

## เอกสารแนบ\_2

## คุณลักษณะเฉพาะของระบบไฟฟ้า

## 1. การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์ พร้อมทั้งเครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนแรงงานที่จะใช้ในการติดตั้ง เป็นหน้าที่ของผู้ขาย จัดหาเองทั้งสิ้น เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น วัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและต้องสอดคล้องตามคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดนี้ และต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ซื้อก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ผู้ซื้อ มีอำนาจที่จะสั่งให้เป็นอย่างอื่นได้ เพื่อยังผลให้งานติดตั้งและการใช้งานดำเนินไปได้ด้วยดี และถูกต้องตามวัตถุประสงค์แห่งสัญญาประเภทเพิ่มเติมจากรูปแบบและสัญญาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ทั้งที่ปรากฏในแบบและรายการประกอบแบบ หรือมีไต่ระบุ แต่จำเป็นต้องนำมาประกอบการติดตั้งตามหลักวิชาช่าง จะมีในท้องตลาด หรือขาดตลาด หรือจะพอหรือไม่เช่นนั้น เป็นหน้าที่ของผู้ขายจะต้องเตรียมการจัดหาเอาไว้เสียแต่เนิ่นๆ ผู้ขายจะอ้างว่าไม่มีในท้องตลาด หรือขาดตลาด หรือต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ หรือต้องสั่งทำ แล้วนำเหตุผลเหล่านั้นมาเป็นข้ออ้างในการเปลี่ยนวัสดุคุณภาพต่ำลง หรือขยายกำหนดเวลาติดตั้งตามสัญญาไม่ได้ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งตามคุณลักษณะเฉพาะที่ได้กำหนดในเอกสารนี้ ถ้าหากผู้ขายไม่สามารถจัดหาได้ครบตามจำนวน หรือตามคุณลักษณะเฉพาะที่ได้กำหนด ผู้ขายจะต้องจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีคุณภาพเทียบเท่า หรือดีกว่ามาทดแทนโดยครบถ้วน โดยต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ซื้อ ก่อนการติดตั้ง ผู้ซื้อมีสิทธิในการกำหนดชนิดและประเภทของอุปกรณ์ที่ประสงค์จะให้ ผู้ขายต้องจัดส่งรายละเอียด แคตตาล็อก เอกสารแสดงสมรรถนะหรือประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์ มาให้ ตรวจสอบและพิจารณาการอนุมัติล่วงหน้าก่อนดำเนินการจัดซื้อไม่น้อยกว่า 15 วัน ซึ่งการอนุมัติ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้ขายเสนอมา ไม่ได้ทำให้ผู้ขายพ้นจากความรับผิดชอบในการจัดหา หรือติดตั้งในวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ แต่อย่างใด และผู้ซื้อ มีสิทธิจัดเก็บตัวอย่างที่ผู้ขายจัดส่งมาให้ เพื่อใช้เปรียบเทียบวัสดุอุปกรณ์ตัวอย่างกับวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานจริงในกรณีที่จำเป็นต้องใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่สั่งนำเข้าจากต่างประเทศ ผู้ขายจะต้องเป็นผู้ดำเนินการประสานให้การนำเข้าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ถูกต้องตามระเบียบของราชการที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ โดยไม่มีข้อยกเว้นผู้ขายจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะ ความสามารถ และประสิทธิภาพของวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทั้งหมด เพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ ความต้องการ หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ จะต้องแจ้งให้ ทราบล่วงหน้าเพื่อพิจารณาอนุมัติเสียก่อนวัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้ขายจัดหา มา รวมถึง การขนส่งหรือการเก็บรักษา และงานติดตั้งที่เสร็จแล้วแต่ยังไม่ส่งมอบ ยังคงถือว่าเป็นทรัพย์สินที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขาย ในการที่จะต้องจัดหาการบำรุงรักษา ป้องกันการสูญหาย หรือถูกทำลาย หรือความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้วัสดุและอุปกรณ์นั้นยังคงอยู่ในสภาพดีใช้งานได้ สมบูรณ์ จนกว่าจะได้ตรวจรับมอบงานที่แล้วเสร็จเท่านั้นและหากเกิดปัญหา หรือพบว่าไม่ถูกต้องตามแบบ หรือไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้ง หรือไม่สอดคล้องตามคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนด

หรือมีข้อผิดพลาดในการใช้งานเกิดขึ้น ไม่ว่าจะตรวจพบก่อนวันตรวจรับมอบงาน หรือภายหลังวันตรวจรับมอบงาน ผู้ขายจะต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง ให้ใช้งานได้โดยเร็ว ตลอดระยะเวลาการรับประกัน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ผู้ขายจะพ้นจากความรับผิดชอบก็ต่อเมื่อพ้นกำหนดระยะเวลาประกันแล้วเท่านั้นอุปกรณ์รุ่นและผลิตภัณฑ์ดวงโคมใช้ตามที่แบบระบุ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม หรืออาจใช้ ผลิตภัณฑ์อื่นทดแทน ที่มีคุณภาพเทียบเท่า ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ซื้อเท่านั้นผู้ขายจะต้องจัดทำรายละเอียดและการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด Single Line Diagram เสนอให้ คณะกรรมการฯ หรือ วิศวกร หรือ ผู้ซื้อ ตรวจสอบ เห็นชอบ ก่อนดำเนินการติดตั้ง

อีกหนึ่งตลอดระยะเวลาการทำงานของฝ่าย เป็นหน้าที่ที่ผู้ขายจะต้องรักษาความสะอาดบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา ผู้ขายจะต้องขนย้ายเศษวัสดุหรือสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว มากองรวมกันไว้ในที่ที่กำหนดให้ และจะต้องขนย้ายออกจากบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละวันหากในการปฏิบัติงานนั้น ผู้ขายจะต้องประสานงานกับบุคลากรอื่นในสถานที่ปฏิบัติงานเดียวกัน อันได้แก่ ผู้รับเหมาก่อสร้างรายอื่น หรือผู้ใช้อาคาร เป็นหน้าที่ที่ผู้ขายจะต้องดำเนินการประสานงานในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ซึ่งรวมถึงการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ที่พักคนงาน, น้ำประปา, ไฟฟ้า, ห้องน้ำ, เน้ร้านเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่างๆ , ลิฟท์, ที่จอดรถ เส้นทางขนลำเลียงวัสดุและอุปกรณ์, พื้นที่เก็บวัสดุและอุปกรณ์, การรักษาความปลอดภัย เป็นต้น โดยให้ทำความตกลงก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และให้ประสานงานด้วยติดต่อตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน หากเกิดความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้ขายจะต้องแก้ไข ซ่อมแซมให้ดังเดิม ค่าใช้จ่ายใดๆ เหล่านี้ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ขายทั้งสิ้น และในการปฏิบัติงานที่จำเป็นต้องมีการ ปิดสถานที่บางบริเวณ ปิดไฟฟ้าหรือประปาบางส่วน เพื่อจุดประสงค์ในการทำงาน ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารได้ให้ผู้ขายทำการขออนุมัติจากผู้ซื้อ ก่อนล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 10 วันทำการ และเมื่อได้รับการอนุมัติแล้วให้ทำการปิดประกาศแจ้งข่าวให้ผู้ใช้อาคารได้ทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ

## 2. ระบบกราวด์ (GROUNDING SYSTEM)

### 2.1. ท่อไป

ข้อกำหนดนี้จะใช้สำหรับการติดตั้งระบบกราวด์ของระบบไฟฟ้า สื่อสาร และระบบป้องกันฟ้าผ่า วัสดุที่ใช้งานจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

### 2.2. ตัวนำเปลือย (BARE CONDUCTOR)

ตัวนำเปลือย ทำจากทองแดงชนิด SOFT DRAWN STRAND BARE COPPER ผลิตตามมาตรฐาน มอก. ล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเทียบเท่า

### 2.3. ตัวนำหุ้มฉนวน (INSULATED CONDUCTOR)

ตัวนำหุ้มฉนวนมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับสาย THW โดยใช้ฉนวนสีเขียว หรือสีเขียวคาดเหลือง

### 2.4. แท่งกราวด์ (GROUND ROD)

แท่งกราวด์ต้องทำมาจากทองแดงหรือเหล็กชุบทองแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5/8 นิ้ว ความยาว 10 ฟุต ผลิตตามมาตรฐาน UL 467 หรือเทียบเท่า ส่วนปลายด้านหนึ่งของแท่งกราวด์ต้องเป็นปลายแหลมและการชุบทองแดงจะต้องใช้วิธี MOLTEN-WELD หรือ COPPER-BONDED จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) สำหรับการชุบทองแดงด้วยวิธี COPPER-CLADING หรือ วิธี PRESSED TYPE จะไม่ยอมรับ

### 2.5. วัสดุเชื่อม (EXOTHERMITE WELDING)

ในการเชื่อมต่อระหว่างเคเบิลกับเคเบิล หรือเคเบิลกับแท่งกราวด์ หรือ เคเบิลกับโครงเหล็ก จะต้องใช้วิธีเชื่อมแบบ EXOTHERMITE

### 2.6. อุปกรณ์อื่น ๆ

- 2.6.1. TERMINAL LUG จะต้องเป็นชนิดรูปกลมเดี่ยว ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น COPPER ALLOY สำหรับสกรูน็อตและแหวนทำจาก BRONZE
- 2.6.2. FLEXIBLE COPPER BRAIDS ทำมาจากทองแดงถักชนิดอ่อนตัวและเคลือบด้วยดีบุก ก่อนที่จะทำการถัก ปลายทั้งสองข้างต้องหุ้มด้วย COPPER FERRULE และเจาะรูตามมาตรฐาน NEMA ลำสุดท้ายเกี่ยวข้อง

### 2.7. การติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ลำสุดท้ายเกี่ยวข้องตามรายละเอียดที่ระบุดังต่อไปนี้

- 2.7.1. สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ให้ร้อยในท่อโลหะ
- 2.7.2. สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2 เมตรและตามมาตรฐาน DEP Standard

