มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

บทที่ 5

ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

หัวข้อการบรรยาย (Topics)

5.1 การเดินสายระบบแรงต่ำ
5.2 การเดินสายระบบแรงสูง
5.3 การเดินสายเปิดหรือเดินลอย (Open wiring)
5.4-5.9 การการเดินสายในท่อ
5.10-5.15 การเดินสายในช่องเดินสาย (Raceway)
5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า (Box)
5.17 Switchboard & Panel board
5.18 สายไฟฟ้า
5.19 สายเคเบิล Mineral insulated cable (MI)

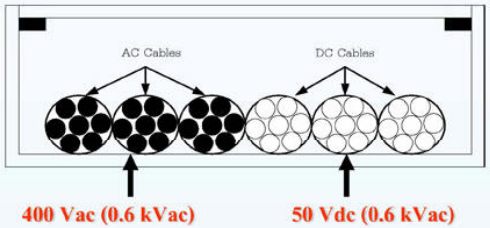
5.1 ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงต่ำ

- ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการเดินสายทั้งหมด

ยกเว้น การเดินสายที่เป็นส่วนประกอบภายในของบริภัณฑ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ แผงควบคุมและแผงสวิตช์ ต่างๆ ซึ่งประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน

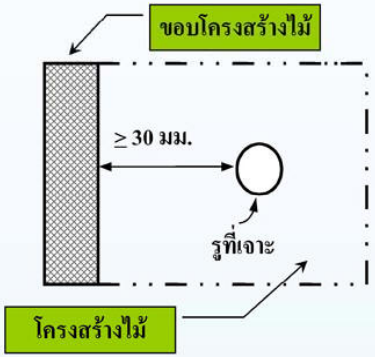
ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันต่างกัน

- ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และกระแสตรง (DC) อนุญาตให้ติดตั้งสายไฟรวมกันได้ ถ้าฉนวนของสายมีความเหมาะสมกับระบบแรงดันสูงสุดที่ใช้
- ห้ามติดตั้งสายไฟที่ใช้กับระบบแรงต่ำรวมกับสายไฟระบบแรงสูง



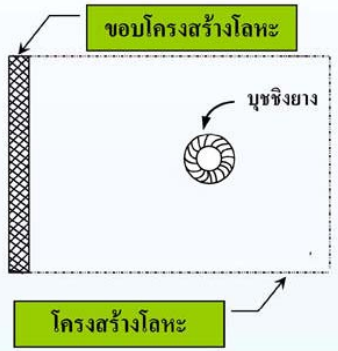
การป้องกันความเสียหายโครงสร้างไม้

- การเดินสายผ่านโครงสร้างไม้
  รูที่เจาะต้องห่างจากขอบ
  ไม่น้อยกว่า 30 มม.



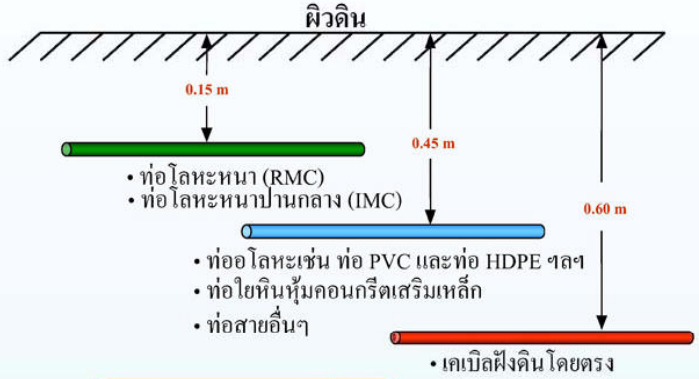
การป้องกันความเสียหายโครงสร้างโลหะ

การเดินสายไฟที่**เปลือกนอกไม่เป็นโลหะ** ผ่าน**โครงสร้างโลหะ**ที่เจาะเป็นช่องหรือรูต้องมีบุชชิ่งยาง



ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน

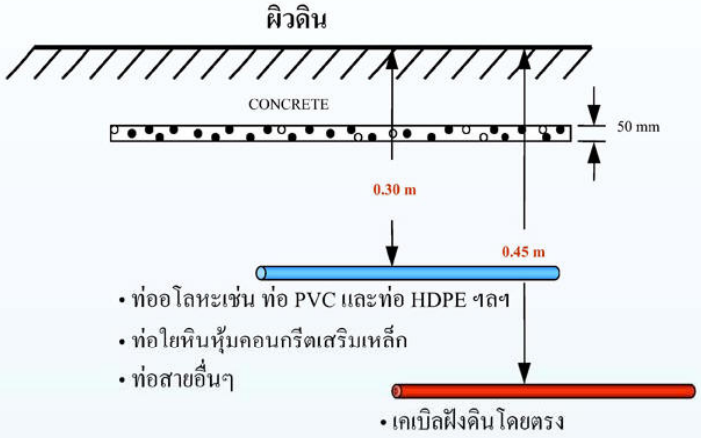
Table 5-1



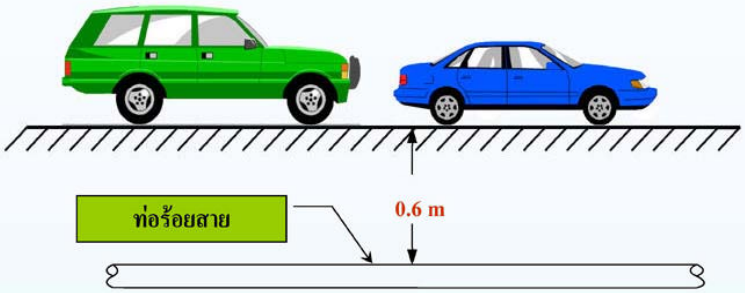
สำหรับระบบ**แรงดันต่ำ**

การติดตั้งใต้ดินเมื่อมีแผ่น concrete ปิดทับ

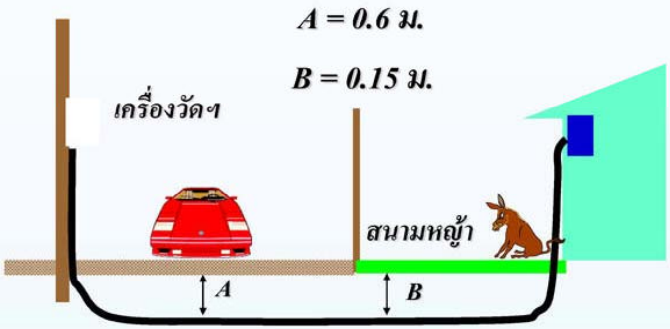
Table 5-1



การติดตั้งใต้ดินบริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน



ตัวอย่าง สาย NYY เดินร้อยท่อโลหะหนาฝังดิน จงกำหนดความลึกของ A และ B

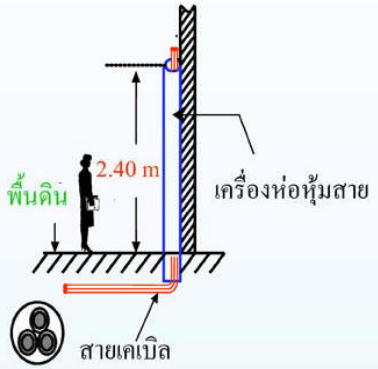


การติดตั้งเคเบิลลอดใต้อาคาร

1. ต้องติดตั้งอยู่ในท่อร้อยสาย
2. ท่อร้อยสายต้องยาวเลยผนังด้านนอกของอาคาร

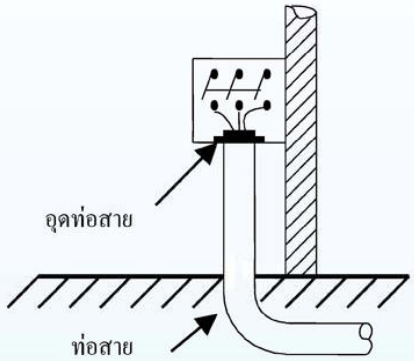
เคเบิลฝังดินโดยตรงแล้วโผล่ขึ้นจากดิน

ต้องมีการป้องกันอันตราย
ด้วยเครื่องห่อหุ้มหรือ
ท่อร้อยสาย สูงจากระดับพื้นดิน
ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร



การป้องกันความชื้นในท่อร้อยสาย

ต้องอุดที่ปลายใดปลายหนึ่งหรือทั้งสองปลายของท่อร้อยสาย เพื่อป้องกันความชื้น



การป้องกันการผุกร่อน

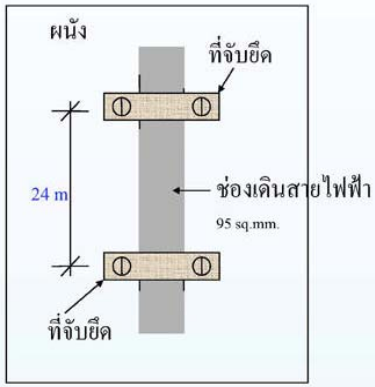
- อุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งควรมีคุณสมบัติดังนี้
  - ใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ที่ติดตั้งใช้งาน
  - ต้องเคลือบด้วยวัสดุกันการผุกร่อน เช่น สังกะสีแคดเมียม หรือ อีนาเมล (Enamel)

