

การเลือกใช้สายไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้ง

นายธัมรัตน์ พรหมเพ็ญรังษี

- อนุกรรมการและเลขานุการ
คณะอนุกรรมการร่างมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, วสท
- เลขานุการ สมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย
- อุปนายก 2 สมาคมผู้ตรวจสอบและบริหารความปลอดภัยอาคาร
- วุฒิวิศวกรไฟฟ้า วฟก.818/ ACPE.01242-TH
- กรรมการผู้จัดการ บริษัท นอร์ธพลัส จำกัด

การเลือกขนาดสายไฟฟ้า

- ชนิดของสายไฟฟ้า
- ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ
- ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ชนิดของสายไฟฟ้า

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



ฉนวน PVC กับ XLPE

- อุณหภูมิใช้งาน
- PVC 70°C (90°C)
- XLPE 90°C
- Flame retardant
- ควัน
- ความแข็งแรงทางกายภาพ



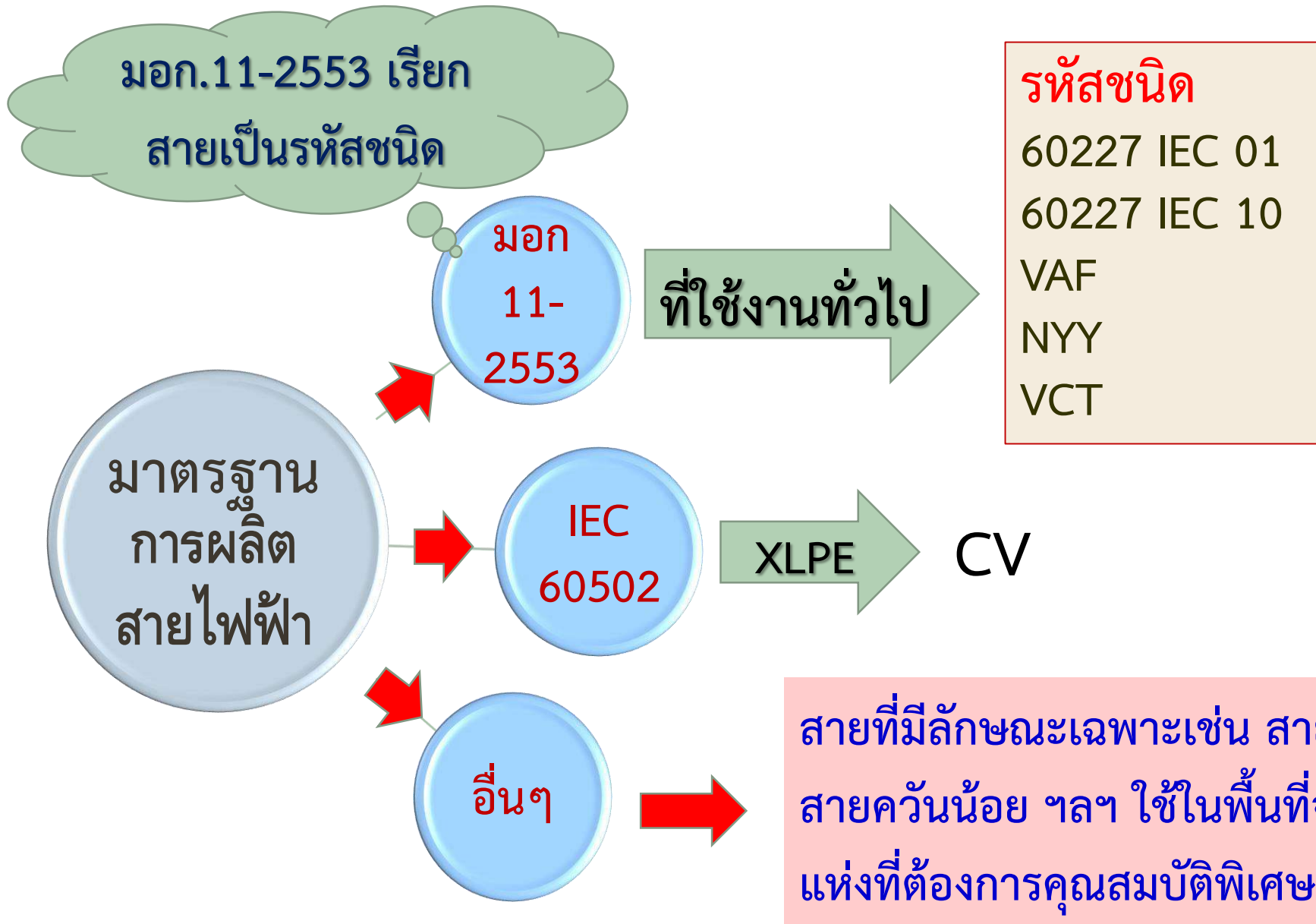
Ampacity

Loss

Voltage drop

ผลของความร้อนที่มีต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

การทนความร้อนจากกระแสลัดวงจร (I^2t)



มอก 11-2553



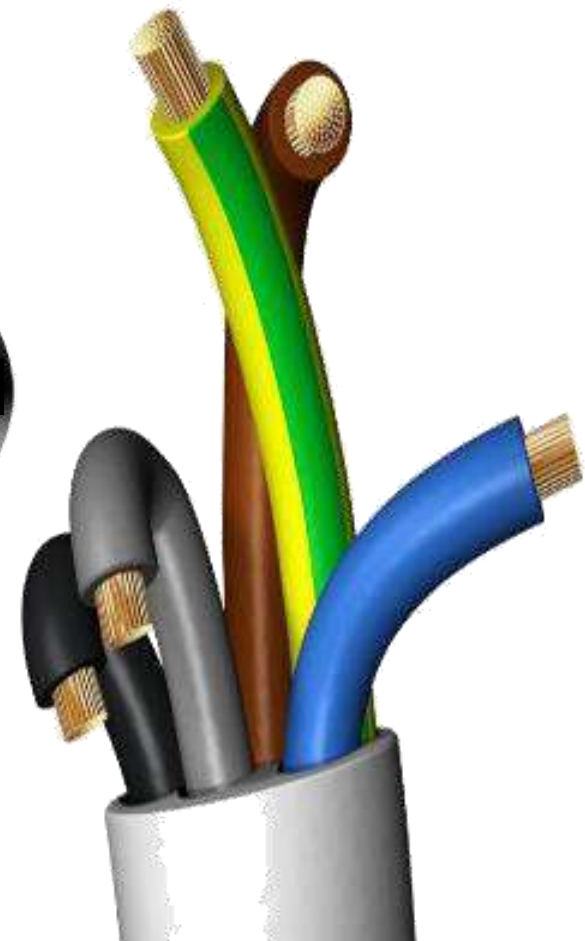
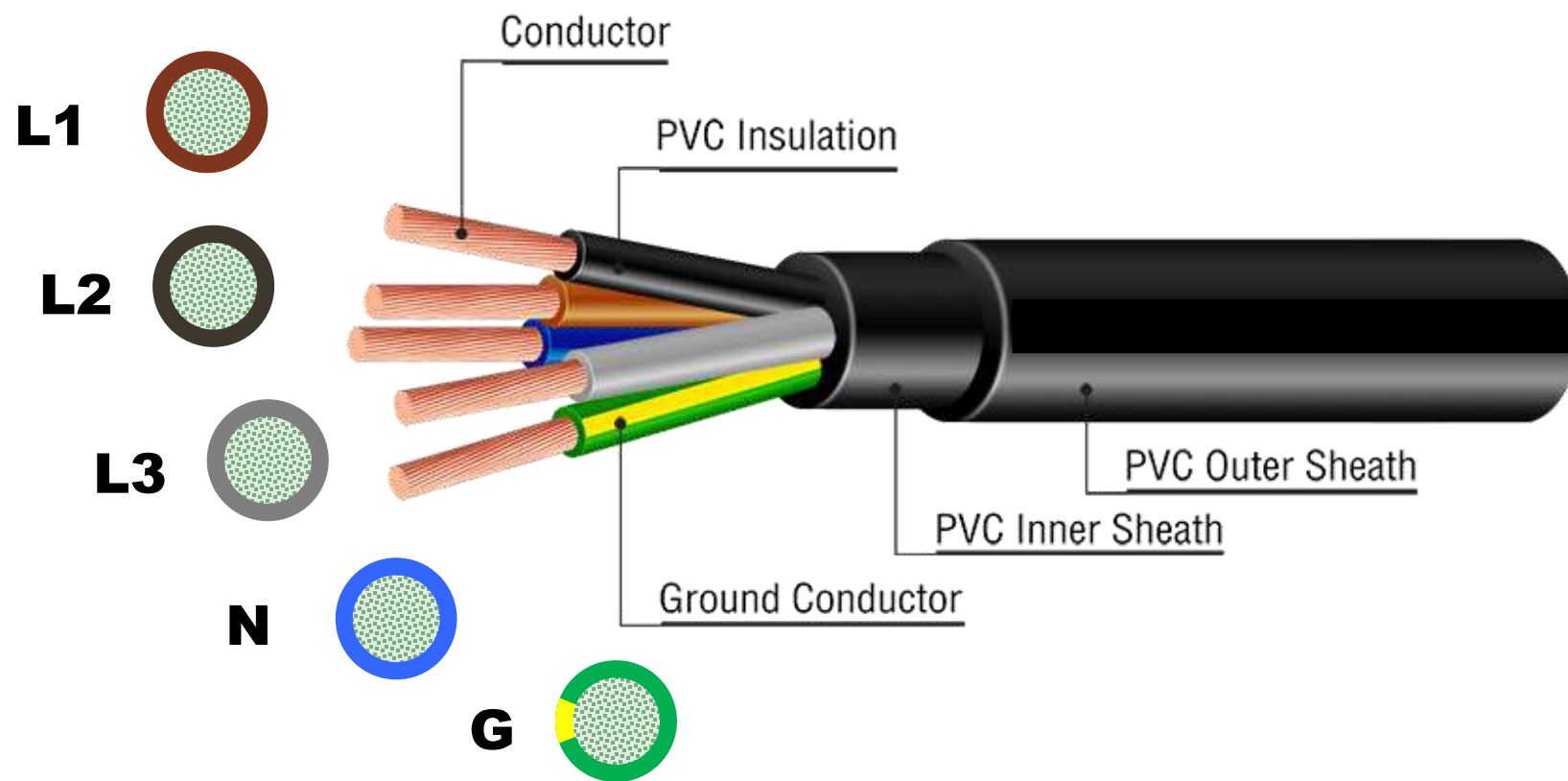
เป็นมาตรฐานบังคับใช้กับสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC

อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60227 แต่ยังคงสายตาม
มาตรฐานเดิมอยู่บ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

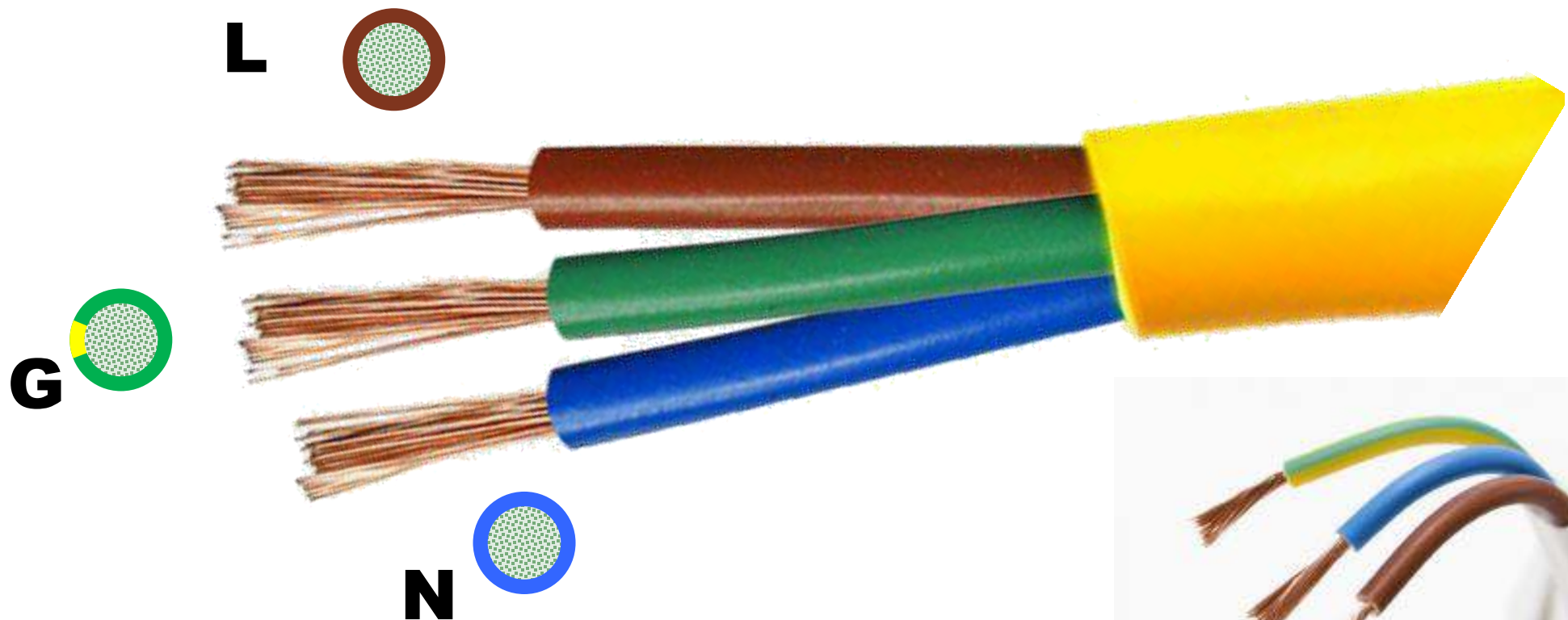
แรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า U_0/U ไม่เกิน 300/500 โวลต์
และ 450/750 โวลต์

อุณหภูมิใช้งานของสายไว้ 2 ค่าคือ 70°C และ 90°C

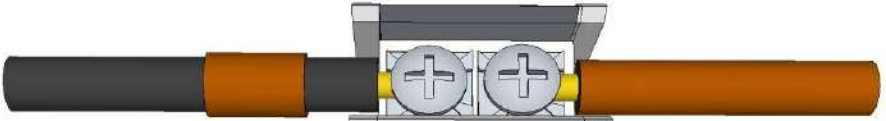
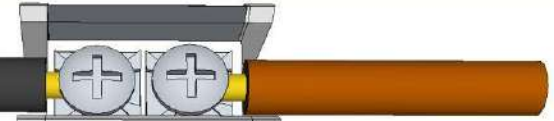
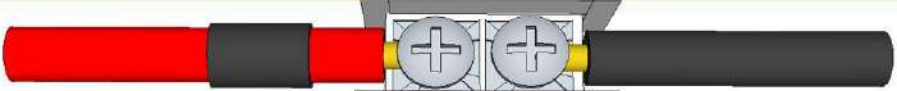
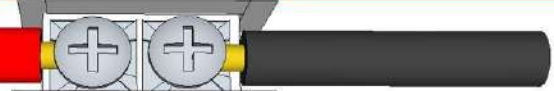
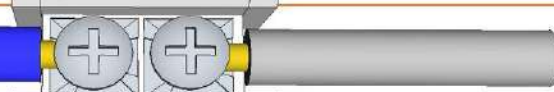
มาตรฐานสายไฟ ระบบ 3 เฟส

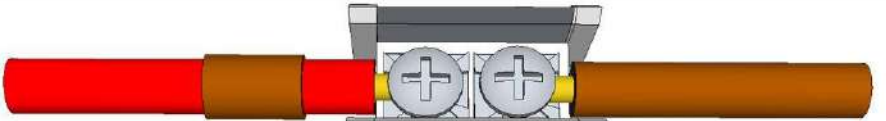
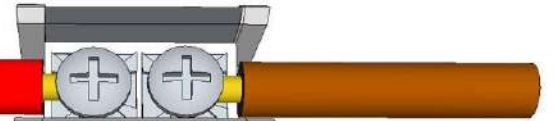
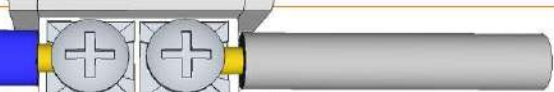
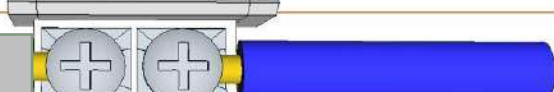


มาตรฐานสีสายไฟ ระบบ 1 เฟส



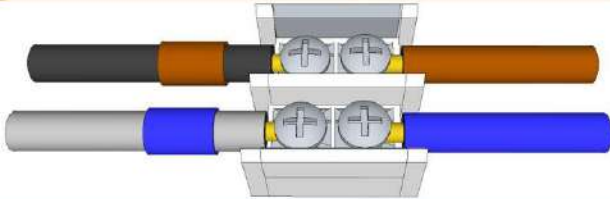
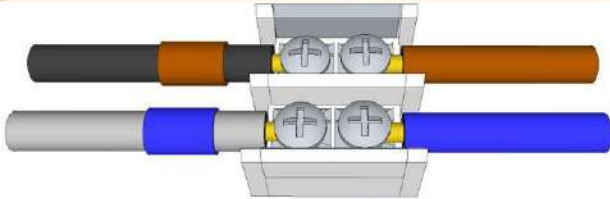
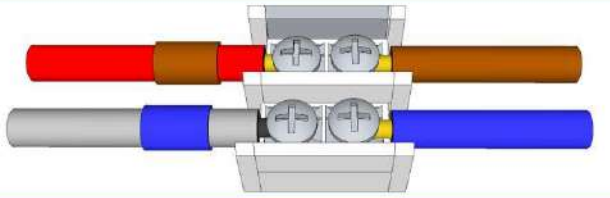
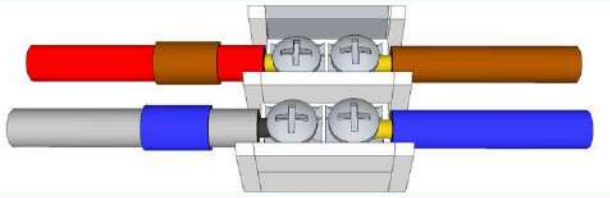
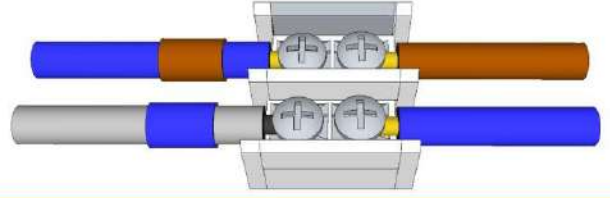
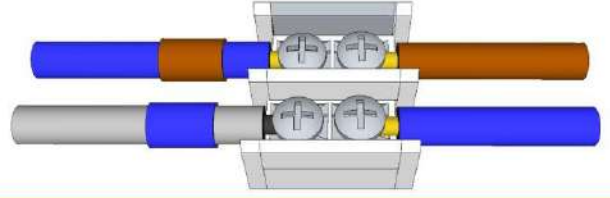
เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า 3 เฟส

ระบบสีสายในวงจรย่อย เพื่อจ่ายโหลด 3 เฟส		
สายตัวนำ	สีสายในระบบเก่าของไทย TIS 11-2531	สีสายในระบบใหม่ของไทย TIS 11-2553
เฟส R		
เฟส S		
เฟส T		
นิวทรัล		
วิเชียร บุษยบัณฑิต วุฒิวิศวกรไฟฟ้ากำลัง วฟก ๑๐๕๓		

ระบบสีสายในวงจรย่อย เพื่อจ่ายโหลด 3 เฟส		
สายตัวนำ	สีสายในระบบเก่าของไทย แดง-เหลือง-น้ำเงิน (เยอรมัน)	สีสายในระบบใหม่ของไทย TIS 11-2553
เฟส R		
เฟส S		
เฟส T		
นิวทรัล		
วิเชียร บุษยบัณฑิต วุฒิวิศวกรไฟฟ้ากำลัง วฟก ๑๐๕๓		

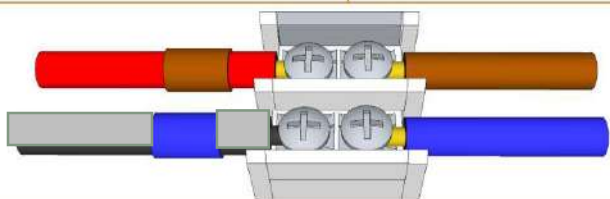
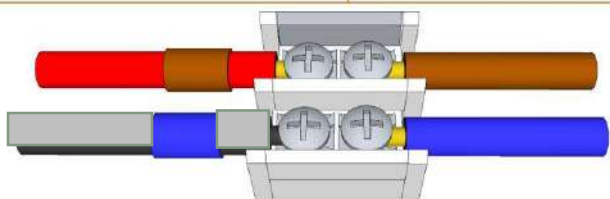
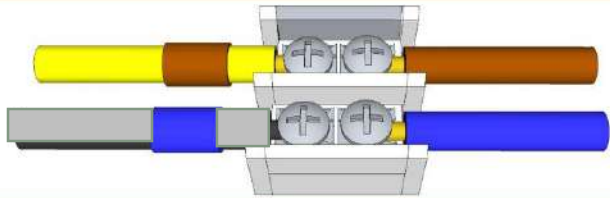
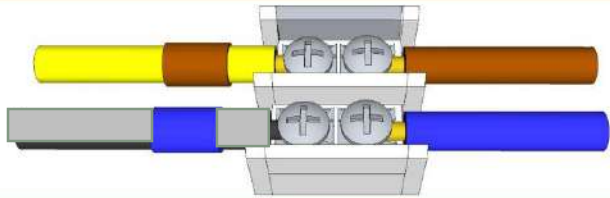
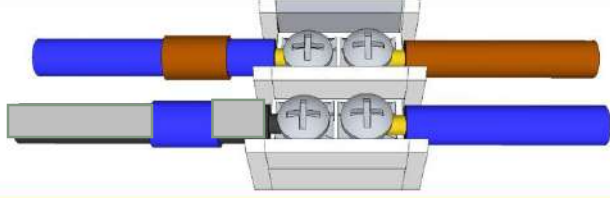
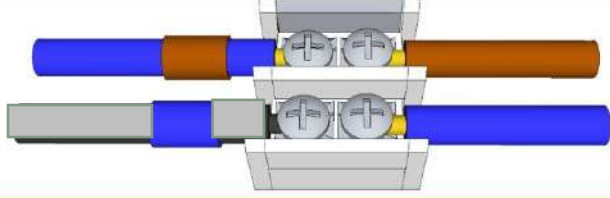
เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า 1 เฟส