### 2.8. การทดสอบ

ผู้ขายต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดินและความต้านทานของดิน ต่อผู้ซื้อหรือที่ปรึกษาหรือ ตัวแทนผู้ซื้อก่อนการถมดิน โดยที่ค่าความต้านทานของระบบกราวด์จะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ในสภาวะดินแห้ง พร้อมแสดงรายงานการวัดค่าความต้านทาน ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ ผู้ขายต้องทำการแก้ไขโดยการเพิ่ม ground rod จนกว่าค่าความต้านทานของระบบดินมีค่าตามที่กำหนด

### 3. ตู้สวิตช์ไฟ (ELECTRICAL SWITCHBOARD)

#### 3.1. ตู้ไฟฟ้าหลัก (main distribution board : MDB)

##### 3.1.1. ทั่วไป

ข้อกำหนดของแผงไฟฟ้าจะใช้สำหรับ ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก (MDB) ตู้สวิตช์ถ่ายโอนโหลดอัตโนมัติ (ATS) และตู้คาปาซิเตอร์ (ACP)

##### 3.1.2. มาตรฐาน

วัสดุอุปกรณ์ การผลิต และการทดสอบในโรงงานจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดในมาตรฐาน มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง, IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า หรือเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุด นอกจากนี้โรงงานที่ประกอบตู้จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 9002

##### 3.1.3. พิกัดและคุณลักษณะ

TYPE	: INDOOR, SELF SUPPORTED, FLOOR STANDING AND METAL-ENCLOSED TYPE
TYPICAL FORM	: FORM 3B
RATED VOLTAGE	: 400/230 V
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
RATED CURRENT	: SPECIFIED ON DRAWINGS
RATED SHORT CIRCUIT	: NOT LESS THAN THE RATED SHORT WITHSTAND CIRCUIT SPECIFIED ON DRAWINGS
RATED WITHSTAND VOLTAGE	: 2,500 V RMS
RATED INSULATION VOLTAGE	: 600 V AC
CONTROL VOLTAGE	: 220 V AC
TEMPERATURE RISE	: 25°C (AT AMBIENT TEMPERATURE 40°C)
FINISHING	: ELECTRO-GALVANIZED AND EPOXY POLYESTER POWDER PAINT COATING
BUSBAR	: 3 PHASE WITH NEUTRAL COPPER
BUSBAR RATING	: SPECIFIED ON DRAWINGS
IP PROTECTION	: IP 3X

##### 3.1.4. ตู้จ่ายไฟหลักเป็นชนิดใช้ในอาคารและชนิดวางตั้งบนพื้น สามารถเปิดด้านหน้าและด้านหลังได้ ต้องมีพื้นที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า และสามารถต่อขยายออกทางด้านข้างได้ ตัวตู้จะต้องมีมิติ

สม่ำเสมอในทุกด้าน

- 3.1.5. ตู้จ่ายไฟหลักจะต้องมีลักษณะเป็น MODULAR ประกอบจากเหล็กรีดเย็น โครงตู้จะต้องประกอบจากเหล็กฉาก หรือเหล็กรางยึดติดกันด้วยการเชื่อมหรือใช้น็อต ประตูด้านหน้า แผ่นปิดด้านข้าง ด้านหลังและด้านบนจะต้องใช้เหล็กทึบหรือมีช่องระบายอากาศพร้อมตะแกรง ที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม. ประตูด้านหน้าจะต้องมีบานพับและล็อกด้วยกุญแจสามารถถอดบานประตูออกได้โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น แผ่นเหล็กที่กั้นระหว่าง COMPARTMENT จะต้องหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม. ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะต้องทำความสะอาดและผ่านการรมวิธีการป้องกันสนิมแบบ ELECTRO-GALVANIZED และพ่นทับด้วยสีแบบ EPOXY/POLYESTER POWDER ทั้งภายในภายนอกและผ่านการบวนการอบแห้ง
- 3.1.6. ประตูจะต้องกราวด์ด้วย FLEXIBLE EARTH TAPE
- 3.1.7. ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยสกรูขยาย
- 3.1.8. จะต้องติดตั้งกราวด์บาร์ทองแดงตลอดความยาวตู้ Rating ของ Busbar
- 3.1.9. บัสบาร์เป็นชนิด HARD DRAWN HIGH CONDUCTIVITY COPPER ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98 % ขนาดตามที่กำหนดผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ วางและยึดแน่นบนลูกถ้วยที่มีความแข็งแรงและไม่อมความชื้น สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ
- 3.1.10. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นบัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดบิดงอได้ (Flexible Bus) เพื่อลดแรงบิดและแรงดึง
- 3.1.11. บัสบาร์ต้องพ่นสีทนความร้อนหรือหุ้มด้วยพีวีซี (Heat Shrink) โดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

## ตารางที่ 1

ขนาดกระแสน้ำของบัสบาร์ทองแดง อุณหภูมิแวดล้อม 40 °C

ขนาด มม.	น้ำหนัก กก. / ม.	บัสบาร์ฟืนสี (แอมป์)		บัสบาร์เปลือย (แอมป์)	
		1 บาร์	2 บาร์	1 บาร์	2 บาร์
12 x 2	0.209	123	202	108	182
15 x 2	0.626	148	240	128	212
15 x 3	0.396	187	316	162	282
20 x 2	0.351	189	302	162	264
20 x 3	0.529	237	394	204	348
20 x 5	0.882	319	560	274	500
25 x 3	0.663	287	470	245	412
25 x 5	1.110	384	662	327	586
30 x 3	0.796	337	544	285	476
30 x 5	1.330	447	760	379	672
40 x 3	1.050	435	692	366	600
40 x 5	1.770	573	952	482	836
40 x 10	3.550	850	1470	715	1290
50 x 5	2.220	697	1140	583	994
50 x 10	4.440	1020	1720	852	1510
60 x 5	2.660	826	1330	688	1150
60 x 10	5.330	1180	1960	989	1720
80 x 5	3.550	1070	1680	885	1450
80 x 10	7.110	1500	2410	1240	2110
100 x 5	4.440	1300	2010	1080	1730
100 x 10	8.890	1810	2850	1490	2480
120 x 10	10.70	2110	3280	1740	2860
160 x 10	14.20	2700	4130	2220	3590
200 x 10	17.80	3290	4970	2690	4310

- 3.1.12. Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin ยึดด้วย Bolts และ Nuts หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
- 3.1.13. การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ เฟสบี และเฟสซี ให้เรียงจากด้านหน้าไปหลัง จากบนลงล่างหรือจากซ้ายไปขวา
- 3.1.14. การติดตั้ง Phase busbar และ Neutral busbar ให้ติดตั้งอยู่ด้านบน หรือบริเวณอื่นตามความเหมาะสมของตู้ สำหรับ Ground busbar ให้ติดตั้งด้านล่างของตู้
- 3.1.15. ผู้ขายต้องจัดทำรายการคำนวณเพื่อแสดงว่า Busbar และ Holders สามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลง หรือตามที่กำหนด โดยไม่เกิดความเสียหายซึ่งรวมถึง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วย พร้อมเสนอผู้ซื้อพิจารณาอนุมัติ
- 3.1.16. Protection Relay
  - 3.1.16.1. Undervoltage Relay (ถ้าแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิด Solid State Controlled ต่อโดยตรงเข้ากับระบบ สามารถตัดวงจรเมื่อโวลต์ระหว่างเฟสแตกต่างกันตั้งแต่ 9% ขึ้นไปหรือโวลต์ทั้ง 3 เฟส ลดลงต่ำกว่า 12 % หรือเกิดการสลับเฟส โดยสามารถหน่วงเวลาก่อนการทำงานประมาณ 2 วินาที
  - 3.1.16.2. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น Ground Fault Protection ต้องเป็นชนิด Solid State Controlled แบบ Integral Sensing Method with Neutral CT ทำงานเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน สามารถหน่วงเวลาทำงานได้ตามต้องการ
- 3.1.17. เครื่องวัด (Metering) ที่ใช้ติดตั้งกับแผงสวิตช์
  - 3.1.17.1. โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
  - 3.1.17.2. โวลต์มิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ ระหว่างเฟสกับเฟส 3 จังหวะ และระหว่างเฟสกับศูนย์ 3 จังหวะ
  - 3.1.17.3. แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต้องผ่านหม้อแปลงกระแส ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
  - 3.1.17.4. แอมมิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ และเฟส 3 จังหวะ
  - 3.1.17.5. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสด้านออก 5 Amp และกระแสด้านเข้าตามที่กำหนดความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า
  - 3.1.17.6. กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮิวมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตามที่กำหนดในแบบ ความคลาดเคลื่อน 2.5 % หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
  - 3.1.17.7. เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบแรงดัน และหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิกัด LEAD 0.5..0.5 LAG

หรือมากกว่า ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า

3.1.17.8. ฟรีควอนซีมีเตอร์ ต้องเป็นชนิด Vibrating Reed หรือ 13 Reeds ต่อเข้ากับระบบแรงดัน มีระยะพิกัด 47-53 Hz ความคลาดเคลื่อน 0.5% หรือดีกว่า

### 3.1.18. คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม

#### 3.1.18.1. คาปาซิเตอร์

- ก. ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐาน IEC ล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง
- ข. ต้องเป็นชนิดแห้งทำด้วย Metalized Plastic Film, Non Flammable, Enclo-sure Type พลังงานสูญเสีย 0.5 W/kVAR หรือน้อยกว่า
- ค. คาปาซิเตอร์มี Discharge Resistors ด้วย

3.1.18.2. Automatic Power Factor Controller สามารถสับคาปาซิเตอร์เข้าออกได้ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดในแบบ โดยสามารถรักษาระดับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติและควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์สำหรับคาปาซิเตอร์แบบ Cyclic Operation และ ต้องแสดงผลการวัดไม่ต่ำกว่าดังนี้ คือ Voltage, Current, Apparent Power, Reactive Power, Harmonic Current Distortion, Power Factor, Temperature, Alarm Conditions

