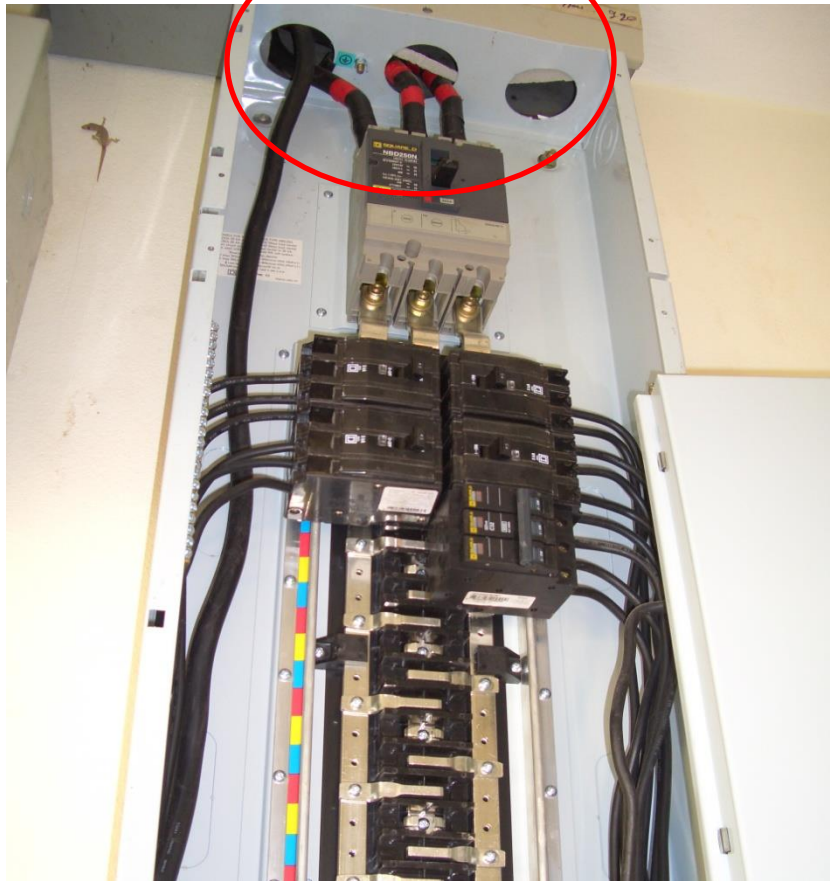


ท่อโลหะ

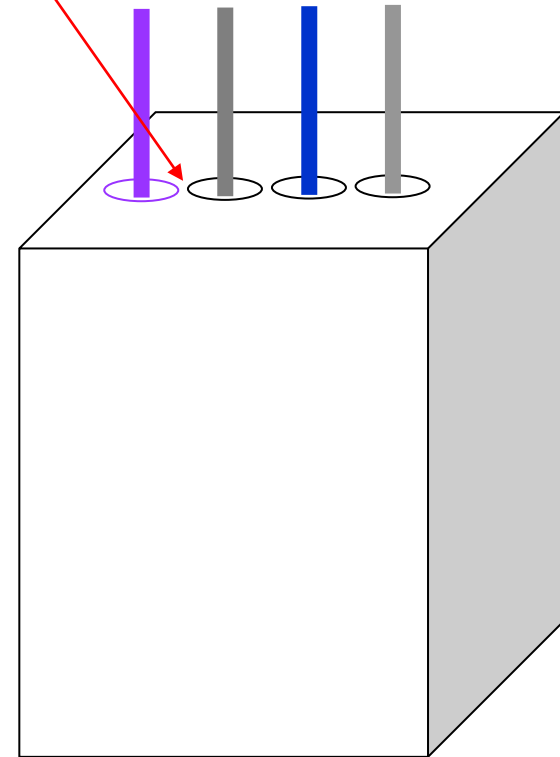
การเดินสายและติดตั้งระบบไฟฟ้า... ลือชัย ทองนิล



# ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ



ป้องกันได้ด้วยการ  
ผ่าให้แต่ละรูทะลุถึงกัน



# ข้อกำหนดทั่วไป...ต่อ

- สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันทุกเส้นรวมทั้งสายดิน หากร้อยท่อต้องอยู่ในท่อเดียวกัน ในรางเดียวกัน หรือวางบนรางเคเบิลต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน
- ช่องเดินสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบ และเครื่องต่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน



# สีของสายไฟฟ้า ระบบแรงต่ำ

เป็นไปตาม มอก.11-2553

- นิวทรัล ฟ้ำ

- เส้นไฟ

- ระบบ 1 เฟส เส้นไฟใช้สีต่างจากสายศูนย์ และ สายดิน

- ระบบ 3 เฟส เส้นเฟสใช้สี (หรือทำเครื่องหมายเป็นสี) น้ำตาล ดำ เทา

- สายดิน เขียว หรือ เขียวแถบเหลือง หรือเป็นสายเปลือย

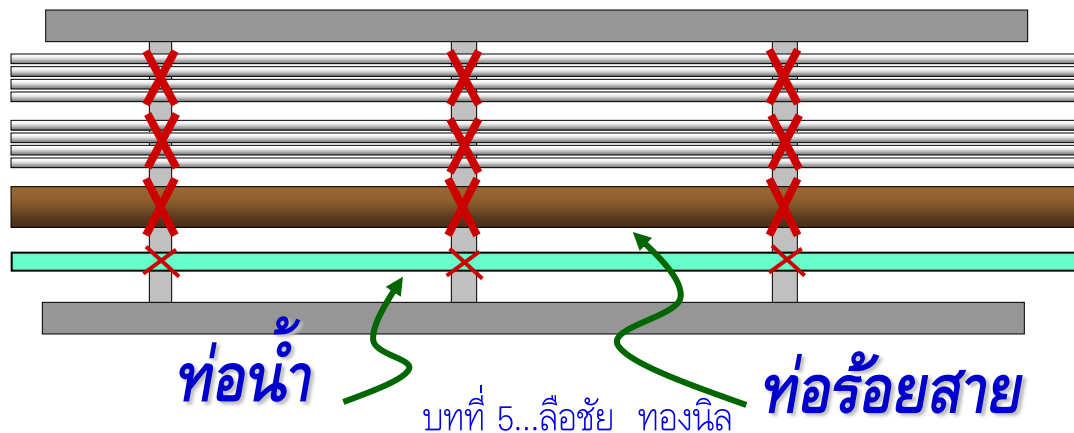
- **ข้อยกเว้น 1** สายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 16 ตร.มม. ขึ้นไป ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายสายแทนการกำหนดสีได้

- **ข้อยกเว้น 2** สายที่ออกจากเครื่องวัดไปถึงเมนสวิตช์ ไม่กำหนดสี

# ห้ามมีอุปกรณ์อื่นมารวมด้วย



- ในท่อร้อยสาย รางเคเบิล ช่อง Shaft ห้ามมีท่อสำหรับงานอื่นเดินร่วมอยู่ด้วย



# การป้องกันไฟลุกลาม

การเดินสายผ่านผนัง ฉากกั้น หรือพื้น ต้องมีการป้องกันไฟลุกลาม



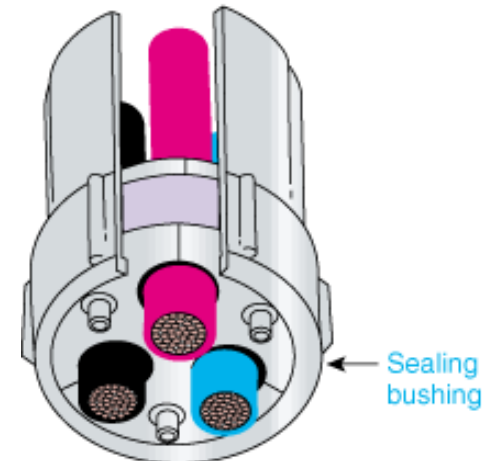
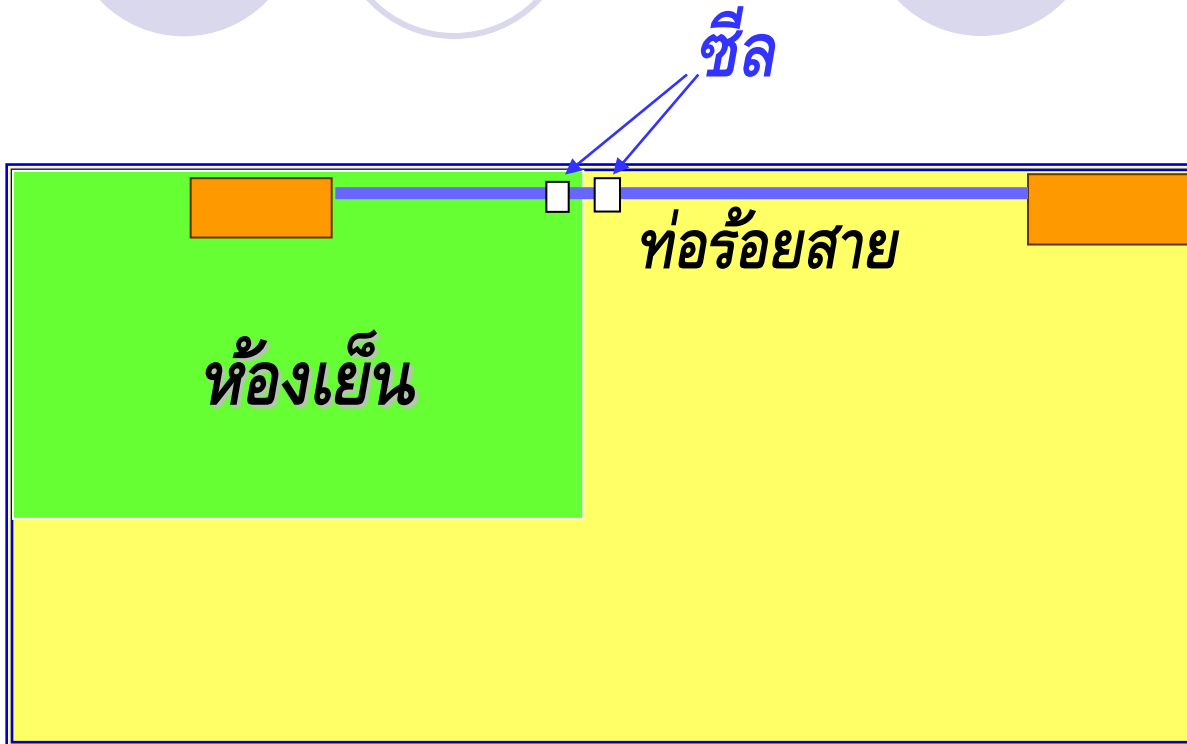


