# รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)

## หมวด งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร

## (ELECTRICAL & COMMUNICATION SYSTEM)

## โครงการจ้างออกแบบก่อสร้างอาคารศูนย์บริการวิชาการ และเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรม

สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

**๗ มีนาคม ๒๕๖๖**

# สารบัญ


| รายการ | | หน้า |
|---|---|---|
| **หมวดที่ 1** | **ความต้องการทั่วไป** | |
| 1. | บทนำ | 1 |
| **หมวดที่ 2** | **ความรับผิดชอบ** | |
| 1. | การสำรวจบริเวณก่อสร้าง | 6 |
| 2. | การตรวจสอบแบบ ราการและข้อกำหนด | 6 |
| 3. | พนักงาน | 6 |
| 4. | การติดต่อและค่าธรรมเนียม | 7 |
| 5. | การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง | 7 |
| 6. | การทำงานนอกเวลาทำการปกติ | 7 |
| 7. | การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ | 7 |
| 8. | การจัดทำตารางแผนงาน | 8 |
| 9. | การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน | 8 |
| 10. | การประชุมโครงการ | 8 |
| 11. | รายการแก้ไขงานติดตั้ง | 8 |
| 12. | การทดสอบเครื่องและระบบ | 9 |
| 13. | การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ | 9 |
| 14. | การส่งมอบงาน | 9 |
| 15. | การรับประกัน | 10 |
| 16. | การบริการ | 10 |
| **หมวดที่ 3** | **การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง** | |
| 1. | การตัด เจาะ | 11 |
| 2. | การปิดช่อง | 11 |
| 3. | การจัดวางแท่นเครื่อง | 11 |
| 4. | การยึดท่อและอุปกรณ์เกี่ยวกับโครงสร้างอาคาร | 11 |
| 5. | งานติดตั้งในห้องเครื่อง | 12 |

## สารบัญ

**รายการ** **หน้า**


| | | |
|---|---|---|
| 6. | ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์ | 12 |
| 7. | เพิงและโรงเรือนชั่วคราว | 12 |
| 8. | กำจัดสิ่งปฏิกูล | 13 |
| 9. | การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน | 13 |
| **หมวดที่ 4** | **การประสานงาน** | |
| 1. | การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและสถาปนิก | 14 |
| 2. | การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ | 14 |
| **หมวดที่ 5** | **ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค** | |
| 1. | ความปลอดภัยและการป้องกัน | 15 |
| 2. | อุปกรณ์ปฐมพยาบาล | 15 |
| 3. | รายงานอุบัติเหตุ | 15 |
| 4. | การป้องกันการล่วงล้ำเขตที่ | 15 |
| 5. | การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค | 15 |
| 6. | การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน | 16 |
| 7. | ของมีค่าและวัตถุโบราณ | 16 |
| **หมวดที่ 6** | **วัสดุ และอุปกรณ์** | |
| 1. | วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน | 17 |
| 2. | เครื่องมือ | 17 |
| 3. | การขนส่งและการนำเครื่องและอุปกรณ์ เข้าหน่วยงาน | 17 |
| 4. | การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ | 17 |
| 5. | การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ | 18 |
| 6. | ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ | 18 |
| 7. | การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุอุปกรณ์ | 18 |
| 8. | รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์ | 18 |
| 9. | การป้องกันน้ำเข้าอาคาร | 19 |
| 10. | การทาสีป้องกันผุกร่อนและรหัสสี | 19 |

# สารบัญ

**รายการ** **หน้า**


| | | |
|---|---|---|
| **หมวดที่ 7** | **สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง (HIGH VOLTAGE EQUIPMENT)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 21 |
| 2. | สายไฟฟ้าแรงสูง | 21 |
| 3. | Lightning Arresters | 21 |
| 4. | High-Voltage Distribution Fuse Cutouts and Fuse Links | 21 |
| 5. | High-Voltage Concrete Pole and Assembly | 21 |
| 6. | การติดตั้ง | 22 |
| 7. | การทดสอบ | 22 |
| **หมวดที่ 8** | **สวิทซ์เกียร์แรงสูง (GAS INSULATION SWITCHGEAR)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 23 |
| 2. | สภาพแวดล้อมในการใช้งาน | 23 |
| 3. | มาตรฐานอ้างอิงและสถาบันทดสอบ | 23 |
| 4. | พิกัดของแผงสวิทช์ | 23 |
| 5. | การรับประกัน | 26 |
| **หมวดที่ 9** | **หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (DRY TYPE CAST RESIN)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 27 |
| 2. | คุณลักษณะของหม้อแปลง | 27 |
| 3. | สภาวะการใช้งาน | 27 |
| 4. | รายละเอียดทางเทคนิคของหม้อแปลง | 28 |
| 5. | หม้อแปลงต้องมีอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้ | 28 |
| 6. | การผลิตและทดสอบ | 28 |
| 7. | การรับประกัน | 29 |
| **หมวดที่ 10** | **เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (GENERATOR SET)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 30 |
| 2. | เครื่องยนต์ (ENGINE) | 30 |
| 3. | เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ALTERNATOR) | 31 |
| 4. | แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน | 31 |

## สารบัญ


| รายการ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5. | ชุดตู้สลับการทำงานอัตโนมัติ (AUUTOMATIC TRANSFER SWITCH) | 32 |
| 6. | การทำงาน | 34 |
| 7. | การติดตั้ง | 34 |
| 8. | การทดสอบ | 35 |
| 9. | อะไหล่ | 35 |
| 10. | รับประกันและบริการ | 36 |
| **หมวดที่ 11** | **เครื่องจ่ายไฟสำรองแบบต่อเนื่อง (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 37 |
| 2. | เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง | 37 |
| 3. | แบตเตอรี | 41 |
| 4. | การติดตั้ง | 42 |
| 5. | การทดสอบ | 43 |
| 6. | การรับประกัน | 43 |
| 7. | การบริการ | 43 |
| **หมวดที่ 12** | **แผงเมนสวิทช์จ่ายไฟแรงต่ำ (MAIN DISTRIBUTION BOARD)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 45 |
| 2. | พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า | 45 |
| 3. | ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ | 46 |
| 4. | บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ | 46 |
| 5. | สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ | 47 |
| 6. | Mimic Bus และ Nameplate | 47 |
| 7. | Air Circuit Breaker | 47 |
| 8. | Molded Case Circuit Breaker | 48 |
| 9. | Digital Meter | 49 |
| 10. | Surge Protection | 51 |
| 11. | Automatic Main Capacitor Bank | 53 |
| 12. | การทดสอบ | 56 |

## สารบัญ


| รายการ | | หน้า |
|---|---|---|
| **หมวดที่ 13** | **แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 58 |
| 2. | การออกแบบและการสร้าง | 58 |
| **หมวดที่ 14** | **แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (PANEL BOARD)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 59 |
| 2. | การออกแบบและการสร้าง | 59 |
| **หมวดที่ 15** | **บัสเวย์ (BUSWAY)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 60 |
| 2. | ความต้องการทางด้านเทคนิค | 60 |
| 3. | การติดตั้ง | 61 |
| 4. | การทดสอบ | 61 |
| 5. | การรับประกัน | 62 |
| **หมวดที่ 16** | **สายไฟฟ้าแรงต่ำ (LOW VOLT CABLE)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 63 |
| 2. | ชนิดของสายไฟ | 63 |
| 3. | การติดตั้ง | 63 |
| 4. | การทดสอบ | 64 |
| **หมวดที่ 17** | **สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 65 |
| 2. | ชนิดของสายไฟ | 65 |
| 3. | คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ | 65 |
| 4. | การติดตั้ง | 66 |
| **หมวดที่ 18** | **รางเคเบิ้ล (CABLE TRAY)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 67 |
| 2. | ข้อมูลทางด้านเทคนิค | 67 |
| 3. | การติดตั้ง | 67 |
| 4. | การทดสอบ | 68 |

## สารบัญ


| รายการ | | หน้า |
|---|---|---|
| **หมวดที่ 19** | **รางเดินสายไฟ (WIREWAY)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 69 |
| 2. | ข้อมูลทางด้านเทคนิค | 69 |
| **หมวดที่ 20** | **ท่อร้อยสายไฟ (CONDUIT)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 70 |
| 2. | ข้อมูลทางด้านเทคนิค | 70 |
| **หมวดที่ 21** | **กล่องอุปกรณ์และกล่องต่อสาย (BOX)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 72 |
| **หมวดที่ 22** | **สวิตช์นิรภัย (SAFETY SWITCH)** | |
| 1. | Disconnecting Switch หรือ Safety Switch | 73 |
| 2. | Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker) | 73 |
| **หมวดที่ 23** | **สวิตช์ไฟฟ้า (SWITCH)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 74 |
| **หมวดที่ 24** | **เต้ารับไฟฟ้า (RECEPTACLE)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 75 |
| 2. | เต้ารับสำหรับระบบพิเศษ | 75 |
| **หมวดที่ 25** | **ดวงโคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ (LIGHTING FIXTURE)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 76 |
| 2. | ดวงโคมไฟฟ้า | 76 |
| 3. | การติดตั้งดวงโคม | 78 |
| **หมวดที่ 26** | **ระบบแสงสว่าง และป้ายทางออกฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT & EXIT SIGN)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 79 |
| 2. | ข้อกำหนดทางเทคนิค | 79 |
| 3. | กล่องหรือตู้ | 80 |
| 4. | หลอดไฟฟ้าหรือดวงโคม | 80 |
| 5. | ป้ายทางออกฉุกเฉิน | 80 |

## สารบัญ


| รายการ | | หน้า |
|---|---|---|
| 6. | การติดตั้ง | 81 |
| **หมวดที่ 27** | **ระบบการต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 82 |
| 2. | ข้อกำหนดทางเทคนิค | 82 |
| 3. | การทดสอบ | 82 |
| **หมวดที่ 28** | **ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 83 |
| 2. | การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง | 83 |
| 3. | ระบบล่อฟ้าชนิด Faraday Case | 83 |
| 4. | การติดตั้ง | 84 |
| **หมวดที่ 29** | **ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 85 |
| 2. | ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) | 85 |
| 3. | แผงต่อสายโทรศัพท์เมน (Main Distribution Frame) | 85 |
| 4. | ตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย (Telephone Terminal Cabinet) | 86 |
| 5. | Connection Module | 86 |
| 6. | Arrestors | 86 |
| 7. | Label holder | 87 |
| 8. | Disconnection Plug | 87 |
| 9. | Protection Magazine | 87 |
| 10. | เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet) | 87 |
| 11. | สายโทรศัพท์ (Telephone Cable) | 87 |
| 12. | การรับประกันและการบริการหลังการขาย | 88 |
| **หมวดที่ 30** | **ระบบข่ายคอมพิวเตอร์ (DATA NETWORK SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 89 |
| 2. | อุปกรณ์ ระบบเครือข่าย | 89 |
| 3. | เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย | 94 |
| 4. | ระบบสายสัญญาณ UTP CAT6 | 96 |

## สารบัญ


| **รายการ** | | **หน้า** |
|---|---|---|
| 5. | ระบบสายสัญญาณ FIBER OPTIC | 99 |
| 6. | อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย (Firewall) | 102 |
| **หมวดที่ 31** | **ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 104 |
| 2. | ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด | 104 |
| 3. | คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิคกล้องโทรทัศน์วงจรปิด | 105 |
| 4. | คุณลักษณะของระบบแสดงผลภาพแบบหลายหน้าต่าง | 110 |
| **หมวดที่ 32** | **ระบบควบคุมการเข้าออก (ACCESS CONTROL SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 113 |
| 2. | คุณสมบัติทางเทคนิค | 113 |
| 3. | ความต้องการทางด้านการใช้งานระบบ | 115 |
| 4. | เครื่องคอมพิวเตอร์ แม่ข่าย (Server) | 116 |
| 5. | เครื่องคอมพิวเตอร์ ลูกข่าย | 117 |
| 6. | ระบบข่ายเชื่อมโยง Switch (HUB) | 117 |
| 7. | การติดตั้ง | 117 |
| **หมวดที่ 33** | **ระบบเสียงประกาศ (PUBLIC ADDRESS SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 118 |
| 2. | คุณสมบัติทางเทคนิค | 118 |
| 3. | การติดตั้งและทดสอบระบบ | 127 |
| **หมวดที่ 34** | **ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 129 |
| 2. | คุณสมบัติทางเทคนิค | 129 |
| 3. | ขอบเขต | 135 |
| 4. | การติดตั้ง | 135 |
| 5. | การทดสอบระบบ | 136 |

## สารบัญ

**รายการ** **หน้า**


| | | |
|---|---|---|
| **หมวดที่ 35** | **ระบบควบคุมแสงอัตโนมัติ (LIGHTING CONTROL SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 137 |
| 2. | ขอบเขต | 137 |
| 3. | คุณสมบัติทางด้านเทคนิค | 137 |
| 4. | อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย | 139 |
| 5. | การติดตั้งและทดสอบ | 140 |
| **หมวดที่ 36** | **ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BUILDING AUTOMATION SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 141 |
| 2. | คุณลักษณะทางด้านเทคนิค | 142 |
| 3. | การฝึกอบรม | 146 |
| 4. | การทดสอบ | 146 |
| **หมวดที่ 37** | **ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 147 |
| 2. | คุณสมบัติของวัสดุ | 147 |
| 3. | การติดตั้ง | 147 |
| **หมวดที่ 38** | **ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน** | |
| 1. | ความต้องการทั่วไป | 148 |
| 2. | รายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ในโครงการนี้ | 148 |

# หมวดที่ 1 ความต้องการทั่วไป

1 บทนำ

(1) เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า และสื่อสาร และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้งาน ขอบเขตของงานรวมถึงการจัดหา ติดตั้ง ทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไวในแบบเพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง

(2) วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้
   ก) ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
   ข) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6°C (96°F)
   ค) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30°C (86°F)
   ง) ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
   จ) ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยตลอดปี 55%

(3) ระบบไฟฟ้าและสื่อสารประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้-

ก) สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Equipment)
ข) สวิทซ์เกียร์แรงสูง (Gas Insulation Switchgear)
ค) หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Dry Type cast resin)
ง) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator Set)
จ) เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (Uninterruptible Power Supply)
ฉ) แผงเมนสวิทช์จ่ายไฟแรงต่ำ (Main Distribution Board)
ช) แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)
ซ) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (Panel Board)
ฌ) บัสเวย์ (Busway)
ญ) สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Volt Cable)
ฎ) สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)
ฏ) รางเคเบิ้ล (Cable Tray)
ฐ) รางเดินสายไฟ (Wireway)
ฑ) ท่อร้อยสายไฟ (Conduit)
ฒ) กล่องอุปกรณ์และกล่องต่อสาย (Box)
ณ) สวิตช์นิรภัย (Safety Switch)
ด) สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)
ต) เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle)
ถ) ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ (Lighting Fixture)
ท) ระบบแสงสว่างและป้ายทางออกฉุกเฉิน (Emergency Light & Exit Sign)
ธ) ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)
น) ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System)
บ) ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)
ป) ระบบข่ายคอมพิวเตอร์ (Data Network System)
ผ) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)
ฝ) ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control System)
พ) ระบบเสียงประกาศ (Public Address System)
ฟ) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)
ภ) ระบบควบคุมแสงอัตโนมัติ (Lighting Control System)
ม) ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)
ย) ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

(4) คำจำกัดความ

คำนาม คำสรรพนามที่ปรากฏในข้อกำหนด สัญญา และรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญาให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น

| | | |
|---|---|---|
| “เจ้าของโครงการ” | หมายถึง | เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ ตามที่ลงนามในสัญญาและมีอำนาจตามที่ ระบุในสัญญา |
| “ผู้คุมงาน” | หมายถึง | ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน |
| “สถาปนิก” | หมายถึง | สถาปนิก หรือวิศวกรผู้มีนามปรากฏอยู่ในแบบและในเอกสารต่างๆ ในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง |
| ผู้รับจ้าง” | หมายถึง | นิติบุคคล และตัวแทนหรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ |
| “งานก่อสร้าง” | หมายถึง | งานต่างๆ ที่ได้ระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญารายการก่อสร้างและ เอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงาน ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง |
| “แบบประกอบสัญญา” | หมายถึง | แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมา และแบบก่อสร้าง, ที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว |
| “รายละเอียดประกอบ แบบหรือข้อกำหนด” | หมายถึง | ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มี ปรากฏหรือไม่มีปรากฏในแบบ ก่อสร้างตามสัญญานี้ |
| “การอนุมัติ” | หมายถึง | การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ |
| “ระบบประกอบอาคาร” | หมายถึง | ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่นๆ ที่นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง |

(5) ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ซึ่งติดตั้ง ภายนอก และภายใน อาคารตังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และ ถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

(6) สถาบันมาตรฐาน
ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียด ประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

ก) ISO (International Organization for Standardization)
ข) VDE (German Electrical Regulation)
ค) DIN (German Industrial Standard)
ง) IEC (International Electro-technical Commission)
จ) NEC (National Electrical Codes)
ฉ) NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
ช) NFPA (National Fire Protection Association)
ซ) TIS (Thai Industrial Standard)
ฌ) IEE (Institution of Electrical Engineers)
ญ) EN (Europe Norm)
ฎ) UL (Underwriter's Laboratories Inc.)
ฏ) BS (British Standard)
ฐ) IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)
ฑ) ANSI (American National Standard Institute)
ฒ) EIA (Electronic Industries Alliance)
ณ) TIA (Telecommunications Industry Association)
ด) PEA (Provincial Electricity Authority)

(7) สถาบันตรวจสอบ
ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

ก) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณีมหาวิทยาลัย

ข) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค) กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ง) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

จ) สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

## หมวดที่ 2 ความรับผิดชอบ

1 <u>การสำรวจบริเวณก่อสร้าง</u>

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆ ของตนมิได้

2 <u>การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัย หรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง
(2) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรม สาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

3 <u>พนักงาน</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
(2) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกร ควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม
(3) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตาม แบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะ ปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
(4) เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าเมื่อการปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิด ความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
(5) ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

4 <u>การติดต่อและค่าธรรมเนียม</u>

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกันหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้นสำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อ ดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

5 <u>การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง</u>

(1) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวพันกับระบบงานในความรับผิดขอบของผู้รับจ้างสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ
(2) ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดขอบของผู้รับจ้าง
(3) ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวม และดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว
(4) การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดขอบของ ผู้รับจ้าง ให้ ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

6 <u>การทำงานนอกเวลาทำการปกติ</u>

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมงในวันทำงานปกติและทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยทางผู้คุมงานจะเป็นผู้อนุมัติ

7 <u>การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submittal Data) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอผู้คุมงานเพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการ ใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
(2) รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบ เอกสารสนับสนุน เช่น แคตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา

(3) ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกขึ้นที่เสนอเพื่อขออนุมัติ

8 <u>การจัดทำตารางแผนงาน</u>

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน ที่ ประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้คุมงานเป็นระยะๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

9 <u>การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้คุมงาน จำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือน ทุกสัปดาห์แรกของเดือนตั้งแต่เริมเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

(2) รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้. -

ก) จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน

ข) จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน

ค) รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ

ง) วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากสถาปนิก

จ) วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากสถาปนิก

ฉ) เหตุการณ์พิเศษอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

10 <u>การประชุมโครงการ</u>

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคาร หรือผู้คุม งาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

11 <u>รายการแก้ไขงานติดตั้ง</u>

ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้ เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดขอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

12 <u>การทดสอบเครื่องและระบบ</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

(2) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการ และสถาปนิกอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

(4) รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 4 ชุด

(5) ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบระบบไฟฟ้าและสื่อสารอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

13 <u>การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่</u>

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมแบะบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าและสื่อสารของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมระบบของเจ้าของโครงการสามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง

14 <u>การส่งมอบงาน</u>

(1) ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้าและสื่อสารให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความ รับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(2) ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

**(3)** การส่ง และรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยเจ้าของโครงการ หรือ ผู้รับมอบอำนาจ ผู้คุมงานและผู้รับจ้าง

15 <u>การรับประกัน</u>

(1) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร และการติดตั้ง ว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 365 วันนับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

(2) ระหว่างเวลารับประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้ถูกต้อง

(3) ในกรณีที่ วัดสุและอุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแกไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

(4) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

16 <u>การบริการ</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบและการบำรุงรักษาเสนอเจ้าของโครงการ ภายใน 7 วันนับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

(3) ในปีที่ 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบต่างๆ ทุกๆ 3 เดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเสนอเจ้าของโครงการ

## หมวดที่ 3 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

1 <u>การตัด เจาะ</u>

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เจาะต่างๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของงาน สถาปัตยกรรม การตัด เจาะต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างภายหลังการตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้ง อุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

2 <u>การปิดช่อง</u>

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนังพื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องงานระบบ ซึ่งทางโครงการเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียงต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ช่องเปิดเพื่อเดินท่อน้ำ, ท่อลม, ท่อร้อยสายไฟที่ผ่านช่องงานระบบจะต้องปิดและอุดแน่นด้วยวัสดุ ซึ่งสามารถทนไฟไม่ให้ลามระหว่างชั้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3 <u>การจัดทำแท่นเครื่อง</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลัก วิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี
(2) ข้อมูลต่างๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง ต้องแจ้งให้สถาปนิกและผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้ เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

4 <u>การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึดแขวนท่อเครื่อง และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็ก ต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน ก่อนดำเนินการยึดแขวนใด ๆ

(2) ขนาด และชนิดของอุปกรณ์ยึดแขวนจะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำ กว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (Safety Factor = 3)

(3) การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีดขวางงานของระบบอื่นๆ

(4) Expansion Shield ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปีกไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

5 <u>งานติดตั้งในห้องเครื่อง</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการ ดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

(2) แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็น เวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ค่าเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดขอบทั้งสิ้น

6 <u>ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์</u>

(1) ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ช่องงานระบบ ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาดตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดขอบของผู้รับจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

7 <u>เพิงและโรงเรือนชั่วคราว</u>

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่ง สถานที่สร้างเพิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้ง และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนน่าไปใช้งาน วัสดุที่วางกองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคา หรือ

ผ้าใบคลุมป้องกันฝน และแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

8 <u>การกำจัดสิ่งปฏิกูล</u>

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

9 <u>การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน</u>

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวน และการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือน ควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร

# บทที่ 4 การประสานงาน

1 <u>การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิก</u>

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิกในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตาม สมควรแก่กรณี

2 <u>การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ</u>

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดต่อประสานงาน เช่น

ก) การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
ข) การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นั่งร้าน การปฐมพยาบาล
ค) การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ
ง) ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
จ) ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
ฉ) หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกิดกำหนด
ช) การประสานงานในด้านมัณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และมัณฑนากรโดยใกล้ชิด เพื่อให้งานเตรียมการเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

## หมวดที่ 5 ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

1 <u>ความปลอดภัยและการป้องกัน</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสียบาดเจ็บและเสียหายกับ
   ก) พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
   ข) วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
   ค) ถาวรวัตถุอื่นๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภคต่างๆ

(2) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใดๆ ก็ตามอันเนื่องมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง

(3) ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่นเครื่องดับเพลิงไหม้

2 <u>อุปกรณ์ปฐมพยาบาล</u>

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาล อุปกรณ์ช่วยชีวิต ยาสามัญประจำบ้านเก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่าย

3 <u>รายงานอุบัติเหตุ</u>

เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกายหรือ อุบัติเหตุ ให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้คุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรในทันที

4 <u>การป้องกันการล่วงล้ำเขตที่</u>

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการล่วงล้ำ บุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง และดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด ทั้งใน และนอกเวลาปฏิบัติงาน

5 <u>การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค</u>

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่ วไป รวมทั่ งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่ สาธารณะ และ

สาธารณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า และเป็นผู้รับผิดขอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6 <u>การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน</u>

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างบริเวณข้างเคียงและที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก ในระหว่างการ ทำงานก่อสร้างหากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดขอบแก้ไขให้คืนสภาพดีดังเดิมโดยมิชักช้า ในกรณีที่ผู้คุมงานเห็นว่าการป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่ดีพอ ผู้คุมงานอาจมีคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นตามที่เห็นสมควร

7 <u>ของมีค่าและวัตถุโบราณ</u>

ของมีค่า และวัตถุโบราณที่ขุดพบในบริเวณก่อสร้าง หรือเขตที่ดินของเจ้าของโครงการ ให้มอบไว้กับเจ้าของโครงการ การกระทำใดๆ อันแสดงเจตนาปกปิด หรือถือเป็นกรรมสิทธิ์ส่วนตัว เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะแจ้งต่อเจ้าหน้าที่บ้านเมืองให้ ดำเนินการตามกฎหมาย

# บทที่ 6 วัสดุและอุปกรณ์

1 <u>วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน</u>

(1) เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่ เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า

(2) หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียดหรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทนพร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการโดยมิชักช้า

(3) ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

2 <u>เครื่องมือ</u>

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3 <u>การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่อง อุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(3) เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้คุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

4 <u>การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ</u>

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกหากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงานผู้คุมงานจะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

5 <u>การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และสุปกรณ์</u>

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดขอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพ หรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

6 <u>ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคขนาดและ รูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้คุมงานต้องการ ตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ
(2) ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนด เมื่อวิธี และการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

7 <u>การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์</u>

(1) การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
(2) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นขอบจากผู้คุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
(3) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดขอบเองทั้งสิ้น

8 <u>รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์</u>

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

9 <u>การป้องกันน้ำเข้าอาคาร</u>

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด แสดงวิธีการติดตั้ง และเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

10 <u>การทาสีป้องกันผุกร่อนและรหัสสี</u>

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน

ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

| ชนิดของผิววัสดุ | บริเวณทั่วไป | บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง |
|---|---|---|
| -Black Steel Hanger & Support<br>-Black Steel Sheet<br>-Switchboard, Panel board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet | ชั้นที่ 1 Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับ Alkyd<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy |
| -Galvanized Steel Hanger & Support<br>-Galvanized Steel Sheet<br><br>ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นอลูมิเนียม | ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับ Alkyd<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy |
| | ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy<br>ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy | ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy<br>ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy |
| -Stainless Steel Sheet<br>-Aluminum Sheet<br>-Light Alloy<br>-Conduit Clamp | ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับ Alkyd<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับ Alkyd<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy |

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

รหัสสีและสีสัญลักษณ์

ให้แสดงรหัสที่ Clamp ของท่อร้อยสายและท่อร้อยสาย

รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสาย

ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีอักษรสัญลักษณ์

กำหนดสีของรหัสและสัญลักษณ์ต่างๆ ตาราง

ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์

| ลำดับที่ | รายละเอียด | ตัวอักษร | รหัสสี | สีสัญลักษณ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ท่อ-รางสายไฟฟ้ากำลังปกติ | N | แดง | ดำ |
| 2. | ท่อ-รางสายไฟฟ้าฉุกเฉิน | E | เหลือง | แดง |
| 3. | ท่อ-รางสายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ | FA | ส้ม | แดง |
| 4. | ท่อ-รางสายสัญญาณระบบเสียง | S | ขาว | ดำ |
| 5. | ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม | MA | ขาว | ดำ |
| 6. | ท่อ-รางสายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด | CC | ขาว | ดำ |
| 7. | ท่อ-รางสายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย | SEC | น้ำเงิน | ดำ |
| 8. | ท่อ-รางสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า | CL | น้ำตาล | ดำ |
| 9. | ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS) | BAS | ฟ้า | ดำ |
| 10. | ท่อ-รางสายสัญญาณโทรศัพท์ | TEL | เขียว | ดำ |
| 11. | ท่อ-รางสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ | COMP. | ดำ | ขาว |
| 12. | อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ | - | เทาเข้ม | - |
| 13. | Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ | - | น้ำเงิน | ดำ |
| 14. | Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน | - | น้ำเงิน | แดง |
| 15. | Busbar และสายไฟฟ้าแรงต่ำ เฟส A | - | ดำ | - |
| 16. | Busbar และสายไฟฟ้าแรงต่ำ เฟส B | - | แดง | - |
| 17. | Busbar และสายไฟฟ้าแรงต่ำ เฟส C | - | น้ำเงิน | - |
| 18. | Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N) | - | ขาว | - |
| 19. | Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G) | - | เขียว | - |

## หมวดที่ 7 สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Equipment)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ สมรรถนะของสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งอุปกรณ์ซึ่งใช้ในการเดินสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้น เพื่อให้ถูกต้องและเป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

2. สายไฟฟ้าแรงสูง

(1) สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยโดยยึดกับลูกถ้วยฉนวน (Insulator) บนเสาต้องเป็นชนิด Aluminium Conductor Wire ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(2) สายไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ร้อยในท่อหรือวางในรางเคเบิ้ล (Ladder) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ตามมาตรฐาน ICEA (Insulated Cable Engineers Association), IEC 60502 และเป็นที่ ยอมรับของการไฟฟ้าฯ โดยมีกรรมวิธีการผลิตตามมาตรฐาน NEMA ดังนี้

ก) ตัวนำเป็นเส้นลวดทองแดงหลายเส้นรวมกัน (Stranded Wire)

ข) รอบๆ ตัวนำพันหุ้ มด้วยเทปสารกึ่ งตัวนำ (Extruded Semi Conducting Cross- Linked Polyethylene Conductor Shielding Layer)

ค) เปลือกสายนอกของสาย (Jacket) เป็น Cross-Linked Polyethylene sheath

3. Lightning Arresters

(1) Lightning Arresters เป็นแบบ Non-Linear Resistor (Valve-Type) สำหรับใช้ภายนอกอาคาร

(2) Lightning Arresters ต้องผลิต และทดสอบตามมาตรฐานล่าสุดของ IEC 99-1 หรือเทียบเท่า

4. High-Voltage Distribution Fuse Cutouts and Fuse Links

(1) High-Voltage Distribution Fuse Cutouts and Fuse Links ถูกออกแบบมาสำหรับติดตั้งในระบบจำหน่ายขนาด 22 กิโลวัตต์ 50 เฮิรตซ์

(2) High-Voltage Distribution Fuse Cutouts and Fuse Links ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานล่าสุดของ ANSI/IEEE C37, NEMA 502 หรือเทียบเท่า

5. High-Voltage Concrete Pole and Assembly

(1) เสาไฟฟ้าแรงสูงพร้อมฉนวนลูกถ้วยประกอบ ให้เลือกติดตั้งตามสภาพพื้นที่โดยไม่กีดขวางทางสัญจรปกติ

(2) ขนาดเสาคอนกรีตและชนิดลูกถ้วย ให้ใช้มาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าภูมิภาคตามพื้นที่ทำงาน

6. <u>การติดตั้ง</u>

(1) สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ต้องยึดด้วยลวด Performed ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะและลูกถ้วยฉนวนต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

(2) การติดตั้งสาย Underground Cable ที่ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าสู่ภายในสายโดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสมและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

(3) สายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินที่เดินเข้าโครงการ เดินในท่อ RTRC และ Duct Bank ฝังดินไปที่ห้องเมนไฟฟ้าหลังของอาคาร บ่อพักสายใต้ดินตามแบบมาตรฐานการไฟฟ้าฯ การเดินสายไฟฟ้าแรงสูงใช้สาย Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ตลอดความยาวสายทั้งหมดห้ามมีจุดต่อทางไฟฟ้าให้ใช้สายเส้นเดียวตลอดความยาว เดินในท่อเหล็กหนาปานกลาง IMC

(4) การต่อแยกวงจรสายเคเบิลแรงสูง ในกรณีที่ติดตั้งสายเคเบิลที่เป็นการต่อแยกวงจร ต่อข้ามถนน ต่อแยกเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า ต่อแยกเข้าโหลดเบรกสวิทช์ ต่อแยกเข้าดรอพเอาต์ฟิวส์คัตเอาต์ใน Lines ต่อแยกลงสู่หรือขึ้นจากสายเคเบิลแรงสูงแบบฝังดินจะติดตั้งบนคอนคอนกรีตอัดแรงขนาด 100 x 100 x 2,500 มิลลิเมตร ที่ยึดติดไว้ที่หัวเสาไฟฟ้าและการติดตั้งบนคอนคอนกรีตอัดแรงนี้มีลูกถ้วยแบบก้านตรง หรือแบบแขวนเป็นตัวช่วยรับจับยึดดังที่แสดงไว้ในแบบ

7. <u>การทดสอบ</u>

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ

(1) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ทั้งหมด

(2) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตซ์

(3) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้องของการเชื่อมต่อสายไฟ

## หมวดที่ 8 สวิทช์เกียร์แรงสูง (Gas Insulation Switchgear)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ สร้าง และ การติดตั้ง แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 KV SF6 insulated Ring Main Unit เป็นแบบ Modular type (สามารถต่อขยายหรือสลับเปลี่ยนออกในแต่ละตู้ได้) ซึ่งสามารถติดตั้งใช้งานกับระบบ Open loop ด้วยระดับ แรงดันไฟฟ้า 24 KV, 3 Phase, 3 Wire, 50Hz Underground distribution ได้

2. <u>สภาพแวดล้อมในการใช้งาน</u>

แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง Ring main unit ต้องเหมาะกับสภาพการใช้งานในสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

Indoor Installation

- ความสูงประมาณ : 10 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย : 94%

3. <u>มาตรฐานอ้างอิงและสถาบันทดสอบ (Reference Standard and Independent Test Lab)</u>

แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง Ring Main Unit และอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมีการผลิตและทดสอบตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

- IEC 62271-200
- IEC 62271-102
- IEC 62271-105
- ISO 9001
- IEC 62271-100

4. <u>พิกัดของแผงสวิทช์</u>

(1) Load Break Switch Panel

ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง ชนิดใช้ Gas Insulated Switchgear และผ่านการทดสอบ Type Test จากสถาบัน ASTA, KEMA หรือสถาบันที่เชื่อถือได้ (Third Party) โดยมีขนาดพิกัด 24kV, Incoming เป็น Load Break Switch ขนาดพิกัด 630A และ Outgoing เป็น Vacuum Circuit Breaker ขนาดพิกัด 630A

มีขนาดพิกัดดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| Rated voltage | : | 24 kV |
| Number of phase | : | 3 |

Rated frequency : 50Hz
Power frequency withstand voltage : 50 kV (phase to phase/phase to earth)
Lightning impulse withstand voltage : 125kV (phase to phase/phase to earth)
Rated normal current : 630 A
Rated short-time withstand current : 20 kA / 3sec
Rated Short-Circuit Making Current Not less than : 50kA
Degree of protection for Gas tank : IP67
And for doors / cover : IP2X
Internal arc classification(IAC) : AFLR-20 kA / 1sec

(2) โครงสร้างของตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง

ก) เป็นแบบ Metal-Enclosed Type ชนิด SF6 Gas Insulated, Modular type โครงของตู้เป็นแบบ Self-Supporting ชนิดตั้งพื้น ทุก High voltage components ของตู้สวิทช์เกียร์ต้องอยู่ใน Gas hermetically enclosed ซึ่งปลอดภัยที่จะสัมผัสส่วนที่เป็น Gas Tank ต้องเป็น Stainless Steel และมีระดับ (Degree of Protection : IP67 ตามมาตรฐาน IEC60529) ในส่วนอื่นๆ ที่เป็นเหล็ก จะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และการกัดกร่อนแล้วจะต้องพ่นทับด้วยสีอีกชั้นหนึ่ง

ข) สวิทช์เกียร์แรงสูง SF6 Gas Insulated ต้องมี leakage rate น้อยกว่า 0.1 % ต่อปี และ Gas Tank ของทุกๆตู้จะต้องมีอุปกรณ์จุดตรวจสอบปริมาณ SF6 Gas ใน Gas Container เป็น Pressure Gauge Indicator แบบเข็มวัด และมี contact สำหรับ Low pressure alarm และ Low pressure interlock กับอุปกรณ์ตัดต่อเพื่อความปลอดภัย

(3) Load Break Switch Panel

ก) การทำงานแบบ Electric operating button (close/open), Motor Operated และ status ON/OFF indicating light

ข) มี Mechanical Interlock ระหว่าง Load Break Switch กับ Earthing Switch หรือเป็นแบบ Three-Position Switch

ค) กลไก Operating Mechanism ของ Three position Switch ต้องติดตั้งในบริเวณด้านหน้าตู้สวิทช์เกียร์

ง) มี Capacitive Indicating Lamp พร้อม Fault Indicator เพื่อแสดงทิศทางการเกิด Fault

จ) Auxiliary switches สำหรับ Load break และ Earth switch

ขนาดพิกัดไม่น้อยกว่านี้

| | |
|---|---|
| Rated Voltage | 24 kV |
| Rated Current | 630 A |
| Rated Power – Frequency withstand voltage | 50 kV |
| Rated Impulse withstand voltage | 125 kV |
| Rated Short-Time Current (3 sec) Not less than | 20kA |
| Rated Short-Circuit Making Current Not less than | 50kA |

(4) Circuit Breaker Panel

ก) Circuit breaker ที่ใช้ต้องเป็นชนิด Vacuum แบบ Fixed type ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62271-200

ข) ทำงานแบบ Spring Charge Manual Operated และ Motor Operation

ค) มี Trip Coil สำหรับ Open & Close และมี Push button สำหรับ ON และ OFF

ง) มีMechanical Interlock ระหว่าง Circuit Breaker, Disconnector switch กับ Earthing Switch

