



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

สายเคเบิลใต้ดิน ท่อร้อยสาย และบ่อพัก : ข้อกำหนดทางเทคนิค การเลือกขนาด การติดตั้ง และการทดสอบ

การสัมมนา การเตรียมความพร้อม ระบบสายไฟฟ้าลงดิน

ของการไฟฟ้าฯ ณ บริษัท อาชีฟ จำกัด(มหาชน)

โดย ดนตรี บุญนาค วิศวกรระดับ 9 กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โทร. 025905553 email : don.b@pea.mail.go.th

1



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

หัวข้อบรรยาย

- สายเคเบิลใต้ดิน
- ท่อร้อยสาย
- บ่อพักสาย



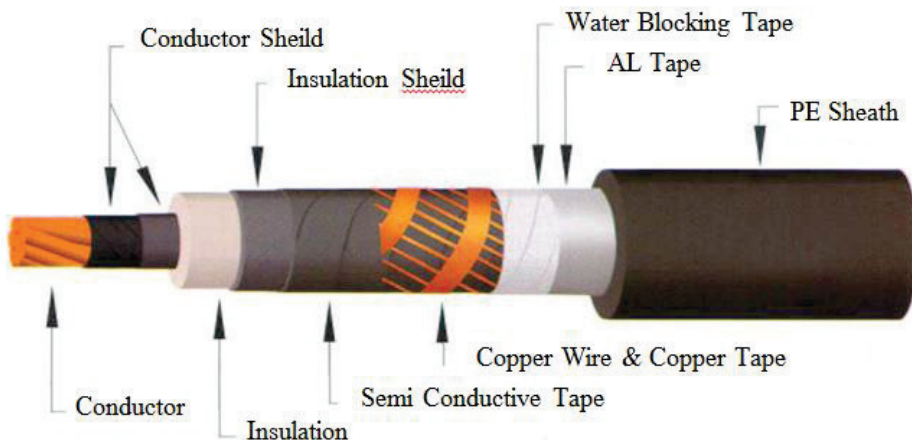
2



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

สายเคเบิลใต้ดินแรงสูง 69-115 kV

High Voltage Cables



3



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

สายเคเบิลใต้ดินแรงสูง 69-115 kV

Technical Data of 115 kV Underground Cable

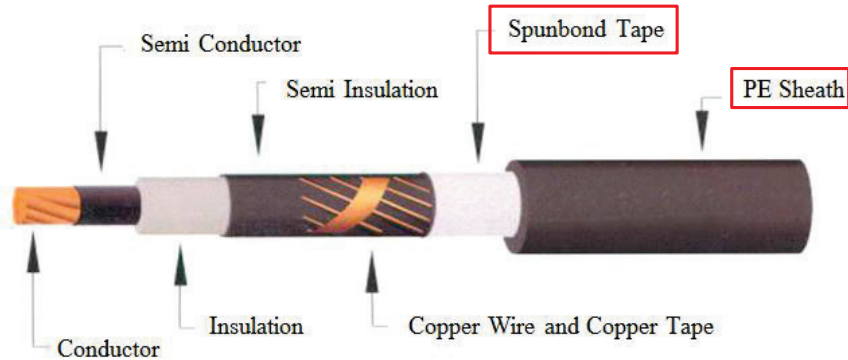
Descriptions		Unit	Data
Conductor	Material	-	Copper
	Nominal cross-sectional area	mm ²	800
	Minimum number of wire	-	53
	Diameter of conductor	mm	34.0 ± 1%
	DC resistance at 20 ^o C Max.	Ω/km	0.0221
Conductor screen	Thickness	mm	1.5
Insulation	Thickness	mm	16.0
Range of diameter over insulation	Diameter	mm	69-72
Insulation screen	Thickness	mm	1.5
Copper wire screen	Total cross-sectional area Min.	mm ²	95
	Minimum number of wire	-	70
Aluminium tape as radial water barrier	Thickness (average) Min.	mm	0.19
Sheath	Material	-	PE
Ribbed type	Thickness (excluding rib) Nominal	mm	3.5
Range of diameter over sheath (excluding rib)	Diameter	mm	86-91

ตรงกับ
มอก.
2202-
2547

4

สายเคเบิลใต้ดินแรงกลาง 22-33 kV

Medium Voltage Cables



ตัวอย่างของ PEA

5

มอก. 2143-2546

- กำหนดความหนาของชั้น Conductor/Insulation Screen เพียง 0.06 มม.
- ไม่กำหนดให้มีชั้นกั้นน้ำ Spunbond Tape
- มีทั้งเปลือก PVC และ PE

รายการที่	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรอง (โดยระบุประเภท/แบบ/ขนาด/ชั้น/และอื่นๆ)
1	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 0.6/1(1.2) kV แกนเดียว ตัวนำทองแดงที่เกลียวอัดแน่น อุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่เกิน 90 °C ฉนวนเคลือบด้วยพอลิเอทิลีน (XLPE) เปลือกพอลิไธลคลอไรด์ (PVC) หรือ PVC(ST2) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300 และ 400 mm ²
2	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 12/20(24) kV แกนเดียว ตัวนำทองแดงที่เกลียวอัดแน่น อุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่เกิน 90 °C ฉนวนเคลือบด้วยพอลิเอทิลีน (XLPE) เปลือกพอลิเอทิลีน (PE) หรือ PVC(ST2) สำหรับตัวนำ Extruded แบบ Bonded สำหรับแกน Extruded แบบ Strippable สำหรับโลหะชนิด Cu wires และ Cu tape มีวัสดุป้องกันน้ำซึมเข้าชั้น Under Overbath ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 630, 800 และ 1000 mm ²
3	แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 12/20(24) kV แกนเดียว ตัวนำทองแดงที่เกลียวอัดแน่น อุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่เกิน 90 °C ฉนวนเคลือบด้วยพอลิเอทิลีน (XLPE) เปลือกพอลิเอทิลีน (PE) หรือ PVC(ST2) สำหรับตัวนำ Extruded แบบ Bonded สำหรับแกน Extruded แบบ Strippable สำหรับโลหะชนิด Cu wires และ Cu tape ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 630, 800 และ 1000 mm ²