3.1.18.3. ต้องมี On-Off Push Button และ Pilot Lamp สำหรับ Manual Operation ตามจำนวนชั้นที่กำหนดในแบบ

3.1.18.4. ฟิวส์ สำหรับป้องกันคาปาซิเตอร์ ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิด HRC ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA ที่ 380 V

3.1.18.5. คอนแทคเตอร์สำหรับการปลดสับคาปาซิเตอร์ (Capacitor Switching) เป็นชนิดที่ออกแบบและผลิตใช้งานเฉพาะกับคาปาซิเตอร์ ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐานของ IEC ล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง

3.1.19. Pilot Lamp หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดหลอดไส้ 1.2 W หรือมากกว่า 6 V-24 V มีหม้อแปลงชนิด Isolating ลดแรงดันจาก 230 V ฝาครอบด้านหน้าเป็นเลนซ์พลาสติก ขนาดไม่น้อยกว่า 22 mm. สีของเลนซ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

3.1.20. Push Button หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่ปุ่มกด O-Ring โลหะล้อมรอบ ขนาดไม่เล็กกว่า 22 mm. สีของปุ่มกดตามที่กำหนด

3.1.21. Magnetic Contactorหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาด Current Rating ของ Contact ตาม AC3 Duty มาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

3.1.22. Magnetic Control Relay หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาด Resistive Load ของ Contact ต้องไม่น้อยกว่า 10 A ที่ 230 V

3.1.23. Mimic Bus และ Nameplate

3.1.23.1. ด้านหน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ ขนาดกว้าง 10 mm. ความหนาไม่น้อยกว่า 3 mm.

3.1.23.2. ให้มี Nameplate เพื่อแสดงป้ายชื่อหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์จ่ายหรือควบคุมอยู่เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus และเป็นตัวอักษรสีขาว ความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 mm.

3.1.24. การทดสอบ

3.1.24.1. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทุกชุดต้องผ่านการทดสอบ Routine Test ตามมาตรฐานข้างต้นตามข้อ 3.1.2

3.1.24.2. เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ผู้ขายต้องทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- ก. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- ข. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

### 3.2. ตู้จ่ายไฟย่อย (Distribution board : DB)

3.2.1. เป็นตู้ชนิดตั้งพื้นหรือติดผนัง มีการออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุด

3.2.2. ประตูด้านหน้าและแผ่นปิดด้านข้างและหลังทำมาจากเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 2 มม. ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาดและผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมแบบ ELECTRO-GALVANIZED และพ่นทับด้วยสีแบบ EPOXY/POLYESTER POWDER ทั้งภายในภายนอกและผ่านกระบวนการอบแห้ง

3.2.3. เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นชนิดแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือโมเดลเซอร์กิตเบรกเกอร์ฟักัดกระแสตามระบุในแบบ

3.2.4. บัสบาร์จะต้องเป็นชนิด Hard drawn high conductivity copper ฟักัดกระแสของบัสบาร์เฟส และนิวตรอนตามระบุในแบบและจะต้องไม่ต่ำกว่าฟักัดกระแสใช้งาน (Amp trip) ของ main cb สำหรับกราวด์บัสบาร์ จะต้องไม่ต่ำกว่า 25% ของฟักัดกระแสของบัสบาร์เฟส

3.2.5. บัสบาร์ของเฟสจะต้องมีการพ่นสี เพื่อบ่งชี้เฟสของบัสบาร์

3.2.6. ช่องเปิดสำหรับ Conduit และ wireway จะต้องมียุสตุเพื่อป้องกันไม่ให้สายเกิดความเสียหาย

- 3.2.7. ด้านในของฝาด้านหน้าต้องมีที่ยึดแผ่นตารางแสดงการใช้งานของสวิตช์อัตโนมัติแต่ละตัว มีการระบุวงจรและพื้นที่ที่ใช้โหลด โดยตารางนี้ต้องทำจากกระดาษแข็งมีขนาดเหมาะสม ตัวอักษรมีความชัดเจน ไม่เลอะเลือน มีขนาดของตัวอักษรใหญ่เพียงพอ

### 3.3. ตู้โหลดไฟฟ้า (LOAD CENTER AND CONSUMER UNIT)

- 3.3.1. เป็นตู้ที่มีการประกอบสำเร็จจากโรงงาน (Factory Assembly) และทดสอบ Type Test ตามมาตรฐาน IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
- 3.3.2. ตู้โหลดเป็นตู้ชนิดติดตั้งบนผนังและด้านหน้าปลอดภัย (DEAD-FRONT) ฝาด้านหน้ามี 2 ชั้น ประกอบด้วยประตูด้านหน้า ด้านนอกจะต้องมีบานพับและปิด-เปิด ด้วยชุดล็อกติดตั้งบนฝาดู (Flush Lock) และฝาด้านในติดยึดกับตู้ด้วยน็อต (Bolt) ทำหน้าที่ปิดส่วนที่มีไฟ (Live part) เพื่อความปลอดภัย
- 3.3.3. บัสบาร์ จะต้องทำด้วยทองแดง มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าขนาด AMP FRAME ของ MAIN CB
- 3.3.4. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นชนิดโมเดสเซอร์กิตเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยเป็นชนิดมินิเฮอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยมีพิกัดทางไฟฟ้าตามระบุในแบบหรือข้อกำหนดทางเทคนิค
- 3.3.5. MINIATURE CB จะต้องเป็นชนิด PLUG-IN หรือ Bolt on และการปลั๊กเข้า/ปลดออกของ CB แต่ละตัวจะต้องเป็นอิสระต่อกัน
- 3.3.6. ภายในตู้จะต้องมีแผ่นเพื่อระบุวงจรและพื้นที่ที่ใช้โหลด

### 3.4. สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (LV SWITCHGEAR)

#### 3.4.1. แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (AIR CIRCUIT BREAKER: ACB)

- 3.4.1.1. CB ตั้งแต่ขนาด 630A ขึ้นไป ให้ใช้ชนิด ACB
- 3.4.1.2. ACB จะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเทียบเท่า
- 3.4.1.3. ACB เป็นชนิด 3 POLE, TRIP FREE และติดตั้งเรียบเสมอผิวตู้ วัสดุที่หุ้มทำด้วย POLYESTER
- 3.4.1.4. ACB อาจเป็นชนิด MANUAL หรือ MOTOR OPERATION ตามที่ได้ระบุในแบบ และเป็นชนิด WITHDRAWABLE และถ้าไม่ได้ระบุในแบบ ACB จะต้องมียูนิทป้องกันอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- ก. INSTANTANEOUS OVERCURRENT RELAY (50)
- ข. TIME DELAY OVERCURRENT RELAY (51)
- ค. ASYMMETRICAL RELAY หรือ PHASE FAILURE CHECK RELAY ที่สามารถรับตั้งค่าในช่วง  $\pm 5$  ถึง 10% ของแรงดันใช้งาน

- ง. UNDERVOLTAGE RELAY ที่สามารถปรับตั้งค่าได้ในช่วง  $\pm 10$  ถึง 20%
- จ. SHUNT TRIP
- ฉ. CLOSING COIL (จะมีเฉพาะกรณีเป็น MOTOR OPERATION)
- ช. GROUND OVERCURRENT RELAY (50G/51G)

#### 3.4.2. โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (MOLDED CAGE CIRCUIT BREAKER: MCCB)

- 3.4.2.1. MCCB จะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเทียบเท่า
- 3.4.2.2. กลไกและส่วนที่มีไฟ ยกเว้นขั้วต่อสาย จะต้องบรรจุในวัสดุที่ทนต่อแรงทางกลได้สูงและทนต่อสภาวะแวดล้อมทุกชนิด
- 3.4.2.3. MCCB จะเป็นชนิด 3 POLE และ TRIP FREE กลไกการทริปจะเป็นชนิด THERMAL MAGNETIC ที่ได้ออกแบบให้ชดเชยการทำงานที่มีผลต่ออุณหภูมิระหว่าง 25°C ถึง 50°C และให้ปรับตั้งค่าไว้ที่ 40°C ในขณะที่จ่ายโหลดเต็มที่หรือเป็นชนิด ELECTRONIC TRIP
- 3.4.2.4. MCCB มีอุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ OVERCURRENT และ SHORT CIRCUIT ลักษณะ CURVE เป็นชนิด TIME DELAY INVERSE PROPORTION ทั้ง SHORT TIME, LONG TIME และ INSTANTANEOUS TRIP รวมทั้งต้องมี UNDERVOLTAGE RELAY
- 3.4.2.5. สำหรับ MCCB 1,000 AMP ขึ้นไป ให้มี EARTHLEAKAGE CB หรือ GROUND OVERCURRENT RELAY

#### 3.4.3. มินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (MINIATURE CIRCUIT BREAKER: MCB)

- 3.4.3.1. MCB เป็นชนิด PLUG ON และ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือเทียบเท่า
- 3.4.3.2. MCB จะเป็นชนิด TRIP FREE กลไกการทริปเป็นชนิด THERMAL MAGNETIC ที่ได้ออกแบบให้ชดเชยการทำงานที่มีผลต่ออุณหภูมิระหว่าง 25°C ถึง 50°C และให้ปรับตั้งค่าไว้ที่ 40°C ในขณะที่จ่ายโหลดเต็มที่
- 3.4.3.3. ค่ากระแสลัดวงจรของ MCB จะต้องเลือกให้สอดคล้องกับค่ากระแสลัดวงจรตามที่คำนวณได้ แต่ไม่น้อยกว่า 5 kA
- 3.4.3.4. ในกรณี MCB เป็นชนิด 2 POLE หรือ 3 POLE ถ้าเกิด FAULT ที่เฟสใดเฟสหนึ่ง จะต้องมีการทริปให้เกิดการทริปในทุกเฟสพร้อมกัน