หมายเหตุ

การป้องกันด้วยอีนาเมลไม่อนุญาตให้ใช้ในสถานที่เปียกหรือภายนอกอาคาร

การติดตั้งวัสดุและการจับยึด

สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่ง ต้องมีการจับยึดที่ปลายด้านบน และจับยึดเป็นช่วงๆ มีระยะไม่เกิน จากที่กำหนดในตารางที่ 5-2



ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ตารางที่ 5-2

ขนาดของสายไฟฟ้า (mm^2)	ระยะจับยึดต่ำสุด (m)
ไม่เกิน 50	30
70-120	24
150-185	18
240	15
300	12
เกินกว่า 300	10

ยกเว้น ถ้าระยะตามแนวดิ่งน้อยกว่า 25% ของระยะที่กำหนดในตาราง 5-2 ไม่ต้องใช้ที่จับยึด

การกำหนดสีของสายไฟหุ้มฉนวน

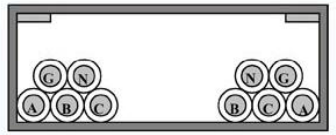
สำหรับเฟส 1 สีดำ
สำหรับเฟส 2 สีแดง
สำหรับเฟส 3 สีน้ำเงิน

ตัวนำนิวทรัล ใช้สีเทาอ่อนหรือขาว

สายดินใช้สีเขียว หรือ สีเขียวแถบเหลือง หรือเป็นสายเปลือย

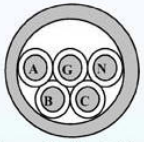
การลดผลของกระแสเหนี่ยวนำ

- สายไฟแกนเดียวทุกเส้น และสายดิน ต้องติดตั้งในท่อร้อยสายเดียวกัน



สายไฟแกนเดียวในรางเดินสายเดียวกัน

- ถ้าอยู่ในรางเดินสาย (Wireways) หรือรางเคเบิล (Cable Trays) ให้วางเป็นกลุ่มเดียวกัน



สายไฟแกนเดียวในท่อร้อยสายเดียวกัน

จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสาย

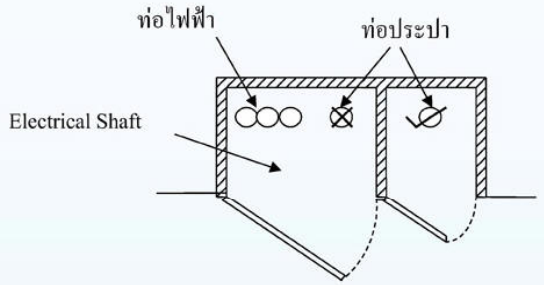
ตารางที่ 5-3
พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

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

ดูภาคผนวก ญ. ประกอบ

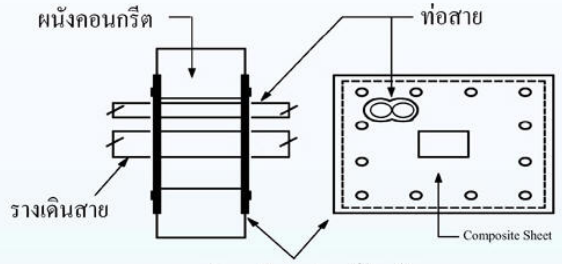
การสายในท่อร้อยสายร่วมกับระบบอื่น

- ในท่อร้อยสาย รางเคเบิล ช่องสำหรับการเดินสาย (Electrical Shaft) ต้องไม่มีท่อสำหรับงานอื่นเดินร่วมด้วย เช่น ท่อประปา



การติดตั้งไฟฟ้าผ่านผนัง

- การติดตั้งไฟฟ้าที่ผ่านผนัง ฉากกั้น พื้นหรือ เพดานหรือช่องท่อไฟฟ้า ต้องมีการป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท.



แนวของรอยต่ออุดด้วยอุปกรณ์สำหรับอุดรู

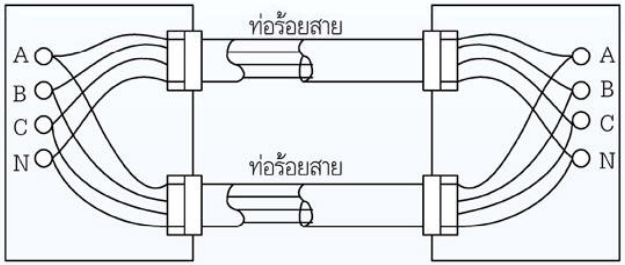
การเดินสายควบ

- **การเดินสายควบ**

การเดินสายควบ ต้องมีลักษณะดังนี้

- สายไฟฟ้าต้องมีขนาด**ไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม.**
- เป็นสายชนิดเดียวกัน
- ขนาดเท่ากัน
- ความยาวเท่ากัน
- มีการต่อสายแบบเดียวกัน

การเดินสายควบ



สายควบ

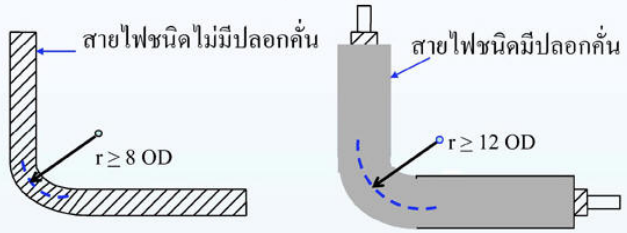
การเดินสายควบต้องเดินสายเฟสแยกกันไปในแต่ละชุด

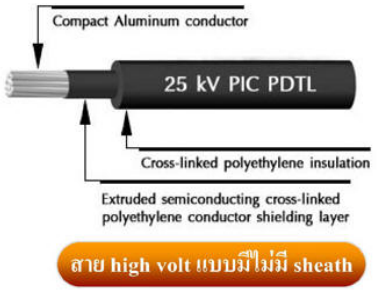
5.2 ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงสูง

ข้อกำหนดของระบบแรงสูงจะคล้ายกับระบบแรงต่ำ
แต่จะมีข้อกำหนดเพิ่มเติมดังนี้

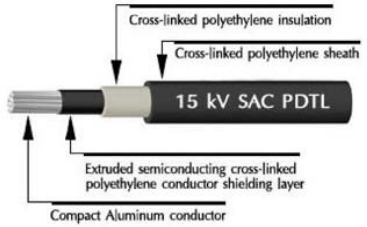
การโค้งงอของสายไฟแรงสูง

- สายไฟชนิดไม่มีปลอกคั่น (sheath) ต้องมีรัศมีการดัดโค้ง ไม่น้อยกว่า 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
- สายไฟชนิดมีปลอกคั่น (sheath) หรือมีเปลือกตะกั่ว ต้องมีรัศมีการดัดโค้งไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก





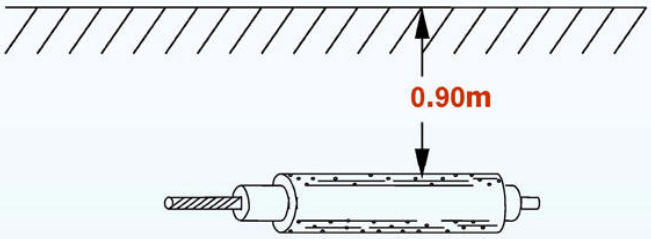
สาย high volt แบบมีไม่มี sheath



สาย high volt แบบมี sheath

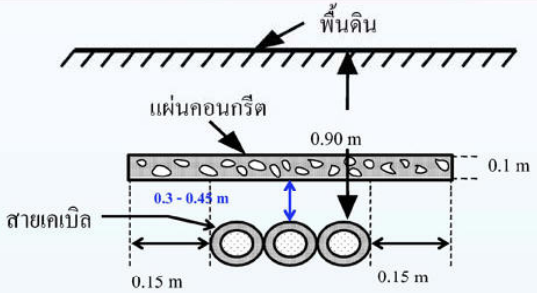
การติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง

- การติดตั้งใต้ดิน (ระบบแรงสูง)
  - สายใต้ดิน (ในท่อ) ต้องฝังดินลึก ไม่น้อยกว่า 0.90 mในทุกกรณี



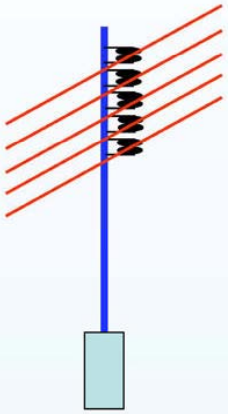
การติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง

- ถ้าเป็นสายฝังดินโดยตรงต้องมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 100 mm ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง เหนือสายเคเบิลระหว่าง 0.30 m ถึง 0.45 m แผ่นคอนกรีตต้องกว้างพอที่จะปิดคลุมออกไปจาก แนวสายทั้งสองข้าง อย่างน้อยข้างละ 0.15 m