7

สายเคเบิลใต้ดินแรงกลาง 22-33 kV

Table 1 Data for XLPE underground cable rated voltage 12/20(24) kV

Nominal cross-sectional area of conductor	mm ²	35	50	95	120	185	240	400	500
Min. number of wires in conductor	-	6	6	15	18	30	34	53	53
Diameter of conductor ±1%	mm	6.95	8.33	11.45	12.95	15.98	18.47	23.39	26.67
Thickness of conductor screen, approx.	mm	0.5							
Thickness of insulation	mm	5.5							
Diameter over insulation, approx.	mm	19.0	20.5	23.5	25.0	28.0	30.5	35.5	39.0
Thickness of insulation screen, approx.	mm	0.5							
Total cross-sectional area of copper wire screen, minimum	mm ²	10	10	10	10	25	25	25	25
Number of wire screen, minimum	-	20	20	20	20	30	30	30	30
Thickness of non-metallic sheath	mm	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.6
Overall diameter, approx.	mm	28	30	33	34	38	42	48	52
Max. d.c. resistance of conductor at 20°C	Ω/km	0.524	0.387	0.193	0.153	0.0991	0.0754	0.0470	0.0366

สเปค PEA

6

สายเคเบิลใต้ดินแรงต่ำ

- สายทองแดงหุ้มฉนวนและเปลือก พีวีซี. 750 โวลต์ 70 องศาเซลเซียส มอก. 11 (NYY)



- สายทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงโพลีเอทิลีน เปลือกพีวีซี/โพลีเอทิลีน 0.6/1 กิโลโวลต์ 90 องศาเซลเซียส (CV) ทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60502



8



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

สายเคเบิลใต้ดินแรงต่ำ

Table 1

Dimension of Single-Core, Stranded Copper Conductor,
0.6/1 kV 90°C XLPE Insulated and PE Sheathed Power Cable (CV Cable)

Nominal cross-sectional area of conductor	mm ²	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Min. number of wires in conductor	-	6	6	6	6	6	6	12	15	18	18	30	34
Diameter of conductor	mm	3.0-3.4	3.6-4.0	4.6-5.2	5.6-6.5	6.6-7.5	7.7-8.6	9.3-10.2	11.0-12.0	12.3-13.5	13.7-15.0	15.3-16.8	17.6-19.2
Thickness of insulation	mm	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7
Thickness of non-metallic sheath	mm	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7
Overall diameter	mm	7.2-7.8	7.8-8.4	8.8-9.5	10.2-11.2	11.2-12.2	12.5-13.5	14.3-15.3	16.2-17.3	17.7-18.9	19.7-21.0	21.7-23.2	24.4-26.0
Max. DC resistance of conductor at 20°C	Ω/km	3.08	1.83	1.15	0.727	0.524	0.387	0.268	0.193	0.153	0.124	0.0991	0.0754
AC test voltage for 5 minutes	kV	3.5											
DC test voltage for 5 minutes	kV	8.4											

สเปคสาย CV PEA

9



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การเลือกขนาดสายเคเบิลใต้ดิน

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d[0.5T_1 + n(T_2 + T_3 + T_4)]}{RT_1 + nR(1 + \lambda_1)T_2 + nR(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4\mu)}}$$

I = Continuous current rating (A)

$\Delta\theta$ = Temperature difference between conductor and ground reference (°C)

R = a.c. resistance of conductor at maximum operating temperature (Ω/m)

W_d = Dielectric loss, W/m

n = number of conductors in the cable

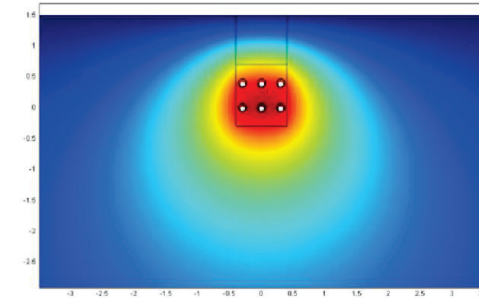
IEC 60287

11



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การเลือกขนาดสายเคเบิลใต้ดิน



Heat source

- Wc Conductor Loss
- Wd Dielectric Loss
- Ws Sheath(Copper Wire) Loss

การถ่ายเทความร้อน

การนำความร้อน

(ของแข็ง)

การพาความร้อน

(ของไหล)

การแผ่รังสีความร้อน

(ไม่ต้องมีตัวกลาง)