การต่อเชื่อมสายไฟ 1 เฟส สีสระบบเก่ากับสีระบบใหม่

สีสายตัวนำ	สีสายในระบบเก่าของไทย TIS 11-2531	สีสายในระบบใหม่ของไทย TIS 11-2553
วงจร เฟส R		
วงจร เฟส S		
วงจร เฟส T		

วิเชียร บุญยบัณฑิต วุฒิวิศวกรไฟฟ้ากำลัง วพก ๑๐๕๓

การต่อเชื่อมสายไฟ 1 เฟส สีสระบบเก่ากับสีระบบใหม่

สีสายตัวนำ	สีสายในระบบเก่าของไทย แดง-เหลือง-น้ำเงิน (เยอรมัน)	สีสายในระบบใหม่ของไทย TIS 11-2553
วงจร เฟส R		
วงจร เฟส S		
วงจร เฟส T		

วิเชียร บุญยบัณฑิต วุฒิวิศวกรไฟฟ้ากำลัง วพก ๑๐๕๓



ตารางที่ 5-48 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี 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	● ใช้งานทั่วไป ● เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย ● ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดี่ยว	70°C	มี	450/750	● ใช้งานทั่วไป ● วางบนรางเคเบิล ● ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
	50-300		หลายแกน				
NYY-G	25-300		หลายแกน มีสายดิน				

สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01

- ขนาด	สายเดี่ยวแข็ง หรือ ตีเกลียว 1.5-400 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว
- สายดิน	ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70 °C
- เปลือก	ไม่มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง



สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01 (THW)



สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2553 เล่ม3, 60227 IEC 02 (THW-F)

- ขนาด	สายฝอย 1.5-240 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว/สายอ่อน
- สายดิน	ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70 °C
- เปลือก	ไม่มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง



สาย มอก.11-2553,60227 IEC 10

- ขนาด	สายตีเกลียว 1.5-35 ตร.มม.
- จำนวนแกน	หลายแกน (2,3,4,5)
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/500 V



สาย มอก.11-2553,60227 IEC 10



สาย มอก.11-2553, VAF

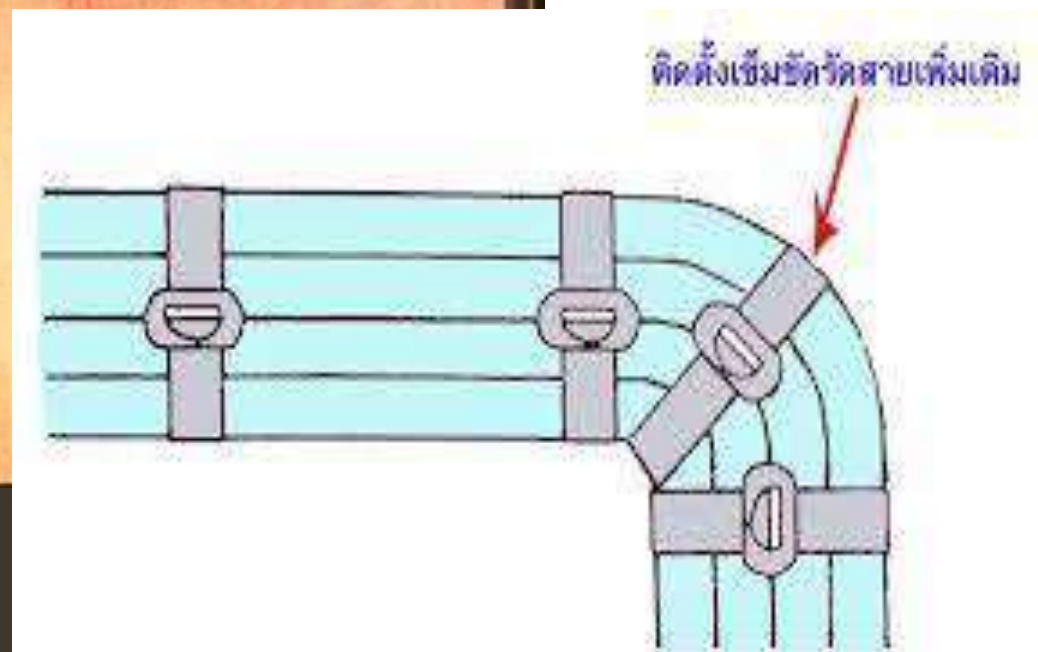
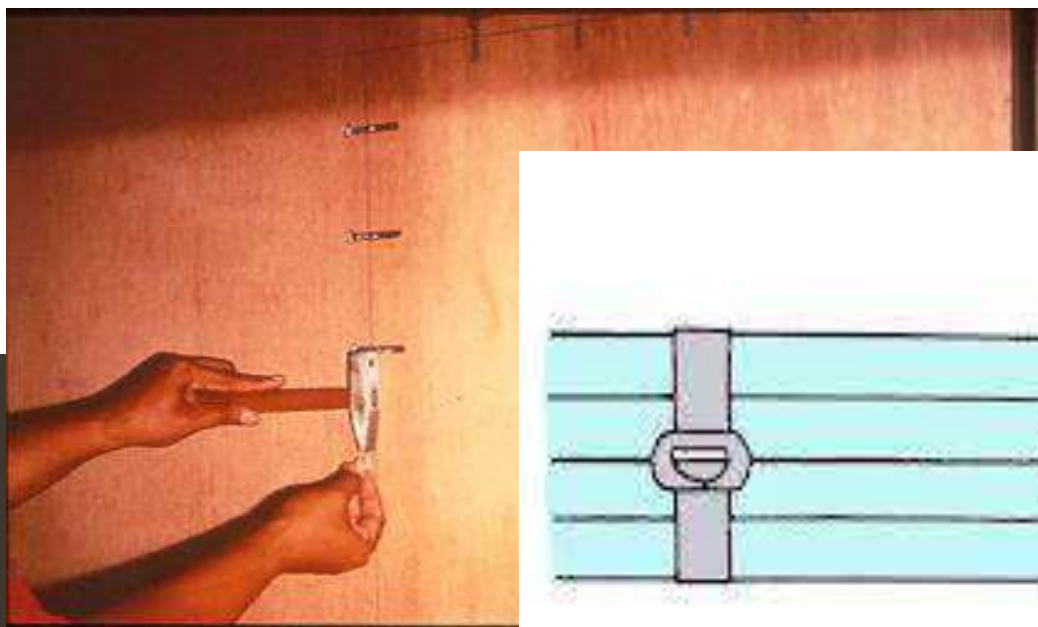
- ขนาด	สายเดี่ยวแข็ง หรือ ตีเกลียว 1.0-16 ตร.มม.
- จำนวนแกน	2 และ 2 แกนมีสายดิน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/500 V



การใช้งาน

- เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน

สาย มอก.11-2553, VAF



สาย มอก.11-2553 เล่ม 101, NYY,NYY-G

- ขนาด (ตีเกลียว)	แกนเดี่ยว 1.0-500 ตร.มม.
	หลายแกน 50-300 ตร.มม.
	หลายแกนมีสายดิน 25-300 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V



การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

สาย มอก.11-2553 เล่ม 101, VCT,VCT-G

ตัวนำมีลักษณะเป็นสายฝอย

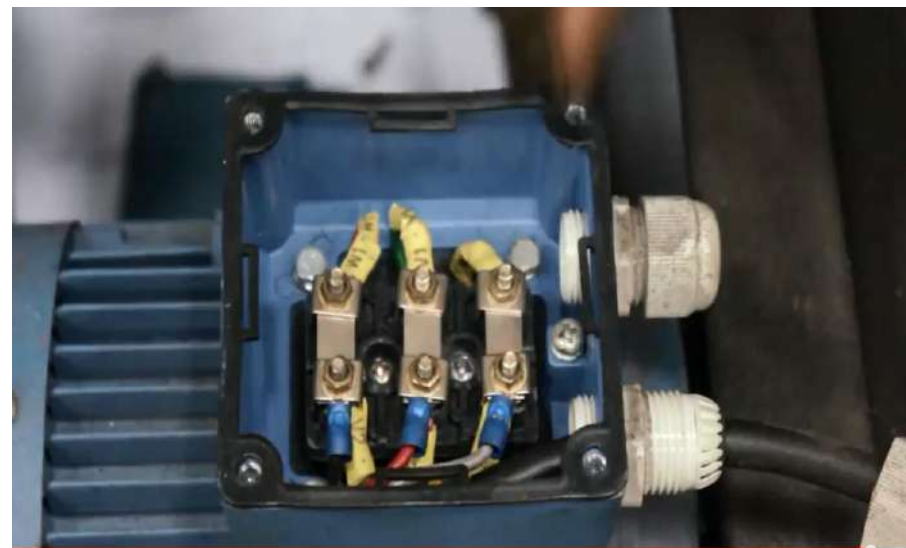
- ขนาด	สายฝอย 4-35 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว และ หลายแกน 1,2,3,4
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V



การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า
- วางบนรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

สาย มอก.11-2553 เล่ม 101, VCT,VCT-G



สาย มอก.11-2553 เล่ม 5, 60227 IEC 52 (VFF)

ตัวนำมีลักษณะเป็นสายอ่อน

- ขนาด	สายฝอย 0.5-0.75 ตร.มม.
- จำนวนแกน	หลายแกน (กลม/แบน)
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/300 V



การใช้งาน

- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิด
หีบยกได้ ใช้งานภายใน
เครื่องใช้ไฟฟ้า

สาย มอก.11-2553 เล่ม 5, 60227 IEC 53 (VKF)

ตัวนำมีลักษณะเป็นสายอ่อน



การใช้งาน

- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิด
หีบยกได้ (ใช้งานหนัก) ใช้
ต่อเข้าดวงโคม



- ขนาด	สายฝอย 0.75-2.5 ตร.มม.
- จำนวนแกน	หลายแกน 2,3,4,5
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/500 V

สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2553

สรุปชนิดสาย มอก.11-2553

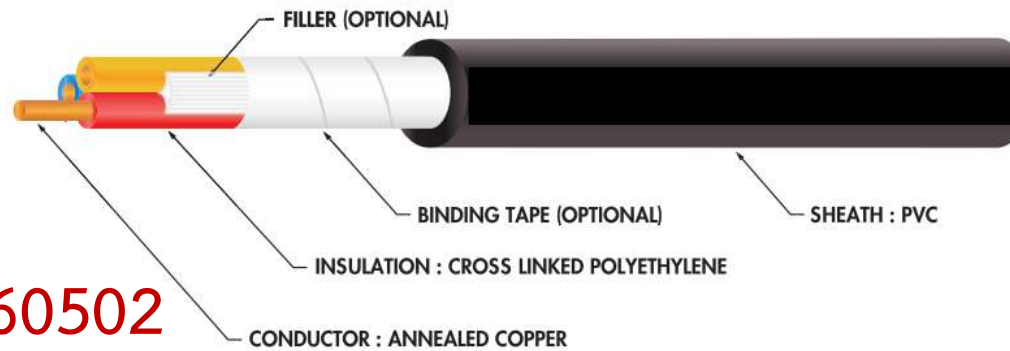
เล่ม	มอก.11-2531	มอก.11-2553	พิกัดแรงดัน	อุณหภูมิตัวนำสูงสุด	ชนิดฉนวน	ชนิดเปลือก	จำนวนตัวนำ	ชนิดตัวนำ	ขนาดตัวนำ (ตร.มม.)
3	THW	60227 IEC 01	450/750V	70°C	PVC/C	-	1	เส้นเดี่ยว	1.5 - 10
								ตีเกลียว	1.5 - 400
3	VSF	60227 IEC 02	450/750V	70°C	PVC/C	-	1	สายอ่อน	1.5 - 240
3	THW	60227 IEC 05	300/500V	70°C	PVC/C	-	1	เส้นเดี่ยว	0.5 - 1
3	VSF	60227 IEC 06	300/500V	70°C	PVC/C	-	1	สายอ่อน	0.5 - 1
3		60227 IEC 07	300/500V	90°C	PVC/E	-	1	เส้นเดี่ยว	0.5 - 2.5
3		60227 IEC 08	300/500V	90°C	PVC/E	-	1	สายอ่อน	0.5 - 2.5
4	NYY	60227 IEC 10	300/500V	70°C	PVC/C	PVC/ST4	2 - 5	เส้นเดี่ยว	1.5 - 10
								ตีเกลียว	1.5 - 35
5		60227 IEC 43	300/300V	70°C	PVC/D	-	1	สายอ่อน	0.5 - 0.75
5	VFF	60227 IEC 52	300/300V	70°C	PVC/D	PVC/ST5	2 - 3	สายอ่อน	0.5 - 0.75
5	VKF	60227 IEC 53	300/500V	70°C	PVC/D	PVC/ST5	2 - 5	สายอ่อน	0.75 - 2.5
5		60227 IEC 56	300/300V	90°C	PVC/E	PVC/ST10	2 - 3	สายอ่อน	0.5 - 0.75
5		60227 IEC 57	300/500V	90°C	PVC/E	PVC/ST10	2 - 5	สายอ่อน	0.75 - 2.5
101	VAF	VAF	300/500V	70°C	PVC/C	PVC/ST4	2	เส้นเดี่ยว	1 - 10
								ตีเกลียว	1 - 16
101	VAF-G	VAF-G	300/500V	70°C	PVC/C	PVC/ST4	3	เส้นเดี่ยว	1 - 10
								ตีเกลียว	1 - 16
101	NYY	NYY	450/750V	70°C	PVC/C	PVC/ST4	1	เส้นเดี่ยว	1 - 10
								ตีเกลียว	1 - 500
							2 - 4	ตีเกลียว	50 - 300
101	NYY-G	NYY-G	450/750V	70°C	PVC/C	PVC/ST4	3 - 5	ตีเกลียว	25 - 300
101	VCT	VCT	450/750V	70°C	PVC/D	PVC/ST5	1 - 4	สายอ่อน	4 - 35
101	VCT-G	VCT-G	450/750V	70°C	PVC/D	PVC/ST5	3 - 5	สายอ่อน	4 - 35

XLPE Insulated Cable and Cable with Flame Retardant



สายไฟฟ้าฉนวน XLPE (CV) และชนิดหน่วงไฟ (CV-FD)

โดยทั่วไปผลิตตาม IEC 60502



- ขนาด	แกนเดี่ยว 2.5-1,000 ตร.มม. หลายแกน 2.5-400 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	90°C
- เปลือก	มี (PVC)
- แรงดัน U_0/U	0.6/1 kV (Max.1.2 kV)

การใช้งาน:

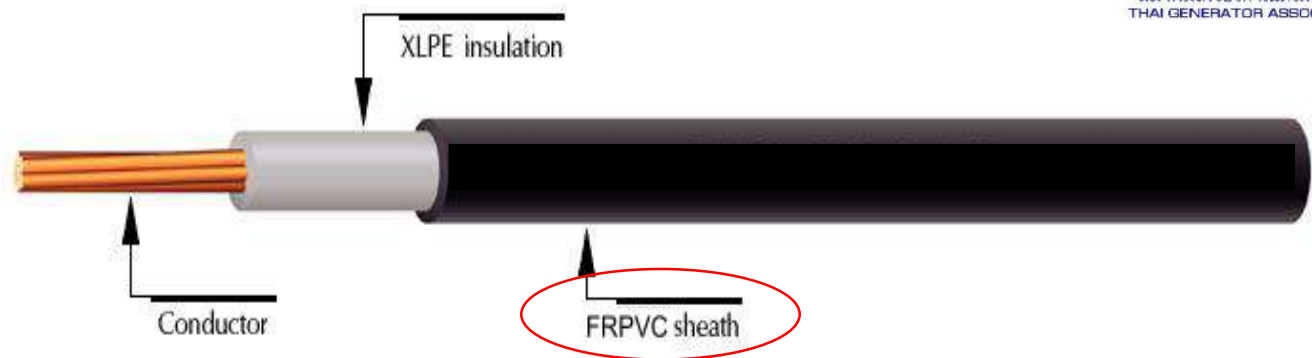
- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล
- เดินในอาคาร ต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกและฉนวนของสายมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (ไม่ลามไฟ) ตาม IEC 60332-3 Cat.C
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

CV Cable (ฉนวน XLPE)

CV-FD Cable (ฉนวน XLPE)

โดยทั่วไปผลิตตาม IEC 60502

- ขนาด	แกนเดี่ยว 2.5-1,000 ตร.มม. หลายแกน 2.5-400 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดี่ยว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	90°C
- เปลือก	มี (FRPVC) อาจมีเทปกั้นไฟลามเสริมภายใน โครงสร้างสาย
- แรงดัน U_0/U	0.6/1 kV (Max.1.2 kV)



การใช้งาน:

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล
- เดินในอาคาร ต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกและฉนวนของสายมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (ไม่ลามไฟ) ตาม IEC 60332-3 Cat.C
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

สายไฟฟ้า มอก.11-2553

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปสำหรับชนิด VAF และ VAF-G หรือ VAF/G

1		2		3		4		5				6
พื้นที่หน้าตัด ระบุ mm ²		ประเภทของตัวนำ ตาม มอก.2427		ความหนาฉนวน ค่าที่กำหนด mm		ความหนาเปลือก ค่าที่กำหนด mm		มิติเบ็ดเสร็จเฉลี่ยของสายไฟฟ้า mm				ความต้านทานต่ำสุด ของฉนวนที่ 70° C MΩ·km
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สาย 2 แกน	สาย 2 แกน มีสายดิน	สาย 2 แกน		สาย 2 แกนมีสายดิน		
								พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	
1	1	1	1	0.6	0.6	0.9	0.9	4.0×6.2	4.7×7.4	4.0×8.4	4.7×9.8	0.011 0
1.5	1.5	1	1	0.7	0.7	0.9	0.9	4.4×7.0	5.4×8.4	4.4×9.8	5.4×11.5	0.011 0
2.5	2.5	1	1	0.8	0.8	1.0	1.0	5.2×8.4	6.2×9.8	5.2×11.5	6.2×13.5	0.010 0
4	4	2	2	0.8	0.8	1.1	1.1	5.6×9.6	7.2×11.5	5.8×13.4	7.4×16.5	0.007 7
6	6	2	2	0.8	0.8	1.1	1.1	6.4×10.5	8.0×13.0	6.4×15.0	8.0×18.0	0.006 5
10	10	2	2	1.0	1.0	1.2	1.2	7.8×13.0	9.6×16.0	7.8×19.0	9.6×22.5	0.006 5
16	16	2	2	1.0	1.0	1.3	1.3	9.0×15.5	11.0×18.5	9.0×22.0	11.0×26.5	0.005 2

ตารางที่ 9 ข้อมูลทั่วไปสำหรับชนิด 60227 IEC 53

1	2	3	4	5	6
จำนวนและ พื้นที่หน้าตัดระบุของ ตัวนำ mm ²	ความหนาแน่น ค่าที่กำหนด mm	ความหนาเปลือก ค่าที่กำหนด mm	มิติเบ็ดเสร็จเฉลี่ยของสายไฟฟ้า		ความต้านทานต่ำสุด ของอุณหภูมิ 70 °C MΩ·km
			ต่ำสุด mm	สูงสุด mm	
2 × 0.75	0.6	0.8	5.7 หรือ 3.7 × 6.0	7.2 หรือ 4.5 × 7.2	0.011
2 × 1	0.6	0.8	5.9 หรือ 3.9 × 6.2	7.5 หรือ 4.7 × 7.5	0.010
2 × 1.5	0.7	0.8	6.8	8.6	0.010
2 × 2.5	0.8	1.0	8.4	10.6	0.009
3 × 0.75	0.6	0.8	6.0	7.6	0.011
3 × 1	0.6	0.8	6.3	8.0	0.010
3 × 1.5	0.7	0.9	7.4	9.4	0.010
3 × 2.5	0.8	1.1	9.2	11.4	0.009

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปสำหรับชนิด 60227 IEC 01

1	2	3	4		5
พื้นที่หน้าตัดระบุ ของตัวนำ mm ²	ประเภทของตัวนำ มอก.2427	ความหนาของฉนวน ค่าที่กำหนด mm	เส้นผ่านศูนย์กลางเบ็ดเสร็จเฉลี่ย		ความต้านทานต่ำสุดของ อุณหภูมิ 70 °C MΩ·km
			ต่ำสุด mm	สูงสุด mm	
1.5	1	0.7	2.6	3.2	0.011
1.5	2	0.7	2.7	3.3	0.010
2.5	1	0.8	3.2	3.9	0.010
2.5	2	0.8	3.3	4.0	0.009
4	1	0.8	3.6	4.4	0.008 5
4	2	0.8	3.8	4.6	0.007 7
6	1	0.8	4.1	5.0	0.007 0
6	2	0.8	4.3	5.2	0.006 5
10	1	1.0	5.3	6.4	0.007 0
10	2	1.0	5.6	6.7	0.006 5

มอก.11-2553 กำหนดคุณสมบัติ
อื่นๆ ไม่ได้กำหนดขนาดของลวด
ตัวนำไฟฟ้า

ตารางที่ 1 ประเภท 1 ตัวนำไฟฟ้าเส้นเดียวสำหรับสายไฟฟ้าแกนเดี่ยวและสายไฟฟ้าหลายแกน

1	2	3	4
พื้นที่หน้าตัดระบุ mm ²	ความต้านทานไฟฟ้าสูงสุดที่ 20° C		
	ตัวนำไฟฟ้าทองแดงอ่อนกลม		ตัวนำไฟฟ้าอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมเจือ กลม หรือรูปทรงอื่น ๆ ^ก
	ไม่เคลือบโลหะ	เคลือบโลหะ	
	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0.5	36.0	36.7	-
0.75	24.5	24.8	-
1.0	18.1	18.2	-
1.5	12.1	12.2	-
2.5	7.41	7.56	-
4	4.61	4.70	-
6	3.08	3.11	-
10	1.83	1.84	3.08 ^ข
16	1.15	1.16	1.91 ^ข
25	0.727 ^ข	-	1.20 ^ข
35	0.524 ^ข	-	0.868 ^ข
50	0.387 ^ข	-	0.641
70	0.268 ^ข	-	0.443
95	0.193 ^ข	-	0.320 ^ข
120	0.153 ^ข	-	0.253 ^ข
150	0.124 ^ข	-	0.206 ^ข
185	0.101 ^ข	-	0.164 ^ข
240	0.0775 ^ข	-	0.125 ^ข
300	0.0620 ^ข	-	0.100 ^ข
400	0.0465 ^ข	-	0.0778
500	-	-	0.0605
630	-	-	0.0469
800	-	-	0.0367
1 000	-	-	0.0291
1 200	-	-	0.0247