จ) มี Mechanical Interlock ระหว่าง Disconnector switch กับ Earthing Switch หรือเป็นแบบ Three-Position Switch

ฉ) กลไก Operating Mechanism ของ Three position Switch ต้องติดตั้งในบริเวณด้านหน้าตู้สวิทช์เกียร์

ช) มีอุปกรณ์ Capacitive Indicating Lamp

ซ) มี Auxiliary switches สำหรับ Vacuum circuit breaker และ Earthing switch

ชุด Vacuum Circuit Breaker มีขนาดพิกัดไม่น้อยกว่านี้

| | |
|---|---|
| Rated Voltage | 24 kV |
| Rated Current | 630 A |
| Rated Power-Frequency withstand voltage | 50 kV |
| Rated Impulse withstand voltage | 125 kV |
| Rated Short-Time Current (3 Sec) | 20 kA |
| Rated Short-Circuit Making Current | 50 kA |
| Electrical endurance | ไม่น้อยกว่า E2 |
| Mechanical endurance | ไม่น้อยกว่า M1 |

(5) Interlocks

ก) มีกลไก interlock ของ Disconnector Three position Switch และ Circuit breaker หรือ Load Break Switch กับ Earthing Switch ภายในตู้สวิทช์เกียร์

ข) ต้องมีระบบ Door Interlock ซึ่งจะสามารถเปิดตู้ได้เมื่อได้ทำการสับ Earth แล้วเท่านั้น

ค) มีกลไก interlock ของ อุปกรณ์ตัดต่อ (vacuum circuit breaker) ให้ Open เมื่อ SF6 ใน tank อยู่สถานะ Low pressure เพื่อความปลอดภัย

(6) Cable connection

Cable Terminator สำหรับใช้กับ Load Break Switch Panel and Circuit Breaker Panel เป็นชนิด Bolt-on Type ขนาดไม่น้อยกว่า 630A และเป็นยี่ห้อเดียวกับ Ring main unit

(7) Busbar

ต้องมีขนาดพิกัดไม่น้อยกว่าค่า ดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| Rated normal current | : | 630 A |
| Rated short-time withstand current | : | 20 kA |
| Rated peak withstand current | : | 50 kA |

(8) Protection device

Relay เป็นชนิด Microprocessor ต้องการแหล่งจ่ายพร้อมไฟสำรองอย่างน้อย 8 ชั่วโมงเมื่อไฟดับ เป็นแบบฝังหน้าตู้มีหน้าจอ และต้องมีคุณสมบัติในการทำงานอย่างน้อย ดังนี้

ก) Over current protection, instantaneous trip (50/51)

ข) Phase to ground protection (50N/51N)

ค) Overload protection (49)

ง) Unbalance load protection (46)

จ) มีPort communication (RS485, Modbus TCP) สำหรับรองรับ Control / Monitoring ในอนาคตได้

(9) DC charger and backup battery

ต้องมีระบบไฟสำรองกระแสตรง (DC Charger and backup battery) อย่างน้อย 8 ชั่วโมง เมื่อไฟดับ สามารถจ่ายไฟกระแสตรง (DC supply) ให้ Motor operate และ protection relay ของสวิทซ์เกียร์ได้ และจะต้องติดตั้งบนหลังสวิทซ์เกียร์ เพื่อประหยัดเนื้อที่ของการติดตั้งในส่วนนี้

5. <u>การรับประกัน</u>

การรับประกันทุกชิ้นส่วน รับประกันเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จและจ่ายไฟ

## หมวดที่ 9 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Dry Type cast resin)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ผู้รับจ้างจัดหาและการติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าประเภทใช้งานภายในอาคาร และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับหม้อแปลง และให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น และ ANSI หรือ IEC หรือ GB ฉบับล่าสุด

(2) หม้อแปลงชนิด Dry Type cast resin มีพัดลมเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้อีก 40 %

(3) อุปกรณ์ประกอบย่อยสามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดทั้งทางด้านการทำงาน การใช้งาน และการป้องกัน

(4) การติดตั้งหม้อแปลงจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามกฎของการ ไฟฟ้าท้องถิ่น และตามที่แสดงไว้ในแบบ

(5) Name Plate ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญจะต้องติด Name Plate ทำด้วยโลหะแสดงขนาดและหน้าที่ ของอุปกรณ์นั้น

(6) การเชื่อมต่อระหว่างหม้อแปลงและตู้เมนไฟฟ้า ให้ใช้ Solid & Flexible Copper ขนาดตามแบบ การใช้ Flexible Copper เป็นแบบชนิดแบบถักจากโรงงานผู้ผลิต โดยห้ามดัดแปลงขึ้นจากโรงงานทำตู้ไฟฟ้า

2. <u>คุณลักษณะของหม้อแปลง</u>

(1) ลักษณะทั่วไปของหม้อแปลง
หม้อแปลงชนิดแห้งเป็นแบบ Cast Resin Transformer ผลิตและทดสอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรงและโดยเทคโนโลยี Cast Under vacuum ด้านขดลวดแรงสูง และขดลวดด้านแรงต่ำเป็นแบบ Precast

(2) แกนเหล็ก (Core)
ทำจากHigh grade alloy, low-loss grain oriented cold rolled sheet with particularly resistant double sided lateral insulation และ Iron core ทั้งหมดจะต้องเคลือบด้วย Resin เพื่อป้องกันสนิม

(3) ขดลวด (Winding)
ขดลวดด้ านแรงสู ง(High Voltage Winding) และขดลวดด้ านแรงต่ ำ (Low Voltage Winding)ทำจาก Aluminium และมีค่า Partial discharge < 10 pc ตามมาตรฐาน IEC 60076-11 มาตรฐานสร้างและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60076-11

3. <u>สภาวะการใช้งาน</u>

ใช้ในระดับความสูงไม่เกิน เมตร 100จากระดับน้ำทะเล ที่อุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยตลอดปี องศา 40

94 เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์%

4. <u>รายละเอียดทางเทคนิคของหม้อแปลง</u>

| | |
|---|---|
| Rated capacity AN | : ตามแบบ |
| Rated capacity AF by radial fans | : 40% |
| Rated primary voltage | : ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น |
| Tapping on high voltage | : -4 x 2.5% หรือ +/- 2 x 2.5% |
| Rated secondary voltage | : ตามแบบ |
| Rated frequency | : 50 Hz. |
| No-Load Loss | : Stand Loss |
| Load Loss | : < 1.5% ของขนาดหม้อแปลง |
| Short circuit impedance | : 6% |
| Vector group | : DYN 11 |
| Impulse voltage | : 125 kV |
| HV windings Insulation class | : Class F |
| LV windings Insulation class | : Class F |
| Ambient Temperature | : 40 °C |
| Power rating Increase at lease | : 40% continuous |
| Partial discharge | : < 10 pc (IEC 60076-11) |

5. <u>หม้อแปลงต้องมีอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้</u>

(1) มี Thermistor ต่อ Phase ฝังอยู่ใน Low voltage coil เพื่อวัดอุณหภูมิที่ Low voltage coil

(2) มี Lightning Arrester

(3) มี Bi – directional wheel

(4) มี Lifting lugs

(5) มี Earthing terminal

(6) มีพัดลมระบายอากาศของหม้อแปลงเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าได้อีก 40%

(7) มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลม

(8) มี Enclosure ตามขนาดของผู้ผลิต Enclosure และมี Protection class IP 21 Enclosure ทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า .มม 2

(9) มี Thermometer ชนิด Digital

6. <u>การผลิตและทดสอบ</u>

(1) หม้อแปลงจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC สำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง ยกเว้นเฉพาะ Enclosure เท่านั้น หม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิต และมี

หนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน รวมทั้งการทดสอบ Partial Discharge Test จากตรงงานผู้ผลิตหรือสถาบันที่เชื่อถือได้

โดยมีหัวข้อทดสอบ (Routine Test) จากโรงงานผู้ผลิตดังนี้

ก) Measurement of winding resistance

ข) Measurement of ratio and proof of the vector group

ค) Measurement of short-circuit impedance, impedance voltage and short-circuit losses

ง) Measurement of no-load losses and no-load current

จ) Test with applied withstand voltage

ฉ) Test with induced withstand voltage

ช) Measurement of partial discharge

(2) เมื่อจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องทดสอบว่าแรงดันทางด้านแรงต่ำมีค่าตามที่กำหนด ถ้ายังไม่ได้ตามที่กำหนดต้องเปลี่ยน TAP เพื่อเปลี่ยนแรงดันให้ได้ก่อน จึงจะจ่ายไฟไปสู่วงจรภายนอกได้

(3) ทดสอบระบบควบคุม และระบบเตือนตามที่กำหนดไว้ว่าใช้งานได้หรือไม่

(4) ขอผลและวิเคราะห์การ TEST จากโรงงานผู้ผลิตเพื่อประกอบการจ่ายไฟ

7. <u>การรับประกัน</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าหม้อแปลงที่ติดตั้งเป็นของใหม่ล่าสุดจากโรงงานยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใด หากไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องนำหม้อแปลงใหม่มาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้น

(2) ผู้รับจ้างต้องรับประกันหม้อแปลงเป็นระยะเวลา 1 ปี นับแต่วันที่การไฟฟ้าฯ จ่ายไฟเข้าหม้อแปลงแล้ว และเริ่มใช้งานประจำโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

## หมวดที่ 10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator Set)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (Generator System) บริเวณพื้นที่ของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามแบบที่ผู้ว่าจ้างได้กำหนด

(2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set) โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า ในข้อกำหนดแบบ ชนิด Prime Power Rating ที่ 400/230 โวลต์, ชนิด 3 เฟส 4 สาย 50 Hz. ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที และ Power Factor 0.8

(3) เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบติดตั้งภายในอาคารเหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย จะต้องมีการควบคุมความดังของเสียงรอบห้องเฉลี่ยไม่เกิน 70 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร และบริเวณโดยรอบที่ติดกับห้องอื่นๆ จะต้องมีการคำนวณเสียงที่ส่งผ่านไปยังห้องอื่น ๆ โดย อ้างอิง NC Level ตามมาตรฐาน ASHRAE : 1987 Interior Noise Design Goals

(4) ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ประกอบเสร็จระหว่างเครื่องยนต์, ตัวกำเนิดไฟฟ้าและแผงชุดควบคุมอัตโนมัติ) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001 และ CE ตามมาตรฐานระดับสากลในด้านการออกแบบและผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยเฉพาะ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เคยมีจำหน่าย และใช้งานในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี

(5) ตัวเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อกันเป็นแบบตรง (Direct Coupling) ติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกันพร้อมถังน้ำมันที่แท่นฐานและมีลูกยางรองรับที่แท่นเครื่องกับฐานเพื่อลดการสั่นสะเทือนพร้อมน็อตยึดตัวแท่นเครื่องกับฐานรองรับให้แน่นโดยชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต

(6) เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นรุ่นที่ผลิตขึ้นในปัจจุบันโดย สามารถใช้เชื้อเพลิงและอะไหล่ทดแทนที่มีจำหน่ายในประเทศไทยได้

(7) ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นรุ่นปัจจุบันที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดและเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงเครื่องหมายการค้า (ตราอักษร) ที่มีเจ้าของลิขสิทธิ์ผลิตภัณฑ์นี้อยู่ในประเทศกลุ่มยุโรปหรือสหรัฐอเมริกา เท่านั้น

(8) ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำเข้ามาติดตั้งสำหรับโครงการนี้ ผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องเป็นผู้นำเข้า จำหน่าย ประกอบ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generating set) ที่ได้การรับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2015 และ ISO14001:2015 รวมถึงด้านติดตั้งทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตู้สวิทช์บอร์ด ตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ และเป็นตัวแทนจำหน่ายชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่นำเสนอจากบริษัทผู้ผลิตและได้รับการแต่งตั้งพร้อมมีหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิตสำหรับจำหน่ายโครงการนี้

2. <u>เครื่องยนต์ (Engine)</u>

(1) เครื่องยนต์ดีเซลแบบ V-Type หรือ In Line, 4 Stroke, สามารถให้กำลังงานต่อเนื่อง มีกำลังม้าไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของกำลังไฟฟ้าที่กำหนด (Prime Power Rating) ที่ 1,500 รอบต่อนาที 50 Hz เป็นรุ่นปัจจุบันที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดและเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงเครื่องหมายการค้า (ตราอักษร) ที่มีเจ้าของลิขสิทธิ์ผลิตภัณฑ์นี้อยู่ในประเทศกลุ่มยุโรปหรือสหรัฐอเมริกาเท่านั้น

(2) ระบบระบายความร้อนเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำโดยใช้ปุ่มเพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนในส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำพัดลมและ Thermostat Valve เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิใช้งานของเครื่องยนต์ต้องออกแบบให้สามารถใช้งานได้ดี

(3) ระบบควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ใช้ Governor แบบ Electronic ตามมาตรฐาน ISO8528 หรือ มีระบบ Electronic Control (ECU)

(4) ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ มอเตอร์สตาร์ทแบบไฟตรงพร้อมแบตเตอรีชนิดกรดกำมะถัน-ตะกั่ว (Lead Acid Battery) หรือแบตเตอรีแบบแห้งต้องมีความจุพอที่ใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 3 ครั้งแรงดัน 24 โวลต์และมี Static Battery Charger เพื่อสามารถประจุไฟโดยไม่ต้องสตาร์ทเครื่องยนต์

3. <u>เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)</u>

(1) สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 400/230 โวลต์, 3 เฟส 4 สาย 50 Hz, ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ได้มาตรฐานสากล NEMA, VDE, BS, CSA, IEC และเป็นรุ่นปัจจุบันที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดและเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงเครื่องหมายการค้า (ตราอักษร) ที่มีเจ้าของลิขสิทธิ์ผลิตภัณฑ์นี้อยู่ในประเทศกลุ่มยุโรปหรือสหรัฐอเมริกา เท่านั้น

(2) เป็นแบบชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) และต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยผ่าน Flexible Laminated Steel Disc หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ

(3) ออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยพัดลมซึ่งติดบนแกนเดียวกันกับโรเตอร์

(4) ระบบฉนวนฉนวนของโรเตอร์ และสเตเตอร์ต้องได้มาตรฐานของ NEMA Class H หรือดีกว่า

(5) การควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) ใช้ระบบ Automatic Voltage Regulator โดยสามารถควบคุมแรงดันที่เปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน 0.5% ที่สถานะคงที่ (Steady State)

(6) Excitation Systems เป็นแบบ AREP หรือ PMG สามารถทนค่ากระแสสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 250% ของพิกัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(7) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนวิทยุและระบบอื่น ๆ ตามมาตรฐาน BS หรือ EN

4. <u>แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน</u>

(1) ต้องประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Micro Processor Control) ซึ่งมีหน้าจอแสดงผลเป็น Liquid Crystal

Display (LCD) หรือ LED อุปกรณ์ประกอบเป็นรุ่นปัจจุบันที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและมีตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย ประกอบด้วยอุปกรณ์เครื่องวัดแสดงผลและเสียงสัญญาณเตือนต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

ก) มาตรวัดความถี่ไฟฟ้า ข)

มาตรวัด AC Current ค)

มาตรวัด AC Voltage

ง) มาตรวัดชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์

จ) มาตรวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

ฉ) มาตรวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น

ช) มาตรวัดความเร็วรอบ

ซ) มีตำแหน่งเลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง Automatic-Off-Manual

ฌ) ชุดชาร์จแบตเตอรีอัตโนมัติ (Static Battery Charger)

ญ) มีระบบ Start-Stop เครื่องยนต์อัตโนมัติ

ฎ) ในกรณีภาวะปกติ ให้เครื่องยนต์สตาร์ทอุ่นเครื่องทุก ๆ 7 วัน ครั้งละ 5-15 นาที โดยสามารถตั้งได้ในภายหลัง

ฏ) ระบบป้องกันเครื่องยนต์สำหรับป้องกันการทำงานผิดปกติของเครื่องยนต์และดับเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติอย่างน้อยในกรณีต่อไปนี้

- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงและต่ำเกินกำหนด
- เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่ากำหนด
- อุณหภูมิเครื่องยนต์สูงเกินกำหนด
- ปุ่มหยุดทำงานฉุกเฉินของเครื่อง

ฐ) ชุดควบคุมสามารถเชื่อมต่อกับระบบ BAS (Building Automation System) โดยเน้นการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย Ethernet (IP Based Technology) ซึ่งสามารถ Monitor และ Control ระบบได้

5. <u>ชุดตู้สลับการทำงานอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch)</u>

(1) ตัวสวิตช์จะต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double throw contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า (Electrical Operate) และมีการล็อคตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid- Coil) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า

(Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer)

(2) ตัวสวิตช์ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน UL1008 และ IEC 60947-6-1 เป็นชุดสำเร็จรูปพร้อมใช้งานไม่อนุญาตให้ใช้ Circuit Breaker และ Contactor มาประกอบเป็นชุดสวิตช์โอนย้ายอัตโนมัติ

(3) การเปลี่ยนตำแหน่งการทำงานของ ATS ในกรณีที่ขุดควบคุมขัดข้อง ATS ต้องสามารถทำงานแบบ Manual ได้

(4) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน UL1008 และ IEC 60947-6-1

(5) สวิทช์ต้องมีหน้าสัมผัส ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Alloy) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง

(6) ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer And Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกันก่อนหน้าสัมผัสของทั้ง 3 เฟส (Early Make) และปลดออกทีหลังหน้าสัมผัสของทั้ง 3 เฟส (Late Break) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิทช์ที่ไม่สามารถมีคุณสมบัติตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

(7) แผงวงจรชุดควบคุมสวิทช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา มีพอร์ทสื่อสาร RS485 เพื่อรองรับการตั้งค่าโดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

(8) แผงควบคุมต้องมีหน้าจอแสดงผล LCD Display แสดงค่าทางไฟฟ้าต่างๆ พร้อมทั้งมีไฟ LED แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ และสถานะตำแหน่งของสวิทช์โอนถ่ายอัตโนมัติ

(9) แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติสามารถวัดค่าและแสดงค่า แรงดันไฟฟ้า (V), กระแสไฟฟ้า (I), กำลังไฟฟ้า (kW, kVar, kVA), ความถี่ (Frequency) , ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลด (PF)

(10) แผงวงจรควบคุมสวิทช์โอนย้ายอัตโนมัติต้องสามารถตั้งค่าแรงดันตก (Low voltage) , แรงดันเกิน (High voltage), ความถี่ตก (Low frequency), ความถี่เกิน( High frequency) และตั้งค่าการหน่วงเวลาสำหรับค่าต่างๆข้างต้นได้เพื่อควบคุมการทำงานของสวิตช์โอนย้ายอัตโนมัติ

(11) ตัวควบคุมสวิตช์โอนย้ายอัตโนมัติต้องสามารถตั้งเวลาในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ (Automatic Weekly Working) เพื่อทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้พร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา

(12) ตัวควบคุมสวิตช์โอนย้ายอัตโนมัติต้องสามารถบันทึกความผิดปกติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถแสดงความผิดปกติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 99 ค่า (Event Logs)

(13) แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติสามารถรับไฟเลี้ยงได้ทั้งไฟ AC และ DC และสามารถใช้กับระบบไฟ 3P4W, 3P3W, 1P2W, 2P3W ได้

(14) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อตราอักษรเดียวกันกับ สวิตช์สับจ่ายอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch)

6. <u>การทำงาน</u>

การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมการทำงานชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้

(1) Normal Source Voltage Drop Out สามารถปรับตั้งได้ระหว่าง 80-95% ของพิกัดแรงดันใช้งานปกติเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน

(2) Normal Source Voltage Pick Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 80-95% ของพิกัดแรงดันใช้งานปกติเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน

(3) Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง

(4) Normal-To-Emergency Time Delay ปรับตั้งได้เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินทำงาน

(5) Emergency-To-Normal Time Delay ปรับตั้งได้เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ

(6) Engine Cool Down Timer เป็นเวลา 0-20 นาทีเพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานแล้ว

(7) Engine Exerciser สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลา 0-20 นาทีและวันภายในสัปดาห์

7. <u>การติดตั้ง</u>

(1) ติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายในอาคารฯ ที่กำหนดจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

(2) ติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับฐานคอนกรีตให้มั่นคงแข็งแรงปลอดภัยสามารถให้บริการอย่างสะดวก

(3) ติดตั้งระบบเก็บเสียงห้องชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 70 dBA ที่ 1 เมตร โดยวัดจากผนังด้านนอก

(4) ติดตั้งระบบระบายอากาศและลมร้อนออกจากหน้าหม้อน้ำพร้อมบานเกร็ดอลูมิเนียม (Air Duct)

(5) ติดตั้งระบบท่อไอเสียประกอบด้วยท่อระงับเสียง ท่ออ่อนกันสะเทือน ท่อโค้งตามแบบมาตรฐาน

(6) หุ้มฉนวนกันความร้อนท่อไอเสียพร้อมหุ้มทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมภายในอาคาร

(7) ติดตั้งถังน้ำมันเชื้อเพลิงต้องไม่น้อยกว่า 2,400 ลิตร พร้อมอุปกรณ์ Valve drain pipe, Air vent pipe และมาตรแสดงระดับน้ำมันพร้อมติดตั้ง hand pump และ Motor pump ติดตั้งเดินท่อร่วมกัน

(8) ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลได้ตามปริมาณที่กำหนด (ถ้าไม่ระบุในแบบให้สามารถเก็บน้ำมันไว้ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงที่ Full Load) และต้องมีปริมาณพื้นที่ยังเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้นได้

8. <u>การทดสอบ</u>

(1) เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ ร่วมกับ Automatic Transfer Switch และอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันต้องทำงานได้ถูกต้องตามรายละเอียดข้อกำหนดและทดลองจ่ายโหลดเต็มที่ติดต่อกันอย่างน้อย 30 นาที โดยไม่มีข้อขัดข้อง

(2) ในระหว่างการทดลอง หากอุปกรณ์ต่าง ๆ ของทางราชการ เสียหานอันเนื่องมาจากการทำงานของชุดเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า หรือระบบต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบซ่อมแซมหรือจัดหามาใหม่ให้ใช้งานได้ดังเดิมโดยเร็ว

(3) อุปกรณ์ในการทดลอง จ่ายโหลดเต็มที่ ผู้รับจ้างต้องจัดหามาเอง

(4) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Load Test) ให้ทำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง รวมทั้งต้องบันทึกค่าต่างๆ เช่น ขนาดของโหลด, ค่ แรงดันไฟฟ้า (Voltage), ความถี่ (Frequency), กระแสไฟฟ้า (Current), ค่าแรงดัน น้ำมันหล่อลื่น (Oli Pressure), อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน (Water Temperature) อัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นต้น ไว้ด้วยการทดสอบจะต้องทำเป็นขั้นตอน ดังนี้

ก) จ่ายโหลดได้ไม่น้อยกว่า 30% ของพิกัดกำลัง เป็นเวลา 15 นาที ข)
จ่ายโหลดได้ไม่น้อยกว่า 50% ของพิกัดกำลัง เป็นเวลา 30 นาที ค)
จ่ายโหลดได้ไม่น้อยกว่า 100% ของพิกัดกำลัง เป็นเวลา 30 นาที

ง) จ่ายโหลดได้ไม่น้อยกว่า 110% ของพิกัดกำลัง เป็นเวลา 15 นาที (เฉพาะ Prime Power Rating)

จ) จ่ายโหลดแบบ Single one step Load ที่ 60% ของพิกัดกำลังความต้องการในแบบจำนวน 3 ครั้ง

9. <u>อะไหล่</u>

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอะไหล่ ซึ่งใช้กับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ ที่ติดตั้งดังต่อไปนี้ให้กับเจ้าของโครงการ ในวันส่งมอบงาน ดังนี้

- ไส้กรองน้ำมันเครื่อง 2 ชุด

- ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง 2 ชุด
- ไส้กรองอากาศ 2 ชุด
- Standard tool 1 ชุด

10. <u>รับประกันและบริการ</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายที่เกิดกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์การติดตั้ง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี พร้อมทั้งต้องให้ช่างบริการของบริษัทเข้าตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกๆ 4 เดือนตลอดระยะเวลาการรับประกัน

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการบำรุงรักษา และจะต้องจัดส่งเอกสารหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาจำนวนอย่างน้อย 2 ชุด

## หมวดที่ 11 เครื่องจ่ายไฟสำรองแบบต่อเนื่อง (Uninterruptible Power Supply)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา ติดตั้ง และตรวจสอบ ระบบไฟฟ้าสำรองแบบต่อเนื่องประกอบด้วยเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง แบตเตอรี พร้อมวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ระบบเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดและสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป

(2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าสำรองแบบต่อเนื่องจะต้องมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพในการทำงาน และมีอายุใช้งานสูง วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานหรือถูกระงับการใช้งานจากหน่วยงานอื่นมาก่อนและจะต้องไม่มีการชำรุดบกพร่องใดๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องไม่มีคุณภาพ คุณสมบัติ และมาตรฐานต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดกรณีที่วัสดุและอุปกรณ์ชำรุดหรือเสียหายซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการติดตั้งหรือการทดสอบ วัสดุและอุปกรณ์จะต้องได้รับการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

(3) เพื่อให้ระบบไฟฟ้าสำรองแบบต่อเนื่องที่นำมาติดตั้งให้กับผู้ว่าจ้างเป็นระบบที่มีคุณภาพทั้งทางด้านวัสดุ การสนับสนุนการใช้งาน และการบริการ รวมไปถึงการบำรุงรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบในอนาคต เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่มีโรงงานผลิตเป็นของตนเองไม่เป็นเครื่องที่ได้มาจากการจ้างวานให้โรงงานอื่นผลิตเครื่องให้ )Original Equipment Manufacturer; OEM)

(4) เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบระบบไฟฟ้าสำรองแบบต่อเนื่องรวมไปถึงการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่อาจเกิดความเสียหายในอนาคต โรงงานของบริษัทผู้ผลิตเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องมีประสบการณ์ในการผลิตอย่างต่อเนื่องมาแล้วไม่น้อยกว่า 20 ปี จนถึงปัจจุบัน และบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านและได้รับการรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ ISO9001 และ ISO14000 เป็นอย่างน้อย

(5) บริษัทที่เป็นผู้แทนจำหน่ายจะต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจาก บริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ โดยมีหนังสือแต่งตั้งอย่างเป็นทางการที่ออกให้โดยบริษัทผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

2. <u>เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง</u>

เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องเป็นแบบ True Online Double Conversion พิกัดกำลังของเครื่องจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 160 kVA หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ ทำงานร่วมกับแบตเตอรีเพื่อสำรองไฟฟ้าที่โหลดเต็มพิกัดด้วย Power Factor 0.9 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที มีประสิทธิภาพในการทำงานไม่น้อยกว่า 95% ที่โหลดเต็มพิกัด และต้องสามารถรองรับการต่อขนานเครื่องเพื่อเพิ่มพิกัดหรือทำ Redundancy ให้กับระบบได้โดยเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องมีระบบป้องกันการล้มเหลวหรือการหยุดจ่ายกระแสไฟอย่างกะทันหันเมื่อไม่มี

สายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างเครื่องที่ทำการขนาน (Hot Sync Technology) เพื่อให้ระบบยังสามารถสำรองไฟฟ้าให้กับโหลดได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดชะงัก

(1) มาตรฐานอ้างอิง
เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องออกแบบและผ่านการทดสอบได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

IEC62040-1 Safety Requirements
IEC62040-2 Electromagnetic Compatibility (EMC) Requirements
IEC62040-3 Method of Specifying the Performance and Test Requirements

(2) การทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง
เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาวะการทำงานต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ได้ดังนี้

ก) สภาวะระบบไฟฟ้าหลักปกติ
เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องตามปกติ ชุด Rectifier/Charger จะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่สม่ำเสมอ เพื่อจ่ายให้กับชุด Inverter พร้อมทั้งประจุแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพเต็มตลอดเวลา ชุด Inverter เมื่อได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจาก Rectifier/Charger แล้วจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่คงที่และมีคุณภาพดีตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด เพื่อจ่ายให้กับโหลดต่อไป

ข) สภาวะระบบไฟฟ้าหลักเกิดความผิดปกติ
เมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องเกิดขัดข้อง เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะดึงกระแสไฟฟ้า DC จากแบตเตอรีจ่ายให้กับชุด Inverter ทำงานต่อไปทันทีโดยไม่มีการขาดตอนเป็นเวลาไม่น้อยกว่าระยะเวลา Backup Time ที่กำหนด หลังจากนั้นถ้ากระแสไฟฟ้ายังไม่จ่ายมาเครื่องจะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติโดยจะต้องไม่ให้แรงดันคงเหลือ (End Voltage) ในแบตเตอรีต่ำกว่า 1.7 V เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสียหาย และก่อนที่เครื่องจะหยุดทำงานจะต้องมีสัญญาณแจ้งเตือนให้ทราบล่วงหน้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายกลับคืนให้กับเครื่องตามปกติเครื่องจะต้องกลับมาทำงานในสภาวะปกติได้ทันทีโดยอัตโนมัติ

ค) สภาวะเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องเกิดความผิดปกติ
เมื่อเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องทำงานขัดข้องหรือใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัด (Overload Capacity) ชุด Static Bypass Switch จะต้องทำหน้าที่ย้ายโหลดไปรับกระแสไฟฟ้าจาก Static Bypass Switch ได้อย่างอัตโนมัติโดยไม่มีการขาดตอน และเมื่อเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องกลับคืนสู่สภาวะปกติ Static Bypass Switch จะต้องย้ายโหลดกลับมารับไฟจากชุด Inverter โดยไม่มีการขาดตอนเช่นกัน

ง) การบำรุงรักษาเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

ในกรณีที่ต้องการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหายในเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องมี Maintenance Bypass Switch ที่ทำงานแบบ Manual Operated เพื่อย้ายโหลดให้ไปรับกระแสไฟฟ้าจาก Maintenance Bypass Switch

โดยไม่มีผลกระทบกับโหลดและสามารถเข้าทำงานกับเครื่องได้อย่างปลอดภัย พร้อมทั้งจะต้องมีชุด Circuit Breaker สำหรับปลดวงจรหรือตัดวงจรของแบตเตอรี่ออกจากเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในกรณีต้องการบำรุงรักษาเครื่องและแบตเตอรี่

(3) คุณสมบัติของเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

ก) Rectifier/Charger

Rectifier/Charger จะต้องเป็นแบบ IGBT Topology Rectifier ที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า DC ให้กับInverter และแบตเตอรี ได้อย่างเพียงพอต่อการทำงานของชุด Inverter และการประจุแบตเตอรี่

| | | |
|---|---|---|
| Input System | : | 3 Phases, 4 Wires (3 Ph. + N.) |
| Input Voltage | : | 400/230 V ± 10 % |
| Input Frequency | : | 50 Hz ± 10 % |
| Input Power Factor | : | > 0.95 |
| Current Distortion ($THD_i$) | : | < 3 % at Full Load |

ข) Inverter

Inverter จะต้องเป็นแบบ IGBT Topology Inverter ที่ทำงานแบบ Pulse Width Modulation (PWM) เพื่อแปลงไฟ DC ที่รับจาก Rectifier/Charger หรือแบตเตอรี ให้เป็นไฟ AC เพื่อจ่ายให้กับโหลดโดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

| | | |
|---|---|---|
| Output System | : | 3 Phases, 4 Wires (3 Ph. + N.) |
| Output Voltage | : | 400/230 V |
| Voltage Tolerance | : | ± 1 % Static Load |
| | | ± 5 % Dynamic Load |
| Output Frequency | : | 50 Hz |
| Frequency Tolerance | : | ± 1 Hz (Synchronized) |
| | : | ± 0.1 Hz (Free Running) |
| Output Power Factor | : | > 0.90 |

Load Power Factor Range : 0.8 Lagging to 0.9 Leading without De-Rating

Voltage Distortion (THD) : < 2% (Linear Load)

| | | |
|---|---|---|
| | | < 5% (Nonlinear Load) |
| Load Crest Factor | : | 3:1 |
| Overload Capability | : | 125 % for 10 min |
| | | 150 % for 1 min |

ค) Static Bypass Switch

เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องมี Static Bypass Switch พิกัดเท่ากันกับเครื่องที่สามารถรองรับโหลดเมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะผิดปกติได้ โดย Power Terminal ของ Static Bypass Switch จะต้องแยกกันกับ Power Terminal ของ Rectifier/Charger โดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

| | | |
|---|---|---|
| Bypass Voltage | ; | 400/230 V ± 10 % |
| Bypass Frequency | ; | 50 Hz ± 10 % |

ง) Manual/Maintenance Bypass Switch

Maintenance Bypass Switch จะต้องตัดระบบไฟฟ้าออกจากเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องเพื่อให้สามารถบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในเครื่องได้อย่างปลอดภัย โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดขณะทำการโอนย้ายโหลดในช่วงที่ทำการซ่อมบำรุง

จ) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานและแสดงผล

มีหน้าจอเป็นแบบ LCD หรือ LED Display แสดงการทำงานของอุปกรณ์หลักต่างๆ เช่น Rectifier, Inverter, Battery และ Static Switch ในรูปแบบ Diagram ที่แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างชัดเจน และจะต้องมี LED Indicator แสดงสภาวะการทำงานของเครื่องในแต่ละโหมดกรณีที่ Display เสียยังสามารถแสดงสถานะของเครื่องได้ อุปกรณ์ควบคุมและแสดงผลจะต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าของเครื่องพร้อมแผงควบคุมและปรับตั้ง (Keypad Control and Setup) โดยค่าทางไฟฟ้าที่อ่านค่าได้ต้องมีมีอย่างน้อยดังนี้

- Input Voltage and Current
- Input Frequency
- Input Power and Power Factor
- Output Voltage and Current
- Output Frequency
- Output Power and Power Factor
- Battery Voltage and Current

อุปกรณ์ควบคุมและแสดงผลจะต้องสามารถแสดงสถานะ การทำงานของเครื่องได้อย่างน้อยดังนี้

- เครื่องทำงานในสภาวะปกติ (Normal Mode)
- เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ (Battery Mode)
- เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่าน Static Bypass (Bypass Mode)
- เครื่องเกิดความผิดปกติ

อุปกรณ์ควบคุมและแสดงผลต้องมีการเข้ารหัสความปลอดภัยเพื่อป้องกันการเข้าถึงการปรับตั้งค่าการทำงานของระบบโดยไม่ได้ตั้งใจหรือไม่ได้รับอนุญาตได้

อุปกรณ์ควบคุมและแสดงผลต้องสามารถบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติย้อนหลังที่เกิดขึ้นขณะที่เครื่องทำงานได้ไม่น้อยกว่า 512 เหตุการณ์

ต้องมี SNMP และ Modbus Protocol Interface ที่ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับระบบตรวจสอบและบริหารจัดการอุปกรณ์จากระยะไกล

ฉ) สภาพแวดล้อมในการใช้งานเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| อุณหภูมิการใช้งาน | : | 0 – 40 °C without De-Rating |
| ความชื้นสัมพัทธ์ | : | 5 – 95% ( Non Condensing) |
| เสียงรบกวน | : | ≤ 70 dB |
| Degree of Protection | : | IP20 |

3. <u>แบตเตอรี่</u>

ชุดแบตเตอรีที่ใช้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องต้องสามารถสำรองไฟฟ้าที่โหลดเต็มพิกัดด้วย Power Factor 0.9 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที ในการคำนวณเลือกขนาดของชุดแบตเตอรี่ให้ใช้ค่า End of Discharge Voltage ของแบตเตอรีเท่ากับ 1.7 V/Cell โดยจะต้องแสดงเอกสารการคำนวณของชุดแบตเตอรี่ประกอบพิจารณาอนุมัติวัสดุด้วย

(1) มาตรฐานอ้างอิง

ชุดแบตเตอรีที่ใช้กับเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องจะต้องออกแบบและผ่านการทดสอบได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

IEC60896-21 Stationary Lead-Acid Batteries / Valve Regulated Types - Methods of Test

IEC60896-22 Stationary Lead-Acid Batteries / Valve Regulated Types – Requirements

UL94 Standard for Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and

(2) คุณสมบัติของแบตเตอรี

ก) แบตเตอรีเป็นชนิดตะกั่วกรด แบบควบคุมแรงดันด้วยวาล์ว (Valve Regulated Lead-Acid, VRLA) และเป็นแบบ Maintenance Free ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับ UPS ในลักษณะที่มีความสามารถในการคายประจุสูง

ข) วัสดุทำตัวถังและฝาปิดต้องทำจากวัสดุ Durable Polypropylene หรือ Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) โดยต้องมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ (Fire Retardant) ได้ตามมาตรฐาน UL94 Class V-0 เพื่อลดอันตรายที่อาจจะเกิดจากการระเบิดหรือการติดไฟ

ค) แบตเตอรี่จะต้องมี Design Life ไม่น้อยกว่า 10 ปี ที่อุณหภูมิ 25 °C

ง) แผ่นกั้นระหว่างธาตุ (Separator) ต้องเป็นชนิดใยแก้วที่เรียกว่า Absorbent Glass Mat (AGM) Sealed Technology