#### 3.4.4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกชนิด ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันและต้องทำงานร่วมกันได้ (COORDINATION) ระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้นทาง (UPSTREAM) และ ปลายทาง

## (DOWNSTREAM)

## 3.5. การติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้รับระบุดังต่อไปนี้

- 3.5.1. เมื่อมีการส่งตู้ไฟฟ้ามายังสถานที่ที่ก่อสร้าง ผู้ขายต้องตรวจดูหีบห่อที่บรรจุตู้สวิตช์ไฟ ก่อนนำหีบห่อลงจากพาหนะที่ขนมา ถ้าพบว่ามีหีบห่อบรรจุเสียหายหรือเปียกน้ำ และแผงสวิตช์จ่ายไฟอาจจะเป็นอันตรายได้ รวมทั้งในกรณีที่มีการส่งตู้สวิตช์ไฟมาโดยไม่ได้รับบรรจุหีบห่อ ผู้ขายต้องตรวจสอบสภาพทั่วไปของตู้สวิตช์ไฟก่อนนำลงจากพาหนะที่ขนส่ง ถ้าพบว่ามีข้อเสียหาย เช่น บวม สีสลอก หรืออื่นๆ ผู้ขายต้องแจ้งให้ที่ปรึกษา/ตัวแทนผู้ซื้อทราบต้องแก้ไข ซ่อมแซม
- 3.5.2. ให้เก็บตู้สวิตช์ไฟไว้ตรงที่ๆ จะติดตั้ง เพื่อไม่ให้ต้องเคลื่อนย้ายมาครั้งโดยไม่จำเป็น และอาจจะทำให้ตู้สวิตช์ไฟเสียหายได้ ถ้ามีความจำเป็นอันทำให้ยังนำตู้สวิตช์ไฟเข้าเก็บยังที่ติดตั้งไม่ได้ ผู้ขายต้องเก็บตู้สวิตช์ไฟไว้ในที่ๆ ไม่มีความเปียกชื้น และต้องจัดวิธีการที่ป้องกันตู้สวิตช์ไฟไม่ให้ได้รับความเสียหายใดๆ ก็ได้ ถ้าเกิดความเสียหายขึ้นกับตู้สวิตช์ไฟในช่วงระหว่างที่เก็บไว้จนถึงระหว่างที่กำลังทำการติดตั้ง ผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าเสียหายทุกประการ
- 3.5.3. ระหว่างที่ทำการติดตั้งหรือก่อนจ่ายไฟเข้าตู้สวิตช์จ่ายไฟ ผู้ขายต้องตรวจดูว่ามีติของการต่อวงจรถูกต้อง และตรวจสอบจุดที่ต่อทุกแห่งต้องแน่นและมั่นคง ถ้ามีสิ่งใดไม่ถูกต้อง ต้องแจ้งให้ที่ปรึกษา/ตัวแทนผู้ซื้อทราบและแก้ไขให้ถูกต้อง
- 3.5.4. ผู้ขายต้องทำฐานคอนกรีตสำหรับวางตู้ไฟฟ้าชนิดติดตั้งบนพื้น ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้โลหะทุกด้านๆ ละ 100 มม. สูงจากพื้นห้อง 100 มม. ด้านข้างของฐานทุกด้านต้องเรียบและตรง ผิวของฐานด้านบนทำเป็นแบบคอนกรีตขัดมันเมื่อทำฐานเสร็จแล้วให้ทาด้วยสีน้ำมันชนิดที่ใช้สำหรับทาพื้นคอนกรีตให้ทั่วทุกด้าน
- 3.5.5. ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟกับฐานคอนกรีตด้วย EXPANSION BOLTS ชนิดใช้น้ำยาเคมี
- 3.5.6. อุปกรณ์ต่างๆ ในตู้สวิตช์ไฟที่จะต้องมีการปรับค่า เมื่อเริ่มทดลองจ่ายไฟ เช่น การปรับค่า AMPERRE TRIP ของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ผู้ขายต้องเป็นผู้ปรับจนได้ค่าตามต้องการ
- 3.5.7. ตู้สวิตช์ไฟชนิดติดตั้งบนผนัง ให้ติดตั้งสูงจากพื้นถึงด้านล่างตู้สวิตช์ไฟ 1.5 เมตร
- 3.5.8. ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการตรวจสอบและทดสอบ ผู้ขายต้องจัดอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและทดสอบ ถ้าหากมีสิ่งใดต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้ขายต้องแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

## 4. โคมไฟ (LIGHTING FIXTURE)

### 4.1. ทั่วไป

- 4.1.1. โคมไฟทุกชนิด กำหนดให้ใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบ LED และจะต้องประกอบขาจับหลอด หลอดไฟ (ในกรณีเป็นชนิดประกอบสำเร็จ) และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นให้เรียบร้อยในโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง ชนิดและลักษณะของโคมไฟและอุปกรณ์ประกอบจะแสดงไว้ในแบบ ส่วนที่เป็นโลหะของโคมไฟจะต้องมีการป้องกันสนิม สำหรับโคมไฟชนิดแขวนจะต้องมีอุปกรณ์แขวนและมีท่อร้อยสายสำหรับเดินสายด้วย
- 4.1.2. โคมไฟที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องมีระดับป้องกันน้ำและฝุ่น IP65 ในส่วนที่เป็นโลหะจะต้องมีการต่อกราวด์ที่เสาไฟและภายในเสาไฟจะต้องมีขั้วต่อสายกราวด์

### 4.2. โคมไฟแบบ LED

- 4.2.1. โคมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 4.2.2. ถ้าเป็นโคมฝังฝ้าจะต้องเลือกชนิดที่เหมาะสมกับฝ้า
- 4.2.3. ค่าความสว่าง อุณหภูมิ และสีของหลอดไฟ ต้องมีค่าเหมาะสมต่อการใช้งานในบริเวณที่ติดตั้งหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 4.2.4. ต้องมีค่าดัชนีความถูกต้องของสีของวัตถุภายใต้แสงไฟ (Color Rendering Index - CRI) มากกว่าหรือเท่ากับ 80
- 4.2.5. ขั้วรับหลอด กำหนดให้ใช้แบบ E27 หรือ G13 ขึ้นอยู่กับประเภทของหลอดหรือโคมไฟ
- 4.2.6. หลอดสามารถใช้งานได้ที่แรงดัน 220-240 V เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
- 4.2.7. สายในโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อนขนาดไม่น้อยกว่า 1.0 ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70 °C

### 4.3. โคมไฟแบบ LED ชนิดฝังฝ้า สำหรับห้องสะอาด (Cleanroom Type) ผลิตภายในประเทศ หรือต่างประเทศ มีเครื่องหมายการค้าและคุณภาพตามมาตรฐานสากล และต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า ดังนี้

- 4.3.1. ตัวกล่องทำด้วยเหล็กแผ่นขึ้นรูปให้แข็งแรง ผ่านการทำความสะอาด พ่นทึบด้วยสีฝุ่น และอบความร้อน เหล็กแผ่นต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้
  - 4.3.1.1. โคมไฟขนาดความกว้างน้อยกว่า 0.30 ม. ให้ใช้เหล็กแผ่นความหนาไม่ต่ำกว่า 0.4 มม.
  - 4.3.1.2. โคมไฟขนาดความกว้างตั้งแต่ 0.30 ม. ขึ้นไป ให้ใช้เหล็กแผ่นความหนาไม่ต่ำกว่า 0.6 มม.
- 4.3.2. มีแผ่นกรองแสงที่ทำด้วยแผ่น Acrylic Plastic ความหนาเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2 มม. ลักษณะการขึ้นรูปตามที่กำหนด

- 4.3.3. ตะแกรงอลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงข้างหลอดและแผ่นสะท้อนแสงหลังหลอด (Reflecto-rand Back Reflector ) ทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมเงา ( Mirror Anodized Aluminum) ซึ่งให้ค่าสะท้อนแสงรวม (Total Reflectance) ไม่น้อยกว่า 87 % ประกอบยึดกับตัวถังดวงโคมด้วยสปริงสแตนเลส กลอนสปริง หรือวัสดุอื่น ๆ ที่สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ได้สะดวก สำหรับตัวตะแกรงการขึ้นรูปต้องมีขอบอลูมิเนียมประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยรอบเพื่อความแข็งแรง
- 4.3.4. หลอดแบบ LED และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง ของหลอดไฟชนิดให้แสง Cool White
- 4.3.5. สายในโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อนขนาดไม่น้อยกว่า 1.0 ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70 °C
- 4.3.6. โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในฝ้าเพดาน ต้องยึดกับโครงสร้างด้วยเหล็กเส้นหรือเส้นลวดขนาดไม่เล็กกว่า 1/8 นิ้ว จำนวน 2 เส้น สำหรับดวงโคมกว้างไม่เกิน 0.30 เมตร และจำนวน 4 เส้น สำหรับดวงโคมกว้างเกิน 0.30 เมตร พร้อมอุปกรณ์ปรับความสูงต่ำของโคมไฟฟ้าได้ ยึดด้วย Expansion Bolt ชนิดโลหะ ห้ามใช้ชนิดพลาสติก

#### 4.4. โคมไฟฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT UNIT)

- 4.4.1. จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
- 4.4.2. จะต้องเหมาะสมในการใช้งานที่แรงดัน 220 V, 50 HZ ขนาดและชนิดหลอดไฟจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
  - 4.4.2.1. AUTOMATIC SOLID STATE CHARGER
  - 4.4.2.2. ติดตั้งหลอดไฟแบบ LED ชนิดหน้าปิด ขนาดกำลังไฟอย่างน้อย 9W จำนวน 2 ชุด
  - 4.4.2.3. ON/OFF SWITCH
  - 4.4.2.4. LAMP TEST SWITCH
  - 4.4.2.5. AMBER "READY" LAMP
  - 4.4.2.6. RED "CHARGE" LAMP
  - 4.4.2.7. BATTERY เป็นชนิด SEALED LEAD ACID ทำงานได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง เมื่อโหลดเต็มที่
  - 4.4.2.8. มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและกระแสลัดวงจร

#### 4.5. การติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟฟ้า

กำหนดระดับความสูงจากพื้น ตามตารางข้างล่างหรือที่กำหนดเป็นอย่างอื่น

- 4.5.1. ไฟกึ่งติดผนังติดตั้งสูงจากพื้นถึงจุดกึ่งกลาง 2.20 เมตร
- 4.5.2. EMERGENCY LIGHT ติดตั้งได้ฝ้าเพดาน หรือคาน 0.30 เมตร
- 4.5.3. EXIT SIGN ติดตั้งเหนือประตูทางออกหรือผนังสูงจากพื้น 2.30 เมตร

#### 4.6. การเดินสายของวงจรดวงโคม

- 4.6.1. สายแยกจากสวิทช์เข้าดวงโคมให้ใช้สาย 2.5 มม.<sup>2</sup> และสายของอุปกรณ์ประกอบสำหรับดวงโคมให้ใช้ขนาดสายที่สามารถรับกระแสและอุณหภูมิใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ
- 4.6.2. สายวงจรย่อยจากแผงสวิทช์ไฟ (PANEL BOARD) ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบแสงสว่างไม่อนุญาตให้เดินสายเกิน 3 เส้น (รวมสายดิน) ในท่อสายเดียวกัน (ยกเว้นมีตัวนำทุกเฟสรวมทั้งสายกลางและตัวนำต่อลงดินอยู่ในท่อสายเดียวกัน) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากกระแสเหนี่ยวนำ

### 5. สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Switch and receptacle)

#### 5.1. สวิทช์

- 5.1.1. สวิทช์เป็นชนิดติดตั้งเสมอผิวผนังทำงานแบบกระดก พิกัด กระแส 15 A แรงดัน 250 V
- 5.1.2. สวิทช์กันน้ำชนิด 15 A แรงดัน 250 V ประกอบด้วยครอบกันน้ำทำด้วย PVC และ GASKET โดยมีระดับการป้องกัน IP 55

#### 5.2. เต้ารับไฟฟ้า

- 5.2.1. เต้ารับไฟฟ้า เป็นชนิดใช้งานได้กับเต้าเสียบแบบสากลและแบน (UNIVERSAL TYPE) พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแส 15 A แรงดัน 250 V
- 5.2.2. เต้ารับไฟฟ้าชนิดใช้งานหนัก เป็นชนิด 3 POLE พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบและพิกัดแรงดัน 400 V
- 5.2.3. เต้ารับต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดิน ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่าดังต่อไปนี้
  - 5.2.3.1. ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 10 แอมแปร์ สายดินขนาด 1.5 ตร.มม.
  - 5.2.3.2. ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 20 แอมแปร์ สายดินขนาด 2.5 ตร.มม.
  - 5.2.3.3. ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 32 แอมแปร์ สายดินขนาด 4 ตร. มม.
- 5.2.4. Power Socket พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบพิกัดแรงดัน 380 V 3p 50Hz ชนิด 3 POLE (เฟส+นิวตรอน+กราวด์ (TP & N) ระดับการป้องกัน IP 44 ชนิดใช้ภายในอาคารและ IP 67 สำหรับภายนอกอาคาร

#### 5.3. แผ่นครอบ (DEVICE PLATE)

แผ่นครอบสวิทช์หรือเต้ารับ เป็นชนิด PVC และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับสวิทช์หรือเต้ารับ

#### 5.4. การติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า

- 5.4.1. ผู้ขายต้องติดตั้งสวิทช์และเต้ารับชนิดฝังผนังโดยติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะหรือกล่องพีวีซีชนิดที่ใช้สำหรับการติดตั้งหรือการนี้ยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดตั้งให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดตั้ง
- 5.4.2. การติดตั้งสวิทช์ใช้กล่องเหล็กฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 เมตรวัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของสวิทช์
- 5.4.3. ในกล่องสวิทช์กล่องเดียวกันห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิทช์เกินกว่า 300 โวลต์นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกันระหว่างสวิทช์
- 5.4.4. เต้ารับทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตรวัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของเต้ารับหรือตามที่ระบุความสูงในแบบ
- 5.4.5. เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉินให้ติดตั้งต่ำจากฝ้าเพดาน 0.30 เมตรหรือตามที่ระบุความสูงในแบบ
- 5.4.6. เต้ารับในห้องน้ำหรือเหนือเคาน์เตอร์ติดตั้งสูงจากพื้น 1.0 เมตรหรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 5.4.7. เต้ารับนอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นได้ให้ใช้ฝาครอบโลหะหล่ออบสีหรือฝาครอบพลาสติกชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร (ชนิดกันน้ำ) แบบมีสปริงและยางอัดรอบหรือมีพลาสติกอ่อนครอบ

- หมายเหตุ**
1. สวิทช์หรือเต้ารับที่ใช้วงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิทช์หรือเต้ารับที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง
  2. สวิทช์หรือเต้ารับชนิดกันน้ำ (WATERPROOF, WP) ให้ใช้ชนิดโลหะหล่ออบสีหรือฝาครอบพลาสติก เคลือบสี และมีฝายางอัดรอบหรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ หรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ

#### 6. ตัวนำไฟฟ้า (CABLE)

##### 6.1. ทั่วไป

- 6.1.1. สายไฟฟ้าจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และมาตรฐาน IEC ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
- 6.1.2. ฉนวนสายไฟจะต้องเป็นสีที่ระบุตามมาตรฐาน วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง

## 6.2. สายไฟ THW

- 6.2.1. เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC และเปลือกนอก (sheath) ทำด้วย pvc มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.2.2. สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอกเป็น PVC
- 6.2.3. สายไฟเป็นชนิด SINGLE CORE

## 6.3. สายไฟ nyy

- 6.3.1. เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC และเปลือกนอก (Sheath) ทำด้วย PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.3.2. สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอกเป็น PVC
- 6.3.3. ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- 6.3.4. ขนาดแรงดัน 600/1000V อุณหภูมิใช้งาน 90°C

## 6.4. สายไฟ CV แรงดันกลาง

- 6.4.1. ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.4.2. สายไฟจะต้องเป็นชนิด multicore มีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น xlpe เปลือกนอก (sheath) เป็น polyethylene (PE) และ shield เป็นชนิด copper wire screen และหุ้มด้วย steel wire armour
- 6.4.3. ขนาดแรงดัน 20/24 kV และอุณหภูมิใช้งาน 90 °C

## 6.5. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable : FRC)

- 6.5.1. สำหรับสายไฟที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 mm<sup>2</sup> ขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire) ตามมาตรฐาน IEC ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.5.2. ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Polyolefin ชนิดพิเศษมีความหนาตาม IEC ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.5.3. ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย
- 6.5.4. เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติ เป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตาม IEC ลำดับที่เกี่ยวข้อง

- 6.5.5. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟต้องมี Rated Voltage 600/1000V สำหรับสาย Power และ Rate Voltage 300/500V สำหรับสาย Control มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90°C (20,000 HRS) สำหรับ Continuous Duty และ 250°C ภายใต้สภาวะ Short-Circuit ตามมาตรฐาน IEC ลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.5.6. ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

## 6.6. คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

- 6.6.1. คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
- 6.6.1.1. IEC 60331 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.1.2. BS-6387 Category CWZ หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.1.3. VDE 0472 Part 814 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.6.2. คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
- 6.6.2.1. IEC 60332-3 ABC หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.2.2. BS 4066 PART 3 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.2.3. IEEE 383 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.6.3. คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
- 6.6.3.1. IEC 60332-1 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.3.2. BS 4066 Part 1 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
  - 6.6.3.3. VDE 0472 Part 804 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง
- 6.6.4. คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ เช่น
- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 6.6.4.1. Smoke Test Method | - 27m3 Cable Chamber                       |
|                            | - NBS Chamber                              |
| Test Standard              | - ASTM D2863                               |
|                            | - UITP/APTA Test E4                        |
|                            | - London Underground Limited               |
|                            | - IEC 61034-2 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง       |
|                            | - BS 6724 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง           |
|                            | - VDE 0472 Part 816 หรือลำดับที่เกี่ยวข้อง |

#### 6.6.4.2. Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)

- IEC 60754-1 / IEC 60754-2 หรือค่าสุดท้ายที่เกี่ยวข้อง
- BS 6425 Part 1 หรือค่าสุดท้ายที่เกี่ยวข้อง
- VDE 0472 Part 813 หรือค่าสุดท้ายที่เกี่ยวข้อง

6.6.5. ผู้ขายต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบัน LPCB หรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ควบคุม พิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วยและเป็นโรงงานที่ได้มาตรฐาน ISO 9001

### 6.7. การติดตั้ง

#### 6.7.1. การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทยของ วสท. ค่าสุดท้ายที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

- 6.7.1.1. การเดินสายไฟฟ้าชนิด THW, cv, NYY, frc หรือสายอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ให้เดินสายร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น
- 6.7.1.2. การต่อสายไฟฟ้าห้ามต่อภายในท่อ อนุญาตต่อได้เฉพาะใน BOXES เท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสาย ให้ใช้ชนิด COMPRESSION BOLT SCREW หรือ WIRE NUT ห้ามต่อแบบ TWISTED WIRE SPLICE โดยวัสดุต่อสายที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อ 3M หรือเทียบเท่า ห้ามใช้ของปลอมเลียนแบบ
- 6.7.1.3. สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อ หรือการเดินสายที่ไม่มีส่วนใดปรากฏให้เห็นจากภายนอก ให้ติดหมายเลขสายวงจรด้วย WIRE MARKER สำหรับวงจร BRANCH CIRCUIT ที่ PULL BOX หรือ BOX ต่างๆ และมีตัวอักษรหรือหมายเลขตรงกับ WIRE MARKER ใน PANEL BOARD เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 6.7.1.4. การดึงสายไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายไฟ ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับการดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.7.1.5. ผู้ขายจะต้องใช้สารหล่อลื่นในการดึงสายไฟฟ้า ตัวหล่อลื่นจะต้องเป็นชนิดที่ผลิตสำหรับการนี้โดยเฉพาะ
- 6.7.1.6. การต่อเชื่อมสายไฟฟ้าใน PULL BOX หรือ HAND HOLE ซึ่งมีความชื้นหรือน้ำ ขอให้ใช้ COMPOUND ของ 3M ต่อเชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และพันด้วยเทปซึ่งผลิตสำหรับใช้ในการนี้โดยเฉพาะ