10



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การเลือกขนาดสายเคเบิลใต้ดิน

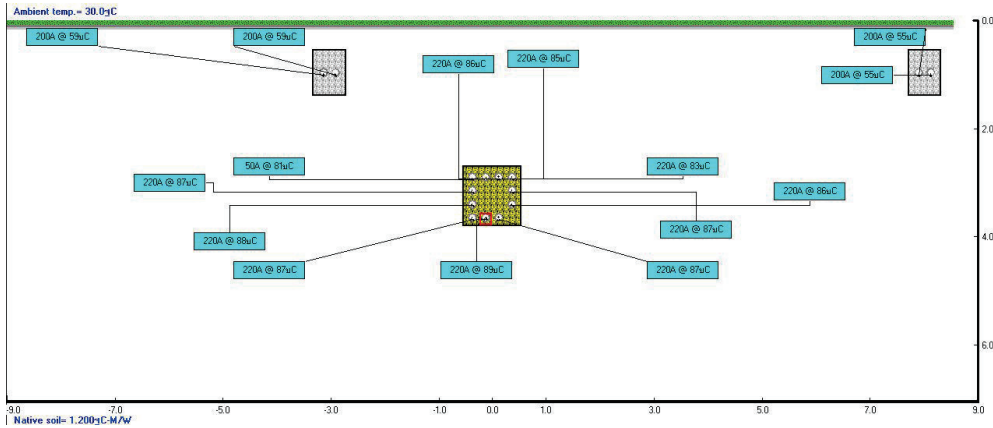
กระแสที่กำหนดของเคเบิลใต้ดิน วางใน 3x1 และ 3x2 DUCT BANK

RATED CURRENT OF UNDERGROUND POWER CABLE IN 3x1 AND 3x2 DUCT BANK

กระแสที่กำหนดวงจร (แอมป์) RATED CURRENT PER CIRCUIT (AMP.)										
จำนวนวงจรทั้งหมด TOTAL CIRCUIT	ความลึกจากระดับดินถึงด้านบนของ DUCT BANK DEPTH, FROM GROUND LEVEL TO TOP OF DUCT BANK									
	ขนาดสาย CABLE SIZE 240 มม. ²					ขนาดสาย CABLE SIZE 400 มม. ²				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	400	380	370	364	360	504	480	467	460	452
2	337	317	306	300	293	424	397	383	373	367
3	298	277	266	260	254	372	346	332	323	316
4	272	251	240	234	228	339	312	300	290	284
5	251	231	221	214	210	313	287	274	266	260

12

การเลือกขนาดสายเคเบิลใต้ดิน



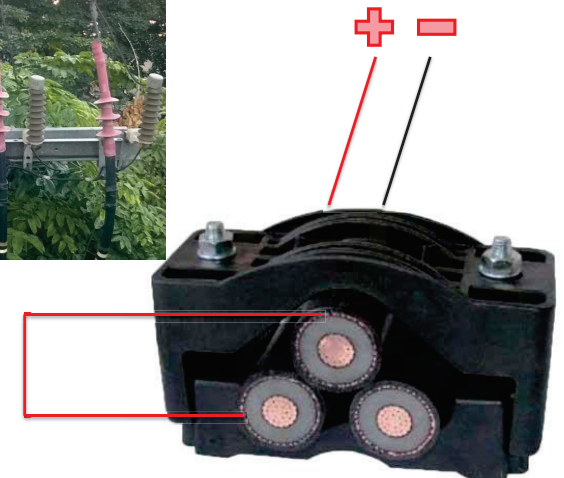
เครื่องมือทดสอบ

- เครื่องวัดความต้านทานหลักดิน (Earth Resistance Tester)
- เครื่องวัดความต้านทานฉนวน (Insulation Resistance/Megger Tester)
- เครื่องวัดความต่อเนื่องของการซีลด์ (MicroOhm Meter)
- เครื่องทดสอบแรงดันสูง (D.C. Hi-pot/VLF Tester)

การทดสอบสายเคเบิลใต้ดินหลังติดตั้ง

หัวข้อที่	การทดสอบ
1	การตรวจพินิจด้วยสายตา
2	การทดสอบความต่อเนื่องของการซีลด์
3	การทดสอบการต่อลงดิน
4	การทดสอบความต้านทานฉนวน(ก่อน/หลัง การทดสอบแรงดันสูง)
5	การทดสอบแรงดันสูง
6	การทดสอบเปลือกหุ้มสาย
7	การทดสอบความคงทนต่อแรงดัน (AC withstand)

การทดสอบความต่อเนื่องจากการขีด





การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบความต่อเนื่อง/การต่อลงดิน

2	การทดสอบความต่อเนื่องของการชีลด์ SHIELD - CONTINUITY TEST	(อ้างอิงตามการทดสอบประจำ จากโรงงานผู้ผลิต) REFER ROUTINE TEST FROM FACTORY			
	ค่าความต้านทานของสายเบี่ยงลัดคว่ำ (โอห์ม) RESISTANCE OF SCREENING WIRES (OHMS)	SCREENING WIRES PHASE A + PHASE B	SCREENING WIRES PHASE B + PHASE C	SCREENING WIRES PHASE C + PHASE A	
3	การทดสอบการต่อลงดิน EARTHING TEST	รุ่นของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ MODEL OF TEST DEVICE :			
	ค่าความต้านทานดิน : ไม่มากกว่า 2 โอห์ม EARTH RESISTANCE NOT MORE THAN 2 OHMS	รหัสหมายเลขของเครื่องมือ SERIAL NO. OF TEST DEVICE :			
	ตำแหน่ง POSITION	1	2	3	4
	สถานที่ LOCATION				
	ค่าความต้านทานดิน (โอห์ม) EARTH RESISTANCE (OHMS)				