5.3 การเดินสายเปิดหรือเดินลอย (Open Wiring) บนวัสดุฉนวน

1. สายที่ใช้ต้องเป็น**สายแกนเดียว**และไม่ถูกปิดบังด้วยโครงสร้างอาคาร
2. จับยึดสายด้วย**ลูกตุ้ม**หรือ**ลูกถ้วย**
3. ต้อง**เดินภายนอกอาคาร**



การเดิน**ภายในอาคาร**ทำได้เฉพาะ

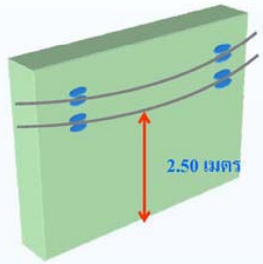
. โรงงานอุตสาหกรรม

. งานเกษตรกรรม

. งานแสดงสินค้า

การเดินสายเปิดหรือเดินลอย สำหรับระบบแรงต่ำ

- ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน
- สายที่ยึดเกาะไปกับผนังหรือกำแพง ต้องอยู่**สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 m**



ภายในอาคาร

การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนภายในอาคารระยะการจับยึด,ระยะห่าง และขนาดสาย

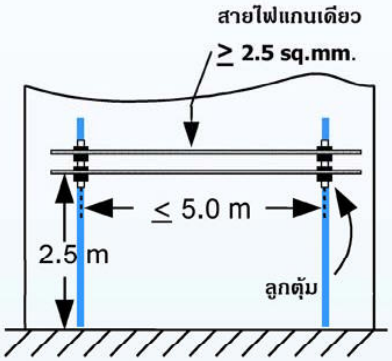
ตารางที่ 5-4

การติดตั้ง	ระยะสูงสุดระหว่างจุดจับยึดสาย (เมตร)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (เมตร)		ขนาดสายใหญ่สุด (ตร.มม)
		สายไฟฟ้า	สายไฟฟ้ากับสิ่งปลูกสร้าง	
บนตุ้ม	2.5	0.10	0.025	50
บนลูกถ้วย	5.0	0.15	0.05	ไม่กำหนด

ภายในอาคาร

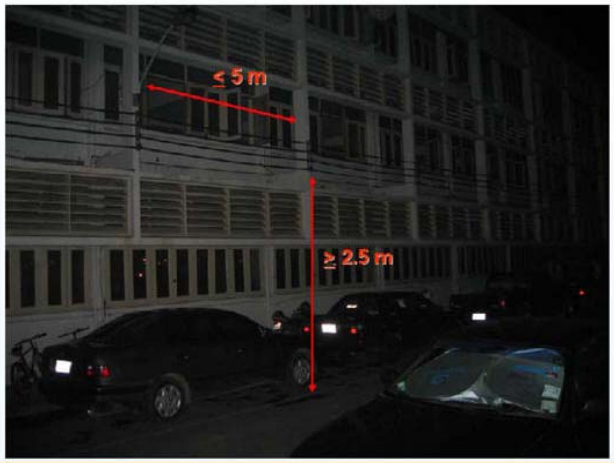
การเดินสายเปิดบนลูกตุ้มภายนอกอาคาร

- กรณีเดิน**บนลูกตุ้ม ภายนอกอาคาร**
  . ถ้าเดินผ่านในที่โล่ง ขนาดสาย ต้อง**ไม่เล็กกว่า 2.5 mm2** และระยะห่างจุดจับยึดสาย **ไม่เกิน 5.0 m**



ภายนอกอาคาร

กรณีเดินบนลูกตุ้ม ภายนอกอาคาร



การเดินสายเปิดบนลูกถ้วยภายนอกอาคาร

- การเดินสายบนลูกถ้วยนอกอาคารให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 5-5

ระยะสูงสุดระหว่างจุดจับยึดสาย (เมตร)	ระยะห่างต่ำสุดระหว่าง (เมตร)		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

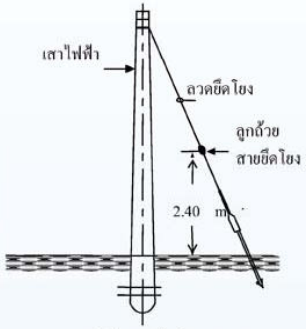
ภายนอกอาคาร

การติดตั้งสายยึดโยงเสาไฟฟ้า

• **สำหรับระบบแรงสูง**

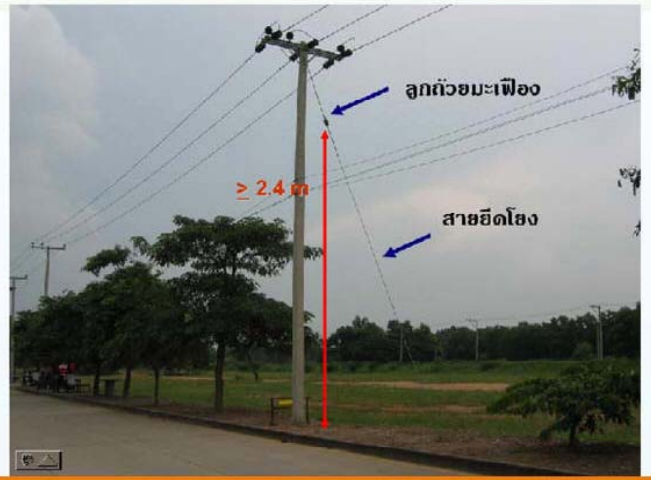
- ในกรณีที่ติดตั้งสายยึดโยง (Guy Wire) จะต้องติดตั้งลูกถ้วยสายยึดโยง (Guy Strain Insulator) ในสายยึดโยง**สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.40 m**

- ลวดผูกสายต้องมีขนาด**ไม่เล็กกว่า 10 mm²**



การใช้สายยึดโยงและลูกถ้วยสายยึดโยง

การติดตั้งสายยึดโยงเสาไฟฟ้า



5.4 การเดินสายในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง

- ท่อโลหะหนา Rigid Metal Conduit (RMC)
- ท่อโลหะหนาปานกลาง Intermediate Metal Conduit (IMC)
- ท่อโลหะบาง Electrical Metallic Tubing (EMT)

ข้อควรระวังในการติดตั้งสำหรับท่อโลหะชนิดหนา หนาปานกลาง และบาง

ใช้ได้กับท่อทุกชนิด

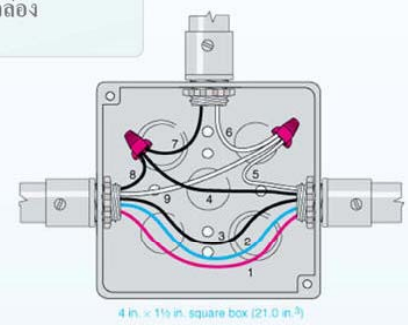
1. ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.
2. จำนวนสายสูงสุดในท่อ ต้องเป็นไปตามตารางที่ 5-3
3. ห้ามใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

สำหรับท่อโลหะบาง

1. ห้ามทำเกลียว
2. ห้ามฝังดินโดยตรง
3. ห้ามใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูง

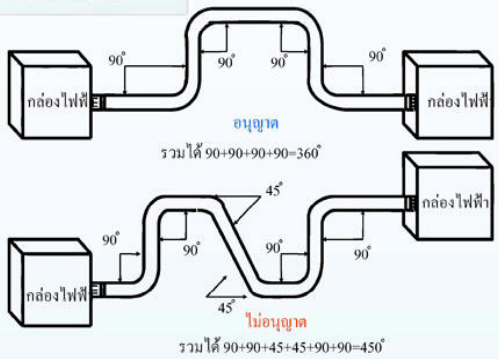
การต่อสายในกล่องต่อสาย

ปริมาตรของสายและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้ว ต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่อง



มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสาย

- มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360^{O}



ใช้ได้กับท่อทุกชนิด

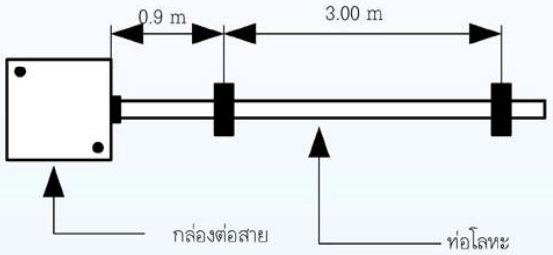
รัศมีการโค้งงอของท่อสำหรับท่อโลหะชนิดหนา หนาปานกลาง และบาง

ตารางแสดง รัศมีการดัดโค้งด้านในของท่อร้อยสาย

ขนาดท่อ (มม.)	ร้อยสายชนิดไม่มีปลอกตะกั่ว	ร้อยสายชนิดมีปลอกตะกั่ว
> 15 มม.	≥ 6 เท่าของ OD.ท่อ	≥ 10 เท่าของ OD.ท่อ
= 15 มม.	≥ 8 เท่าของ OD.ท่อ	≥ 12 เท่าของ OD.ท่อ