6.7.1.7. COLOUR CODE ของสายไฟทั่วไป (ยกเว้นสายไฟท่อนไฟ) ให้ใช้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ, มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง, ตามที่ วสท. กำหนด หรือตามที่ผู้ซื้อกำหนด

**6.7.2. ชนิดของสายไฟฟ้า** หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- 6.7.2.1. วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 V
- 6.7.2.2. วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 V
- 6.7.2.3. สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ Type-B (VAF)
- 6.7.2.4. สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเต้ารับให้ใช้ Type B-G (VAF – Ground)
- 6.7.2.5. สายไฟฟ้าร้อยท่อ ในรางเดินสาย ให้ใช้ Type-A (THW)
- 6.7.2.6. สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ Type-CS หรือ Type-D (DYY)

**6.7.3. ขนาดของสายไฟฟ้า** หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- 6.7.3.1. สายวงจรย่อย 2.5 ตร.มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 16 AT
- 6.7.3.2. สายวงจรย่อย 4 ตร.มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 20 AT
- 6.7.3.3. ในกรณีร้อยท่อ สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร. มม. Type A
- 6.7.3.4. ในกรณีเดินสายลอย สามแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. Type B

**6.7.4. การเดินสาย**

- 6.7.4.1. การต่อสายเข้ากับ Busbar ของแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานและ/หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้หางปลาที่มีลักษณะเป็นแบบท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (Copper Tube Lugs Terminal) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ Electrolytic และชุบด้วยดีบุก หุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย
- 6.7.4.2. การร้อยสายในท่อหรือรางเดินสาย ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 6.7.4.3. การตัดต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตช์, กล่องเต้ารับ, กล่องดวงโคม หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

- 6.7.4.4. การต่อสายขนาด 4 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ Wire Nut และการต่อ สายขนาด 6 ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ Split Bolt หรือ Sleeve พันด้วยเทปพันสายไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า
- 6.7.4.5. การดึงสาย หากมีความจำเป็นอาจใช้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
- 6.7.4.6. สายที่ร้อยในรางเดินสายในแนวตั้ง ต้องยึดกับชั้นบันได
- 6.7.4.7. การเดินสายลอยเกาะผิวอาคาร ต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน 0.10 ม.
- 6.7.4.8. การเดินสายใต้ดิน
  - ก. สายไฟฟ้าฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว ความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางที่ 3
  - ข. ส่วนที่เป็นโลหะหุ้มเคเบิลได้แก่ ปลอก ลวดเหล็กตีเกลียว และช่องเดินสายที่เป็นโลหะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดีและต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง
  - ค. สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ในช่องเดินสาย หากร้อยสายไปยังภายนอกอาคาร ช่องเดินสายต้องยื่นพ้นแนวผนังด้านนอกของอาคารออกไปไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
  - ง. ตัวนำที่โผล่พ้นดินต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้น สำหรับช่องเดินสายที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องโผล่เหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร
  - จ. สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสาย ต่อแยกในรางเดินสายหรือบ่อพักสาย โดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้ เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้น ดำเนินการตามกรรมวิธีและใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ซื้อ
  - ฉ. การกลบ วัสดุที่จะกลบต้องง่ายต่อการบดอัด และต้องไม่มีสิ่งที่ทำความเสียหายต่อท่อร้อยสายหรือสายไฟฟ้า
  - ช. ช่องเดินสายที่ความชันอาจเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องปิดผนึกที่ปลายช่องเดินสาย
  - ซ. เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกันฉนวน
  - ณ. สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน

6.7.4.9. จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-A (THW) ในท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5

**ตารางที่ 3**  
**ความลึกต่ำสุดในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ**

วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ค่าความลึกต่ำสุด
1	เคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	เคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 ม. วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่อโลหะซึ่งรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น HDPE และ PVC)	0.45
5	ท่อใยหิน หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก	0.45
6	ท่อร้อยสายอื่น ๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ซื้อ	0.45

**หมายเหตุ**

- (1) ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร
- (2) สำหรับวิธีที่ 4, 5 และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร วางอยู่เหนือสายยอมให้ความลึกลดลงเหลือ 0.30 เมตรได้
- (3) ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช้บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีต ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
- (4) บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

## ตารางที่ 4

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-A (THW) ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

ขนาด สาย (sq.mm.)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย									
	12.7	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	(1/2")	(3/4")	(1")	(1¼")	(1½")	(2")	(2½")	(3")	(3½")	(4")
1	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4	2	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6	1	4	5	10	14	23	36	48	-	-
10	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16	-	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
120	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300	-	-	-	1	1	1	1	3	4	5
400	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4
500	-	-	-	-	1	1	1	1	2	3

## ตารางที่ 5

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-C (NYY) แกนเดียวและขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

ขนาด สาย (sq.mm.)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย											
	12.7	19	25	32	38	50	60	75	90	100	150	200
	(½")	(¾")	(1")	(1¼")	(1½")	(2")	(2½")	(3")	(3½")	(4")	(5")	(6")
1	1	1	3	6	8	14	20	31	42	-	-	-
1.5	1	1	3	6	8	13	18	28	38	49	-	-
2.5	1	1	3	5	7	11	16	25	34	43	-	-
4	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	-	-
6	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	-	-
10	-	1	1	3	4	7	11	17	22	29	45	-
16	-	1	1	3	4	6	9	14	19	24	39	-
25	-	1	1	2	3	5	7	11	15	20	31	45
35	-	-	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37
50	-	-	1	1	1	3	5	8	11	14	22	33
70	-	-	1	1	1	3	4	6	9	11	18	26
95	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9	14	20
120	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8	12	18
150	-	-	-	-	1	1	2	3	5	6	9	14
185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
240	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	9
300	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	7
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	6
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	5

#### 6.7.5. การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้า (สายประธาน)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

- 6.7.5.1. ห้ามมิให้มีการต่อสายไฟตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง
- 6.7.5.2. กำหนดให้มีบ่อ MANHOLE ทุกระยะ 25 เมตร
- 6.7.5.3. ให้มีม้วนสายไฟทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 1 ม. ใน MANHOLE บ่อแรก บ่อสุดท้าย
- 6.7.5.4. การต่อสาย (SPLICE) และการเข้าหัวสาย (TERMINATION) จะต้องดำเนินการโดยช่างที่มีประสบการณ์และได้รับการอบรมในการต่อสายและเข้าหัวสายจากผู้ผลิตอุปกรณ์
- 6.7.5.5. ในแต่ละ MANHOLE หรือ HANDHOLE ให้ทำเครื่องหมายสาย (IDENTIFIED WIRE MARKER) ด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน สำหรับรายละเอียดการกำหนด

หมายเลขสายให้เสนอขออนุมัติต่อ ที่ปรึกษาหรือ ตัวแทนผู้ซื้อ

- 6.7.5.6. ก่อนการดึงสายให้ทำความสะอาดท่อด้วย flexible cleaner ที่ทำด้วยไม้ (wood) เพื่อไม่ให้มีเศษวัสดุที่อาจจะทำให้คุณสมบัติของสายไฟเสียหายและต้องทดสอบด้วย dummy ที่ทำด้วยไม้ ขนาดและรูปแบบของ flexible cleaner และ dummy เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ
- 6.7.5.7. ในกรณีที่เดินสายไฟบน CABLE RACK หรือ CABLE TRAY จะต้องมีการผูกมัดสายกับวัสดุที่ติดตั้งขวาง (TRANSVERSE MEMBER) กับการเดินสายให้แน่น เพื่อป้องกันสายไฟกระเด็นในกรณีเกิดการลัดวงจร
- 6.7.5.8. การลากสายผ่าน MANHOLE แต่ละบ่อ ต้องจัดสายให้ผ่านตามแนวที่สายจะต้องอยู่จริง และต้องเหลือสายไว้ เพื่อจัดเข้าข้างผนังบ่อผ่านด้วย
- 6.7.5.9. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดสาย ทดสอบสาย เช็กเฟส และตรวจสอบปลายสายว่าไม่มีความชื้นในตัวนำ ก่อนที่จะต่อสายเคเบิลไฟฟ้าทุกครั้ง

#### 6.7.6. ทางเดินไฟฟ้า

- 6.7.6.1. การต่อท่อร้อยสาย รางเดินสาย รางเคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องยึดกับที่ให้มั่นคง ช่องเดินสาย เกราะหุ้มเคเบิล และเปลือกนอกของเคเบิลทั้งที่เป็นโลหะและฉนวนโลหะต้องต่อกันอย่างต่อเนื่องทางกลระหว่าง ตู้ กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ เครื่องห่อหุ้มอย่างอื่นหรือจุดต่อไฟฟ้า
- 6.7.6.2. การเดินสายในท่อร้อยสาย สำหรับแต่ละจุดที่มีการต่อสาย ปลายท่อ จุดต่อไฟฟ้า จุดต่อแยก จุดติดสวิตช์ หรือจุดดึงสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ยกเว้น การต่อสายในเครื่องห่อหุ้มสายที่มีฝาเปิดออกได้ และเข้าถึงได้ภายหลังการติดตั้ง
- 6.7.6.3. สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่งต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของช่องเดินสาย และต้องมีการจับยึดเป็นช่วง ๆ โดยมีระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตารางที่ 6

