

โครงการก่อสร้าง
อาคารศูนย์ปฏิบัติการอากาศยาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายการประกอบแบบ
หมวดงานระบบไฟฟ้าสื่อสาร

สารบัญ

หมวดที่ 1 : ข้อกำหนดทั่วไป 1

1.1. สถาบันมาตรฐาน 1
1.2. สถาบันตรวจสอบ 1
1.3. ขอบเขตของงานโดยทั่วไป 2
1.4. วัสดุ และอุปกรณ์ 2
1.5. วัสดุตัวอย่าง 3
1.6. Shop Drawing และรายละเอียดต่างๆ 3

หมวดที่ 2 : การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง 5

2.1. การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ 5
2.2. การอุดปิดช่องว่าง 5
2.3. ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง 5
2.4. การจัดทำแท่นเครื่อง 5
2.5. การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร 6
2.6. งานติดตั้งในห้องเครื่อง 6
2.7. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร 6

หมวดที่ 3 : การทาสี, การป้องกันการผุกร่อน 7

3.1. ความต้องการทั่วไป 7
3.2. การเตรียม และทำความสะอาดผิวงาน 7
3.3. การทดสอบ 7
3.4. ประเภทและชนิดของสีที่ใช้ 8

หมวดที่ 4 : รหัส สัญลักษณ์ และป้ายชื่อ 10

4.1. ความต้องการทั่วไป 10
4.2. รหัส 10
4.3. สัญลักษณ์ 10
4.4. ตำแหน่งของ รหัส และสัญลักษณ์ 10
4.5. ขนาดของแถบรหัส และ สัญลักษณ์ 12
4.6. สี และ อักษรสัญลักษณ์ 12

หมวดที่ 5 : แผงสวิตช์ไฟฟ้ากำลัง แรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์ 14

5.1. ความต้องการทั่วไป 14
5.2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD) 14
5.3. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) 15
5.4. DIGITAL METER 16
5.5. SURGE PROTECTION 17

5.6. การทดสอบ 20
5.7. เครื่องมือการบำรุงรักษา 20
5.8. ผลิตภัณฑ์ 20

หมวดที่ 6 : ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารทั่วไป 23

6.1. ขอบเขตงานทั่วไป 23
6.2. มาตรฐานอ้างอิง 23
6.3. การตรวจสอบคุณสมบัติของดินเพื่อยื่นตอนเสนอราคาติดตั้ง 24
6.4. ความต้องการทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดของอุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน 25
6.5. ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-7 หรือ มอก. 3024 เล่ม 7 26

หมวดที่ 7 : สายไฟฟ้าแรงต่ำ 28

7.1. ความต้องการทั่วไป 28
7.2. ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป 28
7.3. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) 29
7.4. ลักษณะและวิธีการติดตั้ง 30
7.5. การทดสอบ 32
7.6. ผลิตภัณฑ์ 32

หมวดที่ 8 : อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า 33

8.1. ความต้องการทั่วไป 33
8.2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า 36
8.3. CABLE TRAY & CABLE LADDER ต่อสาย GROUND ระหว่างจุดต่อของ TRAY 38
8.4. WIREWAY ต่อสาย GROUND ระหว่างจุดต่อ WIREWAY 39
8.5. กล่องต่อสาย 39
8.6. การติดตั้ง 41
8.7. การทดสอบ 42
8.8. ผลิตภัณฑ์ 42
8.9. FIRE BARRIER 43

หมวดที่ 9 : สวิตช์และเต้ารับ 45

9.1. ความต้องการทั่วไป 45
9.2. สวิตช์ไฟฟ้า 45
9.3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป 45
9.4. การติดตั้ง 46
9.5. การทดสอบ 46
9.6. ผลิตภัณฑ์ 46

หมวดที่ 10 : โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ 47

10.1. ความต้องการทั่วไป 47

10.2. โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 47
10.3. หลอดไฟฟ้า (LED) 47
10.4. ผลิตภัณฑ์ 49
หมวดที่ 11 : โคมแสงสว่างฉุกเฉิน โคมแสงสว่างป้ายทางออกฉุกเฉิน 51
11.1. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT) 51
11.2. โคมแสงสว่างป้ายทางออกฉุกเฉิน (EXIT SIGN LIGHT) 52
11.3. ผลิตภัณฑ์ 53
หมวดที่ 12 : สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ 54
12.1. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19นิ้ว (19” RACK STANDARD) 54
12.2. รางไฟ (AC Power distribution)ขนาด [20] Outlet [เลือกขนาดที่จะใช้] 56
12.3. ชุดพัดลมระบายอากาศจำนวน [2] ตัว [เลือกจำนวนที่จะใช้] 56
12.4. สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) 57
12.5. ระบบสายสัญญาณ FIBER OPTIC SOLUTION 57
12.6. หัวต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Pigtail 58
12.7. ระบบสายสัญญาณ UTP CAT6A SOLUTION 58
12.8. สายสัญญาณ 59
12.9. ถาดพักจุดต่อสาย (Splice Tray) 61
12.10. หลอดต่อสาย (Protector Sleeve) 62
12.11. หน้ากากสำหรับเต้ารับสาย (Face Plate with Shutter) 62
12.12. เต้ารับสายสัญญาณตัวเมีย แบบชีลล์ (Shielded RJ 45 modular Jack) CAT 6A 62
12.13. ระบบสาย FIBER OPTIC OUTDOOR / INDOOR (สายใยแก้วนำแสงเอนกประสงค์ที่สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร) 63
12.14. PoE Switch : Managed Gigabit Ethernet PoE Switch 65
12.15. ผลิตภัณฑ์ 66
หมวดที่ 13 : ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM) 68
13.1. ความต้องการทั่วไป 68
13.2. การทำงานของระบบ 68
13.3. ความต้องการด้านเทคนิค 69
13.4. การติดตั้งและทดสอบ 71
13.5. ผลิตภัณฑ์ 71

หมวดที่ 1 : ข้อกำหนดทั่วไป

1.1. สถาบันมาตรฐาน

นอกเหนือจากข้อบังคับ และ/หรือ ข้อบัญญัติแห่งกฎหมายท้องถิ่น ตลอดจนกฎระเบียบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ แล้ว ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของ วัสดุ-อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้ง ที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กฎ และ ประกาศกระทรวงมหาดไทย

1. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
2. กฎ ระเบียบ และ มาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น ได้แก่ การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
4. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
5. AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI.)
6. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API.)
7. BRITISH STANDARD (BS.)
8. DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN (DIN)
9. FACTORY MUTUAL (FM.)
10. INTERNATIONAL ELECTRO-TECHNICAL COMMISSION (IEC.)
11. JAPANESE INDUSTRIAL STNADARD (JIS)
12. NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC.)
13. NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA)
14. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA.)
15. UNDERWRITERS' LABORATORIES, INC, (UL.)
16. VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER (VDE)

1.2. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

1.3. ขอบเขตของงานโดยทั่วไป

ขอบเขตของงานที่กำหนดไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้คือ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทำการติดตั้งรวมทั้งแรงงาน ทำการควบคุมงานติดตั้ง เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆตลอดจนถึงงานชั่วคราวเพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสารของโครงการนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยโดยสมบูรณ์และใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างขอบเขต ของงานจะรวมถึงรายการดังต่อไปนี้

1.3.1. แผงสวิทช์ไฟฟ้ากำลัง และแผงสวิทช์ไฟฟ้าแสงสว่าง

1.3.2. ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สายไฟฟ้าประธาน สายไฟฟ้าป้อนวงจรย่อยดวงโคมไฟฟ้า กล่องดึงสาย เต้ารับ สวิทช์ และอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่างๆ

1.3.3. สวิทช์ตัดตอนต่าง ๆ

1.3.4. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.3.5. ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์

1.3.6. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

1.3.7. ระบบสายดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า

1.3.8. การทดสอบและการรับประกันงานทางระบบไฟฟ้า

1.3.9. ป้ายชื่ออุปกรณ์ต่างๆ

1.3.10. ทาสีงานทางไฟฟ้า

1.3.11. การป้องกันไฟและควันลาม

1.3.12. งานไฟฟ้าแสงสว่างและกำลังชั่วคราว ก่อนที่การติดตั้งถาวรจะเสร็จเรียบร้อย

1.3.13. รหัสสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1.3.14. อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานการติดตั้งที่ดี

1.4. วัสดุ และอุปกรณ์

1.4.1. วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการติดตั้งตามที่แสดงในแบบและกล่าวถึงในรายการประกอบแบบนี้ จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยทำการติดตั้งมาก่อน และเป็นอุปกรณ์อยู่ในขั้นดีเยี่ยมสำหรับชนิดนั้นๆ หากเป็นวัสดุผลิตภายในประเทศจะต้องเป็นวัสดุที่ผลิตตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมรับรองเมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำงานได้สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์โดยไม่มีชิ้นส่วนใดขาดตกบกพร่อง

1.4.2. ในรายการใบเสนอราคา ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ให้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนและรายการนี้ทุกประการ หากใบรายการระบุรายชื่อมากกว่าหนึ่งราย ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะเลือกใช้อุปกรณ์รายไหนก็ได้ ในกรณีที่ผู้เสนอ

ราคาต้องการจะใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในรายการผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งชื่อเสนอแคตตาล๊อคและรายละเอียดของอุปกรณ์ หรือตัวอย่างมาให้เลือกเป็นรายการแยกอีกต่างหาก โดยให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณารับรองมาก่อนว่ามีคุณภาพเทียบเท่าตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน และรายการประกอบแบบพร้อมกันในการเสนอราคาแต่ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะพิจารณารายใดก็ได้

1.5. วัสดุตัวอย่าง

1.5.1. วัสดุต่อไปนี้ จะต้องส่งตัวอย่างให้วิศวกรเห็นชอบเสียก่อน

1.5.2. สวิทช์ไฟฟ้า และฝาครอบ

1.5.3. เต้ารับไฟฟ้า และฝาครอบ

1.5.4. สายไฟฟ้าทุกชนิด

1.5.5. ท่อร้อยสายไฟฟ้า และอุปกรณ์การต่อท่อต่างๆ

1.5.6. กล่องดึงสาย กล่องเอ๊าเลต และหัวต่อสาย

1.5.7. ดวงโคมไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ ขั้วหลอด และหลอดไฟฟ้า

1.5.8. และอื่น ๆ ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ควบคุมก่อสร้าง

หากผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งยังไม่ได้รับความเห็นชอบ หรือผิดไปจากตัวอย่างที่ได้รับความเห็นชอบไว้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการที่จะต้องรื้อออก เพื่อเปลี่ยนหรือแก้ไขติดตั้งใหม่ตามแต่ผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการแก้ไข ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

1.6. Shop Drawing และรายละเอียดต่างๆ

1.6.1. Shop Drawing แสดงการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าต่างๆ พร้อมด้วยแคตตาล๊อกของอุปกรณ์ที่ใช้ จะต้องส่งให้วิศวกรเห็นชอบเสียก่อนที่จะทำการสั่งซื้อหรือติดตั้ง คือ

1.6.1.1. สวิทช์บอร์ดและเบรคเกอร์ต่างๆ

1.6.1.2. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1.6.1.3. ระบบสายดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า

1.6.1.4. แผงสวิทช์ไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าแสงสว่าง พร้อมเบรคเกอร์

1.6.1.5. และอื่นๆ ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.6.2. หากผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งยังไม่ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ Shop Drawing หรือผิดไปจากแบบที่ได้รับความเห็นชอบไว้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการที่จะต้องการที่จะต้องรื้อออก เพื่อเปลี่ยนหรือแก้ไขติดตั้งใหม่ ตามแต่ผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดเองทั้งสิ้น

1.6.3. การที่วิศวกรเห็นชอบในแบบ เป็นการเห็นชอบในหลักการ ไม่ได้ปลดภาระของผู้รับจ้างในการที่จะต้องรับผิดชอบ หากว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสารนั้นผลิตหรือประกอบไม่ดีพอ และไม่สามารถทำการติดตั้ง หรือสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

หมวดที่ 2 : การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง

2.1. การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ

2.1.1. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องเปิดต่างๆ สำหรับติดตั้งงานระบบในความรับผิดชอบ จากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง เพื่อยืนยันความต้องการและความถูกต้อง

2.1.2. กรณีที่มีความต้องการแก้ไข ขนาด-ตำแหน่งของช่องเปิด หรือต้องการช่องเปิดเพิ่มจากที่ได้จัดเตรียมการให้ตามแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอขอพร้อมจัดทำแบบ และ/หรือ รายละเอียดแสดงการติดตั้งต่อผู้คุมงานล่วงหน้าอย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างงานก่อสร้างจะดำเนินการในช่วงงานที่เกี่ยวข้องนั้นๆ

2.1.3. การสกัด ตัด หรือ เจาะ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของกรรมวิธีดำเนินงาน เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ได้ เสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานก่อนการดำเนินการอย่างน้อย 7 วัน

2.2. การอุดปิดช่องว่าง

2.2.1. ภายหลังการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ผ่านช่องเปิด หรือ ช่องเจาะใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการอุดปิดช่องว่างที่เหลือ ด้วยวัสดุและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้คุมงาน

2.2.2. การเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีในการอุดช่องว่างที่กล่าวข้างต้น นอกจากต้องคำนึงถึงการตรวจซ่อมในอนาคตแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการป้องกันไฟและควันลาม ตลอดจนการป้องกันเสียงเล็ดลอดโดยตรง อีกด้วย

2.2.3. การอุดช่องว่างในส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นพื้นหรือผนังที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และส่วนที่เป็นโครงสร้างเพื่อกันไฟ ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีที่สามารถทนไฟได้ ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พร้อมได้รับ มาตรฐาน ANSI/UL1479/UL2079

2.3. ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และ/หรือ แสดงความต้องการ ช่องเปิดที่ใช้เพื่อการตรวจซ่อม (SERVICE PANEL) เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ภายหลังการติดตั้งงานแล้วเสร็จ โดยต้องเสนอขนาดและตำแหน่ง ตามความจำเป็นต่อผู้คุมงานเพื่อพิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสม

2.4. การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำ แท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆให้มีความแข็งแรง สามารถทนการสั่นสะเทือนของ เครื่อง/อุปกรณ์ ขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลรายละเอียดขนาด และตำแหน่งที่จะจัดทำ ต้องเสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานอย่างน้อย 15 วัน ก่อนดำเนินการ

2.5. การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

2.5.1. ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขวนท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคารการประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้าง ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงานก่อนดำเนินการยึด แขวนใดๆ

2.5.2. EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตต้องเป็นโลหะ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และต้องได้รับอนุมัติจากผู้คุมงาน

2.5.3. ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขวน จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)

2.5.4. การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานระบบอื่นๆ

2.6. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

2.6.1. ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

2.6.2. ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าหรือแจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

2.6.3. ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง SPRING รองรับท่อ, อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการสั่นสะเทือน เพื่อมิให้ความสั่นสะเทือนนั้นผ่านไปยังพื้นที่ส่วนอื่นๆ นอกห้องเครื่อง

2.6.4. ในกรณีที่อุปกรณ์ หรือท่อที่นำมาติดตั้ง อาจเกิดการทรุดตัว/แตกหัก ทางผู้รับจ้างต้องจัดหา FLEXIBLE JOINT CONNECTION ติดตั้งไว้กับอุปกรณ์/ท่อดังกล่าวด้วย

2.7. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

หมวดที่ 3 : การทาสี, การป้องกันการผุกร่อน

3.1. ความต้องการทั่วไป

3.1.1. วัสดุ-อุปกรณ์ ทุกชนิด ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในในข้อกำหนดนี้ ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่แนะนำวิธีหนึ่ง อาจมีวิธีที่ดีและเหมาะสมกว่าตามข้อแนะนำของผู้ผลิตวัสดุ และ/หรือ สีที่ใช้นั้นๆ โดยได้รับการเห็นชอบจากผู้คุมงาน

3.1.2. การป้องกันการผุกร่อน และการทาสี ต้องดำเนินการก่อนนำวัสดุ-อุปกรณ์นั้นๆ เข้าติดตั้งยังสถานที่ใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาการกีดขวางในภายหลัง เว้นแต่ผู้คุมงานจะพิจารณาความเหมาะสม

3.1.3. ท่อร้อยสาย และรางวางสายตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่ปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีทับหน้าด้วยสีขาว หรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบโดยตลอด

3.1.4. เมื่อติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้วหากพบว่ามีการชำรุดเสียหายของผิวงาน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้ดีดังเดิม