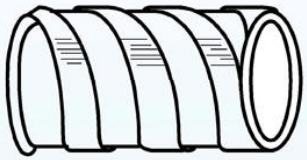
ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดสำหรับท่อโลหะชนิดหนา หนาปานกลาง และบาง

ท่อร้อยสายต้องยึดกับที่ให้มั่นคง โดยมีระยะห่างระหว่างจุดจับยึด **ไม่เกิน 3.0 m** และห่างจากกล่องต่อสาย หรืออุปกรณ์ต่างๆ **ไม่เกิน 0.9 m (ใช้กับท่อโลหะ หนา, หนาปานกลาง, บาง)**



5.5 การเดินสายในท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

- **ลักษณะการใช้งาน**
  - ใช้ในสถานที่แห้ง
  - ใช้ในที่เข้าถึงได้ เพื่อป้องกันการเสียหายทางกายภาพหรือเดินซ่อนสาย
  - ใช้สำหรับเดินเข้าผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสาย (ยาวไม่เกิน 2 เมตร)



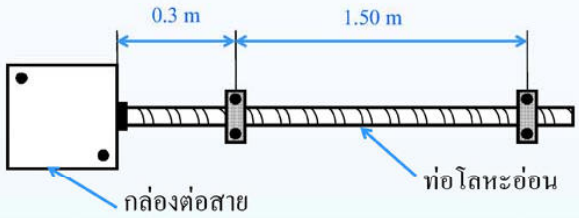
ท่อโลหะอ่อน

กรณีที่ห้ามใช้ท่อโลหะอ่อน

- ในปล่องลิฟต์หรือปล่องขนของ
- ในห้องแบตเตอรี่
- ในบริเวณอันตราย
- ฝังดินหรือฝังในคอนกรีต
- ในสถานที่เปียก ยกเว้น ใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสมและติดตั้งในท่อโลหะอ่อนที่ป้องกันน้ำเข้าท่อ

ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดสำหรับท่อโลหะอ่อน

- ระยะห่างระหว่างจุดจับยึด **ไม่เกิน 1.5 เมตร**
  และห่างจาก กล่องต่อสาย หรืออุปกรณ์ต่างๆ **ไม่เกิน 0.30 เมตร**

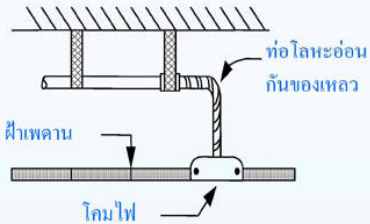


ใช้ได้กับท่อโลหะอ่อนกันของเหลวด้วย

5.6 การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว (Liquidtight Flexible Metal Conduit)

ลักษณะการใช้งาน

- สำหรับการใช้งานในสถานที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อ
- เพื่อป้องกันของแข็ง ของเหลว ไอ หรือในบริเวณอันตราย



ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

5.7 การเดินสายในท่อ อโลหะอ่อน (Electrical Nonmetallic Tubing)

- ท่อมีลักษณะเป็นลอน (Corrugated)
- ทนต่อความชื้น สารเคมี และมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง
- ดัดโค้งได้ด้วยมือ

ลักษณะการใช้งานท่ออโลหะอ่อน

- หากเดินในสถานที่เปิดโล่ง สถานที่ต้องไม่มีความเสียหายทางกายภาพและใช้กับอาคารที่สูงไม่เกิน 3 ชั้น
- หากเดินในที่ซ่อน เช่น ผนัง พื้นหรือเพดาน ต้องกั้นด้วยแผ่นที่ทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- เดินฝังในคอนกรีต

กรณีที่ห้ามใช้ท่ออโลหะอ่อน

- ในบริเวณอันตราย
- ใช้เป็นเครื่องแขวนหรือยึดจับดวงโคม
- อุณหภูมิโดยรอบสูงจนทำให้ท่อเสียหาย
- ฝังในดินโดยตรง
- ในโรงมหรสพ
- **แรงดันที่ใช้งานเกิน 750 โวลต์**

การติดตั้งใช้งานท่ออโลหะอ่อน (ในหัวข้อ 5.7)

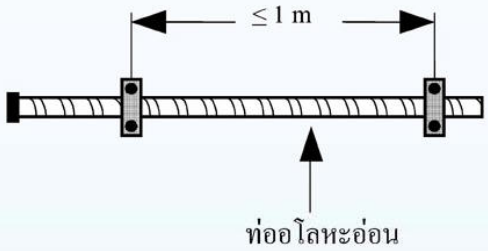
- ห้ามใช้ท่ออโลหะอ่อน**ขนาดเล็กกว่า 15 มม.** หรือ**ใหญ่กว่า 26 มม.**

การติดตั้งใช้งานท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว (ในหัวข้อ 5.9)

- ห้ามใช้ท่ออโลหะอ่อน**ขนาดเล็กกว่า 15 มม.** หรือ**ใหญ่กว่า 100 มม.**

การจับยึดท่ออโลหะอ่อน

- ต้องมีการจับยึด **ทุกระยะไม่เกิน 1.0 เมตร**



5.8 การเดินสายในท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Tubing)

- เหมาะสำหรับงานทางไฟฟ้าที่ทนต่อความชื้น สารเคมี
- มีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Frame-Retardant) กรณีติดตั้งเหนือพื้นดิน
- มีคุณสมบัติทนแสงแดดเมื่อติดตั้งในบริเวณที่มีโอกาสถูกแสงแดด
- ทนแรงกระแทกและแรงอัด

ลักษณะการใช้งานท่ออโลหะแข็ง

- เดินซ่อนในผนัง พื้นและเพดาน
- ในบริเวณที่ให้เกิดการผุกร่อนและเกี่ยวข้องกับสารเคมี
- ในที่เปียกชื้น
- ในที่เปิดโล่ง โดยไม่เกิดความเสียหายทางกายภาพ
- ติดตั้งใต้ดิน
- ท่ออโลหะอ่อนที่ติดตั้งต้องมีขนาดตั้งแต่ 15 มม. ขึ้นไป

กรณีที่ห้ามใช้ท่ออโลหะแข็ง

- ในบริเวณอันตราย
- ใช้เป็นเครื่องแขวนหรือยึดจับดวงโคม
- ที่ซึ่งมีอุณหภูมิของสายไฟฟ้าหรืออุณหภูมิโดยรอบสูงเกินกว่าอุณหภูมิของท่อที่ระบุไว้
- ในโรงมหรสพ

5.9 การเดินสายในท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว (Liquid Tight Flexible Nonmetallic Conduit)

- ใช้ได้ทั้งแบบเปิดโล่ง หรือเดินซ่อน
- ในสถานที่ที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อ
- ป้องกันสายไฟชำรุดจากไอของเหลวหรือของแข็ง

กรณีที่ห้ามใช้ท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว

- สถานที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
- อุณหภูมิโดยรอบสูงเกินกว่าอุณหภูมิวัสดุของท่อ
- มีความยาวเกิน 2.0 เมตร
- ในระบบแรงสูง

5.10 การเดินสายในช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว (Surface Metal Raceway)

- **ลักษณะการใช้งาน**
  - ใช้ในสถานที่แห้งเท่านั้น
- **กรณีที่ห้ามใช้ช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว**
  - สถานที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
  - ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกกร่อน
  - ในปล่องขนของหรือปล่องลิฟต์
  - ในที่ซ่อน **ยกเว้น** ใต้พื้นยก
  - ในระบบแรงสูง

ช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว

การติดตั้งใช้งานช่องเดินสายโลหะ

- ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า **หลักพิจารณา**

ใช้ตารางที่ 5-11(ค) กรณีท่อโลหะ สำหรับสาย PVC หรือ 5-13 (ข) สำหรับสาย XLPE และ ไม่ต้องใช้ค่าตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตาม ตารางที่ 5-10 เมื่อเป็นไปตามข้อต่อไปนี้ทุกข้อ

1. พื้นที่หน้าตัดของช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิวมากกว่า 2,580 mm^2
2. จำนวนสายที่มีกระแสไหลในช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิวไม่เกิน 30 เส้น
3. พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว

การติดตั้งใช้งานช่องเดินสายโลหะ

- ห้ามต่อช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิวตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
- **การต่อสาย:** พื้นที่หน้าตัดของสายรวมทั้งหัวต่อสาย เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของช่องเดินสายโลหะ บนพื้นผิว ณ จุดต่อสาย (ไม่แน่นเกินไป)
- ข้อต่อ ข้องอ ที่ใช้ต้องต่อเนื่องกันทั้งทางกลและไฟฟ้า
- ปลายช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิวต้องปิด
- ห้ามใช้เป็นตัวนำต่อลงดิน

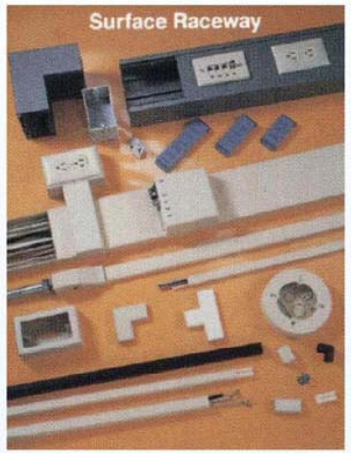
มาตรฐานความหนาของช่องเดินสายโลหะบนพื้นผิว

มีความหนาไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตาราง 5.6

ขนาดความสูง x กว้าง (mm)	ความหนา (mm)
ไม่เกิน 50 x 100	0.8
ไม่เกิน 100 x 150	1.2
ไม่เกิน 100 x 200	1.2
ไม่เกิน 150 x 200	1.4
ไม่เกิน 150 x 300	1.4
เกิน 150 x 300	1.6

5.11 การเดินสายในช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว (Surface Nonmetallic Raceway)

- วัสดุทนความชื้น สารเคมี
- ไม่ติดไฟ
- ทนแรงกระแทก
- ไม่บิดเบี้ยวจากความร้อนในภาวะใช้งาน
- ใช้งานที่อุณหภูมิต่ำได้



ลักษณะการใช้งานช่องเดินสายอโลหะ

- ใช้ในสถานที่แห้งเท่านั้น
- **กรณีที่ห้ามใช้ช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว**
  - สถานที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
  - ในที่ซ่อน
  - ในปล่องขนของหรือปล่องลิฟต์
  - ในบริเวณอันตราย
  - ในระบบแรงสูง
  - ที่ซึ่งมีอุณหภูมิของสายไฟฟ้าหรืออุณหภูมิโดยรอบสูงเกินกว่าอุณหภูมิของช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิวที่ระบุไว้

การติดตั้งใช้งานช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว

หลักพิจารณา: เหมือนกับ metallic surface raceway

- ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ใช้ตารางที่ 5-11(ค) กรณีท่ออโลหะ และไม่ต้องใช้ค่าตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสายตาม ตารางที่ 5-10 เมื่อเป็นไปตามข้อต่อไปนี้ทุกข้อ

1 พื้นที่หน้าตัดของช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิวมากกว่า 2,580 mm^2

2 จำนวนสายที่มีกระแสไหลในช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิวไม่เกิน 30 เส้น

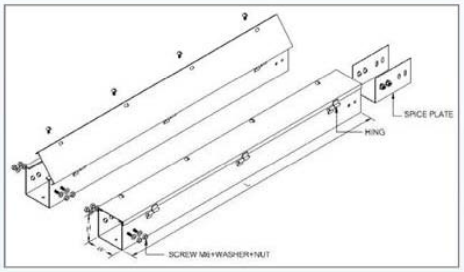
3 พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว

การติดตั้งใช้งานช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว

- ห้ามต่อช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิวตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น
- พื้นที่หน้าตัดของสายรวมทั้งหัวต่อสาย เมื่อรวมกันแล้วต้อง ไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิว ณ จุดต่อสาย
- ปลายช่องเดินสายอโลหะบนพื้นผิวต้องปิด

5.12 การเดินสายในรางเดินสาย (Wireways)

- **ลักษณะการใช้งาน**
  - ติดตั้งในที่เปิดโล่งเท่านั้น **ยกเว้น** พื้นที่ปิดที่ติดตั้งสามารถเข้าถึงได้ในการตรวจสอบบำรุงรักษาตลอดแนวรางเดินสาย
  - ติดตั้งภายนอกต้องเป็นชนิดกันฝน



การเดินสายในรางเดินสาย

หลักพิจารณา

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดต้องรวมกัน **ไม่เกินร้อยละ 20** ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า **ไม่ต้องใช้ค่าตัวคูณลดกระแส** เรื่องจำนวนสายตาม**ตารางที่ 5-10** ก็ต่อเมื่อ ตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกัน**ไม่เกิน 30 เส้น**

ตัวคูณลดค่ากระแส

ตารางที่ 5-10

ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน

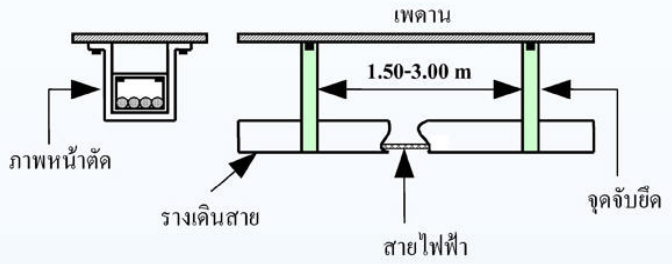
จำนวนสาย	ตัวคูณ
4-6	0.82
7-9	0.72
10-20	0.56
21-30	0.48
31-40	0.44
เกิน 40	0.38

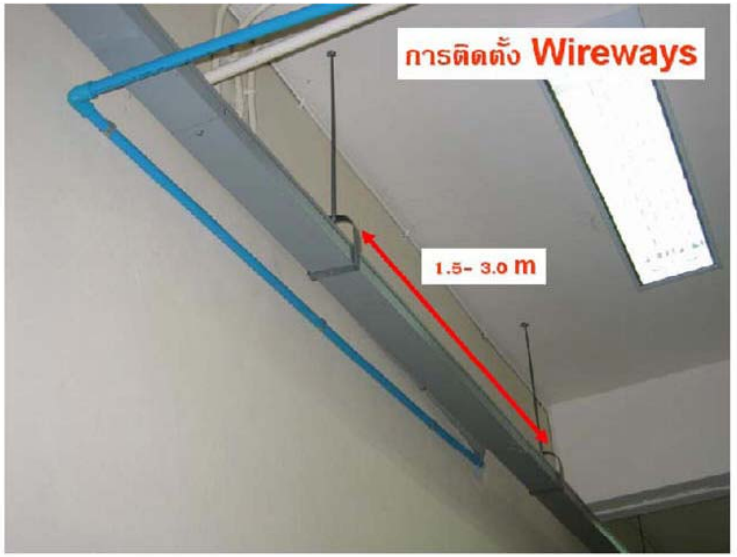
การติดตั้งใช้งานรางเดินสาย

- จุดปลายรางเดินสายต้องปิด
- จับยึดทุกระยะ 1.50 เมตร หรือมากกว่าได้ถ้าจำเป็น แต่ต้อง ไม่เกิน 3.00 เมตร
- ในแนวดิ่งจับยึดทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร และห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุด

  ในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตร

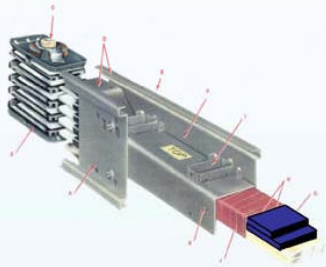
การจับยึดรางเดินสาย





5.13 การติดตั้งบัสเวย์ (Busways)

- **ตัวนำเป็นทองแดงหรืออลูมิเนียม**
- **ลักษณะการใช้งาน**
  - ติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็น ตรวจสอบบำรุงรักษาได้ตลอดเวลา
- **กรณีที่ห้ามใช้บัสเวย์**
  - บริเวณที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหาย ทางกายภาพอย่างรุนแรง
  - ในปล่องขนของหรือปล่องลิฟต์
  - ในบริเวณอันตราย
  - กลางแจ้ง สถานที่ชื้น หรือเปียก



บัสเวย์

- **การติดตั้งใช้งาน**
  - ระยะห่างระหว่างจุดยึดไม่เกิน 1.50 เมตร หรือตามการออกแบบของผู้ผลิต
  - การต่อแยกบัสเวย์ต้องใช้เครื่องประกอบที่ออกแบบมา โดยเฉพาะและที่จุดต่อแยกต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน
  - ต้องไม่ติดตั้งให้สัมผัสกับวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย

การติดตั้งบัสเวย์

- เปลือกหุ้มโลหะต้องต่อลงดินและสามารถใช้เป็นตัวนำลงดินได้ถ้ามีการออกแบบไว้
- ขนาดกระแสของบัสเวย์ให้ใช้ตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยคิดที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C

5.14 การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง (Surface Wiring)

- **ลักษณะการใช้งาน**
  - ใช้กับการเดินสายแรงต่ำในอาคารทั่วไป

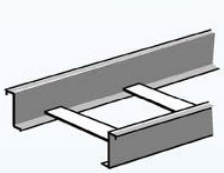
  ยกเว้น ในบริเวณอันตราย

การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง

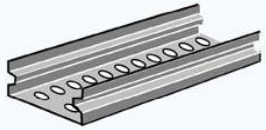
- **การติดตั้งใช้งาน**
  - ระยะห่างระหว่างจุดยึดไม่เกิน 200 มม.
  - การต่อและการต่อแยกทำในกล่องสำหรับงานไฟฟ้าเท่านั้น
  - ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ใช้ตารางที่ 5-11 (ข) และไม่ต้องใช้ค่าตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสาย
  - การเดินสายให้ติดตั้งเรียงเป็นชั้นเดียว ห้ามติดตั้งซ้อนกัน

5.15 การเดินสายในรางเคเบิล (Cable Tray)

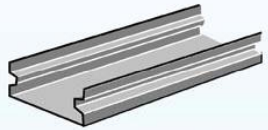
รางเคเบิล หมายถึง รางเปิดซึ่งทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟใช้สำหรับรองรับและจับยึดสายเคเบิล



แบบบันได



แบบรางมีช่องระบายอากาศ



แบบด้านล่างทึบ

สิ่งที่สามารถเดินในรางเคเบิลได้

1.สายเคเบิลแกนเดียวชนิดมีเปลือกนอก (NYY) และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม.