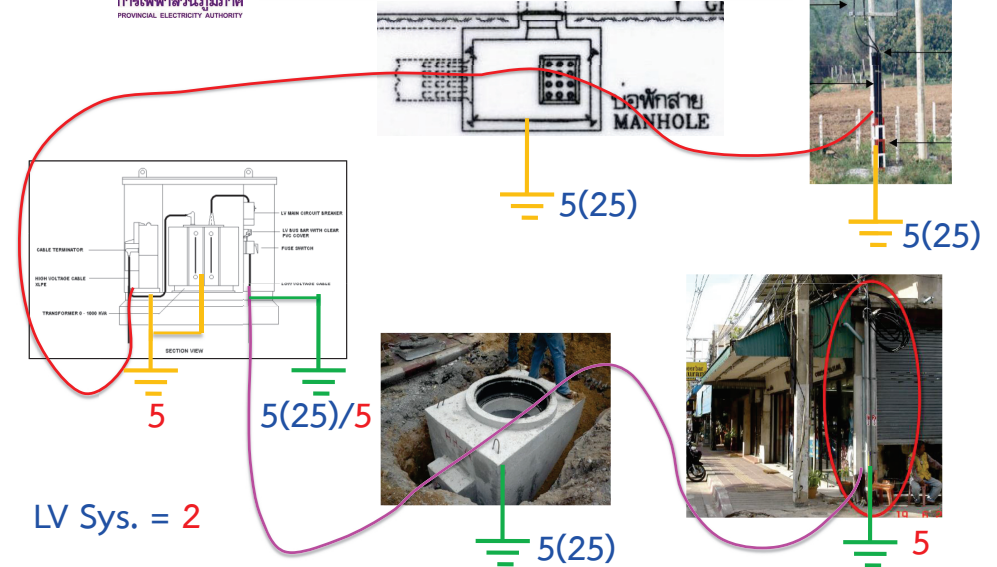
Credit Raychem Thailand

17



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

สรุปภาพรวมการต่อลงดิน



การทดสอบความต้านทานฉนวน/การทดสอบแรงดันสูง



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

4	การทดสอบความต้านทานฉนวน (ก่อนการทดสอบแรงดันไฟฟ้าสูงกระแสตรง) INSULATION - RESISTANCE TEST (BEFORE DC HIGH POTENTIAL TEST)					☒ ผ่าน	☐ ไม่ผ่าน
	แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง : 10 kV, 5 นาที (ไม่น้อยกว่า 2 กิโลโวลต์) DC VOLTAGE : 10 kV, 5 MIN (NOT LESS THAN 2 G-OHMS)					☐ PASSED	☐ FAILED
	รุ่นของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ : MODEL OF TEST DEVICE :					รหัสหมายเลขของเครื่องมือ SERIAL NO. OF TEST DEVICE :	
เฟส PHASE		ก่อนการทดสอบแรงสูง (โอห์ม) BEFORE DC HIGH POTENTIAL TEST (OHMS)					หมายเหตุ NOTE
		1 นาที 1 MIN	2 นาที 2 MIN	3 นาที 3 MIN	4 นาที 4 MIN	5 นาที 5 MIN	
เฟส A ถึงดิน PHASE A TO EARTH							ดูเพิ่มเติม หมายเหตุ 4 SEE ADDITIONALLY NOTE 4
เฟส B ถึงดิน PHASE B TO EARTH							
เฟส C ถึงดิน PHASE C TO EARTH							

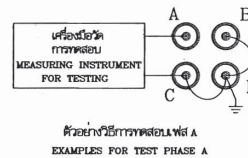
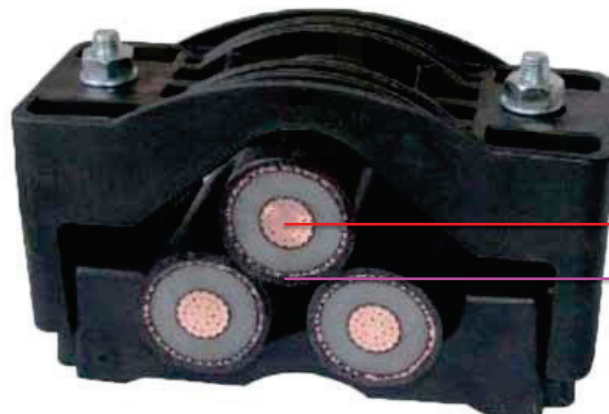
Credit Raychem Thailand

20



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบความต้านทานฉนวน/ การทดสอบแรงดันสูง



19



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบแรงดันสูง

5 การทดสอบแรงดันไฟฟ้าสูงกระแสตรง DC HIGH POTENTIAL TEST แรงดันไฟฟ้าสูงกระแสตรง : 48 เควี 15 นาที DC HIGH POTENTIAL : 48 kV 15 MIN					
		☐ เบรกดาวน์ BREAKDOWN		☐ ไม่เบรกดาวน์ NO BREAKDOWN	
ขั้น (นาที) STEP (MIN)	แรงดันลบ (เควี) NEGATIVE VOLTAGE (kV)	เฟส เอ กระแส (ไมครอนแอมป์) PHASE A CURRENT (μA)	เฟส บี กระแส (ไมครอนแอมป์) PHASE B CURRENT (μA)	เฟส ซี กระแส (ไมครอนแอมป์) PHASE C CURRENT (μA)	หมายเหตุ NOTE
ขั้น (STEP) 1	6				U = 22 kV
ขั้น (STEP) 2	12				U0 = 12 kV
ขั้น (STEP) 3	18				Um = 24 kV
ขั้น (STEP) 4	24				4U0 = 48 kV
ขั้น (STEP) 5	30				
ขั้น (STEP) 6	36				
ขั้น (STEP) 7	42				ความชื้น HUMIDITY
ขั้น (STEP) 8	48				เฟส A = %
1	48				เฟส B = %
2	48				เฟส C = %
3	48				
4	48				อุณหภูมิ TEMPERATURE
5	48				เฟส A = °C
6	48				เฟส B = °C
7	48				เฟส C = °C
8	48				ดูเพิ่มเติม SEE ADDITIONALLY
9	48				หมายเหตุ 2 น.
10	48				SEE ADDITIONALLY
11	48				NOTE 2 AND "
12	48				
13	48				
14	48				
15	48				