**ตารางที่ 6**  
**ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าแนวดิ่ง**

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

## 6.8. ท่อร้อยสายไฟ

### 6.8.1. ท่อโลหะ

เป็นท่อเหล็กกล้าชุบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก สำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและข้อต่อ (FITTING) ของท่อร้อยสายไฟจะต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสีชนิดจุ่มร้อน (HOT DIP GALVANIZED STEEL) ทั้งภายในและภายนอกหรือตามมาตรฐานการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

ประเภทของท่อโลหะ

#### 6.8.1.1. ท่อโลหะบาง หรือ EMT (ELECTRICAL METALLIC TUBING)

ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.3-1983 หรือ UL 797 หรือ TIS 770-2531 หรือเทียบเท่า หรือมาตรฐานล่าสุดที่เกี่ยวข้อง ข้อต่อทำจากเหล็กชุบสังกะสี ยึดติดกับท่อด้วยสกรู

#### 6.8.1.2. ท่อโลหะหนาปานกลาง หรือ IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)

ผลิตตามมาตรฐาน UL1242 หรือมาตรฐานล่าสุดที่เกี่ยวข้อง ตัวท่อทำด้วยเหล็ก HEAVY GAUGE รอยเชื่อมตลอดทั้งแนวต้องได้รับการป้องกันสนิม ปลายทั้งสองข้างของท่อต้องทำเกลียว ตามมาตรฐาน ANSI B1.20.1-1983 และ ANSI B2.1-1968 ตามลำดับ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า การใช้งานสามารถติดตั้งได้ในงานภายนอก เดินใต้ดิน ผังในพื้นที่คอนกรีต เสาคอนกรีต คอนกรีตทาบหน้า และในพื้นที่เปียกชื้น

#### 6.8.1.3. ท่อโลหะหนา หรือ RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1-1983 หรือ UL6 หรือ TIS 770-2533 หรือมาตรฐานล่าสุดที่เกี่ยวข้อง ตัวท่อทำด้วยเหล็ก HEAVY GAUGE รอยเชื่อมตลอดทั้งแนวต้องได้รับการป้องกันสนิม ปลายทั้งสองข้างของท่อต้องทำเกลียว ตามมาตรฐาน ANSI B1.20.1-1983 และ ANSI B2.1-1968 ตามลำดับ หรือมาตรฐาน

อื่นที่เทียบเท่า การใช้งานสามารถติดตั้งใช้ในงานภายนอก เดินใต้ดิน ผังในพื้นที่คอนกรีต เสาคอนกรีต คอนกรีตทาบหน้า และในพื้นที่เปียกชื้น

#### 6.8.1.4. ท่อโลหะชนิดอ่อน หรือ FMC (FLEXIBLE METALCONDUIT)

ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า หรือมาตรฐานล่าสุดที่เกี่ยวข้อง เป็นท่ออ่อนทำจากเหล็กชุบสังกะสี โค้งงอได้ง่าย ผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำ ท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติก PVC หุ้มภายนอกเพื่อป้องกันน้ำและความชื้นเข้าสู่ตัวท่อ

#### 6.8.2. ท่อโลหะชนิด HDPE

ผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนทานต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง ผลิตตามมาตรฐานมอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง DIN ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานการไฟฟ้าและมี class PN6 เป็นอย่างน้อย ผิวภายในท่อเรียบมันมีความผิวดำและผิวด้านนอกเรียบและคาดสีส้ม ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารหรือฝังดินโดยตรง การเชื่อมต่อระหว่างท่อนให้มี coupling และทากาวด้านใน หรือใช้การต่อแบบปากแตรสวมกับท่อนตรง

#### 6.8.3. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

- 6.8.3.1. แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าที่แสดงในแบบ เป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคารและสภาพพื้นที่ของโครงการ
- 6.8.3.2. ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 12.7 มม. (1/2 นิ้ว)
- 6.8.3.3. การต่อท่อชนิด EMT ให้ใช้ข้อต่อ (COUPLING) และข้อต่อยึด (CONNECTOR) ต่อให้แน่น กรณีฝังในผนังอิฐก่อ หรือเดินภายนอกอาคารให้ใช้ชนิด CONCRETETIGHT หรือ RAINIGHT กรณีเดินในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยภายในอาคารใช้ชนิด SCREWIGHT
- 6.8.3.4. ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินซ่อนในฝ้าเพดาน จะต้องแนบอยู่ใต้พื้น SLAB หรือโครงหลังคาห้ามเดินวางบนฝ้าเพดาน ห้อยจากพื้น SLAB หรือโครงหลังคา
- 6.8.3.5. การยึดท่อร้อยสายไฟฟ้า (CONDUIT SUPPORT) ท่อที่เดินลอยจะต้องมี CONDUIT STRAP อย่างหนาทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร ในกรณีติดตั้งท่อร้อยสายในบริเวณเดียวกัน หรือแนวเดียวกันมากกว่า 3 เส้น ให้ติดตั้งบนรางซีและให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่ออย่างต่ำ 1 นิ้ว
- 6.8.3.6. การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตรในแนวตั้ง ไม่เกิน

- 1.80 เมตรในแนวราบ และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.60 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายแผงสวิตช์หรืออุปกรณ์ต่างๆ และต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง
- 6.8.3.7. การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์
- 6.8.3.8. การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนขณะทำงานหรือใช้งาน ต้องใช้ท่อ FMC ที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 0.3 เมตร แต่ไม่เกิน 1.00 เมตร กรณีอุปกรณ์เหล่านั้นอยู่ใกล้ น้ำ ความชื้น หรือภายนอกอาคารต้องใช้ FMC ชนิด กันน้ำ (LIQUID TIGHT)
- 6.8.3.9. การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย หรือเครื่องประกอบการเดินท่อ หรือตู้ควบคุมต้องจัดให้มี LOCK NUT หรือ BUSHING ขันยึดให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด กรณีรูของ LOCK NUT ใหญ่กว่าท่อ ต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างท่อกับฝาของกล่องต่อสาย ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วยฝาพลาสติก
- 6.8.3.10. ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้ในขณะก่อสร้าง เพื่อรอการร้อยสายไฟฟ้าต้องอุดปลายท่อด้วยจุพพลาสติกที่มีขนาดพอดีกับท่อ ห้ามใช้กระดาษ หรือเศษไม้อุดปลายท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันวัสดุต่างๆ เข้าไปอยู่ภายในท่อ จะทำให้เกิดปัญหาในการร้อยสายไฟฟ้าภายหลัง
- 6.8.3.11. ปลายท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ถูกตัดออกต้องลบคม ออกให้หมดโดยใช้ Conduit Reamer หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียบ ทั้งนี้ท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ห้ามทำเกลียว
- 6.8.3.12. การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้พยายามเดินในแนว CORRIDOR ให้มากที่สุดและมีแนว ชนกัน หรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- 6.8.3.13. ก่อนนำท่อร้อยสายไฟฟ้าไปติดตั้ง ถ้ามี MOISTURE POCKET ต้องกำจัดออกให้หมดเสียก่อน และท่อที่เสียรูปห้ามนำมาใช้
- 6.8.3.14. ในกรณีที่มีได้กำหนดชนิดหรือไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การเดินท่อร้อยสายไฟชนิดโลหะถ้าติดตั้งฝังดิน ให้ใช้ท่อ HDPE ไม่ต่ำกว่า PN 6
- 6.8.3.15. ในกรณีที่มีได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มีใช้คอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
- 6.8.3.16. ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 mm. (2 in) ให้ใช้ท่อ IMC และหากเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 mm. (4 in) ให้ใช้ท่อ RSC
- 6.8.3.17. ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการเดินท่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

- 6.8.3.18. กล้องต่อสายทุกชนิด สำหรับติดตั้งฝังในผนัง ให้ใช้ชนิดชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) ความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- 6.8.3.19. ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อก่อนนำมาติดตั้ง
- 6.8.3.20. การตัดท่อแข็ง ต้องใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องไม่ทำให้ท่อชำรุดหรือตีบ รัศมีมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ
- 6.8.3.21. ท่อที่วางลอดใต้ถนนต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
- 6.8.3.22. ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทาสีกันสนิมภายนอกอย่างน้อย 2 ชั้น
- 6.8.3.23. ท่อ EMT และ IMC ที่ยึดกับกล้องต่อสาย กล้องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ ต้องใช้ Connector และ Bushing ประกอบปลายสายท่อ
- 6.8.3.24. ท่อ IMC หรือ RSC ที่ยึดกับกล้องต่อสาย กล้องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ Lock Nut และ Bushing ประกอบปลายท่อ Fitting ท่อ EMT เป็นชนิด Rain Tight
- 6.8.3.25. ห้ามใช้ท่อเป็นตัวยึดสำหรับต่อลงดิน

#### 6.9. รังเดินสาย (wire way)

รังเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรอง

- 6.9.1. มาตรฐานสากล ISO9001: 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ซื้อเชื่อถือรางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่เห็นได้ชัดเจน
- 6.9.2. มาตรฐานการผลิตรางเดินสายให้กำหนดมาตรฐาน BS 4678 (class 2), NEMA ล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง, กฎการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. ล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง และ
- 6.9.3. การติดตั้งรางเดินสายและจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนด NEC CODE, ARTICLE 318 หรือมาตรฐานล้ำสุดที่เกี่ยวข้อง
- 6.9.4. รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด GALVANIZED STEEL SHEET

<b>TYPE WG (WxHxL)</b>	<b>Minimum nominal Thickness of body With return flange (mm)</b>	<b>Minimum nominal Thickness of cover (mm)</b>
WG 75 x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x75x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 150 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 200 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 250x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 300 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 350 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 400 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 450x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 500 x100x2440	T = 2.0	T = 1.6

STANDARD LENGTH: 2440 mm.