2. สามารถติดตั้งสายเคเบิลแกนเดียวชนิดไม่มีเปลือกนอก (THW) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. ได้ในราง เคเบิลแบบบันได (Ladder) หรือหากใช้กับรางเคเบิล แบบมีช่องระบายอากาศ (Tray) ระยะห่างระหว่างชั้น บันไดต้องไม่เกิน 230 mm

สิ่งที่สามารถเดินในรางเคเบิลได้

3. MI Cable (Mineral Insulated Cable)

   MC (Metal-clad Cable)

   AC (Armored Cable)

4. ท่อร้อยสายต่างๆ

MC (Metal-Clad Cable)

กรณีที่ห้ามใช้รางเคเบิล

- บริเวณที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
- ในปล่องขนของหรือปล่องลิฟต์
- ในสถานที่ใช้งานซึ่งสายมีโอกาสถูกแสงแดดโดยตรง ต้องใช้สายชนิดทนแสงแดด
- ห้ามใช้รางเคเบิลเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน
- ห้ามติดตั้งท่อสำหรับงานอื่นที่ไม่ใช่งานไฟฟ้า เช่น ท่อไอ น้ำท่อประปา ท่อแก๊ส อยู่บนรางเคเบิล

การติดตั้งรางเคเบิลและสายเคเบิล

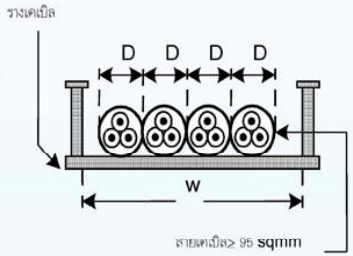
- รางเคเบิลต้องต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า
- เมื่อใช้สายเคเบิลแกนเดียว สายเส้นไฟแต่ละวงจรต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่ม และสายต้องมัดเข้าด้วยกัน ป้องกันการเกิดกระแสไม่สมดุล และป้องกันสายเคเบิลเคลื่อนเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร
- การต่อสายในรางเคเบิล จุดต่อสายต้องอยู่ในรางเคเบิลและต้องไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล

จำนวนสายเคเบิลหลายแกนระบบแรงต่ำในรางเคเบิล

ขนาดกระแสหาได้จากตารางที่ 5-12 (PVC)

1. รางเคเบิลที่มีเฉพาะสายเคเบิลขนาด ตั้งแต่ 95 ตร.มม. ขึ้นไป
   - ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายทั้งหมดต้องไม่เกินขนาดความกว้างของราง
   - วางเรียงได้ชั้นเดียวเท่านั้น

≥ 95 mm² พิจารณาที่ความกว้าง



จำนวนสายเคเบิลหลายแกนระบบแรงต่ำในรางเคเบิล

2. รางเคเบิลที่มีสายเคเบิลขนาดเล็กกว่า 95 ตร.มม. ตารางที่ 5-7
   ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายทั้งหมด ต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่กำหนดในตาราง 5-7 ช่องที่ 1 < 95 mm²

3. รางเคเบิลที่มีสายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตร.มม. ขึ้นไป และเล็กกว่า 95 ตร.มม. รวมกัน MIX 95 mm²
   ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 95 ตร.มม. ทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่กำหนดในตารางที่ 5.7 ช่องที่ 2

ตารางที่ 5-7

พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางเคเบิลหลายแกนระบบแรงต่ำ

ในรางเคเบิลแบบบันได แบบรางมีช่องระบายอากาศ หรือแบบด้านล่างทึบ

ตารางที่ 5-7 หลายแกน

ความกว้างภายในของรางเคเบิล (มม.)	รางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ		รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ	
	ช่องที่ 1 ใช้กับข้อ 5.15.4.1.2	ช่องที่ 2* ใช้กับข้อ 5.15.4.1.3	ช่องที่ 3 ใช้กับข้อ 5.15.4.3.2	ช่องที่ 4* ใช้กับข้อ 5.15.4.3.3
	< 95 mm²	Mix 95 mm²	< 95 mm²	Mix 95 mm²
150	4500	4500-(30.5 Sd)**	3500	3500-(25.4 Sd)**
300	9000	9000-(30.5 Sd)	7000	7000-(25.4 Sd)
450	13500	13500-(30.5 Sd)	10500	10500-(25.4 Sd)
600	18000	18000-(30.5 Sd)	14000	14000-(25.4 Sd)
750	22500	22500-(30.5 Sd)	17500	17500-(25.4 Sd)
900	27000	27000-(30.5 Sd)	21000	21000-(25.4 Sd)

Sd=dia. of bigger cond.

จำนวนสายเคเบิลหลายแกนระบบแรงต่ำในรางเคเบิล

ตาราง 5-7

4. กรณีเดินสายผสมกันสายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 95 ตร.มม. ขึ้นไปต้องวางเรียงกันโดยไม่มีสายเคเบิลอื่นมาวางทับยกเว้น สายเล็กกว่า 95 ตร.มม. วางซ้อนได้ MIX 95 mm²

จำนวนสายเคเบิลแกนเดียวแรงต่ำในรางเคเบิล

ตาราง 5-8

120-300 mm²

1. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 120 ตร.มม. ถึง 300 ตร.มม ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายต้องไม่เกิน จากที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-8 ช่องที่ 1

2. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 400 ตร.มม. ผสมกับสายขนาดเล็กกว่า 400 ตร.มม ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายต้องไม่เกิน MIX 400 mm² จากที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-8 ช่องที่ 2

ตารางที่ 5-8

พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางเคเบิลแกนเดียวระบบแรงต่ำ

ในรางเคเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ

ความกว้างภายในของรางเคเบิล (มม.)	ช่องที่ 1	ช่องที่ 2*
	120-300 mm²	Mix 400 mm²
150	4000	4000-(27.9 Sd)**
300	8500	8500-(27.9 Sd)
450	12500	12500-(27.9 Sd)
600	16500	16500-(27.9 Sd)
750	21000	21000-(27.9 Sd)
900	25000	25000-(27.9 Sd)

ขนาดกระแสหาได้จากตารางที่ 5-12 (PVC)

จำนวนสายเคเบิลแกนเดียว แรงต่ำในรางเคเบิล

3. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 50 ตร.มม. ถึง 95 ตร.มม.

4. สายเคเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 400 ตร.มม. ขึ้นไป

"ผลรวมเส้นผ่าศูนย์กลางรวมฉนวนและเปลือกสาย ทั้งหมดต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเคเบิล"

ตัวอย่างการคำนวณ การเดินสายหลายแกนในรางเคเบิล

สาย NYY แบบ 2 แกน ขนาด 70 mm2 จำนวน 15 เส้น

ตาราง 5-7

ต้องการเดินบน Cable tray แบบมีช่องระบายอากาศ จะต้องใช้ขนาดความกว้างต่ำสุดเท่าใด

กำหนดให้สายขนาด 70 mm^2 มีพื้นที่หน้าตัดรวม 1288.2 mm^2

มีสาย 15 เส้น ดังนั้น พท. หน้าตัดรวมเท่ากับ 1288.2 x 15 = 19323 mm^2

จากตารางที่ 5-7 ช่องที่ 1 เลือกใช้รางเคเบิล 750 mm

มี พ.ท. หน้าตัด 22500 mm^2

ตัวอย่างการคำนวณ การเดินสายแกนเดี่ยวในรางเคเบิล

สาย THW แกนเดี่ยวขนาด 500 mm2 (≥ 400 mm^2)

ตาราง 5-8

จำนวน 8 เส้นเดินบน Cable tray แบบบันไดขนาด 600 mm จะสามารถวางสาย THW ขนาด 150 mm2 ได้อีกกี่เส้น

กำหนดให้สาย THW ขนาด 500 mm^2 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 38.0 mm

Cable tray ขนาด 600 mm = 16500 - (27.9 x Sd)

= 16500 - (27.9 x 8 x 38.0)

= 8018.4 mm^2

กำหนดให้สาย THW ขนาด 150 mm^2 มีพท. หน้าตัด 363.1 mm^2

ดังนั้นสามารถวางบน cable tray ได้ = 8018.4/363.1 = 22 เส้น

ขนาดกระแสสายเคเบิลแกนเดียว XLPE แรงต่ำในรางเคเบิล

ขนาดกระแสหาได้จากตารางที่ 5-13 (ก)