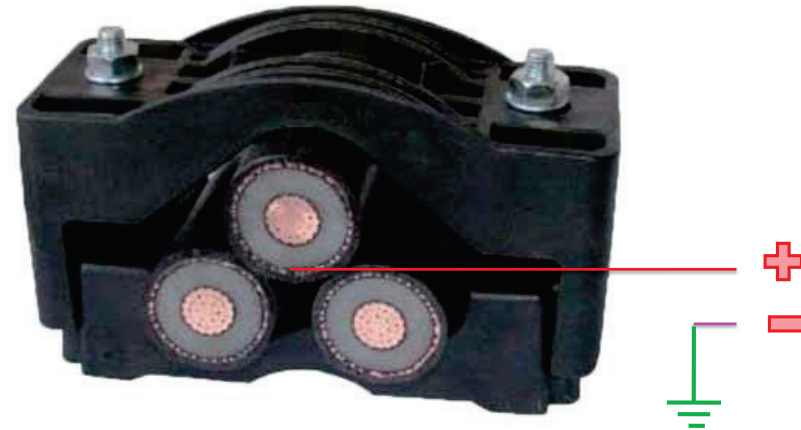
Credit Raychem Thailand

21



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบเปลือกหุ้มสายเคเบิล



22



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบเปลือกหุ้มสาย/AC withstand

7	การทดสอบเปลือกหุ้มสายเคเบิล OVERSHEATH TEST		☐ เบรกดาวน์ BREAKDOWN
	แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 4 เควีต่อมิลลิเมตร 1 นาที (ไม่มากกว่า 10 เควี) DC VOLTAGE 4 kV PER MILLIMETER 1 MIN (NOT MORE THAN 10 kV)		☐ ไม่เบรกดาวน์ NO BREAKDOWN
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC VOLTAGE		 เควี KV	เป็นเวลา 1 นาที FOR 1 MIN
			ดูเพิ่มเติมหมายเหตุ 5 SEE ADDITIONALLY NOTE 5
8	การทดสอบความคงทนของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 22 เควี 24 ชั่วโมง แบบไม่มีโหลด AC WITHSTAND, 22 kV 24 h., NO LOAD TEST		
เส้นทางสายเคเบิล CABLE ROUTE	เวลาเริ่มต้น / วันที่ START TIME / DATE	เวลาสิ้นสุด / วันที่ LAST TIME / DATE	☐ เบรกดาวน์ BREAKDOWN
			☐ ไม่เบรกดาวน์ NO BREAKDOWN



Credit Raychem Thailand

23



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ชนิดท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดิน

ท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดินที่ใช้งานมี 3 ชนิด

1. ท่อ HDPE (High-Density Polyethylene)
2. ท่อ Corrugate หรือ ท่อลูกฟูก
3. ท่อ RTRC (Reinforced Thermosetting Resin Conduit)



ท่อ HDPE (High-Density Polyethylene)

1. เป็นท่อที่ กฟภ. นำมาใช้ร้อยสายเคเบิลใต้ดินมากที่สุด
2. ผลิตตาม มอก. 982 / 2556
3. การต่อท่อใช้ Coupling และ Butt Welding



ท่อร้อยสายเคเบิล

- การต่อท่อใช้ Coupling และ Butt Welding



ท่อ Corrugate หรือ ท่อลูกฟูก

1. สามารถโค้งงอได้ง่าย ไม่นิยมก่อสร้างใน Duct Bank
2. สามารถวางท่อได้ยาวกว่าท่อชนิดอื่นโดยไม่ต้องมีข้อต่อ แรงเสียดทานน้อย หลบสิ่งกีดขวางได้ง่าย
3. ในการต่อท่อจะใช้แบบ Screwing ในการต่อท่อ
4. ผลิตตามมาตรฐาน JIS



ท่อร้อยสายเคเบิล

High Density Polyethylene Conduit (HDPE)

- มอก.982 เป็นท่อน้ำแต่นำมาใช้งานไฟฟ้า
- PE 80 ท่อขนาดเล็กกว่า 160 มม. ใช้ Class PN 8
ท่อขนาดตั้งแต่ 160 มม. ขึ้นไป ใช้ Class PN 6.3
- ใช้ในการก่อสร้างแบบ Duct Bank, Semi Direct Buried, Directional Drilling และ Pipe Jacking

ท่อ Corrugate หรือ ท่อลูกฟูก

Corrugate Conduit หรือ ท่อลูกฟูก

- ผลิตตามมาตรฐาน JIS
- ความยาวได้ถึง 50 m
- ใช้ในงานที่ต้องการการโค้งงอมาก หรือ Semi Direct Buried
- ไม่นิยมใช้ในการก่อสร้างแบบ Duct Bank, Directional

Drilling และ Pipe Jacking

ท่อร้อยสายเคเบิล

Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC)

- การทดสอบและผลิตตาม UL
- เป็นท่อร้อยสายเคเบิลโดยเฉพาะ
- ความยาวท่อนละ 6 เมตร
- ท่อสีส้มใช้ใต้ดิน พัน Fiberglass 3 รอบ

ท่อร้อยสายเคเบิล

Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC)



ท่อร้อยสายเคเบิล

Reinforced Thermosetting Resin Conduit (RTRC)

- ท่อสีดำใช้บนดิน พัน Fiberglass 6 รอบ
- ใช้ในการก่อสร้างแบบ Duct Bank, Semi Direct Buried และ Pipe Jacking