3.2. การเตรียม และทำความสะอาดผิวงาน

3.2.1. พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้ปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานให้ปราศจากคราบไขมัน โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือ น้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้ง ใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดแล้วจึงเช็ด หรือเป่าลมให้แห้งสนิท

3.2.2. พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย (ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด) แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน

3.2.3. พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นจนสะอาด

3.2.4. พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทราย แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูทำความสะอาด

3.3. การทดสอบ

3.3.1. การทาหรือพ่นสีแต่ละขั้น ต้องให้สีที่ทาหรือพ่นไปแล้วแห้งสนิทก่อน

3.3.2. สีที่ใช้ทา หรือพ่น ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

3.3.3. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

3.3.4. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีทใช้ขึ้นอยู่

กับสภาวะแวดล้อม

3.4. ประเภทและชนิดของสีที่ใช้

3.4.1. ประเภทและชนิดของสีที่ใช้ขึ้นกับผิวงานและสภาวะแวดล้อม โดยมีกรรมวิธีตามกำหนดในตาราง

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง
BLACK STEEL BLACK STEEL HANGER & SUPPORT BLACK STEEL SHEET SWITCH BOARD, PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED OXIDE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 EPOXY POLYAMINE ชั้นที่ 2 EPOXY POLYAMINE ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
GALVANIZED STEEL GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT GALVANIZED STEEL SHEET	ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC PHOSPHATE ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY POLYAMINE ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
STAINLESS STEEL STAINLESS STEEL PIPE ALUMINIUM ALUMINUM STEEL PIPE LIGHT ALLOY COPPER COPPER TUBE	ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 ETCHING PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD
PVC PLASTIC	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ACRYLIC RESIN
CAST IRON	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY

3.4.2. วัสดุที่เป็นโลหะ และใช้งานฝังดิน ให้เคลือบด้วย COAL TAR EPOXY อย่างน้อย 2 ชั้น

3.4.3. ในกรณีที่มีการซ่อม หรือทาสีใหม่ อันเป็นผลมาจากการเชื่อม การตัด-เจาะ และการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

หมวดที่ 4 : รหัส สัญลักษณ์ และป้ายชื่อ

4.1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำ รหัส สัญลักษณ์ ตลอดจนป้ายชื่อบนวัสดุ-อุปกรณ์ และท่อ-ทางต่างๆ ในระบบที่รับผิดชอบ เพื่อความสะดวกในการตรวจซ่อมบำรุงในภายหลัง ซึ่งต้องจัดทำให้เรียบร้อยสมบูรณ์ก่อนการส่งมอบงาน ทั้งนี้ในกรณีที่มีการระบุให้ทาสีท่อ-ทางต่างๆ ด้วยสีที่กำหนดไว้โดยตลอดแนว ให้จัดทำรหัส สัญลักษณ์ ไว้ภายในกล่องต่อสาย หรือจุดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานจะได้กำหนด

4.2. รหัส

4.2.1. ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น กำหนดให้ท่อร้อยสายและกล่องพักสายต่างๆ ทุกระบบต้องทา หรือพ่นสีทับหน้าตามรหัสสีที่กำหนดโดยตลอดทั้งแนว ยกเว้น ท่อที่ต้องหุ้มฉนวนกันความร้อน และ/หรือ วัสดุอื่นใด

4.2.2. ท่อร้อยสายและกล่องพักสายต่างๆ ทุกระบบที่ต้องมีการหุ้มด้วยวัสดุอื่นๆ ให้ทา หรือพ่น เฉพาะสีรองพื้น อย่างน้อย 2 ชั้น ก่อนการดำเนินการหุ้ม ยกเว้น ท่อที่ได้ผ่านการชุบผิวป้องกันการผุกร่อนแล้วเป็นอย่างดี

4.2.3. ในกรณีที่ผู้คุมงานพิจารณาเห็นว่า การทา หรือพ่นสีทับหน้าตลอดแนวตามกำหนด ไม่สามารถกระทำได้ หรือไม่เหมาะสมด้วยประการใดก็ตาม ต้องกำหนดรหัสไว้ที่อุปกรณ์ยึดจับท่อทั้งหมดและให้ทำรหัสเป็นแถบสีรอบท่อ มีความกว้างที่เหมาะสมตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

4.3. สัญลักษณ์

4.3.1. ท่อร้อยสายและกล่องพักสายทุกชนิด และ/หรือ ท่อทุกระบบ ต้องมีสัญลักษณ์ทั้งชนิดอักษรย่อ โดยมีขนาดที่เหมาะสม

4.3.2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ตลอดจน รางวางสายไฟฟ้า ต่างๆ ให้กำกับเฉพาะอักษรสัญลักษณ์

4.4. ตำแหน่งของ รหัส และสัญลักษณ์

4.4.1. รหัสที่เป็นแถบสี และสัญลักษณ์ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่คู่กัน ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย

4.4.2. สำหรับท่อร้อยสาย และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้า และสายสัญญาณใดๆ ให้มีแถบสีรหัส และสัญลักษณ์ตามตำแหน่งอย่างน้อยดังนี้:-

4.4.2.1. ทุกๆ ระยะ ไม่เกิน 3 เมตร

4.4.2.2. บนฝากล่อง ต่อ-แยก สาย (PULL BOX AND JUNCTION BOX)

4.4.2.3. ภายในกล่อง ต่อ-แยก สาย ให้มีเฉพาะรหัส

4.5. ขนาดของแถบรหัส และ สัญลักษณ์

ขนาดความกว้างของแถบสีรหัส ความยาวของลูกศรสัญลักษณ์ ความหนาของเส้นลูกศร และความสูงของอักษรสัญลักษณ์ ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ และ ความหนารางวางสายไฟฟ้า	ความกว้างแถบสี และ ความยาวลูกศร	ความสูงตัวอักษร และ ความหนาเส้นลูกศร
20 มม (¾") – 32 มม (1")	200 มม (8")	15 มม (½")
40 มม (1") – 50 มม (2")	200 มม (8")	20 มม (¾")
65 มม (2") – 150 มม (6")	300 มม (12")	32 มม (1")
200 มม (8") – 250 มม (10")	300 มม (12")	65 มม (2")
300 มม (12") – มากกว่า	500 มม (20")	90 มม (3")

4.6. สี และ อักษรสัญลักษณ์

สีที่ใช้ทาหรือพ่น สำหรับเป็นรหัส และทำสัญลักษณ์ต่างๆ รวมทั้งอักษรสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

รายละเอียด	ตัวอักษรมีลัญลักษณ์	สีสัญลักษณ์	รหัสสี
1. ท่อ สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	ดำ	แดง
2. ท่อ สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	ดำ	เหลือง
3. ท่อ สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	ดำ	เขียว
4. ท่อ สายสัญญาณและสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ดำ	ส้ม
5. ท่อ สายสัญญาณ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CC	ขาว	น้ำเงิน
6. ท่อ สายสัญญาณ คอมพิวเตอร์	COMP.	ขาว	ดำ
7. ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	ดำ	แดง

รายละเอียด	ตัวอักษรมีลัญลักษณ์	สีสัญลักษณ์	รหัสสี
8. ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	ดำ	เหลือง
9. ราง สายสัญญาณและสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ดำ	ส้ม
10. ราง สายสัญญาณ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CCTV	ขาว	น้ำเงิน
11. ราง สายสัญญาณ คอมพิวเตอร์	COMP.	ขาว	ดำ
12. ท่อ/ราง สายไฟฟ้าควบคุม / ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบปรับอากาศ	AC	แดง	ฟ้า
ท่อ/ราง สายไฟฟ้าควบคุม / ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบสุขาภิบาล	SAN	แดง	ฟ้า
13. ท่อ/ราง สายไฟฟ้าควบคุม / ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบป้องกันเพลิงไหม้	FP	แดง	ฟ้า
14. FUEL OIL (DIESEL)	FOS	ดำ	เหลือง
15. BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	A	--	น้ำตาล
16. BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	B	--	ดำ
17. BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	C	--	เทา
18. BUSBAR และสายไฟฟ้าสายศูนย์	N	--	ฟ้า
19. BUSBAR และสายไฟฟ้าสายดิน	GR	--	เขียว

****กรณีที่มิได้กำหนดไว้ในรายการข้างต้น ให้ผู้รับจ้างเสนอขอความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

หมวดที่ 5 : แผงสวิตช์ไฟฟ้ากำลัง แรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

5.1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DISTRIBUTION BOARD) แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) และสวิตช์ตัดวงจรอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (WALL MOUNTED)

5.2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

5.2.1. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ LOAD แต่ละส่วนโดยกระจากำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) ตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

5.2.2. ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

5.2.2.1. การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 416/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์

5.2.2.2. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODED GUAGE SHEET WITH GREY BAKED ENAMEL FINISH มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วย และต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอก CIRCUIT ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

5.2.2.3. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE

5.2.2.4. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMP TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดให้ในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)

5.2.2.5. BRANCH CIRCUIT BREAKER ใช้ CIRCUIT BREAKER ชนิด MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน LOAD SCHEDULE และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER

5.2.2.6. NAMEPLATE แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

5.2.2.7. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผงต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

5.2.2.8. การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์

5.3. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD)

5.3.1. แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ LOAD ต่างๆ โดยมี BRANCH CIRCUIT BREAKER เป็นตัวควบคุม LOAD แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม PANELBOARD SCHEDULE

5.3.1.1. ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

5.3.1.2. PANELBOARD ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐาน IEC 61439 และต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต CIRCUIT BREAKER ที่ใช้สำหรับ PANELBOARD นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 416/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิรตซ์ ตามกำหนดในแบบและ PANELBOARD SCHEDULE

5.3.1.3. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODE GAUGE SHEET STEEL WITH GREY BAKED ENAMEL FINISH มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK

5.3.1.4. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE และเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG-ON หรือ BOLT-ON CIRCUIT BREAKER

5.3.2. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOUDLED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMP TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดให้ในแบบประกอบด้วย IN-STANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และTHERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)

5.3.2.1. BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK,THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING และเป็นแบบ PLUG-ON หรือ BOLT- ON TYPE มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน PANELBOARD SCHEDULE โดย CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER

5.3.2.2. NAMEPLATE แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

5.3.2.3. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

5.3.2.4. การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน SUPPORT-ING ที เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

5.3.3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตซ์ฯพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในห้องและ/หรือ สถานที่ ที่จัดเตรียมไว้

5.3.4. การจัดสร้างแผงสวิตซ์ ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตซ์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตาม มาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด

5.3.5. สวิตซ์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตซ์ ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker Tie Circuit Breaker ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอม จากผู้ว่าจ้าง

5.3.6. ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตซ์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

5.3.7. ขนาดของแผงสวิตซ์ ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ / หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตซ์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตซ์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

5.4. DIGITAL METER

มิเตอร์ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นแบบ DIGITAL แสดงผลเป็น LCD หรือ LED โดยยึดรายละเอียดประกอบตามแบบที่กำหนด โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้ตรงต่อการใช้งานดังนี้

5.4.1. คุณสมบัติทางเทคนิค Digital Metering ตัวหลักที่ติดตั้งตู้ DB เครื่องวัดเป็นแบบ Multi-Function ต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเฟส-นิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์, เพาเวอร์แฟคเตอร์, ดิสเพลสเมนท์เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแส, ฮาร์โมนิคของแรงดัน(%THD), ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมเทียบกับกระแสสูงสุด (TDD) ฮาร์โมนิคในแต่ละลำดับ (Individual Harmonics), ของกระแส และแรงดันไม่น้อยกว่า 31 ลำดับ, ค่า K-Factor, Crest Factor และ สามารถแสดงสเปกตรัมฮาร์มอนิกทั้งแรงดันและกระแสได้

5.4.2. จอแสดงผลเครื่องวัดสว่าง สามารถแสดงผล เพื่อความสะดวกในการใช้งาน จอแสดงผลมีขนาด ตามมาตรฐาน คือ 144x144 หรือ 96x96 แสดงGraphic ได้เช่น ในแบบ Real time Waveform หรือ สามารถแสดงมุมเฟสของกระแสและแรงดันเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงลักษณะการใช้งานของโหลดพร้อมทั้งสามารถบันทึกค่าเฉลี่ย หรือค่าสูงสุดของparameter ต่างๆ ในช่วงเวลา 15 นาที เช่น ของกิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เอง

5.4.3. ในกรณีที่ต้องการหน่วยความจำ (Memory) สำหรับการวัด ต้องมีความสามารถในการเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 4 MB

5.4.4. เครื่องวัดสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือรองรับการเชื่อมต่อแบบ

TCP/IP ได้ผ่าน Ethernet port เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วๆ ไป ได้

5.4.5. ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องวัดจะต้องสนับสนุน โปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็น MODBUS PROTOCAL / MODBUS REGISTERโดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 38,000 KBPS (RS-485) หรือมากกว่า

คุณสมบัติในการรับ แรงดัน (Direct)

ต้องสามารถ ต่อผ่าน PT ได้

รับแรงดันตรงระหว่างเฟส ได้ตั้งแต่ 100-690 VAC (หรือกว้างกว่า)หรือมี Acceptable overvoltage ได้ถึง 750 Vac

คุณสมบัติในการรับ กระแส (Current)

สามารถรับ CT ชนิด /5A และ /1A

รับกระแส Overload จาก CT ได้ 6A

ความเที่ยงตรงในการวัด

ความคลาดเคลื่อน การวัดกระแส ± 0.2%

ความคลาดเคลื่อน การวัดแรงดัน ± 0.2%

มาตรฐานเกี่ยวกับ การวัด IEC62053-22 (Class 0.5s) หรือ IEC61557-12 หรือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใน UL list คุณสมบัติอื่นๆ

ระดับการป้องกัน	:	IP 51 (front) หรือดีกว่า
	:	IP 20 (side) หรือดีกว่า
อุณหภูมิใช้งาน	:	-10 ถึง 50ºC หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์	:	95%

5.4.6. คุณสมบัติอื่นๆของ Digital Meter

5.4.6.1. Digital Power Meter ที่ใช้ในโครงการ ต้องมีหนังสือรับประกัน ไม่ต่ำกว่า 1 ปี จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในการรับบริการหลังการขาย ของผู้ใช้งานโดยตรง

5.4.6.2. Digital Power Meter มีชุด SCUADA แสดงค่าต่างๆ ที่ PC ที่ใช้ในโครงการทั้งหมด

5.5. SURGE PROTECTION

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันฟ้าผ่า และแรงดันเสิร์จเนื่องจากฟ้าผ่า และการสวิทซ์ชิ่ง การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ระดับ

ระดับที่ 1 ขั้นตอนการป้องกันระดับชั้นต้นถึงชั้นกลาง (COARSE PROTECTION) LP0-LP1 เป็นการป้องกันกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) จากภายนอกอาคาร โดยใช้ COMBINE LIGHTNING CURRRNT ARRESTER AND SURGE VOLTAGE ARRSATER (I + II)

ระดับที่ 2 ขั้นตอนการป้องกันระดับกลาง (MEDIUM PROTECTION) LP1-LP2 เป็นการป้องกันแรงดันเสิร์จส่วนที่เหลือจากขั้นตอนแรกและการป้องกันแรงดันเสิร์จจากอุปกรณ์สวิทช์ชิ่งภายใน โดยใช้ SURGE VOLTAGE ARRESTER (CLASS II)

5.5.1. ข้อกำหนดอุปกรณ์

5.5.1.1. Combine Lightning Current Arrester and Surge Voltage Arrester ใช้ป้องกันที่ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board :MDB หรือ ลักษณะของอุปกรณ์เป็นการรวม Lightning Current Arrester และ Surge Voltage Arrester โดยเป็นชุดสำเร็จรูปผลิตมาเป็นชุดเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิต มีระยะ ห่างการติดตั้งของอุปกรณ์ ทั้งสองสั้นกว่า 10 เมตร โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.5.1.1.1. Lightning Current Arrester

- Arreatr class : I/B
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac/50Hz
- Arrester Voltage, Uc : ≥ 275 Vac/50Hz
- Lightning Test Current (10/350 μs) : 50 kA/phase
- Protection Level, Up : ≤ 2.2 Kv at In
- Short circuit withstand : 36 kA
- Response Time : 100 ns
- Following current : 36 kA
- Protection : IP 20
- Temperature range : -40 °C... +80 °C