จ) การติดตั้งแบตเตอรี่ให้ติดตั้งในตู้หรือบน Rack โดยชั้นวางภายในต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และผิวของวัสดุให้พ่นหรือทาด้วยสี Epoxy โดยก่อนการพ่นหรือทาสีวัสดุจะต้องผ่านกระบวนการป้องกันสนิมเพื่อเตรียมชิ้นงานก่อน การติดตั้งแบตเตอรีต้องมีฉนวนยางรองแบตเตอรีทุกลูก

ฉ) ต้องมีการเตรียมผิววัสดุด้วยป้องกันสนิมและทาสี Epoxy และมีฉนวนยางรองแบตเตอรีทุกลูก

ช) สายไฟฟ้าหรือบัสบาร์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าแบตเตอรี่แต่ละลูกในระหว่างแถวและระหว่างชั้น จะต้องเป็นทองแดงที่สามารถทนทานต่อการกัดกร่อนในขณะใช้งานได้ และต้องมีฉนวนห่อหุ้มส่วนนำไฟฟ้าเพื่อป้องกันการลัดวงจร

ซ) ไฟฟ้าแบบต่อเนื่องในกรณีที่ต้องการบำรุงรักษาชุดแบตเตอรี และกรณีที่เกิดการลัดวงจรในชุดแบตเตอรีต้องจัดให้มีอุปกรณ์ตัดตอนที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรของชุดแบตเตอรีออกจากเครื่องสำรอง

ฌ) ชุดแบตเตอรี่จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่อาจไม่ได้กำหนดหรือชี้บ่งไว้ในรายละเอียดถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้ชุดแบตเตอรี่ทำงานร่วมกับเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยไม่คิดราคาเพิ่ม

4. <u>การติดตั้ง</u>

การติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง และแบตเตอรี่ ให้ติดตั้งตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนด และเป็นไปตามที่ข้อกำหนดที่ระบุดังนี้

(1) การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือคำแนะนำที่ผู้ผลิตกำหนด และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ .ศ.2556

(2) การเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบและมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ .ศ.2556

(3) ฐานคอนกรีตรองรับระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง และแบตเตอรี ต้องแข็งแรงและเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวาง โดยจะต้องสะดวกต่อการบำรุงรักษา

(4) พื้นที่ที่ทำการติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง และแบตเตอรี จะต้องมีระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ได้อย่างเพียงพอตามที่อุปกรณ์ต้องการ โดยจะต้องมีระบบแจ้งเตือนหากระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศทำงานผิดปกติหรืออุณหภูมิในพื้นที่ที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้

(5) ก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบการติดตั้งหรือ Shop Drawing ให้กับทางผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน และการติดตั้งอุปกรณ์นั้นๆ จะต้องดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบหรือ Shop Drawing ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว

5. <u>การทดสอบ</u>

จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องตามข้อกำหนดก่อนที่จะทำการจัดส่งอุปกรณ์มายังสถานที่ที่ทำการติดตั้ง และเมื่อนำเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องมาติดตั้งที่หน่วยงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการทดสอบเครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องอีกครั้งเพื่อยืนยันว่าระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยต้องจัดส่งรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรองจากผู้ผลิตส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างในการตรวจรับมอบงานด้วย

6. <u>การรับประกัน</u>

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความเสียหายที่เกิดกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างนำมาติดตั้ง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน (Certificate of Completion) หากปรากฏว่าระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามแบบและข้อกำหนด อันเนื่องมาจากเกิดความบกพร่องจากของชิ้นส่วนของวัสดุ อุปกรณ์ และการประกอบ รวมไปถึงการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยสมบูรณ์ด้วยการนำชิ้นส่วนใหม่มาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ดังเดิมโดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น และหากผู้รับจ้างไม่จัดการแก้ไขให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในเวลาอันสมควรตามที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด ผู้ว่าจ้างอาจดำเนินการให้ผู้อื่นทำการแก้ไขแทนผู้รับจ้างโดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ที่เกิดจากการแก้ไขนั้น

7. <u>การบริการ</u>

(1) จัดเตรียมหนังสือคู่มือการใช้งาน คู่มือการบำรุงรักษา แบบรายละเอียดของอุปกรณ์ และแบบรายละเอียดการติดตั้ง จำนวน 2 ชุด ส่งมอบให้กับผู้ว่างจ้าง

(2) จัดส่งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิตมาฝึกอบรมให้กับช่างเทคนิคหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ ณ หน่วยงานที่ทำการติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่องอย่างน้อย 1ครั้ง

(3) ในช่วงเวลา 1 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน ผู้รับจ้างจะต้องมาตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

## หมวดที่ 12 แผงเมนสวิทช์จ่ายไฟแรงต่ำ (Main Distribution Board)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผง สวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board : MDB, Emergency Main Distribution Board : EMDB), และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB)

(2) การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และมีใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตตู้ (Licensee) หรือจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์แผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้า (Original Manufacturer) ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 61439 – 1 & 2 (Fully Type-Tested) ชนิด Licensee Factory และมีเอกสารการตรวจรับรอง การได้รับใบอนุญาตเป็นตัวแทนผลิตแผงสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทุกๆปี (Annual Audit Report / Audit Annual Certificated) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ และผู้ผลิตต้องได้การรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015

(3) ก่อนประกอบแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

2. <u>พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า</u>

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม NEMA หรือ IEC Standard และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| Rated System Voltage | : | 415/220 Volts |
| System Wiring | : | 3 Phase ,4 Wire, Solid ground |
| Rated Frequency | : | 50 HZ. |
| Rated Current | : | ตามระบุในแบบ |
| Rated Short - Time Withstand | : | ไม่น้อยกว่า Rated Short Circuit Current ที่ระบุในแบบ |
| Rated Peak Withstand Volts | : | 1,000 Volts |
| Control Voltage | : | 220 - 240 VAC. |
| Finishing | : | Electro Galvanized Steel Sheet with Epoxy – Polyester Powder Paint Coating |
| Temperature Rise | : | 70°C (Ambient 35°C) |

| | | |
|---|---|---|
| Typical Forms | : | Form 3B หรือตามที่ระบุในแบบ |
| Typical Cubicle | : | Type Tested Licensee (IEC 61439-1&2) |

3. <u>ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ</u>

(1) แผงสวิตช์ฯประกอบเป็น Compartment รูปแบบ Form 3B หรือตามที่ระบุในแบบ และมี Degree of Protection ไม่ต่ำกว่าIP 31 หรือระบุในแบบ ตาม IEC Standard

(2) การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

(3) กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับ

4. <u>บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ</u>

(1) บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 61439-1&2

(2) การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟส L1. เฟส L2. และเฟส L3. โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลัง หรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือจากซ้ายมือไปขวามืออย่างใดอย่างหนึ่ง

(3) บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอนทั้งบัสบาร์เส้นดิน และบัสบาร์เส้นศูนย์ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุดบัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์

(4) Main Horizontal Busbars ให้จัดอยู่ในส่วนบน/ล่าง/หลัง ของแผงบริภัณฑ์แรงต่ำ ตามมาตรฐานของโรงงานที่ออกแบบดั้งเดิม (Original manufacturer design documents) สำหรับตู้ License

(5) Main Vertical Busbars ปกติให้จัดวางอยู่ในส่วนด้านข้าง/ด้านหลัง ในแต่ละส่วนของแผงบริภัณฑ์แรงต่ำนั้นๆ ตามมาตรฐานของโรงงานที่ออกแบบดั้งเดิม (Original manufacturer design documents) สำหรับตู้ License

(6) Busbar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

5. <u>สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ</u>

(1) สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทน แรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

(2) การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

6. <u>Mimic Bus และ Nameplate</u>

(1) หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

(2) ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด

(3) ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผง

(4) สวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

7. <u>Air Circuit Breaker (ใช้สำหรับที่มี Rated Current > 1000 A.)</u>

(1) ข้อกำหนดทั่วไป

ก) Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน

ข) IEC 60947-2 และเป็นเบรคเกอร์ชนิด Category B

ค) การติดตั้งสามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

(2) โครงสร้างและส่วนประกอบ

ก) กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรคเกอร์ เข้า – ออก จะต้องมี 3 ตำแหน่งคือ Connect – Test – Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button ) ที่ด้านหน้าของเบรคเกอร์

ข) Rate current 100% continuous

ค) Icu = Ics

ง) อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries) เช่น Under voltage, Shunt Trip, Closing Coil, Motor operated, Auxiliary Contact ให้มีตามที่กำหนดในแบบ

จ) Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.1 – 2 วินาที

ฉ) Under voltage, Shunt Trip, Closing Coil, Motor operated, Auxiliary Contact สามารถใส่เพิ่มได้ในอนาคต

(3) ทริปยูนิต (Trip Units)

ก) ทริปยูนิต จะต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณี Trip เนื่องจาก Overload หลายครั้งติดๆ กัน

ข) ฟังก์ชั่นการป้องกันกระแสเกิน (Over Current Protection) Trip Unit ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้

- Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ 0.4 – 1 เท่าของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้ตั้งแต่ 0.5 – 24 วินาที
- Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่า และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.0 – 0.5 วินาที
- Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ตั้งแต่ 2 – 15 เท่า และสามารถ OFF ได้
- Ground Fault Protection (G) สามารถปรับค่ากระแส pick-up ได้ตั้งแต่ 0.2 – 1 เท่าของRated Current (In) และสามารถ OFF ได้ และสามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.5 วินาที

ค) มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)

ง) ค่ากระแส Pick-up และการหน่วงเวลาที่ผู้ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผล ในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อง่ายต่อการอ่านค่า

จ) มีฟังก์ชั่นพื้นฐานของการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic measurements function)

ฉ) มีฟังก์ชัน Arc Flash Reduction Maintenance System (ARMS)

ช) Built-in Modbus communication

ซ) หน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Display

ฌ) สามารถ Test ฟังก์ชันของ ACB ได้โดยใช้ Software ผ่าน Notebook

8. <u>Molded Case Circuit Breaker</u>

(1) Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC60947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Rotary Handle ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position และมี Auxiliary Contact แสดงสถานะ การทำงานของเบรกเกอร์ (On/Off/Trip)

(2) Trip Unit ของ MCCB ขนาด 160 AF จะต้องเป็น Thermal-magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ตั้งแต่ 0.8 -1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 6 -10 เท่า

(3) Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 250 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น Electronic Trip สามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.4 -1.0 ของ Rated Current(In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 2 -12 เท่า

(4) Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 250 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 85 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

(5) MCCB ขนาดตั้งแต่ 160-630 AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ Ics = 100% Icu และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100 % continuous.

9. <u>Digital Meter</u>

มิเตอร์ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นแบบ Digital แสดงผลเป็น LCD หรือ LED โดยยึดรายละเอียดประกอบตามแบบที่กำหนด โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้ตรงต่อการใช้งานดังนี้

(1) คุณสมบัติทางเทคนิค Digital Metering ตัวหลักที่ติดตั้งตู้ MDB, EMDB

ก) เครื่องวัดเป็นแบบ Multi-Function ต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ กระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเฟส-นิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวา, เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแส, ฮาร์โมนิคของแรงดัน (%THD), ฮาร์โมนิคในแต่ละลำดับ (Individual Harmonics) ของกระแสและแรงดันไม่น้อยกว่า 45 ลำดับ

ข) จอแสดงผลเครื่องวัดสว่าง สามารถแสดงผลและปรับตั้งในในห้องมืด เพื่อความสะดวกในการใช้งาน จอแสดงผลมีขนาด ตามมาตรฐาน คือ 144x144 หรือ 96x96 แสดงGraphic ได้เช่น ในแบบ Bar Graph เพื่อทราบปริมาณโหลดที่ใช้ หรือ สามารถแสดงมุมเฟสของกระแสและแรงดันเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงลักษณะการใช้งานของโหลดพร้อมทั้งสามารถบันทึกค่าเฉลี่ย หรือค่าสูงสุดของ Parameter ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 15 นาที เช่น ค่ากิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เอง

ค) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มหน่วยความจำ (Memory) สำหรับการวัด ต้องมีความสามารถในการเพิ่มหน่วยความจำได้ในอนาคต ไม่น้อยกว่า 512kb หรือสามารถเพิ่มหน่วยความจำภายนอกแบบ SD Card ได้

ง) เครื่องวัดสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือรองรับการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ได้ผ่าน Ethernet port เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลโดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่ว ๆ ไป ได้

จ) ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องวัดจะต้องสนับสนุน โปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็น Modbus Protocol / Modbus Register โดยจะต้องมี ความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 38,000 KBPS (RS-485) หรือมากกว่า

คุณสมบัติในการรับแรงดัน (Direct)

- ต้องสามารถต่อผ่าน PT ได้
- รับแรงดันตรงระหว่างเฟส ได้ตั้งแต่ 700-700 VAC (หรือกว้างกว่า) หรือมี Acceptable overvoltage ได้ถึง 750 VAC

คุณสมบัติในการรับกระแส (Current)

- สามารถรับ CT ชนิด /5A และ /1A
- รับกระแส Overload จาก CT ได้ 6A

ความเที่ยงตรงในการวัด

- ความคลาดเคลื่อน การวัดกระแส ± 0.2%
- ความคลาดเคลื่อน การวัดแรงดัน ± 0.2%

มาตรฐานเกี่ยวกับการวัด IEC62053-22 (Class 0.5s) หรือ IEC61557-12 หรือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใน UL list

คุณสมบัติอื่นๆ

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

(2) คุณสมบัติทางเทคนิค Digital Metering ที่ติดตั้งในตู้ DB หรือ Meter ตัวย่อย

ก) เครื่องวัดเป็นแบบ Multi-Function ต้องสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ กระแสแต่ละเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันระหว่างเฟส, แรงดันเฟส-นิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวา, เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแส, ฮาร์โมนิคของแรงดัน (%THD), ฮาร์โมนิคในแต่ละลำดับ (Individual Harmonics)

ข) จอแสดงผลเครื่องวัดสว่าง สามารถแสดงผลและปรับตั้งในในห้องมืด เพื่อความสะดวกในการใช้งาน จอแสดงผลมีขนาด ตามมาตรฐาน 96x99

ค) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มการส่งสัญญาณ Alarm Contract ไปยังอุปกรณ์ภายนอกนั้น อุปกรณ์ต้องสามารถเพิ่ม Contract ได้อย่างน้อย 1 NO หรือ 1 NC ในอนาคต

ง) เครื่องวัด สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือรองรับการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ได้ผ่าน Ethernet port เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลโดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วๆ ไป ได้

จ) ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องวัดจะต้องสนับสนุน โปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็น Modbus Protocol / Modbus Register โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 19,600 Baud (RS-485) หรือมากกว่าคุณสมบัติในการรับแรงดัน (Direct)

- รับแรงดันตรงระหว่างเฟส ได้ตั้งแต่ 50-500 VAC (หรือกว้างกว่า)

คุณสมบัติในการรับ กระแส (Current)

- สามารถรับ CT ชนิด /5A
- รับกระแส Overload จาก CT ได้ 6A

ความเที่ยงตรงในการวัด

- ความคลาดเคลื่อนการวัดกระแส ± 0.5%
- ความคลาดเคลื่อน การวัดแรงดัน ± 0.5%
- Class 1

คุณสมบัติอื่นๆ

- ระดับการป้องกัน : IP 51 (front) หรือดีกว่า
  : IP 20 (side) หรือเทียบเท่า
- อุณหภูมิใช้งาน : -10 ถึง50 ºC หรือดีกว่า
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 95%

(3) คุณสมบัติอื่นๆ ของ Digital Meter

ก) Digital Power Meter ที่ใช้ในโครงการ ต้องมีหนังสือรับประกัน ไม่ต่ำกว่า 1 ปี จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในการรับบริการหลังการขาย ของผู้ใช้งานโดยตรง

ข) Digital Power Meter ที่ใช้ในโครงการ ทั้งหมด ให้ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจาก ผู้ผลิตเดียวกัน

10. <u>Surge Protection</u>

(1) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันฟ้าผ่า และแรงดันเสิร์จเนื่องจากฟ้าผ่า และการสวิทช์ชิ่ง การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ระดับ

(2) ขั้นตอนการป้องกันระดับชั้นต้นถึงชั้นกลาง (Coarse Protection) LP0-LP1 เป็นการป้องกันกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) จากภายนอกอาคารโดยใช้ Combine Lightning Current Arrester and Surge Voltage Arrester (I + II)

(3) ขั้นตอนการป้องกันระดับกลาง (Medium Protection) LP1-LP2 เป็นการป้องกันแรงดันเสิร์จส่วนที่เหลือจากขั้นตอนแรก และการป้องกันแรงดันเสิร์จจากอุปกรณ์สวิทช์ชิ่งภายในโดยใช้ Surge Voltage Arrester (Class II)

(4) ข้อกำหนดอุปกรณ์

ก) Combine Lightning Current Arrester and Surge Voltage Arrester

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันที่ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board ลักษณะของอุปกรณ์เป็นการรวม Lightning Current Arrester และ Surge Voltage Arrester มีระยะห่าการติดตั้งของอุปกรณ์ทั้งสองสั้นกว่า 10 เมตร โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

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 Kv at In
- Short circuit withstand : 50 kA
- Response Time : 100 ns
- Following current : 50 kA
- Protection : IP 20
- Temperature range : -40 °C... +80 °C

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 : ≤ 1.3 kV at In
- Short circuit withstand : 25 kA
- Response Time : 25 ns
- Protection Type : IP 20
- Temperature range : 40 °C... +80 °C
- Remote indication : with Contact

การติดตั้ง ให้ติดตั้งระหว่าง L-G ที่Main Distribution Board และให้มี Fuse Switches Disconnector ขนาดเท่ากับ 125A หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามที่ระบุในแบบ

ข) Surge Voltage Arrester

ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ลักษณะอุปกรณ์ทำจาก Metal Oxide Varistor (MOV) ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือมา โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น ส่วน 2 คือ ส่วน Base Element และส่วน Plug Unit

ส่วน Base Element เป็นส่วนที่ใช้เป็นฐานเพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์ป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่น ส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV และ/หรือ Spark Gap ชุด Plug จะต้องมี Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้การได้ กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะต้องแสดงคำว่า Defect หรืออื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้นไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการลัดวงจร

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): 40 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

การ ติดตั้ง ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4-Pole ขนานระหว่าง L-G และ N-G ที่ Sub Distribution Board ให้ มี Back up fuse 125A ในกรณี ที่ Main CB มี ขนาด มากกว่า 125A ระหว่างสายเฟสและ Arrester

11. Automatic Main Capacitor Bank

(1) ตู้ Automatic Capacitor Bank และ Detune ติดตั้งแยกจากตู้ MDB และจะต้องผลิตในลักษณะเดียวกับข้อกำหนดตู้เมนไฟฟ้า MDB ตามมาตรฐาน IEC 60439-1, Forms 2b มีระบบระบายอากาศเพียงพอตามคำแนะนำของผู้ผลิตระบุ และมีระบบ Fuse หรือ Circuit

Breaker ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ พร้อมแสดงเอกสารประกอบการพิจารณาจากโรงงานผู้ผลิตด้วย

(2) ข้อกำหนดในตอนนี้ครอบคลุมรายละเอียดการติดตั้งของ Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE

(3) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Automatic Capacitor Bank ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดดังนี้

ก) Capacitor Bank ทุก Step จะถูกปลดออกจากระบบ โดยอัตโนมัติเมื่อ
- เกิดไฟดับนานกว่า 20 มิลลิวินาที
- อุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด (Option, โปรแกรมได้(
- แรงดันสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนด (โปรแกรมได้)
- แรงดันฮาร์โมนิคสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด (โปรแกรมได้)

ข) Automatic Polarity Retriever of Voltage and Current Connections

ค) Contact Alarm

(4) Automatic Capacitor Bank สำหรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC และ EN

(5) Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะดังต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| - | Type | : | Indoor , Dry Type (Metallized Polypropylene Film) |
| - | Casing | : | Aluminum Case |
| - | Number of Phase | : | 3 |
| - | Nominal Voltage | : | 400 VAC |
| - | Capacitor Voltage | : | 400 VAC |
| - | Rated Frequency | : | 50 Hz |
| - | Rated Output | : | ตามที่ระบุไว้ในแบบ |
| - | Switching Step | : | ตามที่ระบุไว้ในแบบ |
| - | Capacitance Tolerance | : | -5 ~ +10% |
| - | Dielectric Loss | : | ≤ 0.2 W / kVar |
| - | Power Loss | : | ≤ 0.45 W / KVar |
| - | Operating Temperature | : | -25 to +55ºC |
| - | Maximum Over Voltage | : | 1.3 x Un |
| - | Maximum Over Current | : | 1.5 x In |
| - | Maximum THD in Voltage | : | 2% |
| - | Maximum THD in Current | : | 25% |
| - | Discharge Resistance | : | Incorporate |

- Voltage Test Between Terminal: 2.15 xUn 2 Sec
- Voltage Test Terminal to Case: 3kV for 10 sec AC
- Inrush Current : Up to 200 x In
- Safety : Triple Safety (Overpressure Disconnection, Internal Fuse, Internal Winding Displacement)
- Protection : IP20
- Humidity : 95%
- Expected Life : 100,000 Hrs
- Altitude : Max. 2,000 above sea level
- Life Expectancy : 120,000 Hours
- Standard : IEC/EN 60831-1/2, UL94 (resin)

(6) Power Factor Controller ที่ใช้ควบคุม Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะดังต่อไปนี้

- Supply Voltage : 400VAC +15% -10%
- Rated Frequency : 45-65 Hz
- Display : 1 Line x 3 Digit x 7 Segments
- Measurement : Cos ø, Current, Current harmonics (THD), Mains Voltage, Max current, Max voltage
- Voltage and Current Accuracy: 1%
- Cos$\alpha$ Accuracy : 2%
- Power Consumptions : 6.6VA (6step), 8.8VA (12step)
- Output Relay Contact : Max 250 VAC, 10A, AC1
- Protection : IP40 (panel mounted), IP30 (regulator box) According to EN60529
- Safety / Insulation : Category III, Class II (According to EN61010-1)
- Standard : EN 61010 ; EN 61000-3-2; EN 61000-3-3 EN 50081-2; EN 50082-1; EN 50082-2 EN61000-4-2; EN61000-4-4; EN61000-4-8 EN 61000-4-5; EN 61000-4-11; UL 94
- Environment Limit Condition: Temperature Limit -20 to +60 ºC, 95% Relative Humidity

(7) ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลายๆตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

ก) Fuse Protection ทุกStep ของ Capacitor Bank

ข) Contractor

ค) Discharge Coil

ง) Power Factor Controller

จ) Indicating Lamp

ฉ) Automatic and Manual Switching Device

(8) อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ในส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่ น ๆ Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

(9) ในกรณีที่ชุด Capacitor Bank ไม่ได้ติดตั้งรวมอยู่ในแผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ แต่ติดตั้งแยกอยู่ภายในแผงสวิทซ์ต่างหากโดยเฉพาะ ข้อกำหนดทางด้านการสร้างตัวแผงสวิทซ์ของชุด Capacitor Bank ให้ถือเป็นเช่นเดียวกับ ข้อกำหนดการสร้างแผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ

12. <u>การทดสอบ</u>

(1) โรงงานผู้ ผลิ ต จะต้ องทำการทดสอบ Routine Test และ Type Tested (Licensee Assembly) ตามมาตรฐาน IEC 61439-1&2 หรือมีเอกสารรับรองการทดสอบ (Licensee) ดังต่อไปนี้

ก) Strength of materials and parts

ข) Degree of protection provided by an Assembly enclosure

ค) Clearances and creepage distances

ง) Protection against electric shock

จ) Protection against electric shock and integrity of protective circuits

ฉ) Incorporation of switching devices and components

ช) Internal electrical circuits and connections

ซ) Terminals for external conductor

ฌ) Dielectric properties

ญ) Verification of temperature rise

ฎ) Short-circuit withstand strength

ฏ) Electromagnetic compatibility (EMC)

ฐ) Mechanical operation

(2) นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้วเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

ก) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ฯ ทั้งหมด
ข) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตซ์ฯ
ค) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

(3) ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

## หมวดที่ 13 แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) ข้อกำหนดในตอนนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและการติดตั้งแผงสวิทช์กระจายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ระบุไว้ในแบบ
   (2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิทช์ประจำชั้นและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และแสดงไว้ในแบบทุกประการ

2. <u>การออกแบบและการสร้าง</u>
   (1) การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEC Art.384, VDE หรือ IEC เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 380/220 V 3 เฟส 4 สาย 50 Hz
   (2) Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย เหล็กแผ่นที่ใช้ทำตัวตู้หรือฝาต้องหนาอย่างน้อย 2 มม. ผ่านขบวนการป้องกันการผุกร่อน พ่นสีหรืออบ บานผับใช้แบบซ่อนภายใน อุปกรณ์เครื่องวัดตามที่ระบุ ให้ติดแยกไว้ที่ส่วนหนึ่งของตู้ที่จัดไว้โดยเฉพาะ
   (3) Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type
   (4) Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
   (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
   (6) Name Plate แผงสวิทช์ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Name Plate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
   (7) ผังวงจรแผงสวิทช์ทุกแผง ต้องฝังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจรขนาดสายของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
   (8) Main Circuit Breaker ภายในตู้ DB, EDB ทั้งหมดต้องมี Auxiliary switch สำหรับเช็คสถานะ การทำงาน และ Trip Alarm เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ BAS ได้

## หมวดที่ 14 แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (Panel Board)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) แผงสวิทช์ย่อย เป็นแผงสวิทช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัวตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel board Schedule

2. <u>การออกแบบและการสร้าง</u>

(1) Panel board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ IEC 60439-1, Form 1, IP20 โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel board นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิรตซ์ตามกำหนดในแบบและ Panel board Schedule

(2) Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock

(3) Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-On หรือ Bolt-On Circuit Breaker

(4) Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)

(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

(6) Name Plate แผงสวิทช์ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Name Plate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

(7) ผังวงจรแผงสวิทช์ทุกแผง ต้องฝังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจรขนาดสายของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

(8) การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสมหรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิทช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

## หมวดที่ 15 บัสเวย์ (Busway)

1. ความต้องการทั่วไป
   (1) บัสเวย์ (Busway) ตามข้อกำหนดนี้ ให้ครอบคลุมทั้ ง Feeder Busway และ Plug-h Busway ซึ ่งได้ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน IEC61439-6 : 2012 “Low-voltage switchgear and controlgear assemblies–Part6 : Busbar trunking systems (busways)”
   (2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง บัสเวย์ และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค
   (1) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ หรือ/Plug-in เป็นชนิด Totally Enclosed Rating Current ตามที่กำหนดในแบบ สามารถทน Short Circuit Current ได้ไม่น้อยกว่า 50kA ที่ 1 วินาที Rated Voltage 415/240V, 3Phase, 5Wire, 50Hz (200%N, 50% Internal Ground)
   (2) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ/หรือ Plug-in จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61439-6 : 2012 จากสถาบันหน่วยงานอิสระ (Third party Certificate) อาทิเช่น Dekra, Kema-Kuer
   (3) บัสเวย์ชนิด Feeder ต้องมีค่าการป้องกันที่ระดับ IP66 และ บัสเวย์ชนิด Plug-In ต้องมีค่าการป้องกันที่ ระดับ IP54
   (4) ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิดอลูมีเนียม ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร หุ้มด้วยฉนวนชนิด Mylar EL polyester film ตลอดความยาวของแต่ละท่อน ฉนวนดังกล่าวต้องมี Insulation Class ไม่ต่ำกว่า Class B (130 องศาเซลเซียส)
   (5) จุดสัมผัสหรือจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้า (Contact surface) ต้องเคลือบด้วยเงิน (Silver Plate)
   (6) โรงงานผู้ผลิตบัสเวย์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานดังนี้ ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015 และ ISO 45001 : 2018
   (7) บัสเวย์ (Busway) ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต
   (8) แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Drop) ของบัสเวย์ Line-to-Line ที่ 80% Power Factor มีค่าไม่เกิน 3.8 โวลท์ ต่อระยะความยาว 30 เมตร
   (9) กล่องหุ้ม (Housing) ของบัสเวย์ต้องทำมาจากอลูมิเนียม (Aluminum-alloy) มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีน้ำหนักเบาและต้องมีครีบระบายความร้อนแบบ T-Shape ด้วยการออกแบบการกระจายความร้อนแบบครบวงจร (Integral Heat Dissipation design : IHD) ซึ่งมีประสิทธิภาพการกระจายความร้อนโดยรวมเหนือกว่าการออกแบบแบบดั้งเดิมถึง 20% ซึ่งมีส่วนช่วยให้อายุการใช้งานของฉนวนได้นานขึ้น

(10) กล่องหุ้มบัสเวย์ต้องปิดสนิทโดยที่อากาศไม่สามารถเข้าออกได้ เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละออง และพ่นเคลือบสีโดยกรรมวิธี Electrostatic powder coating

(11) กล่องหุ้มบัสเวย์ต้องออกแบบให้มีรูระบายน้ำ (draining hole design) ไม่มี “น้ำขัง” ระหว่างการติดตั้ง Flatwise

(12) จุดต่อ (Joint)

ก) จุดต่อสำหรับบัสเวย์ให้ใช้สลักเกลียว (One-Bolt Removable/Isolatable Type) ร้อยทะลุผ่านบัสเวย์ โดยมีแหวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 3” (Belleville Spring) ประกบทั้ง 2 ด้าน เพื่อช่วยให้มีแรงกดทั่วถึงตลอดหน้าสัมผัส

ข) จุดต่อของบัสเวย์ต้องสามารถปรับระยะได้ไม่น้อยกว่า -/+0.5 นิ้ว

ค) จุดต่อของบัสเวย์ต้องต้องมีครีบระบายความร้อนแบบ T-Shape ด้วยการออกแบบการกระจายความร้ อนแบบครบวงจร (Integral Heat Dissipation design : IHD) เช่นเดียวกันกับกล่องหุ้มบัสเวย์ (Housing) ซึ่งมีประสิทธิภาพการกระจายความร้อนโดยรวมเหนือกว่าการออกแบบแบบดั้งเดิมถึง 20% ซึ่งมีส่วนช่วยให้อุณหภูมิที่จุดต่อของบัสเวย์ไม่สูงจนเกินไป

ง) การขัน และการตรวจสอบความตึงของสลักเกลียว สามารถทำจากด้านหน้าได้ โดยที่ไม่ต้องดับไฟบัสเวย์ แต่ละช่วงสามารถถอดออกได้โดยไม่ต้องรื้อถอนช่วงอื่น ๆ

(13) บัสเวย์ชนิด Plug-In จะต้องมีช่องเปิด (Plug Opening) สำหรับ Plug-In Unit ไม่น้อยกว่า 2 ชุดต่อความยาวมาตรฐานท่อนละ 3 เมตร

(14) Plug-In Unit ต้องเป็นแบบ Circuit Breaker Type มีค่า Short circuit ไม่น้อยกว่าค่า Short circuit ของบัสเวย์ ตามที่ระบุใบแบบ และเป็นผู้ผลิตเดียวกันกับบัสเวย์

(15) Plug-In Unit ต้องมี Interlock กับฝาเพื่อทำให้ไม่สามารถเปิดฝาได้ หากตัว Plug-In สับอยู่ในตำแหน่ง ON

(16) Operating Handle ของ Plug-In Unit เป็นแบบ Rotary Type และสามารถ สับหรือปลดวงจรได้ตลอดเวลา

3. <u>การติดตั้ง</u>

การติดตั้งบัสเวย์ ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ

4. <u>การทดสอบ</u>

เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ก่อนใช้งานจริงต้องตรวจวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวนไฟฟ้าโดยจ่ายไฟตรงขนาด 1,000 โวลต์ และค่าที่ได้ต้องไม่น้อยกว่า 1 เมกะโอห์ม

5. <u>การรับประกัน</u>

การรับประกันทุกชิ้นส่วน รับประกันเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากส่งของ หรือ 1 ปีหลังจากจ่ายไฟ

# หมวดที่ 16 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Volt Cable)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2. <u>ชนิดของสายไฟ</u>

(1) โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2553

(2) สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

(3) สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553, THW (IEC 01)

(4) สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

(5) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้นตาม มอก. 11-2553

(6) สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

3. <u>การติดตั้ง</u>

(1) การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง) การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

(2) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้า เท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

ข) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

ค) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

ง) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

จ) ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

(3) ห้ามทำการเดินสายไฟฟ้าในระบบวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal) และสายไฟฟ้าในระบบวงจรไฟฉุกเฉิน (Emergency Circuit) ในท่อเดียวกัน

(4) สายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตร.มม. ต้องเป็นสายไฟฟ้าชนิดตีเกลียว

(5) สีของสายไฟฟ้าในระบบ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สายต้องเป็นดังนี้

- เฟส A : สีน้ำตาล
- เฟส B : สีดำ
- เฟส C : สีเทา
- สาย N (ศูนย์) : สีน้ำเงิน
- สาย G (ดิน) : สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง

4. <u>การทดสอบ</u>

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

(1) สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจร และสวิทช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า

(2) สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

(3) การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที

## หมวดที่ 17 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)

(1) ความต้องการทั่วไป

(1) ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงการจัดหาและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดนี้

(2) สายทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติ

(2) ชนิดของสายไฟ

(1) สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire)

(2) ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fir Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟ อื่นพันหุ้ มรอบตัวนำทองแดงและชั้ นนอกจะหุ้ มด้วยฉนวนประเภท Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษมีความหมายตาม IEC 502 ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

(3) เปลือกหุ้ มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefin หรือวัสดุอื่นที่มี คุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหมายตาม IEC 502

(4) สายไฟฟ้ าชนิ ดทนไฟนี้ ต้ องมี Rate Voltage 600/1,000V มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90 °C สำหรับ Continuous Duty และ 250 °C ภายใต้สภาวะ Short – Circuit

(5) ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

(3) คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

(1) คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

- IEC 331
- IEEE 383
- VDE 0472 Part 814

(2) คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

- IEC 332-3
- IEEE 383
- BS 4066 Part 3

(3) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

- IEC 332-1

- VDE 0472 Part 804
- BS 4066 Part 1

(4) คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and ZERO Halogen (LSOH)

| | | |
|---|---|---|
| Smoke; Test Method | - | 27 $m^3$ Cable Chamber |
| | - | NBS Chamber |
| Test Standard | - | ASTM D2863 |
| | - | UITP/APTA Test E4 |
| | - | London Underground Limited |
| | - | BS 6724 |
| | - | IEC 1034 |
| Halogen Acid Content Measured | - | IEC 754 |
| (Less Than 5% Halogen Acid) | - | BS 6425 Part 1 |

(5) ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาประกอบการขออนุมัติ

(4) <u>การติดตั้ง</u>

(1) สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสายหรือเดินใน Cable Tray หรือ Wireway

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือรายละเอียดอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

## หมวดที่ 18 รางเคเบิ้ล (Cable Tray)

1. ความต้องการทั่วไป

(1) รางเคเบิ้ลจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ที่มองเห็นชัดเจน

2. ข้อมูลทางด้านเทคนิค

(1) รางเคเบิ้ลแบบบันได (Ladder Type) โดยเหล็กของขั้นบันไดให้ใช้เหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว หรือเหล็กรีดขึ้นรูชนิด E Shape ขนาด 4 นิ้ว และขั้นบันไดให้ใช้ท่อรีดขึ้นรูปชนิด E Shape โดยแยกประกอบได้ (ใช้น๊อต) โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ต้องมีลูกขั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตรหรือน้อยกว่า ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized ตลอดแนวความยาวของ Cable Trays จะต้องปราศจากคมหรืออย่างหนึ่งอย่างใดที่จะทำความเสียหายให้แก่ฉนวนของสายไฟฟ้าได้ ข้อโค้งและข้อต่อต่างๆจะต้องทำจากสารชนิดเดียวกันและขนาดเดียวกัน โดยที่มีรัศมีความโค้งต้องมากกว่า 50 มม. และมีช่องต่อให้เหลืออย่างน้อย 100 มม. ความหนาเหล็ก 1.6 มม. สำหรับความกว้าง 200 - 500 มม.และ ความหนาเหล็ก 2.0 มม. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 มม.ความยาวมาตรฐาน 3,000 มม.

(2) รางเคเบิ้ลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type) ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตรและพื้นเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พับเป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ (Ventilated and Corrugated) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ด้านล่างทั้งหมดตลอดแนวความยาวของ Cable Trays จะต้องปราศจากคมหรืออย่างหนึ่งอย่างใดที่จะทำความเสียหายให้แก่ฉนวนของสายไฟฟ้าได้ ข้อโค้งและข้อต่อต่างๆ จะต้องทำจากสารชนิดเดียวกันและขนาดเดียวกัน โดยที่มีรัศมีความโค้งต้องมากกว่า 50 มม. และมีช่องต่อให้เหลืออย่างน้อย 100 มม. ความหนาเหล็ก 1.6 มม. สำหรับความกว้าง 200 - 500 มม.และ ความหนาเหล็ก 2.0 มม. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 มม. ความยาวมาตรฐาน 3,000 มม.