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ขนาดท่อร้อยสายเคเบิล

ชนิดของสายไฟฟ้า	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าเทียบกับพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสายเมื่อมีสายไฟฟ้าในท่อจำนวน				
	1 เส้น	2 เส้น	3 เส้น	4 เส้น	> 4 เส้น
สายไฟฟ้าทุกชนิด	53	31	40	40	40
สายไฟฟ้าชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

Percent Area Fill

PAF ต้องไม่เกิน 40% สำหรับสาย 3 เส้นต่อ 1 ท่อ
และ ไม่เกิน 53% สำหรับสาย 1 เส้นต่อ 1 ท่อ

$$PAF = n \times \left(\frac{d}{D} \right)^2 \times 100$$

เมื่อ d = เส้นผ่าศูนย์กลางสายเคเบิลใต้ดิน
 D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ
 n = จำนวนสายไฟฟ้า



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ขนาดท่อร้อยสายเคเบิล

ประเภทท่อร้อยสาย TYPE OF CONDUIT	ขนาดระบุท่อร้อยสาย (เส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ต่ำสุด) (มม.) SIZE OF CONDUIT (MIN. INSIDE DIAMETER OF CONDUIT) (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายเคเบิลแต่ละเส้น OUTSIDE DIAMETER OF EACH CABLE			
		เคเบิล 1 เส้น (มม.) SINGLE CABLE (mm)	เคเบิล 2 เส้น (มม.) TWO CABLES (mm)	เคเบิล 3 เส้น (มม.) THREE CABLES (mm)	เคเบิล 4 เส้น (มม.) FOUR CABLES (mm)
ท่อ HDPE HDPE CONDUIT	40 (35.4)	UP TO 25.7	UP TO 12.3	UP TO 11.3	UP TO 8.8
	50 (44.4)	UP TO 32.3	UP TO 15.5	UP TO 15.5	UP TO 11.0
	63 (56.2)	UP TO 40.9	UP TO 19.6	UP TO 19.6	UP TO 14.0
	75 (66.8)	UP TO 48.6	UP TO 23.3	UP TO 23.3	UP TO 16.6
	90 (80.2)	UP TO 58.3	UP TO 28.0	UP TO 28.0	UP TO 20.0
	110 (98.0)	UP TO 71.3	UP TO 34.2	UP TO 34.2	UP TO 24.4
	125 (111.6)	UP TO 81.2	UP TO 38.9	UP TO 38.9	UP TO 27.8
	140 (125.0)	UP TO 91.0	UP TO 43.6	UP TO 43.6	UP TO 31.1
	160 (142.8)	UP TO 103.3	UP TO 49.8	UP TO 49.8	UP TO 35.6
	180 (160.8)	UP TO 117.0	UP TO 56.1	UP TO 56.1	UP TO 40.1
	200 (178.6)	UP TO 130.0	UP TO 62.4	UP TO 62.4	UP TO 44.5

Table 1 Data for XLPE underground cable rated voltage 12/20(24) kV

Nominal cross-sectional area of conductor	mm ²	35	50	95	120	185	240	400	500
Min. number of wires in conductor	-	6	6	15	18	30	34	53	53
Diameter of conductor ±1%	mm	6.95	8.33	11.45	12.95	15.98	18.47	23.39	26.67
Thickness of conductor screen, approx.	mm	0.5							
Thickness of insulation	mm	5.5							
Diameter over insulation, approx.	mm	19.0	20.5	23.5	25.0	28.0	30.5	35.5	39.0
Thickness of insulation screen, approx.	mm	0.5							
Total cross-sectional area of copper wire screen, minimum	mm ²	10	10	10	10	25	25	25	25
Number of wire screen, minimum	-	20	20	20	20	30	30	30	30
Thickness of non-metallic sheath	mm	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.6
Overall diameter, approx.	mm	28	30	33	34	38	42	48	52
Max. d.c. resistance of conductor at 20°C	Ω/km	0.524	0.387	0.193	0.153	0.0991	0.0754	0.0470	0.0366



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ขนาดท่อร้อยสายเคเบิล

ประเภทท่อร้อยสาย (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน) TYPE OF CONDUIT (MIN. INSIDE DIAMETER OF CONDUIT)	ขนาดท่อร้อยสาย (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน) (มม.) (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายเคเบิลแต่ละเส้น OUTSIDE DIAMETER OF EACH CABLE			
		เคเบิล 1 เส้น (มม.) SINGLE CABLE (mm)	เคเบิล 2 เส้น (มม.) TWO CABLES (mm)	เคเบิล 3 เส้น (มม.) THREE CABLES (mm)	เคเบิล 4 เส้น (มม.) FOUR CABLES (mm)
ท่อลูกฟูก CORRUGATE CONDUIT	30 (30)	UP TO 21.8	UP TO 10.4	UP TO 8.5	UP TO 7.4
	50 (50)	UP TO 38.4	UP TO 17.4	UP TO 17.4	UP TO 12.4
	80 (80)	UP TO 58.2	UP TO 27.9	UP TO 27.9	UP TO 19.9
	100 (100)	UP TO 72.8	UP TO 34.9	UP TO 34.9	UP TO 24.9
	125 (125)	UP TO 91.0	UP TO 43.6	UP TO 43.6	UP TO 31.1
	150 (150)	UP TO 109.2	UP TO 52.4	UP TO 52.3	UP TO 37.4
ท่อ RTRC RTRC CONDUIT	51 หรือ 2 นิ้ว (51) OR 2 INCH	UP TO 37.1	UP TO 17.8	UP TO 17.8	UP TO 12.7
	76 หรือ 3 นิ้ว (76) OR 3 INCH	UP TO 55.3	UP TO 28.5	UP TO 28.5	UP TO 18.9
	102 หรือ 4 นิ้ว (102) OR 4 INCH	UP TO 74.2	UP TO 35.6	UP TO 35.6	UP TO 25.4
	127 หรือ 5 นิ้ว (127) OR 5 INCH	UP TO 92.4	UP TO 44.3	UP TO 44.3	UP TO 31.6
	152 หรือ 6 นิ้ว (152) OR 6 INCH	UP TO 110.6	UP TO 53.1	UP TO 53.0	UP TO 37.9