^ก ตัวนำไฟฟ้าอะลูมิเนียมขนาด 10 ตารางมิลลิเมตร ถึง 35 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นหน้าตัดกลมเท่านั้น ดูข้อ 5.1.1 ก)

^ข ดูหมายเหตุ ข้อ 5.1.1 ข)

^ค ดูหมายเหตุ ข้อ 5.1.2

^ด กรณีสายไฟฟ้าแกนเดี่ยว ตัวนำไฟฟ้าสามเหลี่ยมฐานโค้งสี่ส่วนอาจประกอบเป็นตัวนำไฟฟ้ากลมแกนเดี่ยว ค่าความต้านทานไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำไฟฟ้าที่ประกอบแล้วต้องมีค่าเป็นร้อยละ 25 ของตัวนำไฟฟ้าที่เป็นส่วนประกอบของแต่ละตัว

ตารางที่ ค.1 เส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดของตัวนำไฟฟ้าทองแดงกลม
ที่เป็นเส้นเดี่ยว ตีเกลียวไม่อัดแน่น และอ่อนตัวได้

1	2	3	4
พื้นที่หน้าตัด mm ²	ตัวนำไฟฟ้าในสายไฟฟ้า เส้นเดี่ยว (ประเภท 1)	ตีเกลียว (ประเภท 2)	ตัวนำไฟฟ้าอ่อน (ประเภท 5 และ 6)
	mm	mm	mm
0.5	0.9	1.1	1.1
0.75	1.0	1.2	1.3
1.0	1.2	1.4	1.5
1.5	1.5	1.7	1.8
2.5	1.9	2.2	2.4
4	2.4	2.7	3.0
6	2.9	3.3	3.9
10	3.7	4.2	5.1
16	4.6	5.3	6.3
25 ^ก	5.7	6.6	7.8
35 ^ก	6.7	7.9	9.2
50 ^ก	7.8	9.1	11.0
70 ^ก	9.4	11.0	13.1
95 ^ก	11.0	12.9	15.1
120 ^ก	12.4	14.5	17.0
150 ^ก	13.8	16.2	19.0
185	15.4	18.0	21.0
240	17.6	20.6	24.0
300	19.8	23.1	27.0
400	22.2	26.1	31.0
500	-	29.2	35.0
630	-	33.2	39.0
800	-	37.6	-
1 000	-	42.2	-

หมายเหตุ เป็นค่าที่ระบุไว้สำหรับตัวนำไฟฟ้าอ่อนเจนาให้ใช้กับตัวนำประเภท 5 และ ประเภท 6
^ก ดูข้อ 5.1.1 ข)

ค่าความต้านทานตัวนำไฟฟ้าสูงสุดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของสายไฟฟ้า
เส้นเดี่ยว ดีเกลียว และสายไฟฟ้าอ่อน (มอก.2427-2552)

ขนาดพื้นที่หน้าตัด	ความต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (R, Ohm/KM) ที่ 20° C		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุด (D, mm) คำนวณ*		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) มอก.2427	
	ตัวนำไฟฟ้าเส้นเดี่ยว (ประเภท 1) ** ตารางที่ 1 ไม่เคลือบโลหะ	ตัวนำไฟฟ้าดีเกลียว (ประเภท 2) ** ตารางที่ 2 ไม่เคลือบโลหะ	เส้นเดี่ยว (ประเภท 1)	ตัวนำดีเกลียว (ประเภท 2) (No/mm.)	เส้นเดี่ยว (ประเภท 1) สูงสุด**	ตัวนำดีเกลียว (ประเภท 2) สูงสุด**
0.5	36.00	36.00	0.779		0.90	
0.75	24.50	24.50	0.944		1.00	
1	18.10	18.10	1.099		1.20	
1.5	12.10	12.10	1.344		1.50	
2.5	7.41	7.41	1.717		1.90	
4	4.61	4.61	2.177	7/0.83	2.40	
6	3.08	3.08	2.664	7/1.01	2.90	
10	1.83	1.83	3.456	7/1.31	3.70	4.20
16	1.15	1.15	4.359	7/1.65	4.60	5.30
25	0.727	0.727	5.482	7/2.072	5.70	6.60

ตัวนำทองแดงมีความบริสุทธิ์ตามมาตรฐานผู้ผลิตที่ 99.98 %
(IME Grade กำหนดให้ความบริสุทธิ์ของตัวนำทองแดงไม่น้อยกว่า 99.95%)



สายไฟชนิด VAF-2x4 sq.mm ยี่ห้อ A
วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 1.769 mm.



สายไฟชนิด VAF-2x2.5 sq.mm ยี่ห้อ B
วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 1.775 mm.



สายไฟชนิด **IEC 01-2.5 sq.mm** ยี่ห้อ **A**
วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ **1.396 mm.**



สายไฟชนิด **IEC 01-2.5 sq.mm** ยี่ห้อ **B**
วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ **1.787 mm.**



สายไฟชนิด IEC 53-3x2.5
sq.mm ยี่ห้อ A

เป็นสายฟอยซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน
วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้
0.190 และ 0.129 mm.



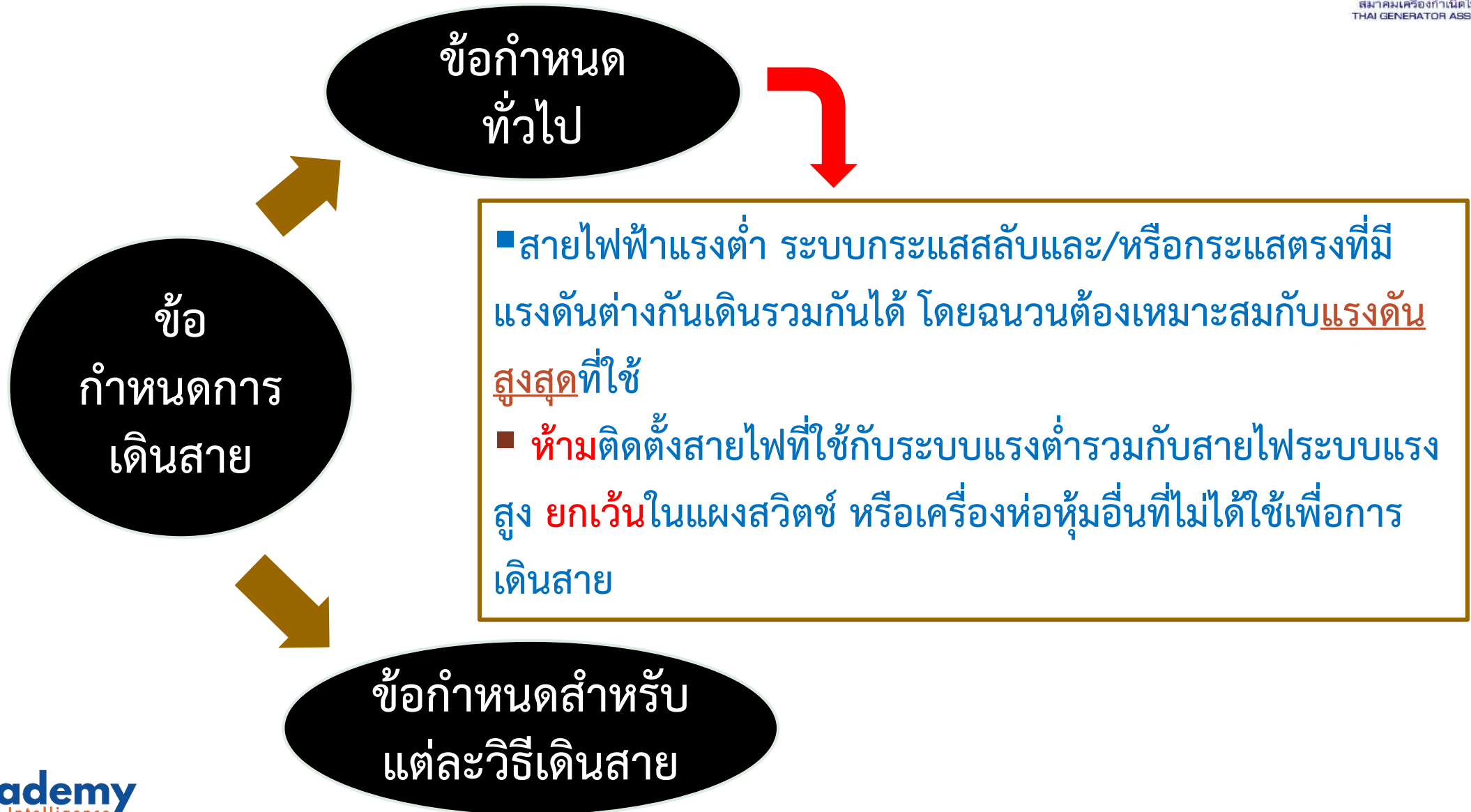
สายไฟชนิด IEC 53-3x2.5 sq.mm ยี่ห้อ B

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 0.247 mm.

Indeed Academy
Indeed Intelligence

ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ข้อกำหนดการเดินสาย



การเดินสาย ใต้ดิน

ข้อกำหนดทั่วไป...

ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงก็ได้

ต้องเลือกชนิดของสายให้เหมาะสม

ระวังความเสียหายภายหลังการติดตั้ง

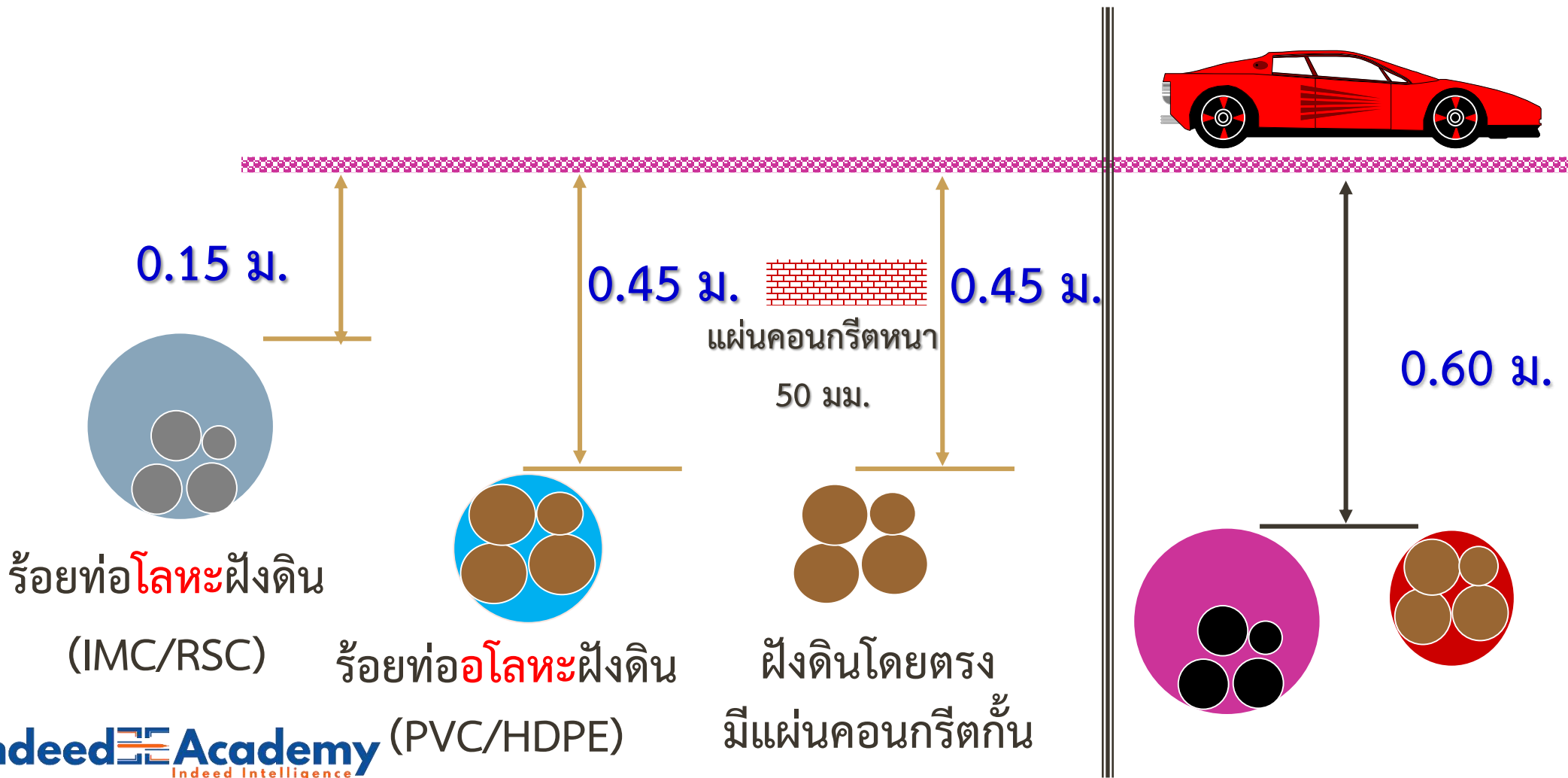
- จากการกลบสายด้วยวัตถุแหลมคม หรือ
- จากการกดทับ
- ความลึกเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันสายหรือท่อร้อยสายชำรุด

ตารางที่ 5-1 ความลึกในการติดตั้งสายใต้ดิน

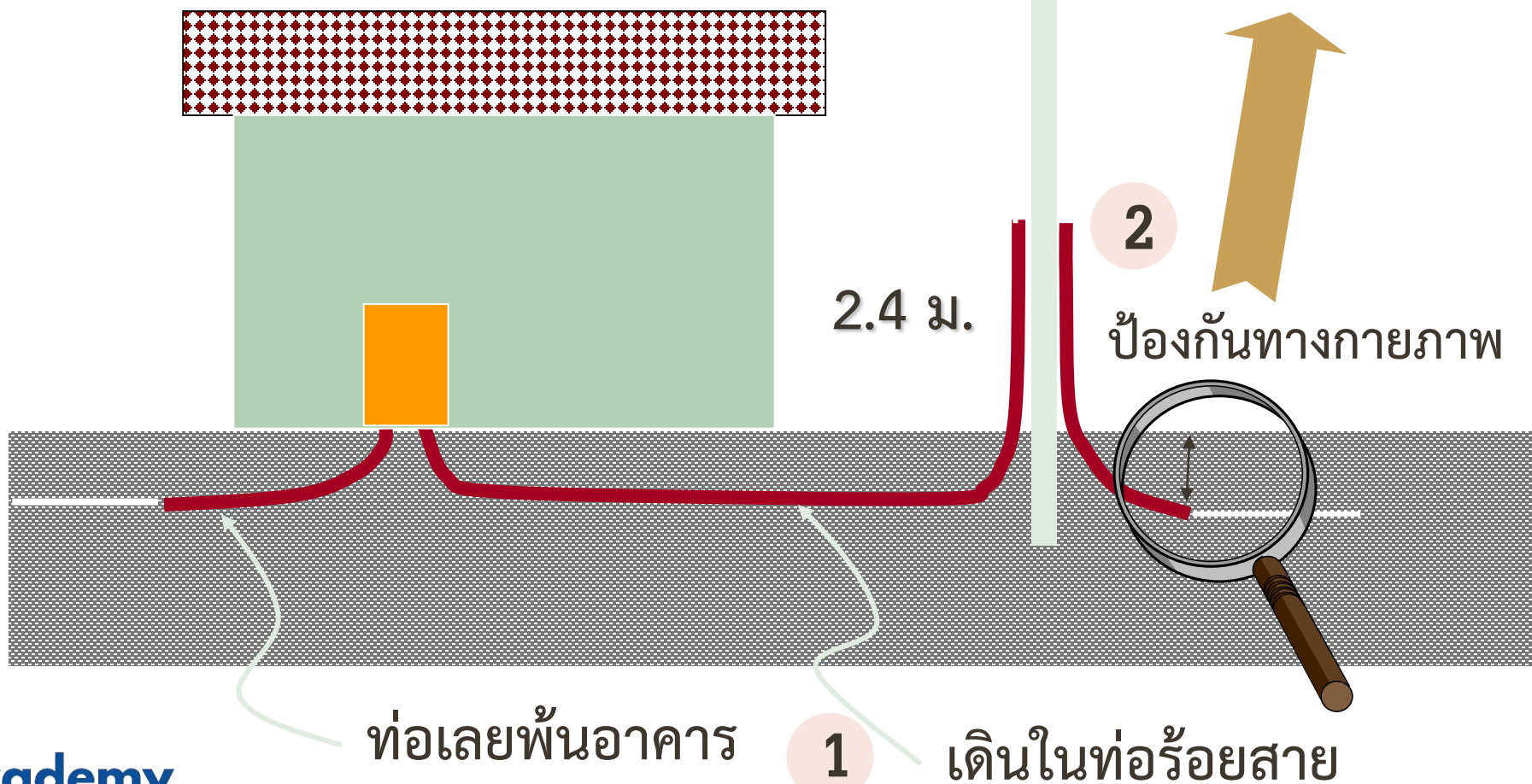
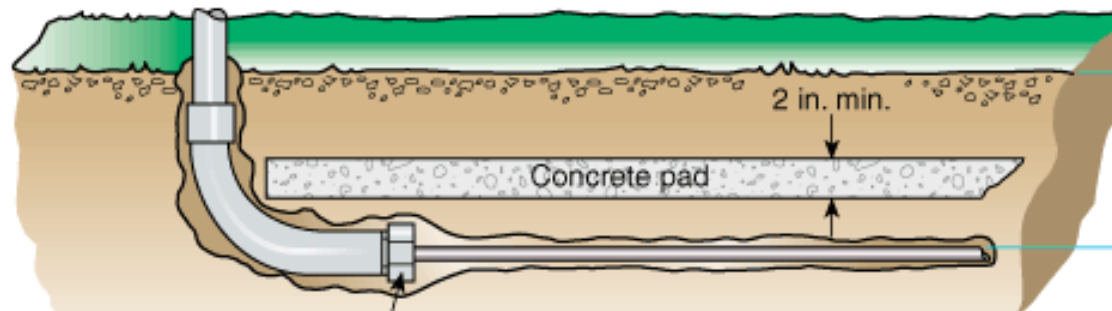
วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกต่ำสุด (เมตร)
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่อโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น HDPE และ PVC)	0.45

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

ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน



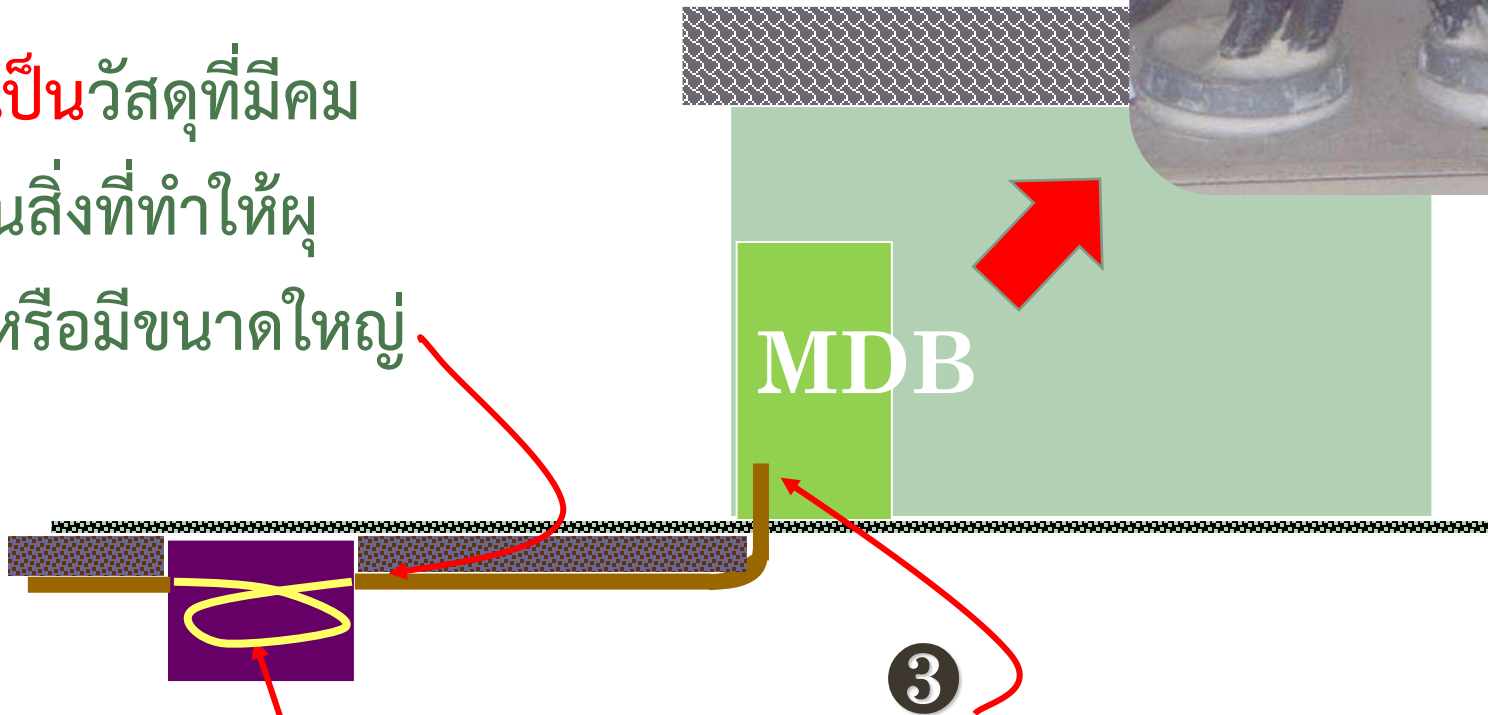
การติดตั้งใต้ดิน



การติดตั้งใต้ดิน

1

ต้องไม่เป็นวัสดุที่มีคม
หรือเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้
กร่อน หรือมีขนาดใหญ่



2

ป้องกันสายชำรุดจากดินทรุด

3



ข้อกำหนดทั่วไป (ต่อ)