LV แกนเดียว

รางเคเบิลแบบเปิด

- สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 300 mm^2 ขึ้นไปใช้ขนาดกระแสได้ ไม่เกินร้อยละ 75 ของขนาดกระแสที่กำหนด
- สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไปแต่น้อยกว่า 300 mm^2 ขนาดกระแสใช้ได้ ไม่เกินร้อยละ 65 ของขนาดกระแส

ขนาดกระแสสายเคเบิลแกนเดียว XLPE แรงต่ำในรางเคเบิล

LV แกนเดียว

รางเคเบิลแบบปิดตลอดด้วยฝาทึบยาวเกิน 1.80 m

- สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 300 mm^2 ขึ้นไปใช้ขนาดกระแสได้ ไม่เกินร้อยละ 70 ของขนาดกระแสที่กำหนด
- สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไปแต่น้อยกว่า 300 mm^2 ขนาดกระแสใช้ได้ ไม่เกินร้อยละ 60 ของขนาดกระแส

ขนาดกระแสสายเคเบิลแกนเดียว XLPE แรงต่ำในรางเคเบิล

LV แกนเดียว

วางเป็นระเบียบ

- สายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไป วางเป็นรูปสามเหลี่ยม ในรางเคเบิลเปิด โดยมีระยะห่างระหว่างกลุ่มเคเบิล ไม่น้อยกว่า 2.15 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิล ขนาดกระแสให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 85 ของขนาดกระแสที่กำหนด
- สายขนาด ตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไป แต่ละเส้นวางห่างกัน ไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลเส้นที่โตกว่า ที่อยู่ใกล้กัน ขนาดกระแสให้ใช้ค่ากระแสที่กำหนด (ไม่ต้อง derate)

ขนาดกระแสสายเคเบิลหลายแกน XLPE แรงต่ำในรางเคเบิล

LV หลายแกน

ขนาดกระแสหาได้จากตารางที่ 5-13 (ข)

ยกเว้น

รางเคเบิลแบบปิดทึบความยาวเกิน 1.80 m

ให้ลดขนาดกระแสเหลือร้อยละ 95 ของกระแสที่กำหนด

จำนวนสาย XLPE ในรางเคเบิลสำหรับระบบแรงสูง

HV แกนเดียว, หลายแกน

ขนาดกระแสหาได้จากตารางที่ 5-14 (ก)

"ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลแกนเดียวและหลายแกน ทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินความกว้างของรางเคเบิลวางได้ชั้นเดียว ห้ามซ้อนหรือเกยกัน"

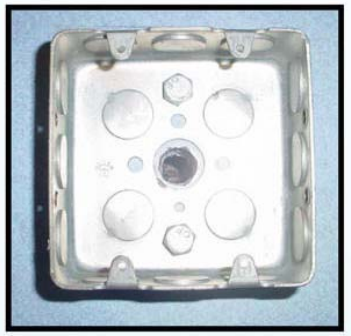
ขนาดกระแสสายเคเบิลแกนเดียว ระบบแรงสูงในรางเคเบิล

HV แกนเดียว, หลายแกน

- ขนาดกระแสของสายเคเบิลแกนเดียวขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไป ติดตั้งในรางเคเบิลแบบเปิดให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ75 ของขนาดกระแส
- ถ้าเป็นรางเคเบิลแบบปิดยาวเกิน 1.80 m ขนาดกระแสใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 70 ของขนาดกระแส
- การติดตั้งรางเคเบิลแกนเดียวขนาดตั้งแต่ 50 mm^2 ขึ้นไป แต่ละเส้นว่างห่างกันไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิล

5.16 กล่องสำหรับงานไฟฟ้า (Box)

- ทำด้วยวัสดุทนการผุกร่อน
- มีการป้องกันที่เหมาะสมทั้งภายในและภายนอก เช่นเคลือบสี หรืออาบสังกะสี



กล่องต่อสาย

- ลักษณะการใช้งาน
  - สำหรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์
  - ต่อสาย
  - ดึงสาย
  - แยกสาย

การติดตั้งใช้งานกล่องไฟฟ้า

- เมื่อติดตั้งกล่องแล้ว ต้องเข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อ ส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร และต้องมีที่ว่างให้สามารถทำงานได้สะดวก
- ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา
- กล่องที่ใช้กับอุปกรณ์แรงสูงต้องมีป้าย “อันตราย ไฟฟ้าแรงสูง” ติดไว้อย่างถาวรและเห็นได้ชัด
- ต้องมีบุชชิ่งหรือเครื่องประกอบที่มีขอบมนเรียบ
- กล่องต้องไม่มีรูหรือช่องที่โตพอให้วัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 7.5 มม. ลอดได้

5.17 แผงสวิตช์และแผงย่อย (Switchboard and Panelboard)

- การติดตั้งใช้งาน
- การยึดและการจัดบัสบาร์และตัวนำ
- แผงสวิตช์ (SWITCHBOARD)
- แผงย่อย (PANELBOARD)

แผงสวิตช์และแผงย่อย

- **การติดตั้ง**
  - อยู่ในห้องหรือที่เฉพาะ
  - ห้ามมีท่อลม ท่องานอื่น หรือบริภัณฑ์สำหรับงานอื่น ติดตั้งเหนือหรืออยู่ใต้แผงสวิตช์ หรือทางเดินเข้าสู่ห้อง

แผงสวิตช์และแผงย่อย

- **แผงสวิตช์ (SWITCHBOARD)**
  - ส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 m

การติดตั้งแผงสวิตช์และแผงย่อย

- **แผงย่อย (Panelboard)**
  - การติดตั้งแผงย่อยในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องมีพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 mm
  - แผงย่อยที่ประกอบด้วยสวิตช์ธรรมดาขนาดไม่เกิน 30 A หลายตัวต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีพิกัดไม่เกิน 200 A
  - เครื่องป้องกันกระแสเกินในแต่ละแผงย่อยต้องไม่เกิน 42 ขั้วไม่รวมขั้วที่เป็นประธาน

ข้อกำหนดโครงสร้างบัสบาร์และตัวนำ

- **ข้อกำหนดโครงสร้าง**
  - ใบมีดที่เปิดโล่งของสวิตช์ใบมีดต้องไม่มีไฟเมื่อ อยู่ในตำแหน่งปลด
  - แผงสวิตช์ต้องมีระยะห่างระหว่าง บัสบาร์กับด้านล่างของตู้
    - 200 mm สำหรับบัสบาร์หุ้มฉนวน
    - 250 mm สำหรับบัสบาร์เปลือย

ระยะห่างของบัสบาร์

ตาราง 5-9

ระยะห่างต่ำสุดระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือย (mm)

แรงดันระหว่างสายเส้นไฟ	ขั้วต่างกันบนพื้นผิวเดียวกัน	ขั้วต่างกันขึงในอากาศ	เมื่อส่วนที่มีไฟฟ้าเปลือยกับดิน
≤ 125	19	12.5	12.5
≤ 250	31.5	19	12.5
≤ 750	50	25	25

การจัดเฟสบัสบาร์สำหรับแผงสวิตช์แรงสูง

- ในการทำเครื่องหมาย ให้ใช้ สีแดง เหลือง น้ำเงิน สำหรับเฟส R Y B ตามลำดับ
- การจัดเฟสของบัสบาร์ในแผงสวิตช์ เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะ

R Y B
เรียงซ้ายไปขวา

R
Y
B
เรียงบนลงล่าง

ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับแผงสวิตช์แรงสูง

- ต้องจัดให้มีบัสต่อลงดิน (Grounded Bus) ทำด้วยทองแดงมีขนาดไม่เล็กกว่า
  - 95 mm^2 สำหรับระบบ 12 kV
  - 50 mm^2 สำหรับระบบ 24 kV
  - 35 mm^2 สำหรับระบบ 33 kV
- ตัวนำสำหรับต่อลงดินของกับดักเสิร์จต้องทนแรงดันไม่น้อยกว่า 750 V

5.18 สายไฟฟ้า

- **การเลือกสายไฟฟ้าที่เหมาะสม**

ข้อกำหนดที่จะต้องพิจารณาในการเลือกสายไฟฟ้า ได้แก่

- พิกัดแรงดัน (Voltage Rating)
- พิกัดกระแส (Current Rating)
- สายควบ (Multiple Conductors)
- แรงดันตก (Voltage Drop)

พิกัดแรงดันและกระแส

พิกัดแรงดัน

สายไฟฟ้าต้องสามารถทนต่อแรงดันใช้งานได้ตาม มอก.11-2531 ได้กำหนดแรงดันใช้งานเอาไว้ 2 ระดับคือ 300 V และ 750 V

ขนาดพิกัดกระแส

- ให้ใช้ตามตารางที่ 5-11 ถึง 5-15
- ขนาดตามตาราง ใช้สำหรับอุณหภูมิโดยรอบ 30 oC และ 40oC แล้วแต่กรณี (ในอากาศ หรือใต้ดิน)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพิกัดกระแส

- อุณหภูมิโดยรอบ ถ้าอุณหภูมิบริเวณรอบๆ ของสายไฟฟ้าที่ใช้มีค่าสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้ค่าพิกัดของกระแสลดลงจากค่าปกติ
- การถ่ายเทอากาศ สายไฟฟ้าติดตั้งในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ก็จะมีค่าพิกัดกระแสสูงกว่ากรณีที่ติดตั้งในบริเวณอากาศถ่ายเทไม่สะดวก

การใช้ตัวคูณลดค่ากระแส

- จำนวนสาย มากกว่า 3 เส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันให้ใช้ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากจำนวนสายตาม ตารางที่ 5-10
- อุณหภูมิโดยรอบ ต่างจาก 30 °C (กรณีสายใต้ดิน) หรือ ต่างจาก 40 °C (กรณีเดินในอากาศ) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลด

การใช้ตัวคูณลดค่ากระแส

ตารางที่ 5-10 ตัวคูณลดค่ากระแสเนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน

จำนวนสาย	ตัวคูณ
4-6	0.82
7-9	0.72
10-20	0.56
21-30	0.48
31-40	0.44
เกิน 40	0.38

การใช้ตัวคูณลดค่ากระแส

ตารางที่ 5-11 อุณหภูมิโดยรอบต่างจาก 30 °C (กรณีสายใต้ดิน) 40 °C (กรณีเดินในอากาศ) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณลด ดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณ	
	วิธีเดินสาย ก-ค (หมายเหตุ 1)	วิธีเดินสาย ง และ จ (หมายเหตุ 1)
21-25	-	1.06
26-30	-	1
31-35	1.08	0.94
36-40	1	0.87
41-45	0.91	0.79
46-50	0.82	0.71
51-55	0.71	-
56-60	0.58	-

ตัวอย่างผลของอุณหภูมิ

- โหลดขนาด 40 kVA, 380 V, 3 เฟส จงหาขนาดของสายไฟฉนวน PVC ตาราง 5-11 เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ อุณหภูมิโดยรอบดังนี้
  1. 40 °C
  2. 55 °C

ตัวอย่างผลของอุณหภูมิ

1. Temp 40 °C จาก ตาราง 5-11 ไม่ต้องใช้ตัวคูณลด

$$I_L = \frac{40x10^3}{\sqrt{3}x380} = 60.8 \ A$$

จาก ตาราง 5-11 การเดินสายแบบ ค. ในท่อโลหะ ใช้สายขนาด 3 x 25 mm^2 (77 A)

ตัวอย่างผลของอุณหภูมิ

2. Temp 55 °C จาก ตาราง 5-11 ต้องใช้ตัวคูณลด 0.71

$$I_L = \frac{40x10^3}{\sqrt{3}x380} = 60.8 \ A$$

ใช้ตัวคูณลด

จาก ตาราง 5-11
การเดินสายแบบ ค.ในท่อโลหะ ใช้สายขนาด 3 x 25 mm^2 (95 A)

$$I_C \geq \frac{60.8}{0.71} = 85.6 \ A$$

ข้อกำหนดของตัวนำนิวทรัล (Neutral)

ในระบบ 3 เฟส ให้นับตัวนำนิวทรัลด้วยเมื่อ

โหลดส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 50) ประกอบด้วยหลอดชนิดปล่อยประจุ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะ คล้ายกันที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกในตัวนำนิวทรัล

ตัวอย่างผลกระแสฮาร์มอนิก

- จงหาขนาดสายป้อนของวงจรโหลดแสงสว่างของโรงงานอุสาหกรรม (demand factor 100%) ขนาด 55 kVA, 3 เฟส, 380 V เดินในท่อโลหะร้อยสายในอากาศ สายไฟฉนวน PVC ตาราง 5-11

กรณีที่ 1: โหลดเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์

กรณีที่ 2: Resistive load

ตัวอย่างผลกระแสฮาร์มอนิก

- กระแสโหลดของสายป้อน 55 kVA, 380 V, 3 เฟสหาได้ดังนี้

$$I_L = \frac{55x10^3}{\sqrt{3}x380} = 83.5 \ A$$

พิจารณาโหลดมากกว่า 50% เป็นหลอด FL
ดังนั้นจึงต้องนับสายนิวทรัลด้วย (สายรวมจึงเป็น 4 เส้น)

$$I_C \geq \frac{83.5}{0.82} = 101.8 \ A$$

ใช้ตัวคูณลด 0.82 จากตาราง 5-10

ตัวอย่างผลกระแสฮาร์มอนิก

การเดินสายแบบ ค. ตาราง 5-11
ใช้สายเฟสขนาด 3 x 50 mm^2 (119 A)
สายนิวทรัล 1x50 mm^2 (119 A)

หมายเหตุ : โหลด ฮาร์โมนิก : สายเฟส = สายนิวทรัล

ตัวอย่างผลกระแสฮาร์มอนิก

พิจารณาโหลดเป็น resistive load

ดังนั้นไม่ต้องนับสายนิวทรัล (จำนวนสายจึงไม่เกิน 3 เส้น)

$$I_L = \frac{55x10^3}{\sqrt{3}x380} = 83.5 \ A$$

จาก ตาราง 5-11 การเดินสายแบบ ค. ใช้สายขนาด 4 x 35 mm^2 (95 A)

หมายเหตุ : กระแสโหลด ≤ 200 A สายเฟส = สายนิวทรัล
> 200 A ส่วนเกินคิด 70 %

ข้อกำหนดการใช้งานของสาย XLPE

"การติดตั้งภายในอาคารต้อง
เดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด"

ยกเว้น ฉนวน XLPE ที่มีการผสมสารเพื่อให้มีคุณสมบัติไม่ไหม้ลุกลาม

5.19 เคเบิลชนิดเอ็มไอ (Mineral Insulated Cable)

- เคเบิลเปลือกโลหะที่ตัวนำไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแร่แบบชนิดเอ็มไอ ประกอบด้วยตัวนำเดียวหรือมากกว่า มีฉนวนเป็นแร่ที่ถูกอัดแรงอย่างสูงและถูกล้อมในปลอกทองแดงอย่างต่อเนื่องซึ่งกันของเหลวและกันก๊าซ

เคเบิลแบบชนิดเอ็มไออนุญาตให้ใช้ดังต่อไปนี้

1. ใช้เป็นสายประธาน สายป้อน และสายวงจรย่อย
2. ในสถานที่แห้ง ที่เปียก หรือที่ชื้นตลอดเวลา
3. ในอาคารหรือนอกอาคาร
4. ในที่เปิดโล่งหรือที่ซ่อน
5. ฝังในปูน คอนกรีต ดินหรือในอิฐ

ขนาดกระแสเป็นตามตารางที่ 5-17 และ ตารางที่ 5-18

ข้อห้ามสำหรับสาย MI

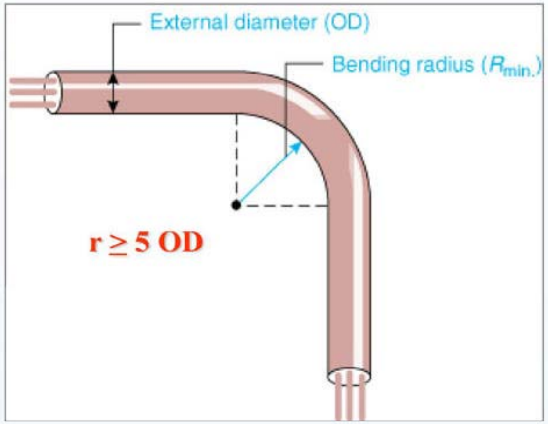
เคเบิลแบบชนิดเอ็มไอห้ามใช้ในที่เปิดโล่ง ต่อสภาวะที่ทำให้เกิดการผุกร่อนได้

ยกเว้น ในที่มีการป้องกันด้วยสารที่เหมาะสมใน สภาวะนั้นแล้ว

การติดตั้งสาย MI

1. ที่รองรับเคเบิลแบบชนิดเอ็มไอต้องถูกยึดอย่างมั่นคงช่วงละไม่เกิน 1.80 m
2. การงอเคเบิลแบบชนิดเอ็มไอต้องไม่เป็นอันตรายต่อเคเบิล รัศมีความโค้งของขอบในต้องไม่น้อยกว่า 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเคเบิล

รัศมีความโค้งของสายเคเบิล MI



ข้อกำหนดเกี่ยวกับโครงสร้างสาย MI

1. ตัวนำของเคเบิลแบบชนิดเอ็มไอ ต้องเป็นทองแดงเดี่ยวมีพื้นที่ภาคตัดขวางตามกำหนด
2. ฉนวนที่หุ้มสายตัวนำของเคเบิลแบบชนิดเอ็มไอ ต้องเป็นแร่ที่ถูกรีดอัดอย่างแรงที่จะมีระยะห่างระหว่างตัวนำอย่างเหมาะสม
3. เปลือกนอกของเคเบิลแบบชนิดเอ็มไอต้องเป็นทองแดงที่มีโครงสร้างต่อเนื่องเพื่อป้องกันแรงกลผนึกความชื้นและเพียงพอตามวัตถุประสงค์ในการต่อลงดิน

Thank You