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบคุณสมบัติท่อร้อยสาย HDPE

หัวข้อที่	การทดสอบ
1	การทดสอบความทนทานต่อแรงยืด
2	การทดสอบความทนทานต่อการกด
3	การทดสอบอัตราการไหลเมื่อหลอมเหลว
4	การทดสอบเสถียรภาพทางความร้อน



38



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบคุณสมบัติท่อร้อยสาย HDPE

หัวข้อทดสอบ	มาตรฐาน	เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทดสอบความทนทานต่อแรงดึง (TENSILE TEST) 1.1 STRESS AT YIELD POINT (S) 1.2 ELONGATION AT BREAK (%)	TIS 982 ISO 6259-1 ISO 6259-3	$\geq 19 \text{ MPa}^*$ $\geq 350\%$ ของ GAUGE LENGTH	ต้องผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ ทุกขั้นตอนการทดสอบ
2. การทดสอบความทนทานต่อการกด (RING STIFFNESS TEST) ให้เลือก (X) ในช่อง - ☐ SDR 21 หรือ - ☐ SDR 17 หรือ - ☐ SDR 13.6 หรือ - ☐ SDR 11	ISO 9969	$\geq 8 \text{ kN/m}^2$ $\geq 16 \text{ kN/m}^2$ $\geq 33 \text{ kN/m}^2$ $\geq 66 \text{ kN/m}^2$	ต้องผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ จากการพิจารณาคุณสมบัติ ของชิ้นการทดสอบทั้งหมด
3. การทดสอบอัตราการไหลเมื่อหลอมเหลว (MELT FLOW RATE TEST) 3.1 MELT MASS ที่ 5 กก. 190 °C 3.2 MELT FLOW DIFFERENCE FROM MATERIAL	TIS 982 ISO 1133	PE80 0.30-0.80 กรัม/10 นาที PE100 0.20-0.40 กรัม/10 นาที $\leq 44\%$ ของค่าที่ระบุใน COA	ต้องผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ ทุกขั้นตอนการทดสอบ
4. การทดสอบเสถียรภาพทางความร้อน (THERMAL STABILITY) ที่อุณหภูมิ 200 °C	TIS 982 ISO 11357-6	≥ 35 นาที	ต้องผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ ทุกขั้นตอนการทดสอบ

* $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 145.038 \text{ lbf/in}^2 = 1,000 \text{ kPa} = 1,000 \text{ kN/m}^2$

ทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตหรือสถาบันกลาง

39

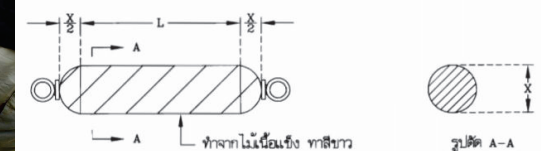


การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การทดสอบท่อร้อยสายหลังติดตั้ง

ตารางที่ 1 ขนาดอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL)

ขนาดท่อระบุ (ม.ม.)	ความยาวอุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (L) (ม.ม.)		เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก อุปกรณ์ทดสอบ ท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (X) (ม.ม.)	
	ช่วงก่อสร้างลดความยาว (IN LENGTH)	ช่วงก่อสร้างขึ้น RISER POLE (AT RISER POLE)		
110	L = 300	L = 200	X = ID - 12 มม.	
125				
140				
160	L = 400			
180				
200				



อุปกรณ์ทดสอบท่อสำหรับร้อยสายเคเบิล (MANDREL)

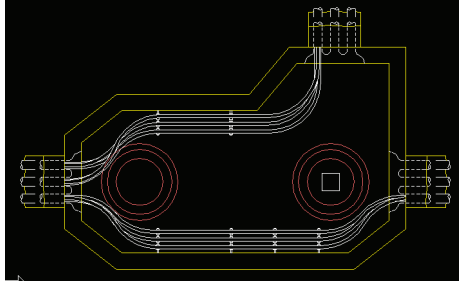


การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

MANHOLE

ขนาดของ **MANHOLE** ขึ้นอยู่กับ

- จำนวนวงจร
- ขนาดสายเคเบิล
- รัศมีการเลี้ยวโค้งของสาย
- พื้นที่ว่างในการปฏิบัติงาน



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

ตำแหน่งของ Manhole

- ไม่กีดขวางการจราจร
- ระยะห่างทางตรงประมาณ 250-300 เมตร
- ไม่เปลี่ยนระดับหรือคดเคี้ยวมาก
- เลือกชนิดและรูปร่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- จัดระยะระหว่างบ่อให้มีขนาดใกล้เคียงกัน



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

MANHOLE



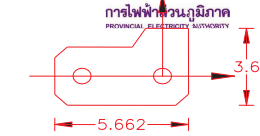
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

MANHOLE



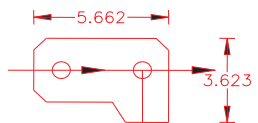


บ่อพัก (Manhole) สำหรับระบบจำหน่าย 22 & 33 kV



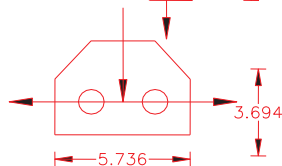
2T-1

หัวมุม ทางแยก ต่อสาย ระบบ
22-33 kV 12 วงจร, max.400 ต.มม.