3. การติดตั้ง

(1) Cable Trays ที่ติดตั้งในแนวระดับให้แขวนด้วยเหล็กกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ⅜ นิ้ว และ รองรับด้วยเหล็กฉากขนาด 1¼ นิ้ว x หนา 3 mm. เหล็กฉากและเหล็กแขวนให้ทาสีเดียวกับ Cable Trays เหล็กแขวนต้องมีเกลียวยาวพอสำหรับปรับระดับของ Cable Trays

(2) การติดตั้ง Cable Trays ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่เปิดเผย ห้ามติดตั้งในฝ้า

(3) รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง Support (Span) เท่ากับ 1.5 m. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m.ที่ Uniformly Distributed Load โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยว

(4) Cable Trays ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) ความหนาเหล็กสังกะสีต่ำสุด 65 Microns ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM 123

(5) การติดตั้งและใช้งาน ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

(6) ต้องมีการนำไฟฟ้าที่ต่อเนื่องตลอดแนวการใช้ Cable Trays ไม่ให้มีการขาดตอนได้ระหว่างข้อต่อรางเดินสายไฟต้องต่อกันแน่นสนิทและมีสายทองแดงขนาดตาม NEC Code กำหนดเชื่อมระหว่าง Cable Tray ทั้งหมด

4. <u>การทดสอบ</u>

ผู้รับจ้างจะต้องวัดค่าความต่อเนื่องทางไฟฟ้าให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบก่อนส่งมอบงาน

## หมวดที่ 19 รางเดินสายไฟ (Wireway)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) มาตรฐานการผลิต รางเดินสายให้กำหนดตาม BS 4678 (Class 2), NEMA No.VE1 และกฎการไฟฟ้า
   (2) ราง Wireway ชนิด Stainless ผลิตตามมาตรฐาน EN, BS, IEC วัสดุทำจากคุณภาพเยี่ยม ป้องกันการเป็นสนิมได้ 100%
   (3) ราง Wireway ชนิด UPVC ผลิตตามมาตรฐาน EN, BS, IEC
   (4) ราง Wireway ชนิดรางเหล็กแบบถอดฝาครอบได้ โดยฝาครอบให้ยึดติดกับรางด้วยสกรูเหล็กอาบสังกะสี ทุกๆ ระยะ 60 ซม.
   (5) ราง Wireway ชนิดรางเหล็กต้องทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตาราง โดยก่อนพ่นสีให้ขัดผิวเหล็กให้เรียบและทำความสะอาดจนปราศจากสนิม ไขและน้ำมัน พ่นด้วยสีฝุ่น Epoxy/Polyester ด้วยระบบ Electro Static และอบด้วยอุณหภูมิ 200°C ความหนาสี 60 Microns รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด Cold Rolled Mild Steel Sheet ความหนาของรางเดินสายตามมาตรฐานกำหนด

2. <u>ข้อมูลทางด้านเทคนิค</u>
   (1) จุดต่อของ Wireway ต้องต่อกันแล้วไม่ทำให้การนำไฟฟ้าขาดความต่อเนื่องและมีสายทองแดงขนาดตาม NEC Code กำหนดเชื่อมระหว่าง Wireway ทั้งหมด, Wireway ทุกส่วนต้องปราศจากคมหรืออย่างหนึ่งอย่างใด ที่จะทำความเสียหายให้แก่ฉนวนสาย ไฟฟ้าได้
   (2) Wireway ที่ติดตั้งในแนวระดับต้องยึดกับเหล็กรองรับทุกๆ ระยะไม่เกินกว่า 1.5 ม. และทุกๆ ระยะไม่เกินกว่า 2.4 ม. สำหรับการติดตั้งในแนวดิ่ง
   (3) Wireway ที่ติดตั้งในแนวระดับให้แขวนด้วย Ceiling Fixing Support หรือ Bracket Support ให้ใช้สี Epoxy Powder Paint พ่นเรียบร้อยจากโรงงาน
   (4) ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดภายในของสายไฟฟ้าที่จุดใดๆ ก็ตามต้องไม่เกิน 20% ของพื้นหน้าตัดของ Wireway ที่จุดนั้นๆ
   (5) ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้นและจุดปลายทางของรางเดินสายต้องปิด
   (6) การติดตั้งและอื่นๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEC, Article 318
   (7) รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ที่มองเห็นชัดเจน

## หมวดที่ 20 ท่อร้อยสายไฟ (Conduit)

1. ความต้องการทั่วไป

(1) ท่อร้อยสายไฟและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตลอดจนการติดตั้ง ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งที่ใดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

2. ข้อมูลทางด้านเทคนิค

(1) ท่อร้อยสายชนิดหนา (Rigid Steel Conduit) และชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit) ต้องเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีร่วมกับ Epoxy Resin ภายในของท่อร้อยสายไฟที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ใช้สำหรับการเดินท่อฝังในดิน ฝังผ่านถนนบริเวณที่เปียกชื้นและเดินลอยภายนอกอาคาร

(2) ท่อร้อยสายชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing) ต้องเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีร่วมกับ Epoxy Resin ภายในของท่อร้อยสายไฟที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กที่สุด ½ นิ้ว ใช้สำหรับการเดินท่อฝังในผนัง พื้น คสล. เดินลอยซ่อนในฝ้าและเดินลอยภายในอาคาร

(3) ท่อร้อยสายชนิดยืดหดได้ (Flexible Steel Conduit) ใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้าช่วงสั้นๆ เข้าดวงโคม มอเตอร์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ โดยชนิดเหล็กอาบสังกะสีแบบธรรมดาให้ใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้าเข้าดวงโคม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ติดตั้งอยู่ในบริเวณเปียกชื้นและชนิดเหล็กอาบสังกะสีหุ้มด้วยพลาสติกกันน้ำ ให้ใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า Plug-In Unit ของบัสดักและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณเปียกชื้น

(4) ท่อ UPVC ผลิตตามมาตรฐาน EN, BS, IEC ขนาดต่ำสุดเลือกใช้เส้นผ่าศูนย์กลาง ½" อุปกรณ์ประกอบต้องเป็นอุปกรณ์สำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

(5) การเลี้ยวเป็นมุม 90 องศาของท่อร้อยสายไฟขนาดตั้งแต่ 1½ นิ้ว ขึ้นไปต้องใช้ข้อโค้ง (Elbow)

(6) การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนาและชนิดกลางให้ใช้ข้อต่อแบบเกลียวและการต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟชนิดบางให้ใช้ข้อต่อชนิดที่ใช้แรงอัดด้วยวงแหวนสปริงที่อยู่ภายในข้อต่อ

(7) การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนาหรือชนิดกลางกับกล่องพักสาย หรือแผงสวิตช์จ่ายไฟให้ใช้ Locknuts สองตัว การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟชนิดบางกับกล่องพักสายหรือแผงสวิตช์ให้ใช้ข้อต่อชนิดที่ใช้แรงอัดด้วยวงแหวนสปริงที่อยู่ภายในข้อต่อและ Locknut ปลายท่อร้อยสายไฟทุกเส้นต้องไม่มีคมและมี Bushing ติดอยู่

(8) ท่อร้อยสายไฟที่ฝังในดินไม่ผ่านพื้นหรือถนนคอนกรีต ต้องทาด้วย Coal-Tar Epoxy อย่างน้อยสองชั้นและวางต่ำกว่าผิวดินไม่น้อยกว่า 60 ซม. รองรับด้วยทรายไม่น้อยกว่า 10 ซม. กลบด้วยดินที่ไม่มีสารหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติทำให้ท่อเป็นสนิมหรือเกิดความเสียหายได้ กรณี

ที่เป็นท่อฝังผ่านถนนหรือพื้นคอนกรีตให้ฝังต่ำกว่าถนนไม่น้อยกว่า 60 ซม. และเทคอนกรีตหุ้มตลอดแนวท่อ

(9) ท่อร้อยสายไฟที่ฝังในดินต้องมีบ่อพักสายคอนกรีตที่เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกินกว่า 30 ม.

(10) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินลอยให้ยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อแบบสองหูหรือเหล็กรองรับทุก ๆ ระยะไม่เกินกว่า 1 ม. และท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในแนวดิ่งภายในช่องท่อให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ชนิดอาบสังกะสี และยึดท่อติดกับเหล็กตัว C ทุก ๆ ระยะไม่เกินกว่า 2.40 ม.

(11) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินลอยซ่อนในฝ้า หรือภายนอกฝ้าต้องติดตั้งให้ได้แนวขนานหรือตั้งฉากกับผนังหรือคาน

(12) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินลอยซ่อนในฝ้าหรือภายนอกฝ้า กรณีที่ต้องเดินผ่านคานหรือผนังคอนกรีต เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่มีผลทำให้ความแข็งแรงของคานหรือผนังเสียไป ต้องเดินทะลุเป็นแนวเส้นตรงสวมด้วยท่อสลิฟที่เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีและกรณีที่ผนังเป็นผนังที่มีไว้เพื่อป้องกันไฟหรือควันลามสลิฟดังกล่าวต้องอุดด้วยสารทนไฟ

(13) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินผ่านทะลุพื้น จะต้องเดินผ่านทะลุด้วยท่อสลิฟและอุดมด้วยสารทนไฟ

(14) เข็มขัดรัดท่อทุกอันต้องทาสีให้ทราบว่าเป็นท่อร้อยสายไฟของระบบใดโดยให้ใช้สีส้มสำหรับระบบไฟฟ้า สีเขียวสำหรับระบบโทรศัพท์ สีแดงสำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สีเหลืองสำหรับระบบเสาอากาศทีวีรวมและทีวีวงจรปิดและสีฟ้าสำหรับระบบเสียง

(15) ถ้าไม่มีกำหนดไว้อุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการติดตั้งท่อร้อยสายไฟ เช่น สกรู น๊อตและอื่นๆ ต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี

(16) วิธีการติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้ว จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC หรือการไฟฟ้านครหลวง

(17) ท่อร้อยสายไฟและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากการไฟฟ้าฯ

(18) สัญลักษณ์สีของอุปกรณ์จับยึด (Clamp)

- ไฟฟ้า (Normal) สีแดง
- ไฟฟ้า (Emergency) สีเหลือง
- โทรศัพท์ เขียว
- F/A สีส้ม
- MATV สีขาว
- CCTV สีขาว
- PA สีขาว
- ไฟฟ้าจ่าย M/E สีน้ำเงิน

## หมวดที่ 21 กล่องอุปกรณ์และกล่องต่อสาย (Box)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) กล่องสวิตช์หรือเต้ารับ ต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสีขนาดหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. สำหรับการติดตั้งฝังในคอนกรีตหรือผนังและต้องเป็นแบบเหล็กหล่อสำหรับติดลอย

(2) กล่องสวิตช์หรือเต้ารับที่มีการต่อสายไฟฟ้ามากกว่า 4 จุด ต้องใช้กล่องขนาด 4"×4" และใช้ฝาลดขนาดสำหรับติดตั้งสวิตช์หรือเต้ารับและก่อนติดตั้งสวิตช์หรือเต้ารับเข้ากับกล่อง ต้องทำความสะอาดกล่องจนปราศจากคอนกรีตหรือคราบน้ำปูนหรือสนิมแล้วทาด้วยสีกันสนิม

(3) กล่องพักสายหรือกล่องต่อสายที่ใช้ประกอบในการเดินท่อร้อยสายไฟ โดยทั่วไปให้ใช้กล่องเหล็กอาบสังกะสีแบบแปดเหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุม 4 นิ้ว หรือแบบสี่เหลี่ยมขนาด 4"x4" ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. กล่องต่อสายหรือกล่องพักสายที่มีขนาดเกิน 4 นิ้ว ให้ใช้กล่องเหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่นที่หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. พ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีน้ำมันอย่างน้อยหนึ่งชั้น

(4) กล่องอุปกรณ์กล่องพักสายและกล่องต่อสายที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสีและพ่นสีด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสมหรือเป็นกล่องเหล็กหล่อแบบมีเกลียว

(5) รูเปิดของกล่องอุปกรณ์, กล่องต่อสายหรือกล่องพักสายทุกกล่องต้องปิดด้วยฝาปิดที่เหมาะสมทุกรู

(6) กล่องทุกกล่องที่มีการต่อสายไฟฟ้าต้องติดตั้งที่ตำแหน่งสามารถเข้าถึงได้

(7) กล่องอุปกรณ์ กล่องพักสายและกล่องต่อสายทุกกล่องต้องยึดติดกับโครงสร้างของอาคารด้วยตัวเองไม่ใช้ท่อร้อยสายไฟเป็นตัวรองรับท่อ

(8) จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดภายในกล่องอุปกรณ์ กล่องพักสายหรือกล่องต่อสายให้เป็นไปตามมาตรฐานของ วสท.

(9) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งรางเดินสายประกอบ (Auxiliary Gutters) เพิ่มเติม ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นควรว่าเหมาะสม

## หมวดที่ 22 สวิตช์นิรภัย (Safety Switch)

1. Safety Switch

(1) Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน UL เป็นชนิด Heavy Duty Type

(2) Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิทช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า

(3) Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง Off เท่านั้น

(4) ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือไม่น้อยกว่าขนาดของ Protecting Equipment ที่ต้นทาง

(5) ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ

(6) การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบโดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตรถึงระดับบนของสวิทช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรงให้สวิทช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่าเมตรถึงระดับบนของสวิทช์

2. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

(1) ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ

(2) Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439-1 โดยที่

ก) Form 1, IP30 พับจาก Sheet Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้ภายในอาคารทั่วๆ ไป

ข) Form 1, IP54 พร้อมหลังคาและตู้คลุมป้องกันแสง UV โดยพับจาก Zinc Coated Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร

(3) การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flushed Mounting หรือ Semi-Flushed Mounting สำหรับในอาคารและ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตรถึงระดับบนสุด

# หมวดที่ 23 สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) สวิตช์ไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, NEC, TIS และ IEC60669-1 ทนกระแสไฟฟ้าสลับได้ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์หรือสูงกว่า
   (2) สวิตช์จะต้องทนกระแสไฟฟ้าสลับได้ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ที่แรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์หรือสูงกว่า
   (3) ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิดปิดโดยวิธีกระดก (Rocker Operated) และทำด้วยพลาสติกแข็งหรือ ABS
   (4) ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริง หรือรูเสียบสายอัดด้วยสกรูที่สามารถกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสายไฟฟ้าโดยการพันสายใต้สกรูโดยตรง
   (5) ฝาครอบสวิตช์ให้ใช้ฝาครอบแบบพลาสติก
   (6) สวิตช์ที่ติดตั้งบริเวณที่เปียกชื้นหรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบแบบกันน้ำหรือตามแบบระบุ
   (7) สวิตช์ที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน ให้ใช้ฝาครอบเดียวกันได้อย่างมากไม่เกิน 3 สวิตช์ ต่อ 1 ฝาครอบหรือตามแบบกำหนด
   (8) สวิตช์สำหรับอุปกรณ์ปรับแสงหรือหรีแสงสว่างต้องสามารถทำงานได้ตั้งแต่ 0 - 100%
   (9) สวิตช์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับเต้ารับไฟฟ้า,เต้ารับโทรศัพท์และเต้ารับคอมพิวเตอร์
   (10) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Label ระบุวงจรไฟฟ้า/แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยที่สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัว

# หมวดที่ 24 เต้ารับไฟฟ้า (Receptacle)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) เต้ารับไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน UL, NEMA, VDE, NEC, TIS และ IEC60884-1 ทนกระแสไฟฟ้าสลับได้ไม่น้อยกว่า 20 แอมแปร์ที่แรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์หรือสูงกว่า
   (2) เป็นชนิดมีขั้วต่อสายดิน (Grounding Type) ที่สามารถรับเต้าเสียบชนิดสองขาได้ทั้งแบบขากลมและขาแบน และมีม่านนิรภัย (Safety shutter)
   (3) ขั้วต่อสายเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริงหรืออัดด้วยสกรูที่สามารถกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้
   (4) ฝาครอบเต้ารับไฟฟ้าให้ใช้ฝาครอบแบบพลาสติกตามที่กำหนดไว้ในแบบ
   (5) เต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณเปียกชื้นหรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบชนิดกันน้ำหรือตามแบบระบุ
   (6) เต้ารับชนิด Industrial Typeชนิด1 Ø และ 3Ø ผลิตตาม IEC 60309 ขนาดตามแบบระบุ จะต้องมีระดับการป้องกัน IP67 ป้องกันการเป็นสนิมได้ 100%
   (7) สีของเต้ารับไฟฟ้าให้เลือกใช้สีตามแหล่งจ่ายไฟฟ้าดังนี้
      - UPS สีแดง
      - Emergency สีเหลือง
      - Normal สีขาว
   (8) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Label ระบุ วงจรไฟฟ้า/แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยที่เต้ารับไฟฟ้าทุกตัว

2. <u>เต้ารับสำหรับระบบพิเศษ</u>
   (1) Furutech : GTX-D (R) High End Performance Duplex receptacle 20A
   (2) Rhodium (Alpha) Pure Copper Conductor (0.8mm)
   (3) Nonmagnetic stainless conductor spring system
   (4) Body material : Nylon/fiberglass with piezo ceramic and carbon damping material

## หมวดที่ 25 ดวงโคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ (Lighting Fixture)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก) ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA

ข) ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี

ค) โคมสำหรับ LED ให้ทำจากจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือเหล็กฟอสเฟตและพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น หรือจากวัสดุอื่นๆ ที่ได้มาตรฐานสากล

ง) สำหรับดวงโคม Down Light ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

(2) หลอดไฟต้องเป็นไปตามกำหนดนี้

ก) LED Tube หลอดประสิทธิภาพสูง Tube LED –T8 พร้อมไดร์เวอร์อิเลคทรอนิคส์ หลอดประสิทธิภาพสูง LED Tube

ข) ตัวหลอดฐานอลูมิเนียม พร้อมครีบระบายอากาศ

ค) Chip LED Type SMD, Lens Polycarbonate มีมาตรฐานทดสอบ LM-80; Nichia, Cree, Epistar Everlight, Taiwan Oasis, Led man หรือ Sander

ง) ความยาวหลอด 1198 มม. กำลังหลอดไม่น้อยกว่า 90 Lumen/watt (ไม่น้อยกว่า 1800 Lumen/Lamp)

จ) Input Voltage 190-110 VAC or 220-240 VAC Color Temp(CCT) 6500-7000 Kevin

ฉ) Total Luminous Flux > 90 Lumen/watt. ที่อุณหภูมิ 35 C Beam Angle ไม่น้อยกว่า 120 องศา

ช) ประสิทธิภาพหลอดมากกว่า Power Factor 0.9 และ RA=80

ซ) มีค่าระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นละออง IP54 เป็นอย่างน้อย ตามมาตรฐานมอก. หรือ VDE DIN BS และ NEMA

ฌ) ต้องมีการรับประกันอายุการใช้งานหลอดและอุปกรณ์ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง

2. <u>ดวงโคมไฟฟ้า</u>

(1) เป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศและผลิตโดยโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน การรับรองระบบบริหารงาน ISO 9001:2000 และได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 902-2532 สำหรับโคมไฟติดประจำที่ มอก. 903-2532 สำหรับโคมไฟฝังและผ่านการรับรองความปลอดภัยด้าน ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ มอก.1955-2542 สำหรับโคมไฟทั้ง 2 ประเภท

เพื่อป้องกันการส่งคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งทางด้านสายประธานและการแผ่ในอากาศ ซึ่งต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเป็นผู้อนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้

(2) ดวงโคมต้องทำด้วยเหล็กแผ่นชนิด Electro-Galvanized หรือเหล็กแผ่นที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม และมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. พับขึ้นรูปเป็นดวงโคมสำหรับใส่ หลอดไฟ บัลลาสต์ สตาร์เตอร์ และอื่นๆ แล้วพ่นเคลือบด้วยสีฝุ่นชนิด Polyester TGIC อบด้วยความร้อน 160 - 200 องศาเซลเซียส (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น การติดตั้งบัลลาสต์ และสายไฟฟ้าภายในโคมไฟต้องทำให้เรียบร้อย

(3) โคมไฟชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (Diffuser) ต้องเป็นชนิด Prismatic ความหนาไม่น้อยกว่า 0.3 มม. ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสมและยึดติดกับตัวโคม ในกรณีที่แผ่นกรองแสงเป็นแบบพลาสติกชนิดอื่นหรือวัสดุที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มม. หรือเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ

(4) โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (Louver) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมผิวเคลือบเงินเงา พับโค้งพาราบอลิค (Parabolic Mirror Aluminuim Reflector) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมผิวเคลือบเงินเงา พับโค้งพาราบอลิค (Parabolic Mirror Aluminuim Louver) และครีบตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียม มีลายเส้น (T-Profiled Laminated) เพื่อลด Glare โดยกำหนดให้มีจำนวนไม่เกิน 6 Cell สำหรับโคมไฟขนาด 60x60 ซม. และจำนวนไม่เกิน 13 Cell สำหรับโคมไฟขนาด 60x120 ซม. เพื่อไม่ให้ประสิทธิภาพของการกระจายแสงต่ำเกินไป สำหรับโคมดาวน์ไลท์จะต้องเคลือบผิวเพื่อลด Glare ขณะใช้งานให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้ง

(5) โคมไฟฟ้าภายในพื้นที่ผลิตที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (โคมกันน้ำ) จะต้องมีค่าIPไม่น้อยกว่า IP65 (มีใบรับรอง) ตัวโคมและฝาครอบทำด้วยพลาสติกโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ทนต่อแสงUV ยึดด้วย Clip lock ที่ทำด้วย Stainless Steel ติดตั้งโคมด้วยวิธีแขวนกับตะขอ Stainless Steel ซึ่งยึดติดอยู่บนเพดานดูรายละเอียดการติดตั้งในแบบ

(6) แผ่นสะท้อนแสงสำหรับดวงโคมฟลูออเรสเซนต์จะต้องเป็นชนิดเคลือบเงินเงาด้วยกรรมวิธี PVD (Physical Vapour Deposition) ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.99 % และค่าประสิทธิภาพการสะท้อนแสงรวม (Total Reflectance) ไม่น้อยกว่า 95% หนา 0.4 มิลลิเมตรต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิธีการและมีขนาดที่เหมาะสมในการใช้งานร่วมกับหลอด 1x18W LED Tube T8

(7) ขั้วรับหลอดสำหรับโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ เป็นขั้วรับหลอดแบบ G5 ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก. 344-2530, ENEC, VDE และเป็นขั้วชนิด Push-through/surface-mounted สำหรับโคมไฟที่ติดตั้งหลอดนอกตัวโคมและเป็นขั้วชนิด built-in สำหรับโคมไฟที่ติดตั้งหลอดภายในตัวโคม

(8) สายไฟภายในโคมไฟให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และความร้อนได้ถึง 105 องศาเซลเซียส โดยมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตรและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 11-2531

(9) ดวงโคมสำหรับหลอดชนิดมีไส้และหลอดใช้ก๊าซให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบและต้องมีกล่องหรือพื้นที่เฉพาะภายในดวงโคมสำหรับต่อสายไฟฟ้า

3. <u>การติดตั้งดวงโคม</u>

(1) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดลอยบนฝ้าเพดานชนิดยิบซั่มบอร์ด กระเบื้องกระดาษหรือวัสดุอื่นที่คล้ายคลึงกัน ห้ามใช้วิธีการติดตั้งโดยให้แผ่นฝ้าเป็นตัวรับน้ำหนักโดยตรง

(2) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดฝังเสมอเรียบผิวฝ้าเพดาน หรือติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ห้ามใช้วิธีการติดตั้งโดยใช้โครงสร้างของฝ้าเพดานเป็นตัวรับน้ำหนัก ของดวงโคมโดยตรง ให้ใช้วิธีการติดตั้งโดยห้อยดวงโคม จากพื้นเพดานด้วยก้านโลหะที่ไม่เป็นสนิมและสามารถปรับสูงต่ำได้โดยง่าย

(3) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์แบบติดห้อยจากฝ้าเพดาน ให้ติดห้อยจากฝ้าเพดานด้วยขายึดสำเร็จรูปจากโรงงาน

(4) ดวงโคมดาวน์ไลท์ หรืออื่นๆ แบบติดฝังเสมอเรียบผิวฝ้าเพดาน หรือติดลอยบนฝ้าเพดาน ถ้าหากพิจารณาแล้วเห็นว่าน้ำหนักของดวงโคมไม่มีผลทำให้เกิดความเสียหายท่อแผ่นฝ้าเพดาน ให้ใช้วิธีการติดตั้งโดยให้แผ่นฝ้าเป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยตรงได้

(5) การติดตั้งดวงโคมชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้แล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างเพื่อให้ความเห็นชอบ

(6) การติดตั้งดวงโคมทั้งหมดต้องทำให้ได้แนวทั้งแนวดิ่งและแนวระดับ

(7) การต่อสายไฟฟ้าเข้าดวงโคมทุกแบบ ต้องทำภายในดวงโคมหรือภายในกล่องต่อสายที่ยึดติดกับดวงโคมเท่านั้น

(8) ตำแหน่งดวงโคมที่กำหนดไว้ในแบบบางตำแหน่งอาจทำให้ขัดขวาง หรือถูกขัดขวางจากงานติดตั้งของงานในระบบอื่น ดังนั้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบประสานงานกับ ผู้รับจ้างระบบอื่นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและถ้าจำเป็นต้องโยกย้ายตำแหน่งดวงโคม การดำเนินการดังกล่าวต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน

(9) น๊อต สกรู และสลักเกลียวที่ใช้ในการติดตั้งดวงโคมต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสีและพุกที่ใช้ให้ใช้ชนิดพลาสติกขนาดไม่เล็กกว่า S7

## หมวดที่ 26 ระบบแสงสว่าง และป้ายทางออกฉุกเฉิน (Emergency Light & Exit Sign)

1. ความต้องการทั่วไป

(1) ระบบแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติ ต้องเป็นดวงโคมมีแบตเตอรีและชุดควบคุมรวมศูนย์อยู่ที่แผงควบคุมตามที่แสดงไว้ในแบบ

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

ดวงโคมแสงสว่างฉุกเฉิน และ/หรือแผงควบคุมของระบบแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและข้อกำหนดต่อไปนี้

(1) แบตเตอรีต้องเป็นแบบตะกั่ว-กรด ชนิดปิดมิด (Sealed Lead-Acid) ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยจ่าย 24 หรือ 48 โวลท์สำหรับระบบแสงสว่างฉุกเฉินที่เป็นแบบแผงควบคุม รวมแบตเตอรีต้องมีขนาดความจุ ที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่หลอดไฟทั้งหมดเพื่อให้การส่องสว่างเต็มที่นานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยอนุโลมให้ระดับความส่องสว่างสามารถลดลงได้โดยให้เหลือไม่น้อยกว่า 60 % ของระดับความส่องสว่างเริ่มแรกตามมาตรฐาน EIT. 2004-44

(2) การอัดประจุแบตเตอรี (Battery Charging Circuit) ต้องเป็นวงจรแบบอีเลคโทรนิคชนิดอัดประจุโดยวิธีจำกัดกระแสและแรงดันที่ จุดสูงสุด (Maximum Constant Voltage and Maximum Constant Current Limited Charging Circuit) ที่สามารถควบคุมให้การอัดประจุเข้าแบตเตอรีเป็นไปโดยอัตโนมัติตามสภาพของแบตเตอรีกล่าวคือ ต้องเป็นวงจรที่สามารถตัดการอัดประจุเข้าแบตเตอรีออกทันที เมื่อแบตเตอรีถูกอัดประจุเต็มขนาดความจุ และต้องเป็นวงจรที่สามารถรักษาแบตเตอรีให้เต็มขนาดความจุได้ตลอดเวลาที่ยังไม่มีการจ่ายโหลด รวมทั้งต้องเป็นวงจรที่สามารถป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าจนเกินพิกัดของแบตเตอรี วงจรสำหรับอัดประจุต้องมีพิกัดความสามารถที่ทำให้สามารถอัดประจุเข้าแบตเตอรีได้เต็ม ภายในเวลา 20 ชั่วโมง หลังจากแบตเตอรีจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดทั้งหมดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

(3) การทำงานในภาวะปกติแบตเตอรี่ต้องถูกอัดประจุ ให้เต็มขนาดความจุพร้อมที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดได้ตลอดเวลา เมื่อไฟฟ้าปกติเกิดบกพร่องตัวเครื่องจะหน่วงเวลาไว้ประมาณ 1 วินาที (เพื่อป้องกันในกรณีเกิดไฟกระพริบ) แบตเตอรีจึงจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่หลอดไฟทั้งหมด ถ้าระดับแรงดันของแบตเตอรีที่จ่ายให้หลอดไฟลดลงต่ำกว่า 7.5 โวลท์ จะต้องมีวงจรตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าหลอดไฟออกทันที และเมื่อไฟฟ้าปกติกลับคืนสู่สภาพที่สามารถใช้งานได้ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่หลอดไฟทั้งหมดของแบตเตอรีต้องถูกตัดออกและแบตเตอรีต้องถูกอัดประจุให้เต็มขนาดความจุพร้อมที่จะจ่ายโหลดได้อีก การทำงานทั้งหมดดังกล่าวต้องเป็นไปโดยอัตโนมัติให้มีอุปกรณ์ประกอบ เพื่อแสดงสถานการณ์ประจุแบตเตอรี่ Charger และ Full อุปกรณ์ แสดงสถานะของ Input Line AC, สถานะ

Fail, Switch On/Off, Test Button, Automatic Test อุปกรณ์ป้องกันการ Short Circuit, Over Load

(4) ระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบใช้แผงควบคุมรวม อย่างน้อยต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้และต่อไปนี้

ก) โวลท์มิเตอร์สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

ข) แอมมิเตอร์สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าอัดประจุ

ค) ฟิวส์หรือสวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker) สำหรับป้องกันการลัดวงจรของวงจรทางด้านออก

ง) มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรีจนหมด

3. <u>กล่องหรือตู้</u>

กล่องสำหรับดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินแบบมีแบตเตอรีและชุดควบคุมอยู่ภายในตัวต้องทำด้วยเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. พ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิมและพ่นทับด้วยสีน้ำมันชนิดอบอย่างน้อยสองครั้งและกล่องควรเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

4. <u>หลอดไฟฟ้าหรือดวงโคม</u>

หลอดไฟสำหรับดวงโคมชนิด Remote Head Lamp 24V และชุดควบคุมอยู่ภายในตัวให้ใช้หลอด Down Light LED 9W. ชนิดกระจายแสงและมีค่าพิกัดไฟฟ้าเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบหรือเป็นตามพิกัดแรงดันของแบตเตอรี หลอดไฟ และดวงโคมไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบมีแผงควบคุมรวมให้ เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

5. <u>ป้ายทางออกฉุกเฉิน</u>

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและติดตั้งป้ายทางออกฉุกเฉินโดยผลิตภัณฑ์ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน EN 60598-1, EN 60598-2-22

(1) เครื่องหมายสัญลักษณ์ต้องมีขนาดและรูปแบบตามกฎข้อบังคับของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หลอดไฟเป็นชนิด LED ซึ่งมี Luminous Intensity ไม่ต่ำกว่า 8,000 mcd

(2) การสำรองไฟของแบตเตอรี่ต้องไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 3 ปี แบตเตอรีใช้ Nickel Metal Hydride Battery

(3) การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือตามความเหมาะสมตามกฎข้อบังคับของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

(4) ตัวโคมเป็นเป็น Box หรือ Slim Line โดยประกอบด้วย แผ่นแสดงสัญลักษณ์ และฐานผลิตจาก ABS และ PVC Polycarbonate

(5) ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง

6. <u>การติดตั้ง</u>

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing ให้ผู้ว่าจ้าง เพื่อให้ผู้ว่าจ้าง เห็นชอบและอนุมัติแบบก่อนทุกครั้ง

## หมวดที่ 27 ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

1. ความต้องการทั่วไป

(1) การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรืออุปกรณ์ที่เป็นโลหะและอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ของระบบอื่นๆ เช่น โครงเหล็กลิฟท์ ท่อน้ำ เป็นต้น ต้องต่อลงดิน การต่อลงดินต้องเป็นไปตามแบบและ/หรือ ตามข้อกำหนด

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

(1) วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ National Electrical Code ข้อ 250 และ/หรือการไฟฟ้าฯ

(2) ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมน กับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-94 ของ National Electrical Code

(3) สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นดินและเส้นศูนย์ต้องไม่ใช้สายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน

(4) สายดินให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทองแดงเปลือยหรือสายไฟฟ้าชนิดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนโพลีวีนีลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride)

(5) แท่งสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้แบบเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper-Clad Steel) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ส่วนบนสุดของแท่งสายดินต้องฝังอยู่ใน Ground Pit

(6) ยกเว้นจุดต่อเชื่อมที่อยู่ภายในแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย แผงควบคุมต่างๆ หรือภายในอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อเชื่อมจุดอื่น ๆ ทั้งหมดของระบบการต่อลงดินต้องใช้วิธี Exothermic Welding โดยโลหะผสมที่ใช้เป็นสารสำหรับต่อเชื่อมต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการต่อเชื่อมของโลหะที่จุดนั้น ๆ

(7) ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม หากเกินต้องแก้ไขโดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม

(8) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น Ground Bar, Ground Test Box และ Ground Pit ต้องจัดเตรียมให้ครบตามแบบ และรายละเอียดการติดตั้งให้ใช้ตาม Typical Detail ตามข้อกำหนดใน Spec.

3. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบความต้านทานของระบบต่อหน้าผู้ว่าจ้างและจัดทำ Test report

## หมวดที่ 28 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงานและอื่น ๆ มาทำการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบนี้
   (2) ระบบล่อฟ้า เป็นระบบ Faraday Case
   (3) ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งที่ใด วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นไปตามกฎข้อบังคับของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งต่อไปนี้
      ก) The National Fire Protection Association's Lightning Protection Code No. 78
      ข) Lightning Protection Institute, Component and Installation Standard
      ค) Installation Requirements for Master Labeled Lightning Protection System, UL 96 A
      ง) British Standards Institution
      จ) EIT STANDARDS

2. <u>การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง</u>
   กรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอุปกรณ์หรือแก้ไขวิธีการติดตั้งหรือรายละเอียดอื่นใดตามที่แสดงไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องแสดงรายละเอียดและเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเสนอต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบและต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนที่จะดำเนินการใด ๆ

3. <u>ระบบล่อฟ้าชนิด Faraday Case</u>
   (1) ระบบป้องกันฟ้าผ่า
      ก) ทั่วไปการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA No.78_มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติและประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
      ข) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า ตามที่แสดงไว้ในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนดนี้
      ค) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จะต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน UL Listed
   (2) ระบบดิน
      ต้องมีความต้านทานรวมไม่เกิน 5 โอห์ม ใช้ Bare Copper ฝังลงดินระดับ 60 ซ.ม. แล้วเชื่อมเข้ากับ Copper Clad Steel Earth Rod ขนาด Ø 5/8 นิ้ว x 10 ฟุต ซึ่งปักลึกต่ำจากระดับดินตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบในกรณีที่วัดความต้านทานแล้วเกิน 5 โอมห์ ต้องเพิ่ม Earth Rod ตามความเหมาะสม

4. <u>การติดตั้ง</u>

หัวล่อฟ้า, เสา, สายนำลงดิน ต้องตั้งตามที่กำหนดในแบบ ซึ่งเป็นตำแหน่งโดยประมาณตำแหน่งที่แน่นอน ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขออนุมัติการติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้อนุมัติ

(1) ตัวล่อฟ้า ต้องจับยึดอย่างแข็งแรงและติดตั้งตามส่วนที่สูงสุดของอาคาร โดยที่ตัวจับยึดตัวล่อฟ้า (Air Terminal Support) ต้องมีความแข็งแรงและทนต่อทุกสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี ส่วนที่ผ่านทะลุหลังคาต้องป้องกันไม่ให้น้ำซึมลงไปตามสายล่อฟ้าได้โดยให้อุดรอยรอบด้วย Silicone Construction Sealant

(2) ตำแหน่งของตัวล่อฟ้าแสดงไว้ในแบบ

(3) สายล่อฟ้าต้องจับยึดทุก ๆ ช่วงอย่างน้อย 1.20 เมตร

(4) การเดินสายล่อฟ้าให้พยายามเลี่ยงการหักงอสายล่อฟ้าให้มากที่สุด การหักเลี้ยวต้องมีรัศมีไม่น้อยกว่า 0.20 เมตรและมุมการหักเลี้ยวต้องไม่เกิน 90 องศา

(5) การเชื่ อมต่อทุกจุดของสายล่อฟ้ากับตัวล่อฟ้าหรือหลักสายดินให้ใช้วิธีการเชื่อมแบบ Exothermic Welding เท่านั้น

(6) สายล่อฟ้าต้องไม่มีการต่อตลอดความยาวสายนอกจากที่ระบุไว้ในแบบ

(7) สายและข้อต่อต่าง ๆ ต้องทนต่อ Mechanical Strength ได้ดี

(8) หลักสายดิน ต้องฝังลงดินให้ยอดของแท่งอยู่ต่ำกว่าระดับดิน ท่อโลหะโครงเหล็กอื่น ๆ เช่น ท่อน้ำ โครงเหล็กของลิฟท์ฯลฯ ให้ต่อสายทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. ไปลงที่หลักสายดินด้วย

(9) ความต้านทานของดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดให้เพิ่มหลักสายดินตามความเหมาะสม

(10) ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของระบบป้องกันฟ้าผ่าให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

## หมวดที่ 29 ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงานและอื่น มาทำการติดตั้งระบบโทรศัพท์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบนี้ โดยอุปกรณ์ต้องเป็นของใหม่ทั้งหมดและทำการติดตั้งตามรายละเอียดงานอย่างเคร่งครัดและสามารถเสร็จทันตามโครงการเปิด
   (2) ถ้าไม่มีข้อกำหนดไว้ วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์และ/หรือ CCITT

2. <u>ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX)</u>
   (1) จำนวนคู่สายไม่ต่ำกว่าแบบระบุ
   (2) ระบบตู้สาขาจะต้องใช้ไฟกระแสสลับ (DC) ระดับแรงดัน 220 โวลท์/50-60 Hz
   (3) ระบบจ่ายไฟจะต้องประกอบด้วยชุดชาร์ทแบตเตอรี (Battery Charger) และแบตเตอรี ซึ่งจะถูกชาร์ทให้ไฟเต็มตลอดเวลา ความจุของแบตเตอรีจะต้องสามารถสำรองไฟให้ตู้สาขาได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมงหลังจากระบบไฟฟ้าปกติดับ
   (4) ตู้สาขาสามารถทำงานได้ปกติที่อุณหภูมิ 0 - 45 C° (32 - 113 F°) และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 10 - 95%
   (5) ระบบตู้สาขาจะต้องมีระบบป้องกันไฟฟ้าตกหรือเกินขนาดไม่น้อยกว่า 600 VA

3. <u>แผงต่อสายโทรศัพท์เมน (Main Distribution Frame)</u>
   (1) แผงต่อสายโทรศัพท์เมน ต้องเป็นแบบมีขั้วต่อสายโทรศัพท์ชนิด Plug in หรือ Quick Connect ไม่ใช้วิธีการต่อสายแบบขั้นสกรู หรือบัดกรีด้วยตะกั่ว
   (2) แผงต่อสายโทรศัพท์เมน ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายไม่น้อยกว่า 1.20 เท่าของจำนวนขั้วต่อสายสำหรับเครื่องโทรศัพท์ภายในเมื่อติดตั้งตามค่าสูงสุด
   (3) แผงต่อสายโทรศัพท์เมน ต้องมีฟิวส์และตัวจับฟ้าผ่า (Arrester) ชนิดหลอดแก้วบรรจุแก๊สสำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าเกิน ที่อาจผ่านเข้ามาทางสายนอกทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าฟิวส์และตัวจับฟ้าผ่าที่จัดหาให้สามารถป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์จากผลของการเกิดกระแส หรือแรงดันไฟฟ้าเกินได้อย่างสมบูรณ์และอุปกรณ์ป้องกันฟ้าจะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่าสายนอกและมีการต่อสายกราวด์ลงดิน
   (4) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและส่งมอบอุปกรณ์สำหรับต่อสายปลั๊กสำหรับการทดสอบอย่างละ 2 ชุดและต้องติดตั้ง Ground Rod Dia 5/8 IN Chess x 10 Feet พร้อมต่อสายลงดินทั้งตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) และแผงกระจายสาย (MDF, TCC)
   (5) แผงต่อสายโทรศัพท์ ต้องบรรจุอยู่ภายในตู้เหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. พ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิมและพ่นทับด้วยสีน้ำมันไม่น้อยกว่าสองครั้ง ฝาด้านหน้าต้องเป็นแบบ

เปิด/ปิดและล๊อคกุญแจได้ ด้านข้างของตู้ต้องมีช่องระบายอากาศที่มีแผ่นกรองฝุ่นติดอยู่ด้านใน

4. ตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย (Telephone Terminal Cabinet)

(1) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย ต้องเป็นตู้เหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่นขนาดหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. พ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิมและพ่นทับด้วยสีน้ำมันไม่น้อยกว่าสองครั้ง ฝาหน้าของตู้ต้องเป็นแบบเปิด/ปิดและสามารถล๊อคได้

(2) การต่อสายโทรศัพท์ภายในตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อยต้องต่อกันด้วยขั้วต่อสายโทรศัพท์ และขั้วต่อสายโทรศัพท์ต้องยึดติดกับแผ่นเหล็กรองรับให้เรียบร้อย

5. Connection Module

เป็นอุปกรณ์ต่อสายโทรศัพท์ หน้าสัมผัสสายทำมุม 45 องศากับสายเคเบิ้ลและมีคุณสมบัติที่เป็นสปริงสามารถเข้าสายได้ง่ายและสามารถเข้า-สายได้หลายครั้งหลังจากที่เข้าสายต้องจัดรูปแบบให้สวยงาม

(1) คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถใช้กับสายเคเบิ้ลได้ตั้งแต่ขนาด 0.40 – 0.80 มม.
- ขนาดของ CONNECTION MODULE (ยาว 123 x หนา 18 x ลึก 39 มม.)
- มีหมายเลขแสดงแต่ละคู่สาย 1 – 0
- สามารถเข้าสายเคเบิ้ลซ้อนกันได้ 2 เส้น ในหน้าสัมผัสเดียวกัน

(2) คุณสมบัติทางไฟฟ้า

- Contact material : special brass
- Contact surface : 5mm Silver
- Flame protection : UL 94 VO
- Insulation resistance : 5 x 104 MV
- Volume resistance : <10 mV
- Dielectric strength : 2k Veff /50 Hz

6. Arrestors

(1) 3 Pole Arresters เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันแรงดันเกินในสายโทรศัพท์ ใช้ติดตั้งลงบน LSA + Protection Magazine มี3 ขา มีค่าความต้านทานสูง (>1000 MW) และค่า Capacitance ต่ำ ทำให้ไม่มีผลต่อระบบภายในบรรจุแก๊สโดยตัว Arrester จะทำงานเมื่อมีแรงดันตกคร่อมตัวมันเองเกินกว่า 230 V

(2) 3 Pole Arrester จะมีอุปกรณ์ Fail Safe เป็นวัสดุที่หลอมละลายได้ โดยจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อนในระดับหนึ่ง เพื่อเป็นการป้องกันอุปกรณ์โทรศัพท์ ในกรณีที่เกิดมีแรงดันเกินเป็นระยะเวลานาน

7. Label holder

เป็นแผ่นป้ายที่ใช้บอกตำแหน่งคู่สาย โดยสามารถยึดอยู่กับ back-mount frame ตัวเดียวกัน โดยปกติจะใช้บอกตำแหน่งทุกๆ 100 คู่สายหรือตามความต้องการ Label holder มีแผ่นป้ายเป็นกระดาษที่จะสอดอยู่ด้านบนสามารถถอดเปลี่ยนได้

8. Disconnection Plug

ใช้สำหรับทำการแยกสายโทรศัพท์ ไม่ให้ต่อเชื่อมถึงกัน เช่น ในกรณี การทดสอบสัญญาณหรือการระงับการใช้บริการเป็นต้น โดยจะใช้งานกับอุปกรณ์ต่อสายโทรศัพท์แบบ Disconnection module

9. Protection Magazine

เป็นอุปกรณ์สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสายโทรศัพท์ (Overvoltage Arrester) การใช้งาน Protection Magazine จะติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ต่อสายโทรศัพท์ต้องมีระบบกราวด์ที่สามารถเชื่อมได้โดยตรงกับ back-mount frame ภายในตัว

10. เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

(1) ถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับโทรศัพท์ต้องเป็นแบบ 2 หรือ 3 โพล ชนิด RJ11 หรือ RJ45 และเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายเดียวกับเต้ารับไฟฟ้า
(2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเต้าเสียบสำหรับเต้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด
(3) เต้ารับโทรศัพท์ต้องติดตั้งในกล่องที่แยกจากกล่องอุปกรณ์ของระบบอื่นทั้งหมด

11. สายโทรศัพท์ (Telephone Cable)

ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายโทรศัพท์และการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

(1) ลวดตัวนำของสายโทรศัพท์ทุกชนิด ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม.
(2) สายโทรศัพท์ที่เดินในท่อร้อยสายที่ฝังไว้ในดินต้องเป็นชนิด Foam Skin (Jelly Filled) Cable (AP)
(3) สายโทรศัพท์ที่เดินเชื่อมระหว่างแผงต่อสายโทรศัพท์เมนและตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อยและเดินในท่อร้อยสายหรือรางเดินสายต้องเป็นชนิด TPEV-Cable
(4) สายโทรศัพท์ที่เดินเชื่อมระหว่างตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อยและเต้ารับโทรศัพท์ และเดินในท่อร้อยสายต้องเป็นชนิด TIEV-Cable

(5) สายโทรศัพท์ทั้งหมดต้องเดินในท่อร้อย หรือรางเดินสายตามที่กำหนดไว้ในแบบ ท่อร้อยสายและรางเดินสายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

(6) การเดินสายโทรศัพท์ต้องเดินในท่อร้อยสายหรือรางเดินสายที่แยกอิสระจากระบบอื่นๆ ทั้งหมด

(7) สายโทรศัพท์ที่เดินเชื่อมระหว่างเต้ารับไฟฟ้ากับตู้ ต่อสายโทรศัพท์ย่อยกับแผงต่อสายโทรศัพท์ต้องเป็นสายโทรศัพท์ที่มีความยาวเดียวไม่มีการต่อ

(8) กล่องต่อสายและท่อร้อยสายต้องพ่นสีตามรายละเอียดประกอบแบบ

12. <u>การรับประกันและการบริการหลังการขาย</u>

(1) ผู้รับจ้างจะต้องประกันอุปกรณ์และวัสดุต่างๆ อย่างน้อยของระบบโทรศัพท์อย่างน้อย 1 ปี

(2) ผู้รับจ้างจะต้องบริการ การทำการแก้ไขระบบโทรศัพท์กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในระยะรับประกัน เว้นแต่ อาการเสียเกิดจากภัยธรรมชาติหรือจากสาเหตุอื่นที่ไม่ได้เกิดขึ้นโดยระบบเอง

(3) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารทางเทคนิค คู่มือการใช้งาน คู่มือการบำรุงรักษาอย่างน้อย 3 ชุด เป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ

(4) ผู้รับจ้างจะต้องจัดฝึกอบรมวิธีการใช้ให้กับพนักงานและการแก้ไขระบบเบื้องต้นให้กับช่างที่จะปฏิบัติงานจนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## หมวดที่ 30 ระบบข่ายคอมพิวเตอร์ (Data Network System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องเป็นระบบที่มีโครงสร้าง (Structured Cabling Systems) โดยอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยโครงสร้างของระบบหลักเช่น การเชื่อมต่อระหว่างอาคาร (Campus Backbone) การเชื่อมต่อในแนวดิ่ง (Riser Backbone) การเชื่อมต่อในแนวระดับ (Horizontal Cabling) แผงพักและกระจายสาย (Telecom Closet) ตลอดจนจุดติดตั้งผู้ใช้งาน (Workplace) เป็นต้น

(2) ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องถูกออกแบบให้สามารถรองรับกับอุปกรณ์ระบบเครือข่ายฯ และเป็นไปตามมาตรฐานของระบบสายสัญญาณอย่างน้อยดังนี้

- EIA/TIA 568 ข้อกำหนดการเดินสายสัญญาณในอาคาร
- EIA/TIA 569 ข้อกำหนดเกี่ยวกับ Pathway และช่องเดินสื่อสาร
- EIA/TIA 606 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการดูแลระบบสายสัญญาณ

(3) อุปกรณ์ในระบบสายสัญญาณทั้งสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) และสายทองแดง ตีเกลียว (Twisted Pair Cable) จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้งหมด

(4) มีความประสงค์ติดตั้งระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์ แบบไร้สาย (Wireless LAN System) ให้สามารถรองรับการใช้งานในเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันและมีความสามารถในการเชื่อมต่อ Application ต่าง ๆ ในอนาคต

2. <u>อุปกรณ์ ระบบเครือข่าย</u>

(1) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point)

ก) เป็นอุปกรณ์ Wireless Access Point ที่สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข) สามารถรับส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ 2.4 GHz , 5 GHz และ 6 GHz ได้

ค) อุปกรณ์ต้องมีเสาอากาศแบบภายในสำหรับความถี่ 2.4GHz มี Gain ไม่น้อยกว่า 3 dBi , ความถี่ 5 GHz มี Gain ไม่น้อยกว่า 5 dBi และ ความถี่ 6 GHz มี Gain ไม่น้อยกว่า 5 dBi

ง) สนับสนุนการทำ MU-MIMO แบบ 2x2 ด้วย 2 Spatial Stream สำหรับย่านความถี่ 6GHz เป็นอย่างน้อย

จ) รองรับการการถ่ายโอนข้อมูล Data rate ที่มาตรฐาน 802.11ax ไม่น้อยกว่า 3.9 Gbps.

ฉ) สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax ได้เป็นอย่างน้อย

ช) สนับสนุนการทำ Packet aggregation: A-MPDU A-MSDU ได้

ซ) รองรับการทำ Beam forming ได้

ฌ) รองรับการทำ function Fast Locate หรือ Downlink OFDMA ได้

ญ) มีพอร์ตแบบ 100/1000/2500 Base-T หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต ตามมาตรฐาน IEEE 802.3at

ฎ) สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA3 ได้เป็นอย่างน้อย

ฏ) อุปกรณ์สามารถทำงานตามสถาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส

ฐ) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ฑ) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนอครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ยื่นข้อเสนอสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้ งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

(2) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (PoE Switch) ขนาด 24 ช่อง

ก) มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

ข) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ RJ-45 มีความเร็วไม่น้อยกว่า 10/100/1000Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง รองรับการจ่ายไฟ PoE ได้ไม่น้อยกว่า 370W

ค) มีช่องที่รองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ SFP หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

ง) มี Switching Capacity หรือ Switching Bandwidth ขนาดไม่น้อยกว่า 56 Gbps และรองรับการรับ-ส่ง Packet ได้ไม่น้อยกว่า 41 Mpps

จ) รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address

ฉ) สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web Browser และ SSH ได้อย่างน้อย

ช) รองรับการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLANs

ซ) สามารถทำ Routing แบบ Static ได้ไม่น้อยกว่า 256 routes

ฌ) สันสนุนการทำ Routing แบบ RIPv2 ได้ เป็นอย่างน้อย

ญ) มีหน่วยความจำประเภท RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB

ฎ) สามารถทำ Link aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad

ฏ) สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1d, IEEE802.1s, IEEE802.1w

ฐ) รองรับการใช้งานตามมาตรฐาน IPV6 ได้

ฑ) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ฒ) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนอครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ยื่นข้อเสนอสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้ งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

(3) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (PoE Switch) ขนาด 24 ช่อง แบบที่ 2

ก) มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

ข) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ RJ-45 มีความเร็วไม่น้อยกว่า 10/100/1000Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง รองรับการจ่ายไฟ PoE ได้ไม่น้อยกว่า 375W

ค) มีช่องที่รองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ 10G SFP+ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

ง) มี Switching Capacity หรือ Switching Bandwidth ขนาดไม่น้อยกว่า 140 Gbps และรองรับการรับ-ส่ง Packet ได้ไม่น้อยกว่า 104 Mpps

จ) รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address

ฉ) สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web Browser และ SSH ได้อย่างน้อย

ช) รองรับการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLANs

ซ) สามารถทำ Routing แบบ Static ได้ไม่น้อยกว่า 256 routes

ฌ) สันสนุนการทำ Routing แบบ RIPv2 ได้ เป็นอย่างน้อย

ญ) มีหน่วยความจำประเภท RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB

ฎ) สามารถทำ Link aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad

ฏ) สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1d, IEEE802.1s, IEEE802.1w

ฐ) รองรับการใช้งานตามมาตรฐาน IPV6 ได้

ฑ) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ฒ) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนอครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ยื่นข้อเสนอสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้ งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

(4) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Fiber Switch) ขนาด 24 ช่อง

ก) มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

ข) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ SFP มีความเร็วไม่น้อยกว่า 1 Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

ค) มี Switching Capacity หรือ Switching Bandwidth ขนาดไม่น้อยกว่า 56 Gbps และรองรับการรับ-ส่ง Packet ได้ไม่น้อยกว่า 41 Mpps

ง) รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address

จ) สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web Browser และ SSH ได้อย่างน้อย

ฉ) รองรับการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLANs

ช) สามารถทำ Routing แบบ Static ได้ไม่น้อยกว่า 256 routes

ซ) สันสนุนการทำ Routing แบบ RIPv2 ได้ เป็นอย่างน้อย

ฌ) มีหน่วยความจำประเภท RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB

ญ) สามารถทำ Link aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad

ฎ) สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1d, IEEE802.1s, IEEE802.1w

ฏ) รองรับการใช้งานตามมาตรฐาน IPV6 ได้

ฐ) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ฑ) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนอครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ยื่นข้อเสนอสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

(5) อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller)

ก) อุปกรณ์เป็นแบบ Appliance ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ Wireless Access Point โดยเฉพาะ

ข) เป็น Wireless Controller ที่มี Throughput ไม่น้อยกว่า 5 Gbps

ค) อุปกรณ์ Wireless Controller ที่เสนอ รองรับ การเพิ่มการควบคุมอุปกรณ์ Wireless Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 250 เครื่อง

ง) สามารถทำงานร่วมกับ Access Point ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.11a, 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac และ IEEE 802.11ax ได้

จ) มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 1G หรือดีกว่า อย่างน้อย 4 พอร์ต

ฉ) มีพอร์ตที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ 10 Gigabit Ethernet ชนิด SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

ช) มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T หรือ console port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

ซ) สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q VLAN tagging ได้เป็นอย่างน้อย

ฌ) สามารถเชื่อมต่อกับ Access Point ได้ตามมาตรฐาน Capwap หรือ GRE หรือเทียบเท่า

ญ) มีความสามารถในการกำหนดค่า Quality of Service (QoS) ได้

ฎ) อุปกรณ์สามารถรองรับการทำ WLAN ได้

ฏ) มีระบบรักษาความปลอดภัยตามมาตรฐาน WPA3 เป็นอย่างน้อย

ฐ) สามารถเข้ารหัสข้อมูลได้ตามมาตรฐาน DES หรือ AES

ฑ) สามารถรองรับผู้ใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.1x ได้

ฒ) สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน Web Browser และ SSH ได้

ณ) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ด) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนอครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ยื่นข้อเสนอสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

(6) ระบบพิสูจน์ตัวตน (Identity Management and Access Control)

ก) เป็น Software หรือ Virtual Appliance สามารถทำงานร่วมกับ Vmware Vsphere 6.5 ได้เป็นอย่างน้อย

ข) สามารถทำ Authentication, Authorization และ Accounting ของผู้ขอเชื่อมต่อใช้งานระบบเครือข่าย ตามมาตรฐาน Protocol RADIUS ได้เป็นอย่างน้อย

ค) สามารถตรวจสอบตัวตนด้วย Protocol PAP, MS-CHAP v2 ,EAP-TLS, PEAP และ EAP-FAST ได้เป็นอย่างน้อย

ง) มีลิขสิทธิ์การตรวจสอบอุปกรณ์ที่เข้ามาเชื่อมต่อในระบบเครือข่าย ด้วย RADIUS AAA, IEEE802.1x, MAC & Web Authentication และ Guest Portal จำนวนไม่น้อยกว่า 300 Concurrent Devices

จ) สามารถกำหนด และอนุญาตให้ผู้ใช้งานภายนอก (Guest) เข้าใช้เครือข่าย โดยมีการจำกัดการเข้าถึงทรัพยากรภายใน หรือให้บริการเฉพาะอินเตอร์เน็ตเท่านั้น

ฉ) สามารถปรับแต่งหน้า Web pages สำหรับผู้ใช้งานภายนอก รวมถึงสามารถบริหารจัดการข้อมูลของผู้ใช้งานภายนอก ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ Guest Portal, Self-Registration, Sponsor Portal ได้เป็นอย่างน้อย

ช) สามารถทำ VLAN Assignment, Downloadable ACLs และ URL-Redirection ร่วมกับอุปกรณ์ LAN Switch และ Wireless ที่เสนอได้

ซ) สามารถกำหนดนโยบายในการเข้าใช้ระบบเครือข่ายได้หลากหลายเงื่อนไข เช่น ตามกลุ่มผู้ใช้ (Role Based ) , เวลา, สถานที่, อุปกรณ์ที่ใช้ , โปรโตคอลที่ ใช้ในการตรวจสอบตัวตน (Authentication Protocol) ได้เป็นอย่างน้อย

ฌ) สามารถกำหนด และอนุญาตให้ผู้ใช้งานภายนอก (Guest) เข้าใช้เครือข่าย โดยมีการจำกัดการเข้าถึงตามช่วงเวลาและวัน

ญ) สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของผู้ใช้งานจากภายนอก (External User Databases) ได้ แก่ Microsoft Active Directory, Lightweight Directory Access Protocol (LDAP), RADIUS, RSA one-time password (OTP), Certificate Authorities และ Open Database Connectivity (ODBC) เป็นอย่างน้อย สามารถทำ replication เพื่อให้เกิด redundancy สำหรับ configuration data ได้

ฎ) สนับสนุนการทำ 802.1x, SSO, SAML และ ODBC-based authentication ได้เป็นอย่างน้อย

ฏ) สามารถกำหนดติดตั้งและบริหารจัดการ (Configuration and Management) ผ่าน Web Browser ได้

ฐ) สามารถกำหนดสิทธิของผู้ดูแลอุปกรณ์เครือข่ายในการจัดการได้เป็นแบบ role-base access control ได้

ฑ) สามารถ Sync Clock กับระบบ NTP server ได้

ฒ) สามารถเก็บข้อมูลและรายละเอียดการ Authentication โดยมีข้อมูลการ passed/ Failed Authentication, และรองรับการเก็บและแสดงข้อมูล Device Type/Detail, Location, Identity Group ได้เป็นอย่างน้อย

ณ) รองรับการส่ง Log ไปยัง Syslog Server ได้

ด) รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น ด้วย RESTful services (CRUD)-capable APIs ได้

ต) ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องจัดอยู่ในกลุ่ม Leaders ของ Gartner Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure ในปี 2020

ถ) บริษัทฯที่นำเสนอจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ในการยื่นประมูลงานครั้งนี้ จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยฯ เท่านั้น

3. <u>เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย</u>

เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับงานประมวลผลระดับสูง (Hyper-Converged Infrastructure) โดยมีโปรแกรมบริหารจัดการระบบเครื่องแม่ข่ายแบบเสมือน ระบบจัดเก็บข้อมูลแบบเสมือน และระบบเครือข่ายเสมือน จำนวน 1 ระบบ ไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อยดังนี้

(1) Hardware

ก) เป็นชุดเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย Hyper-converged Infrastructure (HCI) แบบ Appliance ที่มาพร้อมระบบปฏิบัติการที่ใช้เทคโนโลยี Storage Virtualization หรือ Distributed File System เป็นอย่างน้อย โดยแต่ละ Node มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ข) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Xeon Silver หรือดีกว่า โดยมีจำนวนแกนประมวลผล (Core) ไม่น้อยกว่า 10 แกนหลัก และมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

ค) หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า ความจุรวมไม่น้อยกว่า 128 GB

ง) มีช่องสำหรับติดตั้ง Hard Disk ได้จำนวนไม่น้อยกว่า 8 หน่วย และรองรับการทำงานแบบ Hot-Swap หรือ Hot-Plug ได้เป็นอย่างน้อย

จ) มี Solid State Disk (SSD) สำหรับติดตั้งระบบ Hyper-Converged Infrastructure จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย และสามารถทำ RAID-1 ได้เป็นอย่างน้อย

ฉ) มี Solid State Disk (SSD) สำหรับทำหน้าที่เป็น Cache ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB (ก่อนทำการ Format) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

ช) มี Hard Disk แบบ SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 4 TB (ก่อนทำการ Format) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 7,200 รอบต่อนาที จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย

ซ) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายภายนอกแบบ SFP+ ที่ความเร็ว 10 GE จำนวนไม่น้อยกว่า 1 Ports พร้อม module

ฌ) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายภายนอกแบบ RJ45 ที่ความเร็ว 1 GE จำนวนไม่น้อยกว่า 6 Ports

ญ) มีช่องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแบบ USB Port บนตัวเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Ports

ฎ) มีอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า (Power Supply) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

(2) Software

ก) มีความสามารถในการทำ Data Load Balancing เมื่อมีการเพิ่ม Storage หรือ Node Server ได้

ข) สามารถบริหารจัดการหน่วยจัดเก็บข้อมูลโดยการทำงานแบบ SSD Caching, Storage Tier-ing และกำหนด Storage Policy (QoS) สำหรับ Virtual Machine ได้

ค) ระบบการจัดเก็บข้อมูลต้องมีความสามารถกระจายข้อมูลข้าม Node Server อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 2 หรือ 3 สำเนา เพื่อไม่ให้เกิดการสูญหายของข้อมูล

ง) มีความสามารถในการสำรองข้อมูล (Backup) แบบ Weekly และ Daily ได้ โดยสามารถกำหนดระยะเวลาการเป็นรักษาข้อมูล (Retention Period) เป็นเวลาอย่าง

น้อย 1 ปี และสามารถเก็บข้อมูลไปยัง Storage ภายนอกผ่านโปรโตคอล iSCSI ได้เป็นอย่างดี

จ) สามารถเพิ่ม Resource ได้แก่ Virtual CPU และ Virtual Memory ไปยัง Virtual Machine ได้แบบอัตโนมัติ ในกรณีที่ VM ใช้งาน resource เกินกำหนด โดยไม่ต้อง Reboot หรือ Shutdown VM (Automated Hot Add)

ฉ) เมื่อ Node ถูกใช้ CPU หรือ Memory มากเกินกว่าสัดส่วนที่กำหนดในระบบ HCI ระบบจะต้องสามารถย้าย VM นั้นไปยัง Node อื่นได้ตามความเหมาะสมเพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบได้โดยอัตโนมัติ (Resource Scheduling)

ช) รองรับการทำ High Availability หากเกิดปัญหา VM สามารถ Migrate ไปยัง Node อื่น เพื่อให้ Service ต่างๆ สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง

ซ) สามารถควบคุม Traffic เข้าและออกโดยทำ Distributed Firewall เพื่อทำการวิเคราะห์ Packet สำหรับ TCP, UDP หรือ ICMP ได้เป็นอย่างน้อย

ฌ) สามารถทำ Static Route, Source NAT/Destination NAT, DHCP, DNS Proxy หรือ Access Control ได้เป็นอย่างน้อย และสามารถสร้าง Distributed Virtual Switch ใช้งานภายในระบบได้

ญ) สามารถแสดง Real-Time Traffic Flow ที่ผ่านเข้าออกแต่ละ Hop ในระบบ HCI ได้ หรือเสนอ Software Network Monitoring ที่ใช้งานร่วมกับระบบ HCI ได้เป็นอย่างดี เพื่อตรวจสอบการทำงานภายในระบบเทียบเท่าหรือดีกว่า

ฎ) มีระบบบริหารจัดการสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและระบบจัดเก็บข้อมูลกลาง ฏ) มีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของ Hardware และ Software รวมทั้งสิทธิในการอัพเกรดระบบที่นำเสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

ฐ) ผู้ขายต้องเสนอลิขสิทธิ์โปรแกรมบริหารจัดการเครื่องแม่ข่ายเสมือน (Hypervisor) และระบบจัดเก็บข้อมูลแบบเสมือน (Storage Virtualization) ให้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เครื่องแม่ข่ายได้ตามจำนวน Physical CPU โดยไม่มีการจำกัดการใช้งาน Virtual Machine และพื้นที่การใช้งาน

ฑ) ผู้ขายระบบ Hardware และ Software ต้องมีหนังสือสนับสนุนทางด้านเทคนิคและการให้บริการจากบริษัทสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยโดยตรงในการนำเสนองานครั้งนี้เพื่อรับรองว่าผู้ขายสามารถให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิครวมถึงการติดตั้งให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการและการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดระยะเวลารับประกัน

4. <u>ระบบสายสัญญาณ UTP CAT6</u>

(1) สายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CAT6

ก) เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO 11801 Class E and ANSI/TIA-568.2-D Category 6 standards เป็นอย่างน้อย

ข) สามารถรองรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 110 N

ค) เป็นสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ชนิด CM ขนาด 24 AWG ชนิดมีตัวนำเป็นทองแดง (Copper Conductor) มีฉนวนเป็น Polyethylene ความหนาแน่นสูง (HDPE)

ง) ผ่านมาตรฐาน UL 1685, EN 50575: Euroclass Eca

จ) สามารถทนอุณหภูมิระหว่างการใช้งานได้ตั้งแต่ -20°C to 75°C

ฉ) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 5.6 มม. เพื่อความสามารถในการจัดการสายภายในรางเดินสาย

ช) น้ำหนักของสายไม่มากกว่า 12 กิโลกรัมต่อ 305 เมตร เพื่อลดภาระเรืองน้ำหนักในตู้และภายในรางเดินสาย

ซ) ผ่านการทดสอบทางกลศาสตร์ดังนี้

- Ultimate Breaking Strength มากกว่า 400 N
- ค่า Nominal Velocity of Propagation เท่ากับ 65%

ฌ) ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าดังนี้

- ค่า Insertion Loss ไม่เกิน 33.7dB @250MHz
- ค่า Return loss ไม่ต่ำกว่า 19.4dB @250MHz
- ค่า NEXT ไม่ต่ำกว่า 39.4dB @250MHz

ญ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง Solution

ฎ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

(2) แผงพักสาย UTP (Patch Panel) CAT6

ก) แผงพักสายทองแดงตีเกลียวสามารถติดตั้งบน Rack19” หรือ Rack23”ได้

ข) เป็น Patch Panel ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ Modular Type มีความยืดหยุ่นการใช้ งานเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (Snap In and Out Modular Patch Panel)

ค) แผงพักสายทองแดงมีให้เลือกทั้งแบบ 24 port, 48 port และ 72 port เพื่อความหลากหลายในการจัดการออกแบบ รวมทั้งมีรุ่นที่หน้าตัดแบบเป็นมุม (Angled)

ง) แผงพักสายทองแดงตีเกลียวสามารถรองรับ Mini-Com Modular ได้ทุกแบบ

จ) มีการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น 100% performance tested

ฉ) สามารถใส่ตัวปิดหน้าแผงพักสายได้ในกรณีที่ไม่ได้ใช้ช่องนั้น ๆ

ช) แผงพักสายทองแดงตีเกลียวเป็นวัสดุ CRS และ Face Plate Module เป็นวัสดุ ABS

ซ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

ฌ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง Solution

(3) เต้ารับสายสัญญานตัวเมีย (RJ 45 modular Jack) CAT6

ก) เป็นชนิดเข้าสายแบบ Tool less โดยไม่ต้องใช้ Punch down Tool

ข) รองรับสายทองแดงขนาด 22-26 AWG

ค) มาตรฐานการเข้าสายสามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A และ T568B

ง) มีสีให้เลือกอย่างน้อย 11 สีตามลักษณะการออกแบบติดตั้งและใช้งาน

จ) สามารถใช้งานร่วมกับ Mini-Com Face Plate ได้ทุกแบบ

ฉ) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D Category 6 standard, ISO 11801Class E, FCC: ANSI/TIA-1096-A, IEC 60603-7 และ IEC 60512-99-001

ช) รองรับอุปกรณ์ปิด port ที่ไม่ได้ใช้เพื่อป้องกันฝุ่น หรือ ป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาติมาเสียบใช้ได้

ซ) สามารถทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10°C to 65°C

ฌ) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL 1863, UL 2043 และ RoHS

ญ) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน Mechanical Test (IEC 512-6d , IEC 512-6c , IEC 512-9a , IEC 512-13b , IEC 352 , IEC 60603-7)

ฎ) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน Electrical Test (IEC 512-2a , IEC 512-4a , IEC 512-3a)

ฏ) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน Environmental Test (IEC 512-9b , IEC 512-11c , IEC512-11d , IEC 512-11a , IEC 512-11g)

ฐ) มีการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น 100% performance tested

ฑ) รองรับ Plug Insertion Life อย่างน้อย 2500 ครั้ง

ฒ) มี QC Number ระบุที่ซองใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

ณ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

ด) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง solution

(4) สายต่อ UTP (UTP Patch Cord) CAT6

ก) มีคุณสมบัติเป็น UTP Patch Cord Category 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568.2-D ISO/IEC 11801 Class E edition 2.1 standard, FCC: ANSI/TIA-1096-A(formerly FCC Part 68) , IEC 60603-7

ข) มีขนาดสาย 24 AWG เส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 6.0 mm

ค) มีการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น 100% performance tested

ง) มี QC Number ระบุที่ซองใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

จ) ปลายสายทั้งสองข้างต้องมีหัวRJ-45 Modular Plug แบบ Tangle-free latch เพื่อ ป้องกันการหัก เพื่อยืดอายุการใช้งานและง่ายต่อการใช้งาน

ฉ) สาย UTP Patch cord ทุกเส้นต้องสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ล็อกสายได้ และ ปลดล็อกได้ด้วยกุญแจเท่านั้น

ช) มี Boot เป็นแบบ Slender strain relief boot เพื่อความแข็งแรงและง่ายสำหรับการใช้งาน

ซ) รองรับ Plug Insertion Life อย่างน้อย 2500 ครั้ง

ฌ) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL 1863

ญ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

ฎ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง Solution

(5) หน้ากากสำหรับเต้ารับสาย (Face Plate)

ก) สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 Modular Jack Mini-Comได้ทุกแบบทั้งCopper และFiber Optic

ข) มีจำนวนช่องสำหรับใช้งานจำนวน 1,2 หรือ 4 ช่อง

ค) มี Label ด้านหน้าทั้งด้านบนและด้านล่างของ Faceplate

ง) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

จ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง Solution

(6) ตัวจัดการสายเคเบิลแนวนอน (Horizontal Cable Manager)

ก) แผงจัดสายจะต้องใช้ร่วมกับแผงกระจายสายได้

ข) แผงจัดสายจะต้องใช้พื้นที่ 1 RU ในตู้ Rack และสามารถจัดสายได้จากด้านหน้าเท่านั้น

ค) แผงจัดสายจะต้องประกอบด้วยโครงสร้าง 1 ชิ้นที่ขึ้นรูปจากพลาสติก

ง) แผงจัดสายจะต้องมีฝาบานพับที่สามารถเปิดและปิดได้โดยไม่ต้องถอดฝาบานพับออกจากตัวแผงจัดสาย

จ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง Solution

5. <u>ระบบสายสัญญาณ Fiber Optic</u>

(1) สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายในและภายนอกอาคารแบบ (Multimode)

ก) เป็นสายใยแก้วนำแสงที่ใช้ติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร 900μm tight buffered โดยมีฉนวนเปลือกนอกเป็น Optical Fiber, Low Smoke Zero Halogen (LSZH) มีโครงสร้างที่ปราศจากโลหะ (Non Metallic)

ข) ได้รับมาตรฐาน IEC 60332, IEC 61034, IEC 60754-2 , GR-409 และมาตรฐาน TIA-492AAAB, TIA-492AAAC, TIA-492AAAD ตามมาตรฐานสากลสำหรับสาย Fiber

ค) เป็นสายใยแก้วนำแสง Multimode ที่มีโครงสร้างเป็น Tight Buffered (Distribution Type)

ง) มีจำนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 12 Cores/เส้น โดยมีการกำหนดรหัสสีอย่างชัดเจนและมีเส้นใยแก้วนำแสง 1 เส้น ต่อ Buffer Tube

จ) สายสัญญาณใยแก้วนำแสงต้องผ่านมาตรฐาน RoHS Compliant

ฉ) สาย Fiber Optic จะต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดทั้งเส้น ไม่มีเชื่อมต่อระหว่างกลาง

ช) ค่าแรงดึงสูงสุด (Max Tensile Load) จะต้องไม่น้อยกว่า 660N

ซ) เปลือกนอกสายทำจาก PVC หรือ MDPE เพื่อให้สามารถป้องกัน UV และความร้อน ได้และมีสารกันยูวีแบบ UV Stabilized

ฌ) รัศมีการโค้งงอมากสุด (Max Bend Radius) Dynamic: 20 x Cable O.D.; Static: 10 x Cable O.D.

ญ) เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีอัตราการลดทอน (Max. Attenuation) ไม่เกิน 3.5 dB/km ที่ 850 nm และ 1.5dB/km ที่ 1300 nm

ฎ) สายใยแก้วจะต้องมีโครงสร้างเป็นแบบ All-dielectric และมีแกนกลางที่ออกมารับโครงสร้างให้แข็งแรงเป็นแบบ Dielectric Strength Member

ฏ) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง -40c ถึง 70c และ การใช้งานอยู่ระหว่าง -20c ถึง 70c

ฐ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง solution

ฑ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

(2) สายสัญญาณใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ (Pigtail)

ก) เป็นสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด Multimode (50/125) Simplex

ข) มีหัวต่อด้านเดียวเป็นหัวต่อแบบ LC เพื่อทำการ Fusion Splice เข้าปลายสายสัญญาณใยแก้วนำแสง

ค) วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrule เป็นแบบ Zirconia Ceramic

ง) มีค่า Insertion loss 0.30dB max. และมีค่า Return Loss 26dB min.