# ไม่มีการป้องกันไฟลุกลามที่เหมาะสม



มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

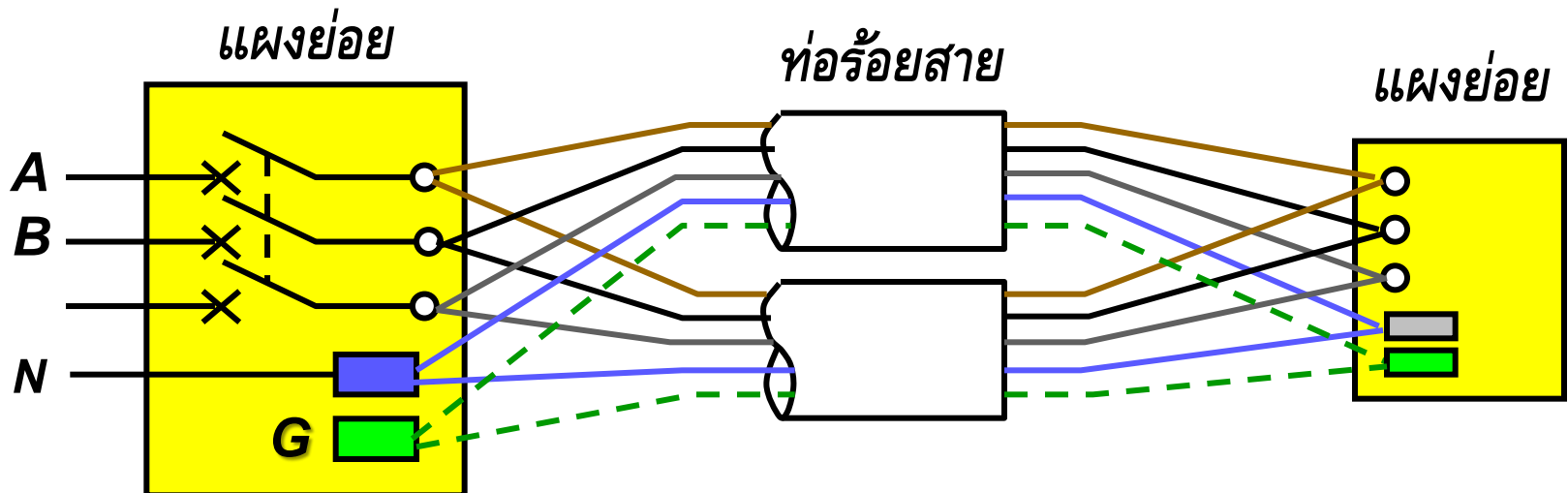
# การป้องกันการไหลเวียนของอากาศ



- เมื่อเดินผ่านที่ที่มีอุณหภูมิต่างกัน ต้องมีการป้องกันการไหลเวียนของอากาศในท่อ

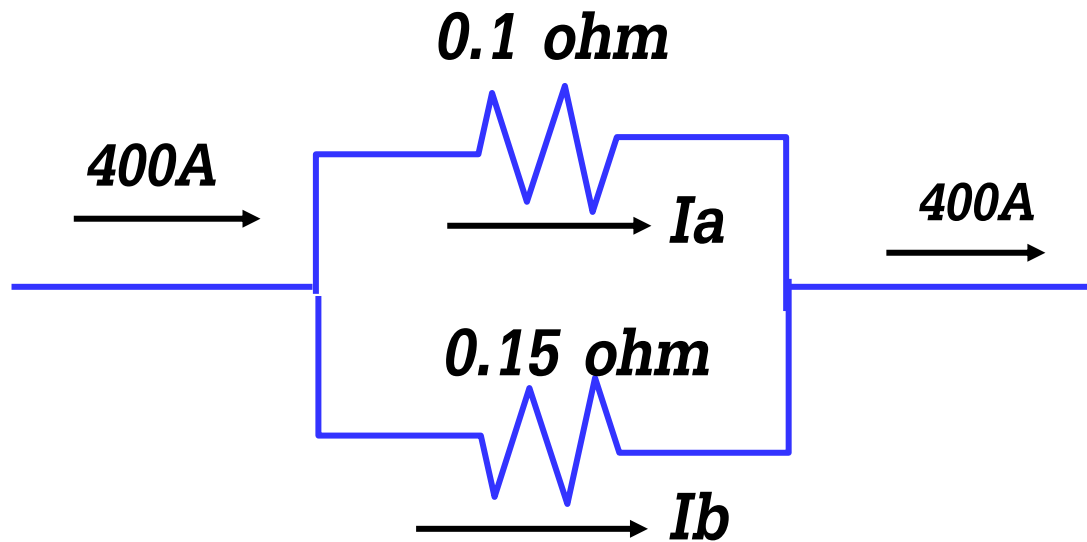
# การเดิน สายควม

- ต้องใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. และ
- ใช้สายชนิดเดียวกัน และ ขนาดเดียวกัน และ
- มีความยาวเท่ากัน และ วิธีการต่อสายเหมือนกัน





# ตัวอย่างการแบ่งไหลของกระแสไฟฟ้า



$$I_a = 240\text{ A}$$

$$I_b = 160\text{ A}$$

# การเดินทางสายเปิดบนวัสดุฉนวน



- ต้องใช้สายแกนเดียว ไม่ปิดบังด้วยโครงสร้างอาคาร
- ต้องเดินภายนอกอาคาร
- การเดินภายในอาคารทำได้เฉพาะใน
  - โรงงานอุตสาหกรรม
  - งานเกษตรกรรม และ
  - แสดงสินค้าเท่านั้น

# ชนิดของสายไฟฟ้าและระยะห่าง

- ระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน
- สายภายในอาคาร (หลังเครื่องวัด) ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน ยกเว้น สายสำหรับปั้นจั่นชนิดเคลื่อนที่ได้บนราง
- ระยะห่าง เป็นดังนี้
  - เมื่อเดินภายในอาคาร เป็นไปตาม ตารางที่ 5-4
  - เมื่อเดินภายนอกอาคาร เป็นดังนี้
    - เดินบนตัม เป็นไปตามตารางที่ 5-4
    - เดินบนลูกถ้วย เป็นไปตามตารางที่ 5-5

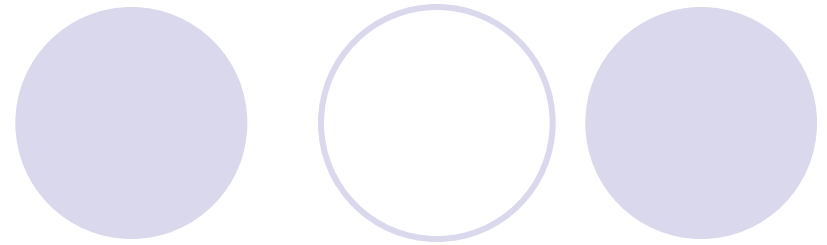
## ตารางที่ 5-4 การเดินสายเปิดบ้นว้สุดจนวนภายในอาคาร

การติดตั้ง	ระยะสูงสุดระหว่างจุด จับยึดสาย (ม.)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (ม.)		ขนาดสายใหญ่สุด (ตร.มม)
		สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
บนดุ่ม	2.5	0.10	0.025	50
บนลูกถ้วย	5.0	0.15	0.05	ไม่กำหนด

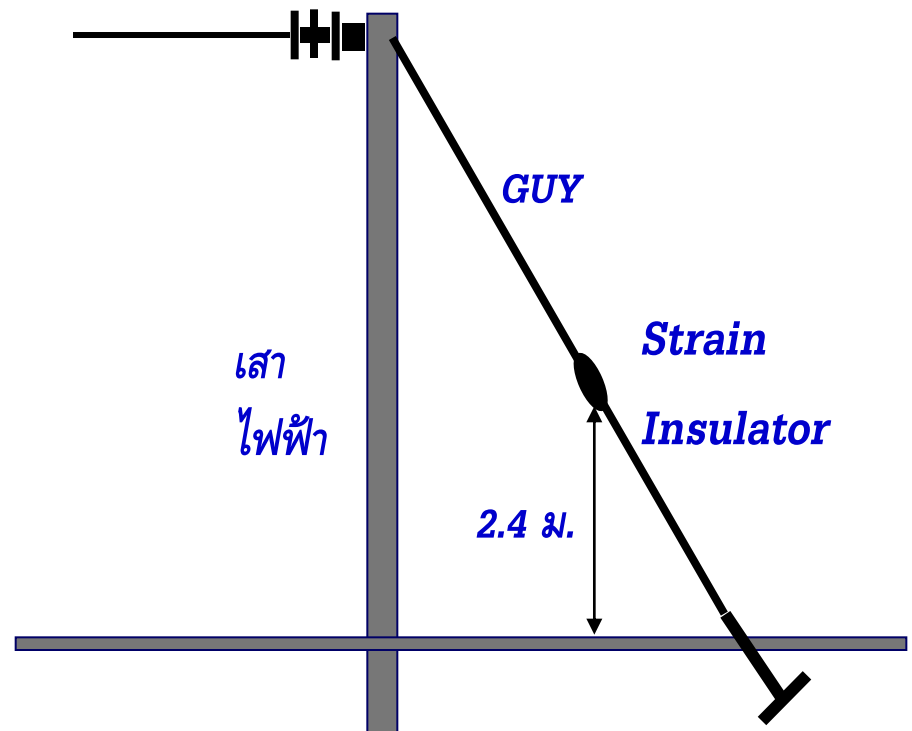
## ตารางที่ 5-5 การเดินสายเปิดบนลูกถ้วยภายนอกอาคาร

ระยะสูงสุดระหว่าง จุดจับยึดสาย (ม.)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (ม.)		ขนาดสายเล็กสุด (ตร.มม.)
	สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
ไม่เกิน 10	0.15	0.05	2.5
11-25	0.20	0.05	4
26-40	0.20	0.05	6