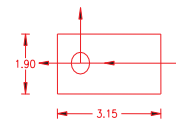
2T-2

หัวมุม ทางแยก ต่อสาย ระบบ
22-33 kV 12 วงจร, max.400 ต.มม.



2T-3

เปลี่ยนแนวสายหน้าสถานีไฟฟ้า ระบบ
22-33 kV 12 วงจร, max.400 ต.มม.



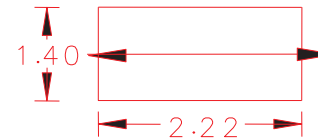
2T-8

หัวมุม ทางแยก ต่อสาย 4-6 วงจร,
- 22 kV สาย max.400 ต.มม.
- 33 kV สาย max.240 ต.มม.

2T-9,10,11,12 - 22-33 kV สาย max.120 ต.มม., 2 วงจร



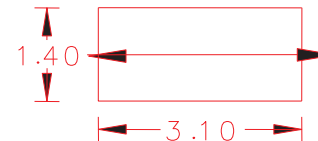
บ่อพัก (Manhole) สำหรับระบบจำหน่าย 22 & 33 kV



2S-3

2S-5

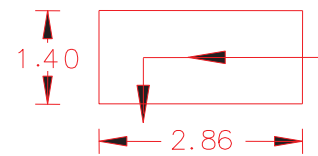
ห้ามต่อสาย ทางตรง ระบบ
22-33 kV ขนาดสายไม่เกิน
120 ต.มม.



2S-4

2S-6

ต่อสายได้ ทางตรง ระบบ
22-33 kV ขนาดสายไม่เกิน
120 ต.มม.



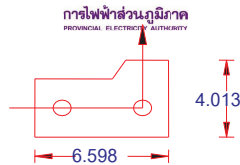
2C-2,2C-3

2C-4,2C-5

ห้ามต่อสาย เลี้ยวโค้ง ระบบ
22-33 kV ขนาดสายไม่เกิน
120 ต.มม.

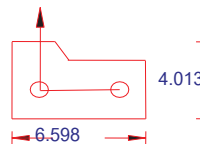


บ่อพัก (Manhole) สำหรับระบบสายส่ง 115 kV



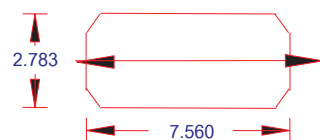
2T-5

หัวมุม ทางแยก ต่อสาย ระบบ
115 kV , 4 วงจร max.800 ต.มม.



2T-6

หัวมุม ทางแยก ต่อสาย ระบบ
115 kV , 4 วงจร max.800 ต.มม.

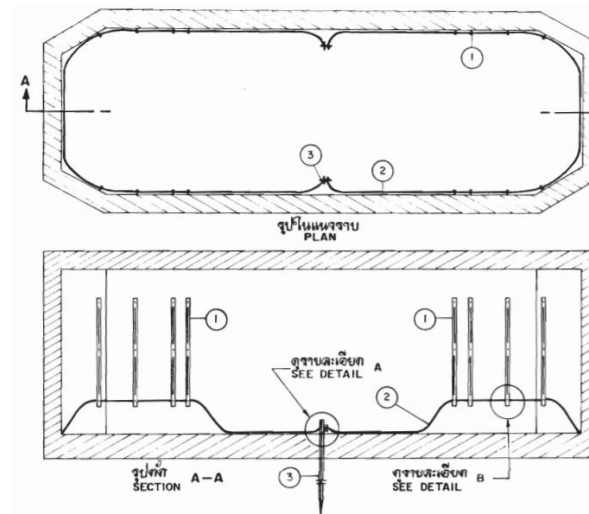


2S-2

ใช้ต่อสาย ทางตรง ระบบ
115 kV 4 วงจร max 800 ต.มม.



การต่อลงดินของ Manhole

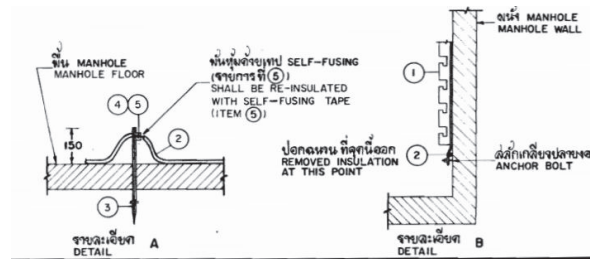


- ค่าความต้านทานดินควรมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม
- ยอมให้มีค่าไม่เกิน 25 โอห์มในพื้นที่ยาก



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การต่อลงดินของ Manhole



ลำดับที่ ITEM	รายละเอียด DESCRIPTION	วัสดุเลขที่ MAT. NO.
1	แร็ค สำหรับเก็บสายใต้ดิน 14 ช่อง RACK, UNDERGROUND CABLE, 14 SLOT	
2	สายเคเบิลชนิดทนแรงดันสูง 1X50 ตารางมิลลิเมตร (TIS II TABLE 6) CABLE, POWER PVC-INSULATED & JACKETED, 1X 50 SQ. mm (TIS II TABLE 6)	1020080009
3	กราวด์ร็อด ขนาด 60X60X5 มม. ยาว 2 ม. GROUND ROD, 60X60X5 mm, 2 m LONG	1010220002
4	ขั้วเกลียวเดี่ยว M8 CLAMP, SINGLE U-BOLT, M8	1010230000
5*	เทปพันสายเคเบิลอากาศแรงสูง ELECTRICAL SPLICING TAPE, FOR H.T. AERIAL CABLE	1020180003

การประกอบเลขที่ 7341

49



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

Questions

คำถาม

?



50