5.5.1.1.2. Surge Voltage Arrester

- Arrester Class : II/C
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac
- Arrester Rated Voltage, Uc : ≥ 275 Vac
- Nominal Discharge Surge Current Isn (8/20μs): 20 kA/phase
- Max Discharge Surge Current Imax (8/20μs) : 40 kA/phase
- Protection Level, up : ≤ 2.2 Kv at In
- Short circuit withstand : 25 kA

- Response Time : 100 ns
- Protection Type : IP 20
- Temperature range : 40 ºC... +80 ºC
- Remote indication : with Contact

<u>การติดตั้ง</u>

ให้ติดตั้งระหว่าง L-G ที่ Sub Distribution Board และให้มี Fuse switches disconnector ขนาดเท่ากับ 125A หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามที่ระบุในแบบ

5.5.1.2. Surge Voltage Arrester ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ลักษณะอุปกรณ์ ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือมา โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน Base Element และส่วน Plug Unit ส่วน Base Element เป็นส่วนที่ใช้เป็นฐานเพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์ป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่นส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น Metal Oxide Varistor (MOV) ชนิด SPARK CAP ชุด Plug จะต้องมี Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้การได้ กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะต้องแสดงคำว่า Defect หรืออื่นๆ เพื่อ แสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้นไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการลัดวงจร

5.5.1.2.1. Specification

- Arrester Class : II /C
- Nominal Voltage, Un : 230 Vac
- Arrester Rated Voltage, Uc : > 275 Vac
- Nominal Discharge Surge Current Isn (8/20μs): 20 kA/phase
- Max Discharge Surge Current Imax (8/20μs) : 36 kA/phase
- Protection Level, Up : < 1.3 kV
- Short circuit withstand : 25 kA
- Response Time : 25 ns
- Protection Type : IP 20
- Temperature range : -40 ºC... +80 ºC
- Remote indication : with Contact

<u>การติดตั้ง</u>

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4-Pole ขนานระหว่าง L-G และ N-G ที่ Sub Distribution Board ให้มี Back up fuse 125A ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125A ระหว่างสายเฟสและ Arrester

5.6. การทดสอบ

5.6.1. การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 61439 – 1 หรือ ตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

5.6.1.1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า(Wiring,Electrical-Operation)

5.6.1.2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)

5.6.1.3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)

5.6.1.4. ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

5.6.2. นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

5.6.2.1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ ทั้งหมด

5.6.2.2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน(Feeder)ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตซ์ฯ

5.6.2.3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

5.7. เครื่องมือการบำรุงรักษา

5.7.1. ที่ข้างแผงสวิตซ์ฯแต่ละชุดให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอันโดยมี ประกบติดรัดไว้กับแผงสวิตซ์ ให้สูงประมาณ 1,200 มม.

5.7.2. ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ให้จัดให้ตาม จำนวนที่กำหนดในรายการ

5.7.3. ตรวจสอบ และบำรุงรักษาปีละ 2 ครั้ง

5.8. ผลิตภัณฑ์

5.8.1. LV. MAIN AND DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER

- PMK
- ASEFA
- PEC
- BTE

5.8.2. SURGE PROTECTION SYSTEM

- DEHN,
- PHOENIX
- LEUTRON

- Citel

5.8.3. Low Voltage Circuit Breaker : ACB, MCCB

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- SIEMENS
- EATON

5.8.4. Contactor

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- MITSUBISHI
- EATON

5.8.5. Automatic Capacitor Bank

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- CIRCUTOR
- SIEMENS
- RTR

5.8.6. Variable Speed Drive

- ABB
- SIEMENS
- SCHNEIDER ELECTRIC

5.8.7. Digital Multi Meter

- ABB
- SCHNEIDER ELECTRIC
- SOCOMEC
- GE
- E-POWER
- RTR

5.8.8. Metering Equipment

- MITSUBISHI
- CIRCUTOR
- Crompton Instrument
- GE
- SACI

5.8.9. Current and Potential Transformer

- ABB
- SOCOMEC
- GE

หมวดที่ 6 : ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารทั่วไป

6.1. ขอบเขตงานทั่วไป

เป็นที่ยอมรับว่าไม่มีอุปกรณ์หรือวิธีการใด ๆ ที่จะสามารถยับยั้งปรากฏการณ์ฟ้าผ่าได้ ดังนั้น จึงต้องมีการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันความเสียหายจากฟ้าผ่า ผู้รับจ้างจัดหา ติดตั้ง และทดสอบ ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันเสิร์จให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่ได้อ้างอิงไว้ เพื่อให้สามารถทำงานครอบคลุมการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าแก่อาคาร บุคคล และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงการอย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ระบุในแบบและข้อกำหนด

6.2. มาตรฐานอ้างอิง

การติดตั้งอุปกรณ์ของ ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันเสิร์จรวมถึงการจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

6.2.1. มาตรฐานการออกแบบและติดตั้ง

6.2.1.1. วสท. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ก. ภาคที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

ข. ภาคที่ 2 การบริหารความเสี่ยง

ค. ภาคที่ 3 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อชีวิต

ง. ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง

จ. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ฉบับปี พ.ศ. 2565

6.2.1.2. IEC 62305 Protection against Lightning

ก. Part 1 General Principles

ข. Part 2 Risk Management

ค. Part 3 Physical Damage to Structure and Life Hazard

ง. Part 4 Electrical and Electronic Systems within Structures

6.2.1.3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การป้องกันฟ้าผ่า เลขที่ มอก. 62305

6.2.2. มาตรฐานอุปกรณ์

6.2.2.1. UL 467 Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment

6.2.2.2. IEC 62561 Lightning Protection System Components 8 Parts

ก. Part 1: Requirements for Connection Components

ข. Part 2: Requirements for Conductors and Earth Electrode

ค. Part 3: Requirements for Isolating Spark Gaps

ง. Part 4: Requirements for Conductor Fasteners

จ. Part 5: Requirements for Earth Electrode Inspection Housings and Earth Electrode Seals

ฉ. Part 6: Requirements for Lightning Strike Counters

ช. Part 7: Requirements for Earthing Enhancing Compounds

ซ. Part 8: Requirements for Components for Isolated LPS

6.2.2.3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมส่วนประกอบระบบป้องกันฟ้าผ่า (LPSC) เลขที่ มอก. 3024

6.3. การตรวจสอบคุณสมบัติของดินเพื่อยื่นตอนเสนอราคาติดตั้ง

เนื่องจากการออกแบบระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นการประมาณการค่าความต้านทานจำเพาะของดินและค่าประมาณการของสภาพดิน ความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นเกลือ ซึ่งระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นระบบที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สิน และคุณภาพไฟฟ้า ดังนั้นเบื้องต้นผู้รับจ้างจะต้องมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

6.3.1. องทำการวัดค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (Soil Resistivity) เพื่อนำมาคำนวณค่าความต้านทานดินตามสูตรดังนี้

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left(ln\frac{4L}{a} - 1\right) \text{ โอห์ม}$$

โดยที่

R คือ ค่าความต้านทานของหลักดิน หน่วย โอห์ม

L คือ ความยาวของแท่งหลักดิน หน่วย เมตร

A คือ รัศมีของแท่งหลักดิน หน่วย เมตร

ρ คือ ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน หน่วย โอห์มเมตร

ตรวจสอบระบบการต่อลงดินว่าค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดินต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 โอห์ม ตามข้อกำหนดหรือไม่ ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดให้ผู้รับจ้างนำเสนอแนวทางในการปรับปรุง โดยวิธีการปรับปรุงจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานข้างต้นและทางผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอวิธีการปรับปรุงให้ทางผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบเป็นคนพิจารณาอนุมัติก่อน เพื่อให้ค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดินได้ตามมาตรฐาน

6.3.2. ต้องทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเค็มของดินโดยเครื่องมือวัดที่มีมาตรฐาน เพื่อพิจารณาเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ให้มีอายุใช้งานที่ยาวนานและเหมาะสมสอดคล้องกับหลักเศรษฐศาสตร์ พร้อมทำรายงานส่งให้ทางผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบอนุมัติก่อนนำวัสดุ อุปกรณ์ไปใช้งานในโครงการ

6.4. ความต้องการทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดของอุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน

ระบบป้องกันฟ้าผ่าประกอบด้วยระบบที่สำคัญดังนี้

อุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC , มอก. หรือ UL และสอดคล้องกับมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งจะต้องมีเอกสารรับรองคุณภาพหรือผลการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่ถูกระบุไว้ในข้อกำหนดเฉพาะทางเทคนิค

6.4.1. ระบบตัวนำล่อฟ้า (Air Termination System)

6.4.1.1. โครงสร้างทั้งหมด ต้องอยู่ภายใต้พื้นที่ป้องกันของระบบตัวนำล่อฟ้า ซึ่งระบบตัวนำล่อฟ้าสามารถออกแบบด้วยวิธีมุมป้องกัน (Protective Angle Method) วิธีตาข่าย (Mesh Method) หรือวิธีทรงกลมกลิ้ง (Rolling Sphere Method) ที่สอดคล้องกับระดับการป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection Level : LPL)

6.4.1.2. หลักล่อฟ้า (Air-termination rods) ทำจากวัสดุชนิดอลูมิเนียม โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร หรือมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก. 3024 เล่ม 2

6.4.1.3. ฐานรับหลักล่อฟ้า ต้องใช้รูปแบบและวัสดุที่สอดคล้องกับหลักล่อฟ้าและต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-1หรือ มอก. 3024 เล่ม 1

6.4.1.4. ตัวนำล่อฟ้า (Air-termination conductors) เป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าทั้งหมด ให้ทำจากวัสดุชนิดอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร กรณีเป็นสายกลมตันและขนาดไม่น้อยกว่า 25×3 มิลลิเมตร กรณีเป็นเทปตัน หรือมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ และตัวนำล่อฟ้าต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก. 3024 เล่ม 2

6.4.1.5. การจับยึดตัวนำล่อฟ้า ต้องยึดเข้ากับหลังคาทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร โดยใช้อุปกรณ์จับยึดที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-4 หรือ มอก. 3024 เล่ม 4

6.4.2. ระบบตัวนำลงดิน (Down Conductor System)

6.4.2.1. สายตัวนำลงดิน (Down Conductors) ให้ทำจากวัสดุชนิดอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร กรณีเป็นสายกลมตันและขนาดไม่น้อยกว่า 25×3 มิลลิเมตร กรณีเป็นเทปตัน หรือมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนดไว้ โดยสายตัวนำต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก. 3024 เล่ม 2

6.4.2.2. ตัวนำลงดินที่ติดตั้งภายนอกสิ่งปลูกสร้าง ต้องยึดเข้ากับผนังทุกๆระยะไม่เกิน 1 เมตร โดยใช้อุปกรณ์จับยึดที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-4 หรือ มอก. 3024 เล่ม 4

6.4.2.3. กล่องต่อทดสอบระบบการต่อลงดิน (Test Box) ตัวกล่องให้ทำจากวัสดุอลูมิเนียมหรือ ABS พลาสติก ภายในกล่องต้องมี Disconnecting ไว้สำหรับปลดออกเมื่อต้องการทดสอบค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดินและจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก. 3024 เล่ม 1

6.4.3. ระบบรากสายดิน (Earthing System)

6.4.3.1. หลักดินชนิดแท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper-Bond Ground Steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มิลลิเมตร) ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

6.4.3.1.1. ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9 % และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ Molecularly Bonding หรือ Electro plating กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใด ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

6.4.3.1.2. ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ “UL Listed” หรือ ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก. 3024 เล่ม 2

6.4.3.2. ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

6.4.3.3. ตัวนำรากสายดิน (Earthing Conductors) ให้ทำจากวัสดุชนิดแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper Clad Steel wire) ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยวัสดุของสายตัวนำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM B910/B910M หรือ IEC 62561-2 หรือ มอก. 3024 เล่ม 2

6.4.3.4. การเชื่อมต่อระบบรากสายดิน การเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง ตัวนำทองแดงกับแท่งหลักดิน ตัวนำทองแดงกับเหล็กให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยผงเชื่อมต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ “UL Listed”

6.4.3.5. อุปกรณ์ Inspection Pit ให้ทำจากคอนกรีตหล่อขนาดไม่เล็กกว่า 310×310 มิลลิเมตร ลึก 190 มิลลิเมตร มีฝาคอนกรีตปิดพร้อม และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-5 หรือ มอก. 3024 เล่ม 5

6.4.3.6. กรณีค่าความต้านทานจำเพาะของดินบริเวณนั้นมีค่าสูงหรือค่าความต้านทานดินของระบบมีค่าสูง ให้ใช้การปรับปรุงค่าความต้านทานดินด้วยวิธีการใช้สารปรับปรุงสภาพดิน (Grounding Enhancement Material) ตามมาตรฐาน IEEE80 ซึ่งสารปรับปรุงสภาพดินต้องมีคุณสมบัติดังนี้

6.4.3.6.1. มีค่าความต้านทานจำเพาะ 0.03 โอห์มเมตร

6.4.3.6.2. มีความคงทน ไม่ถูกชะล้างโดยน้ำ

6.4.3.6.3. ไม่มีสารปนเปื้อน ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

6.5. ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-7 หรือ มอก. 3024 เล่ม 7

6.5.1. การติดตั้งและการทดสอบ

6.5.1.1. ผู้รับจ้างนำเสนอรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์และผลการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ตามมาตรฐาน พร้อมทั้งเครื่องมือการติดตั้งเพื่อพิจารณาอนุมัติกับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยอุปกรณ์หลักของระบบการต่อลง

ดินและป้องกันฟ้าผ่า ต้องมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน และโรงงานผู้ผลิตได้การรับรอง มาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001

6.5.1.2. ผู้รับจ้างต้องทำแบบแสดงรายละเอียด (Shop Drawing) ของระบบป้องกันฟ้าผ่าควบคู่กับงานก่อสร้าง

6.5.1.3. ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดินให้เป็นไปตามที่ออกแบบและตามมาตรฐานโดยใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้อย่างเคร่งครัด

6.5.1.4. หลังจากการติดตั้งระบบต่อลงดินทั้งหมดแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจวัดค่าความต้านทานดินของระบบการต่อลงดิน (Earth Testing) โดยที่ค่าความต้านทานดินรวมทั้งระบบจะต้องไม่เกิน 10 โอห์ม และผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการวัดนำเสนอผู้ควบคุมงาน

6.5.2. การส่งมอบงาน

6.5.2.1. ผู้รับจ้างต้องรวบรวมรายงานการตรวจวัดทั้งหมด เอกสารแบบ Shop Drawing, As-built Drawing เอกสารรายละเอียดสินค้า Specification ส่งมอบให้กับทางเจ้าของงาน

6.5.2.2. ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานดินของระบบการต่อลงดินตามระยะเวลาที่มาตรฐานกำหนด แล้วส่งมอบให้กับทางเจ้าของงานเพื่อนำไปปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา ตลอดระยะเวลาค้ำประกัน (2 ปี นับแต่วันตรวจรับงานงวดสุดท้าย)

6.5.3. ผลิตภัณฑ์

6.5.3.1. Kumwell
6.5.3.2. ERICO
6.5.3.3. GUNKUL

หมวดที่ 7 : สายไฟฟ้าแรงต่ำ

7.1. ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (SYSTEM VOLTAGE) ไม่เกิน 415Y/240 โวลต์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธี และสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมีกฎ-ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

7.2. ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดียว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.11-2553 หรือ IEC60227 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.2.1. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)

7.2.2. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (CONDUIT)หรือวางในรางวางสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดียว (SINGLE-CORE) ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 3 ตารางที่ 1 (60227 IEC 01)

7.2.3. สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือเดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือในสถานที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดียวและหลายแกน ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 101 ตารางที่ 3, 4, 5 (ชนิด NYY หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี

7.2.4. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 101 ตารางที่ 7 (VCT) หรือตารางที่ 8 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี

7.2.5. สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดียว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน XLPE (CROSS LINKED POLYETHYLENE) และมีเปลือกหุ้มด้วย PVC (POLYVINYL CHLORIDE) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 90 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดัน 600/1000 โวลต์ ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 สามารถใช้ติดตั้งภายในอาคารได้โดยต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานการลุกไหม้ (FLAME-RETARDANT) ตามมาตรฐาน IEC60332-3 CATEGORY C การนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

7.2.6. สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟต์

พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS6387 ในระดับชั้น CWZ

7.2.7. สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง เช่น หลอดไส้ (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

7.3. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE)