# สำหรับระบบแรงสูง



- ต้องเข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
- เมื่อมี GUY ต้องติดตั้ง Strain Insulator (ตาม มอก 280) ตรงตำแหน่งที่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.4 ม. ยกเว้น ระบบ 33 kV เป็นไปตามมาตรฐานของ กฟภ.
- ระยะห่างเป็นไปตามตารางที่ 1-4 และ 1-5



# การเดินทางสายในช่องเดินสาย

## ช่องเดินสาย อาจเป็น

- ท่อร้อยสาย
- ช่องเดินสายโลหะ และอโลหะ บนพื้นผิว
- รางเดินสาย
- ยกเว้น รางเคเบิลไม่ถือเป็นช่องเดินสาย

## จุดสำคัญ

- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินได้
- ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า
- ข้อกำหนดและข้อจำกัดบางประการ

# ท่อร้อยสาย

ท่อ RSC IMC และ EMT

ท่อโลหะอ่อน

ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

ท่อโลหะอ่อน

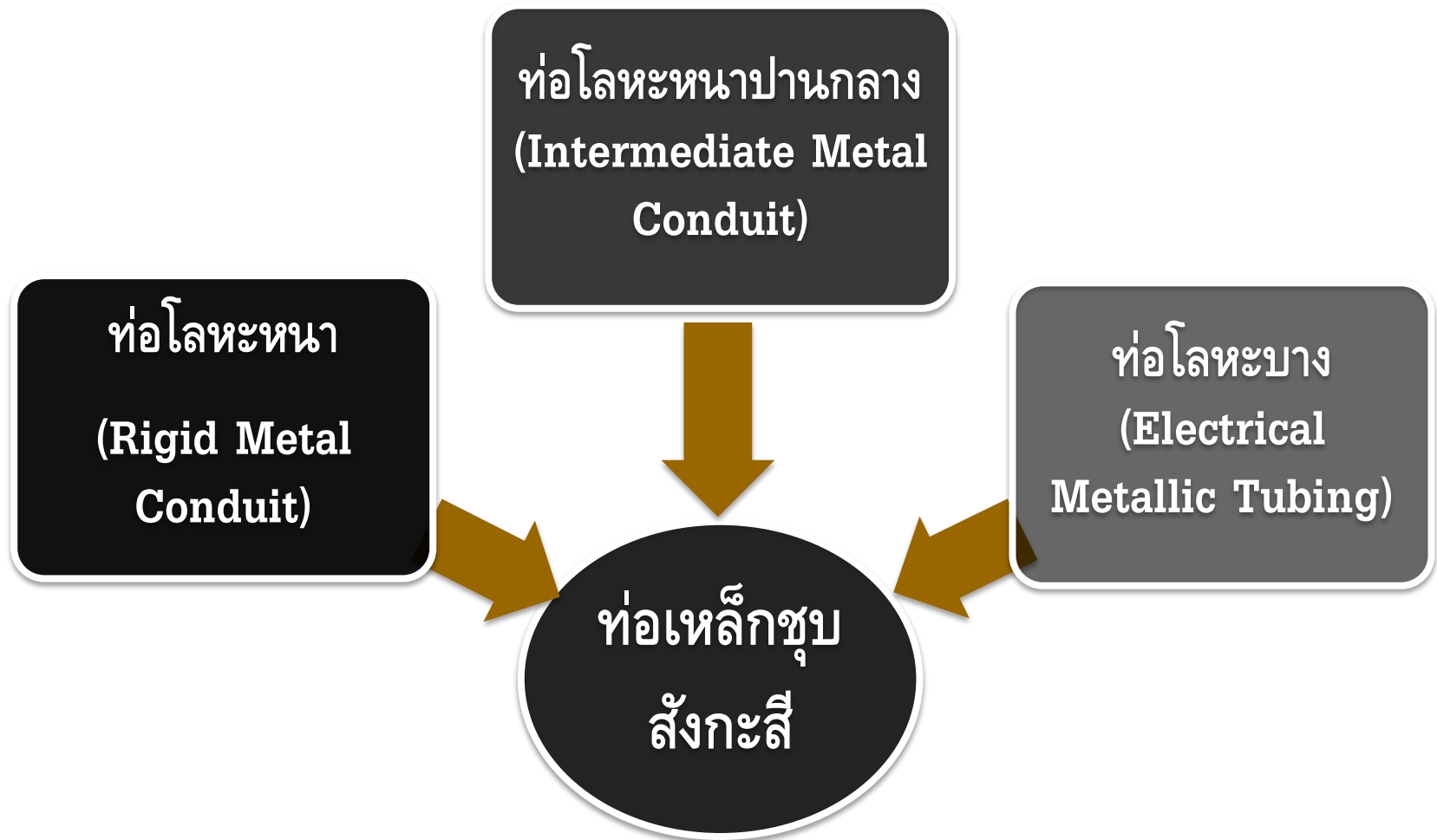
ท่อโลหะอ่อน

ท่อโลหะแข็ง

ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

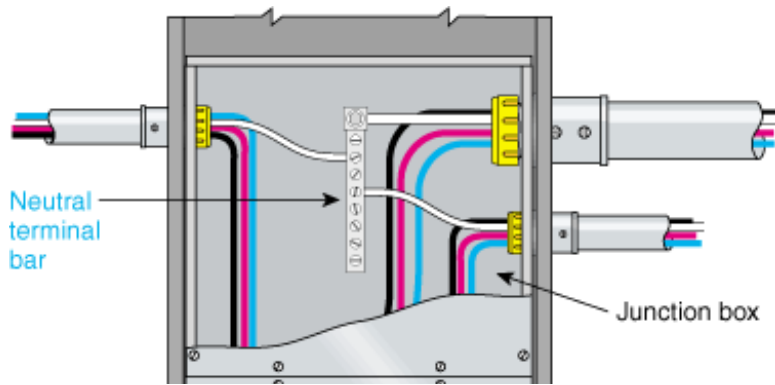
ช่องเดินสายอื่น

# ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง





# ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง



## ● การใช้งาน

○ ใช้กับงานเดินสายทั่วไป

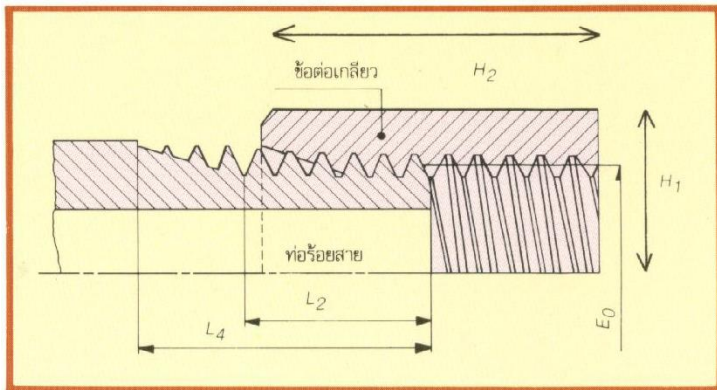
## ● การติดตั้ง

○ ปลายท่อที่ตัดออก ต้องลบคม

○ เดินเข้ากล่องต่อสายต้องมีบุชชิ่ง

○ การทำเกลียว ต้องใช้เครื่องทำ

เกลียวชนิดปลายเรียว



# การติดตั้ง

- ข้อต่อต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมเช่น เมื่อฝังในคอนกรีต ใช้ชนิดฝังในคอนกรีต
- การต่อสายให้ต่อในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่เปิดออกได้สะดวก



บทที่ 5... ล้อชัย ทองนิล



ห้าม...ต่อสายในท่อ  
เป็นอันตรายจากไฟดูด



# การติดตั้ง ....

- ท่อโลหะบาง ห้ามทำเกลียว
- มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา
- ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.
- จำนวนสาย ตามตารางที่ 5-3 หรือ ตามภาคผนวก ก
- ต้องติดตั้งระบบท่อเสร็จก่อน จึงเดินสาย
- ห้าม ใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำต่อลงดิน
- ขนาดกระแส ใช้ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27, 5-29 และ 5-37

# จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

- จำนวนสายในท่อร้อยสาย
- การคำนวณพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าจะคิดสายทุกเส้นที่เดินในช่องเดินสาย

## ตารางที่ 5-3

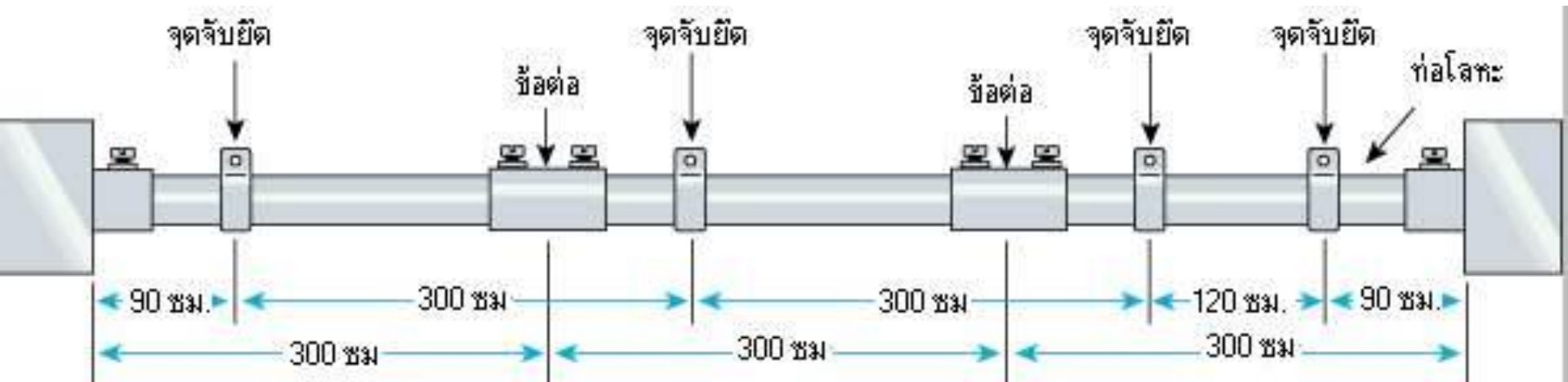
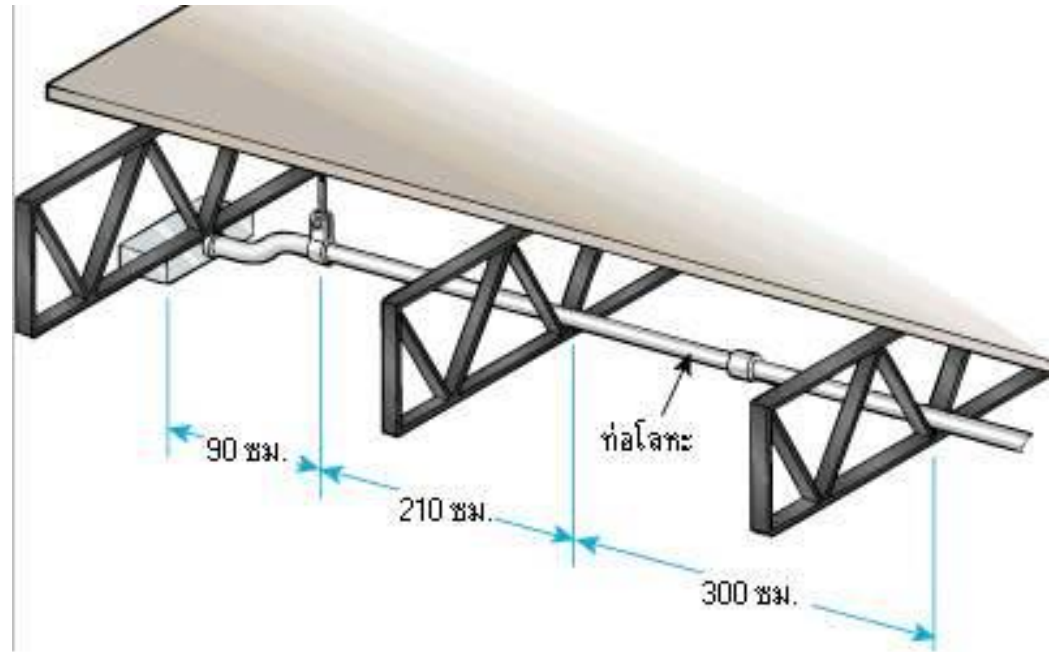
จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด ยกเว้น สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

**ภาคผนวก ฎ**  
**จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01**  
**ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533**

ขนาดสายไฟ ( mm <sup>2</sup> )	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า ในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
<b>240</b>	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>300</b>	-	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>400</b>	-	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
เส้นผ่านศูนย์กลางของ ท่อร้อยสาย	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150



ระยะระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน  
3.0 ม. และห่างจากกล่องไม่  
เกิน 0.9 ม





## การเดินสายในท่อโลหะอ่อน

- ใช้ในสถานที่แห้ง
- ในสถานที่เข้าถึงได้ และเพื่อป้องกันสายทางกายภาพ หรือเพื่อการเดินซ่อนสาย
- ใช้เดินเข้าบริเวณที่ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายและความยาวไม่เกิน 2.0 ม.

ทุกข้อ



# ห้ามใช้

- ในปล่องลิฟต์หรือปล่องขนของ
- ในห้องแบตเตอรี่
- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ผังดินหรือผังในคอนกรีต
- ในสถานที่เปียก นอกจากจะใช้สายไฟชนิดที่เหมาะสมและป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสายที่ท่อโลหะอ่อนต่ออยู่
- ท่อโลหะอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มม. ยกเว้น ท่อโลหะอ่อนที่ประกอบด้วยฉนวนหุ้มไฟและยาวไม่เกิน 1.80 ม.

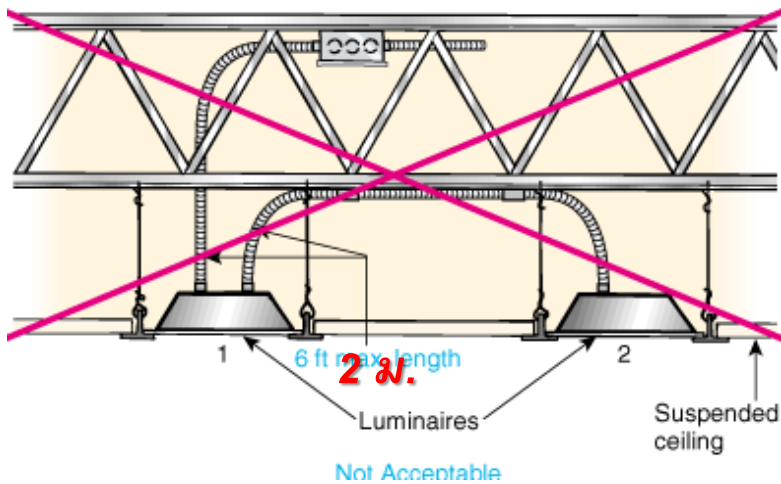
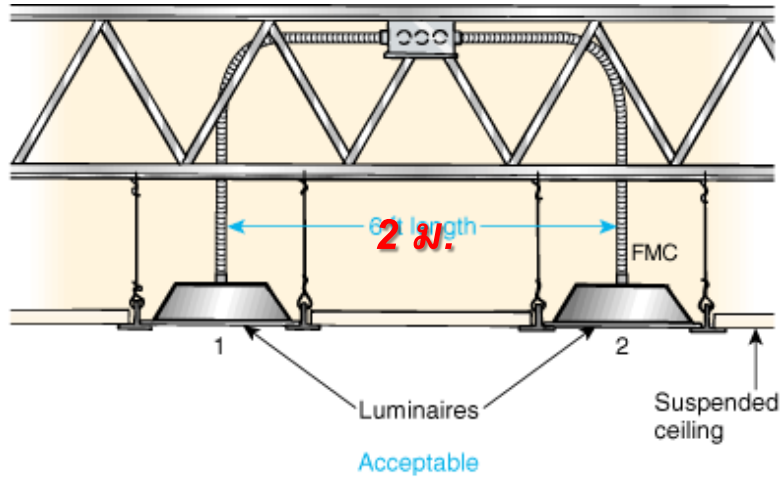


TOT

ABB

331PB01

# การใช้งาน



# การติดตั้งใช้งาน

จำนวนสายไฟฟ้า ไม่เกินตารางที่ 5-3

มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสาย ไม่เกิน 360 องศา

ห้ามใช้เป็นสายดิน

ขนาดกระแส ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27 และ 5-29

# การเดินทางสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว



## การใช้งาน

- ในสถานที่ที่ต้องการความอ่อนตัว หรือเพื่อป้องกันสายจากของแข็ง ของเหลว หรือในบริเวณอันตราย



## ห้ามใช้

- ในสถานที่อาจเกิดความเสียหาย
- อุณหภูมิสายและอุณหภูมิโดยรอบเกินอุณหภูมิท่อ
- ท่อเล็กกว่า ½ นิ้ว และเป็นสายดิน

## การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

- จำนวนสายไฟฟ้า ตามตารางที่ 5-3
- มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา
- ติดตั้งระบบท่อเสร็จก่อนการเดินสาย
- ข้อต่อยึด ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรอง

# การใช้งาน...ท่อโลหะแข็ง

ท่อต้องเป็นชนิดที่ทนความชื้น สภาวะอากาศ และสารเคมี

ท่อที่ใช้เหนือดิน ต้องต้านเปลวเพลิง

ไม่เสียหายจากการใช้งาน และทนแสงแดด ถ้าฝังดิน  
ต้องรับน้ำหนักกดภายหลังการติดตั้งได้

# การเดินสายร้อยท่อโลหะแข็ง

ท่อโลหะเหมาะสำหรับเดินฝังดิน

ท่อ HDPE ห้ามใช้เดินเหนือดิน

ท่อ PVC ต้องหลีกเลี่ยงจากการถูกแสงแดดโดยตรง

ความลึกในการติดตั้งเหมาะสม





## การใช้งาน ที่อนุญาต

- เดินในที่ซอ น พื้น และเพดาน
- ในบริเวณที่ทำให้เกิดการผุกร่อน
- ในที่เปียก โดยต้องป้องกันน้ำเข้าท่อ
- ในที่เปิดโล่ง
- ใต้ดิน

**ห้ามใช้....**

ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้

ใช้เป็นเครื่องจับยึดดวงโคม

อุณหภูมิสายและอุณหภูมิโดยรอบเกิน  
อุณหภูมิใช้งานของท่อ

ในโรงมหรสพ นอกจากจะระบุไว้

ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.

## การติดตั้ง

ปลายท่อต้องมีบุชชิ่ง หรือใช้วิธีการอื่น

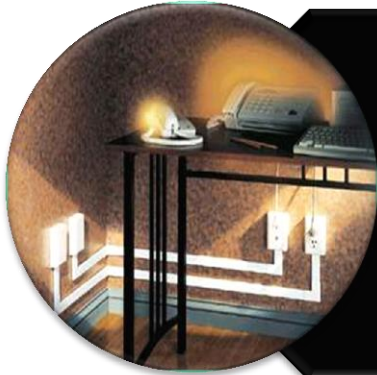
ข้อต่อยึด ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรอง

มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา

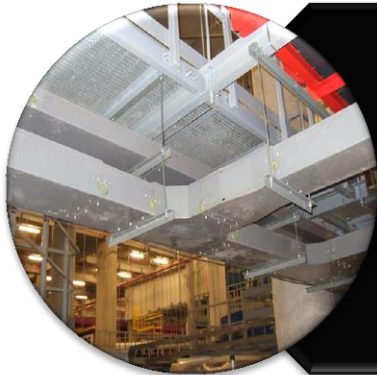
ติดตั้งระบบท่อให้เสร็จก่อนเดินสายไฟ

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	เกิน 4
สายไฟทุกชนิด <i>ยกเว้น</i> สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