- อุปกรณ์การเดินสายทุกชนิด ต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง และมีการป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม
- ช่องเดินสายและอุปกรณ์ ต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า

ข้อควรระวัง



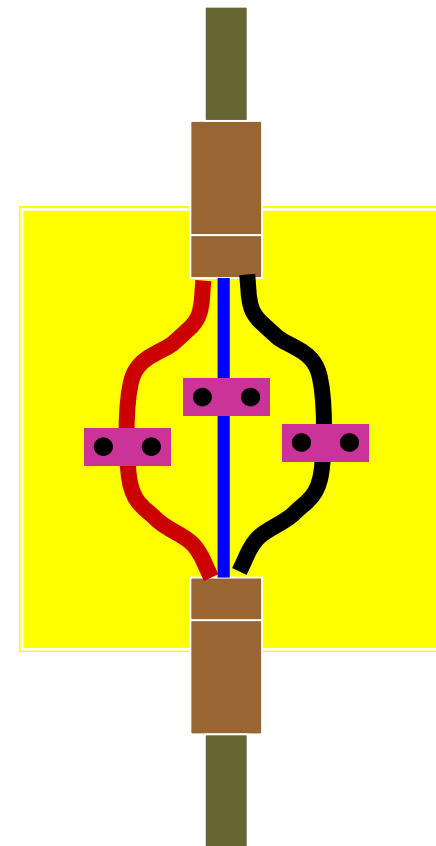
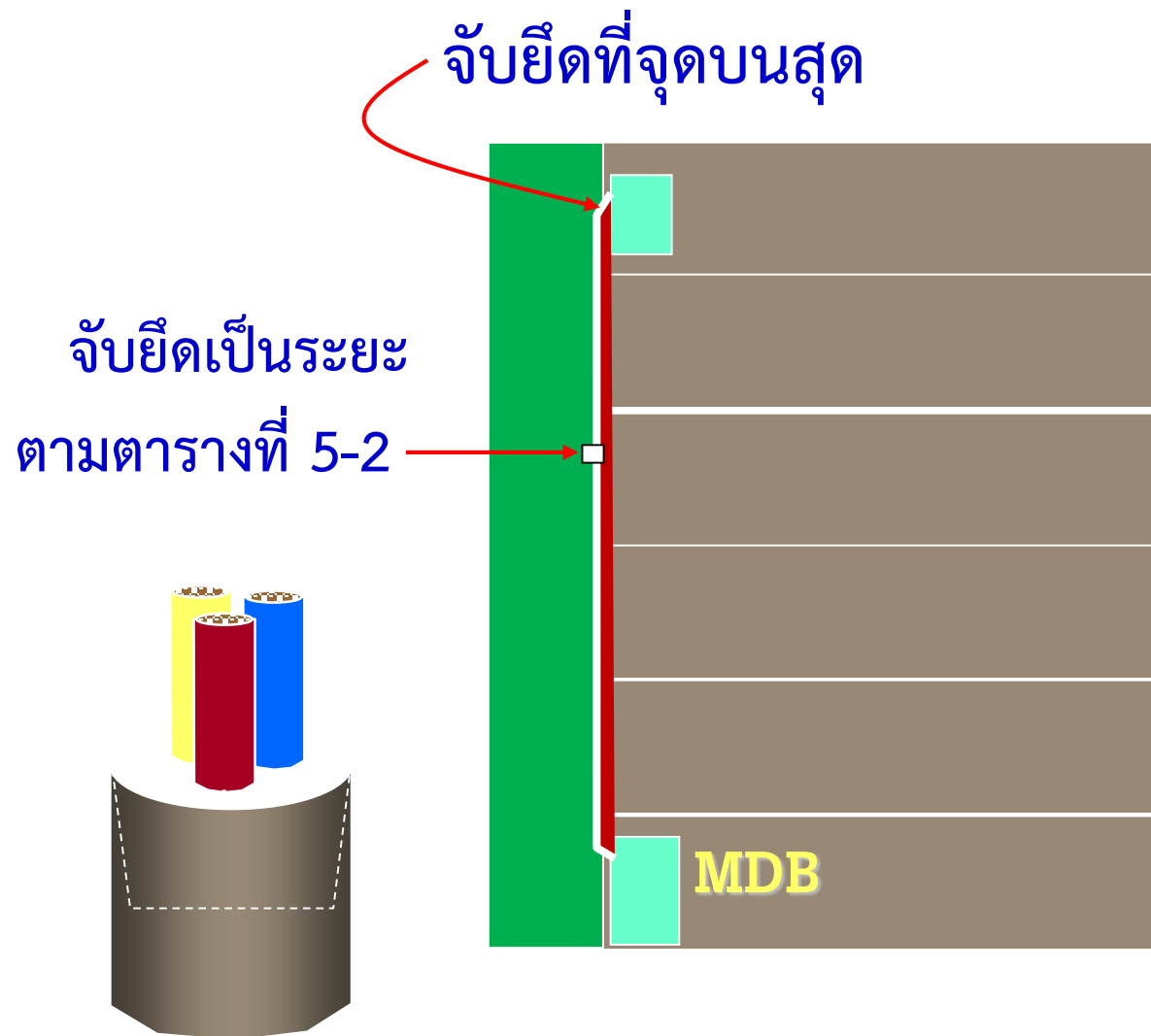
น้ำอาจไหลเข้าตามสายไฟฟ้า



หวังเห่า ป้องกันได้

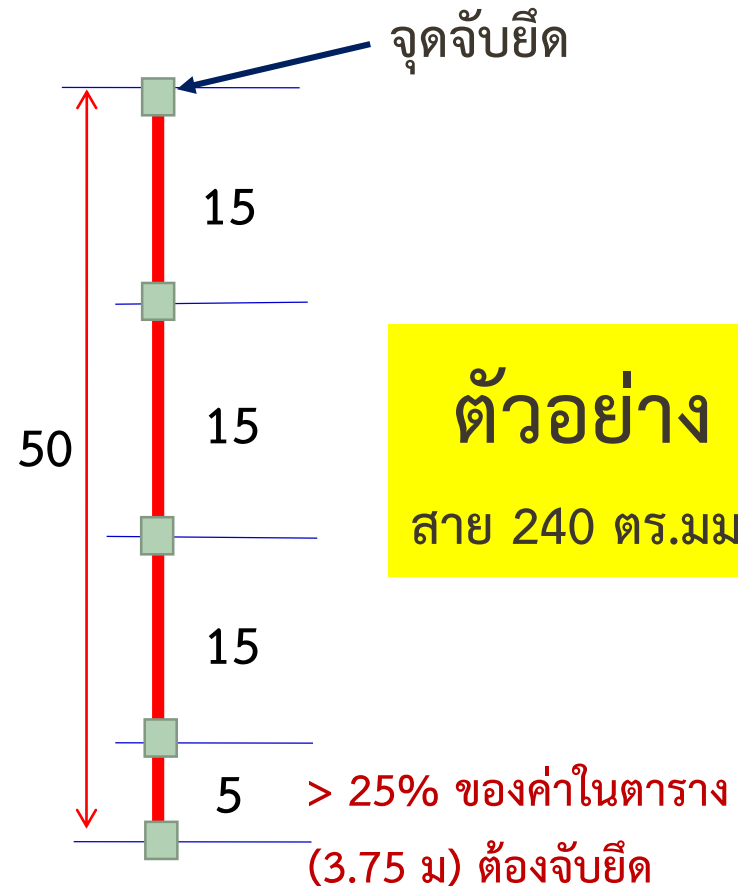
เมื่อฝนสาด น้ำอาจเข้าได้

การจับยึดสายแนวดิ่ง



ตารางที่ 5-2 ระยะจับยึดสายในแนวดิ่ง

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

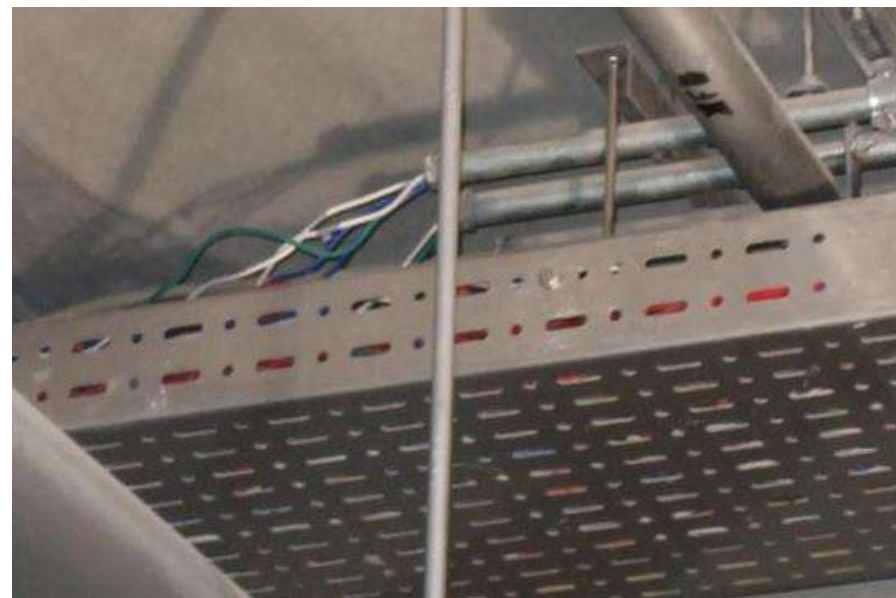


สายไฟฟ้าต้องจับยึดที่จุดบนสุด และห่างไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5-2

ถ้าระยะน้อยกว่า 25% ของค่าในตาราง ไม่ต้องจับยึด

จุดเปลี่ยนวิธีการเดินสาย...

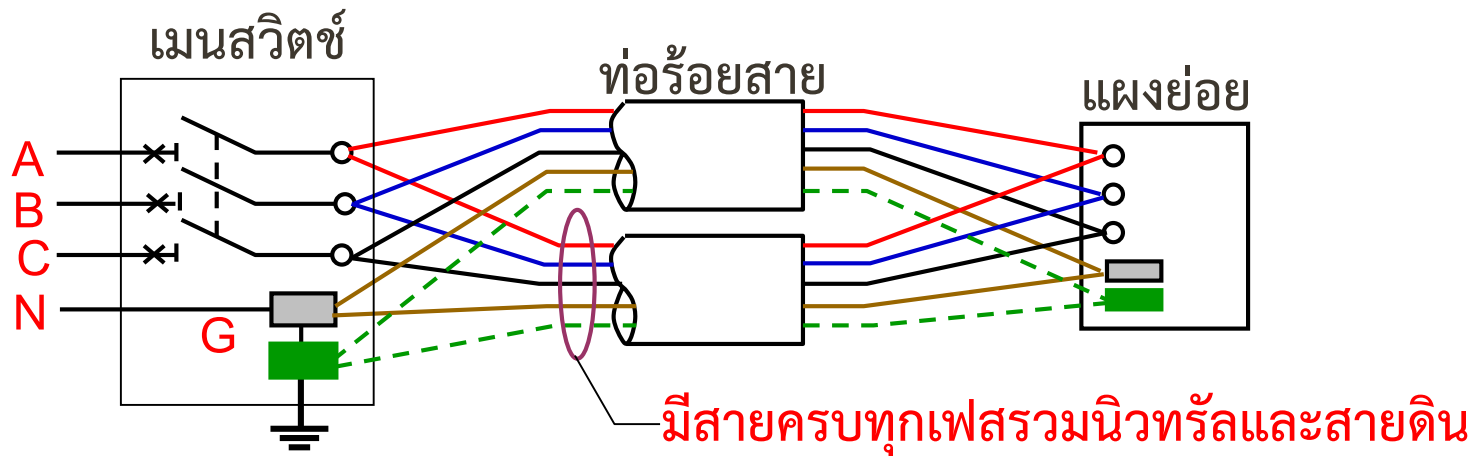
- เมื่อเปลี่ยนจากเดินสายจากร้อยท่อเป็นวิธีอื่น ที่จุดเปลี่ยนการเดินสายต้องใช้เครื่องประกอบการเดินท่อเช่น กล่อง บุษชิง หัวงูเห่า
- เมื่อปลายท่อเดินล้าเข้าไปในแผงสวิตช์แบบเปิดได้ อนุญาตให้ใช้บุชชิงแทนกล่องต่อสายได้



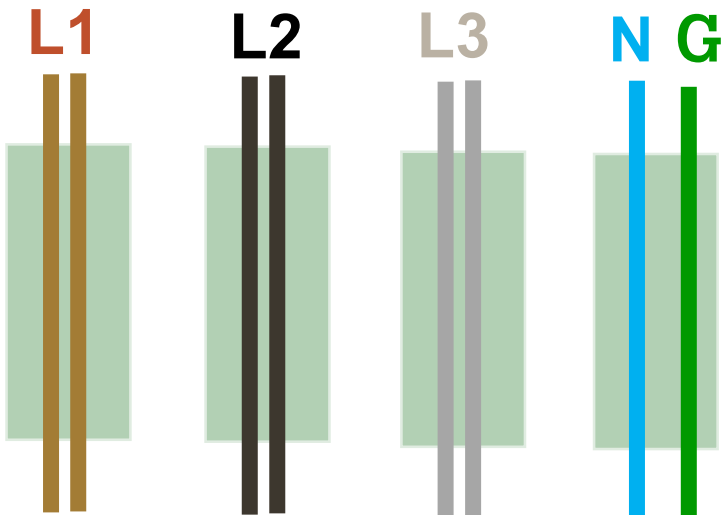
การป้องกันความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

เมื่อติดตั้งสายไฟฟ้ากระแสลับในเครื่องหล่อหุ้มโลหะ ต้องจัดทำให้
เกิดความร้อนเนื่องจากการเหนี่ยวนำ...ดังนี้

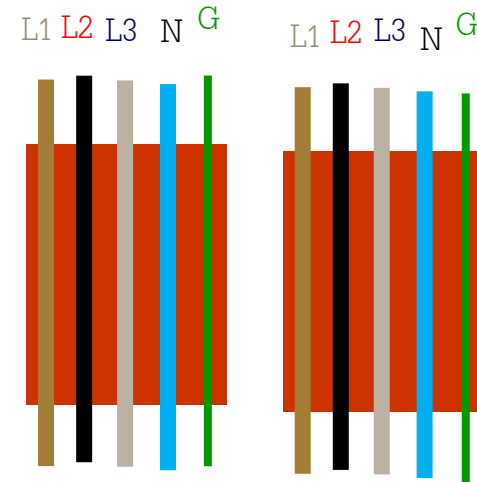
- รวมสายทุกเส้นของวงจรเดียวกันและสายดิน ในเครื่องหล่อหุ้มเดียวกัน
- การเดินสายควบ ในแต่ละท่อต้องมีสายของวงจรเดียวกันครบทุกเส้น
รวมทั้งสายดิน



ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำในท่อโลหะ



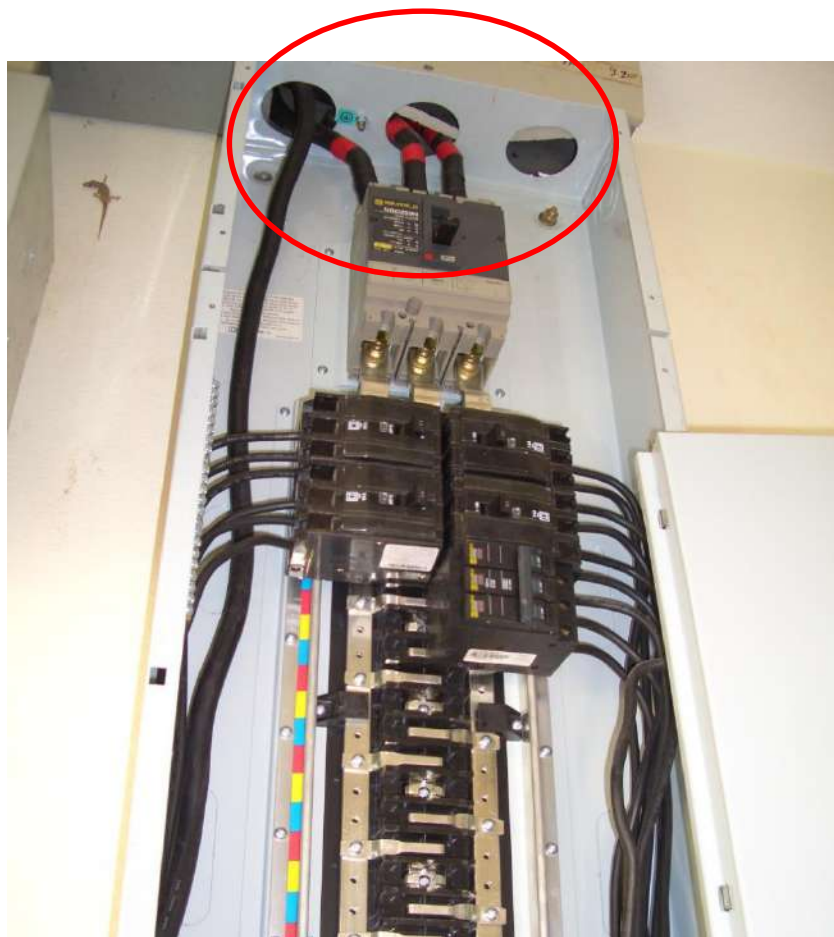
แนวทางการป้องกัน



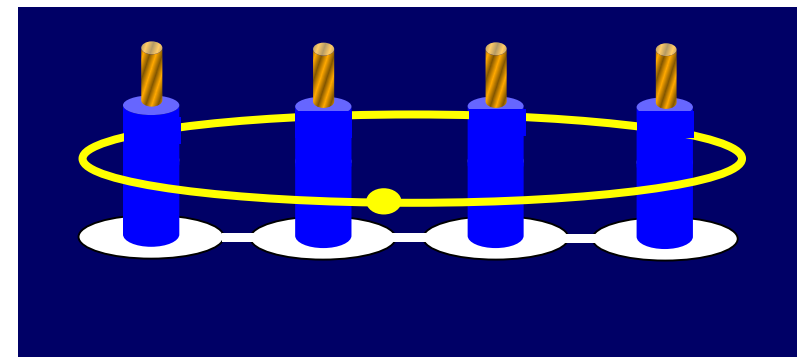
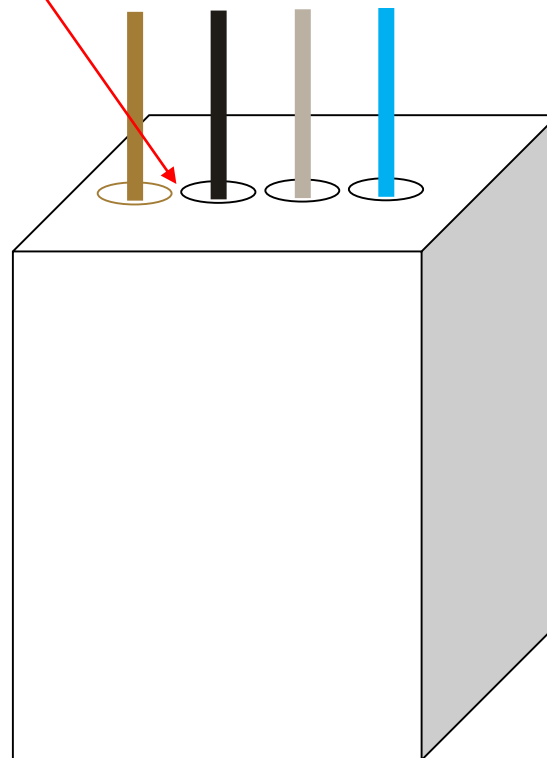
ท่อโลหะ

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

เมื่อเดินผ่านโลหะที่เป็นสารแม่เหล็ก



ป้องกันได้ด้วยการ
ผ่าให้แต่ละรูทะลุถึงกัน

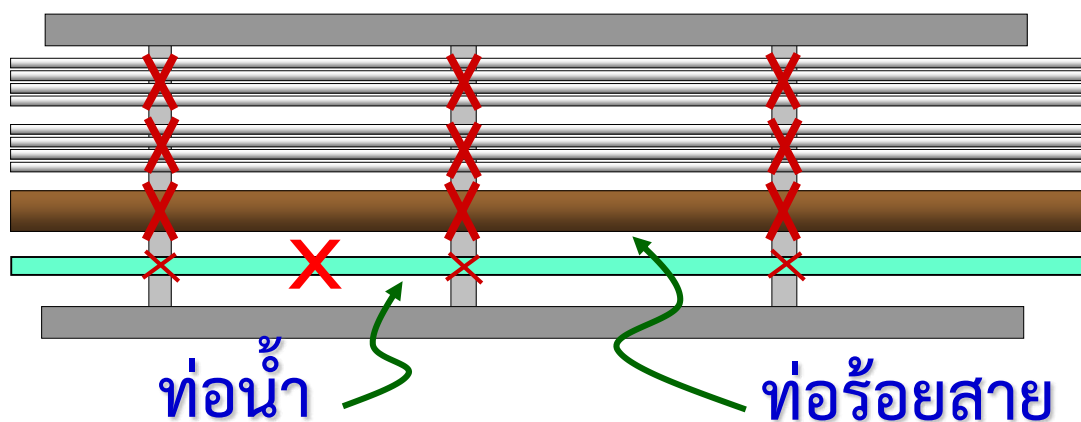


ข้อกำหนดทั่วไป...ต่อ

- สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันทุกเส้นรวมทั้งสายที่มีการต่อลงดินและสายดิน ต้องติดตั้งในท่อเดียวกัน หากติดตั้งในรางเดินสาย (WW) หรือรางเคเบิล (cable Tray) ให้วางเป็นกลุ่มเดียวกัน (ป้องกันกระแสเหนี่ยวนำ)
- ช่องเดินสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบ และเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน



ห้าม...มีอุปกรณ์อื่นมารวมด้วย



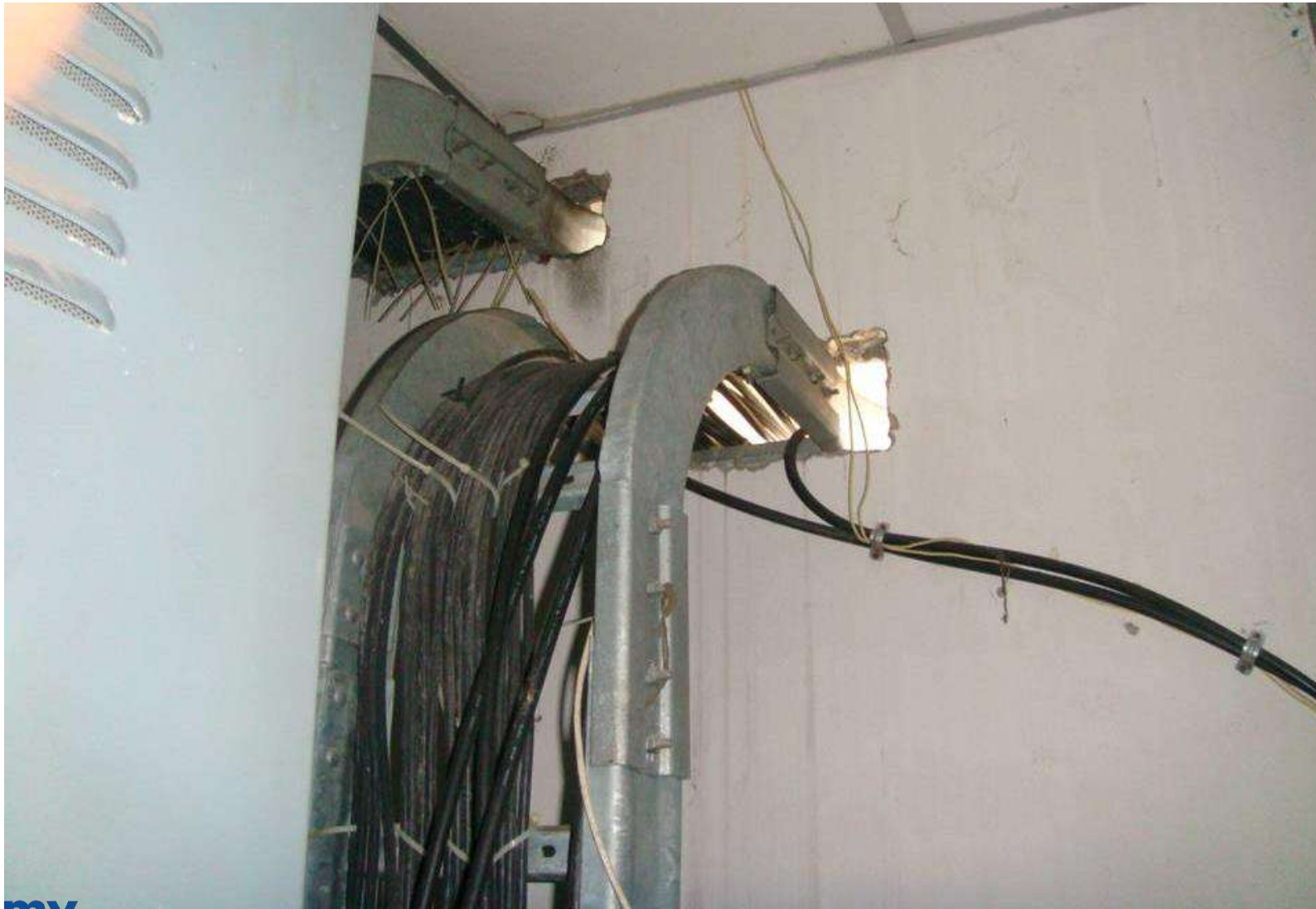
- ในท่อร้อยสาย รานเคเบิล ช่อง Shaft ห้าม มีท่อสำหรับงานอื่น เช่น ท่อไอน้ำ ท่อ ประปา ท่อแก๊ส เป็นต้น เดินรวมอยู่ด้วย
- ห้าม เดินรานเคเบิลในปล่องลิฟท์ หรือ สถานที่ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
- ห้าม ติดตั้งสายเคเบิลระบบแรงต่ำในราง เดียวกับสายเคเบิลระบบแรงสูง ยกเว้น มี แผ่นกั้นที่แข็งแรงและไม่ติดไฟ
- ในสถานที่ใช้งานซึ่งมีโอกาสถูกแสงแดด โดยตรงให้ใช้สายชนิดทนแดด

การป้องกันไฟลุกลาม

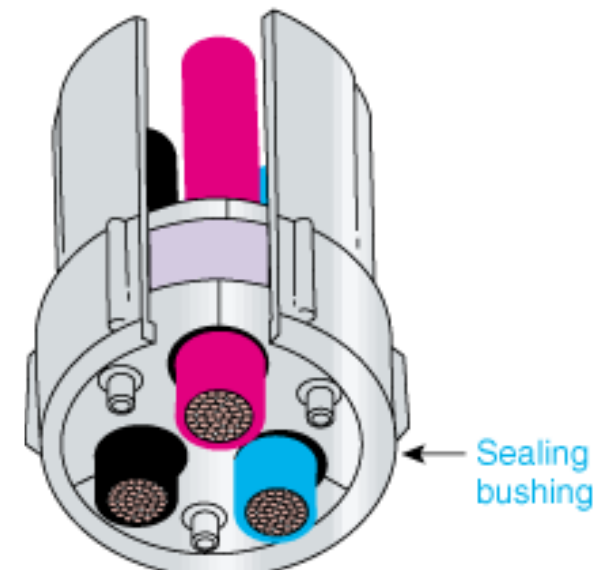
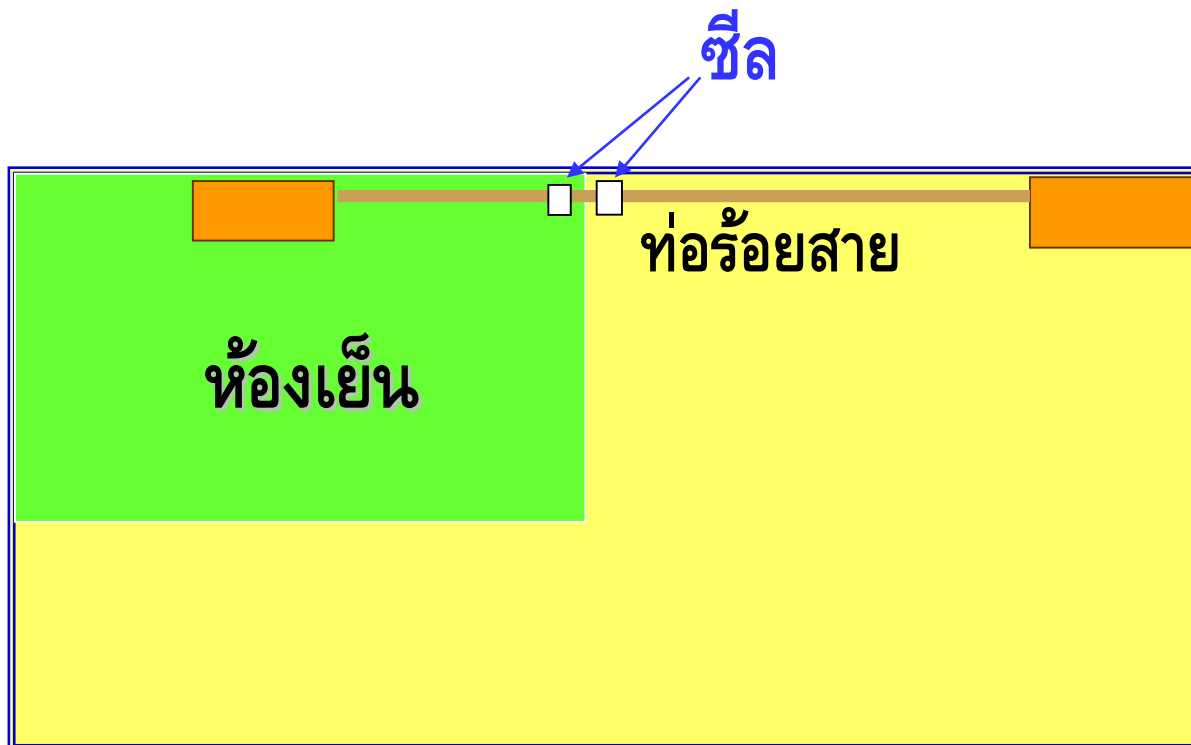
การเดินสายผ่านผนัง ฉากกั้น พื้น เพดาน หรือช่อง shaft ต้องมีการป้องกันไฟลุกลาม ตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท.



ไม่มี...การป้องกันไฟลุกไหม้ที่เหมาะสม



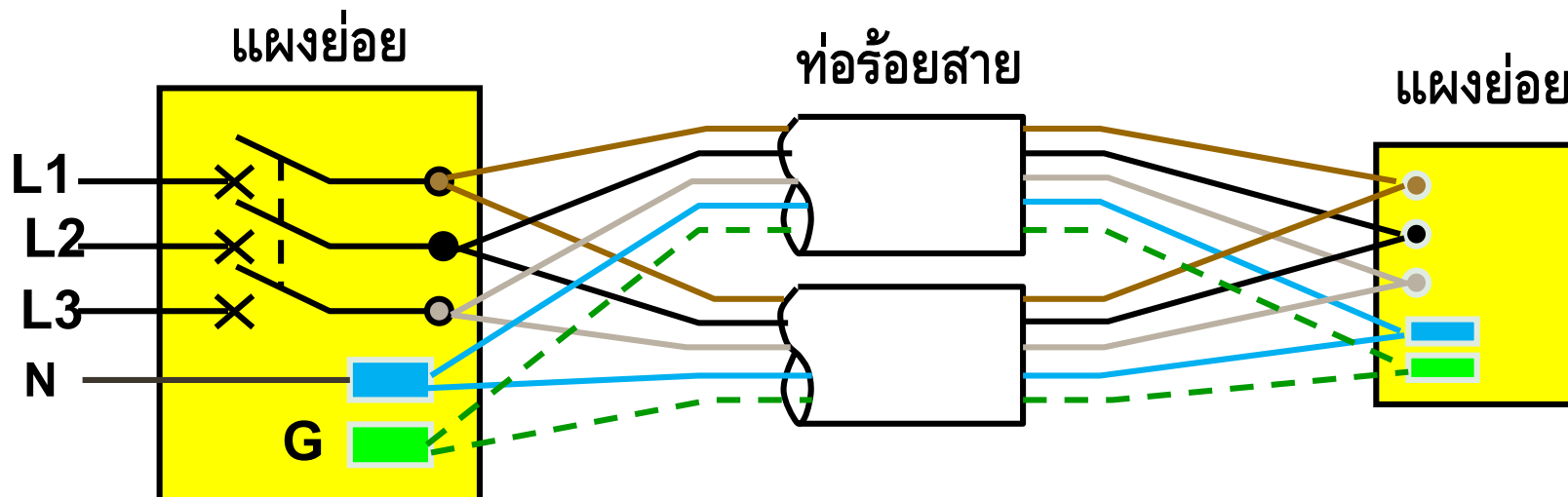
การป้องกันการไหลเวียนของอากาศ



- เมื่อเดินผ่านที่ที่มีอุณหภูมิต่างกัน ต้องมีการป้องกันการไหลเวียนของอากาศในท่อ

การเดิน สายควบ

- ต้องใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. และ
- ใช้และ สายชนิดเดียวกัน ขนาดเดียวกัน และ
- มีความยาวเท่ากัน และ วิธีการต่อสายเหมือนกัน



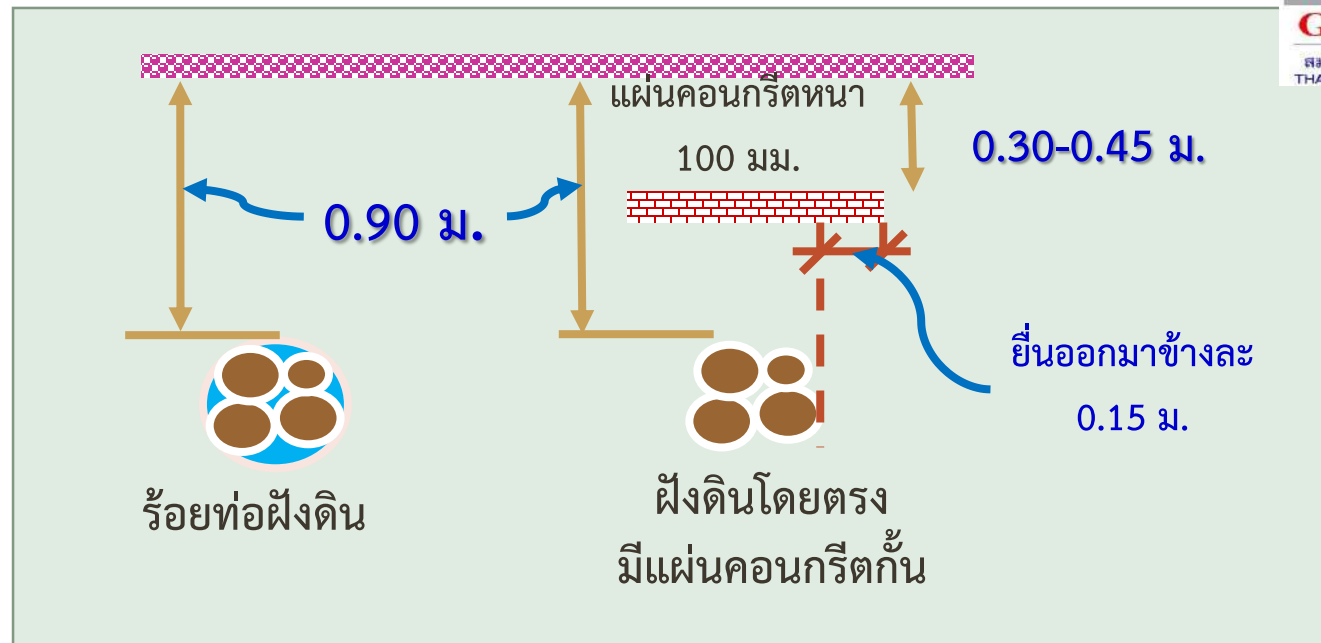
ระบบแรงสูง...

- การติดตั้งใต้ดิน

- ความลึกไม่น้อยกว่า 0.90 ม.

- ถ้าฝังดินโดยตรงต้องมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. วางทับเหนือสายระหว่าง 0.3 – 0.45 ม. ปิดคลุมออกไปทั้ง 2 ข้าง ไม่น้อยกว่า 0.15 ม.

- ระบบสายอากาศภายนอกอาคาร ใช้สายอะลูมิเนียมได้



การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวน

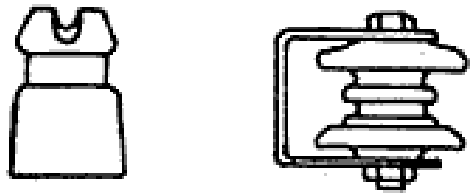


- ต้องใช้สายแกนเดียว ไม่ปิดบังด้วยโครงสร้างอาคาร
- ต้องเดินภายนอกอาคาร
- ต้องป้องกันความเสียหายทางกายภาพ และสายที่ยึดเกาะกับผนังหรือกำแพงต้องสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 ม.
- การเดินภายในอาคารทำได้เฉพาะใน
 - โรงงานอุตสาหกรรม
 - งานเกษตรกรรม และ
 - แสดงสินค้าเท่านั้น

ชนิดของสายไฟฟ้าและระยะห่าง

- ระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน
- สายภายในอาคาร (หลังเครื่องวัด) ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน ยกเว้น สายสำหรับป้อนจันชนิดเคลื่อนที่ได้บนราง
- ระยะห่าง เป็นดังนี้
 - เมื่อเดินภายในอาคาร เป็นไปตาม ตารางที่ 5-4 ถ้าเดินผ่านที่โล่งสายต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.และระยะระหว่างจุดจับยึดสายไม่เกิน 5.0 ม.
 - เมื่อเดินภายนอกอาคาร เป็นดังนี้
 - เดินบนดุม เป็นไปตามตารางที่ 5-4
 - เดินบนลูกถ้วย เป็นไปตามตารางที่ 5-5

ก. ลูกถ้วยแรงต่ำ



ตารางที่ 5-4 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคาร

การติดตั้ง	ระยะสูงสุดระหว่าง จุดจับยึดสาย (ม.)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (ม.)		ขนาดสายใหญ่ สุด (ตร.มม)
		สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
บนดัม	2.5	0.10	0.025	50
บนลูกถ้วย	5.0	0.15	0.05	ไม่กำหนด

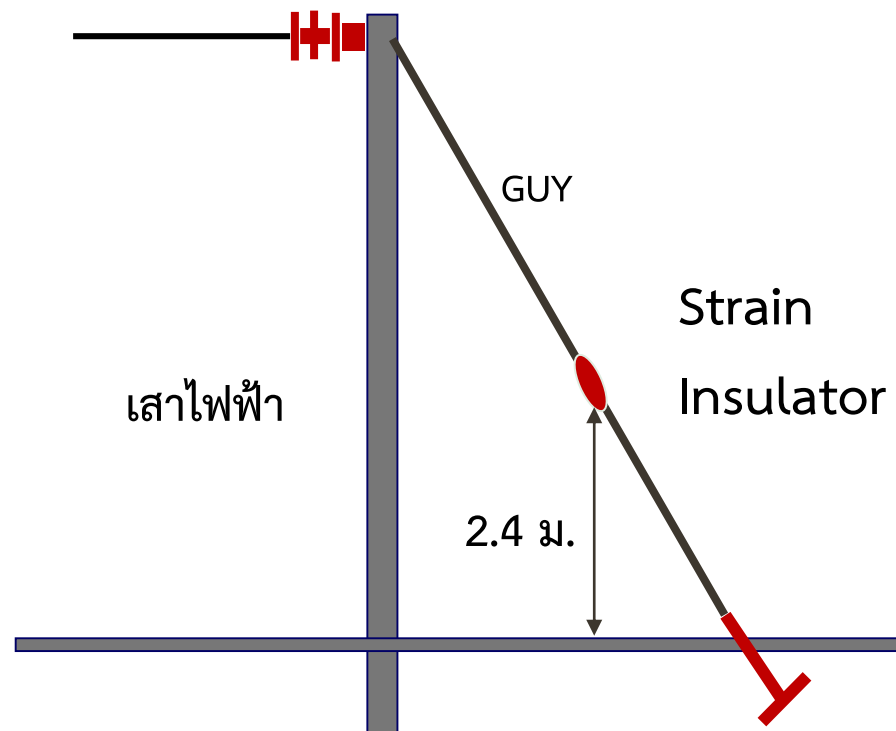
ตารางที่ 5-5 การเดินสายเปิดบนลูกถ้วยภายนอกอาคาร

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



การเดินสายในช่องเดินสาย

ช่องเดินสาย อาจเป็น

- ท่อร้อยสาย
- ช่องเดินสายโลหะ และอโลหะบนพื้นผิว
- รางเดินสาย
- ยกเว้น รางเคเบิลไม่ถือเป็นช่องเดินสาย

จุดสำคัญ

- จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินได้
- ขนาดกระแสน้ำของสายไฟฟ้า
- ข้อกำหนดและข้อจำกัดบางประการ

จำนวนสายไฟฟ้าในตู้ร้อยสาย

- จำนวนสายในตู้ร้อยสาย
- การคำนวณพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าจะคิด สายทุกเส้น ที่เดินในช่องเดินสาย

ตารางที่ 5-3

พื้นที่หน้าตัดสูงสุดของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

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

ภาคผนวก ก จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01
ที่ใช้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

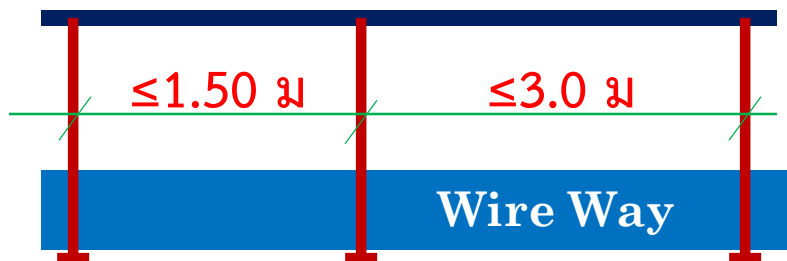
ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า ในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4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



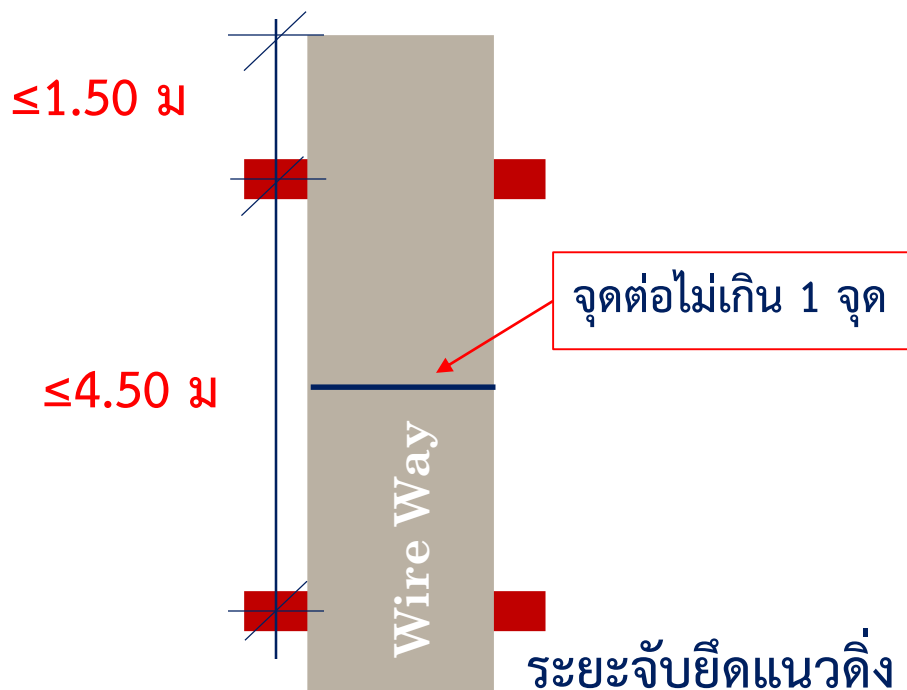
จำนวนสายไฟฟ้าและขนาดกระแส ในรางเดินสาย (Wireway)

- จำนวนสาย พื้นที่หน้าตัดรวมฉนวนและเปลือกของสาย
ทุกเส้นรวมกัน ไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดราง
เดินสาย
- ขนาดกระแส ให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-20 หรือ 5-
27 กรณี ตัวนำกระแส 3 เส้น โดย ไม่ต้องใช้ ตัวคูณลด
กระแสเรื่องจำนวนสายตามตารางที่ 5-8 หากตัวนำที่มี
กระแสไหลรวมกัน ไม่เกิน 30 เส้น

การติดตั้งสายในรางเดินสายไฟ (Wire Way)



ระยะจับยึดแนวนอน



ระยะจับยึดแนวตั้ง

- อนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ ตลอดความยาวของรางเดินสายไฟ ห้ามเดินในฝ้าเพดาน
- ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Raintight)
- ต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 ม.แต่ยอมให้เกิน 1.50 ม.ได้ใน กรณีที่จำเป็นแต่ต้องไม่เกิน 3.0 ม.
- ในแนวดิ่งต้องจับยึดทุกระยะไม่เกิน 4.50 ม. ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุดในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 ม.