7.3.1. ความต้องการทั้วไป

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้สายชนิดทนไฟจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสไฟฟ้าในภาวะที่ปกติได้ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟ, ลามไฟ และสายไฟฟ้าจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ Halogen ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงการจัดหาและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable) และสายชนิด Flame Retardant (FRT), Low Smoke Zero Halogen Cable(LSOH)

7.3.2. คุณลักษณะทั่วไป

7.3.2.1. สายไฟฟ้าที่มีตัวนำขนาดหน้าตัดตั้งแต่ 1.5 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ตัวนำต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire) สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งได้ 6-8 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟนั้น

7.3.2.2. ต้องทนไฟได้ที่อุณหภูมิ 950 °C ได้นาน 3 ชั่วโมงขณะเกิดเพลิงไหม้สายทนไฟจะต้องไม่ไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตรายหรือแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ HOLOGEN อ้างอิงตามมาตรฐานด้านล่าง

7.3.2.3. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมีพิกัดการทนแรงดัน Rate Voltage 600/1000V โดยสามารถใช้งาน(Operating Temperature) ที่อุณหภูมิ 110 °C สำหรับการใช้งานแบบต่อเนื่อง (Continuous Duty)

7.3.2.4. ฉนวนจะต้องประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เป็นชนิด Mica Tape

7.3.2.5. ฉนวนด้านนอก เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษชนิด Low Smoke , Zero Halogen ชนิด Flame Retardant Cross-linked Low Smoke Zero Halogen Mineral Insulation (FRMI)

7.3.2.6. ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler ที่มีคุณสมบัติ เป็น Non-hygroscopic เพื่อความแข็งแรงของสาย

7.3.3. สายชนิดทนไฟต้องผ่านการทดสอบมาตรฐาน ตามคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

7.3.3.1. คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ ดังนี้

- IEC 60331-21
- BS 6387 CWZ

7.3.3.2. คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ ดังนี้

- IEC 60332-3 (22, 23, 24)

7.3.3.3. คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ ดังนี้

Smoke

- IEC 61034-2

Zero Halogen

- IEC 60754-1
- IEC 60754-2
- BS EN 50525-1

7.3.3.4. โรงงานผู้ผลิตผ่านการตรวจสอบด้านมาตรฐานการควบคุมคุณภาพการผลิต (Yearly Inspection) KEMA KEUR

7.3.4. กรณีที่เป็นสายไฟฟ้าชนิด Flame Retardant (FRT) หรือสาย Low Smoke Zero Halogen (LSOH) มีข้อกำหนดทั่วไปเป็นตามสายชนิดทนไฟดังนี้

7.3.4.1. สายไฟฟ้าชนิดนี้ ต้องสามารถใช้งาน (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิ 90°C สำหรับการใช้งานแบบต่อเนื่อง (Continuous Duty)

7.3.4.2. ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติ ตามมาตรฐานดังนี้

คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Zero Halogen ตามมาตรฐาน ดังนี้

- IEC 61034-2, IEC 60745-1, IEC 60745-2, BS EN50525-1

คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ตามมาตรฐาน ดังนี้

- IEC60332-3 (22,23,24)

7.3.5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable) และสาย Flame Retardant (FRT) หรือ Low Smoke Zero Halogen (LSOH) ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสาย หรือเดินใน Cable Tray หรือ Wire way ได้

7.4. ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

7.4.1. สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดียวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (Panelboard) จนถึง Outlet หรือระหว่าง Outlet หรือ Switch Board ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (Splicing) สำหรับ Branch Circuit ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริงๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในระหว่างที่สามารถเข้าไปตรวจ และ/หรือ ซ่อมบำรุงได้โดยง่ายเท่านั้น

7.4.2. ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้นขั้วต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันประมาณ 50% 3 ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนสายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 °C หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดิน จะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ Twisted Wire Splice ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย

7.4.3. ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

7.4.4. ต้องใช้สีเป็นรหัส (Color-Coding) ในการเดินสายไฟโดยใช้สีน้ำตาล สีดำ และสีเทา สำหรับสาย Phase (HOT) ทั้งสาม และให้ใช้สีฟ้าสำหรับสาย Neutral และสีเขียวสำหรับสาย Ground

7.4.5. สายไฟต้องเดินในท่อร้อยสายทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก

7.4.6. ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่างๆ ด้วย

7.4.7. สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง Cable Tray หรือ Ladder จะต้องเรียงตามลำดับเฟส เช่น R, S, T, N ห้ามวางเรียง Phase เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน

7.4.8. การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

7.4.8.1. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว

7.4.8.2. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

7.4.8.3. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

7.4.8.4. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน IEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

7.4.8.5. การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

7.4.9. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

7.4.9.1. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

7.4.9.2. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

7.4.9.3. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

7.4.9.4. การเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

7.4.9.5. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยัง จุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

7.5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

7.5.1. สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

7.5.2. สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ว วัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

7.5.3. การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

7.6. ผลิตภัณฑ์

7.6.1. Phelps Dodge

7.6.2. Thai Yazaki

7.6.3. Banngkok Cable

หมวดที่ 8 : อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

8.1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

8.1.1. แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจ และมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง

8.1.2. แนววางท่อร้อยสายรวมทั้งการตัดสินใจว่าช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้นช่วใดให้เดิน ลอยหรือแอบในเพดาน ฯลฯ ได้ออกแบบไว้โดยพิจารณาด้านประหยัด ความสะดวกในการติดตั้ง และความสวยงามตามแบบของสถาปนิก แต่ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปนิก และด้านการก่อสร้างเพื่อสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้เหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง

8.1.3. ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

8.1.4. ท่อร้อยสายซึ่งฝังเฉพาะในคอนกรีต ในพื้นก่อสร้าง (FLOOR SLAB) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC)

8.1.5. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝาผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ ELECTRIC METALLIC TUBING (EMT) ได้

8.1.6. มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 2" ท่อใหญ่กว่า 2" ให้ใช้แบบ IMC

8.1.7. เมื่อไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือดวงโคมหรือเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT ความยาวไม่ต่ำกว่า 1 ฟุต ไม่เกิน 3 ฟุต เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป

8.1.8. FLEXIBLE CONDUIT จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ

8.1.9. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอต้องเป็นไปตามกฎของ NEC. เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้น เพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3" หรือมากกว่าในกรณีดังกล่าวให้ใช้ CAST-IRON ANGLE BENDS และ FITTINGS

8.1.10. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 2 ครั้งในแต่ละช่วง ระหว่าง OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOXES หากจำเป็นต้องใส่ JUNCTION BOX หรือคอนดูเล็ท เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

8.1.11. ติดตั้งท่อร้อยสายโดยให้มีรอยต่อน้อยที่สุด เมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ COUPLINGS หรือ FITTINGS ชนิดเกลียวใช้ RED LEAD หรือวัสดุทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำที่มี ELECTRICAL CONTINUITY การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน

8.1.12. ต่อท่อ EMT ด้วย COUPLING และ CONNECTOR แบบ "RAINTIGHT" สำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่เปียก เช่น ฝังในผนัง, เสาเอ็น, พื้น TOPPING, ห้อง AHU, ห้อง PUMP, ห้อง CHILLER ส่วน PUMP และอื่นๆ

8.1.13. ให้ใช้ EXPANSION COUPLING และ/หรือ EXPANSION FITTING ในการวางท่อร้อยสาย ซึ่งมีระยะยาวกว่า 150 ฟุต และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งผ่าน EXPANSION JOINTS ของโครงสร้างของอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกัน EXPANSION FITTINGS ทุกชนิดต้องมี BONDING JUMPERS

8.1.14. ความโค้งของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอกหรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝาผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมากๆ จะต้องใช้คอนดูเล็ท (CONDULET)

8.1.15. ต้องยึดท่อร้อยสายเข้ากับ BOXES ต่างๆ และ PANEL BOARD โดยใช้ LOCK NUT 2 ตัว พร้อมด้วย BUSHING ถ้ารู KNOCK OUT ใหญ่กว่าท่อร้อยสาย จะต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อและฝาของ BOXES ฯลฯ ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วย

8.1.16. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิดให้ตรวจดูว่าข้อต่อมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการใช้ระบบท่อร้อยสายเป็น GROUND-PATH ของระบบไฟฟ้าของอาคาร

8.1.17. ผู้รับจ้างต้องตรวจดูอย่างรอบคอบว่า การต่อเชื่อม FLEXIBLE CONDUIT และท่อ FLEXIBLE CONDUIT เองมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวน

8.1.18. การฝังท่อร้อยสายในดินต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2" โดยรอบท่อ

8.1.19. ท่อร้อยสายทุกแบบ ต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 10 ฟุต และไม่เกิน 1 ฟุตจาก BOXES หรือ PANEL BOARD โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

8.1.20. ระหว่างการก่อสร้าง และเทคอนกรีตท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีตต้องถูกกระชับให้มั่นโดยวิธีเหมาะสมและไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านก่อสร้าง เมื่อมี STUB-UPS เหล่านั้นไว้ให้แนบระยะห่างระหว่าง STUB-UPS ต้องให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย STUB-UPS เข้ารูด้านข้างของ OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOX โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด STUB-UPS ในภายหลัง

8.1.21. ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดาน จะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่ในพื้น SLAB ห้ามเดินโดยวางอยู่กับฝ้าเพดาน หรือห้อยอยู่กับพื้น SLAB

8.1.22. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่

ได้ต๊าปเกลียวไว้ด้วยสี ENAMEL เพื่อกันสนิมและปิดปากท่อด้วยปลั๊กหรือฝาเกลียวให้มิดชิด

8.1.23. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจดูว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตัน ให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง

8.1.24. ให้ใช้ท่อ IMC บริเวณที่ เป็น HAZARDOUS LOCATION

8.1.25. ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้จะต้องมีสายไฟคิดตามพื้นที่หน้าตัดแล้วไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ (ในกรณีชนิด 3 PHASE, 4 WIRE, GROUND) แต่ในกรณีมีสายไฟน้อยกว่า 4 เส้น จะคิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ตารางที่ 19.1 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01 ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก. 770-2533

ขนาดสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	5	8	14	41	27	33	-	-
50	-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย (มม.)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

8.2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้ ต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่ใส่จำนวนสายและขนาดของสายที่ต้องการร้อยในท่อได้ โดยขนาดของท่อร้อยสายให้เลือกใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ฉบับล่าสุด)

8.2.1. ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก (INSIDE AND OUTSIDE GALVANIZE COATED) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.770-2533 ประเภทที่ 1 (EMT) ชนิดที่ 2 เคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (INSIDE AND OUTSIDE GALVANIZE COATED) หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.3/UL 797 ท่อโลหะบางเป็นแบบที่ไม่มีเกลียวหัวท้ายลบคมมาจากโรงงานเรียบร้อยท่อโลหะบางทุกท่อนต้องแสดงประเภทท่อ ขนาด และเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน เห็นได้ง่ายชัดเจนและไม่ลบง่าย

8.2.2. ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก (INSIDE AND OUTSIDE GALVANIZE COATED) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.770-2533 ประเภทที่ 2 (IMC) ชนิดที่ 2 เคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (INSIDE AND OUTSIDE GALVANIZE COATED) หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.6/UL 1242ท่อโลหะหนาปานกลางเป็นแบบที่ทำเกลียวหัวท้าย ลบคม มีฝาครอบป้องกันเกลียว และข้อต่อหมุนติดมาอย่างละ 1 อัน ประกอบมาจากโรงงานเรียบร้อยท่อโลหะหนาปานกลางทุกท่อนต้องแสดงประเภทท่อ ขนาด และเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่ลบง่าย

8.2.3. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อ : CONDUIT FITTING สำหรับ ท่อโลหะหนาปานกลาง IMC และท่อโลหะบาง EMT ตัวอย่างเช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ ต้องมีการเคลือบสังกะสี หรือเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัว เพื่อให้ทนทานการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อทุกประเภท ต้องเป็นของที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตทั้งสิ้น ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำ และดัดแปลงขึ้นเอง

8.2.4. ท่อโลหะอ่อน (FLEXIBLE METALLIC CONDUIT : FMC) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่างเป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ท่อโลหะอ่อนที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอกด้วยวิธีชุบ HOT-DIP GALVANIZED (เป็นผลิตภัณฑ์ที่

ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2133-2545 หรือมาตรฐานอ้างอิง BS 731-1 หรือ ANSI/UL 1 มีการขึ้นรูปทั้งแบบเกี่ยวฉาก (SQUARE – LOCK : EFF) และแบบเกี่ยวแน่น (INTERLOCK : EF) ทนแรงดึงสูงเป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับ เคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ พัดลม โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ติดตั้งใช้งานในร่มทั่วไปภายในห้อง ภายในอาคาร ใต้ฝ้าเพดาน เป็นต้น หรือติดตั้งเป็นไปตาม NEC ARTICLE 348

8.2.5. ท่ออ่อนกันน้ำ (LIQUID TIGHT FLEXIBLE METALLIC CONDUIT: LFMC) เป็นผลิตภัณฑ์ท่อโลหะอ่อน ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก ด้วยวิธีชุบ HOT-DIP GALVANIZED และหุ้มภายนอกด้วย POLY VINYL SHEATH เพื่อป้องกันน้ำ น้ำฝน และความชื้น มีการขึ้นรูปทั้งแบบเกี่ยวแน่น (INTERLOCK : EF) ทนแรงดึงสูงเป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือ เครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับเคลื่อนย้ายได้บ้างติดตั้งใช้งานได้ในสถานที่ชื้นแฉะ กันน้ำฝนได้ และสามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้ หรือติดตั้งเป็นไปตาม NEC ARTICLE 350

8.2.6. ท่ออ่อนกันน้ำประเภท LSZH: LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LIQUID TIGHT FLEXIBLE METALLIC CONDUIT) เป็นผลิตภัณฑ์ท่อโลหะอ่อน ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอกด้วยวิธีชุบ HOT-DIP GALVANIZED และหุ้มภายนอกด้วยวัสดุพีอีชนิดพิเศษ ไม่ลามไฟ ไม่ก่อเกิดควันพิษ ป้องกันน้ำ และความชื้นมีการขึ้นรูปทั้งแบบเกี่ยวฉาก (SQUARE – LOCK : EFF) เป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับเคลื่อนย้ายได้บ้างติดตั้งใช้ได้ภายในอาคาร, สถานที่อับอากาศ เช่น บริเวณสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน ช่องลิฟต์ ช่องทางหนีไฟ ห้องเครื่องปั่นไฟฟ้าฉุกเฉิน ห้องปั๊มน้ำดับเพลิง เป็นต้น

8.2.7. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อโลหะอ่อน, ท่ออ่อนกันน้ำทุกประเภท เช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ ต้องมีการเคลือบสังกะสี หรือเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัวเพื่อให้ทนทานการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่ออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่ออ่อน และท่ออ่อนกันน้ำทุกประเภท ต้องเป็นของที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตทั้งสิ้น ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำและดัดแปลงขึ้นเอง

8.2.8. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

8.2.8.1. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

8.2.8.2. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

8.2.8.3. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

8.2.8.4. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

8.2.8.5. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์

8.2.8.6. ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

8.2.8.7. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

8.2.8.8. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่

8.2.8.9. สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

8.3. CABLE TRAY & CABLE LADDER ต่อสาย GROUND ระหว่างจุดต่อของ TRAY

8.3.1. รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001: 2008 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆ เห็นได้ชัดเจน

8.3.2. การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดในNEC CODE ARTICLE 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

8.3.3. รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี HOT - DIP GAVANIZED ความหนาสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM123

8.3.3.1. ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 มิลลิเมตร ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E-SHAPE) ความหนาเหล็ก ไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

8.3.3.2. ลูกขั้น (RUNG) ขนาด 40 × 20 มิลลิเมตร ด้านตัดเป็นรูปตัว ซี (C – SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด

- ความหนาเหล็ก 1.6 มิลลิเมตร สำหรับความกว้าง 200 – 500 มิลลิเมตร
- ความหนาเหล็ก 2.0 มิลลิเมตร สำหรับความกว้าง 600 – 1,000 มิลลิเมตร

8.3.3.3. ความยาวมาตรฐาน 3,000 มิลลิเมตร

8.3.4. รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (HOT-DIP GAVANIZED) ความหนาเหล็กสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือASTM 123

8.3.4.1. โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 มิลลิเมตร เป็นรูปตัวอี (E - SHAPE) ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

8.3.4.2. ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ (VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งหมด ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร

8.3.4.3. ความยาวมาตรฐาน 3,000 มิลลิเมตร

8.3.5. รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง SUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 เมตร ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม/เมตร ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยว และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน MEMA VE 1 Class 8 C โดยได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ

8.3.6. การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

8.4. WIREWAY ต่อสาย GROUND ระหว่างจุดต่อ WIREWAY

8.4.1. รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001: 2008 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆ เห็นได้ชัดเจน

8.4.2. การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC CODE ARTICLE 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

8.4.3. WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED หรือ พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน

8.4.4. การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

8.4.5. การติดตั้งราง WIREWAY โดยต้องมีที่รองรับหรือแขวนยึดให้มั่นคงที่รองรับหรือที่ยึดรางร้อยสายที่เดินในแนวนอน ต้องห่างกันไม่เกิน 2.00 เมตร รางร้อยสายที่เดินในแนวดิ่ง ต้องมีที่ยึดหรือรองรับห่างกันไม่เกิน 2.50 เมตร และมีจุดต่อรางร้อยสายระหว่างช่วงของที่รองรับ หรือที่ยึดไม่เกิน 1 แห่ง ท่อหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรางร้อยสายไม่นับเป็นที่รองรับหรือที่ยึด

8.4.6. ที่ปลายของราง WIREWAY เมื่อไม่มรการเดินสาย เข้า-ออก ต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายราง ที่ทำมาสำหรับใช้กับรางร้อยสายโดยเฉพาะ

8.4.7. ระบบของราง WIREWAY ที่ติดตั้ง จะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต้องต่อลงดินตามวิธีการใน NE CODE หัวข้อที่ 250

8.4.8. พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟทุกเส้น ที่เดินในราง WIREWAY เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสาย ตรงช่วงที่สายเดินผ่านไป และจำนวนสายไฟต้องไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายที่มีกระแสไฟไหลเพียงชั่วคราว หรือสายดิน ทั้งนี้มีข้อยกเว้นตาม NE CODE ข้อ 362 สายไฟ ข้อต่อ และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการต่อสาย ต้องกินเนื้อที่รวมกันไม่เกิน 70% ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางร้อยสาย

8.5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

8.5.1. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตรผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

8.5.2. กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

8.5.3. กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

8.5.4. ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

8.5.5. กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

8.5.6. การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

8.5.7. สำหรับแผงสวิตช์รวม ซึ่งมีสวิตช์ไฟฟ้าจำนวนมากในบริเวณเดียวกัน ให้ผู้รับจ้างทำแบบ ROUGH-IN แสดงแบบของ BOX (ES) และวิธีการติดตั้งให้วิศวกรบริษัทพิจารณาและดำเนินการเพื่ออนุมัติก่อนการติดตั้ง

8.5.8. เว้นแต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น PULL BOXES จะต้องสร้างด้วย GALVANIZED STEEL ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 เท่าของปริมาตรรวมของสายไฟภายในทั้งหมด แต่ไม่ต่ำกว่า 100 คิวบิคนิ้ว ยึดฝาปิดด้วยสกรูและต้องไม่มีรูนอกจากที่ท่อร้อยสายไฟถูกยึดติดอยู่เท่านั้น

8.5.9. PULL BOXES ตามที่กล่าวถึงในข้อ 18.5.8 ให้ใช้ได้เฉพาะในการดึงสายไฟภายในเท่านั้น หากจะมีอุปกรณ์อื่น เช่น สวิตช์ CUT-OUT ฯลฯ ภายใน PULL BOX ด้วย ต้องเสนอแบบของ BOX ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งภายในและการติดตั้ง BOX ให้วิศวกรได้พิจารณาและอนุมัติก่อน

8.5.10. FLOOR BOX สำหรับปลั๊กไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งฝังอยู่ในพื้นต้องใช้ BOX แบบที่เหมาะสม และทั้งชุดต้องสามารถกันน้ำได้ การติดตั้งให้ฝังในพื้นโดยให้ฝาเรียบกับพื้น

8.5.11. BOXES ทั้งหลายที่ติดตั้งกลางแจ้ง หรือในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง หรือ BOXES ซึ่งกำหนดให้เป็นแบบที่กันน้ำได้จะต้องเป็นชนิด GALVANIZED CAST IRON มีหัวต่อ (กับท่อร้อยสายไฟ) แบบเกลียวและใช้ปะเก็น ในการปิดฝาให้แน่นสนิทด้วยสกรูทองเหลือง

8.5.12. BOXES ทุกตัวต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดาน ในผนัง ในเพดาน หรือในพื้นให้พ้นสายตา หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งภายนอกบนเพดาน ผนัง ฯลฯ ต้องได้รับความเห็นชอบของวิศวกรบริษัทหรือ สถาปนิกก่อนแต่ต้องใช้ชนิด GALVANIZED CAST-IRON

8.5.13. รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะหรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่

8.5.14. BOXES ทั้งหลายจะต้องถูกยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดยไม่ต้องอาศัยท่อร้อยสายไฟเป็นตัวรับน้ำหนักของตัวเอง และอุปกรณ์อื่นที่ห้อย แขวนหรือตั้งติดกับ BOX นั้นๆ ได้ หากที่ยึดทำด้วยโลหะจะต้องเป็นชนิดกันสนิมได้และมีขนาดที่เหมาะสม

8.5.15. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมผนัง เพดาน ฝ้า พื้น ฯลฯ ที่ชำรุด เพราะการติดตั้ง BOXES ต่างๆ เอง

8.5.16. JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไป ดำเนินการตรวจซ่อมแซมตัว BOX เองหรือสายไฟฟ้าภายในได้ทุกขณะภายหลังจากงานนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยไม่ต้องกระทบกระเทือนงานด้านสถาปัตยกรรม

8.5.17. ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแบบของสถาปนิก และแบบ ROUGH-IN ของบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยละเอียด เพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOX ได้ถูกต้อง

8.5.18. การติดตั้ง BOX ระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศหรือสิ่งกีดขวางอื่นใด

8.5.19. ผู้รับจ้างจะต้องทาสี BOX ทั้งภายนอกและภายในทุกจุด และที่รัดสายโดยรหัสสีเป็นไปดังนี้

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้สี ชมพูและที่ฝา BOX กำกับอักษร LTG
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ใช้สี ส้ม และที่ฝา BOX กำกับอักษร E
- ระบบไฟฟ้ากำลัง (เต้ารับ) ใช้สี เขียวและที่ฝา BOX กำกับอักษร P
- ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ใช้สี แดงและที่ฝา BOX กำกับอักษร FA
- ระบบแอร์ ใช้สี เทาและที่ฝา BOX กำกับอักษร AC
- ระบบโทรศัพท์ ใช้สี เหลืองและที่ฝา BOX กำกับอักษร TEL
- ระบบคอมพิวเตอร์ ใช้สี ฟ้า และที่ฝา BOX กำกับอักษร COM
- หรือ ตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด

8.6. การติดตั้ง

8.6.1. หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ และอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

8.6.2. ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอน และสมบูรณ์

8.7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

8.8. ผลิตภัณฑ์

8.8.1. MATAL CONDUIT

- BULE EAGLE
- PANASONIC
- RSI
- ARROW PIPE

8.8.2. HDPE CONDUIT

- THAI ASIA PE PIPE (TAP)
- THAI GOW GAI GROUP (TGG)
- PBP (UHM)

8.8.3. UPVC CONDUIT

- HACO
- CLIPSAL
- SCG

8.8.4. METAL STEEL FLEXIBLE CONDUIT

- ARROW PIPE
- SC
- PANASONIC

8.8.5. CONDUIT FITTING AND BOX ACCESSORIES

- STEEL CITY
- SC

8.8.6. CABLE TRAY, CABLE LADDER, WIREWAY

- TIC

- SCI ELECTRIC MANUFACTURER
- BANGKOK SHEET METAL (BSM)

8.9. FIRE BARRIER

8.9.1. FLAMRO

8.9.2. 3M

8.9.3. HILTI

-

หมวดที่ 9 : สวิตช์และเต้ารับ

9.1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

9.2. สวิตช์ไฟฟ้า

9.2.1. สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ GALVANIZED ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์

9.2.2. สวิตช์ไฟฟ้าจะต้องติดตั้งแบบเสียบสายล็อคเพื่อควบคุมคุณภาพในการติดตั้งให้เท่ากันทุกจุด

9.2.3. ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์ 250 โวลต์โดยใช้ BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย สวิตช์ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 824-2551

9.2.4. ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน หรือเงินและนิกเกิล และต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวกันเพื่อนำกระแสที่ดี

9.2.5. สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์ 250 โวลต์และต้องเป็นสวิทช์ชนิด ILLUMINATED LAMP (เปิดมีไฟ) ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน

9.2.6. COVERPLATE ต้องเป็น ANODIZED ALUMINIUM หรือพลาสติกโพลีคาร์โบเนต

9.2.7. METAL BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

9.2.8. การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร หรือตรวจสอบกับงานสถาปัตยกรรม

9.3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

9.3.1. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบนพร้อมทั้งมีม่านนิรภัยป้องกันไม่ให้วัสดุอื่นเสียบเข้า และ เมื่อใช้ปลั๊กเสียบไฟที่เต้ารับพร้อมมีม่านนิรภัยจะต้องเสียบเข้าสะดวกไม่แข็งหรือติดขัด ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะให้เหมาะสม

9.3.2. เต้ารับไฟฟ้าจะต้องติดตั้งแบบเสียบสายล็อคเพื่อควบคุมคุณภาพในการติดตั้งให้เท่ากันทุกจุด

9.3.3. ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 16 แอมแปร์

9.3.4. ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน หรือเงินและนิกเกิล และต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวกันเพื่อนำกระแสที่ดี

9.3.5. เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

9.3.6. COVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 16.2

9.3.7. ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 16.2 โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.3 เมตร

9.3.8. เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้นๆ

9.4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

9.5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าระดับความเข้มของแสงที่ตั้งไว้ ตามสภาพจากแสงภายนอกที่เข้ามาภายในอาคารของแต่ละพื้นที่

9.6. ผลิตภัณฑ์

9.6.1. PANASONIC

9.6.2. BITCINO

9.6.3. SCHNEIDER

หมวดที่ 10 : โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์

10.1. ความต้องการทั่วไป

10.1.1. โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 220 VOLTS 1-PHASE 50-Hz

10.1.2. โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (CHANDELIER) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความปลอดภัย และการประหยัดพลังงาน และ/หรือ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบ

10.2. โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

10.2.1. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น

10.2.2. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร หรือ ตามแบบกำหนด

10.2.3. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง หรือ ตามแบบกำหนด

10.2.4. ถ้าโคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม หรือ ตามแบบกำหนด

10.2.5. โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (LOUVRE) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิดขัดเงาดัดโค้งพาราบอลิค (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาดัดโค้งพาราบอลิค (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM LOUVRE) และครีบตามขวางทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมมีลายเส้น (PROFILED LAMELLAE) เพื่อลด GLARE

10.2.6. หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด SWITCH-START ขนาด 18 วัตต์ หรือ 9 วัตต์ แล้วแต่กรณี และสีของแสง DAY LIGHT หรือหลอดประเภท LED ทดแทน

10.3. หลอดไฟฟ้า (LED)

หลอด Led tube T8 ขนาดไม่เกิน 16W และ 9W หรือตามแบบกำหนด

10.3.1. มีอุณหภูมิสี (Correlated Color Temperature) 6500K + 500K และมีค่า Color Shift, Duv ไม่เกิน 0.005

10.3.2. LED ที่ใช้ต้องมีผลการทดสอบการคงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (LM-80 Test report) โดยต้องทำการทดสอบที่อุณหภูมิ Case (Ts) ไม่น้อยกว่า 3 ย่านอุณหภูมิที่กระแสขับตามพิกัดของ LED ที่ใช้ โดย LED นั้นต้องสามารถคงความสว่างได้ไม่น้อยกว่า 70 % (L70) ที่อายุไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง

10.3.3. สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้าพิกัด 220 - 240 Volt, 50 Hz

10.3.4. ขั้วหลอดชนิด G13, ความยาว 1200 มิลลิเมตร(16W) ,ความยาว 1200 มิลลิเมตร(9W)และน้ำหนักหลอดไม่เกิน 300 กรัม

10.3.5. ฝาครอบต้องมีลักษณะขุ่นไม่ไสเห็นตัวเม็ด LED

10.3.6. ชุดขับหลอด LED (LED Driver Broad) ติดตั้งอยู่ภายในหลอด LED

10.3.7. หลอดไฟต้องไม่กระพริบ ขณะที่ CAP.BANK เปลี่ยน STEP

10.3.8. สามารถทำงานได้ปกติ ที่อุณหภูมิแวดล้อม -20 to 45 องศาเซลเซียส

10.3.9. ค่า Lumen Output (Lumen output of lamp)

10.3.10. ไม่น้อยกว่า 2,500 ลูเมน และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของหลอดไฟ ไม่เกิน 16 วัตต์ ± 1 วัตต์ (รวมตัวขับกระแสไฟฟ้าแล้ว) หรือ ตามผลิตภัณฑ์

10.3.11. ไม่น้อยกว่า 1,050 ลูเมน และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของหลอดไฟ ไม่เกิน 9 วัตต์ ± 1 วัตต์ (รวมตัวขับกระแสไฟฟ้าแล้ว) หรือ ตามผลิตภัณฑ์

10.3.12. ประสิทธิภาพทั้งระบบของโคมไฟต้องไม่น้อยกว่า 130 ลูเมน/วัตต์ (16W), 1-0 ลูเมน/วัตต์ (9W) หรือ ตามผลิตภัณฑ์

10.3.13. มีค่าฮาร์มอนิกรวมของกระแสด้านเข้า (THDi) ไม่เกิน 15%

10.3.14. มีตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ≥0.90

10.3.15. มีองศาการส่องสว่าง ที่ Plan C90/270 ไม่น้อยกว่า 140 องศา

10.3.16. เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน วัสดุภายนอกของหลอด LED ต้องไม่นำไฟฟ้า และ ขั้วหลอดทั้งสองด้านต้องไม่มีวงจรไฟฟ้าใดๆต่อถึงกัน

10.3.17. ผ่านมาตรฐานความปลอดภัย IEC 62471 : Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems ที่กลุ่มระดับความเสี่ยง RG1 หรือ ต่ำกว่า

10.3.18. ผ่านมาตรฐานความปลอดภัย IEC 60598 -1 Luminaires – Part 1 : General requirements and tests หรือเทียบเท่า โดย รุ่นของ LED Chipที่ใช้ต้องสอดคล้องกับ IES LM-80 (LM-80 Test report)

10.3.19. ผ่านมาตรฐาน EN 55015:2006 Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment หรือเทียบเท่า

10.3.20. ผ่านมาตรฐาน IEC 61000-3-2: Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase) หรือเทียบเท่า

10.3.21. ผ่านมาตรฐาน IEC 61000-3-3: Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection หรือเทียบเท่า

10.3.22. ผ่านมาตรฐาน IEC 61547 : Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements หรือเทียบเท่า

10.3.23. ผ่านมาตรฐาน IEC 62776 : Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications หรือเทียบเท่า

10.3.24. ผ่านมาตรฐาน RoHS

10.3.25. ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประเภทบริภัณฑ์ส่องสว่าง และบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน ขีดจำกัดสัญญาณวิทยุ มอก.1955 / 2551

10.3.26. ผ่านการทดสอบทางด้านประสิทธิภาพ IES LM79-08

10.3.27. ผลิตภัณฑ์ผลิตจากโรงงานที่ผ่านมาตรฐานระบบการบริหารงานคุณภาพ ISO 9001

10.3.28. ค่าความสว่างให้เป็นไปตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องมาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง

10.3.29. ตรวจวัดระดับความเข้มแสง

10.4. ผลิตภัณฑ์

10.4.1. LUMINAIRE (LOCAL)

- Secutech
- Unilamp
- Lamptitude
- Toshiba

10.4.2. LAMP HOLDER

- PHILIPS
- BJB
- VOSSLOH
- GE

10.4.3. LED LAMP

- L&E
- OSRAM
- Secutech
- Unilamp

10.4.4. BALLAST

- PHILIPS
- OSRAM
- MK
- BOVO

- ATCO
- ARMSTRONG

10.4.5. LAMPS CAPACITOR

- THORN EMI
- PHILIPS
- ELECTRONICON
- ADVANCE
- ATCO

หมวดที่ 11 : โคมแสงสว่างฉุกเฉิน โคมแสงสว่างป้ายทางออกฉุกเฉิน

11.1. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

11.1.1. โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่ (LOW VOLTAGE CUT-OFF ที่ประมาณ 1.75 โวลต์ต่อเซล) ตามมาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน ฉบับล่าสุดของ ว.ส.ท.