จ) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-C.3-1 , ISO/IEC 61755-3-1 IEC-61754-7 (International) TIA-604-2-A, -3-A, and -10-A FOCIS -2, -3, and -10 และ TIA/EIA-455-21A

ฉ) ต้องเป็นสายสัญญาณใยแก้วนำแสงสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตและผ่านการทดสอบทุกเส้น 100% tested

ช) มี QC Number ระบุที่ซองใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

ซ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง solution

ฌ) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

(3) แผงพักและกระจายสายใยแก้วนำแสง (Fiber Tray)

ก) เป็นแผงพักชนิดที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด RACK 19” Standard

ข) เป็นถาดที่มีช่อง 4 ช่องเพื่อรองรับ 4 Adapter Panel แบบ Multimode OM3 และ OM4 Duplex LC บนถาดขนาด 1U

ค) สามารถรองรับ LC Connector ได้สูงสุดถึง 96 Fiber บนถาดขนาด 1U

ง) วัสดุที่ใช้ผลิต Ferrule เป็นแบบ Zirconia Ceramic

จ) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน RoHS

ฉ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง solution

ช) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

(4) สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber Patch Cord )

ก) เป็นสายเชื่อมต่อสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ชนิด Multimode 50/125 um ที่มีหัวต่อเป็นแบบ LC-LC , SC-LC หรือตามลักษณะการใช้งานจริงความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร

ข) เป็นสายสำเร็จรูป จากโรงงานผู้ผลิต และผ่านการทดสอบทุกเส้น 100% tested

ค) มี QC Number ระบุที่ซองใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

ง) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-C.3-1 , ISO/IEC 61755-3-1 IEC-61754-7 (International) TIA-604-2-A, -3-A, and -10-A FOCIS -2, -3, and -10 และ TIA/EIA-455-21A

จ) มีค่า Insertion loss 0.30dB max. และมีค่า Return Loss 26dB min.

ฉ) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้ง solution

ช) เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

6. <u>อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย (Firewall)</u>

(1) เป็นอุปกรณ์ Next-generation Firewall (NGFW) ทำหน้าที่ตรวจจับและควบคุม Application, User, Content โดยเฉพาะ (Application Firewall)

(2) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเป็น Chassis หรือ เป็นอุปกรณ์แบบ Appliance ที่แยกหน่วยประมวลผลสำหรับการบริหารจัดการ (Control Plane หรือ Management Plane) และหน่วยประมวลผลสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Plane) ออกจากกันภายในตัวอุปกรณ์

(3) มี Threat Prevention Throughput ไม่น้อยกว่า 3.2 Gbps ในแบบ Appmix หรือ Enterprise testing condition หรือ Enterprise traffic mix โดยสามารถรองรับ Max Sessions ได้ไม่น้อยกว่า 945,000 sessions และ New Sessions ไม่น้อยกว่า 100,000 session ต่อวินาที

(4) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) รายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

ก) ช่องเชื่อมต่อแบบ Ethernet 10/100/100 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ข) ช่องเชื่อมต่อแบบ 1G/2.5G/5G หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

ค) ช่องเชื่อมต่อแบบ 1 Gigabit SFP,POE หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 6

ง) ช่องเชื่อมต่อแบบ 1/10 Gigabit SFP/SFP+ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 4

จ) ช่องเชื่อมต่อสำหรับบริหารจัดการโดยเฉพาะ (Out of Band Management) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

(5) สามารถทำ Routing แบบ Static, RIP, BGP, OSPF, Multicast และ Policy Based แบบ Policy based Forwarding หรือ Policy based Routing ได้เป็นอย่างน้อย

(6) สามารถรับ syslog จากอุปกรณ์อื่น เช่น Wireless controller, Proxy Server, และ Network Access Control เพื่อใช้ในการพิสูจน์ตัวตนของผู้ใช้แต่ละคน (IP address ถึง username mappings) ได้ เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตน ของ User ที่ใช้งาน โดยรองรับทั้ง User Log-in และ User Log-out ได้บนตัวอุปกรณ์

(7) สามารถป้องกันภัยคุกคามประเภท Vulnerability, Virus และ Spyware ได้โดยสามารถมีการอัพเดท Signature ใหม่แบบอัตโนมัติ

(8) สามารถจัดเก็บข้อมูลเครือข่าย นำมาสร้าง Meta-Data เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลภัยคุกคาม หรือมีเทคโนโลยี Deep Learning แบบ Inline (Inline Deep Learning) เพื่อวิเคราะห์ภัยคุกคามที่ไม่รู้จัก (Unknown Threat/Unknown C2) โดยรองรับการทำงานร่วมกับโปรโตคอล SSL, HTTP, unknown UDP และ unknown TCP ได้เป็นอย่างน้อย

(9) สามารถเรียกดูสรุปข้อมูลของ Data ในรูปแบบของกราฟฟิคได้ และสามารถทำรายงานต่างๆ ได้ หรือ เสนออุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้

ก) Top Application, Application Category

ข) Top Source, User, Destination

ค) User activity report

(10) สามารถทำรายงานรวมถึงปรับแต่งรายงานตามความต้องการ ในรูปแบบ PDF ได้เป็นอย่างน้อย พร้อมทั้งตั้งเวลาส่งรายงานผ่านทาง Email แบบอัตโนมัติได้

(11) ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC และ VCCI เป็นอย่างน้อย

(12) ต้องได้รับการจัดอันดับให้อยู่ในกลุ่ม Leader ของ Gartner Magic Quadrant ในกลุ่ม ผลิตภัณฑ์ Network Firewalls ปี 2021 หรือปีล่าสุด

## หมวดที่ 31 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>
   (1) อุปกรณ์ในระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ IP Camera จะเชื่อมต่อกันและส่งสัญญาณดิจิตอลผ่านระบบเครือข่ายโดยไม่มีการแปลงสัญญาณจาก Analog Video ไปเป็น Digital Video หรือในทางกลับกัน
   (2) อุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่นำเสนอจะต้องเป็นของแท้ ของใหม่จากโรงงานผู้ผลิต และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายเป็นการทั่วไป ไม่ได้ทำขึ้นเป็นการเฉพาะ และมีข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะได้แก่ Catalog และคู่มือ เผยแพร่แก่สาธารณะทางเว็บไซต์ของบริษัทผู้ผลิต
   (3) ผู้เสนอราคาต้องแนบรายละเอียดตัวจริง (Catalog) ของอุปกรณ์ที่เสนอ เพื่อประกอบการเสนอราคา โดยจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดรายละเอียด และคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละรายการในการพิจารณาด้วย
   (4) ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้ผลิต หรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือบริษัทสาขาของผู้ผลิต ที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยของอุปกรณ์หลัก คือ กล้องโทรทัศน์วงจรปิด, ซอฟต์แวร์ บันทึกภาพ โดยจะต้องมีเอกสารแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งสำหรับโครงการนี้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย
   (5) ผู้เสนอราคาต้องจัดทำแผนผังการเชื่อมต่อระบบ IP Network มาพร้อมในวันเสนอราคา โดยผู้เสนอราคาจะต้องทำแผนผังการเดินสายแบบ UTP หรือ Copper wire ที่ใช้กับระบบดังกล่าว และนำเสนอถึงการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ต้นทางปลายทางทั้งหมดของโครงการ
   (6) ผู้ขายจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด อาทิ เช่น อุปกรณ์เชื่อมต่อโครงข่าย, แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply), ท่อ (Duct, Conduit), ราง สำหรับสายสัญญาณ และสายไฟฟ้า (Cable Tray) เป็นต้น รวมทั้งอุปกรณ์ ประกอบอื่น ๆ ที่ต้องใช้ร่วมกับระบบกล้องดทรทัศน์_วงจรปิดให้สมบูรณ์ ซึ่งรวมถึงสายสัญญาณและสายไฟฟ้าต่าง ๆ อีกด้วย
   (7) ผู้เสนอราคาที่ชนะการประมูลจะต้องจัดทำแผนผังจุดตำแหน่งติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามสถานที่ ที่กำหนด พร้อมทั้งจัดทำการเชื่อมต่อสัญญาณภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด โดยจะต้องสามารถรองรับตามความต้องการ

2. <u>ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด</u>
   (1) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด ติดตั้งภายในและภายนอกอาคารตามแบบ
   (2) ชุดอุปกรณ์สำหรับบันทึกภาพระบบโทรทัศน์วงจรปิด
   (3) จอภาพ LED 55 นิ้ว
   (4) อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย

***รายการประกอบแบบ** (SPECIFICATION)*

(5) อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย ประเภทที่ 2
(6) อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย ประเภทที่ 3
(7) เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 6,000 VA
(8) ตู้เก็บอุปกรณ์
(9) คอมพิวเตอร์
(10) จอภาพ Monitor LED 32 นิ้ว
(11) สายสัญญาณ

3. <u>คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิคกล้องโทรทัศน์วงจรปิด</u>

(1) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด ติดตั้งในลิฟท์
ก) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภท IP มีขนาดของเซ็นเซอร์รับภาพไม่น้อยกว่า 1/2.8 นิ้ว 2.8 – 12 mm
ข) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีขนาดของ Sensor Pixels ไม่น้อยกว่า 1920(H) x1080(V) 2 MP
ค) กล้องมีวงจรวิเคราะห์ภาพประกอบมาพร้อมกับตัวกล้อง (Video Analytics)
ง) ตัวกล้องมีค่า High Dynamic Range ไม่น้อยกว่า 120 dB WDR
จ) รองรับการเข้ารหัส (Encryption) ประเภท TLS 1.2 หรือ AES128 หรือ AES256 ได้
ฉ) รองรับการบันทึก 32 GB micro SDHC หรือ 2 TB micro SDXC card ได้เป็นอย่างน้อย
ช) มีช่อง Audio Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ Audio Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
ซ) มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 10/100 Half/Full Duplex แบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
ฌ) สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า ได้
ญ) กล้องต้องรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G ได้
ฎ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.02 lux ในโหมดสัญญาณภาพสี
ฏ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.04 lux ในโหมดสัญญาณขาวดำ
ฐ) กล้องต้องได้รับมาตรฐาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย
ฑ) เป็นผลิตภัณฑ์จากกลุ่มประเทศยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา หรือ เอเชีย
ฒ) ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายฉบับจริงระบุชื่อโครงการจากสำนักงานในประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต และหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่อย่างน้อย 2 ปี

(2) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับติดตั้ง ภายในและภายนอก

ก) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภท IP มีขนาดของเซ็นเซอร์รับภาพไม่น้อยกว่า 1/2.8 นิ้ว 2.8 – 12 mm

ข) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีขนาดของ Sensor Pixels ไม่น้อยกว่า 1920(H) x1080(V) 2 MP

ค) กล้องมีวงจรวิเคราะห์ภาพประกอบมาพร้อมกับตัวกล้อง (Video Analytics)

ง) ตัวกล้องมีค่า High Dynamic Range ไม่น้อยกว่า 120 dB WDR

จ) รองรับการเข้ารหัส (Encryption) ประเภท TLS 1.2 หรือ AES128 หรือ AES256 ได้เป็นอย่าง น้อย

ฉ) รองรับการบันทึก 32 GB micro SDHC / 2 TB micro SDXC card ได้เป็นอย่างน้อย

ช) มีช่อง Audio Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ Audio Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

ซ) มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 10/100 Base-T, Half/Full Duplex แบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

ฌ) สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า ได้ ญ) กล้องต้องรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G ได้

ฎ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.02 lux ในโหมดสัญญาณภาพสี

ฏ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.04 lux ในโหมดสัญญาณขาวดำ

ฐ) กล้องต้องได้รับมาตรฐาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย

ฑ) เป็นผลิตภัณฑ์จากกลุ่มประเทศยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา หรือ เอเชีย

ฒ) ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายฉบับจริงระบุชื่อโครงการจากสำนักงานในประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต และหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่อย่างน้อย 2 ปี

(3) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับงานติดตั้งภายในบริเวณ เวที

ก) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภท IP มีขนาดของเซ็นเซอร์รับภาพไม่น้อยกว่า 1/2.8 นิ้ว

ข) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภท IP มีขนาดของเลนส์ 12 - 50 mm และ 4 – 9 mm (ขึ้นกับพื้นที่) หรือ ดีกว่า

ค) เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีขนาดของ Sensor Pixels ไม่น้อยกว่า 1920(H) x1080(V) 2 MP

ง) กล้องมีวงจรวิเคราะห์ภาพประกอบมาพร้อมกับตัวกล้อง (Video Analytics)

จ) ตัวกล้องมีค่า High Dynamic Range ไม่น้อยกว่า 120 dB WDR

ฉ) รองรับการเข้ารหัส (Encryption) ประเภท TLS 1.2หรือ AES128 หรือ AES256 ได้

ช) รองรับการบันทึก 32 GB micro SDHC หรือ 2 TB micro SDXC card ได้เป็นอย่างน้อย

ซ) มีช่อง Audio Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ Audio Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

ฌ) มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 10/100 Half/Full Duplex แบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

ญ) สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า ได้

ฎ) กล้องต้องรองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G ได้

ฏ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.02 lux ในโหมดสัญญาณภาพสี

ฐ) กล้องมีความไวแสงไม่มากกว่า 0.04 lux ในโหมดสัญญาณขาวดำ

ฑ) กล้องต้องได้รับมาตรฐาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย

ฒ) เป็นผลิตภัณฑ์จากกลุ่มประเทศยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา หรือ เอเชีย

ณ) ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายฉบับจริงระบุชื่อโครงการจากสำนักงานในประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต และหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่อย่างน้อย 2 ปี

(4) เครื่องควบคุมกล้องถ่ายวิดีทัศน์ ชนิดปรับหมุน/ก้ม-เงย/ซูม

ก) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายวิดีโอ ชนิดปรับหมุน/ก้ม-เงย/ซูม แบบ Joystick

ข) มีสามารถควบคุมการทำงานกล้องในข้อ 3.4 ได้เป็นอย่างดี

ค) สามารถควบคุม การหมุนซ้าย/ขวา (Pan), ก้ม/เงย (Tilt), ซูม (Zoom), ปรับความคมชัด (Focus),ค่าแสง (Iris) และความเร็วในการเคลื่อนที่ (speed) ได้

ง) มีปุ่มเลือกกล้องที่หน้าเครื่องโดยตรงหรือหน้าจอได้ ไม่น้อยกว่า 4 กล้อง

จ) มี จอ LED หรือ LCD แสดงเมนูการใช้งาน

ฉ) มีไฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อกับกล้อง

ช) สามารถควบคุมกล้องผ่าน พอร์ต IP แบบ LAN (RJ-45) ได้ไม่น้อยกว่า 64 กล้อง

ซ) รองรับสามารถจดจำตำแหน่งกล้อง และเรียกกลับมาใช้งาน ได้ไม่น้อยกว่า 64 ตำแหน่ง

ฌ) มีปุ่มจดจำตำแหน่งกล้อง และเรียกกลับมาใช้งาน ที่หน้าเครื่องโดยตรงหรือหน้าจอไม่ได้น้อยกว่า 10 ปุ่ม

(5) ชุดอุปกรณ์สำหรับบันทึกภาพระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ก) เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บบันทึกภาพแบบ All in one โดยรองรับการบันทึกภาพจากกล้องได้ไม่น้อยกว่า 128 กล้อง บันทึกจากกล้อง แบบ IP ผ่านเครือข่ายเข้ามาได้โดยตรง

ข) สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน H.265, H.264 และ MJPEG

ค) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวน 2 ช่อง

ง) ชุดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เสนอต้องมีฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5” SATA-3 ซึ่งมีคุณสมบัติการทำงานแบบ Hot-Swap ติดตั้งจำนวนรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 8 ลูกต่อหนึ่งชุด

จ) มีฮาร์ดแวร์ RAID ซึ่งรองรับการทำ RAID5 เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลกรณีฮาร์ดดิสก์ลูกใดลูกหนึ่งเสียหาย

ฉ) ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server หรือ Linux แล้วเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน

ช) สามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลภาพวีดีโอที่บันทึกไว้ของผู้ใช้งานได้

ซ) มีหน่วยความจำแบบ RAM 4 GB หรือ ดีกว่า

ฌ) มีหน่วยประมวลผลกลาง ntel® Xeon® หรือ Industrial-grade processor หรือดีกว่า

ญ) รองรับขนาดความจุในการบันทึกสูงสุดไม่น้อยกว่า 80TB

ฎ) มีชุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าขนาด 600W ซึ่งมีคุณสมบัติการทำงานแบบ Hot Swap Redundant Power Supply หรือดีกว่า

ฏ) รองรับ Web browser; Video Management System; Application moblie

ฐ) รองรับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows หรือ Linux OS หรือดีกว่า

ฑ) รองรับการบันทึกแบบ Real Time และ Motion detection ได้เป็นอย่างน้อย

ฒ) รองรับฟังก์ชั่นการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytic) จากตัวกล้อง

ณ) รองรับการใช้งานที่อุณหภูมิตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

ด) ได้รับมาตรฐาน FCC หรือ CE หรือ UL หรือ EN 55032 ได้

ต) ผลิตภัณฑ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดและเครื่องบันทึกภาพที่นำเสนอใช้งานในโครงการนี้ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้งหมด

ถ) ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายฉบับจริงระบุชื่อโครงการจากสำนักงานในประเทศไทยของบริษัทผู้ ผลิต และหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่อย่างน้อย 2 ปี

(6) จอภาพ LED ขนาด 55 นิ้ว

ก) มีความละเอียด ไม่น้อยกว่า 3840x2160 pixel หรือดีกว่า

ข) มีช่องต่อ HDMI เป็นอย่างน้อย

ค) มี Remote Control

ง) สามารถใช้งานกับไฟฟ้า ขนาด 100-240 VAC, 50/60 Hz

(7) อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย
- ก) มีพอร์ต Ethernet แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- ข) มีพอร์ต แบบ SFP ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- ค) มีขนาด Mac address ไม่ต่ำกว่า 16K
- ง) รองรับมาตรฐานของระบบเครือข่าย IEEE 802.1d, IEEE802.3ad เป็นอย่างน้อย
- จ) สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0 °C ถึง 50 °C หรือดีกว่า
- ฉ) สามารถใช้งานกับไฟฟ้า ขนาด 100-240 VAC, 50/60 Hz
- ช) ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, FCC และ UL
- ซ) สามารถใช้งานกับไฟฟ้า ขนาด 100-240 VAC, 50/60 Hz
- ฌ) ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, FCC และ UL

(8) เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 6000 VA
- ก) เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด True On-line Double Conversion
- ข) มีขนาดไม่น้อยกว่า 6000 VA
- ค) ควบคุมการทำงานระบบไมโครโปรเซสเซอร์
- ง) มีช่วงแรงดันขาเข้า 220VAC +/- 20%
- จ) มีช่วงแรงดันขาออก 220VAC +/- 1%
- ฉ) มีจอ LCD แสดงค่าแรงดันขาเข้า แรงดันขาออก ระดับพลังงานของแบตเตอรี และสถานะ
- ช) มีการแจ้งเตือนด้วยเสียง กรณีไฟฟ้าดับ แบตเตอรีมีประจุต่ำ และกรณีใช้งานเกินพิกัด
- ซ) โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001, มอก.1291 Part 1-2553

(9) ตู้เก็บอุปกรณ์ 42 U
- ก) เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน 19 นิ้ว มีขนาดไม่น้อยกว่า 42U ลึก 80cm.
- ข) มีพัดลมระบายอากาศติดที่ด้านหลังคาตู้ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- ค) ขาตั้งเป็นชุดยึดติดกับชุดล้อ สามารถปรับขึ้น-ลง ได้
- ง) มีล้อเป็นแบบแป้นหมุน 360 องศา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

(10) PC Computer
- ก) มีหน่วยประมวลผล Core i7-12700 หรือดีกว่า และมีความเร็วสัญญาณ นาฬิกาไม่น้อยกว่า 3.0 GHz
- ข) มีหน่วยความจำหลัก (RAM DDR4 2666Mhz) ไม่น้อยกว่า 32 GB

ค) มีจอภาพสี ขนาดไม่ต่ำกว่า 23.6 นิ้ว IPS ความเร็วการตอบสนองไม่น้อยกว่า 8ms มี ช่องต่อสัญญาณ Display port, HDMI หรือ VGA หรือดีกว่า

ง) มี Hard disk ชนิด M.2 256GB และ Hard disk ชนิด SATA 1TB หรือดีกว่า

จ) มีเครื่องเขียนข้อมูล DVD-RW จำนวน 1 หน่วย เป็นอย่างน้อย

ฉ) มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ Ethernet Network ชนิด Gigabit Ethernet 10/100/1000 ไม่น้อยกว่า 1 Port

ช) มีการ์ดแสดงผล NVIDIA T1000 หรือดีกว่า

ซ) มีระบบปฏิบัติการ Windows 11 Pro ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

(11) จอภาพ LED Monitor ขนาด 31.5 นิ้ว

ก) มีความละเอียด ไม่น้อยกว่า 3840x2160 pixel หรือดีกว่า

ข) มีช่องต่อ HDMI 1 ช่องเป็นอย่างน้อย

(12) อุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพจาก HDMI เป็น RF (HDMI Modulator)

ก) รองรับความละเอียดได้สูงสุด 1920 X 1080 P

ข) มีการเข้ารหัสสัญญาณภาพ ( VIDEO ENCODING ) MPEG-4 AVC/H.264

ค) COFDM MODULATOR DVB-T

ง) Modulator QPSK 16QAM 64QAM (DVB-EN300744)

จ) มีช่อง USB 1 ช่อง

ฉ) สามารถปรับความแรงของสัญญาณได้ 20 dB สูงสุดที่ 90 dBuV

4. <u>คุณลักษณะของระบบแสดงผลภาพแบบหลายหน้าต่าง</u>

(1) ความต้องการ

ก) เครื่องแสดงผลภาพแบบหลายหน้าต่าง (Muti-Viewer) จำนวน 1 ชุด

ข) เครื่องสลับสัญญาณภาพและเสียงแบบ 16X16 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

ค) เครื่องต่อเชื่อมสัญญาณภาพ (Video Patch Panel) 24 คู่สาย จำนวน 2 ชุด

(2) เครื่องแสดงผลภาพแบบหลายหน้าต่าง (Multi-Viewer)

ก) เป็น Multi Format – High Resolution Multi Viewer ที่รองรับการทำงานระบบ HD และสามารถอัพเกรด 4K(UHD) ได้ในอนาคต

ข) มีคุณภาพในระดับ TV Broadcasting สามารถแสดงภาพแบบ Multi Viewer มีจำนวน Input ไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ และมีจำนวน Output ไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณอิสระ

ค) สามารถรองรับสัญญาณภาพ Digital แบบ 3G/HD/SD/Analog และ HDMI/DVI หรือดีกว่า

ง) สามารถรองรับสัญญาณเสียงแบบ HD-SDI Audio Embedded และรองรับการแสดงผลไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ

จ) สามารถรองรับการทำงานแบบ Tally, Title, Time Code และ Information Display ได้

ฉ) สามารถกำหนดชื่อ (UMD) ตำแหน่ง และขนาดจอภาพของ Input Source พร้อมมี Tally Indicator และ Gpio สำหรับแต่ละ Input Source

ช) มีระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนข้อผิดพลาดที่เกิดจากสัญญาณภาพและเสียงบกพร่องได้

ซ) มี Clock Display แบบ Analog หรือ Digital และรองรับการแสดงเวลาแบบ 30-Hours Clock ได้

ฌ) มี Output ที่สามารถต่อเข้ากับจอแสดงผลหลักได้พร้อมกัน 5 จอ หรือดีกว่า โดยสามารถแสดงผลเป็นแบบแยกอิสระหรือแบบขยายหน้าจอได้

ญ) มี Port แบบ GPI และ Ethernet

ฎ) มีปุ่มควบคุมการทำงานที่หน้าเครื่อง Menu, User1-4 พร้อมไฟแจ้งเตือนสถานะการทำงานของเครื่อง

ฏ) สามารถติดตั้งเข้ากับ Standard Rack 19 นิ้ว ได้

ฐ) มี Setup Terminal แบบ Ethernet พร้อม Software สำหรับ Setup การทำงานของระบบหรือใช้ Setup การทางานของระบบผ่าน WEB Interface

ฑ) มีระบบจ่ายไฟฟ้าแบบ Redundant พร้อมสวิตช์ควบคุมที่หน้าเครื่อง

ฒ) จัดหาอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพและเสียงแบบ HDMI/SDI จำนวน 1 ชุดพร้อมสายเชื่อมต่อสัญญาณ

<u>คุณลักษณะทางเทคนิค</u>

- Input : SDI/Analog Compsite (Asynchronous Acceptable) หรือดีกว่า
- Output : SDI และ HDMI หรือ DVI
- Resolution : 1920 X 1080 หรือดีกว่า
- Data Backup : Internal Memory หรือ SD Card หรือ Memory Stick
- Delay : 1 Frame หรือดีกว่า
- Genlock Input : PAL, NTSC or TRI-Level SYNC

(3) เครื่องสลับสัญญาณภาพและเสียงแบบ 16X16 ช่องสัญญาณ

ก) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการแจกจ่ายสัญญาณภาพและเสียงแบบ Digital รองรับ 3G/HD/SD หรือดีกว่า

ข) มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 Input/16 Output แบบ BNC

ค) สามารถรองรับสัญญาณเสียงแบบ SDI Audio Embedded

ง) เป็นอุปกรณ์ระดับ Broadcast พร้อม Power Supply แบบ Redundant

จ) จัดหาอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพและเสียงแบบ SDI/HDMI จำนวน 12 ชุด

<u>คุณลักษณะทางเทคนิค</u>

- Video Input :≥ 16X3G/HD/SD-SDI
- Video Output :≥ 16X3G/HD/SD-SDI
- Connector :BNC (75 OHM) หรือ DIN
- Video Reference : PAL, NTSC OR TRI-Level SYNC

(4) อุปกรณ์ต่อเชื่อมสัญญาณภาพ (Video Patch Panel)

ก) เป็น Video Patch Panel ที่ได้มาตรฐานการใช้งานกับสัญญาณ HD SDI

ข) ลักษณะการวาง Jack เป็นแบบคู่บน-ล่าง จำนวนไม่น้อยกว่า 24 คู่ และมี Contact ตัดต่อภายในพร้อม Terminator ในแต่ละคู่

ค) มีขนาดของ Frame ไม่เกิน 2U

ง) มีป้ายสำหรับเขียนชื่อกำกับทั้งแถวบน และแถวล่าง

จ) มี Video Patching Cord ทั้งหมดจำนวน 10 เส้น ฉ)

สามารถติดตั้งใช้งานบน Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว

## หมวดที่ 32 ระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control System)

1. ความต้องการทั่วไป

(1) ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น งานอาคาร งานระบบลิฟต์ งานสุขาภิบาล โดยการตรวจแบบอื่นที่เกี่ยวข้องจัดทำแบบก่อสร้างให้สอดคล้องกัน

(2) ระบบควบคุมการเข้าออกอาคารที่เสนอต้องมีการรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปีและจะต้องสำรองอะไหล่เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปีโดยมีหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

(3) ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย

(4) ผู้รับจ้างต้องทำหนังสือแจ้งส่งมอบ เพื่อตรวจรับให้กระทรวงฯ ทราบอย่างน้อย 7 วันก่อนการตรวจรับ ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารระบุอุปกรณ์ ซอฟท์แวร์ คู่มือ หรือสิ่งอื่นใดที่จะตรวจรับโดยระบุ ชนิด ยี่ห้อ จำนวน สถานที่ติดตั้งหรือรายละเอียดอื่นใดที่จำเป็นในการตรวจรับ

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

(1) System Console เป็นชุดควบคุมอุปกรณ์หลักประกอบด้วย File Server, Dot Matrix Printer, Laser Printer และ System Software ต่างๆ สำหรับ Computer Server ใช้ระบบปฏิบัติการ Window server และ Computer workstation ใช้ระบบปฏิบัติการ Window7 หรือดีกว่า การแก้ไขปรับปรุงหรือการป้องกันข้อมูลจะต้องสามารถทำได้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดย software บริหารจัดการสามารถกำหนดระดับของผู้ควบคุมและการควบคุมได้ สามารถกำหนดช่วงเวลาในการเข้า-ออก ของแต่ละผู้ถือบัตรรวมถึงการบันทึกข้อมูลการเข้า-ออก และการรายงานแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดย software สามารถเก็บข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ ได้

(2) Main System Control Unit (MCU) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลระหว่าง Door Controller Unit (DCU) และ Reader ของแต่ละประตู และ System Console Server โดยการสื่อสารกับระหว่าง Main System Control Unit กับ System Console Server ผ่านระบบ Network (TCP/IP) โดยใช้สายสัญญาณแบบ UTP ในกรณีที่ขาดการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Server ระบบจะต้องสามารถทำงานในลักษณะ Stand Alone ได้โดยใช้หน่วยความจำและข้อมูลภายในชุดควบคุมรองรับ Memory ไม่น้อยกว่า 32 MB

(3) Door Controller Unit (DCU) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมชุดล็อคประตู, อ่านข้อมูล Transaction Code ส่งให้ Main System Control Unit (MCU) เพื่อประมวลผล โดยจะต้องสามารถรองรับเครื่องอ่านบัตร (Card Reader) ได้ไม่น้อยกว่า 4 เครื่องอ่านบัตร (Card Reader) ต่อ 1 ชุดควบคุมโดยกรณี ที่ขาดการติดต่อกับ Main System Control Unit ชุด Door Controller Unit จะต้องทำงานแบบ Stand Alone ร่วมกับ MCU ได้ รวมถึงต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อกับ Server ผ่าน Main System Control Unit ได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบกลับมาทำงานสมบูรณ์

(4) Card Reader เป็นชนิด Contactless Smart Card Reader ติดฝังในผนังพร้อมฝาปิดที่มีความแข็งแรงทนต่อแรงกระแทกได้โดยไม่แตกหัก โดยเครื่องอ่านบัตรจะทำงานโดยการอ่านข้อมูลจากบัตร Mifare card ที่ความถี่ 13.56 MHz รองรับมาตรฐาน 14443B และส่งข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลยัง Door Controller Unit (DCU) และ Main Database Unit เครื่องอ่านบัตรจะต้องมีสัญญาณไฟและเสียงแสดงสถานะอนุญาตให้เข้าหรือไม่ และกรณีที่ระบุให้มี Built-In Key Pad ผู้ใช้บัตรจะต้องกดรหัสประจำตัวควบคู่ไปกับการใช้บัตร

ก) Card Reader แบบไม่มี Keypad ต้องสามารถอ่านบัตรได้ที่ระยะระยะอ่านบัตร Mifare Care ไม่น้อยกว่า 5 ซม.

ข) Card Reader แบบมี Keypad ต้องสามารถอ่านบัตรได้ที่ระยะระยะอ่านบัตร Mifare Card ไม่น้อยกว่า 8 ซม.

ค) เมื่ออุปกรณ์ Card Reader เสียหรือชำรุดต้องมีการแจ้งเตือนมาที่โปรแกรม

ง) เครื่องอ่านบัตรต้องเป็นแบบชนิดกันน้ำได้ ไม่ต่ำกว่า IP66 Environment Protection Rating เป็นอย่างน้อย

จ) เครื่องอ่านบัตรจะต้องได้รับมาตราฐาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย

ฉ) เครื่องอ่านบัตรต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับ Management System Software และ Main Access Controller

(5) บัตร (Card)

ก) เป็นบัตรพลาสติก ISO Card ขนาดเท่าบัตรเครดิต ทำด้วย (PVC) เพื่อความทนทาน

ข) ใช้เทคโนโลยีบัตรแบบ Contactless Smart Card ที่ 13.56 MHz ชนิด Mifare

ค) มีหน่วยความจำที่ตัวบัตรไม่น้อยกว่า 1k

ง) บัตรต้องสามารถใช้งานร่วมกับระบบ Carpark Management ได้

(6) ชุดแม่เหล็กไฟฟ้าล็อคประตู (Electromagnetic Lock)

ก) จะต้องเป็นอุปกรณ์สำหรับล็อคไม่ให้ประตูเปิด จนกว่าชุดอ่านบัตรจะสั่งให้เปิดได้ ใช้ไฟ 12 VDC ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่จะดูดประตูไว้ด้วยแรงไม่ต่ำกว่า 600 ปอนด์

ข) จะต้องมีหลอดไฟแสดงการทำงานและ Magnetic Contact สำหรับแจ้งสถานะ การปิด- เปิดของประตูอยู่ในตัวเดียวกัน

ค) สามารถติดตั้งได้กับประตูทุกแบบ โดยให้ชุดแม่เหล็กติดตั้งกับขอบประตู เพื่อความสะดวกในการเดินสายไฟ และทนทานต่อการใช้งาน

ง) สามารถติดตั้งได้แน่นหนาโดยไม่มีชิ้นส่วนใดที่เป็นกลไก หรือต้องเคลื่อนไหวในการใช้งาน

จ) มีอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า กรณีไฟฟ้าดับซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าทดแทนได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

(7) สวิทช์เปิดประตู (Exit Push Button)
เป็นสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Push Button) เพื่อเปิดประตูโดยไม่ต้องใช้บัตร ซึ่งติดตั้ง เฉพาะประตูที่มีเครื่องอ่านบัตรอยู่ด้านเดียว

(8) สวิทช์ฉุกเฉิน (Emergency Break glass)
ก) เป็นสวิทช์ฉุกเฉิน เพื่อคลายล็อคให้ประตูเปิดได้ สำหรับออกจากห้องในกรณีมีเหตุฉุกเฉินด้วยการเคาะแผ่นกระจกให้แตกเท่านั้น
ข) ใช้กับไฟ 12 VDC ทำงานในระบบ NO หรือ NC ได้
ค) ตัวกล่องเป็นพลาสติก ABS สีเขียวพิมพ์อักษร Emergency Door Release

3. <u>ความต้องการทางด้านการใช้งานระบบ</u>

(1) การเก็บและแสดงเหตุการณ์ (Event)
ก) สามารถเก็บเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบได้ทุกเหตุการณ์
ข) สามารถค้นหา Search เลือก Event ที่ต้องการ
ค) ภายในแต่ละ Event จะต้องสามารถบอกรายละเอียด วัน เวลา และสถานที่หรือตำแหน่งประเภทของเหตุการณ์ได้
ง) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จะไม่สามารถลบเองโดยอัตโนมัติ ถ้าไม่ได้รับการรับทราบ หรือสามารถแก้ไขได้
จ) แจ้งเตือนแยกความสำคัญของเหตุการณ์ได้ โดยมีเสียง Alarm เตือน พร้อม Pop up ในรูปแบบ Text Plan or Picture
ฉ) การพิมพ์รายงานเหตุการณ์ทั้งหมดได้โดยง่าย และสามารถเลือกพิมพ์เฉพาะรายงานที่ต้องการได้

(2) การจัดเก็บและกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้
ก) สามารถจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ได้โดยง่าย เช่น เลขประจำตัว ชื่อ นามสกุล ชั้น ฝ่ายส่วน หมายเลขติดต่อ เป็นต้น
ข) สามารถค้นหา Search เลือก ชื่อ และหมวดที่ต้องการได้ พร้อมออกรายงาน
ค) สามารถกำหนดประตู วัน เวลา ให้สอดคล้องกับการใช้งานแต่ละคนได้
ง) สามารถกำหนดประตู วัน เวลา ให้สอดคล้องกับการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้งานได้
จ) สามารถตั้งกลุ่มประตู จะต้องไม่น้อยกว่า 500 กลุ่ม
ฉ) สามารถออกรายงานรายละเอียดกลุ่มนั้นๆ ทั้งในส่วนของประตูที่อยู่ในกลุ่ม และวัน เวลาที่กำหนดไว้
ช) สามารถกำหนดระยะเวลาในการใช้สิทธิ์ของผู้ใช้งานในระบบได้

ซ) ข้อมูลของผู้ใช้สามารถพิมพ์ หรือนำข้อมูลออกมาในรูปแบบไฟล์ได้ เช่น CSV หรือ Excel เป็นต้น

(3) การแสดงผล site plan

ก) สามารถใช้ภาพกราฟฟิกในรูปของแบบแปลนอาคารโดยละเอียด

ข) ประตูที่เป็นระบบ Access จะต้องมีสัญลักษณ์การเปิด ปิด เหตุการณ์ต่างๆ ที่ชัดเจน

ค) สามารถนับจำนวน User ที่อยู่ในชั้นได้พร้อมแสดงผลบนจอภาพ

ง) จะต้อง Update รูปแบบของแบบแปลนพื้นที่ได้โดยสะดวก เช่น รูปแบบแปลนมาจากไฟล์ Auto Cad หรือ ไฟล์รูปภาพ เป็นต้น

จ) ภาพบนจอแบบแปลนที่แสดงบนหน้าจอ จะต้องสามารถควบคุมการ เปิด ปิด ประตูจากหน้าจอได้โดยอัตโนมัติ

ฉ) การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงบนจอภาพแสดงผลจะต้องกระทำได้โดยง่าย

ช) สามารถพิมพ์ภาพที่ต้องการแสดงออกทางเครื่องพิมพ์ได้

(4) ความต้องการทั่วไป (General Request)

ก) สามารถเชื่อมต่อกับระบบ CCTV ได้แบบ High Level Interface

ข) สามารถใช้ระบบ Anti-passback ได้โดยทุกประตูทั้งขาเข้าหรือออกตามที่กำหนด ค) มีการ Back-up ข้อมูลสำรองเป็น Real-Time 100%

ง) ในบางประตูที่มีความสำคัญ สามารถทำงานโดยการใช้หลักการ ทาบบัตร 2 คนถึงจะอนุญาตให้เปิดประตู (Two Man Rule)

จ) สามารถกำหนดพื้นที่ (Area) เมื่อมีการใช้งานประตูแบบมี Reader สำหรับเข้า และ Reader สำหรับออกจากพื้นที่จะทำให้สามารถนับคนที่อยู่ในพื้นที่ได้ (Occupancy) และกำหนดจำนวนคนที่จะให้มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ ได้