การติดตั้งสายในรางเดินสายไฟ (Wire Way)

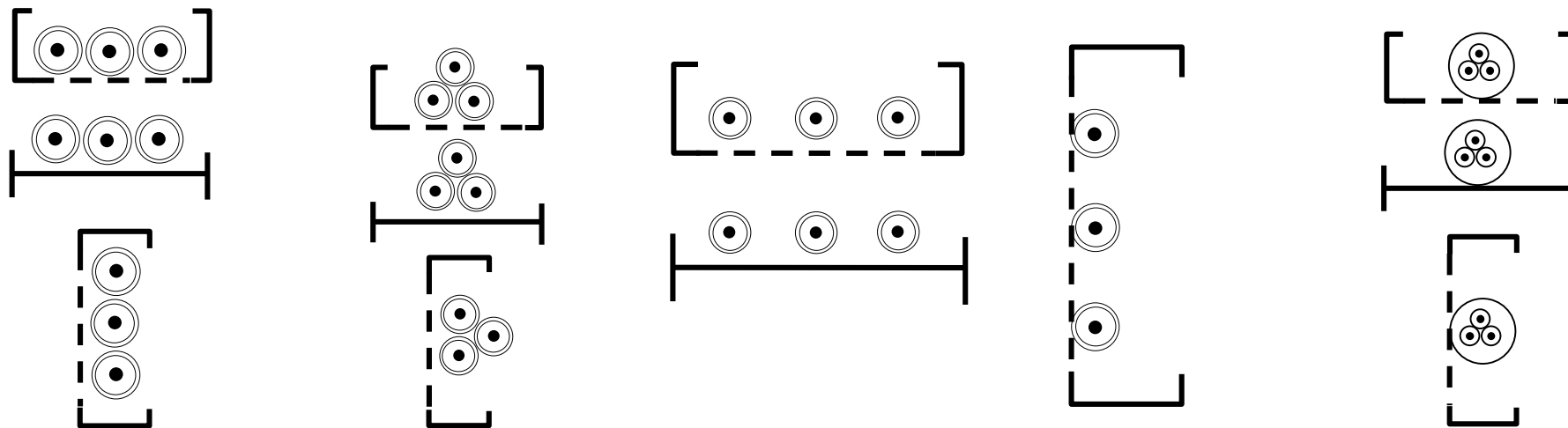
ตารางที่ 5-2

ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟฟ้า (ตร.มม.)	ระยะจับยึดสูงสุด (เมตร)
ไม่เกิน 50	30
70-120	24
150-185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

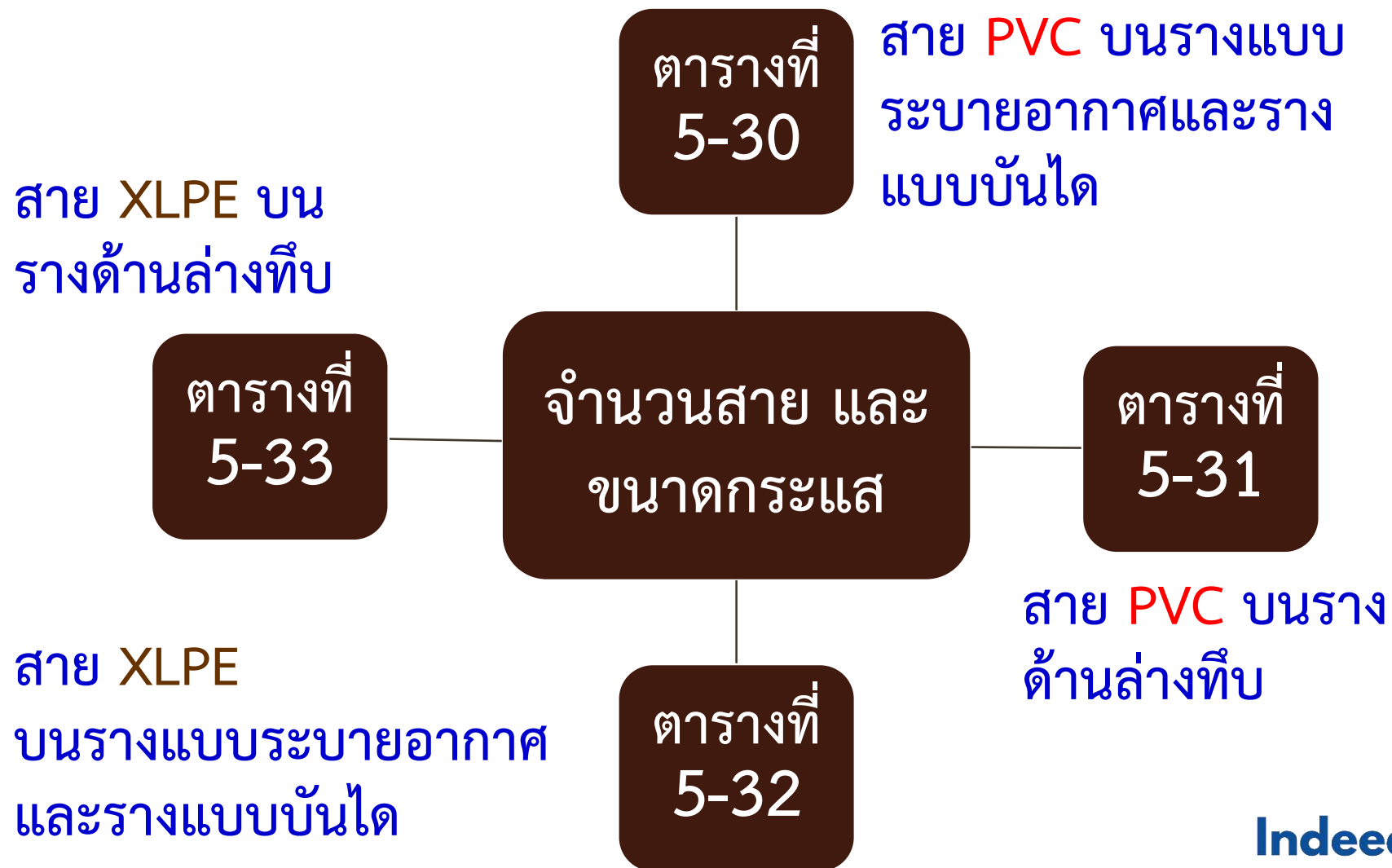
- ห้าม ติดตั้ง Wire Way ในกรณีต่อไปนี้
 - ต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
 - เป็นตัวนำต่อลงดิน
 - ขนาดเกิน 150x300 mm.
- อนุญาตให้ต่อสายในรางได้
 - เฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออกและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลา
 - พท.หน้าตัดของตัวนำและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันต้องไม่เกิน 75% ของ พท.หน้าตัดของราง ณ จุดต่อสาย
- การเดินสายในแนวดิ่งจะต้องมีการจับยึดตามที่กำหนดในตาราง 5-2
- จุดปลายรางเดินสายต้องปิด

การวางสายไฟฟ้า และขนาดกระแสในรางเคเบิล (Cable Tray)



- รางเคเบิลแบบชั้นบันได แบบระบายอากาศ และแบบด้านล่างทึบ
- ขนาดกระแสของสายเคเบิลแรงต่ำในรางเคเบิล เป็นไปตามตารางที่ 5-30 ถึง 5-33
- ถ้าเดินสายมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ปรับค่ากระแสตามตารางที่ 5-40 และ 5-41 สำหรับรางชนิดด้านล่างทึบมีฝาปิดให้ปรับค่ากระแสตามตารางที่ 5-8

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำและขนาดกระแส

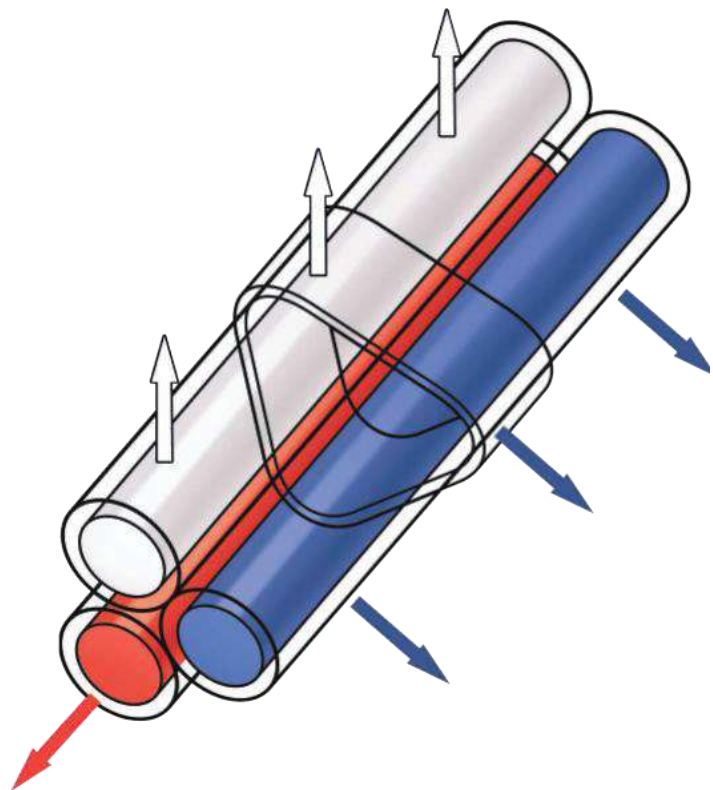


การติดตั้งสายในรางเคเบิล



- รางเคเบิลต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างพอ เพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก
- การต่อสายต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย **จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิลและไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล**
- เมื่อเดินสายแกนเดียว สายเส้นไฟและเส้นศูนย์ของแต่ละวงจร**ต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่มและมัดเข้าด้วยกัน** เพื่อป้องกันกระแสไม่สมดุลเนื่องจากการเหนี่ยวนำ และป้องกันการเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

การติดตั้งสายในรางเคเบิล



- แรงกระทำสูงสุดที่เกิดจากกระแสลัดวงจรในสายเคเบิลหาได้จากสูตร

$$F = 1.7 \frac{I_p^2}{S}$$

F = the maximum force on the cable (N/m)

I_p = the peak short circuit current (kA)

S = the centre to centre distance between two neighbouring conductors (m)

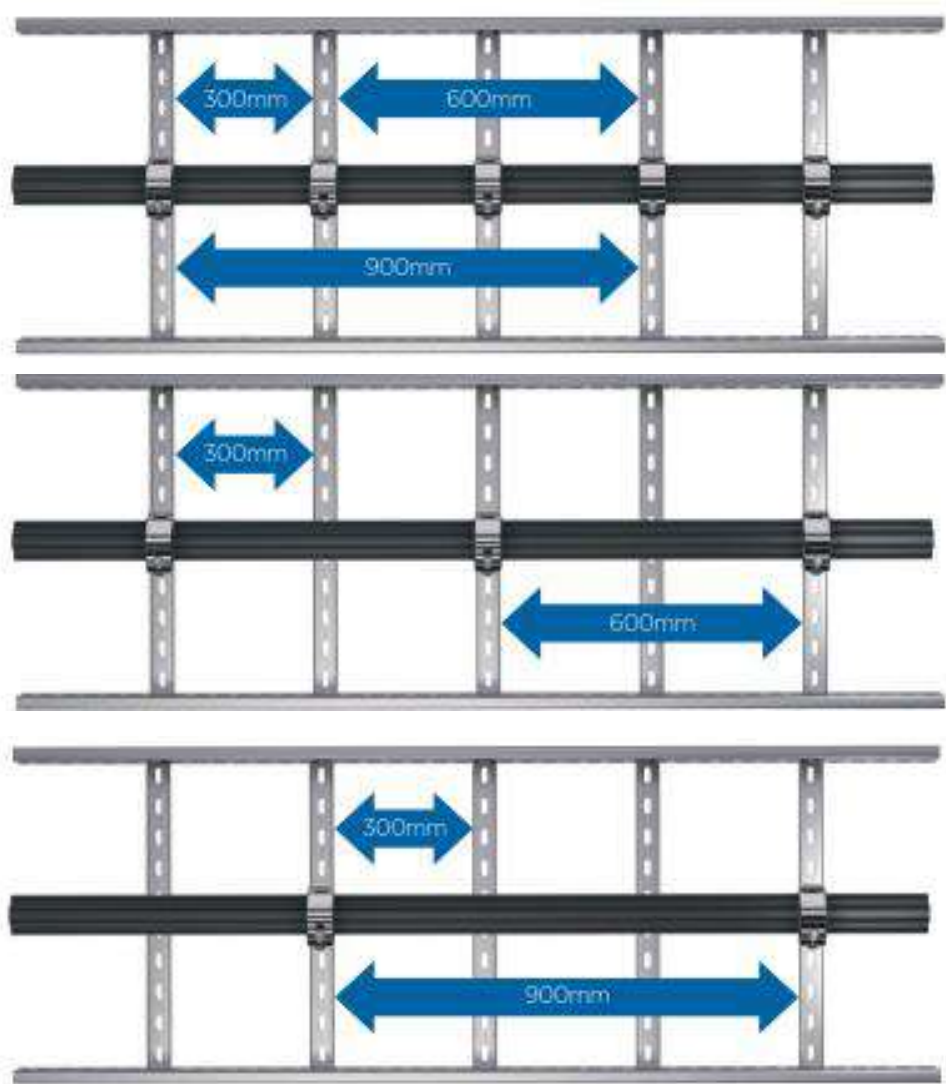
(**BS EN 61914:2009)

การติดตั้งสายในรางเคเบิล

- แรงกระทำสูงสุดที่เกิด ณ จุดจับยึดสายเคเบิลหาได้จากสูตร

$$F_s = F (N/m) \times d(m)$$

F_s = force at fixing point in N,
 F = the maximum force on the cable in N/m,
 d = fixing center in m.



การติดตั้งสายในรางเคเบิล

- ตัวอย่างการหาแรงกระทำสูงสุดที่เกิด ณ จุดจับยึดสายเคเบิล

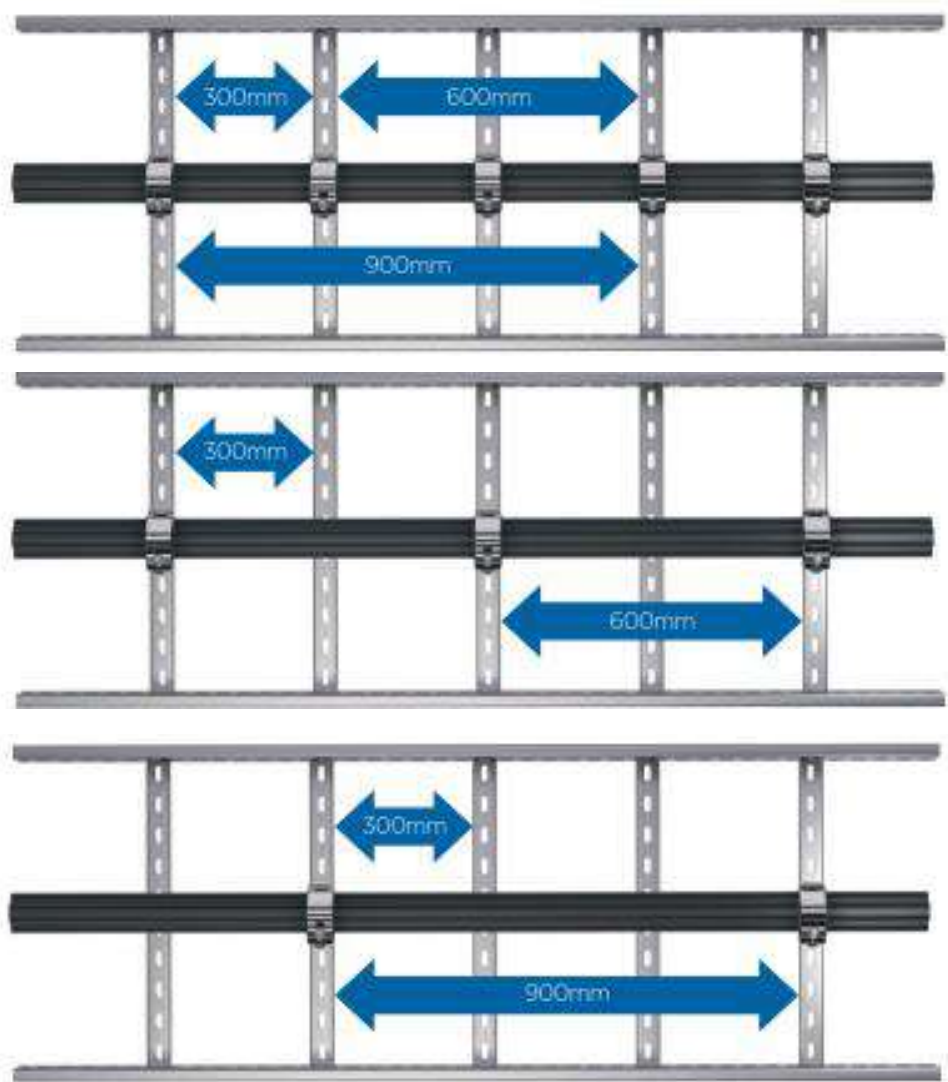
สาย IEC 01-300 mm² มี OD= 30 mm, $I_p = 35$ kA at 400 V จะเกิดแรงกระทำสูงสุดเมื่อเกิดการลัดวงจร

$$F = 1.7 \times (35)^2 / (30/1000) = 69.416 \text{ kN/m}$$

หากจับยึดทุกระยะ 30 cm, $F_s = 69.416 \times 0.3 = 20.825 \text{ kN}$

หากจับยึดทุกระยะ 60 cm, $F_s = 69.416 \times 0.6 = 41.650 \text{ kN}$

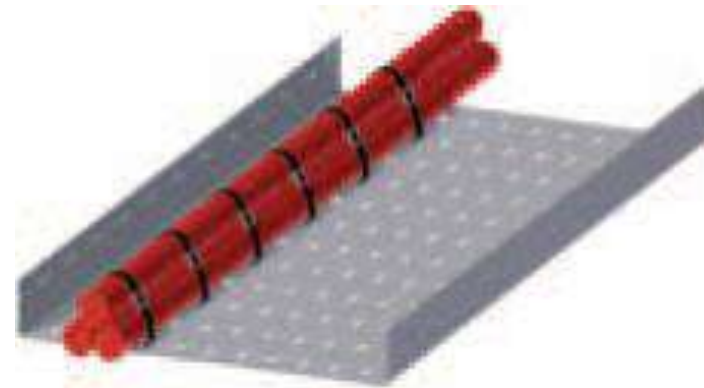
หากจับยึดทุกระยะ 90 cm, $F_s = 69.416 \times 0.9 = 62.474 \text{ kN}$



การติดตั้งสายในรางเคเบิล



Cable attached to ladder
using **cable cleats**



Cable attached to tray
using **cable ties**

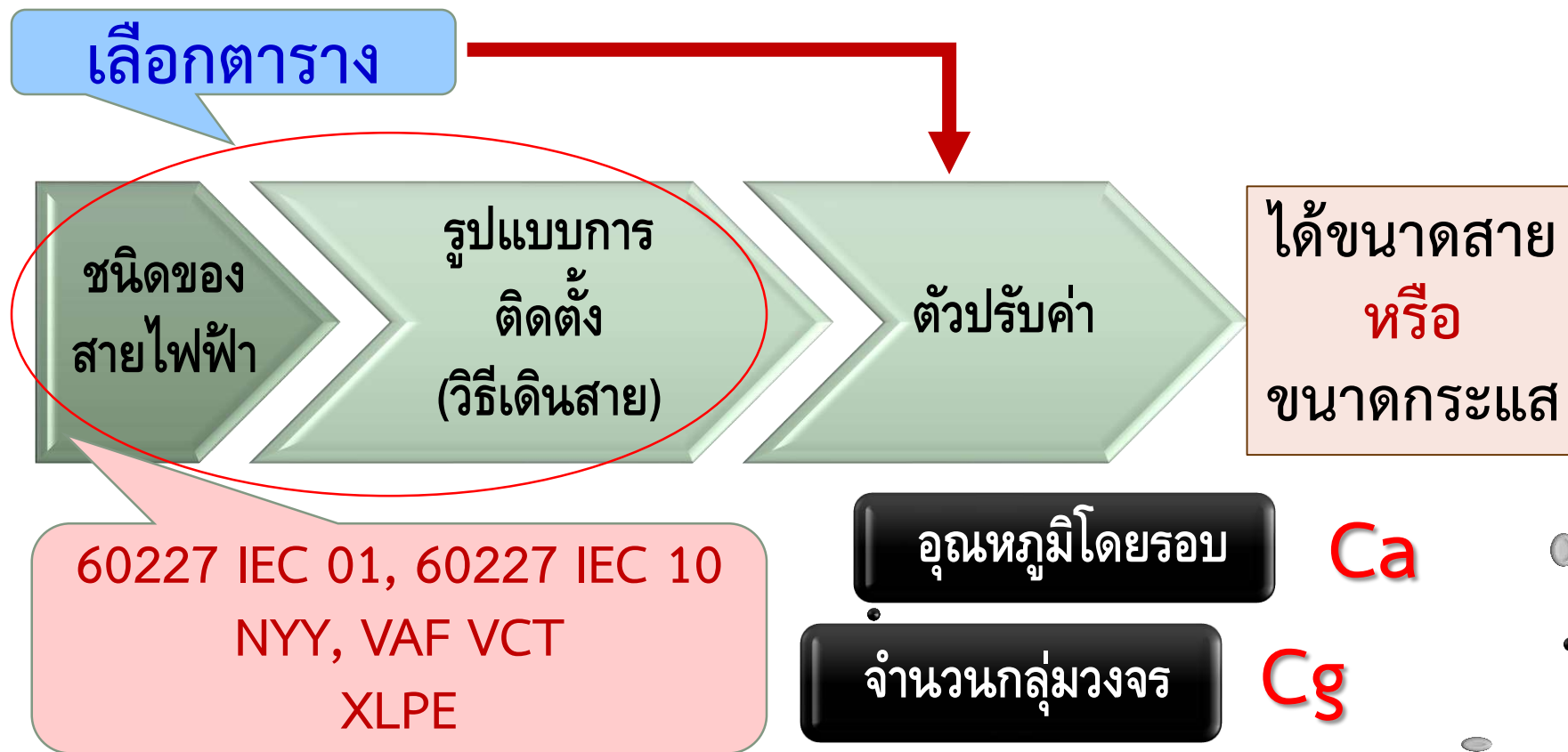
อื่นๆ

- จำนวนสายเคเบิลและขนาดกระแสระบบแรงสูงในรางเคเบิลเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-36
- การเดินสายในรางเคเบิลให้ทำได้เท่าที่กำหนดไว้ในข้อ 5.15 นี้เท่านั้น