11.1.2. หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด LED 2 × 9 วัตต์ ที่มีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 400 Lumen หรือ LED ขนาด 2 × 12 วัตต์ ที่มีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 780 Lumen ตามที่ระบุในแบบ ค่าอุณหภูมิสี 3,000 - 3,500 องศาเคลวินหรือดีกว่า และหากหลอด LED หลอดใดหลอดหนึ่งในโคมไฟฟ้าดับหรือขาดลง หลอด LED ที่เหลือต้องยังคงส่องสว่างอยู่ได้ ความเข้มของแสงสว่างต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด ตลอดเวลาที่แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

11.1.3. แบตเตอรี่ใช้เป็นชนิด Lithium iron phosphate, 3.2V DC 6 AH. ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง กรณีของหลอด 2 × 9 วัตต์ หรือไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง 00 นาที กรณีของหลอด 2 × 12 วัตต์ โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่า 87.5 - 90% ของแรงดันปกติของ BATTERY โดยสายขั้วต่อแบตเตอรี่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการต่อขั้วแบตเตอรี่ผิดที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ขั้วต่อกันสลับ หรือมีระบบป้องกันความผิดพลาดดังกล่าวด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

11.1.4. ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้.-

11.1.4.1. สถานะการประจุแบตเตอรี่ (CHARGE และ FULL CHARGE)

11.1.4.2. สถานะของ INPUT LINE (POWER “ON”)

11.1.4.3. สถานะของแบตเตอรี่ว่าสามารถสำรองไฟได้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงหรือไม่

11.1.5. เครื่องประจุแบตเตอรี่ได้เต็ม ต้องสามารถประจุภายในเวลา 10-12 ชั่วโมง

11.1.6. ให้มีระบบการทดสอบทั้งที่ตัวเครื่องและระบบทดสอบแบบไร้สาย (INFRARED REMOTE SYSTEM) เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และ INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการประจุแบตเตอรี่ด้วย

11.1.7. HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็ก ELECTRO GALVANIZED หรือ ALUMINUM EXTRUDE หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร หรือ วัสดุแข็งแรงชนิดอื่นๆ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดีและพ่นเคลือบด้วยสีอย่างน้อย 2 ชั้น HOUSING สำหรับบรรจุอุปกรณ์ควบคุม ทำจากวัสดุABS หรือวัสดุแข็งแรงชนิดอื่นๆ หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องสามารถระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

11.1.8. สายปลั๊ก AC แบบ 3 ขา มีกราวน์

11.1.9. อุปกรณ์และการติดตั้ง ต้องไม่ขัดแย้งกับมาตรฐานไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และป้ายทางออกฉุกเฉิน ฉบับล่าสุดของ ว.ส.ท.

11.1.10. การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (REMOTE LAMP) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม (ผู้ออกแบบอนุมัติ)

11.1.11. อายุการใช้งานหลอด LED ไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง

11.1.12. การรับประกันวงจรควบคุมไม่น้อยกว่า 5 ปี

11.1.13. การรับประกันแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 2 ปี โดยแบตเตอรี่ต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลารับประกันแบตเตอรี่

11.2. โคมแสงสว่างป้ายทางออกฉุกเฉิน (EXIT SIGN LIGHT)

11.2.1. คุณสมบัติโคมแสงสว่างป้ายทางออกฉุกเฉิน ขนาดความยาวป้าย 35 เซนติเมตร

11.2.1.1. **คุณสมบัติทั่วไป**

11.2.1.1.1. โคมแสงสว่างฉุกเฉินได้รับการทดสอบและรับรองตามมาตรฐาน ดังนี้

1) ว.ส.ท. 201004-18 (แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 4)
2) มอก. 1955-2551 “บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน: ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ”

11.2.1.1.2. ตัวกล่องสำหรับบรรจุและรับน้ำหนักของแบตเตอรี่ ทำจากอลูมิเนียม (Aluminum Extrude) หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร หรือ วัสดุแข็งแรงชนิดอื่นๆ เคลือบสีอย่างดี ทั้งนี้ต้องสามารถระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

11.2.1.1.3. ขนาดตัวกล่องยาว 35.4 cm. × หนา 3.5 cm. × สูง 21.9 cm. หรือขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต

11.2.1.1.4. ติดตั้งได้ 3 รูปแบบ คือ ติดเพดาน, แขวนลอย, ติดผนัง เป็นชนิดแผ่นป้าย (Slim Type)

11.2.1.2. **คุณสมบัติทางเทคนิค**

11.2.1.2.1. โคมหลอดไฟ

- ใช้หลอด LED High Power เป็นแหล่งกำเนิดแสง ขนาดไม่เกิน 10 W. ค่าอุณหภูมิ สี 5,700 -6,500 องศาเคลวิน และหากหลอด LED หลอดใดหลอดหนึ่งในโคมไฟฟ้าดับหรือขาด

ลงหลอด LED ที่เหลือต้องยังคงส่องสว่างอยู่ได้ ความเข้มของแสงสว่างต้องสามารถครอบคลุมสัญลักษณ์ของป้ายได้ทั้งหมดตลอดเวลาที่แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

11.2.1.2.2. วงจรควบคุม

- INPUT AC 220-240 VAC 50 Hz. SINGLE PHASE
- CHARGER ต้องเป็นแบบ Automatic Battery Charging and Rechargeable Maintenance
- Free สามารถชาร์จประจุไฟฟ้าให้แก่ BATTERY ให้กลับคืนสู่สภาวะปกติได้ภายในเวลา 10-12 ชั่วโมง
- มีวงจรตรวจสอบความผิดปกติของแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติ และเตือนเมื่อพบความผิดปกติ
- มี INDICATOR LAMP แสดงสถานะไฟ AC เข้าเครื่อง
- มี INDICATOR LAMP แสดงสภาวะการชาร์จประจุและแบตเตอรี่เต็ม (CHARGE / FULL)
- สามารถสั่งทดสอบการทำงานของแบตเตอรี่ด้วยรีโมทคอนโทรลแบบอินฟราเรด หรือปุ่มทดสอบที่ตัวเครื่อง

11.2.1.2.3. ป้ายสัญลักษณ์

- ป้ายแสดงสัญลักษณ์เป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ตามที่ถูกระบุในแบบติดตั้ง โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง

11.2.1.2.4. แบตเตอรี่

- ใช้แบตเตอรี่แห้งหรือ Lithium iron phosphate (LiFePO4) 3.2 V 3600 mAh x 1 ลูก หรือดีกว่า
- สามารถจ่ายกำลังงานเพื่อการส่องสว่างได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- ผ่านการรับรองมาตรฐาน UL และ ISO 9001
- รับประกันคุณภาพแบตเตอรี่ 2 ปี และรับประกันวงจรควบคุม 5 ปี

11.3. ผลิตภัณฑ์

11.3.1. DYNO

11.3.2. ELEKTRA

11.3.3. SUNNY

11.3.4. Secutech

หมวดที่ 12 : สายสัญญาณคอมพิวเตอร์

12.1. ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19นิ้ว (19” RACK STANDARD)

12.1.1. คุณสมบัติทั่วไป [เลือกขนาดที่จะใช้]

12.1.1.1. บริษัทฯผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งตู้เก็บอุปกรณ์ข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม จะต้องเสนออุปกรณ์ดังนี้ ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว, รางไฟ, พัดลมระบายอากาศ, ถาดรองอุปกรณ์ และอื่นๆ ให้ครบถ้วน

12.1.1.2. บริษัทฯผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน

12.1.1.3. บริษัทฯผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องส่งตู้ตัวอย่างเพื่อประกอบการพิจารณาคุณสมบัติก่อนการติดตั้งหรือก่อนการส่งมอบตู้เก็บอุปกรณ์

12.1.1.4. บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย

12.1.1.5. ต้องมีแคตตาล็อคตัวจริง และแสดงรายละเอียดของคุณลักษณะของตู้โดยละเอียด

12.1.2. คุณสมบัติทางเทคนิค

12.1.2.1. เป็นตู้แร็ค 19 นิ้ว ตั้งพื้น สำหรับใส่แผงกระจายสายสัญญาณ (Patch Panel) และ อุปกรณ์เน็ตเวิร์ค (Networking) และคอมพิวเตอร์ [เลือกขนาที่จะใช้งาน]

12.1.2.1.1. ขนาดความสูง 42 U (205 ซม.)

12.1.2.1.2. หน้ากว้าง 60 ซม. หรือ 80 ซม.

12.1.2.1.3. ความลึก 100 ซม. หรือ 110 ซม.

12.1.2.2. ผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอจะต้องเป็นของใหม่ และเป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ COMMSCOPE (ชื่อเดิม AMP) หรือ 19"GERMANY EXPORT RACK หรือ LINK (Ameri-can Standard) หรือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ได้แก่ รางไฟ (AC Power Distribution), ถาดใส่อุปกรณ์ (Component Shelf), พัดลมระบายอากาศ (Heavy Duty Fan) เป็นต้น

12.1.2.3. ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310-D (Rev. of EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC60297-2, BS 5954 : Part 2 และ DIN 41494 เป็นอย่างน้อย

12.1.2.4. ตู้ออกแบบเป็นระบบ Modular Knock Down และสามารถถอดประกอบในการติดตั้งและสะดวกในการขนส่ง โดยต้องมีคู่มือแสดงการประกอบทุกขั้นตอน อยู่ในสื่อ Social ที่สามารถค้นหาได้ทั่วไป

12.1.2.5. โครงสร้างของตัวตู้ออกแบบการยึดโครงตู้ด้วยระบบลิ่ม (เพิ่มความแข็งแรงและทนทาน) และตัวฐานของตู้ ต้องผลิตจากเหล็ก Electro Galvanize Sheet Steel หนาไม่น้อยกว่า 1.5 mm และเสายึดอุปกรณ์ผลิตจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm

12.1.2.6. ประตูหน้าแบบ ACYLIC สีชา หนา 5 มม. มีขอบประตูฝังครีบยางสีเทา ป้องกันทั้งบานแบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น

12.1.2.7. ประตูหลังเป็นประตูเหล็ก มีช่องระบายอากาศด้านล่าง เจาะรูพร้อมแผ่นกรองฝุ่น ที่สามารถถอดทำความสะอาดได้ ด้านในประตูหลังมีโครงเหล็กกว้าง 70 mm. ยึดฝาประตูเป็นรูปตัว T เพื่อป้องกันประตูพริ้ว (ยกเว้นตู้ขนาด 15U) และบานพับประตูต้องผลิตด้วยวัสดุพลาสติก ABS เหนียวพิเศษ ไม่ขึ้นสนิมและไม่มีเสียงเวลาเปิด-ปิด สามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ มีกุญแจ Master Key แบบ Cam Lock และปั๊มจมฝังเสมอหน้าตู้

12.1.2.8. ฐานตู้มีขนาดเท่ากับตัวตู้ มีบานสไลด์ (Shutter) พร้อมฟองน้ำสีเทาบริเวณที่ร้อยสายสัญญาณเพื่อป้องกันสัตว์เล็ดลอดเข้าไปในตู้ ขาตั้ง สามารถปรับขึ้น – ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 4 ขา ทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต และป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าลงพื้น ออกแบบให้ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา เพื่อรองรับแรงสั่นสะเทือน

12.1.2.9. ลูกล้อทำจากวัสดุ Nylon Six สีดำ และหมุนได้ 360 องศา สามารถรองรับน้ำหนัก Static load ได้ 150 kgs/ ล้อ

12.1.2.10. ใช้กระบวนการพ่นสีและอบสี Electro Static Powder Coating สี New Shine Two Tone (ขาวเทา - เทาเข้ม) ตามมาตรฐานสากล ASTM-D3363 หรือ ASTM-D3359 หรือ ASTM-D522.

12.1.2.11. ตู้สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด1200กิโลกรัม(Static Load) โดยมีเอกสารการทดสอบจากสถาบันที่ได้มาตรฐาน

12.1.2.12. อุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญของตู้แร็ค 19 นิ้ว ได้แก่ บานพับ กุญแจ ลูกล้อ ต้องถูกออกแบบมาเฉพาะ เพื่อใช้งานตู้แร็ค 19 นิ้ว และต้องมีเครื่องหมายการค้าของตู้แร็ค 19 นิ้ว ปรากฏบนอุปกรณ์ทุกชิ้น

12.1.2.13. เสายึดอุปกรณ์จะต้องมีหมายเลข U สกรีนบนเสาทุกเสา และต้องแถมชุดสกรู M6 ตัวผู้และตัวเมีย สีเงินเงา พร้อมแหวนรองและพลาสติกครอบสกรูครบชุด เท่ากับจำนวน U ของ RACK (ส่งมอบพร้อมกับตู้แร็ค 19 นิ้ว)

12.1.2.14. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ปลอดสนิมอย่างน้อย 30 ปี

12.1.2.15. ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

12.2. รางไฟ (AC Power distribution)ขนาด [20] Outlet [เลือกขนาดที่จะใช้]

12.2.1. เป็นรางไฟสำหรับอุปกรณ์เน็ตเวิร์คและคอมพิวเตอร์ มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Line suppression), อุปกรณ์ตัดกระแสไฟเกิน และป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

12.2.2. สายไฟเป็นไปตามมาตรฐาน TIS 11 Part5-2553 มีขนาดไม่น้อยกว่า 3x2.5 mm2 และมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร

12.2.3. เต้ารับเป็นไปตามมาตรฐาน TIS 166-2549 ทำจากวัสดุ PC/ABS มาตรฐาน UL94V-0 พร้อมมีโลโก้ปั๊มนูนบนเต้ารับและเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้เก็บอุปกรณ์

12.2.4. ปลั๊กตัวผู้เป็นไปตามมาตรฐาน TIS 166-2549(16A)

12.2.5. โครงสร้าง (Housing) ทำจากเหล็ก Electro Galvanized steel สีเทาอ่อนและพ่นสีแบบ Electrostatic powder coating

12.2.6. มีสวิตซ์ปิด – เปิดพร้อมไฟแสดงสถานะการทำงานและมี Electronic Circuit Breaker ขนาด 16 A เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

12.2.7. รองรับกระแสไฟ 250VAC, 60 Hz และรองรับกระแสไฟสูงสุด 3,680W มีค่า Surge Current 6.5 KA สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -25°C ถึง 85°C

12.2.8. ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดและมีเอกสารการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม TIS 2432-2555

12.2.9. ผลิตจากโรงงานที่ได้รับรอง ISO9001:2015 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้แร็ค 19 นิ้ว และรับประกัน 1 ปี

12.3. ชุดพัดลมระบายอากาศจำนวน [2] ตัว [เลือกจำนวนที่จะใช้]

12.3.1. พัดลมเป็นแบบ Heavy Duty โดยตัวแกนเป็นระบบ 2 Ball Bearing

12.3.2. ตัวโครงทำจากวัสดุ Die-cast aluminum housing ขนาด 120 x 120 x38 mm.