6.9.5. การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

6.9.6. การติดตั้งรางเดินสายและการเดินสายในรางเดินสาย (WIRE WAY)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

6.9.6.1. แนวรางเดินสายที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้นการติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร

6.9.6.2. สายไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ใน WIRE WAY จะต้องทำการรัดสายไฟฟ้าแต่ละเฟสของ FEEDER หรือวงจรนั้นๆเข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยมและมี MARKING SIGN ทุกๆ 20 เมตรหรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า

6.9.6.3. ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเดินสาย ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

## 6.10. รางเคเบิล (cable ladder and cable tray)

รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001; 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ซื้อเชื่อถือรางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆ เห็นได้ชัดเจน

6.10.1. การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC CODE ARTICLE 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA, กฎของการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. สำสุดที่เกี่ยวข้อง

6.10.2. รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสีไม่น้อยกว่า 60 Micron

6.10.2.1. ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E - SHAPE) ความหนาเหล็กดังนี้

- ก. ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ข. ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

6.10.2.2. ลูกชั้น (RUNG) ขนาด 40 x 20 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวซี (C - SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด

- ก. ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ข. ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

6.10.2.3. ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

6.10.3. รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี โดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสีไม่น้อยกว่า 60 Micron

6.10.3.1. โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm. เป็นรูปตัวอี (E - SHAPE )

- ก. ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ข. ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

6.10.3.2. ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ ( VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งหมด

- ก. ความหนาเหล็ก 1.2 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ข. ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm.

6.10.3.3. ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

6.10.4. รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง SUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 m. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยวและ ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA สำสุดที่เกี่ยวข้อง โดยได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ

6.10.5. ขนาดมาตรฐานความกว้าง (WIDTH) ของรางเดินสายต้องเป็นความกว้างระหว่าง 200

– 1000 mm

- 6.10.6. การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้
- 6.10.7. การติดตั้งรางเคเบิลและการเดินสายในรางเคเบิล (CABLE TRAY)
  - 6.10.7.1. ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้
  - 6.10.7.2. แนวรางเคเบิลที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้นการติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร
  - 6.10.7.3. สายไฟฟ้าที่ติดตั้งในรางเคเบิล จะต้องทำการรัดสายไฟแต่ละเฟสของ feeder หรือ วงจรนั้นๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยมและแต่ละ feeder ให้มีระยะห่างประมาณ 2.15 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิล รวมทั้งให้มี marking sign ทุกๆ 20 ม.หรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า
  - 6.10.7.4. ตัวยึด ตัวแขวน และอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเคเบิลให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

#### 6.11. กล่องต่อสาย (boxes)

กล่องต่อสาย หมายถึง กล่องสำหรับจุดไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์ กล่องต่อสายไฟของสวิตช์ กล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) และกล่องอื่น ๆ ที่ติดตั้ง เพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินสายไฟฟ้า

- 6.11.1. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร หรือโพลีคาร์บอเนต
- 6.11.2. กล่องต่อสายและกล่องดึงสายติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ฝ้าเรียบผนัง ฝ้าเรียบเพดาน หรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งาน สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ง่าย
- 6.11.3. กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในเพดานหรือติดตั้งลอย ต้องยึดตรึงให้แข็งแรงกับโครงสร้างของอาคาร ห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 6.11.4. กล่องต้องสามารถบรรจุตัวหรือเคเบิลได้ทั้งหมด
- 6.11.5. รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย กล่องทุกกล่องต้องมีฝาปิด
- 6.11.6. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

- 6.11.7. ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้า-ออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสาย หรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามมาตรฐาน วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง
- 6.11.8. กล่องต่อสายทุกชนิด และทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกล่องต่อสาย
- 6.11.9. การติดตั้งกล่องสำหรับงานไฟฟ้า (BOX)
  - การติดตั้งให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้
  - 6.11.9.1. ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบเป็นตำแหน่ง โดยประมาณเท่านั้นผู้ขายรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแบบของงานสถาปัตยกรรมและแบบของผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆโดยละเอียดเพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้ถูกต้องในกรณีที่แบบไม่ได้แสดงไว้และมีความจำเป็นต้องติดตั้งผู้ขายต้องจัดหาและติดตั้งให้เรียบร้อยสมบูรณ์
  - 6.11.9.2. กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการต่อลงดิน
  - 6.11.9.3. กล่องต่อสายทุกกล่องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ
  - 6.11.9.4. การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย LOCKNUT และ BUSHING
  - 6.11.9.5. กล่องต่อสายต้องเลือกใช้และติดตั้งตามสภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
  - 6.11.9.6. กล่องต่อสายวงจรไฟฟ้าปกติ (NORMAL SUPPLY) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY SUPPLY)
  - 6.11.9.7. รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะหรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
  - 6.11.9.8. JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบซ่อมแซมตัว BOX เองหรือสายไฟฟ้าได้ตลอดเวลาภายหลังเมื่อเปิดใช้งานอาคารแล้ว
  - 6.11.9.9. การติดตั้ง BOX ให้ระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศหรือสิ่งกีดขวางสิ่งใด
  - 6.11.9.10. COLOUR CODE กล่องต่อสายทุกกล่องต้องทาสีภายในกล่องและฝากล่องเหมือนกับ COLOUR CODE ของท่อร้อยสายไฟ
- 6.11.10. กล่องต่อสายรวมถึงฝาปิดและ Clamp ยึดท่อสำหรับทุกระบบที่ต้องเดินผ่านกล่องพักสาย ให้ทาสีตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ, มอก. ล่าสุดที่เกี่ยวข้อง, ตามที่วสท. กำหนด หรือตามที่คุณซื้อกำหนด

## 6.12. การป้องกันไฟลาม

- 6.12.1. บริเวณพื้นที่ทุกชั้นในช่อง Shaft ไฟฟ้า จะต้องปิดผนึกด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม และต้องสามารถป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 6.12.2. ผู้ขายต้องแสดงวิธีการป้องกันไฟลาม เสนอผู้ซื้อพิจารณาก่อนการติดตั้ง

## 7. ตัวอย่างอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร (VENDOR LIST FOR ELECTRICAL AND COMMUNICATION SYSTEM)

### 7.1. วัตถุประสงค์

- 7.1.1. รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานได้ โดยมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า และเป็นไปตามข้อ 7 ของหมวดวัสดุและอุปกรณ์ (Product Requirement)
- 7.1.2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามรายการตัวอย่างนี้

### 7.2. รายการตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์

#### 7.2.1. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

- 7.2.1.1. TIC
- 7.2.1.2. PMK
- 7.2.1.3. ESI
- 7.2.1.4. SMD

#### 7.2.2. LV SWITCHGEAR

- 7.2.2.1. Schneider
- 7.2.2.2. ABB
- 7.2.2.3. SIEMENS
- 7.2.2.4. Moeller

**7.2.3. สายไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำ**

- 7.2.3.1. PHELPS DODGE
- 7.2.3.2. THAI YAZAKI
- 7.2.3.3. BANGKOK CABLE
- 7.2.3.4. CHARONG THAI

**7.2.4. ท่อร้อยสายไฟฟ้า (โลหะ)**

- 7.2.4.1. PANASONIC
- 7.2.4.2. TAS
- 7.2.4.3. Arrow pipe
- 7.2.4.4. Daiwa
- 7.2.4.5. UI

**7.2.5. ท่อร้อยสายไฟฟ้า (อลูมิเนียม)**

- 7.2.5.1. TAP
- 7.2.5.2. ELEPHANT
- 7.2.5.3. THAI PIPE

**7.2.6. โคมไฟฟ้าภายนอกอาคาร**

- 7.2.6.1. WF-EF
- 7.2.6.2. PHILIPS
- 7.2.6.3. LITEX
- 7.2.6.4. LANEX

**7.2.7. โคมไฟฟ้าภายในอาคาร**

- 7.2.7.1. PHILIPS
- 7.2.7.2. LUSO
- 7.2.7.3. OPEX
- 7.2.7.4. DELIGHT

**7.2.8. หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ**

## 7.2.8.1. หลอดไฟฟ้า

PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA

## 7.2.8.2. บัลลาสต์และ GNITOR

PHILIPS, LAMEX, VOSSLOH

## 7.2.8.3. ขั้วหลอด

BJB, PHILIPS, VOSSLOH

## 7.2.8.4. คาปาซิเตอร์

PHILIPS, NOKIAN, LAMEX

**7.2.9. โคมแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออก**

## 7.2.9.1. MAX

## 7.2.9.2. SUNNY

## 7.2.9.3. MIRCRO POWER

## 7.2.9.4. olympia electronics

**7.2.10. สวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้า**

## 7.2.10.1. PANASONIC

## 7.2.10.2. BTICINO

## 7.2.10.3. CLIPSAL

**7.2.11. ระบบต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า**

## 7.2.11.1. KUMWELL

## 7.2.11.2. CADWELD

## 7.2.11.3. Expo

## 7.2.11.4. Cirprotec

**7.2.12. สายทนไฟ**

## 7.2.12.1. STUDER

## 7.2.12.2. PIRELLI

## 7.2.12.3. NEXAN

## 7.2.12.4. MCI DAKA

**7.2.13. capacitor**

## 7.2.13.1. Nokian

7.2.13.2. Sylvania

7.2.13.3. Electronicon

7.2.13.4. Circutor

#### **7.2.14. surge arrester**

7.2.14.1. Circutor

7.2.14.2. LEUtron

7.2.14.3. Cirprotec

#### **7.2.15. digital power meter**

7.2.15.1. ABB

7.2.15.2. Circutor

7.2.15.3. Mitsubishi

#### **7.2.16. PABX**

7.2.16.1. siemens

7.2.16.2. ALCATEL

7.2.16.3. NEC

7.2.16.4. ERICSSON

#### **7.2.17. ขั้วต่อสายโทรศัพท์**

7.2.17.1. KRONE

7.2.17.2. QUANTE

7.2.17.3. POUYET

7.2.17.4. 3M

#### **7.2.18. เต้ารับโทรศัพท์**

7.2.18.1. PANASONIC

7.2.18.2. BTICINO

7.2.18.3. CLIPSAL