# ช่องเดินสายอื่น

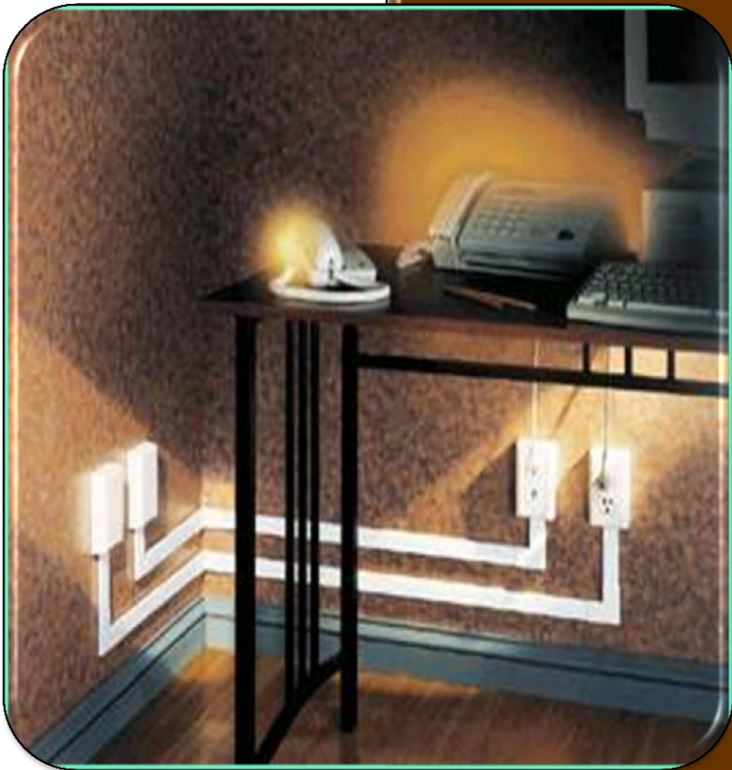


ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว



รางเดินสาย

# ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว ( Surface Nonmetallic Raceway )



- ทำด้วยวัสดุทนความร้อน บรยากาศ และสารเคมี ไม่ติดไฟ และบิดเบี้ยว จากความร้อนและสภาวะการใช้งาน
- ให้ใช้สำหรับเดินสายในสถานที่แห่ง  
เท่านั้น

# การใช้งาน...ห้ามใช้

- ในที่ซ่อน
- ที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพได้ นอกจากเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับงานนั้นแล้ว
- ในระบบแรงสูง ในปล่องชนของ
- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ในที่อุณหภูมิโดยรอบหรืออุณหภูมิสายเกิน อุณหภูมิช่องเดินสายฯ
- ขนาดกระแสใช้ตามตารางที่ 5-20 และต้องใช้ตัว  
คุณปรับค่าตามตารางที่ 5-8



# รางเดินสาย (Wireways)

- อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสาย
- ห้ามเดินในฝ้าเพดาน
- ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (raintight)
- มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง



**ห้ามใช้**

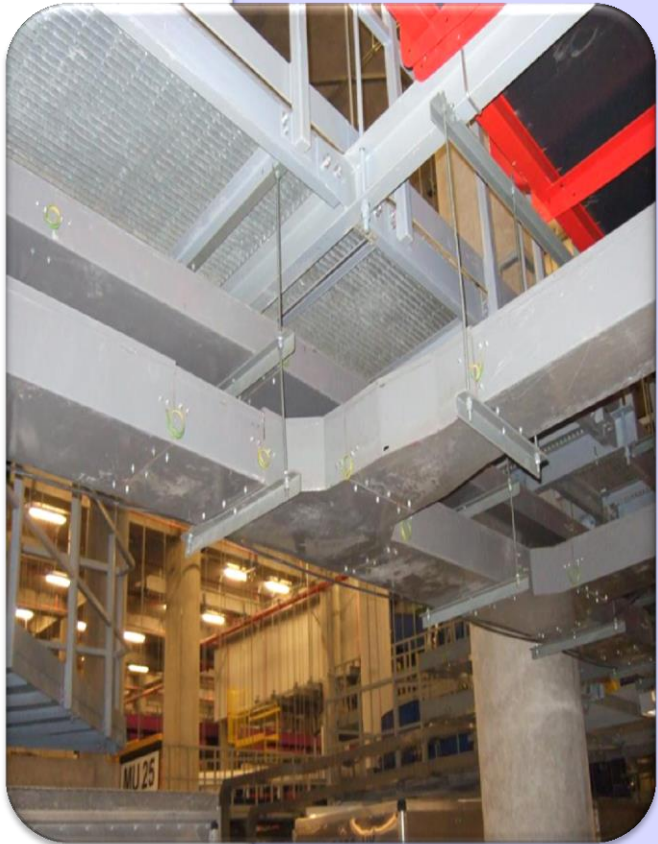
ในบริเวณที่อาจเกิดความ  
เสียหายทางกายภาพ

ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผู้กร่อน  
หรือในบริเวณอันตราย  
นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

รางเดินสายขนาดเกิน  
150x300 mm.



## จำนวนสายไฟฟ้าและขนาดกระแส



- **จำนวนสาย** พื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสายทุกเส้นรวมกัน ไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดรางเดินสาย
- **ขนาดกระแส** ให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-27 กรณีตัวนำกระแส 3 เส้น โดย **ไม่ต้องใช้** ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น

# การติดตั้งใช้งาน

จุดปลายรางต้องปิด

จับยึดทุกระยะ 1.5 ม. หรือมากกว่าได้ถ้าจำเป็นแต่ไม่เกิน 3 ม.

ห้ามต่อตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

ต่อสายได้เฉพาะส่วนที่เปิดและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลา

ห้ามใช้เป็นสายดิน

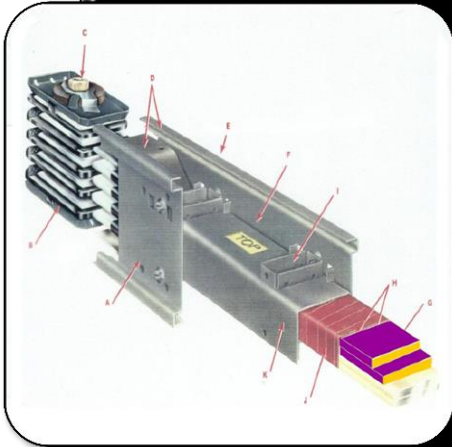
สายไฟแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็น  
กลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน

# การต่อลงดิน ของรางเดินสาย

- รางเดินสายต้องมีความ  
ต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต่อ  
ลงดิน
- ต้องมีการต่อฝากระหว่าง  
รางเดินสายกับแผงสวิตช์

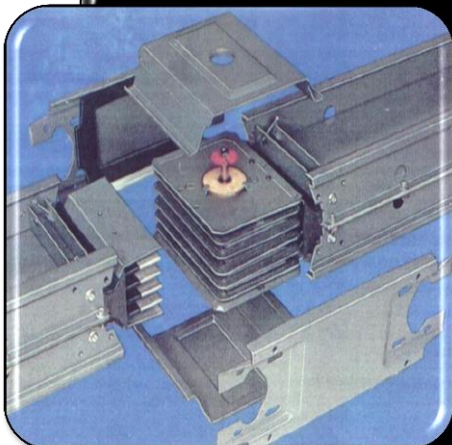


# บัสเวย์หรือบัสดัก



## ชนิด

- มีช่องระบายอากาศ
- ชนิดปิดมิดชิด



ตัวนำ เป็นทองแดง หรือ อะลูมิเนียม

- ต้องติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็นได้ และสามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาวทั้งหมด

# การใช้งาน...ห้ามใช้

- ในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ หรือมีไอ ทำให้ผู้กร่อน
- ในปล่องขนของ หรือปล่องลิฟต์
- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้
- กลางแจ้ง สถานที่เปียกชื้น นอกจากจะเป็นชนิดที่ ออกแบบให้ใช้ได้



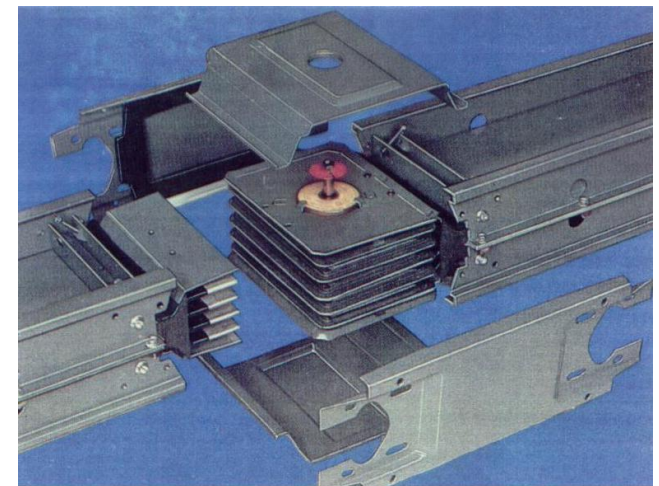
# การติดตั้งใช้งาน

- ต้องติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็นได้ และเข้าถึงเพื่อบำรุงรักษาได้ ตลอดความยาว
- ยกเว้น ยอมให้อยู่ในที่กำบังได้ ถ้า..ทุกข้อ
  - ไม่มีเครื่องป้องกันกระแสน้ำที่บัสเวย์
  - ช่องที่เข้าถึงได้ต้องไม่ใช่เป็นช่องลมปรับอากาศ
  - เป็นชนิดปิดมิดชิด
  - จุดต่อและเครื่องประกอบ ต้องเข้าถึงได้เพื่อบำรุงรักษา



# การติดตั้งใช้งาน

- ต้องยึดอย่างมั่นคง ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 1.5 ม. หรือตามการออกแบบของผู้ผลิต
- การต่อแยก ต้องใช้เครื่องประกอบที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- การลดขนาด ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ยกเว้น..ในงานอุตสาหกรรมที่บัสเวย์ที่ลดมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 1/3 ของพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้นทาง และยาวไม่เกิน 15 ม.