12.3.3. หน้ากากเป็นวัสดุ ABS สีดำหนา 7 mm. มีเครื่องหมายการค้าปั๊มนูน

12.3.4. มี Technical Specification ดังนี้

12.3.5. Speed 2400 rpm หรือ ดีกว่า

12.3.6. Max air flow 2.01 m3 /min หรือ ดีกว่า

12.3.7. Operating temp-30 °C to +70°C

12.3.8. เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้เก็บอุปกรณ์

12.3.9. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ 1 ปี

12.4. สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)

12.4.1. เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงที่มีหัวต่อเป็นแบบ SC/LC หรืออื่น ๆตามการใช้งาน

12.4.2. มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2017, ANSI/TIA-568.3-D, FOTP EIA/TIA-455, IEC 60793,IEC 60794

12.4.3. มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.3 dB, มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 50 dB สำหรับ Single mode

12.4.4. มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.3 dB, มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 20 dB สำหรับ Multimode

12.4.5. วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrules เป็นชนิด Zirconia Ceramic, Pre-radiused

12.4.6. สายเป็นแบบ Duplex มีขนาด 3.0 mm และรองรับแรงดึง 200 N

12.4.7. มีความยาวของสายอย่างน้อย 3 เมตร

12.4.8. เป็นสายประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน และ ผ่านการทดสอบ 100%

12.4.9. สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน และขณะเก็บรักษาตั้งแต่ -40°C ถึง 85°C

12.4.10. เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงและผ่านมาตรฐาน RoHS Compliant

12.4.11. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.5. ระบบสายสัญญาณ FIBER OPTIC SOLUTION

12.5.1. ชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Adapter Snap Plate)

12.5.1.1. เป็นชนิด LC

12.5.1.2. ลักษณะเป็นตัวเมียสองด้าน ชนิด Single Modeหรือ Multimode ตามการใช้งานยึดติดกับแผ่นอลูมิเนียมเพื่อความแข็งแรง

12.5.1.3. สามารถติดตั้งเข้ากับ FDU ได้ มี Snap 2 ด้านเป็นลักษณะกดเข้าและดึงออกเพื่อง่ายต่อการติดตั้ง

12.5.1.4. Housing ของ ST และ FC Adapter ทำด้วย Nickel plate Brass

12.5.1.5. Housing ของ SC และ LC Adapter ทำด้วยPBT หรือPolycarbonat

12.5.1.6. Sleeve ทำด้วย Ceramic สำหรับ Single mode และ Sleeve ทำด้วย Phosphor Bronze สำหรับ Multimode เพื่อความทนทานและแม่นยำในการเชื่อมต่อ

12.5.1.7. เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

12.5.1.8. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.5.2. แผ่นปิดช่องแผงเก็บสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Blank Snap Plate)

12.5.2.1. ลักษณะเป็นแผ่นอลูมิเนียมสีดำเพื่อปิดช่องว่างใน FDU

12.5.2.2. สามารถติดตั้งเข้ากับ FDU ได้ มี Snap 2 ด้านเป็นลักษณะกดเข้าและดึงออกเพื่อง่ายต่อการติดตั้ง

12.5.2.3. เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง

12.5.2.4. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.6. หัวต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Pigtail

12.6.1. เป็นหัวต่อแบบ Pigtail ชนิด Multimode หรือ Singlemode มีหัวต่อชนิด LC

12.6.2. มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2017, ANSI/TIA-568.3-D, FOTP EIA/TIA-455, IEC 60793,IEC 60794

12.6.3. มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.15 dB, มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 20 dB สำหรับ Multimode

12.6.4. มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.15 dB, มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 50 dB สำหรับ Singlemode

12.6.5. วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrules เป็นชนิด Zirconia Ceramic, Pre-radiused

12.6.6. สายเป็นแบบ Buffer มีขนาด 0.9 mm หรือ 3.0 mm และรองรับแรงดึง 200 N

12.6.7. มีความยาวของสายอย่างน้อย 1 เมตร

12.6.8. เป็นสายประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน และ ผ่านการทดสอบ 100%

12.6.9. สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน และขณะเก็บรักษาตั้งแต่ -40°C ถึง 85°C

12.6.10. เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสงและผ่านมาตรฐาน RoHS Compliant

12.6.11. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.7. ระบบสายสัญญาณ UTP CAT6A SOLUTION

แผงกระจายสาย (Patch Panel) UTP CAT 6

12.7.1. ตัวแผงกระจายสายจะเป็นแบบ Unload โดยใช้ CAT6A RJ45 Modular Jack มาติดตั้งเข้ากับตัวแผงกระจายสาย ต่อสายเข้าด้านหลังโดยตรง 180 องศา

12.7.2. เป็นแผงกระจายสายที่มีจำนวนการกระจายสายไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต ขนาด 1U ออกแบบสำหรับสัญญาณระดับ 10 Gigabit Ethernet และมาตรฐาน Category 6 A

12.7.3. โดยด้านหน้าของแผงจะติดตั้งตัว CAT 6A RJ45 Modular Jack แบบสลับฟันปลา เพื่อลดสัญญาณรบกวน

12.7.4. มี support Bar ช่วยในการจัดสายด้านหลังเพื่อความทนทานและใช้งานได้ยาวนาน

12.7.5. มีขนาด สูง 1.75 นิ้ว (1U) สำหรับชนิด 24 ports

12.7.6. ตัวแผงและ Support bar ทำจาก*พลาสติก* หรือ พลาสติก พิเศษ Nylon + Glass Fiber

12.7.7. มีคำว่า CAT6A และมีเครื่องหมายการค้าปรากฏบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

12.7.8. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6A และ CAT 6A RJ45 Modular Jack

12.7.9. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.8. สายสัญญาณ

12.8.1. SFP 1.25G, DDMI, 1000Base-LX, Single-mode (Mini-GBIC) มีคุณสมบัติดังนี้

12.8.1.1. เป็นอุปกรณ์ SFP (Mini-GBIC) ที่สามารถใช้กับสาย Fiber Optic ชนิด Single-mode ระยะทางไม่ต่ำกว่า 10km ได้

12.8.1.2. เป็นอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน 1000Base-LX, และ IEEE802.3z

12.8.1.3. ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V, ใช้กับหัวต่อ Connector แบบ LC Duplex จำนวน 1 พอร์ต

12.8.1.4. ใช้งานที่ความยาวคลื่น 1310nm

12.8.1.5. มีค่า Transmit Power ที่ -9.5 dBm ถึง -3 dBm

12.8.1.6. มีค่า Sensitivity ที่ -23 dBm

12.8.1.7. ใช้ Class 1 Laser เป็นตามมาตรฐาน EN 60825-1

12.8.1.8. มีฟังก์ชั่น DDMI (Digital Diagnostic Monitoring Interface) สำหรับแสดงสถานะของการทำงาน

12.8.1.9. สามารถใช้งานร่วมกับ Media Converter และ Switch ที่เสนอได้

12.8.1.10. รองรับอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating Temperature) 0°C ถึง 70°C และขณะเก็บรักษา (Storage Temperature) -40°C ถึง 85°C

12.8.1.11. ผ่านการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม RoHS

12.8.1.12. เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Media Converter มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 3 ปี

12.8.2. SFP, 1000Base-SX, Multimode (Mini GBIC) มีคุณสมบัติดังนี้

12.8.2.1. เป็นอุปกรณ์ SFP (Mini GBIC) ที่สามารถใช้กับสาย Fiber Optic ชนิด Multimode ระยะทาง 220/550m ได้

12.8.2.2. เป็นอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน 1000Base-SX, และ IEEE 802.3z

12.8.2.3. เป็น SFP ที่ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V, ใช้กับหัวต่อ LC Duplex จำนวน 1 พอร์ต

12.8.2.4. ใช้งานที่ความยาวคลื่น 850 nm

12.8.2.5. มีค่า Transmit Power ที่ -8 ถึง -4dBm

12.8.2.6. มีค่า Sensitivity ที่ -19 dBm

12.8.2.7. ใช้ Class 1 Laser ตามมาตรฐาน EN 60825-1

12.8.2.8. มีฟังก์ชั่น DDMI (Digital Diagnostic Monitoring Interface) สำหรับแสดงสถานะของการทำงาน

12.8.2.9. สามารถใช้งานร่วมกับ Media Converter และ Switch ที่เสนอได้

12.8.2.10. รองรับอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating Temperature) 0°C ถึง 70°C และ ขณะเก็บรักษา (Storage Temperature) -40°C ถึง 85°C

12.8.2.11. ผ่านการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม RoHS

12.8.2.12. เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Media Converter มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 3 ปี

12.8.3. SFP, 1000Base-SX, Multimode (Mini GBIC) มีคุณสมบัติดังนี้

12.8.3.1. เป็นอุปกรณ์ SFP (Mini GBIC) ที่สามารถใช้กับสาย Fiber Optic ชนิด Multimode ระยะทาง 2km ได้

12.8.3.2. เป็นอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน 1000Base-SX, และ IEEE 802.3z

12.8.3.3. เป็น SFP ที่ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 V, ใช้กับหัวต่อ LC Duplex จำนวน 1 พอร์ต

12.8.3.4. ใช้งานที่ความยาวคลื่น 1310 nm

12.8.3.5. มีค่า Transmit Power ที่ -9 ถึง -1dBm

12.8.3.6. มีค่า Sensitivity ที่ -19 dBm

12.8.3.7. ใช้ Class 1 Laser ตามมาตรฐาน EN 60825-1

12.8.3.8. มีฟังก์ชั่น DDMI (Digital Diagnostic Monitoring Interface) สำหรับแสดงสถานะของการทำงาน

12.8.3.9. สามารถใช้งานร่วมกับ Media Converter และ Switch ที่เสนอได้

12.8.3.10. รองรับอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating Temperature) 0°C ถึง 70°C และขณะเก็บรักษา (Storage Temperature) -40°C ถึง 85°C

12.8.3.11. ผ่านการรับรองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม RoHS

12.8.3.12. เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Media Converter มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 3

12.8.4. สายสัญญาณ UTP CAT6A

12.8.4.1. เป็นสายเชื่อมต่อสำเร็จรูป S/FTP Category 6A ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017 ,EN-50173-1, IEC 60603-7 และ RoHS 3 Compliant เป็นอย่างน้อย

12.8.4.2. สามารถรองรับการใช้งาน 10/100/1000 Base-T, 2.5G/5G Base-T IEEE802.3bz, IEEE 802.3 i/u/ab., IEEE 802.3af (PoE), IEEE 802.3at (PoE+), IEEE 802.3bt (4PPoE) และ HDBaseT 2.0 เป็นอย่างน้อย

12.8.4.3. มีตัวนำสัญญาณเป็นทองแดงแกนฝอย (Stranded Bare Copper) ขนาด 26 AWG

12.8.4.4. ปลายสายทั้งสองด้านเป็นหัว RJ45 modular plug ยึดติดกับบูทสีใสทรง Slim ช่วยประหยัดพื้นที่และยืดอายุการใช้งาน

12.8.4.5. ต้องมีเครื่องหมายผลิตภัณฑ์บนหัวตัวผู้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ

12.8.4.6. เปลือกนอกทำจากวัสดุ Lead Free, FR-LSZH ต้านการลามไฟตามมาตรฐาน IEC 60332-1 ,เกิดควันน้อยตามมาตรฐาน IEC IEC 61034-1และ -2 และปราศจากสารพิษตามมาตรฐาน IEC 60754-1 และ -2 เมื่อเกิดอัคคีภัย

12.8.4.7. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายทองแดงตีเกลียว UTP CAT6A และมีการรับประกันผลิตภัณฑ์ 30 ปี

12.8.4.8. มีสีและความยาวให้เลือกเพื่อสะดวกในการเลือกใช้งาน 2 สี ได้แก่ สีขาว และ สีฟ้าน้ำทะเล ความยาว 1, 2, 3, 5, 10, 15 และ 20 เมตร

12.8.4.9. ค่า Impedance เท่ากับ100 ±15 Ohms, 1MHz ถึง 650 MHz

12.8.4.10. เปลือกนอกทำจากวัสดุ Lead free, FR-LSZH สามารถรองรับแรงดึงได้ 50 N

12.9. ถาดพักจุดต่อสาย (Splice Tray)

12.9.1. เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันและจัดเก็บจุดต่อสาย Fiber Optic สำหรับ Rack mount และ Wall mount ทำจากวัสดุอลูมิเนียม น้ำหนักเบาและแข็งแรงทนทาน

12.9.2. สามารถรองรับจุดต่อสายไฟเบอร์ได้สูงสุด 12 Core

12.9.3. สามารถติดตั้งได้กับกล่องเก็บสายไฟเบอร์ของผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน

12.9.4. ภายในมีถาดพลาสติกพร้อมฝาปิดสำหรับวาง Protector sleeve ได้

12.9.5. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 2 ปี

12.10. หลอดต่อสาย (Protector Sleeve)

12.10.1. เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันจุดต่อสาย Fiber Optic ลักษณะเป็นท่อใสเพื่อให้มองเห็นจุดต่อภายในได้อย่างชัดเจน มีเข็มสแตนเลสภายในท่อทำหน้าที่เป็น strength member เพิ่มความแข็งแรงให้กับจุดต่อสาย

12.10.2. สามารถติดตั้งได้กับถาดพักจุดต่อสาย (Splice Tray) ของผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน

12.11. หน้ากากสำหรับเต้ารับสาย (Face Plate with Shutter)

12.11.1. สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 Jack, Tool Free RJ45 Jack, RJ11 Modular Jack ได้

12.11.2. มีสัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์เป็นสีน้ำเงินและโทรศัพท์เป็นสีแดง เพื่อความชัดเจนใน การใช้งาน

12.11.3. มีกระดาษขาวทำป้ายชื่อและมีพลาสติกใสปิดทับอีกครั้งป้องกันไม่ให้หลุด

12.11.4. มีจำนวนช่องสำหรับใช้งานจำนวน 1 และ2ช่อง

12.11.5. ผลิตจากวัสดุชนิด ABS/Polycarbonate, UL 94V-0

12.11.6. ต้องมีเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตบนหน้ากากที่นำเสนอ

12.11.7. ผ่านการรับรองมาตรฐาน RoHS

12.11.8. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP

12.11.9. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.12. เต้ารับสายสัญญาณตัวเมีย แบบชีลล์ (Shielded RJ 45 modular Jack) CAT 6A

12.12.1. สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณระดับ 10Gigibit Ethernet และมาตรฐาน Category 6 A มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568.2-D, IEC 60603-7

12.12.2. Housing ทำจาก Zinc Alloy with nickel plated และมี Auto Shutter ปิดกันฝุ่น

12.12.3. สามารถเสียบปลั๊กเข้า-ออกได้ไม่น้อยกว่า 1000 ครั้งและเข้าสายได้ไม่น้อยกว่า 200 ครั้ง

12.12.4. ด้านหลังของ Modular Jack มี Code สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ

12.12.5. T568A และ T568B และสามารถต่อสายเข้าด้านหลังโดยตรง 180 องศาโดยที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือในการเข้าสาย (Tool Free)

12.12.6. Jack Contact ทำจาก Phosphor Bronze ชุบทองหนา 50 micro-inch และมี Shield Contact Point ทำจาก Stainless steel (SUS 304)

12.12.7. รองรับการ Terminate สายตั้งแต่ขนาด 22-26 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด Solid และ

Stranded และรองรับสายขนาด Diameter 5mm - 9mm

12.12.8. มีเครื่องหมายการค้าปรากฏบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

12.12.9. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6A

12.12.10. มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

12.13. ระบบสาย FIBER OPTIC OUTDOOR / INDOOR (สายใยแก้วนำแสงเอนกประสงค์ที่สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร)

12.13.1. ข้อกำหนดคุณสมบัติทั่วไป

12.13.1.1. ระบบสายสัญญาณ FIBER OPTIC ต้องออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐานสากล ANSI/TIA-568 และต้อง ประกอบด้วย สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic), แผงกระจายสาย (FDU) หรือ กล่องพักสาย (FIBER BOX), หัวต่อสาย (Connector) หรือ หัวต่อสายปล่อยปลาย (Pigtail), สายพ่วงใยแก้วนำแสงสำเร็จรูป (Fiber Optic Patch Cable) และตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐาน (19" Rack) โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน และมีการรับประกัน 30 ปี

12.13.1.2. บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องผ่านการอบรมทางด้านการติดตั้ง (Installation), การออกแบบ(Design) ระบบสายสัญญาณ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย อย่างน้อย 2 ท่านโดยมีเอกสารใบรับรองผ่านการอบรมมายื่นในวันประมูล

12.13.1.3. บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรอง ISO9001:2015

12.13.1.4. บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่มีสาขาในประเทศไทยระบบสายนำสัญญาณต้องได้รับการรับประกัน Product Warranty ไม่น้อยกว่า 30 ปี

12.13.2. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งได้ทั้ง ภายนอกและภายในอาคาร (Outdoor / Indoor) [Multimode OM2 เลือกจำนวนที่จะใช้ 4 หรือ 6 หรือ 8 หรือ 12 Core]

12.13.2.1. เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีคุณลักษณะพิเศษ สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคาร

12.13.2.2. มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ ANSI/TIA-568.3-D, ANSI/CEA696&596, ISO/IEC 11801, Telcordia (Bell core) GR20 & GR409 และ RoHS Compliant

12.13.2.3. เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน 4 หรือ 6 หรือ 8 หรือ 12 Core

12.13.2.4. เป็นโครงสร้างแบบ SINGLE LOOSE TUBE โดยทำจากวัสดุ PBT ภายใน LOOSE TUBE เติมสาร Thixotropic Jelly Compound เพื่อป้องกันความชื้น, มีวัสดุรับแรงดึง (Strength Member) ชนิด Water Blocking E-Glass Yarns ห่อหุ้มเพื่อใช้รับแรงดึง และมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันน้ำซึมเข้าสาย

12.13.2.5. เปลือกนอก (JACKET) ทำด้วยวัสดุสังเคราะห์พิเศษ Polyethylene with FR-LSZH ต้านการลามไฟตามมาตรฐาน IEC 60332-1-2 , เกิดควันน้อยตามมาตรฐาน IEC 61034-2 และปราศจากสารพิษตามมาตรฐาน IEC 60754-2 เมื่อเกิดอัคคีภัย ความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm. และมี Rip Cord เพื่อช่วยในการปอกสาย

12.13.2.6. มีคุณสมบัติ Geometrical Performance ดังนี้

12.13.2.6.1. มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 850 nm ไม่เกิน 2.7 และ 2.5 dB/km

12.13.2.6.2. มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1300 nm ไม่เกิน 0.8 และ 0.7 dB/km

12.13.2.6.3. มีค่า Bandwidth ที่ความยาวคลื่น 850 nm ไม่ต่ำกว่า 500 MHz/km. และที่ความยาวคลื่น 1300 nm ไม่ต่ำกว่า 500 MHz/km.