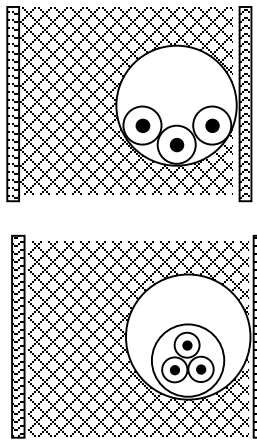
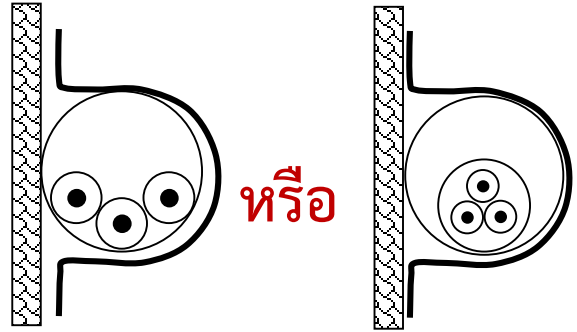
ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

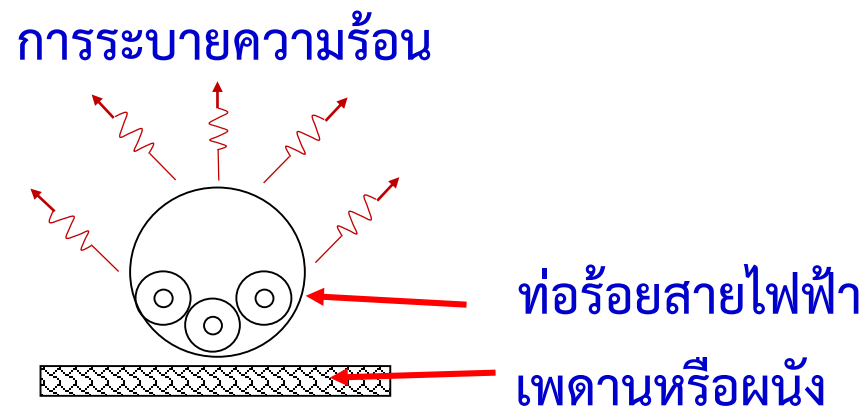
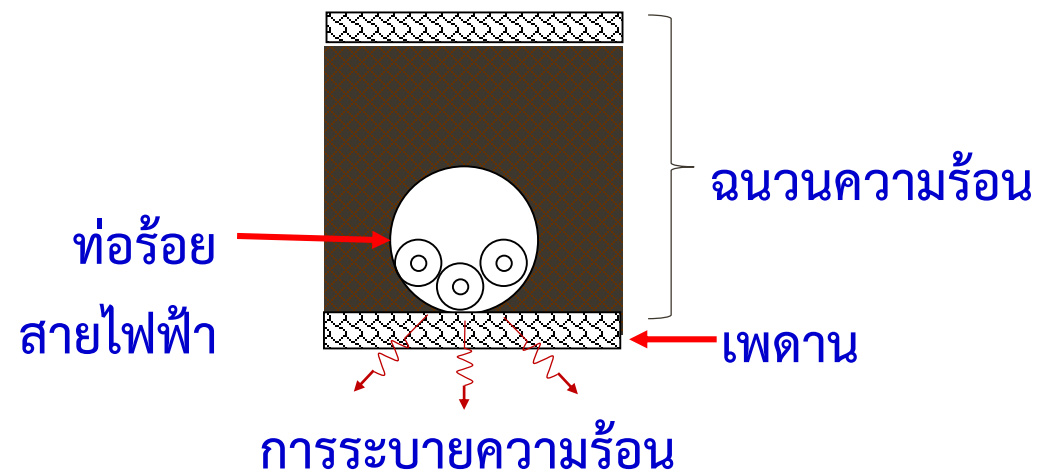


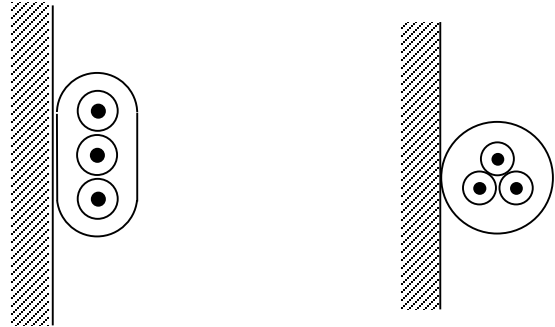
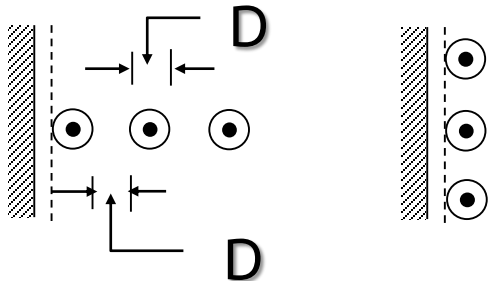
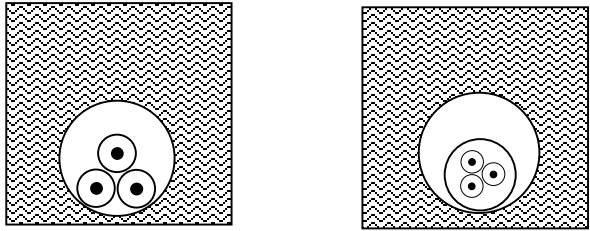
หมายเหตุ ในการออกแบบ ผู้ออกแบบจะเลือกชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง

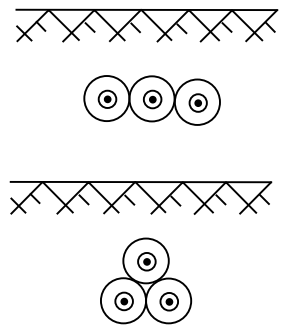
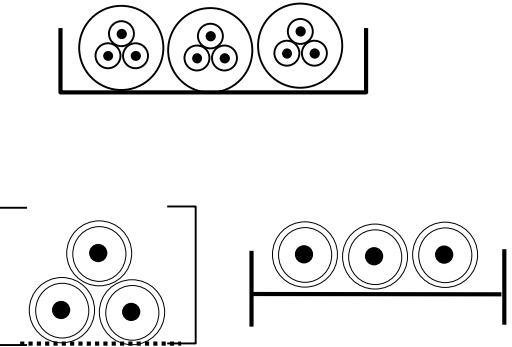
การติดตั้งสายไฟฟ้า แบ่งเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 5-47)

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือ อโลหะ ภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ	หรือ 	กลุ่มที่ 1
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือ อโลหะ เดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีต	 หรือ	กลุ่มที่ 2

ความแตกต่างของกลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2



สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้ม ฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่ คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่ มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมี ระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยใน อากาศ		กลุ่มที่ 4
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้ม ฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะ หรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5

สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างที่บ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบแบนใด		กลุ่มที่ 7

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งฯ พ.ศ.2556

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

จากชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง... เลือกตารางขนาดกระแสของสายได้

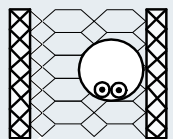
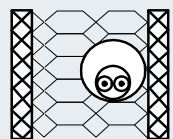
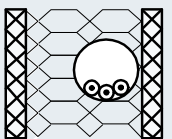
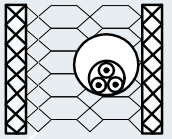
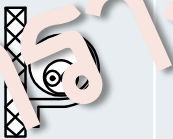
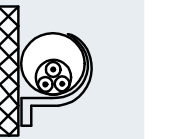


รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 3	ตารางที่ 5-21	ตารางที่ 5-21	เกาะผนัง
กลุ่มที่ 4	ตารางที่ 5-22	ตารางที่ 5-28	ในอากาศ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

MI Cable ตารางที่ 5-34 & 35 / สายแรงสูง ตารางที่ 5-36

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน **พีวีซี** 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	
	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายเคเบิลชนิดต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาเลเจน, 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 ← Ca

2. ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8 ← Cg

3. ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

4. ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

เมื่อเลือกตารางได้แล้ว ท้ายตารางจะบอกเลขที่ตารางที่ใช้ปรับค่า Ca & Cg

ตัวอย่าง

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1&2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน

วงจร 1 เฟส ใช้สาย IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม. (1 กลุ่มวงจร) เดินร้อยท่อ เกาะผนัง

อุณหภูมิโดยรอบ 40°C ต้องการหาขนาดกระแสของสาย

วิธีทำ

1. รูปแบบการติดตั้ง (เดินร้อยท่อ) **กลุ่มที่ 2**

2. ชนิดของสาย **มอก.11-2553**

ใช้ ตารางที่ 5-20 (ตัวนำกระแส 2 เส้น)

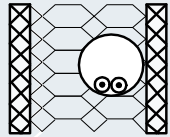
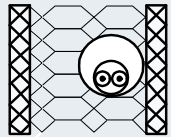
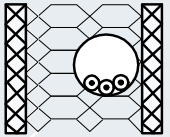
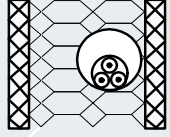
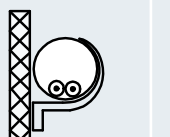
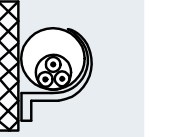
3. ตัวคูณปรับค่า C_a & $C_g = 1$ (ไม่ต้องปรับค่า)

ตารางที่ 5-20

สายขนาด 2.5 ตร.มม. ได้ขนาดกระแส = 21 A

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน **พีวีซี** 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	
	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	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	

กรณีเดินสายฝังดิน

- ขนาดกระแส

- สาย PVC ตารางที่ 5-23
- สาย XLPE ตารางที่ 5-29

- การรับค่า (C_a)

- ใช้ตารางที่ 5-44

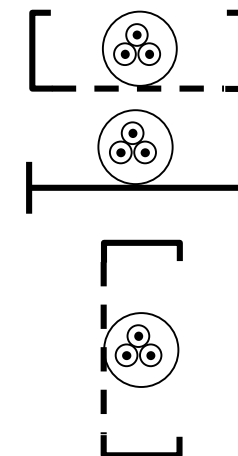
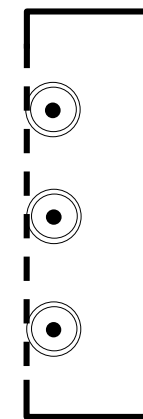
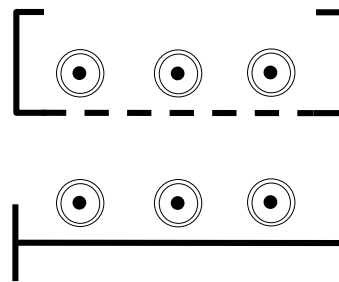
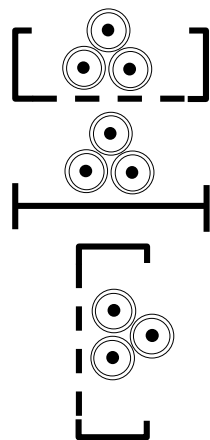
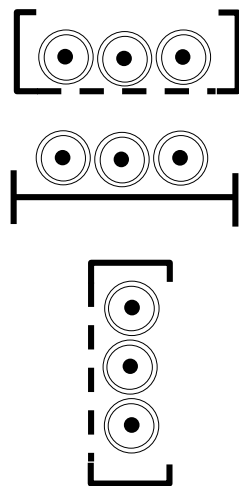
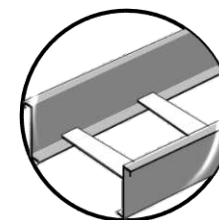
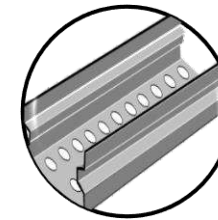
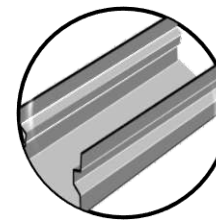
- การรับค่า (C_g)

- จำนวนกลุ่มวงจรในท่อร้อยสาย ตารางที่ 5-8
- จำนวนท่อที่ฝังดิน ตารางที่ 5-46
- สายฝังดินโดยตรง ตารางที่ 5-45

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
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

} สายร้อยท่อฝังดิน

ขนาดกระแสเมื่อวางบนรางเคเบิล (กลุ่มที่ 7)

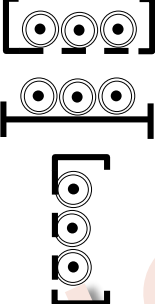
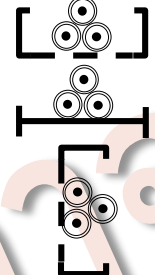
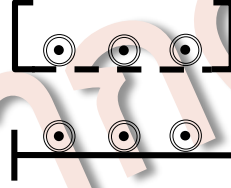
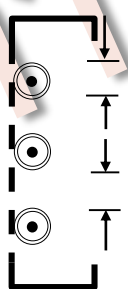
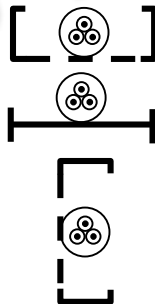


รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29	ฝังดิน
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

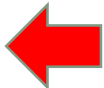
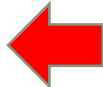
ขนาดกระแส กลุ่มที่ 7

- ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบับได
- ตารางที่ 5-31 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทึบ มี/ไม่มี ฝาปิด

ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก
ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C
วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบ้นไค

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

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-30)

1. อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43  Ca
2. ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 หรือ 5-41  Cg
3. ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47
4. ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

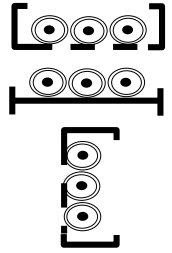
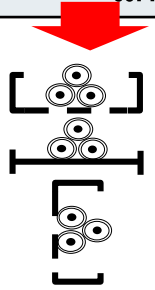
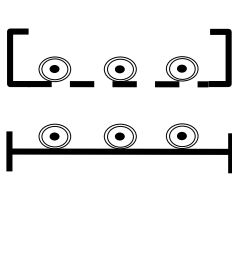
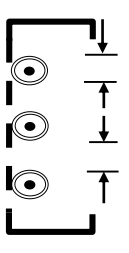
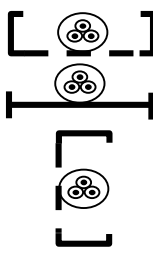
ตัวอย่าง วงจร 3 เฟส 230/400V ใช้สาย NYY แขนเดียว ขนาด 4x120 ตร.มม. วางเป็นกลุ่มบนรางเคเบิลแบบบันได ต้องการหาขนาดกระแสของสายแต่ละเส้น

วิธีทำ กลุ่มที่ 7 ตารางที่ 5-30

ได้ขนาดกระแส = **268A**

(ไม่ต้องปรับค่า)

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE	หมายเหตุ
กลุ่มที่ 1&2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27	ร้อยท่อ
กลุ่มที่ 7	ตารางที่ 5-30&31	ตารางที่ 5-32&33	บนรางเคเบิล

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

ตารางที่ 5-30

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลชนิดด้านล่างทึบ มี/ไม่มี ฝาปิด

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7			
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
รูปแบบการติดตั้ง	  	  		
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้ งาน	60227 IEC 10, NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันต่ำ เป็นต้น			
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)			
1	-	-	12	10
16	-	-	66	54
25	90	77	84	70
35	112	96	104	86

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-31)

- ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแส**มากกว่า 1 กลุ่มวงจร** สำหรับรางเคเบิลแบบ**มีฝาปิด** ให้ใช้ตัวคูณปรับค่า ตามที่ระบุไว้ใน**ตารางที่ 5-31(ก)** (เหมือนตารางที่ 5-8) และสำหรับรางเคเบิลแบบ**ไม่มีฝาปิด** ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน**ตารางที่ 5-41**

ยกเว้น การจัดวางระยะห่างระหว่างกลุ่มวงจร**มากกว่าสองเท่า** ของผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกของตัวนำกระแส ไม่ต้องนำตัวคูณปรับค่าตามตารางมาพิจารณา

การปรับค่าขนาดกระแสของสาย



- 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

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) ซึ่ง**อยู่ภายนอกอาคาร** และมีจำนวนสายหรือแกน**ไม่เกิน 1 กลุ่มวงจร** และมีการป้องกันทางกายภาพด้วยท่อร้อยสายชนิดโลหะหนา ท่อโลหะหนานปานกลางหรือท่ออลูมิเนียม ซึ่ง**ท่อส่วนที่อยู่เหนือผิวดินมีความยาวไม่เกิน 3 เมตร**ไม่ต้องใช้ตัวคูณลดขนาดกระแส

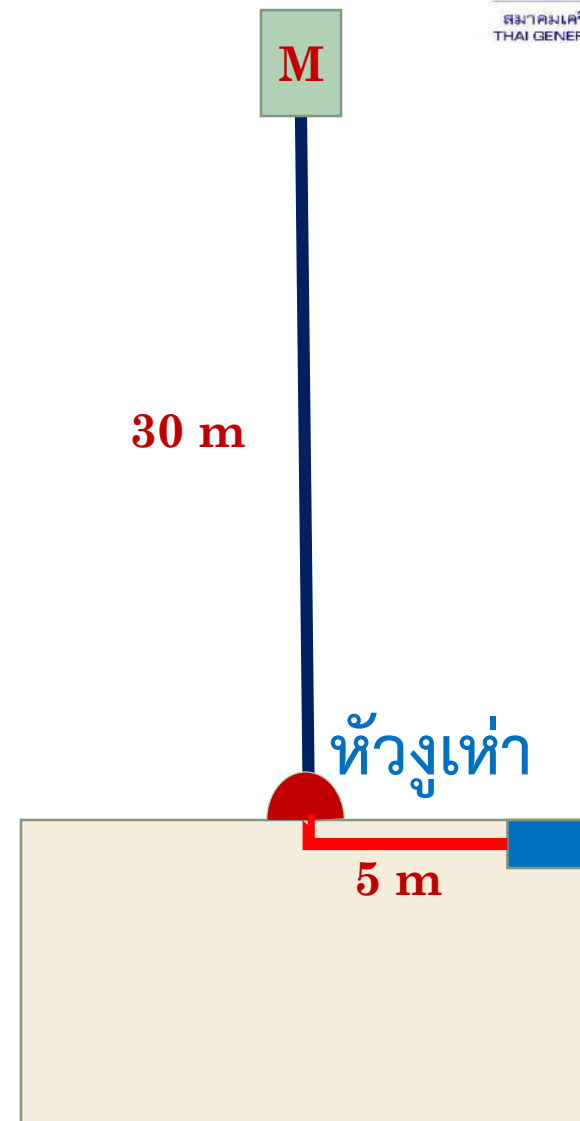
หมายเหตุ

- ถ้ากลุ่มเคเบิลประกอบด้วยตัวนำที่มีอุณหภูมิการใช้งานแตกต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน พิกัดกระแสของกลุ่มให้คำนวณตามเคเบิลที่มี **พิกัดของอุณหภูมิการใช้งานต่ำที่สุด**
- ไม่ต้องนับจำนวนกลุ่มวงจรในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันที่รู้แน่นอนแล้วว่ามีกระแสไหล **ไม่เกินร้อยละ 30 (สามสิบ) ของพิกัดกระแส** เมื่อคิดตัวคูณปรับค่าที่ได้นับรวมจำนวนกลุ่มวงจรนั้นด้วยแล้ว

การเดินสายผสมกัน

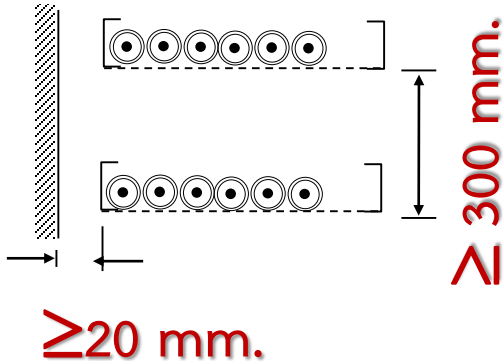
ข้อ 5.25.1.9

ในที่ซึ่งมีการเดินสายผสมระหว่างการเดินสายในอากาศ หรือเกาะผนังในอากาศ และการเดินสายในท่อหากความ ยาวที่เดินในท่อไม่เกินครึ่งหนึ่งของความยาวสายทั้งหมด หรือสายที่เดินในท่อยาวไม่เกิน 6 เมตร แล้วแต่ค่าใดจะ น้อยกว่า อนุญาตให้ใช้ค่าขนาดกระแสตามวิธีการเดิน สายในอากาศ หรือเกาะผนังในอากาศได้



ตารางที่ 5-40

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยว วางบนรางเคเบิล มากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนราง เคเบิล	จำนวนวงจร					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบระบาย อากาศ (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
รางเคเบิลแบบระบาย อากาศ วางแนวตั้ง		1	1	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70
		2	0.9	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66

หมายเหตุ สำหรับตารางที่ 5-40

- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการวางสายไฟฟ้าชั้นเดียวเท่านั้น
- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวนอนที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 300 มม. และติดตั้งรางเคเบิลห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 20 มม. เท่านั้น
- ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสให้ใช้กับการติดตั้งรางเคเบิลในแนวดิ่งที่มีระยะห่างระหว่างรางเคเบิลในแนวราบไม่น้อยกว่า 225 มม. เท่านั้น
- ในกรณีที่จำนวนรางเคเบิลมากกว่าหนึ่งราง ตัวคูณปรับค่าให้คิดจากรางเคเบิลที่มีกลุ่มวงจรมากที่สุด

ปรับค่าเมื่อเดินฝังดิน

ตารางที่ 5-45

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

จำนวน วงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกเคเบิล แต่ละวงจร (มม.)				
	วางชิดกัน	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง 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

ปรับค่าเมื่อเดินฝังดิน

ตารางที่ 5-46

ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว หรือหลายแกน ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV ร้อยท่อฝังดินโดยตรง เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร วางเรียงกันแนวระดับ

จำนวนวงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกท่อ 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 ของสายไฟฟ้าในท่อเดียวกัน

สายแกนเดียว

- กรณีในท่อมี่แต่วงจร 1 เฟส นับเป็นวงจรไป ขนาดกระแสดูจากช่องตัวนำ กระแส 2 เส้น
- กรณีในท่อมี่แต่วงจร 3 เฟส นับเป็นวงจรไป ขนาดกระแสดูจากช่องตัวนำ กระแส 3 เส้น
- กรณีวงจร 1 เฟส เดินรวมกับวงจร 3 เฟส ในท่อเดียวกัน ให้เลือกคิดเป็นแบบใดแบบหนึ่ง (ในทางปฏิบัติให้พยายามหลีกเลี่ยง)

สายหลายแกน

- จำนวนเส้นคือจำนวนกลุ่มวงจร

การนับกลุ่มวงจร กรณีสายแกนเดียว

ตัวอย่าง

วงจรที่ 1 สายขนาด 2.5 ตร.มม.