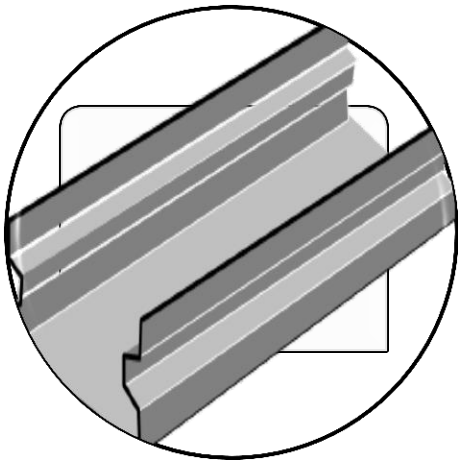
# การติดตั้งใช้งาน

- ต้องไม่ติดตั้งให้สัมผัสกับวัสดุที่ติดไฟง่าย
- การต่อแยกต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุด
- เปลือกโลหะต้องต่อลงดินและใช้เป็นสายดินได้ ถ้าได้ออกแบบไว้แล้ว
- ขนาดกระแส ใช้ตามผู้ผลิต



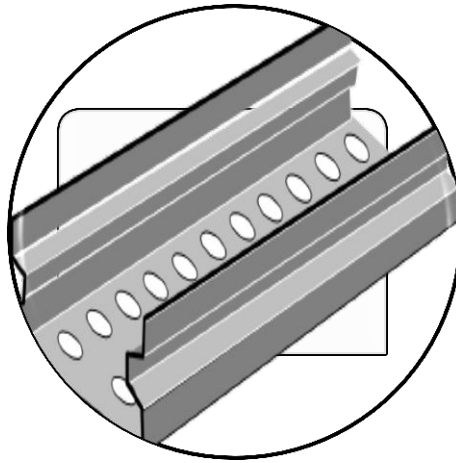


# รางเคเบิล (Cable Trays)



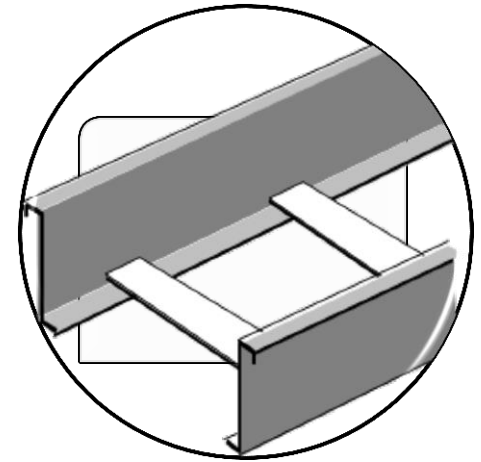
แบบด้านล่าง  
ทึบ

มี หรือ ไม่มีฝาปิด



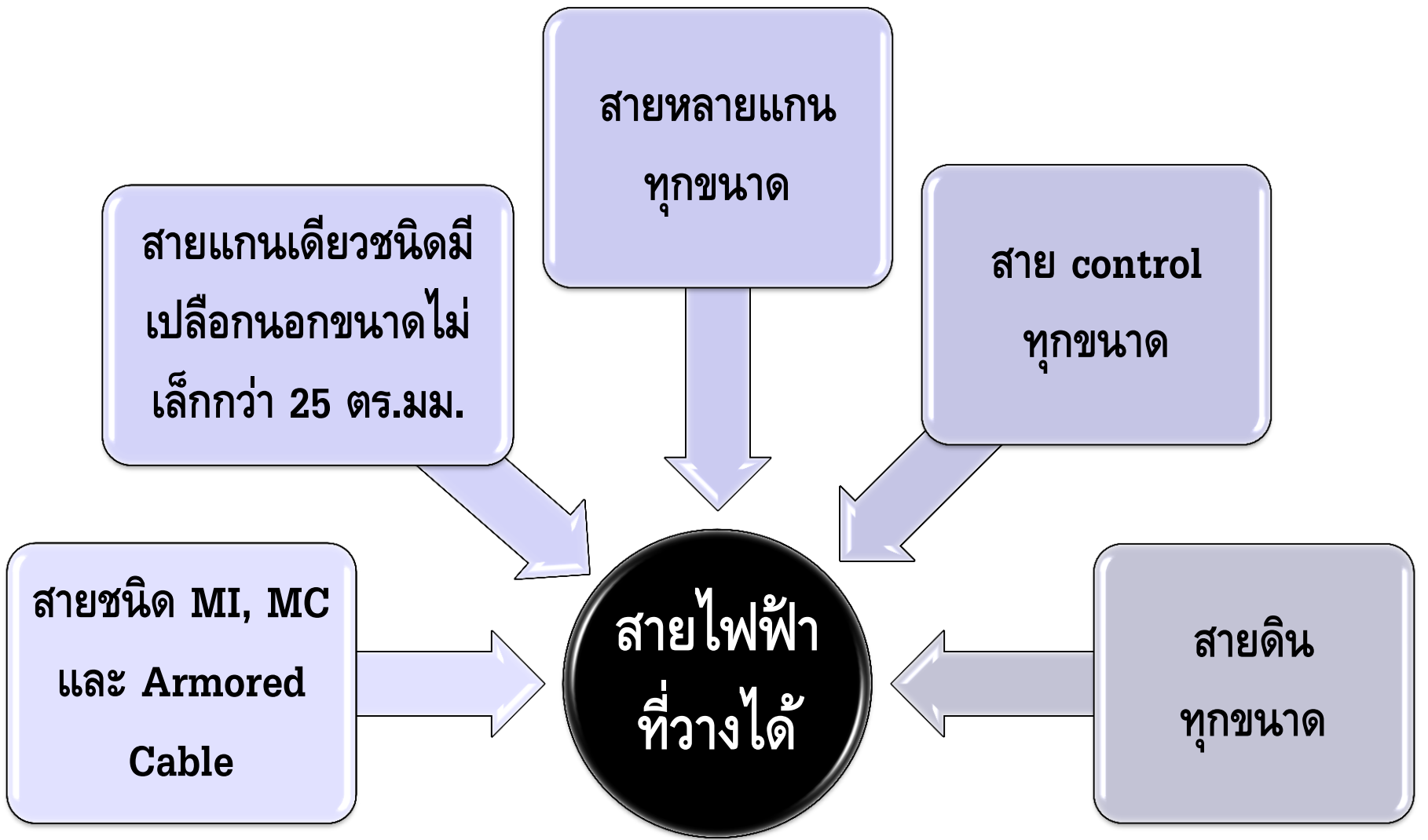
แบบระบาย  
อากาศ

ไม่มีฝาปิด



แบบบังแดด

ไม่มีฝาปิด



# การติดตั้งใช้งาน...ห้ามใช้

ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้

ในปล่องลิฟต์ หรือที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

ในที่ซึ่งสายถูกแสงแดดโดยตรง สายต้องทนแดดได้

เป็นสายดิน

ห้าม ท่อสำหรับงานอื่นวางบนรางเคเบิล

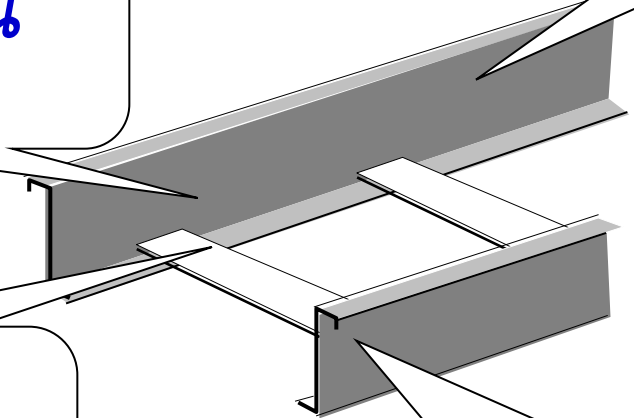
# โครงสร้าง

มีผนังด้านข้าง

ป้องกันการผุกร่อน

มีความแข็งแรง  
ไม่มีส่วนแหลมคม

ชนิดโลหะ ต้องทำจาก  
วัสดุต้านเปลวเพลิง



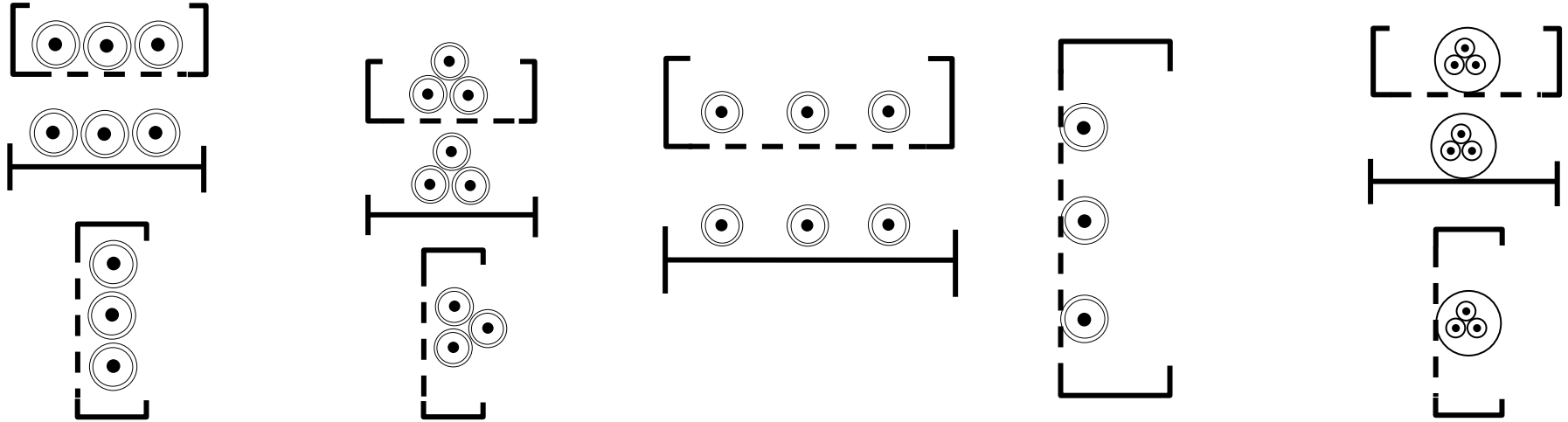
# ไม่มีผนังด้านข้าง... ไม่ถูกต้อง



# การติดตั้งรางเคเบิล

- ต้องมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า
- เมื่อเดินสายแยกเข้าช่องเดินสายอื่น ต้องจับยึดให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม
- ห้าม ติดตั้งสายเคเบิลแรงต่ำรวมกับแรงสูง นอกจากจะกั้นด้วยแผ่นกั้นที่แข็งแรงและไม่ติดไฟ
- ต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างพอเพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก

# การวางสายไฟฟ้า และขนาดกระแส



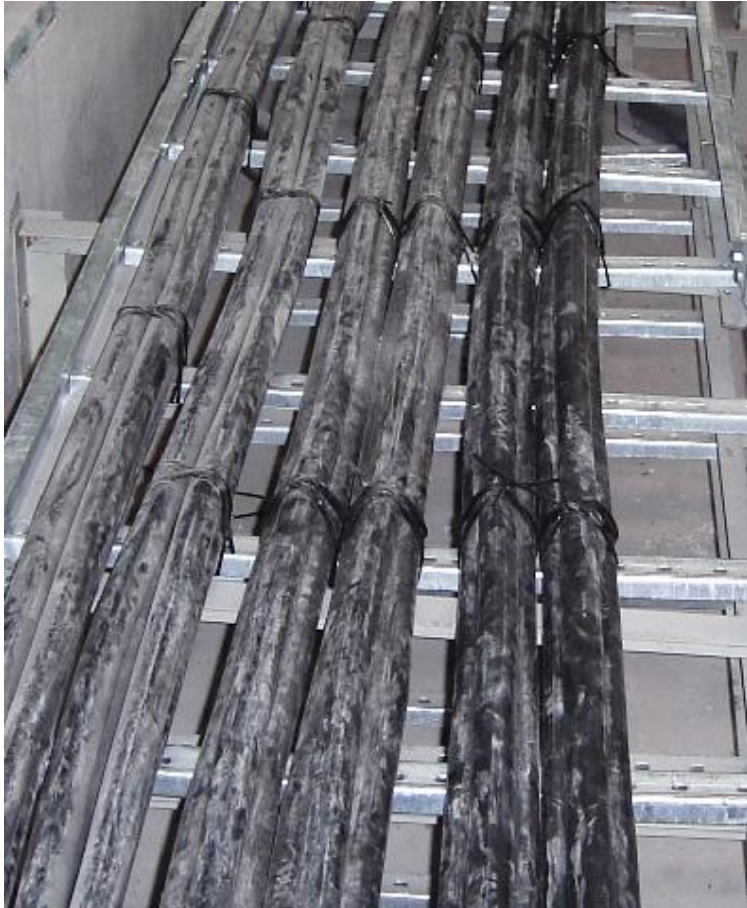
- ขนาดกระแสของสายเคเบิลแรงต่ำในรางเคเบิล เป็นไปตามตารางที่ 5-30 ถึง 5-33
- ถ้าเดินสายมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้รับค่ากระแสตามตารางที่ 5-40 และ 5-41 สำหรับรางชนิด **ด้านล่างที่บมีฝาปิด** ให้รับค่ากระแสตามตารางที่ 5-8

# จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำและขนาดกระแส





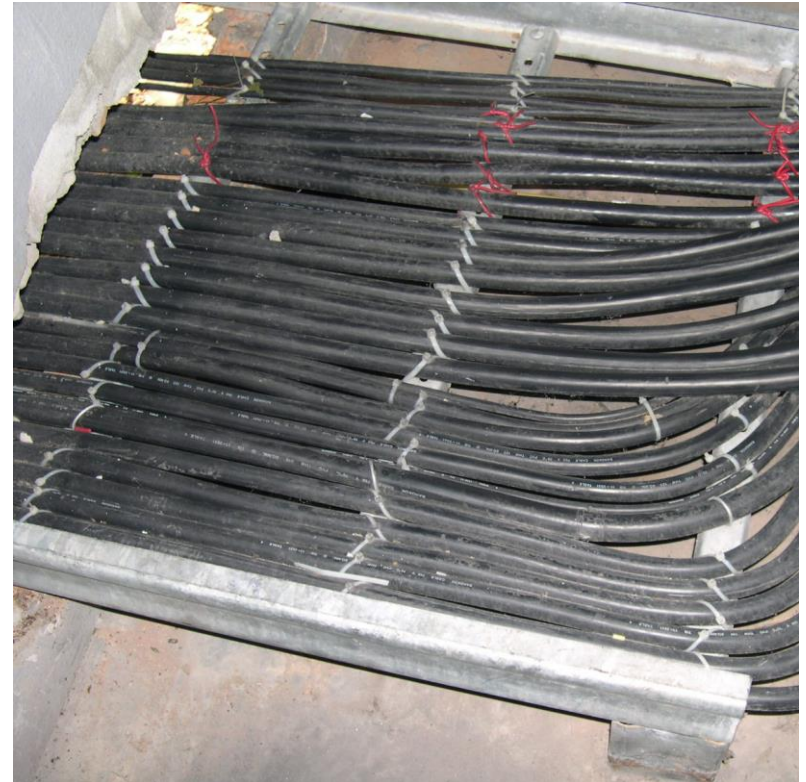
# การติดตั้งสายในรางเคเบิล



- การต่อสายต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิลและไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล
- เมื่อเดินสายแกนเดี่ยว สายเส้นไฟและเส้นศูนย์ของแต่ละวงจรต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่มและมัดเข้าด้วยกัน เพื่อป้องกันกระแสไม่สมดุลเนื่องจากการเหนี่ยวนำ และป้องกันการเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

อื่นๆ

- จำนวนสายเคเบิลและขนาด  
กระแสนะบบแรงสูงในราง  
เคเบิลเป็นไปตามที่กำหนด  
ในตารางที่ 5-36
- การเดินสายในรางเคเบิลให้  
ทำได้เท่าที่กำหนดไว้ในข้อ  
5.15 นี้เท่านั้น



## หัวข้อบรรยาย

ข้อ 5.1- 5.15 ข้อกำหนดการเดินสาย

ข้อ 5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า

ข้อ 5.17 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตช์

ข้อ 5.18 สายไฟฟ้า

**ขอบเขต** ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด

**ยกเว้น** การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น มอเตอร์ แผงควบคุม ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน

# กล่องสำหรับ งานไฟฟ้า



ครอบคลุม กล่องจุดต่อไฟฟ้า  
กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่อง  
ต่อแยก และกล่องอื่นที่ใช้เพื่อการ  
เดินสาย





# กล่องต่อสาย

- ทำจากวัสดุป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม
- เมื่อติดตั้งแล้ว ต้องเข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อส่วนของอาคาร และมีที่ว่างให้ทำงานได้สะดวก
- ต้องมีฝาปิด และปิดอย่างแน่นหนา
- เมื่อปิดแล้ว ต้องไม่มีรูหรือช่องที่วัสดุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มม. ใสเข้าไปได้



# กล่องต่อสาย ต้องปิดฝา



# แผงสวิตช์และแผงย่อย

เป็นแผงไฟสำหรับควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างและ  
ไฟฟ้ากำลัง

รวมทั้งแผงชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่



## แผงสวิตช์ (Switchboard) คือ

- แผงขนาดใหญ่แผงเดียวหรือหลายแผงประกอบกัน ใช้ติดตั้ง สวิตช์ เครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องวัดฯ อื่นๆ โดยทั่วไปเข้าได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง



## แผงย่อย (Panelboard) คือ



- แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยวที่ออกแบบให้ประกอบรวมเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยเครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจมีหรือไม่มีสวิตช์ก็ได้ แผงย่อยออกแบบให้ติดตั้งในตู้หรือกล่องที่ติดตั้งผนัง เข้าถึงได้ เฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

# ข้อกำหนดทั่วไป

(ทั้งแผงสวิตช์และแผงย่อย)



- ต้องอยู่ในห้องหรือสถานที่ซึ่งจัดไว้โดยเฉพาะ
- ห้ามมีท่อหรืออุปกรณ์อื่นอยู่ เหนือ ในห้อง ทางเดิน  
เข้าห้อง **ยกเว้น...**
  - ระบบดับเพลิงสำหรับแผงสวิตช์ฯหรือแผงย่อย
  - ระบบปรับอากาศและดูดอากาศ

## ยกเว้น

ไม่ต้องติดตั้งใน  
ห้อง

แผงสวิตช์ฯ ที่ติดตั้งทั่วไป แยกจากบริภัณฑ์  
อื่นเช่น อยู่ในที่สูง ในที่ล้อม มีสิ่งปกปิด มีการ  
ป้องกันทางกล การสัมผัส ความเสียหายจาก  
การรั่วไหลของระบบท่อต่างๆ


ชนิดติดตั้งภายนอกอาคารมีเครื่องห่อหุ้มที่ทน  
สภาพอากาศ และมีการป้องกันการสัมผัส พ้น  
จากยานพาหนะ การรั่วไหลของระบบท่อ

# การจับยึดบัสบาร์และตัวนำ

- ตัวนำและบัสบาร์ ต้องจับยึดอย่างมั่นคง
- ตัวนำของอุปกรณ์ในช่องใด ต้องเดินในช่องนั้น ยกเว้น การเชื่อมต่อของสายควบคุม
- บัสบาร์และขั้วต่อสายต้องมีการกั้นแยกจากส่วนอื่นๆ
- การจัดวางบัสบาร์และตัวนำ ต้องหลีกเลี่ยงความร้อนจากการเหนี่ยวนำ
- การจัดเฟส เฟส A B C เรียงดังนี้
  - จากด้านไปหลัง
  - จากด้านบนลงล่าง
  - จากซ้ายมือไปขวามือ

# การทำเครื่องหมายแสดงเฟส...อย่างใดอย่างหนึ่ง

## ● เป็นตัวอักษร

- L1 สำหรับ เฟส 1 หรือเฟส A
- L2 สำหรับ เฟส 2 หรือเฟส B
- L3 สำหรับ เฟส 3 หรือเฟส C
- N สำหรับ นิวทรัล
- E หรือ  สำหรับ บัสดิน/ขั้วสายดิน

## ● เป็นสี

- สีนํ้าตาล สำหรับ เฟส 1 หรือเฟส A
- สีดำ สำหรับเฟส 2 หรือเฟส B
- สีเทา สำหรับเฟส 3 หรือเฟส C
- สีฟ้า สำหรับนิวทรัล
- สีเขียว สำหรับ บัสดิน/ขั้วสายดิน หรือเขียว แถบเหลือง

## แผงสวิตช์...ข้อกำหนดการติดตั้งที่สำคัญ



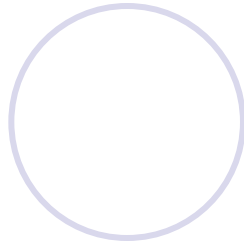
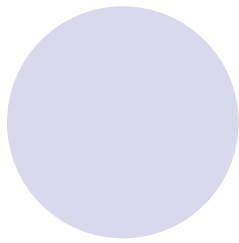
แผงสวิตช์ที่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง ต้องติดตั้งในที่แห้ง เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เท่านั้น การติดตั้งนอกอาคาร ต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนสภาพอากาศ หรือเป็นชนิดที่เหมาะสม



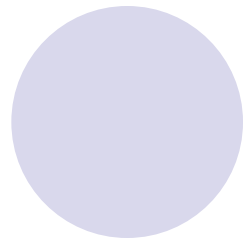
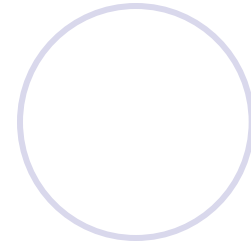
ถ้าติดตั้งในพื้นที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องป้องกันไม่ให้เกิดเพลิงไหม้กับวัตถุข้างเคียง



ส่วนบนอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 ม. หากเพดานไม่ติดไฟหรือมีแผ่นกันชนไฟ ระยะห่างลดเหลือ 0.60 ม.