ฉ) โปรแกรมต้องรองรับเมนูและพิมพ์ภาษาไทยได้

4. <u>เครื่องคอมพิวเตอร์ แม่ข่าย (Server) 1 ชุด</u>

(1) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ Server Grade สำเร็จรูปประกอบจากโรงงาน ไม่ใช้เครื่องประกอบในร้านค้า

(2) มี CPU หรือระบบประมวลผล Intel core I7 เป็นอย่างน้อย

(3) มี หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 Gbyte

(4) มี HDD ภานในไม่น้อยกว่า 1Tbyte โดยรองรับการทำ Raid 1 เป็นอย่างน้อย

(5) มีระบบปฏิบัติการหรือ OS มาพร้อมกับเครื่อง ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

(6) มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Office ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

(7) มีจอแสดภาพขนาด 19 นิ้วมาพร้อมกับตัวเครื่อง

(8) มี Keyboard และ mouse มาพร้อมกับตัวเครื่อง

5. <u>เครื่องคอมพิวเตอร์ ลูกข่าย 1 ชุด</u>

(1) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปประกอบจากโรงงาน ไม่ใช้เครื่องประกอบในร้านค้า
(2) เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบหรือชนิดตั้งโต๊ะ หรือ PC
(3) มี CPU หรือระบบประมวลผล Intel core I5 เป็นอย่างน้อย
(4) มี หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 Gbyte
(5) มี HDD ภานในไม่น้อยกว่า 500 Gbyte
(6) มีระบบปฏิบัติการหรือ OS มาพร้อมกับเครื่อง ที่ถูกต้องตามกฎหมาย
(7) มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Office ที่ถูกต้องตามกฎหมาย
(8) มีจอแสดภาพขนาด 19 นิ้วมาพร้อมกับตัวเครื่อง
(9) มี Keyboard และ mouse มาพร้อมกับตัวเครื่อง

6. <u>ระบบข่ายเชื่อมโยง Switch (HUB)</u>

(1) มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต ชนิด POE โดยสามารถจ่ายไฟบนระบบ POE ไม่น้อยกว่า180 watts
(2) มี Flash memory ที่ 16 MB และ Cpu Memory 128 MB ขึ้นไป
(3) สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ID ได้ ไม่น้อยกว่า 256 VLANs
(4) อุปกรณ์ต้องรองรับจำนวน Mac Address ได้อย่างน้อย 8000 Mac Address
(5) รองรับ Jumbo Frame ไม่น้อยกว่า 9,000 Byte
(6) สามารถทำ User Authentication ในลักษณะของ IEEE 802.1x ได้
(7) สามารถบริหารและควบคุมอุปกรณ์ผ่านทาง GUI หรือ web browser, command line interface/Telnet
(8) มีพอร์ต console แบบ USB/หรือ RJ-45 Console
(9) อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย

7. <u>การติดตั้ง</u>

การติดตั้งให้เป็นไปตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตและตามกำหนดในแบบ และทดสอบอุปกรณ์ตามหน้าที่ของแต่ละระบบ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามต้องการ

## หมวดที่ 33 ระบบเสียงประกาศ (Public Address System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ระบบเสียงประกาศสาธารณะและเหตุฉุกเฉินต้องรองรับระบบการส่งสัญญาณเสียงและการควบคุมแบบระบบ Fully IP-network เท่านั้น อุปกรณ์ในระบบทั้งหมด ประกอบไปด้วย ชุดควบคุมระบบเสียงประกาศ (System controller) ,เครื่องขยายเสียง (amplifier), และ ชุดไมโครโฟนประกาศ (Call station) ซึ่งต้องสื่อสารกันในรูปแบบโครงข่าย IP-Network การส่งผ่านสัญญาณเสียงโดยใช้โปรโตคอล Audio over IP(AoIP) ที่ผ่านมาตรฐานสากล AES67 และการควบคุมผ่านมาตรฐานสากล AES70 และต้องมีการเข้ารหัส (Encryption) เพื่อ ป้องกันการเข้าถึงข้อมูล, การลักลอบดักข้อมูล, และดัดแปลงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาต เป็นต้น

ระบบเสียงประกาศสาธารณะและเหตุฉุกเฉินต้องรองรับระบบการส่งสัญญาณเสียงและการควบคุมแบบระบบ Fully IP-network เท่านั้น อุปกรณ์ในระบบทั้งหมด ประกอบไปด้วย ชุดควบคุมระบบเสียงประกาศ (System controller) ,เครื่องขยายเสียง (amplifier), และ ชุดไมโครโฟนประกาศ (Call station) ซึ่งต้องสื่อสารกันในรูปแบบโครงข่าย IP-Network การส่งผ่านสัญญาณเสียงโดยใช้โปรโตคอล Audio over IP(AoIP) ที่ผ่านมาตรฐานสากล AES67 และการควบคุมผ่านมาตรฐานสากล AES70 และต้องมีการเข้ารหัส (Encryption) เพื่อ ป้องกันการเข้าถึงข้อมูล, การลักลอบดักข้อมูล, และดัดแปลงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาต เป็นต้น

(2) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อ1 ชุดควบคุมระบบ (System Controller) รองรับอุปกรณ์ได้ 120 อุปกรณ์เป็นอย่างน้อยและรองรับโซนได้ถึง 500 โซน สามารถปรับแต่งฟังก์ชั่นของระบบผ่านทางซอฟต์แวร์ และสามารถอัพเดตเฟิร์มแวร์ ได้ในอนาคตเพื่อรองรับฟังก์ชั่นใหม่ๆ หรือปรับปรุงแก้ไขความปลอดภัยของตัวระบบเอง

(3) ระบบต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และมีซอฟต์แวร์ในการเก็บบันทึก, รองรับการสืบค้นได้หลายรูปแบบ รวมถึงประวัติการประกาศและรายการความผิดปกติที่เกิดขึ้น ซึ่งตัว System controller จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลความผิดปกติที่เกิดขึ้น และไปปรากฏที่หน้า จอแสดงผลของชุดไมโครโฟนระบบประกาศ รวมถึงสถานะที่ผิดปกติของอุปกรณ์ 3rd party ระบบต้องสามารถรับทราบ, รีเซตข้อผิดพลาด, และสถานะแจ้งเตือน รวมถึงเก็บบันทึก เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไว้ อุปกรณ์ในระบบต้องได้รับการรับรองโดยมาตรฐาน EN54 และ ISO 7240 และได้รับตราประทับจาก CE รวมถึงได้รับการรับรองโดย RoHS

2. <u>คุณสมบัติทางเทคนิค</u>

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนออุปกรณ์ที่เป็นของใหม่ต้องไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน โดยจะต้องนำเสนอให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยเปรียบเทียบรายละเอียดของอุปกรณ์ที่นำเสนอ กับคุณสมบัติทางเทคนิคตามรายการผู้ว่าจ้าง อุปกรณ์ที่อยู่ในห้องควบคุม ต้องมีลักษณะเหมาะสมในการติดตั้งในตู้แร็คมาตรฐาน 19 นิ้ว ด้านหน้ามีฝาเปิด-ปิดแบบใส(ถ้าจำเป็น) มีพัดลมระบายความร้อนและมีล้อเลื่อนเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาติดตั้ง และทดสอบระบบจนสามารถทำงานได้ ซึ่งระบบเสียงจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องเล่น SD /USB /Tuner

ก) สามารถเล่นไฟล์ MP3 จากการ์ด SD และอุปกรณ์เสียบช่อง USB

ข) มีจูนเนอร์ FM มาพร้อมกับ RDS ที่ตั้งค่าล่วงหน้าและควบคุมด้วยดิจิตอล

ค) สามารถเล่นไฟล์จากการ์ด SD/USB Memory และจูนเนอร์ FM ได้พร้อมกัน

ง) มีเอาต์พุตสำหรับแหล่งสัญญาณดิจิตอลและจูนเนอร์ FM แยกกัน

จ) ใช้ได้กับไฟฟ้า 220 โวลท์เอซี 50/60 เฮิรตซ์

ฉ) ภาครับวิทยุ มีช่วงรับสัญญาณวิทยุ FM ตั้งแต่ 87.5-108 MHz

ช) มีความเพี้ยนไม่เกิน 1%

ซ) มีผลตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 50 – 12,000 Hz

ฌ) มีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ไม่น้อยกว่า 50 dB

ญ) ภาคการเล่นจาก SD Card/USB Memory สามารถเล่นเพลงสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1000 เพลง

ฎ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ฏ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ นั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(2) อุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล (Audio Interface)

ก) เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงจากอนาล็อกเป็นสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล ผ่านเครือข่าย โดยใช้ Dante สามารถส่งสัญญาณเสียงเพลง (Background Music) ผ่านเครือข่ายไปยังโซนประกาศปลายทางได้

ข) สามารถรับสัญญาณ MIC/LINE ได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ

ค) มีไฟ LED เพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน

ง) เป็นสินค้าที่เป็นส่วนเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์สินค้าที่นำมาใช้ต้องได้มาตรฐาน และไม่มีผลต่อการทำงานโดยรวมของระบบ

(3) อุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล (Audio Interface)

ก) เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงจากอนาล็อกเป็นสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล ผ่านชุดควบคุมระบบเสียงประกาศ (System Controller)

ก) ชุดควบคุมระบบ ต้องกำหนดช่องสัญญาณเสียงผ่านระบบเครือข่ายสำหรับการนำเสียงระหว่างอุปกรณ์ในระบบผ่านเครือข่ายย่อย

ข) ชุดควบคุมระบบ ต้องรองรับการช่องสัญญาณเสียงมากกว่า 100 ช่องสัญญาณความละเอียดสูง(24-bit, 48kHz) สำหรับเล่นเพลงและการประกาศ พร้อมมีการเข้ารหัสและพิสูจน์ตัวตน เพื่อป้องกันการดักฟังและดักข้อมูล

ค) ชุดควบคุมระบบ ต้องสามารถรับสัญญาณเสียงแบบ Dante และรองรับมาตรฐาน AES67 ได้

ง) ชุดควบคุมระบบ รองรับการส่งสัญญาณเสียงแบบดิจิตอลหลายช่องช่องสัญญาณผ่านระบบ IP รวมทั้งการควบคุมข้อมูล บนสาย IP Network เส้นเดียวกัน และ มาพร้อม กับ Network Switch แบบ Gigabit อีเทอร์เน็ต 5 พอร์ตเพื่อทำฟังก์ชั่นการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คแบบ Redundant รองรับ RSTP และต่อสายแบบลูป

จ) ชุดควบคุมระบบต้องมีอินพุตรองรับช่องจ่ายไฟเลี้ ยงกระแสตรง 2 ช่องและมีแหล่งจ่ายไฟ ในตัว 2 ชุดภายในอุปกรณ์

ฉ) ชุดควบคุมระบบ เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ รวมทั้งการปรับตั้งค่า การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบได้

ช) ชุดควบคุมระบบ ต้องมีที่เก็บข้อมูลที่ตรวจสอบข้อความและไฟล์โทนเสียงได้และ เล่นไฟล์เสียงได้ถึง 8 ไฟล์พร้อมกันผ่านเน็ตเวิร์ค

ซ) ชุดควบคุมระบบ ต้องเก็บบันทึกข้อมูลความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในและบันทึกเหตุการณ์การประกาศ ทุกเหตุการณ์ได้ ( Fault log , Event Log)

ฌ) ชุดควบคุมระบบ รองรับการควบคุมและตรวจสอบจากระยะไกลผ่าน TCP/IP Open Interface ได้อย่างปลอดภัย

ญ) ชุดควบคุมระบบ แผงหลอดไฟ LED ด้านหน้าเครื่ องเพื่ อแสดงผล ต่างๆของแหล่งจ่ายไฟ, สถานะความผิดปกติในระบบ, และมีซอฟต์แวร์แสดงสถานะเพิ่มเติมรวมถึงฟีเจอร์แสดงสถานะความผิดปกติ

ฎ) สามารถใส่ตู้ Rack มาตรฐาน ขนาด 19 นิ้ว ได้

ฏ) รองรับมาตรฐาน EN54 , ISO 7240 , CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

ฐ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ฑ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(4) ไมโครโฟนประกาศแบบมีหน้าจอสัมผัส (LCD CallStation Microphone)

ก) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องมีอินเตอร์เฟสรองรับการควบคุมข้อมูลและเสียงดิจิตอลแบบหลายช่องสัญญาณบน IP โดยใช้อีเทอร์เน็ตพอร์ตแบบคู่ เพื่อรองรับฟังก์ชัน Redundant ของการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์ค รวมถึงรอบรับ RSTP และการลูปสายเคเบิล

ข) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องรอบรับ POE ผ่านระบบเน็ตเวิร์คหนึ่งหรือทั้งสองพอร์ต

ค) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องมีหน้าจอระบบสัมผัสแบบ LED Backlit full color capacitive รองรับการใช้งานการประกาศทั่วไปและการอพยพฉุกเฉิน

ง) ชุดไมโครโฟนประกาศสามารถรองรับการต่อขยายโซนสูงสุด 4 ชุด (4 optional extension) โดยแต่ละชุดมีปุ่ม 12 ปุ่มสำหรับเลือกโซนและอื่นๆ

จ) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องควบคุมและควบคุมการเลือกโซนในการประกาศสดเก็บข้อความเสียง และเล่นเพลงพร้อมปรับความดังเพลงของโซนนั้นๆได้

ฉ) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องสามารถปรับแต่ง DSP ผ่านซอฟแวร์ได้รวมถึง Sensitivity control, parametric equalization, และ limiting ต่างๆ

ช) รองรับมาตรฐาน EN54-16 , ISO 7240-16 ,CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

ซ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ฌ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(5) ไมโครโฟนประกาศแบบมีหน้าจอสัมผัส (LCD CallStation Microphone)

ก) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องมีอินเตอร์เฟสรองรับการควบคุมข้อมูลและเสียงดิจิตอลแบบหลายช่องสัญญาณบน IP โดยใช้อีเทอร์เน็ตพอร์ตแบบคู่ เพื่อรองรับฟังก์ชัน Redundant ของการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์ค รวมถึงรอบรับ RSTP และการลูปสายเคเบิล

ข) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องรอบรับ POE ผ่านระบบเน็ตเวิร์คหนึ่งหรือทั้งสองพอร์ต

ค) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องมีหน้าจอระบบสัมผัสแบบ LED Backlit full color capacitive รองรับการใช้งานการประกาศทั่วไปและการอพยพฉุกเฉิน

ง) ชุดไมโครโฟนประกาศสามารถรองรับการต่อขยายโซนสูงสุด 4 ชุด (4 optional extension) โดยแต่ละชุดมีปุ่ม 12 ปุ่มสำหรับเลือกโซนและอื่นๆ

จ) ชุดไมโครโฟนประกาศต้องควบคุมและควบคุมการเลือกโซนในการประกาศสดเก็บข้อความเสียง และเล่นเพลงพร้อมปรับความดังเพลงของโซนนั้นๆได้

ฉ) ชุดไมโครโฟนสามารถติดตั้งแบบแขวนผนังได้

ช) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ซ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือ

บริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(6) เครื่องขยายเสียงขนาด 600 วัตต์ 4 ช่องสัญญาณ (Power Amplifier 600 4-Channel)

ก) เครื่องขยายเสียง 4 ช่องสัญญาณรองรับการรับสัญญาณจากระบบ IP เน็ตเวิร์คเท่านั้นและต้องไม่ใช้ตัวแปลงสัญญาณอื่นใดอีก

ข) เครื่องขยายเสียงต้องสามารถปรับค่ากำลังขับสูงสุดของสัญญาณขาออกในแต่ละช่องที่เชื่อมกับโหลดของลำโพงได้ พร้อมทั้งสามารถกำหนดค่ากำลังของสัญญาณขาออกได้อย่างอิสระโดยสูงสุดถึง 600 วัตต์ รองรับการขับโหลดแบบ 70V/100V และมีสัญญาณขาออกที่แยกสัญญาณจากระบบกราวด์ไฟโดยเด็ดขาด

ค) เครื่องขยายเสียงต้องมี ช่องสัญญาณสำรองแบบอิสระภายในตัวเดียวกับเครื่องขยายเสียงนั้นๆ เพื่อรองรับการทำงานแบบ Redundancyแบบทันทีทันใดเพื่อรองรับการทำงานเมื่อเครื่องขยายเสียงมีความผิดพลาดและสำรองได้อย่างอัตโนมัติ

ง) เครื่องขยายเสียงต้องมีอินเตอร์เฟสสำหรับควบคุมข้อมูลและสัญญาณเสียงดิจิตอลได้หลายช่องผ่าน IP โดยใช้พอร์ตอีเทอร์เน็ตแบบคู่สำหรับการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คแบบ Redundant รองรับ RSTP และการต่อสายแบบลูป พร้อมด้วยระบบป้องกันความผิดพลาดอัตโนมัติและรับสัญญาณอินพุตสัญญาณเสียงอนาล็อกอัตโนมัติ (Lifeline)

จ) เครื่องขยายเสียงต้องมีอินพุตจ่ายไฟแบบ 2 ช่องและมี 2 แหล่งจ่ายไฟ2 ชุดโดยแยกจากกัน

ฉ) รองรับช่องขาออกของลำโพงแบบโซน A,B อิสระ และรองรับการใช้งานโซนลำโพงแบบ class A

ช) ช่องสัญญาณของเครื่องขยายเสียงต้องสามารถควบคุมและดูสถานะของสายลำโพงได้พร้อมกับไม่รบกวนการปล่อยสัญญาณเสียงปกติ

ซ) เครื่ องขยายเสียงแผงหลอดไฟ LED ด้านหน้าเครื่ องเพื่ อแสดงผล ต่างๆ ของแหล่งจ่ายไฟ, สถานะความผิดปกติในระบบ, และมีซอฟต์แวร์แสดงสถานะเพิ่มเติมรวมถึงฟีเจอร์แสดงสถานะความผิดปกติ

ฌ) สามารถปรับแต่งการประมวลผลสัญญาณเสียงได้(DSP)ดังนี้การควบคุมระดับเสียง , ปรับค่าอีควอไลเซอร์ แบบค่าพารามิเตอร์ ,ค่า Limiter และค่าดีเลย์แต่ละช่องสัญญาณเป็นต้น

ญ) สามารถใส่ตู้ Rack มาตรฐาน ขนาด 19 นิ้ว ได้

ฎ) รองรับมาตรฐาน EN54 , ISO 7240 , CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

ฎ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ฐ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือ

บริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(7) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังชั่น (Multifunction Power Supply)

ก) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นต้องประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าอิสระ 4 แหล่ง พร้อมกับตัวควบคุมค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า(Power Factor Correction)

ข) รองรับการจ่ายไฟให้อุปกรณ์แบบคู่เพื่อจ่ายให้กับเครื่องขยายเสียงอย่างน้อย 3 เครื่อง , ชุดควบคุมระบบเสียงและชุดไมโครโฟนประกาศอย่างน้อย 2 ชุด

ค) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นสามารถใช้งานเป็นเครื่องชาร์จแบตเตอร์รี่ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองกรณีเกิดเหตุไฟฟ้าหลักขัดข้อง

ง) ขณะที่มีการเปลี่ยนการจ่ายไฟฟ้าหลักมาใช้ไฟฟ้าจากชุดแบตเตอรีเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง จะต้องรบกวนการจ่ายไฟฟ้าของระบบ ระบบต้องไม่มีการดับ หรือมีการ Reboot ระบบ

จ) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นต้องสามารถใช้งาน แบตเตอร์รี่สำรองชนิด VRLA ขนาด 12 โวลต์ เพียง 1 ก้อน เพื่อหลีกเลี่ยงการทำการปรับสมดุลของกำลังในแบตเตอรี่ที่ มากกว่า 1ก้อน

ฉ) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นต้องรองรับชุดทริกเกอร์ขาเข้า GPIO input อย่างน้อย 8 ช่องและตรวจสอบสถานะได้ เพื่อรองรับการใช้งานทริกเกอร์จากอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมชุดทริกเกอร์ขาออก GPIO Output อย่างน้อย 8 ช่อง แบบไม่มีการจ่ายไฟฟ้าได้ พร้อมทั้งดูสถานการณ์เชื่อมต่อได้

ช) เครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นต้องรองรับ การเชื่อมต่อส่งข้อมูลและการควบคุม และรับสัญญาณเสียงช่องสัญญาณสำรองผ่านระบบ IP เน็ตเวิร์ค และ มีชุด Network Switch แบบ Gigabit อีเทอร์เน็ต 6พอร์ตเพื่อทำฟังก์ชั่นการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คแบบ Redundant รองรับ RSTP และต่อสายแบบลูป

ซ) ช่องอีเทอร์เน็ตพอร์ตอย่างน้อย 2 ช่อง บนNetwork Switch แบบ Gigabit ของเครื่องจ่ายไฟแบบมัลติฟังก์ชั่นช่องต้องสามารถจ่ายไฟแบบ POE ได้

ฌ) ช่องสัญญาณเสียงสำรองต้องจ่ายเป็นสัญญาณอนาล็อกสำรองฉุกเฉิน (Analog Lifline) ให้ช่องรับสัญญาณฉุกเฉินของเครื่องขยายเสียง แบบIP Network ผ่านช่อง Analog Lifeline input เท่านั้น

ญ) เครื่องจ่ายไฟฟ้ามัลติฟังก์ชั่นต้อง มีแผงหลอดไฟ LED ด้านหน้าเครื่องเพื่อแสดงผลสถานะต่างๆของแหล่งจ่ายไฟ, สถานะความผิดปกติในระบบ, และมีซอฟต์แวร์แสดงสถานะเพิ่มเติม รวมถึงฟีเจอร์แสดงสถานะความผิดปกติ

ฎ) สามารถใส่ตู้ Rack มาตรฐาน ขนาด 19 นิ้ว ได้

ฏ) รองรับมาตรฐาน EN54 , ISO 7240 , CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

ฐ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ฑ) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(8) แผงปุ่มกดเลือกโซนสำหรับการประกาศ (Call Station Keypad)

ก) มีปุ่มกดเลือกโซนได้ทั้งหมด 12 ปุ่ม

ข) มีสัญญาณไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงานแต่ละปุ่ม

ค) ได้รับมาตรฐาน EN54-16

ง) มีพอร์ทการเชื่อมต่อแผงกดปุ่มเลือกโซนได้สูงสุด 4 แผง ด้วยช่องเสียบ RJ12

จ) ผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย EN/IEC/CSA/UL 62368-1 เป็นอย่างน้อย

ฉ) เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับเครื่องควบคุมหลัก

ช) เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(9) อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย

ก) เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบเครือข่ายไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ หรือ และ 24 ช่องสัญญาณ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

ข) ระดับการส่งสัญญาณไม่น้อยกว่า 10/100/1000

ค) รองรับช่องสัญญาณแบบ SFP ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ

ง) Switch capacity 20 Gbps. 8K MAC addresses

จ) Spanning Protocol ที่ IEEE 802.1D / IEEE 802.1w / IEEE 802.1s

ฉ) ได้มาตรฐาน Port Grouping ที่ IEEE 802.3ad และสามารถทำได้ไม่น้อยกว่า 5 group

ช) VLAN รองรับที่ 256 หรือ 4K VLANS/ IEEE 802.1q

ซ) มี LED แสดงผลเวลาทำงาน

ฌ) รองรับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 100-240 VAC 50-60 Hz

ญ) อุณหภูมิการใช้งานที่ 0-40 องศาเซลเซียส

ฎ) ได้รับมาตรฐาน CE , FCC เป็นสินค้าที่เป็นส่วนเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์ สินค้าที่นำมาใช้ต้องได้มาตรฐาน และไม่มีผลต่อการทำงานโดยรวมของระบบ

(10) ลำโพงเพดานขนาด 6 นิ้ว

- กำลังงาน 6 วัตต์ (6 - 3 -1.5 วัตต์)
- ระดับความดัง ที่ 6 W/1 W at 1KHz, 1m 99/91 เดซิเบล
- ช่วงตอบสนองความถี่ 70 เฮิรตซ์ ถึง 18 กิโลเฮิรตซ์
- มุมเปิดของเสียง (1kHz, -6 ดีบี) 160°
- อัตราแรงดันไฟ 100 โวลต์
- อัตราความต้านทาน 1667 โอห์ม
- ขนาดลำโพง 6 นิ้ว
- ช่วงอุณหภูมิทำงาน - 25 องศา ถึง + 50 องศาเซลเซียส
- มาตรฐานความปลอดภัย ตามมาตราฐาน EN60065
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมี หนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ นั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(11) ลำโพงตู้ขนาด 2 ทาง ขนาด 30 วัตต์

- เป็นลำโพง Cabinet คุณภาพเสียงระดับพรีเมี่ยม ให้คุณภาพเสียงพูดที่คมชัดมี
  เสียงดนตรีที่เป็นเสียงฟอร์กราวนด์และแบ็คกราวนด์สำหรับการใช้งานภายในและภายนอกอาคาร ลำโพง
- Cabinet ขนาด 30 วัตต์ สีเข้ม Charcoal - RAL 7021(D) ลำโพงมีอินพุต 8 ohm, 70 V และ 100 V
- กำลังงาน 45/30 วัตต์ (630/15/7.5/3.75 วัตต์)
- ระดับความดังที่ 1 W at 1KHz, 1m ไม่น้อยกว่า 105/90 เดซิเบล
- ช่วงตอบสนองความถี่ 100 เฮิรตซ์ ถึง 18.5 กิโลเฮิรตซ์ หรือดีกว่า
- มุมเปิดของเสียง (1KHz / 4kHz, -6 dB) 165 องศา / 81 องศา-แนวนอน 150 องศา / 90 องศา-แนวตั้ง
- อัตราแรงดันไฟขาเข้า 15.5/70/100 โวลท์

- อัตราความต้านทา 8 /163/333โอห์ม
- มีดอกลำโพงเสียงทุ้ม Woofer/เสียงแหลมtweeter : 5 นิ้ว / 127 มิลลิเมตร
- ต้องมีสายต่อพ่วงมากับลำโพง 2 เมตร
- ขนาดเครื่อง (สูงxกว้างxลึก250x 160 x 140 มิลลิเมตร
- ทนสภาพอุณหภูมิในการทำงานได้ ตั้งแต่ -25 ถึง +55 องศาเซลเซียส

- เก็บรักษาได้อุณหภูมิ ตั้งแต -40 ถึง +70 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ >95% มีอุปกรณ์ขายึดรูปตัว U ให้
- มาตราฐานความปลอดภัย BS 5839-8 , EN60849 เป็นอย่างน้อย
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(12) ลำโพงฮอร์นขนาด 30 วัตต์

- กำลังงาน 20 วัตต์
- แรงดันขาเข้า 100 โวลต์
- ช่วงตอบสนองความถี่ 380 เฮิรตซ์ ถึง 5.5 กิโลเฮิรตซ์
- ระดับแรงดันเสียง 1W/1KHz 123 dB /110 dB ( SPL )
- อิมพีแดนซ์ 500 โอห์ม
- มาตรฐานความปลอดภัยตามมาตราฐาน EN60065 , UL 94 V0
- อุณหภูมิในการทำงาน -25 ถึง +55 C
- ความชื้นสัมพัทธ์ < 95%
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(13) ลำโพงแบบมีทิศทาง (Sound Projector 20 วัตต์)

- กำลังงาน 20 วัตต์
- แรงดันขาเข้า 100 โวลต์
- ช่วงตอบสนองความถี่ 170 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์

- ระดับแรงดันเสียง 1W/1KHz 107 dB / 94 dB ( SPL )
- อิมพีแดนซ์ 500 โอห์ม
- มาตรฐานความปลอดภัยตามมาตราฐาน EN60065 , UL 94 V0
- ได้มาตรฐาน EN54-16
- ได้รับมาตรฐานการป้องกัน IP66
- อุณหภูมิในการทำงาน -25 ถึง +55 C
- ความชื้นสัมพัทธ์ < 95%
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(14) ตัวควบคุมความระดับความดังเสียง (Volume Control)

- กำลังงาน 12 , 36 หรือ 100วัตต์ (ตามความเหมาะสม)
- แรงดันขาเข้า 100 โวลต์
- ช่วงตอบสนองความถี่ 50 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์
- ความเพี้ยน <0.5%
- กินกระแส 20 มิลลิแอมป์ ที่ 24 โวลต์กระแสสลับ
- ความชื้นสัมพัทธ์ <95%
- มาตรฐานความปลอดภัยตามมาตราฐาน EN60065
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

3. <u>การติดตั้งและทดสอบระบบ</u>

(1) การติดตั้ง เดินท่อ ร้อยสาย และการใช้อุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงไว้ในแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของการไฟฟ้าสายไฟฟ้าที่ใช้ให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. VTF หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(2) การทดสอบ ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย และอุปกรณ์สำหรับระบบเสียงประกาศตามสายต้องสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเสียงของส่วนการงานแสดงได้ด้วย

- ความชื้นสัมพัทธ์ < 95%
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

(3) ตัวควบคุมความระดับความดังเสียง (Volume Control)

- กำลังงาน 12 , 36 หรือ 100วัตต์ (ตามความเหมาะสม)
- แรงดันขาเข้า 100 โวลต์
- ช่วงตอบสนองความถี่ 50 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์
- ความเพี้ยน <0.5%
- กินกระแส 20 มิลลิแอมป์ ที่ 24 โวลต์กระแสสลับ
- ความชื้นสัมพัทธ์ <95%
- มาตรฐานความปลอดภัยตามมาตราฐาน EN60065
- เพื่อเป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและป้องกันการนำสินค้าหนีภาษีมานำเสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองหรือหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจาหน่าย โรงงานผู้ผลิตโดยตรงหรือบริษัทฯผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้นๆ ที่มีสานักงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหนังสือรับรองอะไหล่สินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปีโดยระบุชื่องานให้ชัดเจน

4. <u>การติดตั้งและทดสอบระบบ</u>

(1) การติดตั้ง เดินท่อ ร้อยสาย และการใช้อุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงไว้ในแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของการไฟฟ้าสายไฟฟ้าที่ใช้ให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. VTF หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(2) การทดสอบ ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย และอุปกรณ์สำหรับระบบเสียงประกาศตามสายต้องสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเสียงของส่วนการงานแสดงได้ด้วย

## หมวดที่ 34 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ส่วน Staff ต้องเป็นระบบ Intelligent System การรับส่งสัญญาณจากอุปกรณ์เข้าสู่ตู้ควบคุมส่วนกลางให้เป็นแบบ Supervised Data Multiplex System โดยตู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้การรับรองคุณภาพสินค้าจากสถาบัน Underwriters Laboratories Inc. (UL Listed) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, NFPA-72, หรือ ว.ส.ท. 2002/49

(2) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องสามารถรองรับการทำงานร่วม (High level integration) กับระบบรักษาความปลอดภัยอื่นๆ (Life Safety Systems) ได้ อาทิเช่น ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System)ระบบควบคุมการเข้าออก(Access Control System) โดยการต่อร่วมนั้น ระบบจะต้องสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้ระบบบริหารจัดการข้อมูลที่ใช้งานร่วมกันได้ (กรณีระบุในแบบ)

(3) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิต (หากมิใช่ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ) โดยจะต้องแสดงเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจัดจำหน่ายที่ออกจากโรงงานผู้ผลิต สำหรับโครงการนั้นๆ (เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับโครงการในกรณีที่ได้สินค้าไม่ตกรุ่น, อะไหล่สำรอง และคุณภาพของการบริการ)

2. <u>คุณสมบัติทางเทคนิค</u>

ผลิตภัณฑ์

วัสดุอุปกรณ์ ตู้ควบคุมและ อุปกรณ์ประกอบควรออกแบบมาเพื่อใช้เฉพาะระบบนี้ตู้ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบต้องผลิตและได้รับการทดสอบเพื่อยืนยันถึงการใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ระบบที่ใช้ภายในข้อกำหนดนี้ให้เป็นระบบ Microprocessor-Based Direct Wired โดยแต่ละ อุปกรณ์ Smoke detectors, Heat detectors, Modules ที่ติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

(1) ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel) ตู้ควบคุมเป็นระบบ Multi-processor based networked system ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยให้เป็นไปตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป ตู้ควบคุมประกอบ ด้วยอุปกรณ์ Hardware และ Software เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งสามารถพัฒนาด้านโปรแกรม เพื่อให้เป็นระบบ Integrate Security Management ที่สมบูรณ์ได้ ตู้ควบคุมต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- รองรับอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 2500 Analog Addressable Points per 1 CPU

- รองรับระบบ Network โดยต่อเชื่อมได้ทั้งระบบไม่น้อยกว่า 64 จุด โดยนับรวมทั้งตู้ควบคุมและตู้แสดงผล
- รองรับการใช้งานในแบบ Multiple digital dialers and modems
- รองรับการเชื่อมต่อแบบ Multiple communication ports and Protocol
- ตู้ควบคุมมีระบบ Amplifier และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ประกาศเสียงต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน
- มีหน้าจอ LCD จำนวนตัวอักษรไม่น้อยกว่า 168 ตัวที่หน้าจอแสดงผลรวม
- สามารถบันทึกเหตุการณ์ได้ไม่น้อยกว่า 1000 Chronological events

หากมีการใช้ตู้ควบคุมต่อร่วมเป็น Network ตู้ควบคุมในระบบ Network มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- สามารถป้อนโปรแกรมการใช้งานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ลงในระบบที่ตู้ควบคุมใดๆ ก็ได้
- กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ด้วย Electronic address
- ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการใช้งานได้ทั้งการสั่งงานและแสดงผล
- มีเสียงเตือนด้วยรูปแบบที่สามารถโปรแกรมให้แตกต่างกันระหว่างเกิดเหตุประเภทต่างๆ คือ Alarm,Supervisory, Trouble และ Monitor conditions
- สามารถรายงานข้อมูลสภาวะต่าง ๆ ในระบบได้ทั้งบนจอหรือพิมพ์รายงานทางเครื่องพิมพ์
- สามารถให้ผู้ใช้งานเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานได้เช่น วัน-เวลา รหัสผ่านวันหยุด สั่งเครื่องเริ่มทำงาน
- Function สั่งให้เริ่มทำงานในรูปแบบกำลังทดสอบระบบได้เฉพาะเจ้าหน้าที่ที่กำหนดไว้

ตู้ควบคุมจะต้องรองรับการทำงานได้ตลอดเวลาแม้ว่าแหล่งจ่ายไฟหลักดับ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟสำรองแทนโดยอัตโนมัติ ระบบต้องมีวงจรชาร์ทไฟแบตเตอรี่คืนโดยอัตโนมัติเมื่อแหล่งจ่ายไฟหลักกลับคืนสู่สภาวะปกติ

แผงแสดงผล (Graphic Annunciator Panel) เป็นแผงแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า A3 ทำจากวัสดุ Aluminium Anodize plate โดยแบบที่แสดงต้องได้รับการอนุมัติจากที่ปรึกษาโครงการก่อน และแผง LED Drivers เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการรับรองจาก UL listed โดยจำนวน LED points ให้เตรียมตามจำนวน ห้อง และ Input zone ที่ต้องการแสดงผล (ขึ้นอยู่กับการอนุมัติจากโครงการ)

คอมพิวเตอร์แสดงผลพร้อมรูปอาคาร (Computer Graphic Firework Station) โดย Software License ต้องได้รับรองมาตรฐานจาก UL Listed และคอมพิวเตอร์ จะต้องเป็นแบบรุ่นใหม่ล่าสุด ขนาดความจุ HARDDISK ไม่น้อยกว่า 300 GB ขนาดหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 2 GB จอแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 22 นิ้ว (กรณีที่มีระบุในแบบ)

(2) ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)

เป็นแผนผังแสดงโซนที่เกิดเหตุจะต้องทำจาก Aluminum Anodized (ตามขนาดที่ระบุในแบบ) ประกอบด้วย

- หลอดไฟสีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
- Test Lamp Button เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง
- Acknowledge Button เพื่อปิดเสียงเตือน

(3) อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

3.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Smoke Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบระบุตำแหน่ง (Intelligent Smoke Detector) ชนิด Microprocessor มี Address setting ที่ตัวอุปกรณ์ (ไม่อนุมัติให้ใช้แบบกำหนดตำแหน่งด้วย Rotary switch หรือ Dip switch) การตั้งค่าความไวในการตรวจจับให้กระทำบนโปรแกรม โดยตั้งค่าได้ 5 ระดับ และถ้าหากต้องการตั้งค่า Prealarm สามารถตั้งค่าได้แต่ละระดับ ๆ ละ 5% อุปกรณ์สามารถปรับค่าและชดเชยค่าโดยเปรียบเทียบกับค่าในสภาวะปัจจุบันได้ นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าระดับ Maintenance Alert ของอุปกรณ์ตรวจจับควันได้ตั้งแต่ 75% - 100% หากอุปกรณ์ชำรุด ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ ทดแทน อุปกรณ์ที่ติดตั้งแทนอุปกรณ์เดิมจะถูกป้อนค่าตามค่าเดิมที่ตำแหน่งนั้นในระบบโดยไม่ต้องทำการโปรแกรมใหม่ ได้รับมาตรฐาน UL

3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Heat Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบระบุตำแหน่ง ( Addressable Heat Detector ) มี Address setting ที่ตัวอุปกรณ์ (ไม่อนุมัติให้ใช้แบบกำหนดตำแหน่งด้วย Rotary switch หรือ Dip switch)เป็นชนิด Combination คือสามารถตรวจจับเพลิงไหม้จากความร้อนที่เกิดขึ้นได้ทั้งแบบ Rate of Rise และ Fixed Temperature มี Microprocessor ในอุปกรณ์ เพื่อใช้ควบคุมการทำงานสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แทนของเดิมได้โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรม จะทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนด 15°F (9°C) หรือในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินประมาณ 135°F (57°C) ได้รับมาตรฐาน UL, FM, CSFM

3.3 ฐานอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Base)

เป็นแบบ Plug-in เข้าสายที่ฐานอุปกรณ์ สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ตรวจจับควัน

3.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือแบบระบุตำแหน่ง (Addressable Manual Station)

เป็นชนิด Addressable ทำด้วยโลหะหล่อ พ่นสีแดง มีแท่งแก้ว และ Key Switch ต้องประกอบสำเร็จมาพร้อมกับตัว Pull Station จากโรงงานผู้ผลิต มีอักษร FIRE และได้รับมาตรฐาน UL Listed.