12.13.2.6.4. มีค่า Cladding Non-circularity ไม่เกิน 1.0 %

12.13.2.6.5. มีค่า Core/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 1.5 µm

12.13.2.6.6. มีค่า Coating/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 12 µm

12.13.2.6.7. มีค่า Coating Diameter, Primary ไม่เกิน 242 ±5 µm

12.13.2.6.8. มีค่า Coating Diameter, Secondary ไม่เกิน 250 ±5 µm

12.13.2.6.9. มีค่า Proof Test Stress เท่ากับ 100 Kpsi

12.13.2.6.10. ค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 850nm เท่ากับ 1.482

12.13.2.6.11. มีค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 1300nm เท่ากับ 1.477

12.13.2.7. สามารถรับแรงดึงขณะติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1,800 N และขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 900N และสามารถทนต่อแรงกดทับได้ไม่น้อยกว่า 1,500 N/10 cm

12.13.2.8. สายขนาด 4-8 core มี Cable Diameter ไม่เกิน 7.2±0.5 mm และ น้ำหนัก ไม่เกิน 53±5 kg/km., สายขนาด 12 core มี Cable Diameter ไม่เกิน 7.7±0.5 mm และ น้ำหนัก ไม่เกิน 60±5 kg/km.

12.13.2.9. มีรัศมีการโค้งงอของสายขณะติดตั้งไม่เกิน 15 เท่า และขณะใช้งานไม่เกิน 10 เท่า

12.13.2.10. สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน, ขณะติดตั้งตั้งแต่ -40°C ถึง 70°Cและขณะเก็บรักษาตั้งแต่ -40°C ถึง 75°C

12.13.2.11. มีรหัสสีบอก Fiber และ Loose tube ตามมาตรฐาน TIA/EIA-598-A เพื่อสะดวกในการเรียงสาย

12.13.2.12. สายใยแก้วนำแสงต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน

- Tensile loading Test (TIA/EIA-455-33A and IEC 60794-1-2-E1A)
- Compression Test(TIA/EIA-455-41A and IEC 60794-1-2-E3)
- Repeated Bending Test (TIA/EIA-455-104A and IEC 60794-1-2-E6)
- Impact Test (TIA/EIA-455-25B and IEC 60794-1-2-E4)
-
- Cable Bending Test (IEC 60794-1-2-E11B)
- Cable Twist or Torsion Test (TIA/EIA-455-85A and IEC 60794-1-2-E7)
- Temperature Cycling Test(TIA/EIA-455-3A and IEC 60794-1-2-F1)
- Water Penetration Test (TIA/EIA-455-82B and IEC 60794-1-2-F5)

12.14. PoE Switch : Managed Gigabit Ethernet PoE Switch

12.14.1. ข้อกำหนดคุณสมบัติทั่วไป

12.14.1.1. อุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องมีการรับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี และมีศูนย์บริการ (Service Center) ในประเทศไทย พร้อมเบอร์สายด่วน (Hotline) ที่ให้บริการแบบ 8 ชั่วโมง x 6 วันต่อสัปดาห์ เพื่อให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิค

12.14.1.2. อุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องเป็นของใหม่, ไม่เป็นของเก่าเก็บและยังอยู่ในสายการผลิต พร้อมทั้งมีการสำรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยต้องมีหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย

12.14.1.3. อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายสัญญาณ LAN และสายใยแก้วนำแสงที่นำเสนอ

12.14.2. ข้อกำหนดคุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ มีดังต่อไปนี้

12.14.2.1. เป็น L2 Managed Gigabit PoE Switch จำนวน 24 พอร์ต โดยเป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบบริหารจัดการได้ ที่มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2

12.14.2.2. อุปกรณ์ต้องรองรับการทำงานบนมาตรฐาน IEEE ดังต่อไปนี้ IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3af/at, IEEE 802.3x, IEEE 802.3az, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1q, IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x และ IEEE 802.1ab เป็นอย่างน้อย

12.14.2.3. มีพอร์ตใช้งานเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ ผ่านสาย UTP แบบ 10/100/1000Base-T จำนวน 24 พอร์ตโดยรองรับ Auto MDI/MDI-X และแต่ละพอร์ตสามารถจ่ายไฟ (PoE) ได้ รองรับการทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.3af/at โดยแต่ละพอร์ตสามารถจ่ายไฟได้สูงสุด 30W

12.14.2.4. มีช่องสำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายผ่าน Fiber Optic หรือ UTP แบบ Gigabit Combo Port (SFP และ RJ45) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

12.14.2.5. อุปกรณ์มีขนาด Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 56Gbps และขนาด Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 41.7Mpps

12.14.2.6. อุปกรณ์สามารถรองรับจำนวน Mac address ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 Mac address

12.14.2.7. อุปกรณ์รองรับการบริหารจัดการผ่านทาง Web interface (GUI) ได้

12.14.2.8. อุปกรณ์รองรับ Protocol แบบ IPv4 และ IPv6

12.14.2.9. อุปกรณ์มีไฟ LED แสดงสถานะของการทำงานได้แก่ PWR, SYS, PoE, Link/Act, 10/100M, 1000M

12.14.2.10. อุปกรณ์มีความสามารถในการจ่ายไฟ รวมไม่น้อยกว่า 400 วัตต์

12.14.2.11. ผ่านมาตรฐานความปลอดภัยและการแพร่กระจายสนามแม่เหล็ก FCC และ CE พร้อมแนบเอกสารใบรับรอง (Certification)

12.14.2.12. อุปกรณ์ต้องได้รับการทดสอบ RFC 2544 และมีรายงานของผลการทดสอบ RFC 2544 แบบ Pair To Pair ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบ Throughput, Latency และ Frame Loss เป็นอย่างน้อย โดยรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต้องออกโดยผู้ผลิต มีรายละเอียดของการทดสอบดังนี้

- การทดสอบ Throughput ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 980Mbps
- การทดสอบ Latency ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่เกิน 50µs
- การทดสอบ Frame Loss ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่เกิน 0.1%

12.14.2.13. Spec Access Point / Router wireless Ax 3000 wifi 6

Speed : 2.4 GHz 574 – 800 Mbps

: 5 GHz 2402 Mbps

Power : DC adapter POE + Power

12.15. ผลิตภัณฑ์

12.15.1. DATA CABLE

- LINK
- AMP
- BELDEN
- PANDUIT
- R&M
- VENINE CABLE

12.15.2. ACCESS Point

- TP Link
- Ubiquiti
- Tenda

12.15.3. DATA RACK AND ACCESSORY

- LINK RACK
- GERMAN RACK
- PANDUIT
- APC

12.15.4. PATCH PANEL

- LINK
- AMP
- BELDEN
- PANDUIT

หมวดที่ 13 : ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

13.1. ความต้องการทั่วไป

13.1.1. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Conventional System โดยที่สามารถ Individual Zone Supervision, Individual Audible and Visual Signal circuit Supervision ได้อย่างน้อย โดยสายสัญญาณและอุปกรณ์การเดินสาย พร้อมวิธีการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70,72 อุปกรณ์เกี่ยวกับการตรวจจับและการรับส่งสัญญาณจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL Listed หรือ JFEII โดยผู้จัดจำหน่ายต้องเป็นบริษัทที่เชื่อถือได้และได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ และหนังสือรับรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยระบุชื่อโครงการ แสดงจำนวนอุปกรณ์ในระบบ และรับรองว่าเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

13.1.2. ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก อย่างน้อยดังนี้

13.1.2.1. ตู้ควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel: FCP)

13.1.2.2. ตู้ควบคุมและแจ้งแยกสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)

13.1.2.3. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเพลิงไหม้ (Signal Initiating Devices)

13.1.2.4. อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Audible Alarm Devices)

13.1.2.5. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ (Other Devices)

13.2. การทำงานของระบบ

13.2.1. การทำงานของระบบเป็นแบบ Presignal เมื่อมีการแจ้งเหตุโดย Manual Station หรือ Detector ที่ชั้นใดหรือโซน ใด ๆ ระบบจะแจ้งสัญญาณไปที่ FCP หลอด LED ที่ Annunciator และ Remote Annunciator (ถ้ามี) จะติดสว่าง พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบจนกว่าจะกด Silenced Switch เสียงสัญญาณ

จะเงียบแต่หลอดไฟจะติดสว่างอยู่จนกว่าเจ้าหน้าที่จะเข้าแก้ไขจนระบบกลับสู่สภาวะปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้ใดกด Silence Switch ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (สามารถโปรแกรมได้) ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุไปที่โซนนั้น และภายในเวลา 0-5 นาทีต่อไปก็จะส่งสัญญาณแจ้งเหตุทั่วทั้งอาคาร (General Alarm) การส่งสัญญาณ General Alarm นี้ สามารถทำได้โดยตรง โดยใช้ Key Switch ที่ Manual Station ด้วย

13.2.2. เมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานต้องมี Alarm Relay Contact อย่างน้อย 1 SPDT (สามารถเพิ่มเติมได้ภายหลัง) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ Lift, AHU และ Pressurized Fan เป็นต้น

13.2.3. การจัดเตรียมโซนอินพุทเพื่อรองรับระบบ Flow swich และ Supervisory switch เพื่อให้สามารถแสดงผลในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องประสานกับเจ้าของผลิตภัณฑ์ในการรับผิดชอบในการเดินสายต่างๆ เพื่อมายังระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

13.2.4. เมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นในระบบ เช่น สายสัญญาณขาดหรืออุปกรณ์ถูกถอดจะต้องมีสัญญาณไฟ LED Trouble และข้อความบนจอ LCD แสดงจุดที่เกิด Trouble พร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้

13.3. ความต้องการด้านเทคนิค

13.3.1. ตู้ควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel: FCP) มีส่วนประกอบดังนี้

13.3.1.1. ตู้ควบคุมระบบแบบ Conventional เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในระบบ ซึ่งตู้ควบคุมสามารถรองรับโซน Detector ได้ไม่น้อยกว่า 10 โซนและโซน Alarm ได้ไม่น้อยกว่า 4 โซน โดยตู้ควบคุมต้องเป็นสีเทาหรือตามผลิตภัณฑ์

13.3.1.1.1. LED

- AC Power
- Alarm
- Supervisory
- Trouble
- Monitor
- Disable
- Ground Fault
- Test

13.3.1.1.2. Switch

- Reset
- Alarm Silence
- Trouble
- Drill

13.3.2. Power Supply

13.3.2.1. Battery สำรอง และมีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยอัตโนมัติ Battery เป็นแบบ Seal Lead Acid หรือดีกว่า อายุการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3 ปี ขนาดเพียงพอให้ระบบทำงานได้ในการทำงานปกติ 24 ชั่วโมงและหลังจากนั้นแล้วต้องสามารถจ่ายโหลดวงจร แจ้งเหตุทั้งหมดได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

13.3.3. Graphic Annunciator

13.3.3.1. เป็นแผงแสดงจุดเกิดเหตุเป็นภาพอาคาร Plate ทำด้วย Aluminium Anodized มี Switch Buzzer Silence, Lamptest และ Buzzer มี LED แสดงโซนตรวจจับ, โซน Flow Switch และโซน Supervisory ทุกโซน

13.3.4. Manual Station

13.3.4.1. เป็นชนิด Non-Code Presignal Pull Type with key Switch เป็นโลหะหล่อ พ่นสีแดง มีแท่งแก้วป้องกันการดึงได้ง่าย และ Key Switch ต้องประกอบสำเร็จมาพร้อมกับตัว Pull Station จากโรงงานผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน UL

13.3.5. Smoke Detector Photoelectric

13.3.5.1. เป็นชนิด Photoelectric light scatter , 2 Wire Circuit, Standby Current 60 microAmp Alarm 55 mA Max. มี LED กระพริบแสดงสถานะเมื่อปกติ และติดค้างเมื่อ alarm ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน 16-28 Vdc Operating Temp (-10)-(+55) DegC สามารถต่อ Remote LED ได้ ติดตั้งโดยประกบเข้ากับฐานให้สายไฟยึดกับฐานเท่านั้น สามารถติดตั้งได้ที่ระยะห่างไม่น้อยกว่า 9.1 เมตร ที่เพดานราบ ความสูงไม่น้อยกว่า 4.6 เมตร มีค่าความไวในการตรวจจับควัน 1.23%~3.20% per ft (Sensitivity and range) สามารถมองเห็น Alarm LED ได้ 360 องศา ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL286

13.3.6. Heat Detector

13.3.6.1. เป็นชนิด Combination ROR 15Deg F/min and Fixed Temp 135 Deg F, Fixed Temp 135 135DegF หรือ 194 Deg F ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน 16-28 Vdc Operating Temp (-10)-(+50) DegC สามารถมองเห็น Alarm LED ได้ 360 องศา ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL521

13.3.7. Smoke Beam Detector

13.3.7.1. เป็นเครื่องตรวจจับควันชนิดใช้ลำแสงอินฟราเรด แบบตัวรับ-ตัวส่งในเครื่องเดียวร่วมกับแผ่นสะท้อน

- ระยะการตรวจจับ (Protection Range) รองรับระยะตั้งแต่ 8 ถึง 100 เมตร เป็นอย่างน้อย
- แรงดันไฟฟ้าที่ทำงาน (Operating Voltage) 20 ถึง 28 VDC

- ความไว (Sensitivity)สามารถปรับตั้งค่าความไวได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ
- มีไฟ LED แสดงสถานะอย่าน้อย 3 สี 3 สถานะ (Red: Fire; Yellow: Fault; Green: Alignment)
- มีจอแสดงผลแบบดิจิทัลเพื่อช่วยในการปรับแนวลำแสง
- ต้องได้รับมาตรฐาน UL, FM หรือ EN54-12:2015 เป็นอย่างน้อย

13.3.8. Alarm Bell

1.3.8.1 เป็นชนิดสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยเฉพาะ เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 6” สีแดง ความดังไม่ต่ำกว่า 83 dBA ที่ความสูง 10ft. ใช้กับแรงดัน 24 Vdc. มี Weather Proof Box (Option) ULC, FM

13.3.9. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Notification Appliances) ชนิดของอุปกรณ์ตามระบุในแบบ

13.3.9.1. Horns with Strobes

ใช้ไฟ 24 Vdc ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ ระยะ 3 เมตร ความสว่างของแสงสามารถปรับระดับความสว่างได้ 15cd, 30cd, 75cd ไฟกระพริบทุก 1 วินาที โดย Horn สามารถเลือกชนิดเสียงแบบ Constant หรือ T3 temporal , Strobe Light เป็นชนิด LED ได้รับมาตรฐาน UL

13.3.9.2. Horns

ใช้ไฟ 24 Vdc ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ ระยะ 3 เมตร โดยที่เสียงสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นเสียง Temperal horn หรือ Continious , High – Low dB ได้รับมาตรฐาน UL

13.3.9.3. Horns (สำหรับติดตั้งภายในห้องพักอาศัย)

รองรับการใช้งานที่ความถี่ 520 Hz ใช้ไฟ 24 Vdc ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 78 dB ที่ ระยะ 3 เมตร โดยที่เสียงสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นเสียง Temperal horn หรือ Continious, High – Low dB ได้รับมาตรฐาน UL

13.4. การติดตั้งและทดสอบ

13.4.1. ให้ติดตั้ง FCP และอุปกรณ์อื่นๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

13.4.2. ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย

13.4.3. การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA และตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาให้ด้วย

13.5. ผลิตภัณฑ์

13.5.1. EDWARD

13.5.2. BOSCH

13.5.3. SECUTECH

13.5.4. SIEMENNS

13.5.5. POTTER