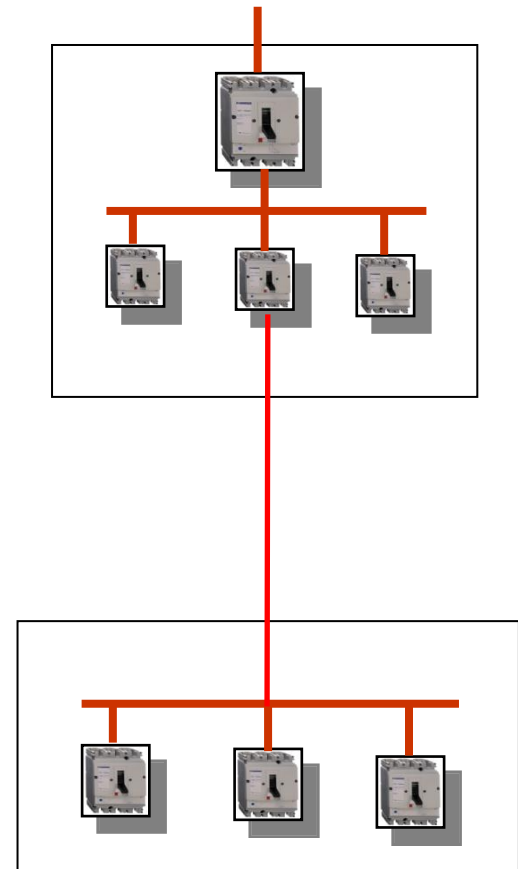
## แผงย่อย



- มีพิกัดไม่ต่ำกว่าขนาดสายป้อนที่คำนวณได้
- การติดตั้งในที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันน้ำเข้าแผง และติดตั้งห่างผนังไม่น้อยกว่า 5 มม.
- ตัวแผงต้องติดตั้งในตู้ และเป็นแบบด้านหน้าไม่มีไฟ (ยกเว้นขนาดไม่เกิน 16 A. 1P)
- ฟิวส์อยู่ด้านโหลดของสวิตช์ และแผงต้องมีการต่อลงดิน

# แผงย่อย...การป้องกันกระแสเกิน

- แผงย่อยของวงจรย่อยแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกแผง ต้องมีการป้องกันกระแสเกินด้านไฟเข้า ยกเว้น สายป้อนนั้น มีเครื่องป้องกันกระแสเกินแล้ว
- แผงย่อยที่ประกอบด้วยสวิตช์ธรรมดา ขนาดไม่เกิน 30A หลายตัว ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน พิกัดไม่เกิน 200A
- จำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน 42 ขั้ว ไม่รวมตัวเมน





# โครงสร้าง

(แผงสวิตช์และแผงย่อย)

ทำด้วยวัสดุไม่ดูดซับความชื้นและไม่ติดไฟ

วงจรเครื่องวัด หลอดไฟสัญญาณ ต้องใช้เครื่องป้องกันกระแสเกิน พิกัดไม่เกิน 16A. ยกเว้นการทำงานของเครื่องป้องกันทำให้เกิดความเสียหายต่อการทำงานของอุปกรณ์นั้น

ใบมีดที่เปิดโล่ง เมื่อปลดต้องไม่มีไฟ ยกเว้น มีการกั้นที่เหมาะสม

# แผงสวิตช์แรงสูง..แรงดันไม่เกิน 33 kV.

- ข้อกำหนดโครงสร้างเหมือนแรงต่ำ และเพิ่มเติมดังนี้
  - ถ้าเป็นบริภัณฑ์ประธาน ต้องเป็นไปตามบริภัณฑ์ประธาน ในบทที่ 3 ด้วย
  - ตัวนำและบัสบาร์ ต้องติดตั้งอย่างมั่นคง มีการทำเครื่องหมายดังนี้
    - แดง สำหรับเฟส R
    - เหลือง สำหรับเฟส Y
    - น้ำเงิน สำหรับเฟส B

# แผงสวิตช์แรงสูง..

ต้องมี *GROUND BUS* ด้วย

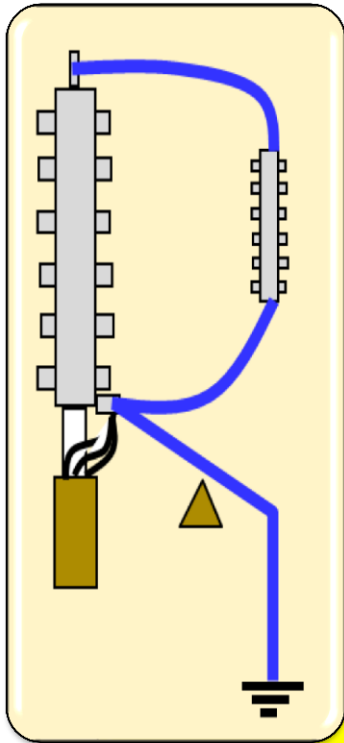
## Copper Bus

- ไม่เล็กกว่า 95 ตร.มม. สำหรับ 12 KV.
- ไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. สำหรับ 24 KV.
- ไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม. สำหรับ 33 เควี

## Aluminum Bus

- มีขนาดกระแสไม่น้อยกว่า Copper Bus

# Surge Arrester....ถ้ามี



- สายดินของอะเรสเตอร์ต่อลงดินร่วมกับซิลด์ของสายใต้ดิน และแยกจาก GROUND BUS ของแผงสวิตช์
- สายดิน ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนทนแรงดันไม่ต่ำกว่า 1,000 V. ขนาดไม่เล็กกว่า 16 ตร.มม. วางบนลูกถ้วยพิกัดแรงดัน 1,000 V.

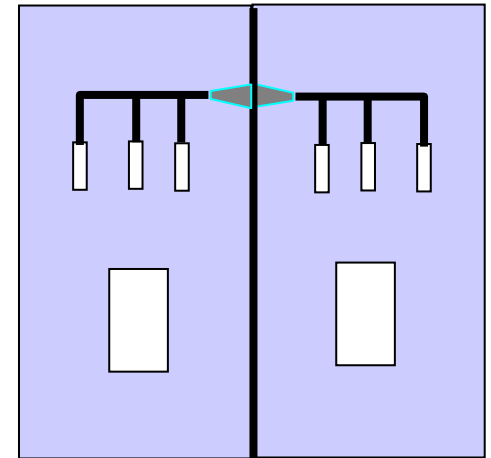
# การต่อลงดิน



- ใช้สายต่อ GROUND BUS ลงดิน
- บานประตูต้องต่อฝากเข้ากับตู้ มีขนาดที่จะรับกระแสลัดวงจรได้ หรือ ใช้สายทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. หรือ ผ่านการทดสอบจากผู้ผลิต
- สายดินแรงสูงกับแรงต่ำ ต้องแยกจากกันและแยกหลักดินด้วย ยกเว้น ความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 1 โอห์ม และห่างจากสถานีย่อยไม่น้อยกว่า 1 กม. ให้ต่อหลักดินแรงสูงกับแรงต่ำเข้าด้วยกันได้

# ตัวตู้.. (ไม่บังคับใช้กับ *Liquid or Gas Insulated*)

- มีช่องระบายแรงดัน (Pressure Relief Flap)
- ระหว่างแผงสวิตช์ด้วยกัน หรือกับหม้อแปลง ต้องมีแผ่นกั้นโดยตลอด จุดที่สายผ่านต้องใช้ อุปกรณ์ที่เหมาะสมเช่น Draw-Through Bushing
- แผ่นกั้น ถ้าเป็นโลหะต้องหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ถ้าเป็นวัสดุไม่ติดไฟและดูดซับความชื้นอื่น ต้องหนาไม่น้อยกว่า 3 มม.



- **การต่อสาย** ต้องทำใน Low Voltage Compartment เท่านั้น (ยกเว้นสายที่ต้องต่อกับอุปกรณ์แรงสูง) ที่ Compartment แรงต่ำ ต้องมีการป้องกันการสัมผัสไฟฟ้าแรงสูงขณะบำรุงรักษา
- **ตัวตู้** ต้องมีแผ่นปิดด้านล่าง เพื่อป้องกันสัตว์เข้าไปในตู้



# ตัวตู้

- ตัวอย่าง ไม่มีฝาปิดด้านล่างของ MDB ทำให้มีฝุ่นเข้า หรือสัตว์เข้าไป ทำความเสียหายแก่อุปกรณ์เช่น สายไฟฟ้า ทำให้ความเป็นฉนวนลดลง





## สวิตช์ต่อลงดิน (Earthing Switch)

- หากสวิตช์ต่อลงดินติดตั้งด้านไฟเข้าของ Load break switch ต้องมีที่ล็อกกุญแจที่สามารถล็อกสวิตช์ต่อลงดินได้ทั้งตำแหน่งเปิดและปิด และมีป้ายเตือน “ก่อนสับสวิตช์ต้องแจ้งการไฟฟ้าฯ”
- หากอยู่ในพื้นที่จ่ายไฟด้วยระบบสายใต้ดิน ซึ่งแผงสวิตช์แรงสูงรับไฟจาก Ring main unit ของการไฟฟ้า ต้องเก็บกุญแจไว้ที่ Ring main unit ของการไฟฟ้า เท่านั้น



**THE END**

**ด้วยความปรารถนาดี**

**ลือชัย ทองนิล**