3.5 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Conventional Smoke Detector)

เป็นชนิด Photoelectric light scatter , 2 Wire Circuit, Standby Current microAmp Alarm 60 mA Max. มี LED กระพริบแสดงสถานะเมื่อปกติ และกระพริบ ถี่ขึ้นเมื่อสกปรก (SELF-DIAGNOSTIC,BUILT-IN DRIFT COMPENSATION) และติดค้างเมื่อ alarm ติดตั้งโดยประกบเข้ากับฐานให้สายไฟยึดกับฐาน และได้รับมาตรฐาน UL

3.6 อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อน (Conventional Smoke and Heat Detector)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนอยู่ในชุดเดียวกัน สามารถตรวจจับได้ทั้งควันและความร้อนโดยตัวตรวจจับควันเป็นชนิด Photoelectric light scatter , 2 Wire Circuit, Standby Current 70 microAmp Alarm 60 mA Max. มี LED กระพริบแสดงสถานะเมื่อปกติ และกระพริบถี่ขึ้นเมื่อสกปรก (SELF-DIAGNOSTIC,BUILT-IN DRIFT COMPENSATION) และติดค้างเมื่อ alarm และตรวจจับความร้อนแบบ Combination Rate of rise-fixed temperature จะทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกิน 15องศาฟาเรนไฮต์ ภายใน 1 นาที และในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกิน 135 องศาฟาเรนไฮต์ด้วย ติดตั้งโดยประกบเข้ากับฐานให้สายไฟยึดกับฐานเท่านั้น สามารถต่อ Remote LED ได้ และ ได้รับมาตรฐาน UL

3.7 อุปกรณ์ตรวจจับควันโดยอาศัยลำแสง ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ระยะห่างสูงสุดที่สามารถตรวจจับควัน (Maximum detection range) ไม่น้อยกว่า 100เมตร
- มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน 3 ชนิด Fire, Trouble และ Power
- สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 10.2 – 30 VDC
- มีระบบควบคุมโดยอัตโนมัติเพื่อชดเชยการเสื่อมสภาพของสัญญาณจากการสะสมของฝุ่น
- สามารถติดตั้งได้ในความชื้นช่วง 0%-93%
- อุณหภูมิในการทำงาน 32 - 100 °F
- ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL

3.8 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Conventional Heat Detector)

เครื่องจับความร้อนแบบ Combination Rate of rise-fixed temperature ซึ่งจะทำงานเมื่ออัตราเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนดและในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินประมาณ 135องศาฟาเรนไฮต์ หรือตามที่กำหนดใบแบบ ได้รับมาตรฐาน UL

3.9 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Stations)

เป็นชนิด Non-Code Presignal Pull Type with key Switch เป็นโลหะหล่อ พ่นสีแดง มีแท่งแก้ว และ Key Switch ต้องประกอบสำเร็จมาพร้อมกับตัว Pull Station จากโรงงานผู้ผลิต มีอักษร FIRE และได้รับ มาตรฐาน UL Listed.

3.10 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

3.10.1 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงและแสง (Alarm Horns with Strobe Light)

ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 Vdc ความดังเสียงไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ ระยะ 3 เมตร ความสว่างของแสงไม่น้อยกว่า 75 Candela ไฟกระพริบทุก 1 วินาที ได้รับมาตรฐาน UL

3.10.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียง (Alarm Horns)

ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 Vdc ความดังเสียงไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ ระยะ 3 เมตร ได้รับมาตรฐาน UL

3.10.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงกระดิ่ง (Alarm Bell)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ทำงานด้วยไฟ DC 24 โวลต์ สีแดง เป็นชนิด motor drive ใช้ติดตั้งภายในอาคาร โดยถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องมี whether proof box ต่างหาก ความดังเสียงไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ ระยะ 3 เมตรได้รับมาตรฐาน UL

3.11 อุปกรณ์รับ - ส่งสัญญาณ (Interface Modules)

3.11.1 Monitor Module

Intelligent Monitor Moduleเป็นแบบ Electronic addressing มีคุณสมบัติ Automatic device mapping พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสภาวะ Normal จะกระพริบสีเขียว กรณี เกิด Alarm หรือ Trouble จะกระพริบสีแดง

3.11.2 Control Relay Module

Intelligent Relay Module เป็นแบบ Electronic addressing มี่คุณสมบัติ Automatic device mapping แบบหน้าสัมผัส Form C ขนาด 24 Vdc@ 2 amps ใช้เพื่อส่งสัญญาณหน้าสัมผัสไปยังอุปกรณ์อื่นในระบบ โดยทำงานตามที่โปรแกรมไว้

3.11.13 Control Module

อุปกรณ์ Notification Appliance Circuit Module เป็นแบบ Electronic addressing วงจรแจ้งเหตุ 1 วงจร ขนาด 24 Vdc@ 2 amps หรือสัญญาณแจ้งเสียงขนาด 25 Vrms@ 50 watts หรือ 70 Vrms@35 watts โดยทำงานตามที่โปรแกรมไว้ ได้รับมาตรฐาน UL, FM

3.11.14 Isolator Module

อุปกรณ์Isolator Module เป็นแบบ Electronic addressing, Self – restoring Automatic device mapping ใช้เพื่อแยกวงจรสัญญาณที่สายลัดวงจรออกจากระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับระบบ และ ตู้ควบคุม ได้รับมาตรฐาน UL, FM

3.12 โปรแกรมบริหารจัดการระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (กรณีแบบกำหนดให้มี)

การทำงานของระบบคือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือจากManual Stationระบบจะแสดงข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD พร้อมแสดงสัญญาณ Alarm เป็นไฟสีแดงกระพริบและมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังเป็นจังหวะและระบบจะส่งสัญญาณไปที่หลอดไฟของตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Graphic Annunciator (ถ้ามี) และส่งสัญญาณไปยัง Computer Graphic Firework Station (ถ้ามี) ซึ่งจะแสดงจุดเกิดเหตุบนหน้าจอ Computer เพื่อแสดงจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้บนแผนผังอาคาร จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Local Silence ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง

3. ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆอย่างน้อยดังต่อไปนี้ (หากมีระบุในแบบนอกเหนือไปจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้จนสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้มาตราฐาน ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น)

- ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel with Battery Backup and Charger)
- คอมพิวเตอร์แสดงผลพร้อมรูปอาคาร (Computer Color Graphic) (กรณีกำหนดในแบบ)
- ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)
- อุปกรณ์ รับ-ส่งสัญญาณ ( Input/output Module)
- อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detectors)
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ( Heat Detectors)
- อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Pull Stations)
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้แบบ ( Alarm Horn with Strobe,Speaker with Strobe light)
- อุปกรณ์อื่นๆ เช่น Relay module สำหรับ Pressurize Fan, Fire Pump, Lift, Flow Switch, Supervisory Switch

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

4. การติดตั้ง

(1) ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่ในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

(2) สายไฟฟ้าให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 75 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสาย Loop Signal และ สำหรับวงจรอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรอุปกรณ์แจ้งสัญญาณ สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาด และสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้ดีก่อนจะเข้าสายที่ตู้ควบคุมรวม

(3) ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

(4) ตำแหน่งที่แน่นอนของอุปกรณ์ อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

(5) ให้ผู้รับจ้างทำแบบแสดงการติดตั้ง (Shop Drawing) ส่งผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้ง

(6) ข้อกำหนดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเดินสายและติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

5. <u>การทดสอบระบบ</u>

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 72 หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาส่งมอบก่อนการทดสอบระบบ

## หมวดที่ 35 ระบบควบคุมแสงอัตโนมัติ (Lighting Control System)

1. ความต้องการทั่วไป
   (1) ระบบนี้ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง และ/หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยวิธีการใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ และ รีโมทสายสัญญาณ 2 เส้นนั้น มายังแผงสวิทช์ควบคุมกลาง
   (2) สามารถเปิด-ปิดไฟแสงสว่างได้จากสวิทช์ตามจุดต่างๆที่กำหนด หรือ จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ และ การประหยัดพลังงาน (หากกำหนดให้มี)
   (3) ข้อกำหนดนี้คลอบคุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
   (4) กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น ระบบ SCADA , BAS , Fire Alarm System หรือ Security Sensor ต่างๆ โดยผ่านทางหน้าสัมผัส (Dry Contact) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Auxiliary Input Unit ไว้ 8 Point (หากกำหนดให้มี)
   (5) กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS โดยผ่าน Protocol Standard เช่น BACnet เพื่อให้ระบบ BAS สามารถสั่งงานระบบนี้ได้ ขอบเขตการเขียนโปรแกรมทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อของส่วนนี้เป็นหน้าที่ของระบบ BAS (หากกำหนดให้มี)
   (6) อุปกรณ์ Hardware และ Software ของระบบนี้ต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันเท่านั้น และ ไม่อนุญาติให้ใช้ Software ที่เขียน หรือ ประยุกต์ ขึ้นมาเอง

2. ขอบเขต
   (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และ/หรือ ที่ระบุตามข้อกำหนดนี้
   (2) ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตามข้อกำหนดนี้
   (3) ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 5 ชุด
   (4) ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

3. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค
   (1) ชุดหน้าจอสวิทช์แบบสัมผัส (Touch Screen) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
      ก) ต้องมีปุ่มกดสำหรับควบคุมการ เปิด-ปิด ในแต่ละวงจรได้ทุกวงจร
      ข) สามารถกำหนดปุ่มกดสำหรับเปิด-ปิด เป็นกลุ่มวงจร (Group Switch) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กลุ่ม
      ค) สามารถกำหนดรูปแบบการเปิด-ปิด อัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาภายใน 1 วัน
      ง) สามารถกำหนดรหัสผ่าน (Password) สำหรับผู้ที่มาจะใช้งานได้

(2) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หรือ ที่ดีกว่าได้ ดังนี้

- CPU : Corei5 โดยมีความเร็วไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- HDD : 1 TB
- RAM : 2 GB
- DVD+/- RW : HP 16x
- Port : 1 x RS-232 , 2 x USB , 1 x LAN
- Monitor : LCD ขนาด 21.5 นิ้ว
- OS Software : Windows 10

(3) ชุดซอฟแวร์สำหรับใช้ควบคุม ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้

ก) สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (Time Schedule) ได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาในแต่ละวัน

ข) สามารถกำหนดปุ่มสำหรับใช้ในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group / Pattern Control)

ค) สามารถกำหนดรหัสผ่าน (Password) สำหรับผู้ใช้งานได้

(4) สวิทซ์ตามจุด (Local Switch)

ก) สวิทช์ทุกตัวของระบบต้องมีหลอดไฟ LED เพื่อใช้สำหรับแสดงสถานะการเปิด-ปิดของอุปกรณ์

ข) สวิทช์ต้องมีวงจรที่ออกแบบให้ทำงานที่แรงดันไฟต่ำอยู่ 15-36VDC เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

ค) การรับ-ส่งสัญญาณระหว่างสวิทช์กับระบบควบคุม ให้ใช้สายสัญญาณ UTP

(5) รีเลย์ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสที่ทนกระแสไฟได้ไม่ต่ำกว่า 10A. (โดยขึ้นอยู่กับโหลดที่ใช้งาน)

(6) ชุดตรวจวัดความเข้มของแสง (Light Level Sensor หรือ Photo Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

ก) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบนี้

ข) สามารถปรับตั้งค่าในการตรวจวัดแสง (ค่า Lux.) ได้

(7) ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor หรือ Occupancy Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

ก) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบนี้

ข) สามารถตั้งค่าหน่วงหลังจากตรวจจับเจอ (1วินาที-18 ชั่วโมง) ได้

ค) มีรัศมีการตรวจจับ 360 องศา

ง) เป็นแบบ Indoor Type ติดที่ระดับฝ้า(ความสูงไม่เกิน 2.40 เมตร)

จ) มีรัศมีการตรวจจับ 12mx14m

ฉ) มี LED แสดงสภาวะการทำงาน

(8) ชุดหรี่ไฟแบบ 0-10 Vdc. (Analog Dimming Control) ถ้ากำหนดให้มี

ก) ใช้สายสัญญาณ 1 คู่ เป็นแบบ THW 2x1.5 Sq.mm.

ข) -ระยะทางสายสัญญาณได้สูงสุด 100 เมตร

ค) -มีหลอด LED แสดงการทำงาน

ง) -1 Module มีจำนวน 4 วงจร

จ) -1 วงจรสามารถหรี่โคมไฟได้ 12 ชุด

(9) Wiser Controller สำหรับรองรับการสั่งงานผ่านโทรศัพท์มือถือ (ถ้ากำหนดให้มี)

(10) สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง ชุดสวิทช์ ชุดรีเลย์ หรือ อุปกรณ์อื่นๆ ของระบบนี้ อนุญาติให้ใช้สาย Unshielded Twisted Pairs (UTP) Cat.5 หรือ Cat.6 โดยต้องเดินแยกท่อกับสายอื่น และให้ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของ Schneider Electric (Clipsal) หรือ เทียบเท่า

(11) ตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์จะต้องมีขนาดความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

(12) กล่องสำหรับติดตั้งสวิทช์ตามจุดต่างๆ (Wall Box) อาจมีทั้งแบบ Handy Box หรือ Euro Box ขึ้นอยู่กับรุ่นของสวิทช์ที่เลือกใช้ในโครงการ โดยผู้รับเหมาต้องประสานงานกับตัวแทนผลิตภัณฑ์

4. <u>อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย</u>

(1) ชุดสวิทช์ควบคุมกลาง (Centralized Control Switch) ให้ดูตามแบบ Single Line Diagram หรือ ตาม B.O.Q. เป็นหลักว่าระบุให้ใช้เป็นแบบชนิดใด

ก) กรณีกำหนดให้ใช้เป็นแบบคอมพิวเตอร์ควบคุม

- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 ชุด พร้อมซอฟแวร์
- เครื่องสำรองไฟ (UPS) ขนาด 1000 VA 1 ชุด (เพื่อ Backup Computer เท่านั้น)
- ชุดติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ (PC Interface Unit) หรือ (CNI Computer Ethernet Network)

ข) กรณีกำหนดให้ใช้เป็นชุดแผงสวิทช์ควบคุมโดยการสัมผัส (Touch Screen)

- ชุดแผงควบคุมโดยการสัมผัส (Touch Screen)
- กล่องสำหรับยึดใส่ Touch Screen

(2) แผงควบคุมรีเลย์ และ/หรือ ชุดหรีไฟ แต่ละตู้ประกอบด้วย
   ก) ชุดรีเลย์ (Relay Unit) และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit) มีจำนวนตามแบบ
   ข) Power Supply Unit (มีจำนวนเพียงพอ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด)
   ค) ชุด Auxiliary Input Unit สำหรับรับ Dry Contact จากอุปกรณ์ภายนอก (ถ้ากำหนดให้มี)
   ง) ตู้สำหรับใส่อุปกรณ์ (Panel)

(3) สวิทช์ตามจุด และ/หรือ อุปกรณ์ตรวจจับ
   ก) สวิทช์ตามจุด (Key Input Unit) มีจำนวนตามแบบ (ถ้ากำหนดให้มี)
   ข) ตัวตรวจวัดแสง (Light Level Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
   ค) ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

5. <u>การติดตั้งและทดสอบ</u>
   (1) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบหรือการติดตั้งอื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็นหลัก
   (2) ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบสายสัญญาณทุกจุดว่าเดินถูกต้องหรือไม่ และต้องแน่ใจว่าไม่มีการช๊อต หรือ ลงดิน ก่อนทำการเข้าสายสัญญาณที่ตัวอุปกรณ์
   (3) ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นสมควรโดยต้องมีวิศวกรหรือตัวแทนของผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการทดสอบ

## หมวดที่ 36 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และจัดทำรายละเอียด ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) และอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร ดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดรายการประกอบแบบ เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ถูกต้องตามความประสงค์ของโครงการ ในที่นี้งานเปลี่ยนแปลงหากเกิดขึ้นในภายหลังให้ยืนตาม ราคาต่อหน่วย

(2) ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) ต้องติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol แบบเปิด (Open Protocol) ได้แก่ BACnet เพื่อสั่งงานและตรวจสอบระบบ

(3) ผู้รับจ้างระบบ BAS จะต้องเป็นผู้จัดการ เชื่อมต่อระบบ BAS กับระบบอื่นๆ ผ่านทาง BACNet Protocol หรือ Protocol อื่นๆ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดไม่ใช่หน้าที่ของผู้ว่าจ้างต้องเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง

(4) การทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในกรณีที่ติดต่อด้วย Low level interface (AI, AO, DI, DO,) การติดตั้งให้เป็นไปตามที่ระบุใน BAS point schedule

(5) ผู้เสนอราคาระบบ BAS ต้องเสนอราคาชุด Network Controller (NC.) และ Field Equipment Controller (DDC.) ที่ความสามารถควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่น้อยกว่าจำนวน Point ทั้งหมด ที่ระบุใน Point Schedule และเผื่อการเพิ่มเติมอีก 20% ของจำนวณ Point ทั้งหมด และระบบ BAS ต้องสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม เพื่อให้ระบบ BAS มีความสามารถในการควบคุมและประมวลผลระบบย่อยต่าง ๆ ให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ในอนาคต

(6) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอราคาพร้อมติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบ (Computer, Printer, Network Controller) ที่ใช้งานอยู่ภายในห้อง BAS Control room ทั้งหมด โดยแบตเตอรีต้องสำรองไม่น้อยกว่า 15 นาที

(7) แหล่งจ่ายไฟแต่พื้นที่ ที่จ่ายให้ระบบ BAS ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียม Load Center ขนาดที่เหมาะสมรวมทั้งสายไฟและท่อร้อยสายต่างๆ โดยให้รับไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉินที่โครงการเตรียมไว้ให้

(8) ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) ต้องสำรองข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 1 ปี

(9) การปรับแต่งและ Test ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ จัดปรับแต่ง และทดสอบตามเอกสารข้อกำหนด

(10) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ รายละเอียดการติดตั้ง และตารางการควบคุมการทำงานของระบบ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

(11) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาบุคลากรที่มีความรู้และเชี่ยวชาญในระบบที่นำเสนอ พร้อมที่จะ ปฏิบัติงานตามขอบเขตที่กำหนด และต้องสามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบของผู้ว่าจ้างได้อย่างรัดกุมโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง

2. <u>คุณลักษณะทางด้านเทคนิค</u>

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม (Operator Workstation)
เป็นเครื่อง Workstation เพื่อใช้ สั่งงาน, แสดงผล มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- CPU : Intel Core i7 or better
- HDD : 2TB or better หรือดีกว่า
- RAM : DDR3 1600MHz, 2GB x 2 or better หรือดีกว่า
- VGA : 1GB หรือดีกว่า
- DVD-Writer : 1 Set
- Port : 4 x USB, 1x LAN
- Keyboard, Mouse
- Network Card : 10/100/1000 MB
- Monitor : 23 inches LED
- Software : Mocrosoft Windows® 7 32 bit หรือดีกว่า

(2) Sever Computer เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม
เป็นเครื่อง Server Computer แบบ RAID5 สำหรับเก็บข้อมูลหลัก โดยชุด Server จะต้องรวม KVM Rack Type (Monitor และ Keyboard) และต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- CPU : Intel Xeon or better
- มี HDD : 2TB or better หรือดีกว่า
- RAM : DDR3 1600MHz, 2GB x 2 หรือดีกว่า
- VGA : 1GB หรือดีกว่า
- DVD-Writer : 1 Set
- Port : 4 x USB, 1x LAN
- Keyboard, Mouse
- Network Card : 10/100/1000 MB
- Monitor : 22 inches LCD
- Software : Mocrosoft Windows® Server รุ่นล่าสุด

(3) จอแสดงภาพ (LED Monitor)

- เป็นเครื่องรับสัญญาณภาพพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง ชนิด LED ขนาด 23 นิ้ว
- มี Resolution 1920 x 1080 หรือดีกว่า
- มีอัตราความสว่างหน้าจอไม่น้อยกว่า 200 cd/$m^2$

- มี Contrast Ratio 1,000:1 Static หรือดีกว่า
- มีช่องต่อ มีช่องต่ออินพุท VGA และ DVI-D เป็นอย่างน้อย

(4) Printers

- Printer สำหรับพิมพ์ Alarm เป็นเครื่องพิมพ์แบบ Dot Matrix A3 จำนวนเข็มไม่น้อยกว่า 24 เข็ม และสามารถใช้กระดาษต่อเนื่องได้
- Printer สำหรับพิมพ์รายงานทั่วไป เป็นเครื่องพิมพ์แบบ Laser

(5) Switch Hub

Switch Hub ที่ใช้งานในโครงการต้องเป็นระดับ Layer 3

(6) Network Controller (NC)

Network Controller (NC) มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง Ethernet LAN ของ PC กับ Field Device (DDC) เพื่อให้ ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ BAS ผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- มีพอร์ตต่อเชื่อมกับ Ethernet LAN อย่างน้อย 1 พอร์ต โดยไม่จำเป็นต้องผ่านอุปกรณ์เฉพาะ ที่เป็น Proprietary Gatewayมีขนาดหน่อยความจำ 128 MB แบบFlash Memory และ 128 MB แบบ Dynamic Random Access Memory (DRAM) เป็นอย่างน้อย
- ต้องสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆได้โดยตรงผ่านทาง Ethernet LAN
- NC ต้องสามารถรองรับกับอุปกรณ์ DDC ได้โดยผ่าน (open protocol) BACnet IP ได้ไม่น้อยกว่า 100 ตัว ต่อ 1 NC
- ต้องมี Battery Backup และ Flash memory สำหรับเก็บโปรแกรม ในกรณีที่ไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน
- มีฟังก์ชั่นเกี่ยวกับ ปฏิทินและการตั้งเวลา โดยมี Real-Time Clock
- ต้องสามารถสนับสนุน HTTP และ XML เป็นอย่างน้อย
- สามารถรองรับ HTML, HTTP และ BACnet
- มีระบบป้องกันการเข้าถึง โดยใช้ Password
- ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL-916 Energy management systems

(7) Direct Digital Controller (DDC)

อุปกรณ์ DDC จะต้องสามารถรับค่าและสั่งงาน Point ที่จำเป็นในการควบคุม โดย DDC จะต้องสามารถควบคุม AHU, FCU หรือ ระบบ HVAC อื่นๆได้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- อุปกรณ์ DDC ต้องมีหน่วยความจำแบบ EPROM เพื่อใช้เก็บโปรแกรมการทำงานโดยที่ไม่สูญหายในกรณีที่ไฟดับมีขนาดหน่อยความจำ 1 MB แบบFlash Memory และ 512 KB แบบ Random Access Memory (RAM) เป็นอย่างน้อย
- DDC ต้องสามารถรับค่า Input/output ได้
- DDC ต้องสามารถประมวลผล สั่งงานได้ทั้งแบบ On/Off Control และระบบ PID Control
- ในกรณีที่ Network offline และ ไม่มีสัญญาณจาก NC และ PC DDC ต้องสามารถรับค่า, ประมวลผลแบบ PI ด้วยตัวเอง (Stand Alone)
- อุปกรณ์ DDC ต้องสามารถขยาย I/O Module ได้เพื่อรองรับการขยายการควบบคุมระบบต่างๆที่ใหญ่ขึ้น
- การติดต่อสื่อสารระหว่าง DDC ด้วยกันต้องเป็นแบบ peer-to-peer
- อุปกรณ์ DDC ต้องมี Dip Switch สำหรับกำหนด Address ของแต่ละตัวไม่ให้ซ้ำกันในระบบ
- Protocol ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ระหว่าง DDC ต้องเป็นแบบเปิด (Open Protocol) เช่น เช่น BACnet IP
- อุปกรณ์ DDC ต้องได้รับมาตรฐาน BTL standard
- สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0ºC ถึง 50ºC
- อุปกรณ์ DDC สามรถตั้ง Schedule ได้มาจาก NC

(8) BAS Software

Software สำหรับระบบ BAS จะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังนี้

- Software BAS ที่ใช้ติดตั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองตามมาตรฐาน UL และ ISO 9001 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าจากกลุ่มประเทศสหภาพ ยุโรป และ/หรือ สหรัฐอเมริกา
- ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ที่เสนอต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพในการใช้งานที่ดี ผ่านการรับรองตามมาตรฐานการใช้งานสากลและเป็นที่ยอมรับ
- Software BAS จะต้องเป็นระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยล่าสุด รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ และระบบผ่านภาษามาตรฐานดังต่อไปนี้คือ BACnet (ASHARE Standard SSPC), LonWorks (LonMark standard ANSI/CEA 709.1), OPC, MODBUS (RTU, ASCII and TCP), Open Database Connectivity (ODBC), HTML และ XML สามารถโปรแกรมได้ง่ายซึ่ งมีการออกแบบให้ระบบมีความยืดหยุ่ นสูง โดยมี ความสามารถในการปรับเปลี่ยน, แก้ไข, เพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบได้ง่าย และเหมาะสม

กับโครงการ เพื่อที่จะได้มั่นใจว่าทางผู้ว่าจ้างได้รับ Software ที่มีมาตรฐานรองรับการเชื่อมต่อที่หลากหลาย และเป็นที่สากลยอมรับ

- เป็น Software ที่สามารถใช้งานร่วมกับข้อกำหนดรายการ Hardware ของระบบ BAS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจจำแนกได้เป็น Software ที่ใช้บน Operator Consal ที่ใช้งานบนชุดควบคุมระดับ Network (Peer Level) Software ที่ใช้งานบนชุดควบคุมระดับ DDC
- โปรแกรมสำหรับสั่งการโดยเฉพาะของระบบ BAS (Operating Interface Software) มีการทำงานโดยการใช้ระบบ Graphic User Interface (GUI) สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Windows ได้เป็นอย่างดี โดยการสั่งการผ่าน Mouse และ Keyboard

(9) อุปกรณ์ภาคสนามและอุปกรณ์ตรวจจับ (Field Devices and Sensors)

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Pressure Transmitter)
- อุปกรณ์วัด Filter จะต้องถูกวัดด้วยอาศัยความแตกต่างของความดันอากาศระหว่าง 2 จุด โดยสามารถตั้งค่า Setpoint การทำงานได้โดยอุปกรณ์จะต้องมีหน้าสัมผัสแบบ SPDT
- อุปกรณ์วัดการไหลของอากาศ จะต้องถูกวัดด้วยอาศัยความแตกต่างของความดันอากาศระหว่าง 2 จุด โดยสามารถตั้งค่า Setpoint การทำงานได้โดยอุปกรณ์จะต้องมีหน้าสัมผัสแบบ SPDT
- อุปกรณ์วัดการไหลของน้ำ จะต้องถูกวัดด้วยอาศัยความแตกต่างของแรงดันน้ำระหว่าง 2 จุด โดยสามารถตั้งค่า Setpoint การทำงานได้ เป็นชนิด Water proof มีหน้าสัมผัสแบบ SPST
- อุปกรณ์วัดระดับน้ำเป็นชนิดลูกลอย และมีหน้าสัมผัสแบบ NO หรือ NC
- Start/Stop Relay ต้องเป็นชนิด Momentary หรือ Maintain โดยให้ใช้อย่างเหมาะสมและถูกต้องกับการใช้งานจริงกับ Motor ซึ่งรวมถึงภาวะ Fail Restart ด้วย
- Digital meter ให้ใช้แบบที่ใช้งานกับแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ และสามารถส่งข้อมูลเข้าระบบ BAS ได้โดยที่ข้อกำหนดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้

(10) สายและท่อร้อยสายไฟ จะต้องถูกติดตั้งตามแบบและได้มาตรฐาน วสท. 2001-56

- สายไฟฟ้าระหว่าง Main BAS Controller เป็นสาย UTP CAT 6
- สายไฟฟ้าระหว่าง NC กับ DDC จะเป็นสายชนิด 18 AWG Twisted Pair w/shied
- สายไฟฟ้าระหว่าง DDC กับ Point ชนิด AI, AO จะเป็นสายชนิด Twisted Pair w/shied

- สายไฟฟ้าระหว่าง DDC กับ Point ชนิด DI, DO จะเป็นสายชนิด THW หรือ CPEV Cable
- สายและท่อร้อยสายไฟ จะต้องถูกติดตั้งตามแบบและได้มาตรฐาน วสท. 2001-56, NEC, MEA

3. <u>การฝึกอบรม</u>

(1) ผู้รับจ้างต้องฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องภายในกำหนด 30 วัน หลังจากรับมอบงาน โดยไม่กำหนดจำนวนเจ้าหน้าที่ที่เข้าอมรม ให้เจ้าหน้าที่ ที่เข้าอบรมทุกคนสามารถใช้ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) Software Program และ Hardware Circuit ที่จำเป็นในการบำรุงรักษาได้อย่างคล่องแคล่ว และให้เสนอรายละเอียดและขั้นตอนใน การ Training มาด้วย ให้มีการทดสอบประเมินผล และออกใบรับรองว่าผ่านการอมรมพร้อมส่งคู่มือการอบรมนั้นด้วย โดยเนื้อหาในการอบรมต่างๆ ต้องให้ทางผู้ว่าจ้าง อนุมัติก่อนดำเนินการจัดอบรมทุกครั้ง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีการอบรม และสอนวิธีการเขียนแบบกราฟฟิค (Graphic) เพิ่มเติมให้กับเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง จนกว่าจะสามารถปฏิบัติงานได้ ก่อนการเบิกจ่ายงวดสุดท้าย

4. <u>การทดสอบ</u>

(1) ผู้รับจ้าง จะต้องทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ และระบบต่างๆ ที่ติดตั้งภายในโครงการนี้ทั้งหมด โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมบุคคลากรที่เหมาะสมสำหรับทดสอบอุปกรณ์และระบบนั้นๆ และจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ตลอดจนความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบนั้นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการทดสอบ เพื่อขออนุมัติความ เห็นชอบต่อวิศวกรก่อนการดำเนินการทดสอบจริงภายใน 5 วัน

(2) ผู้รับจ้างทดสอบการใช้งานของระบบ (BAS) ทั้งหมด ตามรายการต่างๆ ที่อยู่ในข้อกำหนดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน จนผู้ว่าจ้างยอมรับผลในการทดสอบ รายการที่จำเป็นต้องทดสอบในเบื้องต้น

## หมวดที่ 37 ระบบวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

(1) เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้าจึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนดใน NEC Article 300-21, ASTM E-814,UL 1479, BS 476 Part 20, BS 4066 Part 3,ISO 834, IEC 60332-3

2. <u>คุณสมบัติของวัสดุ</u>

(1) อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
(2) อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
(3) อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
(4) สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
(5) ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
(6) ติดตั้งง่าย
(7) อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
(8) อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

3. <u>การติดตั้ง</u>

ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคานและชาฟท์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
(2) ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในอนาคต
(3) ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) สำหรับสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
(4) ภายในรางท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า
(5) วิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้และได้รับการรับรอง

# หมวดที่ 38 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1. <u>ความต้องการทั่วไป</u>

วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้รับจ้างจะเลือกใช้สำหรับติดตั้งภายในโครงการนี้อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีคุณภาพถูกต้อง หรือเป็นไปตามรายละเอียดต่างๆ ที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบและ/หรือแบบแปลน

2. <u>รายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ในโครงการนี้</u>

รายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ข้างใต้นี้เป็นรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติ ให้ใช้สำหรับติดตั้งภายในโครงการนี้ ในการเสนอราคาสำหรับหมวดงานผู้ว่าจ้างระบบไฟฟ้า ผู้เสนอราคาต้องแจ้งหรือระบุรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้สำหรับติดตั้งในโครงการนี้ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุนั้นๆ แนบไปด้วย

(1) Ring Main Unit
EATON
SCHNEIDER
SIEMENS
ABB
หรือเทียบเท่า

(2) Dry Type cast resin
BEST
ABB
EATON
หรือเทียบเท่า

(3) Generator
FG WILSON
INMESOL
CUMMINS (DKSH)
MTU
CATERPILLA
หรือเทียบเท่า

(4) UPS

EATON

SOCOMEC

VERTIV

RIELLO

หรือเทียบเท่า

(5) Battery UPS

FIAMM

C&D

CHLORIDE

EXIDE

หรือเทียบเท่า

(6) Main Distribution Board

TIC

ASEFA

ESI

EMEC

หรือเทียบเท่า

(7) Distribution Board

TIC

ASEFA

ESI

EMEC

หรือเทียบเท่า

(8) Circuit Breaker

EATON

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

หรือเทียบเท่า

(9) ATS

EATON

ASCO

CUMMINS

GE ZENITH CONTROLS

หรือเทียบเท่า

(10) Magnetic Contector

EATON

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

หรือเทียบเท่า

(11) Automatic Main Capacitor Bank

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

EATON

หรือเทียบเท่า

(12) Metering, Indicating and Protective Device, CTS, PTS

AMPSTRON

NITECH

CROMPTION

CIRCUTOR

LOVATO

หรือเทียบเท่า

(13) Digital Metering

E-POWER

SOCOMEC

CIRCUTOR

EATON

หรือเทียบเท่า

(14) Surge Protection

LEUTRON

PHOENIX

MERLIN-GERIN

DEHN

หรือเทียบเท่า

(15) Panel board

EATON

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

หรือเทียบเท่า

(16) Safety Switch

EATON

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

หรือเทียบเท่า

(17) Busway

EATON

SCHNEIDER

SIEMENS

ABB

หรือเทียบเท่า

(18) Wireway, Ladder, Cable Tray

BSM

TIC

ASEFA

หรือเทียบเท่า

(19) Conduit

BSM

PANASONIC

DAIWA

หรือเทียบเท่า

(20) Low Voltage Cable

PHELPS DODGE

THAI YAZAKI

BANGKOK CABLE

หรือเทียบเท่า

(21) LSHF Cable

PHELPS DODGE

THAI YAZAKI

BANGKOK CABLE

หรือเทียบเท่า

(22) FRC Cable

STUDER (BETAFLAM)

RADOX

DRAKA

หรือเทียบเท่า

(23) Lighting Fixture

L&E

PHILIPS

LIGHTING HOUSE

LAMPTITUDE

หรือเทียบเท่า

(24) LED LAMP

L&E

PHILIPS

OSRAM

หรือเทียบเท่า

(25) Switch and Convenient Outlet

PANASONIC

SIEMENS

SCHNEIDER

BTICINO

หรือเทียบเท่า

(26) Control Panel

TIC

ASEFA

ESI

SMBE

หรือเทียบเท่า

(27) Emergency Lighting System

L&E

SAFEGARD

BRITHER IMPACT

DYNO

หรือเทียบเท่า

(28) Exit Sign System

L&E

SAFEGARD

BRITHER IMPACT

DYNO

หรือเทียบเท่า

(29) Telephone System, PABX

ERICSON

NEC

SIEMENS

PANASONIC

CISCO

หรือเทียบเท่า

(30) Telephone Cable

PHELPS DODGE

BANGKOK CABLE

MCI DRAKA

หรือเทียบเท่า

(31) Telephone Outlet

PANASONIC

SIEMENS

SCHNEIDER

BTICINO

หรือเทียบเท่า

(32) Fire Alarm System

EDWARD

SIMPLEX

HOCHIKI

ZETTLER

หรือเทียบเท่า

(33) Fire Barrier System

3M

NELSON

ASTROFSLAME

หรือเทียบเท่า

(34) Lightning Protection
& Grounding System
KUMWELD CADWELD
THERMOWELD
หรือเทียบเท่า

(35) Data Network System
CISCO
HP
DELL
หรือเทียบเท่า

(36) UTP and Fiber Optic Cable
PANDUIT
SYSTIMAX
COMMSCOPE
หรือเทียบเท่า

(37) Computer Outlet
PANDUIT
SYSTIMAX
COMMSCOPE
หรือเทียบเท่า

(38) CCTV System
BOSCH
AXIS
PELCO
CANON
หรือเทียบเท่า

(39) NVR Server (Storage Server)

CISCO

HP

DELL

หรือเทียบเท่า

(40) Lighting Control System

ABB

SCHNEIDER

SIEMENS

หรือเทียบเท่า

(41) Motion Sensor

ABB

SCHNEIDER

SIEMENS

หรือเทียบเท่า

(42) Sound System

BOSCH

SONY

PHILIPS

หรือเทียบเท่า

(43) Access Control System

BOSCH

GALLAGHER (CARDAX)

LENEL ONGUARD

SOFTWARE HOUSE

HID

หรือเทียบเท่า

(44) BAS System

ABB

JOHNSON CONTROLS

TRANE

หรือเทียบเท่า