วงจรที่ 2 สายขนาด 4 ตร.มม.

ตารางที่ 5-8

จำนวน กลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60

วิธีทำ ตัวคูณปรับค่า (ตารางที่ 5-8) = 0.8

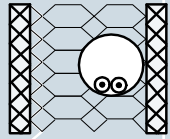
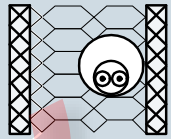
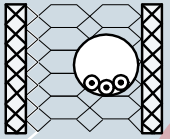
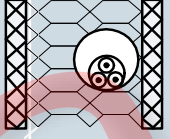
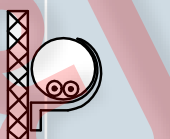
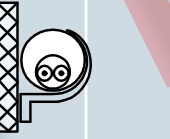
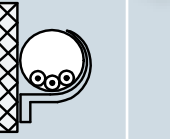
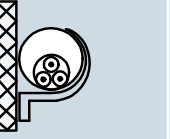
ตารางที่ 5-20

วงจรที่ 1 สายขนาด 2.5 ตร.มม. = $21 \times 0.8 = 16.8 \text{ A}$

วงจรที่ 2 สายขนาด 4 ตร.มม. = $28 \times 0.8 = 22.4 \text{ A}$

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน **พีวีซี** มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV **อุณหภูมิตัวนำ 70°C** อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะ การติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบ การติดตั้ง								
รหัสชนิด เคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติต่างๆ ที่มีฉนวนพีวีซี เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
	23	22	21	20	28	26	24	23

การนับกลุ่มวงจร กรณีสายหลายแกน

➔ จำนวนเส้นคือจำนวนกลุ่มวงจร

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

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

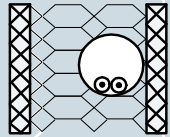
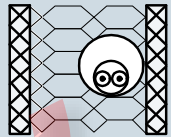
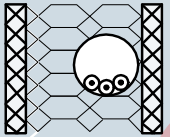
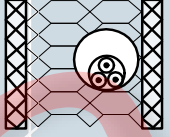
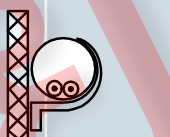
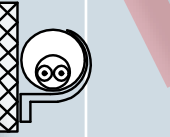
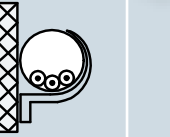
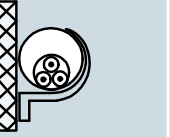
$$\text{สาย NYY 4x4 ตร.มม.} = 23 \times 0.7 = 16 \text{ A}$$

ตารางที่ 5-8

จำนวน กลุ่ม วงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60

ตารางที่ 5-20 (บางส่วน)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน **พีวีซี** มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U)
ไม่เกิน 0.6/1 kV **อุณหภูมิตัวนำ 70°C** อุณหภูมิโดยรอบ 40°C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะ การติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
	2		3		2		3	
จำนวน/ลักษณะ ตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบ การติดตั้ง								
รหัสชนิด เคเบิลที่ใช้งาน	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)							
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23

สายแกนเดียวมีทั้ง 1 เฟส และ 3 เฟส ในท่อเดียวกัน

➔ การนับกลุ่มวงจร เลือกว่าคิดเป็นแบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ก็ได้

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)

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**

ตารางที่ 5-8

จำนวน กลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57

วงจร 1 เฟส = 21 A

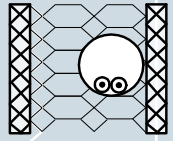
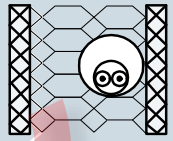
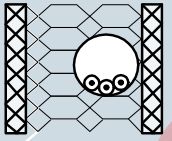
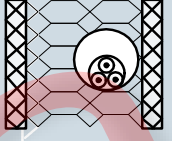
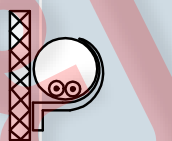
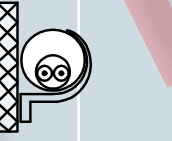
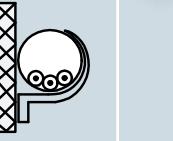
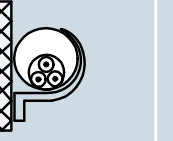
วงจร 3 เฟส = 18 A

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)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน **พีวีซี** 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	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	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)							
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
	23	22	21	20	28	26	24	23

ตัวอย่าง การเดินสายใต้ดิน

รูปแบบการติดตั้ง	สาย มอก.11-2553	สาย XLPE
กลุ่มที่ 1 & 2	ตารางที่ 5-20	ตารางที่ 5-27
กลุ่มที่ 5 & 6	ตารางที่ 5-23	ตารางที่ 5-29

วงจร 3 เฟส ใช้สาย **NYY ขนาด 50 ตร.มม.** เดินในท่อร้อยสายฝังดิน ท่อละ 2 วงจร จำนวน 3 ท่อ ท่อวางติดกัน ต้องการหาขนาดกระแสของสายแต่ละเส้น

ตารางที่ 5-46

วิธีทำ

- ชนิดและขนาด (NYY ขนาด 50 ตร.มม.)
- รูปแบบการติดตั้ง(เดินร้อยท่อฝังดิน) **กลุ่มที่ 5**

จำนวน วงจร	ระยะห่างระหว่างผิวด้านนอกท่อ 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

ตารางที่ 5-23 (ตัวนำกระแส 3) ได้ขนาดกระแส = 136 A

- ตัวคูณปรับค่า

จำนวนกลุ่มวงจร = 0.8 (ท่อละ 2 วงจร)

จำนวนท่อ = 0.75 (ตารางที่ 5-46)

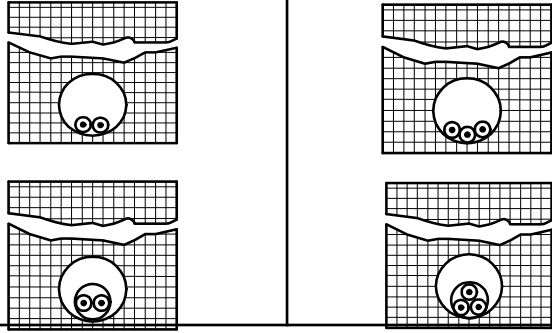
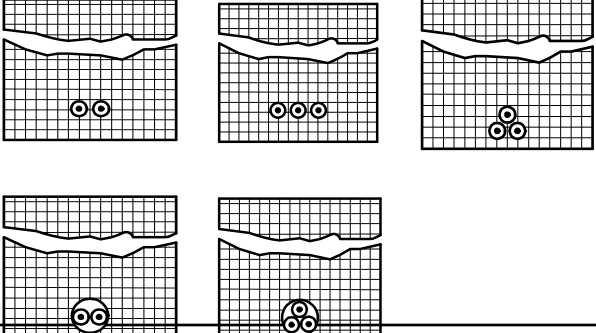
ได้ขนาดกระแส = $136 \times 0.8 \times 0.75 = 81.6 \text{ A}$

ตารางที่ 5-8

จำนวน กลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70

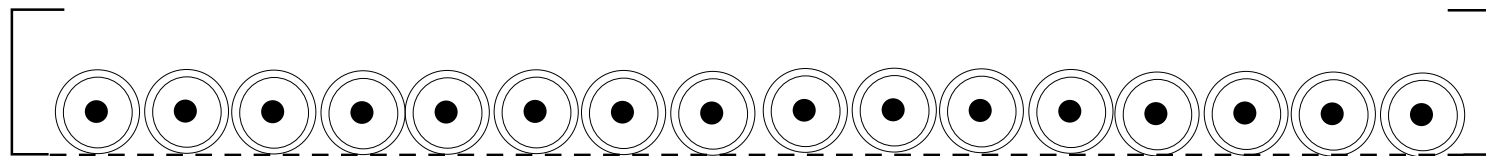
ตารางที่ 5-23

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 kV อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน	แกนเดียว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1	17	15	21
-	-	-	-
35	129	114	154
50	153	136	181

ตัวอย่าง...การเดินสายบนรางเคเบิล

วงจร 3 เฟส 230/400V ใช้สาย NYY แขนเดี่ยว ขนาด 4x120 ตร.มม.
จำนวน 4 วงจร วางบนรางเคเบิลแบบแบนได้ โดยวางชิดติดกัน ต้องการ
หาขนาดกระแสของสายแต่ละเส้น



วิธีทำ

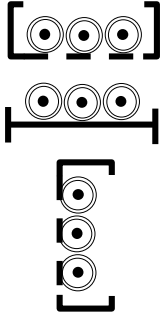
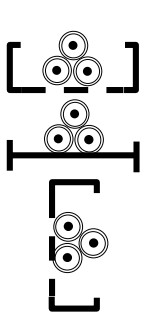
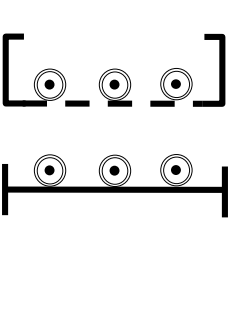
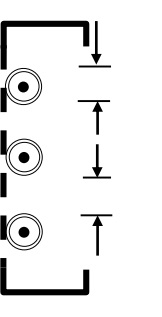
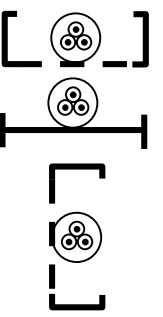
ตารางที่ 5-30 ได้ขนาดกระแส = 279 A

ตารางที่ 5-40 ตัวคูณ = 0.94

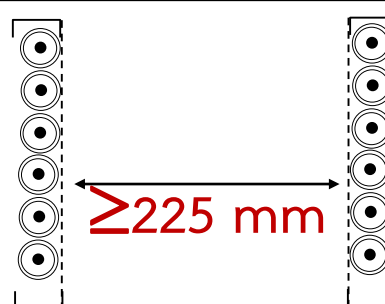
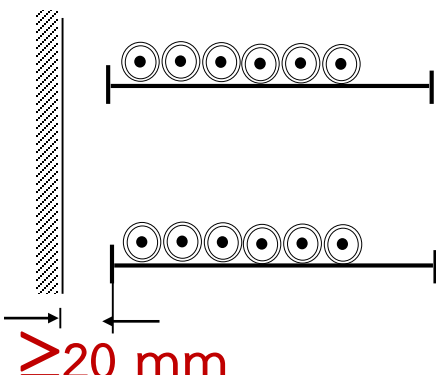
ขนาดกระแส = $279 \times 0.94 = 262 \text{ A}$

ตารางที่ 5-30 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่นเกิน 0.6/1 kV. อุณหภูมิตัวนำ 70°C อุณหภูมิโดยรอบ 40°C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด

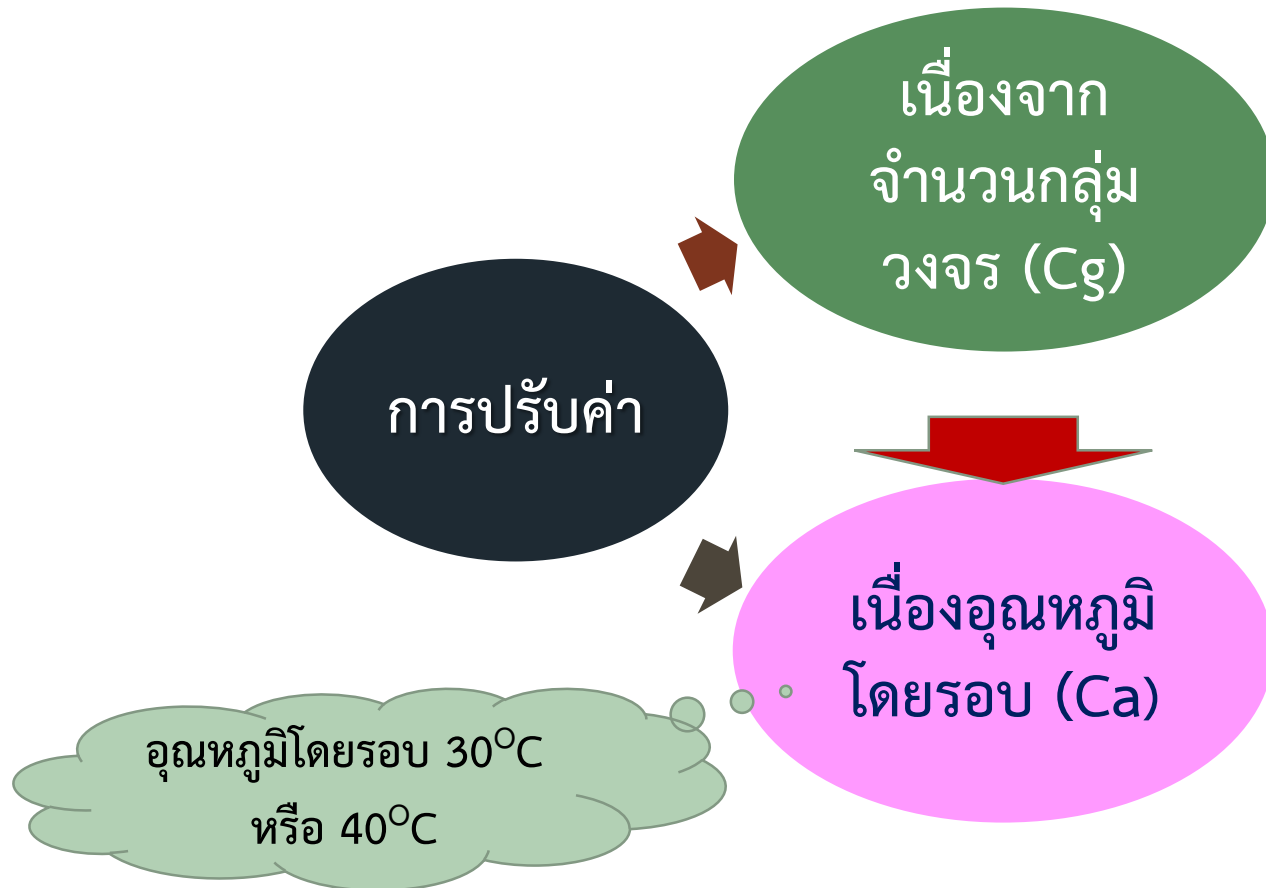
หรือรางเคเบิลแบบบันได

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

ตารางที่ 5-40 (ต่อ) ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว 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 แบนได		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

การปรับค่าขนาดกระแสของสาย เนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบ



- 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 5-43
ตัวคูณค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 40°C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล
เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน		
	PVC	XLPE หรือ EPR	เอ็มไอ
21-25	1.22	1.14	1.26
26-30	1.15	1.10	1.18
31-35	1.08	1.02	1.09
36-40	1.0	1.0	1.0
41-45	0.91	0.96	0.91
46-50	0.82	0.90	0.79
51-55	0.70	0.84	0.67

ตัวอย่าง

วงจร 1 เฟส ใช้สาย IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม. (2 กลุ่มวงจร) เดินร้อยท่อ เกาะผนัง อุณหภูมิ โดยรอบ 45°C ต้องการหาขนาดกระแสของสาย

วิธีทำ

ตารางที่ 5-43

- . ชนิดและขนาด (IEC 01 ขนาด 2.5 ตร.มม.)
- . รูปแบบการติดตั้ง(เดินร้อยท่อ) กลุ่มที่ 2

ตารางที่ 5-20 (ตัวนำกระแส 2)

ตัวคูณปรับค่า

อุณหภูมิโดยรอบ = 0.91 (ตารางที่ 5-43)

จำนวนกลุ่มวงจร = 0.8 (ตารางที่ 5-8)

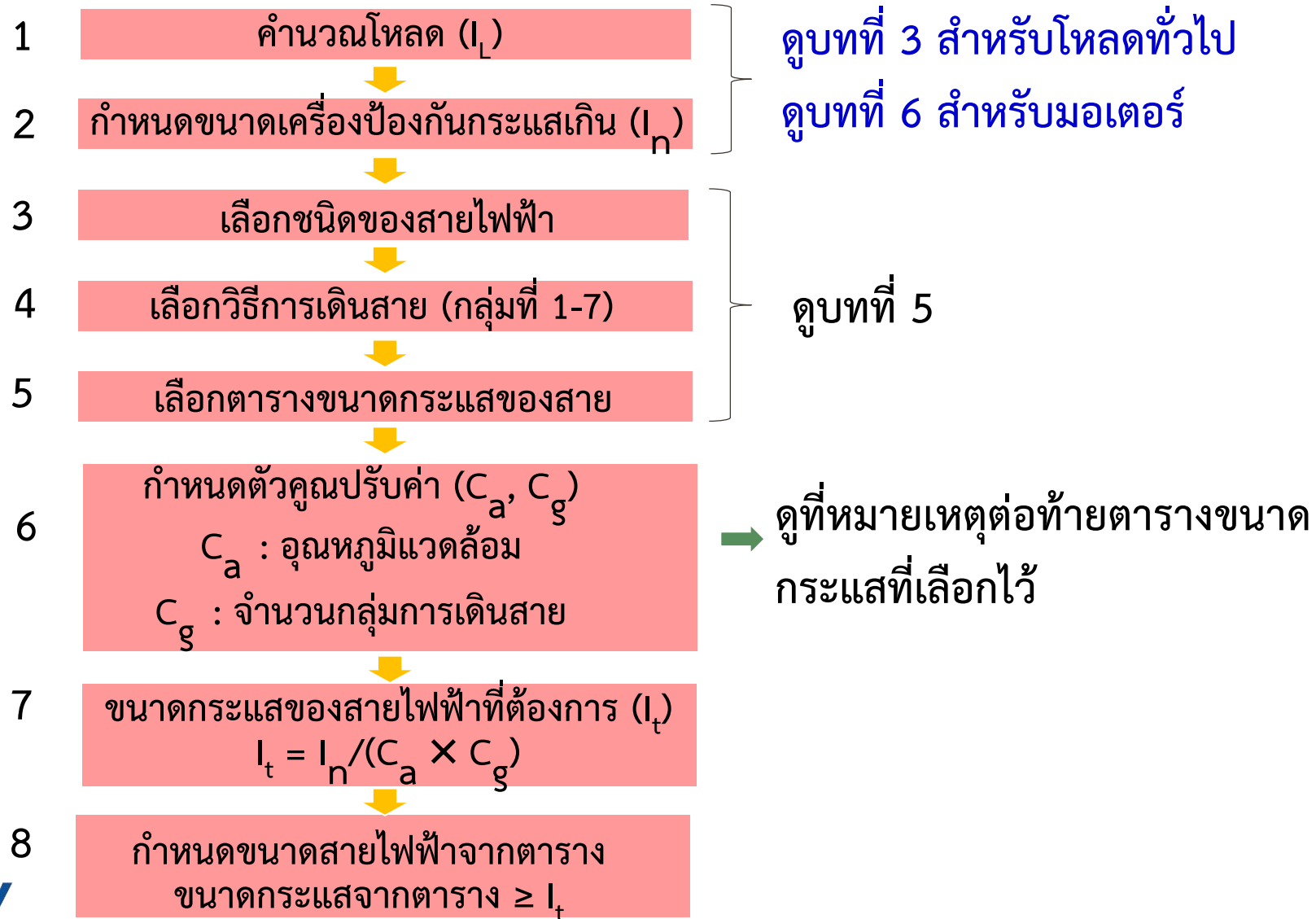
ได้ขนาดกระแส = $21 \times 0.91 \times 0.8 = 15.3 \text{ A}$

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน	
	PVC	XLPE หรือ EPR
31-35	1.08	1.02
36-40	1.0	1.0
41-45	0.91	0.96
46-50	0.82	0.90
51-55	0.70	0.84

ตารางที่ 5-8

จำนวน กลุ่มวงจร	ตัวคูณ
2	0.80
3	0.70

ขั้นตอนการกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ในงานออกแบบฯ



จบ

ขอขอบคุณผู้เอื้อเฟื้อข้อมูล

นายลือชัย ทองนิล

รางวัล AFEO Honorary Member Award CAFEQ 31 Jakarta, Indonesia 2013
อดีตกรรมการสภาวิศวกร
ประธานคณะกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับวุฒิวิศวกร
และสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร
ประธานคณะกรรมการวิชาการฯ มาตรฐานรายสาขาไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้า สมอ.
อดีตผู้อำนวยการไฟฟ้าเขตนครบุรี การไฟฟ้านครหลวง
อดีตประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท. (พ.ศ. 2554-2556)
ประธานคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ พ.ศ. 2556
ที่ปรึกษาสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย

นายวิเชียร บุษยบัณฑิต

กรรมการผู้จัดการ บจก แอซเซ็ท เพอฟอร์แมนซ์ โซลูชั่น
คณะกรรมการจรรยาบรรณ สภาวิศวกร สมัยที่ 5
กรรมการที่ปรึกษา สมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร (ตปอ)
ที่ปรึกษา สมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย