

- (23) ดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน เซ็นทรัลแบตเตอรี่และไฟป้ายทางออก : DYNO, SUNNY, DELIGHT, CTL หรือเทียบเท่าที่มี มอก.
- (24) แบตเตอรี่สำหรับเซ็นทรัลแบตเตอรี่ : PANASONIC, SONENCHOICE, YUASA หรือเทียบเท่า
- (25) สวิตช์, เต้ารับไฟฟ้า, เต้ารับ LAN (เต้ารับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์) และเต้ารับโทรศัพท์ : ABB, SCHEINER, MK, PANASONIC (WIDE SERIES), BTICINO, SIEMENS หรือเทียบเท่า
- (26) ELECTRONIC DIMMER : CLIPSAL(C-BUS), DIMSENCE, HELVAR, LIGHT 3rd LUTRON, STAND LIGHTING, VISUALCRAFT SCHNEIDER, BTICINO, SIGNEX หรือเทียบเท่า
- (27) PHOTO AND MOTION SENSOR : PANASONIC, BTICINO, SCHEINER, STEINEL หรือเทียบเท่า
- (28) อุปกรณ์ระบบล่อฟ้าแบบฟาราเดย์ : ABSO, ALLOY, EXPO, FURSE, PIGMAN, UNITECH, KUMWELL หรือเทียบเท่า
- (29) GROUNDING SYSTEM และ GROUND STATION : ABSO, ALLOY, EXPO, FURSE, PIGMAN, UNITECH, KUMWELL หรือเทียบเท่า
- (30) ระบบโทรศัพท์ : ALCATEL, ERICSSON, MITEL, NEC, OKI, PHILIPS, SIEMENS, KRONE, PANASONIC, NORTEL, AVAYA หรือเทียบเท่า
- (31) ขั้วต่อสายโทรศัพท์ : AMP, CLIPSAL, ERICSSON, KRONE, LINK, POUYET, PANASONIC, NORTEL หรือเทียบเท่า
- (32) สายโทรศัพท์ : BANGKOK CABLE, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI, CHAROONG THAI หรือเทียบเท่า
- (33) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ : EDWARD, FIRE LITE, HONEYWELL, NOTIFIER, GE หรือเทียบเท่า
- (34) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ : HP, AVAYA, CISCO, JUNIPER หรือเทียบเท่า
- (35) สาย UTP และสายไฟเบอร์ออปติก (F/O): NEXANS, PANDUIT, BELDEN, R&M, SYSTIMAX หรือเทียบเท่า
- (36) เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) : APC, EMERSON, VICTRON, LIEBERT หรือเทียบเท่า
- (37) SAFETY SWITCH : SCHNEIDER, ABB, SIEMENS หรือเทียบเท่า
- (38) ISOLATOR ROTARY SWITCH : SCHNEIDER, CLIPSAL, ABB, SIEMENS, LAVOTO หรือเทียบเท่า
- (39) อุปกรณ์วัดพลังงาน (DIGITAL METERING SYSTEM) : ABB, JANITZ, SOCOMEC, SCHNEIDER, SIEMENS, CIRCUTOR, LOVATO, E-POWER หรือเทียบเท่า



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4-131
---------------	--	--------------	------------

(40) SURGE PROTECTIVE DEVICE (SPD) แรงต่ำ : PHOENIX, DENH, ERICO, NORTHEN, NOVARIS, SCHEIDER หรือเทียบเท่า

1.2.4 การเทียบเท่าวัสดุและอุปกรณ์

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอขอใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เทียบเท่า โดยชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์ เพื่อความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

การยื่นเสนอขอเทียบเท่าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเร่งดำเนินการโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างต้องใช้ในการพิจารณา และระยะเวลาในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้การก่อสร้างแล้วเสร็จตามสัญญา

1.3 การติดตั้ง

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้างอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละระบบและสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่นซึ่งตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ปรากฏ ในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

1.3.2 ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

1.3.3 มาตรฐานการติดตั้ง

1.3.3.1 ระบบไฟฟ้า การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และมาตรฐานของการไฟฟ้า ที่เกี่ยวข้อง

1.3.3.2 ระบบโทรศัพท์ การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานองค์การโทรศัพท์ (ทศท.คอร์เปอร์เรชั่น)

1.3.3.3 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

1.3.3.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่า การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย



1.4 แบบแสดงการทำงาน (Shop Drawing)

ก่อนการดำเนินการ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบทำงานแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน หากผู้รับจ้างไม่จัดทำผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขงานในส่วนที่ดำเนินการไปแล้วซึ่งไม่ถูกต้องให้เป็นไปตามการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

1.5 แบบแสดงการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing)

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบแสดงการติดตั้งจริง เป็นกระดาษไข 1 ชุด สำเนา 2 ชุด พร้อม CD เสนอต่อผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในสัญญา

1.6 หนังสือคู่มือและการฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือในการใช้งานและการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ พร้อมกับฝึกอบรมให้พนักงานของผู้ว่าจ้างมีความสามารถในการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง

1.7 การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการ และรายละเอียดที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

1.8 การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานและการบำรุงรักษาของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดเป็นเวลา 2 ปี (ยกเว้นหลอดไฟ) นับตั้งแต่วันรับมอบงานครั้งสุดท้าย ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในสัญญา ในระยะเวลารับประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

1.9 การประสานงานกับการไฟฟ้า

1.9.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการติดต่อการไฟฟ้า เพื่อดำเนินการให้อาคารและบริเวณนี้มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึงจัดหาและติดตั้ง เสา มิเตอร์ ค่าตรวจสอบและอื่นๆ ที่การไฟฟ้า ต้องเป็นผู้ดำเนินการให้ทันการตรวจรับงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระให้การไฟฟ้า (ดูหมายเหตุ) ทั้งหมดให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง ยกเว้นค่าใช้จ่ายที่ระบุว่าเป็นค่าขยายเขต (ดูหมายเหตุ) เป็นภาระของผู้ว่าจ้าง

หมายเหตุ

1. ค่าใช้จ่ายการไฟฟ้า ได้แก่ ค่าสมทบการก่อสร้าง ค่ามิเตอร์ ค่าปักเสาพาดสาย ภายในพื้นที่โครงการก่อสร้าง ค่าคาปาซิเตอร์ ค่าธรรมเนียมการต่อไป ค่าตรวจสอบ

SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4-133
---------------	--	--------------	------------

อุปกรณ์ รวมถึงหม้อแปลงและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่ปรากฏในแบบ ซึ่งเป็นภาระของผู้รับจ้าง

2. ค่าขยายเขต คือ ค่าใช้จ่ายในการเพิ่มเติมหรือปรับปรุงระบบจำหน่ายของเดิม (เฉพาะส่วนภายนอกพื้นที่โครงการก่อสร้าง) จากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้ามายังสถานที่ก่อสร้างหรือมีสายพาดผ่านแล้วแต่ขนาดสายแรงสูงไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นภาระของผู้ว่าจ้าง

1.9.2 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ เช่น สวิตช์เกียร์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้จากการไฟฟ้าฯ

1.10 การประสานงานกับองค์การโทรศัพท์ (ทศท.คอร์ปอเรชั่น)

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อองค์การโทรศัพท์ (ทศท.คอร์ปอเรชั่น) เพื่อดำเนินการให้ระบบโทรศัพท์สามารถใช้งานได้ โดยค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระตามใบสำคัญเรียกเก็บเงินขององค์การโทรศัพท์ฯ (ทศท.คอร์ปอเรชั่น) เป็นภาระของผู้ว่าจ้าง

1.11 ข้อขัดแย้ง

ถ้าในกรณีที่แบบ และรายการประกอบแบบมีข้อขัดแย้งกัน ให้ยึดถือแบบและข้อความในแบบเป็นข้อยุติ



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4-134
---------------	--	--------------	------------

2. ระบบไฟฟ้า

2.1 หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมัน (Oil Immersed Transformer)

2.1.1 ความต้องการทั่วไป

ขนาดตามที่กำหนดในแบบ เป็นชนิดแช่น้ำมันแบบ Hermetically Sealed Type ชนิด Low-Loss มีคุณสมบัติทนต่อสภาพภูมิอากาศ (มอก.384-2543)

2.1.2 สภาพแวดล้อมการใช้งาน

ต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในสภาพแวดล้อมดังนี้

- การติดตั้ง ภายนอกอาคาร
- อุณหภูมิโดยรอบ ไม่น้อยกว่า 40°C

2.1.3 พิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแช่น้ำมัน

- Number of Phase 3
- Primary Voltage Local Standard
- Tapping Local Standard
- Secondary Voltage Local Standard
- Impedance Voltage 4-6%
- Vector Group Local Standard
- Temperature of Winding $\leq 65^{\circ}\text{C}$
- Load Loss : เป็นชนิด Low-Loss ($\leq 1.1\%$)

2.1.4 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแช่น้ำมันทุกตัวต้องผ่านการทดสอบ Routine Test จากโรงงานและการไฟฟ้า พร้อมหนังสือรับรองผลการทดสอบก่อนติดตั้ง

2.1.5 การติดตั้ง

การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแช่น้ำมันต้องเป็นไปตามข้อ 1.3.3 ในส่วนที่เกี่ยวข้อง



2.2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (LV. Distribution Board)

2.2.1 ความต้องการทั่วไป

2.2.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และการสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (Main Distribution Board : MDB) แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานฉุกเฉิน (Emergency Main Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าสำรอง (Sub Distribution Board ; DB หรือ DP)

2.2.1.2 ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ และ Control Diagram ที่จะใช้เสนอผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา

2.2.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงสวิตช์ให้มีขนาดที่เหมาะสมและไม่เล็กกว่าตามที่กำหนดในแบบ

2.2.2 พิกัดของแผงสวิตช์

- Rated system Voltage	Local Standard
- Rated Frequency	50 Hz
- Rated Peak Withstand	1,000 V
- Ambient Temperature	40°C
- Typical Forms	Form 2 (ถ้าไม่กำหนดในแบบเป็นอย่างอื่น)

2.2.3 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

2.2.3.1 โครงสร้างของแผงสวิตช์ทำด้วยเหล็กฉากขนาดไม่น้อยกว่า 50x50x3 มม. หรือเป็นแบบ Modularized Design System เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยนอต ตู๊ตึงติดกันให้ยึดถึงกันด้วยนอตและสกรู

2.2.3.2 เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้า ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบ และมีร่องสำหรับยึดยางกันกระแทก ด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู

2.2.3.3 ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาด และ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม แล้วพ่นทาบด้วยสีฝุ่นแบบอีพ็อกซี-โพลีเอสเตอร์ทั้งภายใน ภายนอกและอบแห้ง

2.2.3.4 ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยสกรูขยาย

2.2.3.5 บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ขนาดตามที่กำหนด ผลัดขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ บัสบาร์ ต้องยึดติดกับโครงตู้

ด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรง ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA หรือตามที่กำหนด ในแบบ

- 2.2.3.6 บัสบาร์ ต้องทำความสะอาดและพ่นสีทนความร้อนหรือหุ้มด้วยพีวีซี (Heat Shrink) โดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1
- 2.2.3.7 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin ยึดด้วย Bolts และ Nuts หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
- 2.2.3.8 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ เฟสบี และเฟสซี ให้เรียงจากด้านหน้าไปหลัง จากบนลงล่างหรือจากซ้ายไปขวา
- 2.2.4 เครื่องวัด (Metering) ที่ใช้ติดตั้งกับแผงสวิตช์ (ถ้าแบบกำหนดให้ติดตั้ง)
- 2.2.4.1 โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 2.2.4.2 โวลต์มิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ ระหว่างเฟสกับเฟส 3 จังหวะ และระหว่างเฟสกับศูนย์ 3 จังหวะ
- 2.2.4.3 แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงกระแส ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 2.2.4.4 แอมมิเตอร์สวิตช์ (ถ้าในแบบระบุให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ และเฟส 3 จังหวะ
- 2.2.4.5 หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสด้านออก 5 Amp และกระแสด้านเข้า ตามที่กำหนดความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 2.2.4.6 กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับระบบแรงดันหรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบ ความคลาดเคลื่อน 2.5% หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- 2.2.4.7 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบแรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิกัด LEAD 0.5..1..0.5 LAG หรือมากกว่า ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 2.2.5 คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม (ถ้าแบบกำหนดให้ติดตั้ง)
- 2.2.5.1 คาปาซิเตอร์
- ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐาน IEC 831-1 , 831-2
 - ต้องเป็นชนิดแห้งทำด้วย Metallized Plastic Film, Non Inflammable , Enclosure Type พลังงานสูญเสีย 0.5 W/k VAR หรือน้อยกว่า
 - คาปาซิเตอร์ต้องมี Discharge Resistors ด้วย

- 2.2.5.2 Automatic Power Factor Controller สามารถสับคาปาซิเตอร์เข้าออกได้ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดในแบบโดยสามารถรักษาระดับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์สำหรับคาปาซิเตอร์แบบ Cyclic Operation และต้องแสดงผลการวัดไม่ต่ำกว่าดังนี้ คือ Voltage, Current, Apparent Power, Reactive Power, Harmonic Current Distortion, Power Factor, Temperature, Alarm Conditions
- 2.2.5.3 ต้องมี On-Off Push Button และ Pilot Lamp สำหรับ Manual Operation ตามจำนวนชั้นที่กำหนดในแบบ
- 2.2.5.4 ฟิวส์ สำหรับป้องกันคาปาซิเตอร์ ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิด HRC ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA ที่ 380 V หรือ 400V
- 2.2.5.5 คอนแทคเตอร์สำหรับการปลดสับคาปาซิเตอร์ (Capacitor Switching) เป็นชนิดที่ออกแบบและผลิตใช้งานเฉพาะกับคาปาซิเตอร์

2.2.6 Pilot Lamp

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ PILOT LAMP แบบ LED 220-240 VAC ขนาดไม่น้อยกว่า 22 มม. สีของเลนส์ ให้ใช้สีแดง เหลือง น้ำเงิน ตามลำดับ

2.2.7 Push Button

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่ปุ่มกดมี O-Ring โลหะล้อมรอบ ขนาดไม่เล็กกว่า 22 มม. สีของปุ่มกดตามที่กำหนด

2.2.8 Magnetic Contactor

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาด Current Rating ของ Contact ตาม AC3 Duty มาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

2.2.9 Mimic Bus และ Nameplate

2.2.9.1 ด้านหน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ

2.2.9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงป้ายชื่อหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์จ่ายหรือควบคุมอยู่เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus



2.2.10 คุณสมบัติของแผงย่อย (Loadcentre หรือ Loadpanel หรือ Consumer Unit)

2.2.10.1 เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้ หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นทึบด้วยสีและอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน

2.2.10.2 ต้องได้มาตรฐาน IEC และ มอก.

2.2.10.3 ต้องมีบัสตินและบัสนิวทรัล

2.2.10.4 การวางเรียงเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่หยุดการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวอื่นๆ การติดตั้งเป็นแบบ Plug In หรือ Bolt On

2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์

2.3.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิดและขนาดตามแบบ สามารถทนกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

2.3.2 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อหรือเครือเดียวกัน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์หรือเครือเดียวกันกับเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ในตัว Loadcentre และ Consumer Unit หรือมิเช่นนั้นต้องมีแสดงข้อมูลการทำงานประสานกัน และต้องพร้อมให้ทดสอบการทำงานประสานกันเมื่อมีการร้องขอจากผู้ควบคุมงาน หรือผู้ออกแบบ หรือเจ้าของโครงการ

2.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับตู้ไฟฟ้า หรือชุดรางบัสตู้ไฟฟ้า

2.4 สวิตช์ปลดวงจร

สวิตช์ปลดวงจร (Safety Switch , Disconnecting Switch , Load Break Switch or Isolating Switch) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือผ่านมาตรฐาน NEMA การติดตั้งเป็นไปตามข้อ 1.3.3 ในส่วนที่เกี่ยวข้อง



ตารางที่ 1
ขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง อุณหภูมิแวดล้อม 40°C

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



2.5 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

2.5.1 มาตรฐาน

2.5.1.1 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไฟฟ้า
รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.770-2533

ประเภทของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี

ประเภทที่ 1 ผนังท่อบางชื่อย่อว่า EMT (ELECTRICAL METALLIC
TUBING)

ประเภทที่ 2 ผนังท่อหนาปานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE
METAL CONDUIT)

ประเภทที่ 3 ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

2.5.1.2 ท่อพีวีซีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่
ไฟฟ้ารับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.216-2524

2.5.1.3 ท่อเอชดีพีอี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.982-
2533

2.5.1.4 ท่อพีบี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.910-2532

2.5.1.5 ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะที่
โค้งงอได้ง่ายผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่จะเป็นชนิดกันน้ำท่อโลหะ
อ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

2.5.1.6 ท่อ UPVC มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- ทนการกัดกร่อน
- ไม่ติดไฟ (NON FLAMMABLE)
- ทนแรงกระแทกและรับน้ำหนักได้ดี
- เป็นท่อที่ใช้ในงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- มีอุปกรณ์ประกอบตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.5.2 การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

2.5.2.1 ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15
มม. (1/2 นิ้ว)

2.5.2.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สันสะท้อนขนาดใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ
FMC ในกรณีที่อยู่นอกอาคารหรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ

2.5.2.3 ในกรณีที่มีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังใน
คอนกรีตต้องใช้ท่อ EMT พร้อมกันปูน หรือดีกว่า



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4-144
---------------	--	--------------	------------

- 2.5.2.4 ในกรณีที่มิได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มีไขคอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
- 2.5.2.5 ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 50 มม. (2 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ IMC และเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 100 มม. (4 นิ้ว) ให้ใช้ท่อ RSC
- 2.5.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 2.5.3.1 ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อนก่อนนำมาติดตั้ง
- 2.5.3.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ครบถ้วนโดยไม่มีข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น เช่น จะอ้างปริมาณในราคากลางหรือในสัญญากำหนดไว้น้อยเกินไปไม่ได้
- 2.5.3.3 ท่อร้อยสายที่ติดตั้งในช่อง Shaft ไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าสื่อสารต้องทำขอบคอนกรีตบริเวณรอบช่อง Shaft สูงอย่างน้อย 0.1 เมตร และต้องสูงกว่าขอบพื้นหรือธรณีประตู เพื่อป้องกันน้ำไหลจากภายในช่อง Shaft และช่องเจาะระหว่างชั้นและผนังต้องปิดอุดด้วยวัสดุทนไฟอย่างมิดชิด
- 2.5.3.4 การติดตั้งท่อแข็ง ต้องใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องไม่ทำให้ท่อชำรุดหรือตีบ รัดมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ
- 2.5.3.5 การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตรในแนวดิ่ง ไม่เกิน 1.80 เมตรในแนวราบ และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.60 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย แผงสวิตช์หรืออุปกรณ์ต่างๆ และต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง
- 2.5.3.6 การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์
- 2.5.3.7 ปลายท่อต้องลบคมออกให้หมดโดยใช้ Conduit Reamer หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม
- 2.5.3.8 ท่อที่วางลอดใต้ถนนต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
- 2.5.3.9 ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- 2.5.3.10 ท่อ EMT และ FMC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสายหรือแผงสวิตช์ต้องใช้ Connector และ Bushing ประกอบปลายท่อ
- 2.5.3.11 ท่อ IMC หรือ RSC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ Lock Nut และ Bushing ประกอบปลายท่อ
- 2.5.3.12 ห้ามใช้ท่อเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน หรือสายดินบริเวณนี้
- 2.5.3.13 กล่องต่อสายรวมถึงฝาปิดและแคลมป์ยึดท่อให้ทาสีดังนี้



ตารางที่ 2
ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิต

ขนาดความสูง x ความกว้าง (มม.)	ความหนาต่ำสุด (มม.)
50 x 50	1.00
50 x 100	1.00
100 x 100	1.20
100 x 150	1.20
100 x 200 หรือ 150 x 200	1.60
100 x 300 หรือ 150 x 300	1.60
100 x 400 หรือ 150 x 400	1.60

2.6.3 การติดตั้ง

- 2.6.3.1 รางเดินสายที่ติดตั้งในช่อง Shaft ไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าสื่อสารต้องทำขอบคอนกรีตบริเวณรอบช่อง Shaft สูงอย่างน้อย 0.1 เมตร และต้องสูงกว่าขอบพื้นหรือธรณีประตู เพื่อป้องกันน้ำไหลจากภายนอกช่อง Shaft และช่องเจาะระหว่างชั้นและผนังต้องปิดอุดด้วยวัสดุทนไฟอย่างมิดชิด
- 2.6.3.2 รางเดินสายต้องติดตั้งในที่เปิดโล่งยกเว้นในพื้นที่ปิดที่สามารถเข้าถึงได้ตลอดความยาวของรางเดินสายหรือในช่องไฟฟ้า และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง
- 2.6.3.3 การติดตั้งจะต้องแขวนหรือยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กฉากทุกระยะ 1.50 เมตรในแนวราบ และ 2.40 เมตรในแนวดิ่งหรือ ทุกระยะที่ได้จากการคำนวณการรับน้ำหนักของรางเดินสายและสายไฟฟ้ารวมกัน
- 2.6.3.4 รางเดินสายในแนวดิ่ง ต้องมีชั้นบันไดทุกระยะไม่เกิน 2.40 ม. สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า
- 2.6.3.5 อุปกรณ์ประกอบรางเดินสาย ได้แก่ ข้องอ ข้อต่อ ฝาปิดท้าย ข้อต่อลดขนาด กล้องแยก 3 ทาง กล้องแยก 4 ทาง ข้อต่อรางเดินสายเข้ากับแผงไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.6.3.6 ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน



2.7 สายไฟฟ้า

2.7.1 มาตรฐาน

สายไฟฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. 11-2531

2.7.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้า

2.7.2.1 เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้า ให้ใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีฉนวน สายหรืออักษรกำกับสาย ดังนี้

สายดิน	- G -	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
สายศูนย์	- N -	สีขาวหรือสีเทา
สายเฟส A	- A -	สีดำ
สายเฟส B	- B -	สีแดง
สายเฟส C	- C -	สีน้ำเงิน

2.7.2.2 ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 V
- วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ Type-B (VAF)
- สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเต้ารับให้ใช้ Type B-G (VAF – Ground)
- สายไฟฟ้าย่อยท่อ ในรางเดินสาย ให้ใช้ Type-A (THW)
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ Type-CS หรือ Type-D (NYY)

2.7.2.3 ขนาดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย 2.5 ตร.มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 16 AT
- สายวงจรย่อย 4 ตร.มม. ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่เกิน 20 AT
- ในกรณีร้อยท่อ สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. Type A
- ในกรณีเดินสายลอย สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. Type B-G และ Type B



2.7.3 การเดินสาย

- 2.7.3.1 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ การเดินสายไฟในอาคารให้ติดตั้งในท่อ EMT ผึงผนัง ยกเว้นในห้องเครื่องห้องไฟฟ้าที่อนุญาตให้เดินลอยได้
- 2.7.3.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสายไฟให้ครบถ้วนโดยไม่มีข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น เช่น จะอ้างปริมาณในราคากลางหรือในสัญญากำหนดไว้น้อยเกินไปไม่ได้
- 2.7.3.3 การต่อสายเข้ากับ Busbar ของแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานและ/หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้หางปลามีลักษณะเป็นท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (Copper Tube Lugs Terminal) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ Electrolytic และชุบด้วยดีบุก หุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย
- 2.7.3.4 การร้อยสายในท่อหรือรางเดินสาย ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 2.7.3.5 การตัดต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตช์, กล่องเต้ารับ, กล่องดวงโคม, หรือรางเดินสายนั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย
- 2.7.3.6 การต่อสายขนาด 4 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ Wire Nut และการต่อสายขนาด 6 ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ Split Bolt หรือ Sleeve พันด้วยเทปพันสายไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า
- 2.7.3.7 การดึงสาย หากมีความจำเป็นอาจใช้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้น ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
- 2.7.3.8 สายที่ร้อยในรางเดินสายในแนวตั้ง ต้องยึดกับชั้นบันได ตามข้อ 2.8.4
- 2.7.3.9 การเดินสายลอยเกาะผิวอาคาร ต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน 0.10 ม.
- 2.7.3.10 การเดินสายใต้ดิน
 - (1) สายไฟฟ้าฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายหรือเครื่องหุ้มสายไฟฟ้าประเภทอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว ความลึกในการติดตั้งต้องเป็นไปตามตารางที่ 3
 - (2) ส่วนที่เป็นโลหะหุ้มเคเบิล ได้แก่ ปลอก ลวดเหล็กตีเกลียว และช่องเดินสายที่เป็นโลหะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดีและต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง
 - (3) สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ในช่องเดินสาย หากร้อยสายไปยังภายนอกอาคาร ช่องเดินสายต้องยื่นพ้นแนวผนังด้านนอกของอาคารออกไปไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
 - (4) ตัวนำที่โผล่พ้นดินต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้น สำหรับช่องเดินสายที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความ

แข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องฝังเหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

- (5) สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสาย ต่อแยกสายในรางเดินสายหรือบ่อพักสาย โดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้ เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้นดำเนินการตามกรรมวิธี และใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง
- (6) การกลบวัสดุที่จะใช้กลบต้องง่ายต่อการบดอัด และต้องไม่มีสิ่งที่ทำความเสียหายต่อท่อร้อยสายหรือสายไฟฟ้า
- (7) ช่องเดินสายที่ความชื้นอาจเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องปิดผนึกที่ปลายช่องเดินสาย
- (8) เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกันฉนวน
- (9) สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน

2.7.3.11 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-A (THW) Type-C (NYY) ในท่อร้อยสายให้เป็นไปตามตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 3

ความลึกต่ำสุดในการติดตั้งใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

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

หมายเหตุ (1) ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร



- (2) สำหรับวิธีที่ 4,5 และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร วางอยู่เหนือสายยอมให้ความลึกลดลงเหลือ 0.30 เมตร ได้
- (3) ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช่บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
- (4) บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

ตารางที่ 4

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-A (THW) ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

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

ตารางที่ 5

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า Type-C (NYY) แกนเดียวและขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย

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

2.8 การติดตั้งวัสดุและการจับยึด

- 2.8.1 ท่อร้อยสาย รางเดินสาย รางเคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องยึดกับที่ให้มั่นคง
- 2.8.2 ช่องเดินสาย เกราะหุ้มเคเบิล และเปลือกนอกของเคเบิลทั้งที่เป็นโลหะและอลูมิเนียมต้องต่อกันอย่างต่อเนื่องทางกลระหว่าง ตู้ กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ เครื่องหุ้มห่อหุ้มอย่างอื่นหรือจุดต่อไฟฟ้า
- 2.8.3 การเดินสายในท่อร้อยสาย สำหรับแต่ละจุดที่มีการต่อสาย ปลายท่อ จุดต่อไฟฟ้า จุดต่อแยก จุดติดตั้งสวิตช์ หรือจุดดึงสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ



ยกเว้น การต่อสายในเครื่องหุ้มสายที่มีฝาเปิดออกได้ และเข้าถึงได้ภายหลังการติดตั้ง

- 2.8.4 สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่งต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของช่องเดินสาย และต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ โดยมีระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6

ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่ง

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

2.9 การป้องกันไฟลาม

- 2.9.1 บริเวณพื้นที่ทุกชั้นในช่อง Shaft ไฟฟ้า จะต้องปิดผนึกด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม และต้องสามารถป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทำขอบรอบช่อง Shaft สูงไม่น้อยกว่า 0.1 เมตร
- 2.9.2 ผู้รับจ้างต้องแสดงวิธีการป้องกันไฟลาม เสนอผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนการติดตั้ง

2.10 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

2.10.1 โคมไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์

2.10.1.1 โคมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.10.1.2 ขั้วรับหลอดชนิดเกลียว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.819

2.10.1.3 หลอดไส้งานที่แรงดัน 220-230V เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.4-2529

2.10.1.4 สายในโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อนขนาดไม่น้อยกว่า 1.0 ตร.มม. อุณหภูมิใช้งานไม่น้อยกว่า 70°C

- 2.10.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ผลิตภายในประเทศหรือต่างประเทศ มีเครื่องหมายการค้า และต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า ดังนี้



- 2.10.2.1 โคมที่ระบุลักษณะตะแกรงอลูมิเนียมแบบ Double Parabolic หรือ Twin ชนิดตะแกรงที่ต้องมีแผ่นตะแกรงตัวขวาง (Cross Blade) ทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน ลักษณะมันเงาคล้ายกระจกเงา มีจำนวนช่องแนวขวาง 13-14 ช่อง สำหรับหลอด 28 วัตต์ตามลำดับ โดยตะแกรงดังกล่าวหากมองรูปตัดต้องเป็นลักษณะรูปตัววีโค้งเว้า ไม่ใช่ตัววีตรง
- 2.10.2.2 ขั้วรับหลอด และขั้วรับสตาร์ทเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. และห้ามใช้ Adapter ในการแปลงขั้ว
- 2.10.2.3 หลอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก ชนิดให้แสง Cool White
- 2.10.2.4 สายในโคมไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
- 2.10.2.5 โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในฝ้าเพดาน ต้องยึดกับโครงสร้างด้วย Rod พร้อมอุปกรณ์ปรับความสูงต่ำรูปปีกผีเสื้อของโคมไฟฟ้าได้ ยึดด้วย Expansion Bolt ชนิดโลหะ ห้ามใช้ชนิดพลาสติก
- 2.10.3 โคมไฟฟ้ากึ่งดิสชาร์จ
- 2.10.3.1 ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- 2.10.3.2 อุปกรณ์ประกอบดวงโคม เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตดวงโคม หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต ถ้าบัลลาสต์เป็นชนิด Low Power Factor จะต้องต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์ชนิดแห้ง ให้ค่า Power Factor ไม่ต่ำกว่า 0.85
- 2.10.4 โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light)
- 2.10.4.1 มีพิกัดและชนิดตามที่ระบุในแบบ
- 2.10.4.2 การติดตั้งต้องมองไม่เห็นสายไฟหรือท่อร้อยสาย
- 2.10.4.3 รูปแบบของโคมต้องสวยงาม ห้ามใช้โคมที่มีรูปโลโก้ ยี่ห้อ ที่มีขนาดใหญ่เห็นเด่นชัด จนขาดความสวยงาม
- 2.10.4.4 หากเป็นโคมที่ต้องติดตั้งบัลลาสต์หรือ driver ร่วมด้วยก็ต้องติดตั้งให้ครบถ้วนโดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันหรือเป็นอุปกรณ์ที่ทางผู้ผลิตโคมหรือหลอดไฟให้การรับรองว่าใช้งานด้วยกันได้ดี
- 2.10.4.5 หากแรงดันตกที่โคมเกิน 10% ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสายไฟใหญ่ขึ้น และอาจต้องขยายท่อร้อยสายตามด้วย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม
- 2.10.5 ป้ายทางออกฉุกเฉิน
- 2.10.5.1 มีพิกัด รูปแบบ และชนิดตามที่ระบุในแบบ และเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.
- 2.10.5.2 หากไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ตัวป้ายต้องเรืองแสงอย่างเพียงพอได้นานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงเมื่อไฟฟ้าดับ



- 2.10.5.3 หากในแบบกำหนดให้เป็นแบบ Slim Box Type
หมายถึงต้องมีโครงสร้างป้ายเป็นกล่อง แบบบางมีความหนาไม่เกิน 5.5 เซนติเมตร
- 2.10.5.4 สีกำหนดให้เป็นสีเขียว/ขาวตามมาตรฐาน วสท.
- 2.10.5.5 รูปสัญลักษณ์กำหนดให้มีรูปลูกศร และคนวิ่งออกประตู หรือรูปแบบตามที่มาตรฐาน วสท. กำหนด
- 2.10.5.6 รูปทิศการชี้ของหัวลูกศร ให้มีทิศชี้ขึ้น หรือชี้ซ้าย หรือชี้ขวา เท่านั้น ทั้งนี้ ตามทิศทางที่ระบุไว้ในแบบและความเป็นจริง หรือรูปแบบอื่นตามที่มาตรฐาน วสท. กำหนดให้ได้
- 2.10.5.7 การติดตั้งต้องมองไม่เห็นสายไฟ ท่อร้อยสาย และปลั๊กไฟ ซึ่งในบางกรณี อาจต้องมีการเดินสายไฟซ่อนในกล่องอลูมิเนียมที่เป็นงานสถาปัตยกรรม ก็ต้องมีการต่อลงดินที่ตัวกล่องอลูมิเนียมด้วย โดยใช้สายไฟตามที่ระบุในตาราง โหลด

2.11 สวิตช์และเต้ารับ

- 2.11.1 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ทั่วไปเต้ารับติดตั้งให้ติดตั้งฝังผนัง ยกเว้นในห้องเครื่อง และห้องไฟฟ้าที่อนุญาตให้ติดตั้งลอยเกาะผนังได้
- 2.11.2 ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบติดตั้งในกล่องโลหะ หรือพลาสติกตามความเหมาะสม แต่กรณีติดตั้งในอาคารให้เป็นแบบกล่องพลาสติก
- 2.11.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของสวิตช์และเต้ารับ ต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 16 แอมแปร์ และทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์
- 2.11.4 รูปร่างของเต้ารับ ต้องใช้ได้กับทั้งชนิดขากลมและขาแบน พร้อมขั้วดิน
- 2.11.5 รูปแบบของสวิตช์และเต้ารับต้องเป็นแบบเดียวกัน และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 2.11.6 หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการเข้าสายแบบเสียบเป็นตัวเลือก ก็ให้เลือกใช้แบบที่เข้าสาย โดยวิธีการเสียบสายแทนการขันน็อต
- 2.11.7 การเรียงตำแหน่งสวิตช์ต้องเรียงให้สอดคล้องกับการเรียงดวงโคม
- 2.11.8 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือในตารางโหลด เต้ารับต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดิน ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่าดังต่อไปนี้
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 16 แอมแปร์ สายดินขนาด 1.5 ตร.มม.
 - ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 20 แอมแปร์ สายดินขนาด 2.5 ตร.มม.
 - ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 40 แอมแปร์ สายดินขนาด 4 ตร.มม.



2.12 การต่อลงดิน

- 2.12.1 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าและอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นไม่ต่ำกว่า 2.50 เมตร ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 2.12.2 สำหรับดวงโคมที่ถึงแม้จะอยู่สูง แต่หากในตารางโหลดระบุสายดินก็ต้องต่อสายดินตามนั้น
- 2.12.3 ท่อสายโลหะที่ใช้กับสายเมนเข้าอาคารไม่ว่าจะเป็นสายเมนไฟฟ้ากำลังและสายสัญญาณระบบสื่อสาร ต้องมีการต่อลงดิน เช่น ต้องต่อตัวท่อดังกล่าวกับแท่งหลักดิน/รากสายดินลงที่บริเวณโคนเสาหม้อแปลง หรือเสาไฟฟ้า หรือขอบอาคาร ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม
- 2.12.4 หลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง (ห้ามใช้ชนิดทองแดงหุ้มเหล็ก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8" ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร บักจุ่มลงไป在地 โดยให้ส่วนปลายของหลักสายดินต่ำกว่าระดับดิน 0.30 เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ในสภาพดินแห้ง พร้อมผลการวัดค่าความต้านทาน
- 2.12.5 สายดิน ต้องใช้ชนิดสายทองแดง หากมิได้กำหนดไว้ในแบบ ขนาดของสายดินให้เป็นไปตามตารางที่ 7 และตารางที่ 8
- 2.12.6 การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดินหรือระบบสายดิน ให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดินด้วยวิธี Exothermic Welding

2.13 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

- 2.13.1 เสาล่อฟ้า เป็นแท่งทองแดงกลมปลายแหลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 0.60 เมตร ติดตั้งบนฐานโลหะทองแดงเจือ ยึดติดกับโครงสร้างให้แข็งแรง ยกเว้นในแบบอาจกำหนดความสูงกว่า 0.60 เมตร ก็ได้ยึดตามแบบเป็นหลัก
- 2.13.2 สายตัวนำ หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นชนิดทองแดงตีเกลียวเปลือย ขนาดไม่ต่ำกว่า 50 ตร.มม. ประกอบกับโครงสร้างด้วยประกับโลหะทองแดง พร้อมนอตทองแดงเจือ ทุกระยะ 1.0 เมตร หรือน้อยกว่า
- 2.13.3 การต่อสายล่อฟ้าให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding ทุกจุดที่มีการต่อ
- 2.13.4 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ สายตัวนำลงดินต้องเป็นชนิดทองแดงตีเกลียว ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม.
- 2.13.5 การต่อลงดินให้เป็นไปตามข้อ 2.12 ในส่วนที่เกี่ยวข้อง



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4163
---------------	--	--------------	-----------

ตารางที่ 7

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10
50	16
70 - 95	25
120 - 185	35
240 - 300	50
400 - 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 8

ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้ง สูงสุดของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของ บริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400



2.14 ระบบควบคุมแสงสว่าง Photo and Motion Sensor System

2.14.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องเสนอ จัดหา และติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง Photo and Motion Sensor ตลอดจนเดินสายร้อยท่อ พร้อมทั้งทดสอบการตรวจจับสัญญาณและควบคุมดวงโคม ตามข้อข้อกำหนด

2.14.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.14.2.1 Photo and Motion Sensor ต้องสามารถตรวจจับทั้งแสงสว่างและการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โดยในขณะมีแสงธรรมชาติ เพียงพอดวงโคมก็จะไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีคนเดินผ่าน แต่หากแสงธรรมชาติไม่เพียงพอตามค่าที่ตั้งไว้ประกอบกับมีคนเดินผ่านมาในโซน ตรวจจับก็จะสั่งงานให้ดวงโคมทำงานอย่างอัตโนมัติ

2.14.2.2 ต้องสามารถปรับค่าแสงสว่างธรรมชาติในช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ตัวอุปกรณ์มีช่วงการตั้งค่าระดับแสงได้ครอบคลุม 20-500 lux

2.14.2.3 ต้องสามารถปรับค่าหน่วยเวลาครอบคลุมช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ตัวอุปกรณ์มีช่วงการตั้งค่าระดับการหน่วยเวลาได้ครอบคลุม 30 วินาที - 10 นาที

2.14.2.4 ตัว Sensor ที่ติดตั้งในห้องนั่งเล่นและห้องน้ำที่มีห้องนั่งเล่นเดียว (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องมีความไวระดับโยกแขนก่อนข้อศอกลงมาถึงมือแล้วโคมไฟทำงาน และหน่วยเวลาได้ไม่น้อยกว่า 10 นาที

- การเลือกชนิดตัว Sensor และลักษณะการติดตั้งต้องสอดคล้องกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ตามจุดประสงค์ของการใช้งาน จำนวนและตำแหน่งตัว Sensor อาจต่างจากในแบบ เนื่องจากในแบบแสดงเพียงโซนการตรวจจับเท่านั้นซึ่งต้องอาศัยข้อกำหนดนี้ประกอบในการ

2.14.3 การติดตั้ง

2.14.3.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ให้ระบบทำงานได้ตามจุดประสงค์ข้างต้น

2.14.3.2 การติดตั้งสายไฟและท่อร้อยสายให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท. ฉบับล่าสุด

2.14.3.3 รูปแบบในการเดินสายฝังผนังหรือเดินลอยให้เป็นแบบเดียวกันกับการติดตั้งในระบบไฟฟ้ากำลัง



2.14.4 การทดสอบ

ต้องทดสอบให้ระบบทำงานตามจุดประสงค์ของการออกแบบดังข้างต้น



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า : 4-156
---------------	--	--------------	--------------

3. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

3.1 ทัวไป

- 3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ ให้เป็นไปตามกฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์ฯ (ทศท.คอร์ปอเรชั่น)
- 3.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์รุ่นล่าสุด และต้องเป็นสินค้าใหม่ที่ไม่เคยถูกใช้งานที่ใดมาก่อน และต้องมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศรวมถึงบริการหลังการขาย พร้อมหนังสือรับรอง
- 3.1.3 ผู้รับจ้างต้องทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอกับคุณสมบัติทางเทคนิค ตามข้อกำหนดในรายการประกอบแบบนั้นและต้องจัดทำรายการอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์รวมถึงอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ตามรูปแบบรายการเสนอผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ
- 3.1.4 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

3.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งท่อว่างสำหรับสายเมนโทรศัพท์ (หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ท่อ IMC เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 3" จำนวน 2 ท่อ) ซึ่งเดินจากแผงกระจายสายรวม(MDF) ไปยังภายนอกอาคาร เดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายรวมไปยัง PABX (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง PABX) และเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายรวมไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น และจากกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้นไปยังเด้ารับ ทั้งนี้สายเมนโทรศัพท์ดำเนินการโดยองค์การโทรศัพท์ฯ(ทศท.คอร์ปอเรชั่น) หรือบริษัทที่ได้รับสัมปทานจากภายนอกจนถึงแผงกระจายสายรวม ค่าธรรมเนียมคู่สาย และค่าสร้างข่ายสายภายนอกผู้ว่าจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ

3.3 ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)

ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX) ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้

- 3.3.1 ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ควบคุมการทำงานด้วย CPU 32 บิต และบรรจุคำสั่งแบบ SPC (SPC: Stored Program Control) และทำงานเป็น Fully Digital Switch (Non Blocking) สามารถติดต่อทางเสียงและบริการด้านข้อมูลในเวลาเดียวกัน อีกทั้งรองรับระบบ VOIP ทั้ง IP Phone , IP Soft phone , IP Gateway Trunk
- 3.3.2 ตู้โทรศัพท์สาขาต้องมีระบบเก็บข้อมูล System Data โดยใช้ SD Card และสามารถ Upgrade Version ของตู้สาขาทำได้โดยง่ายสำหรับกรณีที่เพิ่มเติมการใช้งานในอนาคต โดยการใส่ข้อมูล Version ใหม่ลงใน SD Card เท่านั้น

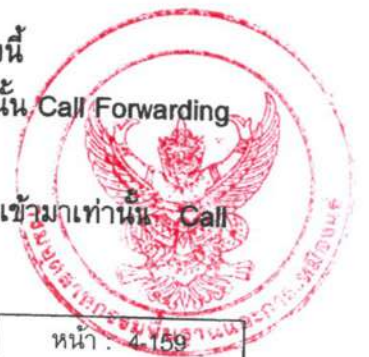
SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า 4/5
---------------	--	--------------	----------



- 3.3.3 ระบบตู้สาขาเป็นแบบ Free Slot แต่ละ Free Slot สามารถเลือกใส่ได้ทั้ง Card สายในหรือสายนอกก็ได้ หากต้องการขยายระบบเพียงเพิ่มแผงอุปกรณ์ เข้าไปโดยไม่ต้องจัดระบบใหม่หรือทำการเปลี่ยนอุปกรณ์หลักของระบบ
- 3.3.4 หากมีการเพิ่มตู้สายภายในหรือภายนอก ตลอดจนการบำรุงรักษาระบบ สามารถทำได้โดยไม่ต้องทำการปิดระบบ (Hot Swap)
- 3.3.5 ระบบตู้สาขาสามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบคีย์ดิจิทัล (ใช้สาย 1 คู่) , เครื่องโทรศัพท์แบบคีย์อนาล็อก (ใช้สาย 2 คู่) และเครื่องโทรศัพท์แบบอนาล็อกมาตรฐาน ทั้งชนิด Dial Pulse และ DTMF ตามมาตรฐาน CCITT ได้ตามต้องการ
- 3.3.6 สามารถเชื่อมต่อกับสายนอกขององค์การโทรศัพท์ได้ทั้งแบบ Decadic Analog Trunk (Dial Pulse และ DTMF) รวมถึง Digital Trunk แบบ ISDN ทั้งแบบ BRI และ PRI โดยรองรับ PRI ได้สูงสุด 20 วงจร
- 3.3.7 รองรับระบบการเชื่อมต่อแบบเครือข่ายได้ทั้งแบบ Tie Line E&M , BRI , E1 (30 Ch) , PRI Q-SIG Protocol (30 Ch) , IP-Gateway , โดยไม่จำเป็นต้องใช้ External Box ภายนอกมาต่อร่วม
- 3.3.8 สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของระบบรวมถึงกำหนดคุณสมบัติของเครื่องภายในโดยผ่านทางเครื่องคีย์ดิจิทัล และ PC Computer ทั้ง ทาง USB Port และ Serial Port RS232C โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์พิเศษ รวมถึงรองรับการโปรแกรมผ่านทางระบบ Network LAN โดยไม่รบกวนการทำงานของระบบหรือหยุดใช้งาน
- 3.3.9 สามารถ Save ข้อมูล Parameter ที่กำหนดไว้ในระบบ และสามารถ Load ข้อมูลเดิมกลับเข้าไปได้ โดยไม่ต้องโปรแกรมระบบใหม่ ซึ่งจะทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการบำรุงรักษาระบบ
- 3.3.10 รองรับระบบ Wireless System โดยสามารถใช้ Portable Station (ตัวลูกข่าย) ติดต่อสื่อสารภายในระบบได้ในทุกพื้นที่ ที่มีการออกแบบตัวส่งสัญญาณจาก CS (Cell Station) แพร่กระจายคลื่นไปถึง โดยใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHZ โดยตัวลูกต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับตู้โทรศัพท์สาขา
- 3.3.11 รองรับระบบตอบรับอัตโนมัติที่สามารถรับสายภายนอกได้ พร้อมกันไม่ต่ำกว่า 4 เลขหมาย และสามารถ เพิ่มขึ้นได้ในอนาคต โดยสามารถทำการบันทึกข้อความทักทาย ได้ไม่น้อยกว่า 64 ข้อความ โดยผู้โทรเข้าสามารถกดหมายเลขหลักเดียวเพื่อแยกไปแผนกต่างๆได้ (1 Digit AA Destination) หากกดไปหมายเลขภายในต่างๆแล้วสายในนั้นสายไม่ว่าง หรือไม่รับสาย สามารถกำหนดให้มีข้อความบอกสถานะได้
- 3.3.12 สามารถ ตรวจสอบ แก้ไข โปรแกรมระบบระยะไกลได้ (Remote Maintenance)
- 3.3.13 ระบบตู้สาขาต้องสามารถแสดงข้อมูลการใช้งานของสายในต่างๆได้ โดยการต่อเครื่องพิมพ์ (Printer) หรือ เชื่อมต่อโปรแกรมบิลลิ่งผ่านคอมพิวเตอร์ได้ทันทีที่ต้องการ โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์เพิ่มเติมในภายหลัง (SMDR Port)



- 3.3.14 การโปรแกรมระบบโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ Run บน windows แสดงข้อมูล เป็นแบบ GUI ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆได้โดยง่าย
- 3.3.15 สายนอกเริ่มต้นที่ 16 สายนอก รองรับการต่อใช้งานได้สูงสุด 640 เลขหมาย
- 3.3.16 สายในเริ่มต้นที่ 16 สายใน รองรับการต่อใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 960 สายใน
- 3.3.17 ติดตั้งรวมพร้อมเครื่องโทรศัพท์สำหรับพนักงานรับสายจำนวน 1 เครื่อง
- 3.3.18 สามารถกำหนดหมายเลขภายในได้ตั้งแต่ 1 – 5 หลัก สามารถกำหนดผสมกันได้ตามต้องการ (Flexible Extension Numbering)
- 3.3.19 สามารถกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ย่อยของระบบ (SSD = System Speed Dialing) ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 หมายเลข โดยที่สายในต่างๆ สามารถกำหนดให้โทรออกที่หมายเลขย่อได้ทุกหมายเลข เช่น เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ปกติโทรออก มือถือไม่ได้ แต่สามารถโทรออกจากหมายเลขย่อยของระบบได้
- 3.3.20 สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบริการได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่วงเวลา โดยแบ่งเป็นเวลา Day ,Night , Lunch , Break Mode แต่ละช่วงเวลาให้เปลี่ยนโดย อัตโนมัติ และสามารถกำหนดการโทรเข้าและโทรออกแตกต่างกันตามช่วงเวลาได้ตามต้องการ
- 3.3.21 สามารถกำหนดให้สายภายในที่ต้องการสามารถแทรกสายไปที่สายในที่สนทนาอยู่ เพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารสำคัญหรือเร่งด่วนได้ (Busy Override)
- 3.3.22 มีโปรแกรมเลือกเสียงดนตรีขณะพักสาย (Music on Hold) ได้ว่า เป็นเสียงดนตรีภายใน หรือภายนอก
- 3.3.23 สามารถกึ่งข้อความไว้ บนเครื่องโทรศัพท์ภายในระบบ KEY พร้อมทั้งเวลา เมื่อผู้ใช้ไม่อยู่ออกไปข้างนอก หรือ ขณะ กำลังประชุม โดยข้อความจะปรากฏที่เครื่องโทรศัพท์ต้นทางแบบ KEY เช่นกัน
- 3.3.24 สามารถทำการประชุมสายได้ทั้งสายนอกและสายในได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 8 สาย ต่อกลุ่ม (Conference Call)
- 3.3.25 สามารถขยายสายภายใน ได้โดยนำเครื่องโทรศัพท์ธรรมดา เชื่อมต่อจากเครื่องโทรศัพท์แบบดิจิตอลก็ได้เป็นอีก 1 เลข หมายเลข (Extra Device Port) (กรณีใช้แผงวงจรสายในแบบดิจิตอลไฮบริด)
- 3.3.26 เครื่องภายในสามารถโปรแกรมให้สัญญาณที่เรียกเข้ามาจากภายนอก แล้วไม่มีผู้รับสายสามารถโอนไปที่หมายเลขที่กำหนดได้ โดยหมายเลขที่กำหนดอาจเป็นหมายเลขสายในหรือเป็นหมายเลขโทรศัพท์ภายนอกก็ได้
- 3.3.27 Call Forwarding สามารถกำหนดใช้งานได้ตามประเภทสายเรียกเข้าดังนี้
- Co Call หมายถึงการกำหนดให้เมื่อสายเรียกจากภายนอกเข้ามาเท่านั้น Call Forwarding จึงทำงาน
 - Extension Call หมายถึงการกำหนดให้เมื่อสายเรียกจากสายในเข้ามาเท่านั้น Call Forwarding จึงทำงาน



- Both Call หมายถึงการกำหนดให้เมื่อสายเรียกทั้งจากภายนอกและสายในเข้ามา Call Forwarding จึงทำงาน

ทั้งนี้การกำหนดแต่ละประเภทสามารถยังเลือกกำหนดได้ตามความต้องการดังนี้

- ALL Call โอนสายไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนดทันที
- No- Answer โอนสายไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนด ก็ต่อเมื่อเครื่องที่ติดการใช้นานนี้ ไม่รับสายภายในเวลาที่กำหนด
- Busy โอนสายไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนดก็ต่อเมื่อเครื่องที่ติดการใช้นานนี้ สายไม่ว่างเท่านั้น
- Busy – No Answer โอนสายไปยังหมายเลขปลายทางที่กำหนดก็ต่อเมื่อเครื่องที่ติดการใช้นานนี้ สายไม่ว่างหรือ ไม่รับสายภายในเวลาที่กำหนด

3.3.28 สามารถจองสายภายนอก และ สายภายใน ได้ (Camp on)

3.3.29 รองรับการใช้งาน OHCA (Off Hook Call Announcement) คือขณะที่เครื่องโทรศัพท์ที่สายอยู่ สายในอื่นสามารถเรียกเป็นเสียงพูดออกที่ลำโพงของสายในนั้นได้ โดยไม่เป็นการแทรกสายไปที่คู่สนทนาเดิม

3.3.30 สามารถตั้งโปรแกรมการจำกัดการโทรออกของเครื่องโทรศัพท์สายในได้ โดยแบ่งเป็นระดับที่แตกต่างกัน (Toll Restriction Level) เช่น ห้ามโทรต่างประเทศ ต่างจังหวัด มือถือ หรือให้ติดต่อได้เฉพาะสายในเท่านั้น

3.3.31 มีฟังก์ชัน Walking Class of Service ช่วยให้บุคคลสำคัญในองค์กรสามารถยกเลิกการจำกัดการโทรออกได้ชั่วคราว เพื่อทำการโทรออกได้จากเครื่องโทรศัพท์ ทุก ๆ เครื่อง โดยเพียงแต่ป้อนรหัสผ่าน เท่านั้น

3.3.32 สามารถตั้งเวลาการใช้สายนอก ทั้งในกรณีการโทรจากเครื่องภายในไปยังสายภายนอก หรือกรณีโทรโอนสายภายนอก ไปยังภายนอกได้ เมื่อครบเวลาที่กำหนดสายจะถูกตัดออกจากระบบ

3.3.33 Call Pick Up สามารถจัดกลุ่มเครื่องภายในเป็นกลุ่มๆได้ โดยเครื่องภายในกลุ่มสามารถกดรหัส เพื่อรับสายแทนในกลุ่มได้ โดยไม่ต้องเดินไปรับสายที่เครื่องโทรศัพท์ที่กระดิ่งดังขึ้น

3.3.34 สามารถยกเลิกการจำกัดการโทรออกได้ชั่วคราว เพื่อทำการโทรออกได้จากเครื่องโทรศัพท์ ทุก ๆ เครื่องโดยเพียงแต่ป้อนรหัสผ่าน ซึ่งแต่ละรหัสผ่านสามารถออกแบบความสามารถในการใช้งานได้แตกต่างกันได้ เช่น รหัสที่ 1 สามารถออกแบบให้ใช้สายนอกสายที่ 2 และให้โทรทางไกลได้เท่านั้น รหัสที่ 2 ให้ใช้สายนอกที่ 3 แต่ให้โทรมือถือได้

3.3.35 สามารถเลือกการโทรออกให้ได้สายนอกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ (ARS) โดยสามารถกำหนดได้ตามช่วงเวลาที่ได้ออกแบบไว้ หรือสามารถเพิ่มหมายเลข 1234 (Y-Tel) ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อโทรทางไกล โดยที่ผู้ใช้งานสามารถกดหมายเลขโทรออกได้ตามปกติไม่ต้องกด 1234

3.3.36 Class of Service สามารถออกแบบการใช้งานแตกต่างกันได้ ไม่น้อยกว่า 64 Class



- 3.3.37 สามารถทำการประกาศออกที่เครื่องโทรศัพท์แบบคีย์ได้ หรือ ออกทางชุดลำโพงภายนอกก็ได้
- 3.3.38 มีชุดจ่ายกำลังไฟและ แบตเตอรี่สำรอง กรณีไฟฟ้าดับ ทำให้ระบบสามารถใช้งานได้ตามปกติ
- 3.3.39 สามารถเพิ่มระบบโปรแกรมบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ได้
- 3.3.40 สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมของระบบตู้โทรศัพท์สาขาเพื่อทำงานเป็น โอเปอเรเตอร์ (PC Console) หรือทำงานเป็นโทรศัพท์บนคอมพิวเตอร์ (PC Phone) โดย โปรแกรม PC Console และ PC Phone สามารถต่อใช้งานร่วมกับกล้องแบบไอพี (IP Camera) ซึ่งเป็นยี่ห้อเดียวกับระบบตู้โทรศัพท์สาขา
- 3.3.41 มี ฟังก์ชัน Dial Tone Transfer โดยสายในที่กำหนด หรือ Operator สามารถ โอนสัญญาณ Dial Tone พร้อมระดับการโทร (Tone Restriction Level) ที่ต้องการ ให้กับสายในอื่นเพื่อใช้ในการโทรออก เช่น โดยปกติแล้วสายในนั้นโทรทางไกลไม่ได้ เมื่อได้รับ Dial Tone Transfer จาก Operator หรือเครื่องของผู้จัดการ ทำให้สามารถโทรทางไกลได้
- 3.3.42 สามารถกำหนดกลุ่มของสายใน เพื่อให้สายเรียกเข้าสามารถกระจายสายกันรับในกลุ่มได้ แบบ UCD (Uniform Call Distribution) จะทำให้แต่ละสาย ในกลุ่มรับสายได้เท่าๆกัน
- 3.3.43 Remote Lock เครื่องที่กำหนดให้เป็นผู้ดูแลระบบ สามารถกดรหัสเพื่อให้สายในอื่นโทรออกไม่ได้ หรือ ปลดล็อกให้โทรออกได้ตามต้องการ โดยไม่ต้องไปทำที่สายในที่ถูกล็อกนั้น
- 3.3.44 Station Lock แต่ละสายใน สามารถออกแบบรหัสส่วนตัวและเปิดใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลอื่นมาลัดกลบใช้เครื่องโทรศัพท์ของเราโทรออกเมื่อเราไม่อยู่ที่โต๊ะ และเมื่อเรากลับมาสามารถยกเลิกการใช้งานนี้ และสามารถใช้งานเครื่องโทรศัพท์โทรออกได้ตามปกติ
- 3.3.45 Alternate Calling Ring / Voice สายในที่เรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์แบบคีย์ สามารถกดรหัส เพียง 1 หลักเพื่อเปลี่ยนเสียงกระดิ่งเป็นเสียง Voice ชั่วคราวได้ และหากต้องการเปลี่ยนเสียง Voice เป็นกระดิ่งอีกครั้งก็เพียงแต่กดรหัสเดิมอีกครั้งหนึ่ง
- 3.3.46 Holiday Service สามารถกำหนดการใช้งานสำหรับวันหยุดได้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

3.4 เครื่องพนักงานโทรศัพท์ (เครื่องโทรศัพท์ดิจิทัลสำหรับ Operator)

หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ดิจิทัลจำนวนเท่ากับที่ระบุไว้ในบัญชีแสดงปริมาณงาน โดยเครื่องโทรศัพท์ดิจิทัลต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้

- มีปุ่ม INTERCOM ใช้ในการติดต่อภายใน
- มีปุ่ม CONF ใช้ในการประชุม 3 สาย ถึง 8 สาย
- มีปุ่ม FWD/DND ใช้ในการตั้ง การโอนสายอัตโนมัติ (Forwarding) และโปรแกรมห้ามรบกวน
- มีปุ่ม MESSAGE ใช้ในการทิ้งไฟ หรือ ข้อความ เพื่อการติดต่อกลับ
- มีจอแสดงผล เพื่อใช้ในการแสดงสถานะการใช้งานของเครื่อง
- มีปุ่ม PROGRAM เพื่อทำการโปรแกรม



- มีปุ่ม/ไฟ สายนอก เพื่อแสดงการทำงานของสายนอก และ ปุ่มโปรแกรมอิสระ (Flexible Feature Key) ไม่น้อยกว่า 24 ปุ่ม
- มีปุ่ม อิเล็กทรอนิกส์โวลุ่ม ใช้ ปรับความดังของเสียงที่ออกลำโพง
- มีปุ่ม TRANSFER ใช้ในการโอนสาย
- มีปุ่ม HOLD ใช้ในการพักสาย
- มีปุ่ม REDIAL ใช้ในการโทรทวนซ้ำหมายเลขสุดท้าย
- มีปุ่ม FLASH ใช้ในการตัดสาย
- มีปุ่ม SP-PHONE ใช้ในการสนทนาโดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์
- มีปุ่ม AUTO-ANSWER ใช้ในการรับสายภายในอัตโนมัติ
- สามารถฟังเสียงดนตรี พักสายได้ (BGM ON)
- มีปุ่ม RING ใช้ในการปรับเสียงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์
- สามารถออกแบบรูปแบบสัญญาณกระดิ่งได้ 30 แบบ
- มีช่องเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์ฟ่งพิเศษ (Extra Device Port) สำหรับต่อกับเครื่องโทรศัพท์ หรือ อุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ
- ระดับเสียงของลำโพงชุด Speaker Phone (monitor) 12 ระดับ , ระดับเสียงของลำโพงชุด Hand Set และระดับเสียงของสัญญาณกระดิ่ง 4 ระดับ , สามารถประกาศที่โทรศัพท์แบบคีย์ – แบบ OHCA และแบบ Whisper ได้ , สามารถต่อใช้งานแบบ DXDP ได้

3.5 ชุดโอนสายภายใน(DDS Console)

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งชุดโอนสายภายในมีคุณลักษณะขั้นต่ำดังนี้

- ใช้งานคู่กับเครื่องโทรศัพท์แบบดิจิตอลในชุด Operator ได้
- ปุ่มโปรแกรมสามารถแสดงสถานะการใช้งาน ของสายภายในได้
- มีปุ่มไฟ สำหรับกำหนดการทำงาน 60 ปุ่ม
- มีปุ่ม DSS , มีปุ่ม Navigator

3.6 เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้ใช้งาน ปริมาณให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในบัญชีแสดงปริมาณหรือราคา กลาง โดยมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

3.6.1 เครื่องรับโทรศัพท์แบบธรรมดา

3.6.1.1 เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ หน้าปัดเป็นปุ่มกดสามารถเลือกใช้สัญญาณได้ทั้งแบบ Pulse และแบบ Tone

3.6.1.2 มีปุ่มสำหรับใช้ในการพักสายหรือโอนสาย

3.6.1.3 มีปุ่มสำหรับทวนเลขหมายสุดท้ายได้ (Redial)



- 3.6.1.4 มีปุ่มปรับความดังเสียงเรียกได้อย่างน้อย 3 ระดับ
- 3.6.1.5 ต้องติดตั้งหรือส่งมอบให้เจ้าของโครงการ
- 3.6.2 เครื่องรับโทรศัพท์แบบฉุกเฉิน
 - 3.6.2.1 เป็นแบบติดแขวนผนัง
 - 3.6.2.2 ตัวเครื่องและหูฟังต้องมีสีแดง
 - 3.6.2.3 ต้องถูกต้องค่าให้เมื่อยกหูสามารถโทรออกติดต่อกับ รปภ. ได้ทันทีหรือเพียงกดปุ่มไม่เกิน 1 ปุ่ม
 - 3.6.2.4 ต้องติดตั้งให้เรียบร้อย พร้อมป้ายที่แสดงให้ทราบว่าเป็นโทรศัพท์ฉุกเฉิน

3.7 แผงกระจายสายรวม (Main Distribution Frame)

3.7.1 ความต้องการทั่วไป

เป็นแผงกระจายสายโทรศัพท์รวม ตัวตู้ทำด้วยโลหะความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นอบด้วยสี ขนาดตามที่กำหนดในแบบ

3.7.2 คุณลักษณะของแผงกระจายสายรวม

3.7.2.1 Terminal เป็นแบบ Quick Connection ติดตั้งบน Back Mount Frame

3.7.2.2 MDF ต้องเป็นชนิด Cross Connect ต้องประกอบด้วย Terminal Strip 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ต้องมีจำนวนหัวต่อสายเพียงพอสำหรับสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา

ส่วนที่ 2 ต้องมีจำนวนหัวต่อสายเพียงพอ สำหรับสายของเลขหมายภายในทั้งหมด

ส่วนที่ 3 ต้องมีจำนวนหัวต่อสายแบบที่สามารถติดตั้ง (พร้อมติดตั้ง) Gas Tube Arrestor ได้เพียงพอกับจำนวนสายภายนอกอาคาร และสายองค์การโทรศัพท์ฯ ทั้งหมด

3.7.2.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างใช้ตู้สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยังกล่องต่อสายประจำชั้นมากกว่าหัวต่อสายตามแบบ ต้องเพิ่มหัวต่อสายให้มีขนาดไม่น้อยกว่าจำนวนตู้สายดังกล่าว

3.7.2.4 ต้องมี Label Holders และ Labels แสดงแถวหรือหมวดหมู่ของคู่สาย



3.8 กล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น

Terminal Strip เป็นแบบ Quick Connection ติดตั้งบน Back Mount Frame ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ฟันอบสี หรือตู้พลาสติกตามมาตรฐานผู้ผลิต

3.9 หน่วยจ่ายกำลังงาน (Power Supply)

3.9.1 ระบบจ่ายไฟ

3.9.1.1 ตู้สาขาใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรง

3.9.1.2 ระบบจ่ายไฟต้องประกอบด้วยเครื่องชาร์จแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ ซึ่งจะถูกชาร์จไฟให้เต็มตลอดเวลา

3.9.2 เครื่องชาร์จแบตเตอรี่และแบตเตอรี่

3.9.2.1 แบตเตอรี่ ต้องเป็นแบบปิดไม่ต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มี Back-Up Time ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง

3.9.2.2 Charger

Charger ชนิด 48 Vdc จะต้องประกอบด้วย Radio Interference Suppressers สำหรับไฟ AC Input และ Step-Down Transformer , Bridge Connected Rectification Circuit , Filter In DC Output Circuit , Automatic Voltage Regulator , Over Load and Short Circuit Protections , Automatic Battery Charging Device , Automatic Change Over Contactor , Voltmeter และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น หรือเป็นชุดประกอบสำเร็จผลิตภัณฑ์เดียวกับตู้สาขา

3.10 เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

เป็นแบบ RJ 11 หรือ RJ 45 ตามที่กำหนดในแบบ โดยที่ฝาครอบเต้ารับโทรศัพท์เป็นผลิตภัณฑ์และลักษณะเดียวกันกับฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

3.11 สายโทรศัพท์และการเดินสาย

3.11.1 สายโทรศัพท์

3.11.1.1 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ สายโทรศัพท์ที่เดินในรางใต้ดินหรือร้อยในท่อนอกอาคาร ให้ใช้สาย Alpeh Double Sheath Cable (AP-FSF)

3.11.1.2 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ สายโทรศัพท์ที่เดินในอาคารระหว่างแผงกระจายสายรวม (MDF) ไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น ให้ใช้

SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ก./2558	หน้า : 4-164
---------------	--	--------------	--------------

सान TPEV ขนาดไม่เล็กกว่า 0.65 มม. รวง ท่อ หรือกล่องต่อสายที่ใช้ร้อยสายโทรศัพท์ต้องต่อลงดินให้เหมาะสม

3.11.1.3 หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ สายโทรศัพท์ที่เดินระหว่างกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น ไปยังกล่องต่อสายหรือตัวรับโทรศัพท์ ให้ใช้สาย TIEV ขนาดไม่เล็กกว่า 4/C-0.65 มม. (หรือสาย UTP CAT 5E ตามที่กำหนดในแบบ)

3.11.1.4 จำนวนสายโทรศัพท์ที่เดินในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตามตารางที่ 9 และตารางที่ 10

3.11.1.5 รูปแบบในการเดินสายฝังผนังหรือเดินลอยให้เป็นแบบเดียวกันกับการติดตั้งในระบบไฟฟ้ากำลัง

3.11.1.6 ห้ามติดตั้งไฟ/สายสัญญาณร่วมในช่องเดินสายเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้าชนิดอื่น

3.12 ความต้องการอื่นๆ

3.12.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือพิเศษไว้เพื่อส่งมอบพร้อมกับตู้สาขาอย่างน้อย ดังนี้

1) มัลติมิเตอร์พร้อมสาย	1	Set
2) มีดปลอกสายโทรศัพท์ (Cable Sliter)	2	Set
3) คีมปากแหลม คีมตัด	2	Set
4) ชุดไขควงแบนและแฉก	2	Set
5) เครื่องทดสอบสัญญาณ (Line Man Test Set)	1	Set
6) เครื่องมือเข้าและถอดสาย (Insertion Tools)	2	Set

3.12.2 หนังสือคู่มือและการฝึกอบรม

3.12.2.1 ต้องมีหนังสือคู่มือการใช้งานและซ่อมบำรุงเป็นภาษาไทย จำนวน 3 ชุด

3.12.2.2 ต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาเป็นอย่างดีภายใน 6 เดือน หลังจากติดตั้งเสร็จ



3.13 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งระบบโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ ต้องเป็นไปตามข้อ 1.3.3 ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 9

จำนวนสูงสุดของสายโทรศัพท์ TIEV/UTP ในท่อร้อยสาย

ขนาดสาย TIEV/UTP	จำนวนสูงสุดของสาย TIEV/UTP ในท่อร้อยสาย					
	12.7 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	50 (2")
2C-0.65 mm (TIEV)	5	12	22	34	50	89
3C-0.65 mm (TIEV)	4	11	19	31	44	79
4C-0.65 mm (TIEV)	4	9	16	26	38	67
5C-0.65 mm (TIEV)	3	8	14	22	32	58
6C-0.65 mm (TIEV)	3	6	12	19	27	48
4P UTP CAT 5E	2	4	7	12	19	29



ตารางที่ 10

จำนวนสูงสุดของสายโทรศัพท์ TPEV ในท่อร้อยสาย

No of Pairs	จำนวนสูงสุดของสายโทรศัพท์ TPEV 0.65 mm ในท่อร้อยสาย									
	12.7 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	50 (2")	60 (2 1/2")	75 (3")	90 (3 1/2")	100 (4")
3	1	3	5	8	12	21	33	48	66	86
4	1	2	4	6	9	16	25	37	50	66
5	-	2	3	5	8	14	22	32	43	57
6	-	1	3	5	7	13	20	29	40	53
8	-	1	2	4	6	11	17	25	35	45
10	-	1	2	4	5	10	16	23	32	42
11	-	1	2	3	5	9	15	22	30	39
12	-	1	2	3	5	9	14	21	28	37
15	-	1	1	3	4	7	12	17	23	31
16	-	1	1	2	4	7	11	16	22	29
20	-	-	1	2	3	5	9	13	17	23
21	-	-	1	2	3	5	8	12	17	22
25	-	-	1	1	2	4	7	11	15	19
30	-	-	1	1	2	4	6	9	12	16
40	-	-	-	1	1	3	5	7	10	13
50	-	-	-	1	1	2	4	5	8	10



4. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Pre-Signal หรือ Multiplex System ตามที่กำหนดในแบบ
- 4.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์รุ่นล่าสุด และต้องเป็นสินค้าใหม่ที่ไม่เคยถูกใช้งานที่ใดมาก่อน
- 4.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอกับคุณสมบัติทางเทคนิคตามข้อกำหนดนี้ และจัดทำรายการจำนวนอุปกรณ์โดยระบุชนิดรุ่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ประเทศผู้ผลิตของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้รวมถึงอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดเสนอผู้ว่าจ้างพิจารณา
- 4.1.4 ผลิตภัณฑ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยและมีหน่วยบริการหลังการขาย พร้อมหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายและผลงานด้านบริการ
- 4.1.5 หากในแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีสัญลักษณ์แสดงการติดตั้งลำโพงประกาศเรียกฉุกเฉิน หมายถึงผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ Voice Evacuation ให้ระบบทำงานได้ครบชุดทั้งนี้อาจรวมหรือไม่อยู่ใน Fire Alarm Control Panel ก็ได้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- 4.1.6 ผู้รับจ้างต้องแสดงหนังสือรับรองการติดตั้งและการโปรแกรมซอฟต์แวร์จากบริษัทผู้ติดตั้งโดยตรงที่มีผู้ผ่านการอบรมการติดตั้งผลิตภัณฑ์นั้นโดยเฉพาะ

4.2 มาตรฐาน

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NFPA หรือ FM หรือ UL และการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้องของ วสท.

4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ประกอบด้วย แผงควบคุมรวม แผง Graphic Annunciator เครื่องประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

4.3.1 แผงควบคุมรวม (Fire Alarm Control Panel)

- 4.3.1.1 ต้องควบคุมด้วย Microprocessor สามารถ Supervise อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบได้
- 4.3.1.2 เป็นชุดประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.3.1.3 ทำงานด้วยระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ โดยแปลงจากระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

220V หรือ 230V 50 Hz



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า : 4-168
---------------	--	--------------	--------------

4.3.1.4 มีอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- หลอดไฟสัญญาณ Indicator Lamp แสดงให้รู้ว่าเปิดไฟ (AC Power On) หลอดแสดงการเกิดเพลิงไหม้ (Alarm) หลอดแสดงเหตุขัดข้อง (Trouble) หรือ หลอดแสดงสาเหตุของการขัดข้อง เช่น ไฟเมนเสีย (AC Power Failure) แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ (Low Battery Voltage) วงจรรั่วลงดิน (Ground)
- สวิตช์ควบคุม (Control Switch) สำหรับตัดเสียงสัญญาณ (Alarm Silence/Acknowledge) สวิตช์ยกเลิกสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (System Reset Switch) เมื่อเหตุการณ์ปกติสวิตช์ส่งเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (General Alarm) สวิตช์ทดสอบหลอดไฟสัญญาณ (Lamp Test Switch)

4.3.2 แผง Graphic Annunciator

4.3.2.1 เป็นแผงบอกตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้ เป็นแผงผังอาคารมีหลอดไฟ LED แสดงตำแหน่งชั้นและโซนที่เกิดเหตุและมีสัญญาณเสียง มีสวิตช์ทดสอบ Lamp และสวิตช์สำหรับตัดเสียงเตือนประกอบอยู่หน้าตู้ จำนวน LED ให้ติดตั้งตามตำแหน่งหัว Detector ให้มากที่สุด ยกเว้นหากพื้นที่อาจติดกันแน่นเกินไป

4.3.2.2 เป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ โดยบริษัทตัวแทนจำหน่ายระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผู้รับจ้างต้องจัดทำรูปแบบเสนอผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง

4.3.3 เครื่องประจุแบตเตอรี่และแบตเตอรี่

4.3.3.1 เครื่องประจุแบตเตอรี่ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับแรงดันไฟสลับ 220 V หรือ 230 V 50 Hz และแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ หลอดไฟสัญญาณแสดงการทำงาน เช่น แสดงการทำงานในสภาวะปกติ เป็นต้น พร้อมทั้งมีระบบป้องกันต่างๆ เช่น กระแสเกิน การลัดวงจร ฯลฯ เป็นต้น

4.3.3.2 แบตเตอรี่เป็นชนิดกรด-ตะกั่ว (Sealed lead Acid Maintenance Free) และ/หรือนิกเกิลแคดเมียม ซึ่งมีกำลังพอให้ระบบทำงานในสภาวะปกติได้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง และมีกำลังพอให้เครื่องสัญญาณทำงานได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 10 นาทีในชั่วโมงที่ 12 พร้อมแสดงรายการคำนวณเสนอผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ

4.3.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Initiating Devices)

4.3.4.1 ดีเทคเตอร์จับความร้อน (Heat Detector)



เป็นแบบผสมของอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 8.5°C ต่อนาที (15°F ต่อนาที) และอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนดมากกว่า 58°C (135°F) ซึ่งสามารถตรวจจับความร้อนครอบคลุมพื้นที่ได้ไม่น้อยกว่า 50 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร

4.3.4.2 ดีเทคเตอร์จับควัน (Smoke Detector)

เป็นแบบ Ionization หรือ Photoelectric ซึ่งสามารถตรวจจับควันครอบคลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 80 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร และมีหลอดไฟสัญญาณ (Response Lamp)

4.3.4.3 สวิตช์แจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ (Manual Station)

เป็นชนิดติดตั้งแบบดึงหรือปุ่มกดอยู่ใต้แผ่นพลาสติก สามารถ Reset ได้ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.3.4.4 อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ (Alarm Indicating Device)

เป็นแบบระฆัง (Bell) ชนิดติดลอย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความดังไม่น้อยกว่า 90 dB ที่ระยะ 1 เมตร ทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสตรง 24 V หรือแบบลำโพง (Speaker)

4.3.4.5 ระบบ Voice Evacuation

ระบบต้องมี Amplifier สำหรับลำโพงที่มีขนาดพอเพียง, ระบบต้องสามารถประกาศอัตโนมัติได้ทั้งตามข้อความที่บันทึกไว้ และข้อความจากผู้ประกาศสด, ระบบเสียงที่ประกาศต้องมีความชัดเจนเพียงพอ ลำโพงที่ใช้ต้องได้ตามมาตรฐาน UL หรือ FM และต้องเป็นลำโพงที่ใช้สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยเฉพาะ มีการปรับ Tap ความดังได้ และต้องปรับความดังให้เหมาะสมกับพื้นที่ หากเป็นแบบฝังฝ้าต้องเป็นรูปแบบที่เรียบแนบกับฝ้าเพดานสวยงาม

4.3.5 การทำงานของระบบ

เมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จากโซนใด หลอดไฟสัญญาณของโซนนั้นจะติดหรือกระพริบพร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่แผ่ครอบคลุมรวม จนกว่าจะกดสวิตช์ตัดเสียง แต่หลอดไฟสัญญาณยังคงติดอยู่จนกว่าระบบจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ แต่ถ้าหากไม่มีผู้ใดกดสวิตช์ตัดเสียง ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (0-3 นาที) ระบบจะส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกิดเหตุ โซนข้างเคียงที่เกิดเหตุและ/หรือโซนอื่นๆ ตามลำดับภายในเวลาที่กำหนด (4-10 นาที) และต้องส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับเพลิงไหม้อื่นๆ ได้ เช่น ลิฟต์ ระบบอัดอากาศ ระบบระบายควัน เป็นต้น



4.3.6 ระบบการเดินสาย

4.3.6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบการเดินสายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต่าง ๆ ต้องเป็นระบบ 2 สาย (Class B) โดยที่ปลายสายมีความต้านทานต่อไว้ ซึ่งสามารถตรวจสอบ (Supervised) สภาวะต่างๆ ในวงจรของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ เช่น สายขาดหรือสายรั่วลงดิน เป็นต้น

4.3.6.2 สำหรับระบบที่แบบกำหนดเป็น Multiplex System การเดินสายสัญญาณจากแผงควบคุมรวมไปยังแผงประจำชั้นต่างๆ ให้ใช้สาย Twisted pair มี Shield ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

4.3.6.3 สายสัญญาณสำหรับ Bell ต้องเป็นสายทนไฟตามที่ระบุในแบบ

4.3.6.4 รูปแบบในการเดินสายฝังผนังหรือเดินลอยให้เป็นแบบเดียวกันกับการติดตั้งในระบบไฟฟ้ากำลัง

4.3.6.5 ห้ามติดตั้งสายสัญญาณรวมในช่องเดินสายเดียวกันกับสายไฟฟ้ากำลัง

4.3.6.7 ห้ามติดตั้งสายไฟ/สายสัญญาณรวมในช่องเดินสายเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้าชนิดอื่น

4.3.7 การเชื่อมต่อกับระบบอื่น

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องทำงานประสานกับระบบอื่นๆ เพื่อความปลอดภัยดังต่อไปนี้

4.3.7.1 รีเลย์ควบคุมให้ลิฟต์ที่สามารถบรรจุทุกคน ให้ลงมาจอดที่ชั้นล่างสุดของอาคาร

4.3.7.2 รีเลย์ควบคุมให้ Pressurized Fan ทุกตัว (ถ้ามี) ทำงาน

4.3.7.3 รีเลย์ควบคุมส่งสัญญาณไปยังระบบเสียงประกาศ

4.3.7.4 รีเลย์ควบคุมส่งสัญญาณไปยังระบบอื่นๆ ที่มีตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด

4.4 การติดตั้ง

การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องเป็นไปตามข้อ 1.3.3 ในส่วนที่เกี่ยวข้อง



4.5 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามมาตรฐาน NFPA หรือตามมาตรฐาน วสท. และตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

4.6 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาระบบด้วย



5. ระบบประกาศเรียกฉุกเฉิน

5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 5.1.1 ระบบประกาศเรียกฉุกเฉินในโครงการนี้ถือเป็นระบบส่วนหนึ่งในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตาม มาตรฐาน วสท. ให้ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- 5.1.2 ผู้รับจ้างต้องแสดงหนังสือรับรองการติดตั้งและการโปรแกรมซอฟต์แวร์จากบริษัทผู้ติดตั้งโดยตรงที่มีผู้ผ่านการอบรมการติดตั้งผลิตภัณฑ์นั้นโดยเฉพาะ

5.2 มาตรฐาน

ระดับความดัง และการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้องของ วสท. โดยอุปกรณ์หลักที่ใช้ต้องออกแบบมาเพื่อสำหรับงานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยเฉพาะ และต้องมาตรฐาน UL หรือ FM

5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

ความต้องการทางด้านเทคนิคขั้นต่ำเป็นดังนี้

5.3.1 Amplifier

- 5.3.1.1 ต้องมีขนาดเพียงพอตามมาตรฐานผู้ผลิต

5.3.2 ลำโพง

- 5.3.2.1 แบบติดตั้งผนังต้องมีรูปทรงเรียบกลืนกับฝ้าเพดาน
- 5.3.2.2 ต้องปรับ Tap ได้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่

5.3.3 ระบบประกาศ

- 5.3.3.1 ต้องมีอุปกรณ์ให้สามารถประกาศได้ทั้งแบบเป็นข้อความอัตโนมัติ และข้อความพูดสด

5.4 การติดตั้ง

- 5.4.1 ให้ติดตั้งตามแบบ โดยตำแหน่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามหน้างาน
- 5.4.2 ต้องติดตั้งด้วยสายท่อนไฟตามที่ระบุในแบบ
- 5.4.3 ห้ามติดตั้งสายไฟ/สายสัญญาณรวมในช่องเดินสายเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้าชนิดอื่น
- 5.4.4 รูปแบบการเดินสายเป็นแบบเดียวกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



5.5 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่คุณว่าจ้างเห็นสมควร โดยเสียงที่ประกาศต้องมีความชัดเจน ดังครอบคลุมทุกพื้นที่ตามจุดประสงค์ของแบบ

5.6 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของคุณว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาระบบด้วย



6. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

6.1 ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับสายสัญญาณ

- อุปกรณ์ระบบสายสัญญาณทุกชิ้นได้รับประกันคุณภาพสินค้าตามเกณฑ์มาตรฐานและต้องมีหนังสือรับรองคุณภาพอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 25 ปี จากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง
- ต้องมีทีมที่มีความสามารถและประสบการณ์ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณและต้องมีบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการติดตั้งการทดสอบและการออกแบบระบบที่ได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
- ต้องทำการทดสอบสายนำสัญญาณ UTP Cat6 ด้วยเครื่องทดสอบไม่น้อยกว่า Flukes Model DTX 1800 (Cable Analyzer) โดยเครื่องต้องได้รับการสอบเทียบ(Calibration) จากบริษัทผู้จำหน่ายภายในไม่เกิน 1 ปีโดยต้องแนบเอกสารมาพร้อมกันในวันส่งมอบ และส่งสำเนาผลทดสอบสายให้กรรมการตรวจพิจารณา อย่างน้อย 1 ชุดและแผ่น CD 1 ชุด
- ต้องทำการทดสอบสายใยแก้วนำแสงด้วยเครื่องทดสอบไม่น้อยกว่า Noyes M200 (OTDR) และส่งผลทดสอบให้กรรมการตรวจพิจารณาอย่างน้อย 1 ชุดและแผ่น CD 1 ชุด
- ต้องมีหนังสือรับรองจากตัวแทนจำหน่ายและรับรองอุปกรณ์ที่ใช้ไม่เคยผ่านการติดตั้งใช้งานมาก่อน
- อุปกรณ์และวัสดุทุกชิ้นที่เสนอ หรือนำมาใช้ติดตั้งในงานนี้จะต้องมีตัวอย่างและ/ หรือเอกสารที่แสดงข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ เสนอต่อคณะพิจารณาและอนุมัติก่อนจึงใช้ติดตั้งได้
- การติดตั้งสายเคเบิลทั้งหมดนี้ให้รวมถึงการติดตั้งและจัดหาอุปกรณ์ปลายทาง อื่นๆที่จำเป็นในจำนวนที่เหมาะสม เช่น Metal box, Enclosure, Patch Panel, Patch Cord, (ที่ประกอบสำเร็จแล้วจากโรงงาน) เพื่อระบบสามารถใช้งานได้ทันที ตามรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย
- ขนาดของท่อต่างๆ และราง Wireway จะต้องมีความหนาแน่นที่หน้าตัด ของสายสัญญาณรวมกันต้องไม่มากกว่า 60% ของพื้นที่ภายในท่อและตามที่กำหนดในแบบ
- การเดินท่อต่างๆต้องมีรัศมีในการโค้งงอไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตสายสัญญาณกำหนด และมีการควบคุมภายในท่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับฉนวนของสายสัญญาณ
- มีการติดตั้งกล่องดึงสาย (Pull Box) ซึ่งสามารถปิดได้สนิท ตามจุดหักมุมของท่อให้สามารถบำรุงรักษาได้ในอนาคต
- รูปแบบในการเดินสายฝังผนังหรือเดินลอยให้เป็นแบบเดียวกันกับการติดตั้งในระบบไฟฟ้ากำลัง
- ห้ามติดตั้งสายสัญญาณรวมในช่องเดินสายเดียวกันกับสายไฟฟ้ากำลัง
- ห้ามติดตั้งสายไฟ/สายสัญญาณรวมในช่องเดินสายเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้าชนิดอื่น
- ห้ามใช้รางเดินสายเหนือฝ้าเพดานที่ไม่สามารถถอดซ่อมบำรุงได้
- เหล็กแขวนและฉากรับราง Wireway ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม



- ข้อต่อของท่อหรือราง Wireway ต้องเป็นชนิดที่ทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต ห้ามทำการตัดโค้งเอง และเมื่อต่อกับท่อหรือราง Wireway จะต้องปิดสนิทและต้องไม่มีช่องเปิดที่จะทำให้หนูสัตว์ไต่คลานหรือแมลงอื่นๆ เล็ดลอดเข้าไปในระบบท่อร้อยสายได้
- การเดินสายเข้าตู้ Rack จะต้องใส่ไว้ในท่ออ่อนหรือท่ออ่อนกันน้ำเข้าไปจนถึงภายในของตู้ และต้องทำการปิดช่องทางที่หนูสัตว์ไต่คลานหรือแมลงอื่นๆ จะเข้าไปในรางร้อยสายและตู้ Rack ทั้งหมด
- ห้ามใช้สารเคมีใดๆ ทาสายเพื่อหล่อลื่นในการร้อยสายในท่อ หรือรางเดินสาย
- การเรียงสีของสายใยแก้วนำแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ TIA/EIA 568 และการเชื่อมต่อโดยการ Splice ปลายสายให้ใช้ ชนิด Pigtail SC (Connector Type SC) ตามขนาดและจำนวนของสายใยแก้วนำแสง
- ในการทดสอบซึ่งผู้เสนอราคาต้องกระทำภายหลังการติดตั้งสายเข้ากับอุปกรณ์ Patch Panel และเข้าหัวทั้ง 2 ด้านแล้ว ผู้เสนอราคาต้องทดสอบงานทั้งหมด (100% Inspector) และทำการบันทึกผลการทดสอบและรายงานผลการทดสอบเพื่อประกอบในการตรวจรับต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนการตรวจรับงาน
- หากกรรมการมีข้อสงสัย ในการทดสอบหรือในรายงานผลการทดสอบ ผู้รับเหมาต้องนำเครื่องมือทดสอบมาทดสอบให้คณะกรรมการดูหน้างานอีกครั้ง
- การติดตั้งสายสัญญาณแต่ละเส้น จะต้องมีการทำป้ายสัญลักษณ์บอกชื่อรหัสสายสัญญาณแต่ละเส้น เพื่อความสะดวกในการใช้การอ้างอิงเรียกชื่อสายในแต่ละจุดติดตั้ง ในการดูแลและบำรุงรักษาระบบเครือข่าย
- ต้องเสนอแบบแนวทางเดินสายและวิธีการเดินสายรวมทั้งแผนงานการติดตั้ง
- ต้องกำหนดรหัสสีของ Outlet และ Patch Panel ให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานโดยกำหนดให้ Outlet และ Patch Panel สีแดงสำหรับระบบงานภายในที่มีความสำคัญ, Outlet และ Patch Panel สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน สำหรับระบบงานทั่วไป
- ต้องมีกุญแจสำหรับ ป้องกันการดึงสาย Patch Cord ออกจาก Patch Panel และต้องกำหนดสีของสาย Patch Cord ให้สอดคล้องกับ สีของ Patch Panel ด้วย
- ระบบเครือข่าย (Network) ต้องทำการแบ่งลักษณะงานอย่างน้อยออกเป็น 2 ระบบงาน โดยการเชื่อมต่อโครงข่าย Network แต่ละช่วงโซนและระหว่างชั้นต้องใช้เป็นสายใยแก้วนำแสง
- การติดตั้งระบบสายสัญญาณเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Ethernet LAN Switch ต้องทำการติดตั้งภายในตู้ Rack มาตรฐาน 19" ตามแบบที่กำหนด
- สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) เป็นเส้น เดียวโดยตลอด โดยไม่อนุญาตให้มีการเชื่อมต่อระหว่างทาง
- ต้องจัดหาอุปกรณ์ตู้ Rack ให้มีขนาดที่สามารถใส่อุปกรณ์ Network Switch ได้โดยต้องมีพื้นที่ด้านหลังเหลือไว้สำหรับระบบระบายอากาศของ Network Switch



- ต้องจัดหาสาย Fiber Optic Patch Cord ให้เพียงพอและเหมาะสมกับการเชื่อมต่อ Network Switch
- ต้อง จัดหาสาย UTP Patch Cord ให้เพียงพอต่อการใช้งาน
- ต้องจัดหาปลั๊กไฟสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ Network Switch อย่างเพียงพอ
- หากไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ให้เดินสายสัญญาณในช่องเดินสายโลหะ ตามมาตรฐาน วสท.
- ระบบสายสัญญาณ UTP/Fiber Optic Cable ที่นำเสนอต้องได้รับการรับประกันการใช้งาน เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 25 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ / บริษัทสาขาในประเทศไทยหรือ บริษัทตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย ซึ่งต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

6.2 สายนำสัญญาณใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร (Outdoor Fiber Optic Cable)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.2.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร (Indoor/Outdoor Optical Fiber Cable) ขนาดไม่น้อยกว่า 12 Cores เหมาะสมกับการติดตั้งภายนอกอาคารทั้งแบบเดินท่อร้อยสาย (Duct), ฝังดิน (Direct Burial) หรือแขวนเสา (Aerial)
- 6.2.2 เป็นสายแบบ Single mode 9/125 μm ที่ผลิตตรงตามมาตรฐานของสายใยแก้วนำแสง G652
- 6.2.3 มีโครงสร้างเป็น Loose Tube โดยมี Fiber Reinforced Plastic (FRP) อยู่ล้อมรอบสายเพื่อช่วยรองรับแรงดึงและเสริมความแข็งแรงของสายนำสัญญาณ
- 6.2.4 สามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้ (Rodent Protection) และไม่มีส่วนประกอบที่เป็นโลหะ (Non-metallic)
- 6.2.5 Outer sheath ทำจากวัสดุ High Density Polyethylene (HDPE) สามารถป้องกันคลื่นหรือแสง UV ได้
- 6.2.6 อัตราการสูญเสีย (Attenuation) ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm ไม่เกิน 0.42 dB/km และที่ความยาวคลื่นแสง 1550 nm ไม่เกิน 0.28 dB/km
- 6.2.7 มีค่า Dispersion ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm ไม่มากกว่า 3.5 ps/nm.km และที่ความยาวคลื่นแสง 1550 nm ไม่มากกว่า 18 ps/nm.km
- 6.2.8 มีค่า Crush Resistance ไม่น้อยกว่า 300N/cm
- 6.2.9 สามารถทนแรงดึงขณะการติดตั้งได้ไม่ต่ำกว่า 1150 N และขณะการใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 560 N
- 6.2.10 มี Bending Radius ระหว่างการติดตั้ง อย่างน้อยกว่า 20 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลหรือดีกว่า
- 6.2.11 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -30 ถึง +60 องศาเซลเซียส
- 6.2.12 มีการระบุความยาวของสายเคเบิล และรหัสสีเพื่อใช้จำแนกสายใยแก้วนำแสงเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและใช้งาน



- 6.2.13 ต้องไม่มีการเชื่อมต่อระหว่างทาง โดยต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดจนถึงจุดกำหนดการใช้งาน
- 6.2.14 ปลายสายให้ Terminate ด้วย Pigtail ติดตั้งเข้ากับแผงกระจายสายใยแก้วนำแสงและอีกด้านให้ทั้งปลายสายไว้ และให้จัดหาอุปกรณ์การเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง ชนิดติดตั้งภายนอกอาคารแบบติดตั้งแขวนหรือยึดติดกับเสาไว้อย่างน้อย 1 ชุด
- 6.2.15 ผู้รับเหมาต้องทำการทดสอบสายจากด้านที่ทำการ Splice แล้ว ด้วยเครื่อง OTDR และส่งรายงานผลทดสอบให้กับคณะกรรมการอย่างน้อย 1 ชุด
- 6.2.16 รับประกันการใช้งานทั้งระบบอย่างน้อย 25 ปีในสภาวะใช้งานปกติ

6.3 สายต่อพ่วง Fiber Optic (FO Patch Cord)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.3.1 เป็นสายต่อพ่วงชนิด Duplex SC, Single mode 9/125 ตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801 มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร และสามารถเข้ากับอุปกรณ์ที่เสนอได้
- 6.3.2 เป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน โดยมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
- 6.3.3 จัดเตรียมสายให้มีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน ทั้งบริเวณแผงกระจายสายใยแก้วนำแสง และบริเวณจุดใช้งาน
- 6.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ สาย Fiber Optic

6.4 หัวต่อสายใยแก้วนำแสง (FO Connector)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.4.1 เป็นหัวต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ SC, Single mode และสามารถเข้ากับอุปกรณ์ที่เสนอได้
- 6.4.2 มีค่า Insertion Loss ไม่มากกว่า 0.3 dB
- 6.4.3 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ สาย Fiber Optic

6.5 อุปกรณ์เชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบติดตั้งภายนอกอาคาร

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.5.1 เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ติดตั้งได้ในแบบแนวนอน มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและแมลงเข้า
- 6.5.2 สามารถรองรับสายเข้า-ออกได้ตั้งแต่ 4, 6, 8 และ 12 core ได้เป็นอย่างน้อย
- 6.5.3 รองรับการเชื่อมต่อได้อย่างน้อย 48 Core
- 6.5.4 มี Splice Tray แบบ 12 Core มาอย่างน้อย 4 ชุด



6.6 สายนำสัญญาณใยนำแก้วนำแสงภายในอาคาร (Indoor Fiber Optic Cable)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.6.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงภายในอาคาร (Indoor Optical Fiber Cable) ขนาดไม่น้อยกว่า 6 Cores เหมาะสมกับการติดตั้งภายในอาคารระหว่าง FD (Floor Distribution) และ BD (Building Distribution).
- 6.6.2 เป็นสายแบบ Multimode 50/125 μm ที่ผลิตตรงตามมาตรฐานของสายใยแก้วนำแสง
- 6.6.3 มีโครงสร้างเป็น Tight buffer 900 μm โดยมีชั้นของ Aramid yarn strengre แทรกอยู่ในระหว่างสายใยแก้วนำแสงเพื่อช่วยรองรับแรงดึงและเสริมความแข็งแรงของสายนำสัญญาณ
- 6.6.4 Frame Rated Jacket ทำจากวัสดุชนิด Flame Low Smoke Halogen Free design meets IEC 60332-1, IEC 61034 เพื่อป้องกันภัยจากควันและก๊าซพิษเมื่อเกิดไฟไหม้
- 6.6.5 สนับสนุนการทำงานด้วยมาตรฐาน Gigabit Ethernet
- 6.6.6 อัตราการสูญเสีย (Attenuation) ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm ไม่สูงกว่า 3.0 dB/km และที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm ไม่สูงกว่า 1.0 dB/km
- 6.6.7 มี Bandwidth ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm ไม่น้อยกว่า 500 MHz.km และที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm ไม่น้อยกว่า 800 MHz.km.
- 6.6.8 สามารถทนแรงดึงขณะการติดตั้งได้ไม่ต่ำกว่า 900 N และขณะการใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 450 N
- 6.6.9 มีการระบุความยาวของสายเคเบิล และรหัสสีเพื่อใช้จำแนกสายใยแก้วนำแสงเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและใช้งาน
- 6.6.10 ต้องไม่มีการเชื่อมต่อระหว่างทาง โดยต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดจนถึงจุดกำหนดการใช้งาน
- 6.6.11 ปลายสายทุกเส้นให้ Terminate ด้วย Connector หรือ Pigtail ติดตั้งเข้ากับแผงกระจายสายใยแก้วนำแสง
- 6.6.12 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ สายสัญญาณ UTP CAT6

6.7 สายสัญญาณ UTP

ให้ใช้สายสัญญาณ UTP CAT6 ที่มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้

6.7.1. สายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CAT6

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

6.7.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ทุกอย่างเป็นชนิด Category 6 หรือสูงกว่า ขนาด 24 AWG โดยเฉพาะวัสดุที่เป็นสายนำสัญญาณสามารถรองรับการส่งสัญญาณได้ที่

- Ethernet 10Base-T, 100Base-T (Fast Ethernet), 1000Base-T (Gigabit Ethernet)
- 155 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
- Token Ring 4/16

6.7.1.2 ได้รับมาตรฐาน ISO 11801 และ TIA-568-B.2 Category 6



- 6.7.1.3 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -20 to 60 degree C during operation
- 6.7.1.4 ค่า DC Resistance น้อยกว่า 9.38 Ohm ที่ 100 เมตร
- 6.7.1.5 ค่า Mutual Capacitance น้อยกว่า 5.6 nF per 100M at 1 kHz
- 6.7.1.6 ค่า Characteristic Impedance 100 Ohm +/- 15% up to 100 MHz per ASTM D 4566 Test at 20°C
- 6.7.1.7 ค่า DC Resistance Unbalance น้อยกว่า 5% at 20°C per ASTM D 4566
- 6.7.1.8 รองรับ Minimum Bend Radius 4 x cable diameter
- 6.7.1.9 รองรับ Ultimate Breaking Strength มากกว่า 400 N(90 lbf)
- 6.7.1.10 รองรับ Installation Tension 110 N(25lbf)
- 6.7.1.11 ในส่วนของ Conductors/insulation ต้องทำจาก HDPE
- 6.7.1.12 Flame rating รองรับมาตรฐาน UL 1685
- 6.7.1.13 ใต้รับมาตรฐาน ISO 9000 และ ISO 14001
- 6.7.1.14 เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ RJ45 Modular Jack และ RJ45 Patch Panel
- 6.7.1.15 บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001
- 6.7.2. เ้ารับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ 45 modular Jack) ชนิด UTP**
มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- 6.7.2.1 เป็นเ้ารับแบบ RJ-45 Modular Jack Category 6/Class E
- 6.7.2.2 ต้องสามารถเข้า Code สีแบบ TIA/EIA-568-B.2-1 และ ISO 11801
- 6.7.2.3 Contact ด้านหน้ามีการเคลือบด้วยทองมีความหนาไม่ต่ำกว่า 50 Microninchs
- 6.7.2.4 รองรับมาตรฐาน IEC 60603-7 และ FCC Part 68 Subpart F
- 6.7.2.5 มีการทดสอบ 100% performance tested และ backwards compatible และมี QC Number ติดที่ของใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น
- 6.7.2.6 เ้ารับสายสัญญาณต้องมีสีให้เลือกมากกว่า 8 สีเพื่อง่ายต่อการจัดการภายในองค์กร
- 6.7.2.7 สามารถรองรับการส่งสัญญาณได้ที่
- 6.7.2.8 Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T (Fast Ethernet), 1000BASE-T (Gigabit Ethernet)
- 6.7.2.9 155 Mb/s ATM, 622 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
- 6.7.2.10 Token Ring 4/16
- 6.7.2.11 Voice over internet protocol (VoIP)
- 6.7.2.12 ผ่านการทดสอบค่า Next มากกว่า 46.0 db@250 MHz
- 6.7.2.13 ผ่านการทดสอบค่า Return Loss มากกว่า 16.0 db@250 MHz



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า: 4-180
---------------	--	--------------	-------------

- 6.7.2.14 ผ่านการทดสอบค่า Attenuation น้อยกว่า 0.32 db@250 MHz
- 6.7.2.15 ผ่านการทดสอบค่า Fext มากกว่า 35.1 db@250 MHz
- 6.7.2.16 ผ่านการทดสอบค่า LCL มากกว่า 20.0 db@250 MHz
- 6.7.2.17 บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

6.7.3. สาย PATCH CORD Cat.6

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.7.3.1 เป็นสาย Patch Cord ชนิด UTP ชนิด Category 6 ตามมาตรฐาน ISO 11801 2nd Edition Class E
- 6.7.3.2 สาย UTP Patch Cord ทุกเส้นต้องผลิตจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง ซึ่งตัว Modular Plug และ Boot ต้องต่อติดเป็นชิ้นเดียวกัน และมีลักษณะเป็นแบบ Angle ชิ้นเดียวเพื่อป้องกันการหักพังและยืดอายุการใช้งาน
- 6.7.3.3 Code สีแบบ TIA/EIA-568-B.2-1
- 6.7.3.4 Contact ด้านหน้ามีการเคลือบด้วยทองมีความหนาไม่ต่ำกว่า 50 Microninchs
- 6.7.3.5 รองรับมาตรฐาน IEC 60603-7, FCC Part 68 Subpart F
- 6.7.3.6 มีการทดสอบ 100% performance tested และมี QC Number ติดที่ช่องใส่ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น
- 6.7.3.7 มีสีของสาย Patch Cord ให้เลือกมากกว่า 5 สี
- 6.7.3.8 รองรับมาตรฐาน UL rated No.1863
- 6.7.3.9 สามารถรองรับการส่งสัญญาณได้ที่
- 6.7.3.10 Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T (Fast Ethernet), 1000BASE-T (Gigabit Ethernet)
- 6.7.3.11 155 Mb/s ATM, 622 Mb/s ATM, 1.2 Gb/s ATM
- 6.7.3.12 Token Ring 4/16
- 6.7.3.13 อุปกรณ์ UTP Cat.6 ทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 6.7.3.14 บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

6.7.4. แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) Cat 6

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.7.4.1 แผงพักสายทองแดงตีเกลียวสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- 6.7.4.2 เป็นเทคโนโลยีแบบ Snap In Face Module เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดตั้งและแก้ไขซ่อมแซมในอนาคตและมี 6 Module แต่ละ Module รองรับ Modular Jack ได้ 4 Modular Jack ต่อแผงพักสายขนาด 1U
- 6.7.4.3 แผงพักสายทองแดงตีเกลียวสามารถรองรับ Modular Jack แบบเดียวกันกับตัวรับสายสัญญาณและสามารถรองรับได้ทั้ง Cat.6 และ Cat.5



6.7.5. หน้ากาก (Face Plate)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

6.7.5.1 มีตั้งแต่ 1 ช่องขึ้นไปสามารถรองรับหัวต่อชนิด RJ45 ได้เป็นอย่างดี

6.7.5.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเปลี่ยนใส่หัว RJ 45 Modular Jack ที่เป็นผลิตภัณฑ์และรุ่นอนุกรมเดียวหน้ากากระบบไฟฟ้ากำลัง

6.8 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Network Switch

6.8.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณหลัก Core Switch จำนวน 1 ชุด

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

6.8.1.1 สามารถทำหน้าที่ Routing และ Switching ได้ในอุปกรณ์ชุดเดียวกันและสามารถทำงานในระดับ Layer 2 และ Layer 3 ได้

6.8.1.2 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งบนตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19" ได้

6.8.1.3 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้และติดตั้ง Power Supply 2 ชุด

6.8.1.4 ได้รับมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

6.8.1.5 สามารถทำงานได้ที่สภาวะแวดล้อมอุณหภูมิ 0 ถึง 45 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า

6.8.1.6 เป็นอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำหลัก (SDRAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 512 MB

6.8.1.7 เป็นอุปกรณ์สวิตช์ที่มีขนาดของ Routing/Switching Capacity สูงสุดต่อหนึ่งอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 224 Gbps และ Forwarding Throughput สูงสุดไม่น้อยกว่า 166.6 Mpps

6.8.1.8 มีคุณสมบัติการทำขนาด Routing Table ไม่น้อยกว่า 12,000 entries

6.8.1.9 สามารถรองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 MAC address

6.8.1.10 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต โดยเป็นพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ตและ SFP+ จำนวน 2 ชุด

6.8.1.11 รองรับการเพิ่มขยายพอร์ต 10GE ได้ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

6.8.1.12 สามารถเพิ่มขยายพอร์ตด้วยวิธีการขยายอุปกรณ์ในรูปแบบ Stacking และขยายได้ไม่น้อยกว่า 8 อุปกรณ์

6.8.1.13 สามารถทำ Access Control List หรือ Policy Filtering, IP Source Guard และ Dynamic ARP Inspection ได้



- 6.8.1.14 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Link Aggregate ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้ ไม่น้อยกว่า 128 Group
- 6.8.1.15 สามารถทำ Routing แบบ Static Route และ RIP version 1,2 ได้เป็นอย่างดี และ รองรับ OSPF ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.1.16 สามารถทำ Security Authentication แบบ IEEE 802.1x ร่วมกับ RADIUS ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.1.17 รองรับการจัดการ Traffic หรือ Quality of Service ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p , Strict priority (SP) queuing และ Weighted round robin (WRR) ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.1.18 สามารถทำ Multicast ตามมาตรฐาน IGMP และ IGMP Snooping ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.1.19 สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1s และ IEEE 802.1w
- 6.8.1.20 สามารถทำ Port Mirroring ได้ทั้งแบบ Ingress และ Egress ไปยังพอร์ตที่อยู่ในอุปกรณ์เดียวกัน สามารถส่งข้อมูลทางสถิติการใช้งานเครือข่ายแบบ NetFlow หรือ sFlow ได้
- 6.8.1.21 สามารถบริหารจัดการได้โดย CLI, GUI, SSHv2, SNMPv3, RMON
- 6.8.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Access Switch แบบที่ 1 จำนวน 6 ชุด**
มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- 6.8.2.1 สามารถทำหน้าที่ Routing และ Switching ได้ในอุปกรณ์ชุดเดียวกันและสามารถทำงานในระดับ Layer 2, 3 ได้
- 6.8.2.2 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งบนตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19" ได้
- 6.8.2.3 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
- 6.8.2.4 ได้รับมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย
- 6.8.2.5 สามารถทำงานได้ที่สภาวะแวดล้อมอุณหภูมิ 0 ถึง 45 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
- 6.8.2.6 มีขนาดของ Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 96 Gbps และสามารถทำงานที่ Wire Speed โดยมี Throughput ไม่ต่ำกว่า 71.4 Mpps ตามลำดับ
- 6.8.2.7 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 100/1000BaseTX จำนวนไม่น้อยกว่า 44 พอร์ต
- 6.8.2.8 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ Dual Personality จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ตซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ระหว่าง 1000BaseX (SFP) หรือ 10/100/1000 (RJ45)
- 6.8.2.9 สามารถทำ Routing แบบ Static Route ได้เป็นอย่างดี



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า : 4-183
---------------	--	--------------	--------------

- 6.8.2.10รองรับการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN
- 6.8.2.11รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC address
- 6.8.2.12สนับสนุนการทำ Access Control List ได้
- 6.8.2.13สามารถทำ Security Authentication แบบ IEEE 802.1x ร่วมกับ RADIUS ได้
- 6.8.2.14สามารถทำงาน Fast Failover Recovery แบบ RRPP (Rapid Ring Protection Protocol)
- 6.8.2.15รองรับการจัดการ Traffic หรือ Quality of Service ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p
- 6.8.2.16สามารถทำ Multicast ตามมาตรฐาน IGMP Snooping ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 6.8.2.17สามารถทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- 6.8.2.18สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1s และ IEEE 802.1w
- 6.8.2.19สามารถทำ Port Mirroring ได้ทั้งแบบ Ingress และ Egress ไปยังพอร์ตที่อยู่ในอุปกรณ์เดียวกันและต่างอุปกรณ์ได้
- 6.8.2.20รองรับการจับเก็บข้อมูลทางสถิติ การใช้งานเครือข่าย แบบ NetFlow หรือ sFlow ได้
- 6.8.2.21สามารถบริหารจัดการได้โดย CLI, GUI, SSHv2, SNMPv3, RMON
- 6.8.2.22ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch
- 6.8.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Access Switch แบบที่ 2 จำนวน 4 ชุด**
มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - 6.8.3.1 สามารถทำหน้าที่ Routing และ Switching ได้ในอุปกรณ์ชุดเดียวกันและสามารถทำงานในระดับ Layer 2, 3 ได้
 - 6.8.3.2 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งบนตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19" ได้
 - 6.8.3.3 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
 - 6.8.3.4 ได้รับมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย
 - 6.8.3.5 สามารถทำงานได้ที่สภาวะแวดล้อมอุณหภูมิ 0 ถึง 45 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
 - 6.8.3.6 มีขนาดของ Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 48 Gbps และสามารถทำงานที่ Wire Speed โดยมี Throughput ไม่ต่ำกว่า 35.7 Mpps ตามลำดับ
 - 6.8.3.7 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 100/1000BaseTX จำนวนไม่น้อยกว่า 20 พอร์ต



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า : 4-184
---------------	--	--------------	--------------

- 6.8.3.8 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ Dual Personality จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ตซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ระหว่าง 1000BaseX (GBIC หรือ SFP) หรือ 10/100/1000 (RJ45)
- 6.8.3.9 สามารถทำ Routing แบบ Static Route ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.3.10รองรับการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN
- 6.8.3.11รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC address
- 6.8.3.12สนับสนุนการทำ Access Control List ได้
- 6.8.3.13สามารถทำ Security Authentication แบบ IEEE 802.1x ร่วมกับ RADIUS ได้
- 6.8.3.14สามารถทำงาน Fast Failover Recovery แบบ RRPP (Rapid Ring Protection Protocol)
- 6.8.3.15รองรับการจัดการ Traffic หรือ Quality of Service ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p
- 6.8.3.16สามารถทำ Multicast ตามมาตรฐาน IGMP Snooping ได้เป็นอย่างดี
- 6.8.3.17สามารถทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- 6.8.3.18สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1s และ IEEE 802.1w
- 6.8.3.19สามารถทำ Port Mirroring ได้ทั้งแบบ Ingress และ Egress ไปยังพอร์ตที่อยู่ในอุปกรณ์เดียวกันและต่างอุปกรณ์ได้
- 6.8.3.20รองรับการจัดเก็บข้อมูลทางสถิติ การใช้งานเครือข่าย แบบ NetFlow หรือ sFlow ได้
- 6.8.3.21สามารถบริหารจัดการได้โดย CLI, GUI, SSHv2, SNMPv3, RMON
- 6.8.3.22ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch

6.8.4 อุปกรณ์ Firewall จำนวน 1 ชุด

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.8.4.1 สามารถทำหน้าที่ Firewall และสามารถทำงานในระดับ Layer 3 ได้
- 6.8.4.2 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack มาตรฐานขนาด 19" ได้
- 6.8.4.3 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz ได้
- 6.8.4.4 ได้รับมาตรฐาน FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย
- 6.8.4.5 สามารถทำงานได้ที่สภาวะแวดล้อมอุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
- 6.8.4.6 มีพอร์ต LAN10/100/1000 ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ตและพอร์ต WAN ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 6.8.4.7 มี Firewall Throughput ไม่น้อยกว่า 350 Mbps



- 6.8.4.8 สามารถทำ High Availability ทั้งแบบ Active/Active และ Active/Passive
- 6.8.4.9 สามารถรองรับได้ 48000 Concurrent Connection เป็นอย่างน้อย
- 6.8.4.10 สามารถทำ IPv4 Routing Protocol รวมทั้งสามารถทำ Routing แบบ Static Route, RIPV2, OSPF, BGP ได้เป็นอย่างน้อย
- 6.8.4.11 สามารถทำ IPv6 Routing Protocol รวมทั้งสามารถทำ Routing แบบ Static Route, RIPng, BGP ได้เป็นอย่างน้อย
- 6.8.4.12 สามารถบริหารจัดการได้โดย CLI, SSHv2, SNMPv3, RMON

6.9 Cabinet Rack 27 U จำนวน 4 ตู้ และ 42U จำนวน 1 ตู้

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 6.9.1 เป็นตู้ Rack มาตรฐาน 19" สามารถยึดอุปกรณ์ขนาดหน้ากว้าง 19 นิ้วได้ มีขนาดสูง 27U และ 42U เป็นอย่างน้อยตามลำดับ
- 6.9.2 ผลิตขึ้นรูปจาก Electro – Galvanize Sheet Steel ความหนา 1.5 มม. โดยยึดเสาอุปกรณ์ โครงตู้ ทำจากเหล็กหนา 2 มม. และฐานลูกล้อพร้อม ขาดังใช้เหล็กหนา 3 มม.
- 6.9.3 เสายึดอุปกรณ์จำนวน 4 ต้น สามารถปรับเลื่อนตำแหน่ง เข้า – ออก ได้โดยอิสระ เพื่อความสะดวกและความสวยงามในการติดตั้งอุปกรณ์ภายใน พร้อมป้ายสกรีนบอกระยะความสูงของ U ที่เสาด้านหน้าของตู้
- 6.9.4 ประตูหน้าเป็นโครงเหล็กเจาะช่องฝั่งแผ่น Acrylic พร้อมเจาะรูระบายอากาศตามมาตรฐานรอบแผ่น Acrylic
- 6.9.5 หลังคาด้านบนของตู้สามารถติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว แบบ Heavy Duty ชนิด 2 Ball Bearing จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 6.9.6 ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานที่มีความกว้าง x ลึก x สูง ไม่น้อยกว่า (27U) 600 x 600 x 1390 มม. และ (42U) 600 x 600 x 2050 มม. เทียบเท่าหรือดีกว่า สามารถติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายสายสัญญาณและสายไฟฟ้าที่ใช้ได้อย่างเป็นระเบียบ เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ ทั้งหมดรวมทั้งรวมทั้งสายสัญญาณแล้ว สามารถปิดฝา และบานประตูทั้งหมดได้สนิท
- 6.9.7 ฟันสีพิเศษของยุโรป ด้วยระบบ Electro – Static สีเรียบเนียนและยากเกาะไถ่นาน
- 6.9.8 มีรางปลั๊กไฟอย่างน้อย 6 ช่อง รองรับกระแสไฟฟ้าอย่างน้อย 15A พร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Line Suppression) อุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าเกิน (Over Voltage) วงจรตัดตอนป้องกันไฟฟาลัดวงจร (Shot Circuit Breaker) เพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ให้เพียงพอต่อการใช้งาน

6.10 เครื่องสำรองไฟ (UPS)

6.10.1 เครื่องสำรองไฟชนิด 1500 VA

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

6.10.1.1 ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้

- ระดับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Input Voltage) : 1 phase, 220V หรือ 230 V
- ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Input Frequency) เป็น 50/60Hz (Auto-Selectable)

6.10.1.2 ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาออกดังนี้

- ระดับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Output Voltage) : 1 phase, 220V หรือ 230V
- ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Output Frequency) เป็น 50Hz

6.10.1.3 เครื่อง UPS ต้องมีกำลังไฟฟ้าด้านขาออกไม่น้อยกว่า 1500VA/ 1350W

6.10.1.4 มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้านขาออก (Output PF.) ไม่น้อยกว่า 0.9

6.10.1.5 ต้องมีสัญญาณรูปคลื่นที่ออกเป็นรูป Sine Wave

6.10.1.6 Battery ต้องเป็นแบบ Sealed lead acid ชนิด Maintenance free

6.10.1.7 ต้องสามารถจ่ายพลังไฟฟ้าสำรองให้กับ Load ที่ Haft Load ได้ไม่น้อยกว่า 14 นาที

6.10.1.8 หลังจากการสำรองไฟจะต้องใช้เวลาในการชาร์จไฟกลับเข้าสู่แบตเตอรี่จนถึง 90% ของแบตเตอรี่ ใน ระยะเวลาไม่เกิน 5 ชั่วโมง

6.10.1.9 ต้องมีระบบแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องและมีสัญญาณเสียงเตือนในสภาวะผิดปกติของ UPS

6.10.1.10 ต้องเป็นเครื่องใหม่ทันสมัย ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน อยู่ในสายการผลิตปัจจุบันจนถึงวันรับมอบงาน

6.10.1.11 ลักษณะและส่วนประกอบของเครื่อง ต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในทุกท้องที่ของประเทศไทย ซึ่งจะมีอุณหภูมิ

6.10.1.12 รับประกันตัวเครื่องและแบตเตอรี่อย่างน้อย 1 ปี

6.10.2 เครื่องสำรองไฟชนิด 3000 VA

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

6.10.2.1 ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้

- ระดับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Input Voltage) : 1 phase, 220V หรือ 230 V
- ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Input Frequency) เป็น 50/60Hz (Auto-Selectable)

6.10.2.2 ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาออกดังนี้

- ระดับแรงดันกระแสไฟฟ้า (Output Voltage) : 1 phase, 220V หรือ 230V
- ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Output Frequency) เป็น 50Hz



- 6.10.2.3 เครื่อง UPS ต้องมีกำลังไฟฟ้าด้านขาออกไม่น้อยกว่า 3000VA/ 2700W
- 6.10.2.4 มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าด้านขาออก (Output PF.) ไม่น้อยกว่า 0.9
- 6.10.2.5 ต้องมีสัญญาณรูปคลื่นที่ออกเป็นรูป Sine Wave
- 6.10.2.6 Battery ต้องเป็นแบบ Sealed lead acid ชนิด Maintenance free
- 6.10.2.7 ต้องสามารถจ่ายพลังไฟฟ้าสำรองให้กับ Load ที่ Haft Load ได้ไม่น้อยกว่า 14 นาที
- 6.10.2.8 หลังจากการสำรองไฟจะต้องใช้เวลาในการชาร์จไฟกลับเข้าสู่แบตเตอรี่จนถึง 90% ของแบตเตอรี่ ใน ระยะเวลาไม่เกิน 5 ชั่วโมง
- 6.10.2.9 ต้องมีระบบแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องและมีสัญญาณเสียงเตือนในสภาวะผิดปกติของ UPS
- 6.10.2.10 ต้องเป็นเครื่องใหม่ทันสมัย ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน อยู่ในสายการผลิตปัจจุบันจนถึงวันรับมอบงาน
- 6.10.2.11 ลักษณะและส่วนประกอบของเครื่อง ต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในทุกท้องถิ่นของประเทศไทย ซึ่งจะมีอุณหภูมิ
- 6.10.2.12 รับประกันตัวเครื่องและแบตเตอรี่อย่างน้อย 1 ปี



7.ระบบสัญญาณโทรทัศน์

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 7.1.1 ต้องออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์และระบบสัญญาณโทรทัศน์ ให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามมาตรฐานระบบที่วีรวม MATV (Master Antenna Television) และระบบรับสัญญาณดาวเทียม SMATV (Satellite Master Antenna Television)
- 7.1.2 อุปกรณ์หลักและส่วนที่สำคัญในระบบหลักต้องเสนออุปกรณ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่มีมาตรฐานรับรอง โดยมีการใช้งานอย่างแพร่หลายเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาระบบ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์รวม / แยก สัญญาณ (Splitter / Tap-off), อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนช่องสัญญาณ (TV converter), อุปกรณ์แปลงช่องสัญญาณโทรทัศน์ (Modulator), อุปกรณ์ขยายสัญญาณโทรทัศน์ (Amplifier), สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable)
- 7.1.3 อุปกรณ์ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 7.1.4 การติดตั้งอุปกรณ์ ต้องคำนึงถึงความมั่นคง แข็งแรง ปลอดภัยและทัศนียภาพที่สวยงามของอาคารและได้มาตรฐานสากล
- 7.1.5 ต้องเสนอรูปแบบของการออกแบบระบบ (System Design) อย่างละเอียด ให้คณะกรรมการได้พิจารณาก่อนติดตั้ง
- 7.1.6 ต้องแสดงรายละเอียดประกอบแบบของการออกแบบระบบ (System Design) ซึ่งต้องแสดงรายการคำนวณค่าสัญญาณที่ออกจากชุดอุปกรณ์ Head end Output ถึงสัญญาณที่ออกจากอุปกรณ์ Outlet ให้ได้มาตรฐานของระบบ
- 7.1.7 ต้องรับประกันความเสียหายของอุปกรณ์ ที่เสนอขายและติดตั้ง พร้อมทั้งคุณภาพของสัญญาณโทรทัศน์ทั้งระบบให้ได้มาตรฐานทุกจุด เป็นเวลา 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับฯ ได้ตรวจรับไว้ใช้งาน
- 7.1.8 อุปกรณ์ที่ระบุในข้อกำหนดนี้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานของระบบเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ระบบสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

7.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

ความต้องการทางด้านเทคนิคต่อไปนี้เป็นความต้องการขั้นต่ำ

7.2.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิดดิจิทัล

- 7.2.1.1 รองรับระบบ DVB-S2 ตามมาตรฐานการรับโทรทัศน์
- 7.2.1.2 รับชมช่องรายการ HD ด้วยระบบความละเอียดสูง 1080P
- 7.2.1.3 มีระบบ OTA อัปเดตช่องรายการอัตโนมัติผ่านดาวเทียม
- 7.2.1.4 ย่านความถี่ขาเข้า 950MHz – 2150MHz หรือดีกว่า
- 7.2.1.5 มีค่า IF Bandwidth 27-36Mhz



SH ARCHITECTS	รายละเอียดประกอบแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร	13/ม.ค./2558	หน้า : 4-189
---------------	--	--------------	--------------

7.2.2 ชุดจานรับสัญญาณดาวเทียม

- 7.2.2.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม 1 ชุดจานรับสัญญาณดาวเทียมขนาดไม่ต่ำกว่า 6 ฟุต
- 7.2.2.2 ความถี่ 3.4-4.2 GHz หรือดีกว่า
- 7.2.2.3 อัตราการขยายไม่ต่ำกว่า 37 dBi
- 7.2.2.4 F/D Ratio 0.5-7.2

7.2.3 อุปกรณ์แยกสัญญาณโทรทัศน์แบบ 2 ทาง

- 7.2.3.1 ย่านความถี่ใช้งาน 5 – 862 MHz หรือกว้างกว่า
- 7.2.3.2 ค่าสูญเสียในการกระจายอยู่ในช่วงระหว่าง 9 - 22 dB
- 7.2.3.3 ค่าสูญเสีย Thru loss อยู่ในช่วงระหว่าง 1 – 5 dB
- 7.2.3.4 มีค่า Isolation 5 – 862 MHz มากกว่า 30dB
- 7.2.3.5 เป็นอุปกรณ์แยกกระจายสัญญาณชนิดภายในอาคาร จะต้องเป็นชนิด F – Type

7.2.4 อุปกรณ์แยกสัญญาณโทรทัศน์แบบ 4 ทาง

- 7.2.4.1 ย่านความถี่ใช้งาน 5 – 862 MHz หรือกว้างกว่า
- 7.2.4.2 ค่าสูญเสียในการกระจายอยู่ในช่วงระหว่าง 9 - 22 dB
- 7.2.4.3 ค่าสูญเสีย Thru loss อยู่ในช่วงระหว่าง 3 – 10 dB
- 7.2.4.4 มีค่า Isolation 5 – 862 MHz มากกว่า 30dB
- 7.2.4.5 เป็นอุปกรณ์แยกกระจายสัญญาณชนิดภายในอาคาร จะต้องเป็นชนิด F – Type

7.2.5 สายตัวนำสัญญาณประธาน RG11

- 7.2.5.1 สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น COAXIAL CABLE ที่มีแกนนำสัญญาณทำจากทองแดง
- 7.2.5.2 มีเส้นผ่าศูนย์กลางของ INNER CONDUCTOR Cu – core 1.63 หรือมากกว่า
- 7.2.5.3 ชั้นนอกของตัวนำแบบ PE foamed หุ้มด้วย อลูมิเนียมฟอยล์
- 7.2.5.4 ชั้นนอกหุ้มด้วย PE Black
- 7.2.5.5 มีค่าลดทอนสัญญาณต่อ 100 เมตร
 - ความถี่ 5 MHz สูญเสียไม่มากกว่า 0.9 dB
 - ความถี่ 600 MHz สูญเสียไม่มากกว่า 10.1 dB
 - ความถี่ 3000 MHz สูญเสียไม่มากกว่า 23.8 dB

7.2.6 สายตัวนำสัญญาณสาขา RG59

- 7.2.6.1 สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น COAXIAL CABLE ที่มีแกนนำสัญญาณทำจากทองแดงแท้ 100%
- 7.2.6.2 มีเส้นผ่าศูนย์กลางของ CENTER CONDUCTOR 18 AWG Copper-Clad Steel
- 7.2.6.3 ชั้นนอกหุ้มด้วย PVC หรือสูงกว่า



7.2.6.4 มีค่าความต้านทาน 75.0 ± 3.0 Ohms หรือสูงกว่า

7.2.6.5 มีค่า Capacitance เท่ากับหรือสูงกว่า 53.1 pF/M

7.3 การติดตั้ง

7.3.1 การเดินท่อและสายให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท.

7.3.2 ให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบเสียงในตู้ RACK ที่ได้มาตรฐานมีฝาปิดด้านหน้าและด้านหลังมี กุญแจล็อกและมีพัดลมระบายอากาศเป็นอย่างดี

7.3.3 รูปแบบในการเดินสายฝังผนังหรือเดินลอยให้เป็นแบบเดียวกันกับการติดตั้งในระบบไฟฟ้า กำลัง

7.3.4 ห้ามติดตั้งสายสัญญาณร่วมในช่องเดินสายเดียวกันกับสายไฟฟ้ากำลัง

7.3.5 ห้ามติดตั้งสายไฟ/สายสัญญาณร่วมในช่องเดินสายเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้าชนิดอื่น

7.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบโดยการวัดหรือตรวจสอบค่าความแรงและคุณภาพสัญญาณให้อยู่ใน เกณฑ์อันเป็นที่ยอมรับ และทดสอบการรับชมทุกจุดที่ติดตั้งเครื่องรับโทรทัศน์จนกว่าจะได้รับความ คมชัดอันเป็นที่ยอมรับ ในกรณีที่ตัวเครื่องรับโทรทัศน์ไม่ได้อยู่รวมอยู่ในโครงการนี้ ผู้รับจ้างต้องจัดหา เครื่องรับโทรทัศน์ LCD หรือ LED ขนาดไม่เล็กกว่า 32" เพื่อใช้ได้ประกอบการทดสอบ



รายละเอียดประกอบแบบ

งานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมทุกระบบ

โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์วิจัยและพัฒนา
สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 2
จังหวัดอุดรธานี

หมวดที่ 5 หมวดงานเครื่องกลและลิฟต์



สารบัญ
หมวดที่ 5 หมวดงานระบบเครื่องกล

รายการประกอบแบบระบบเครื่องกล	หน้า
1. ข้อกำหนดด้านวัสดุ อุปกรณ์ และฝีมือการปฏิบัติงาน	5-192
1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPRIT TYPE AIR CONDITION)	5-192
1.1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (FAN COIL UNIT)	5-192
1.1.2 AIR COOLED CONDENSING UNIT	5-193
1.1.3 ท่อสารทำความเย็น, ฉนวน และอุปกรณ์	5-194
1.2 พัดลมระบายอากาศ	5-195
1.2.1 ทั่วไป	5-195
1.2.2 พัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL	5-196
1.2.3 พัดลมระบายอากาศแบบ PROPELLER	5-197
1.2.4 พัดลมระบายอากาศแบบ MINI-SIROCCO	5-197
1.3 ท่อลม	5-197
1.3.1 ทั่วไป	5-197
1.3.2 FLEXIBLE AIR DUCT	5-199
1.3.3 ฉนวนหุ้มท่อลม	5-199
1.3.4 ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศ	5-200
1.3.5 หน้ากากลม	5-200
1.3.6 FIRE DAMPER	5-201
1.4 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	5-202
1.4.1 ขอบเขตของงาน	5-202
1.4.2 แผงไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ	5-202
1.4.3 แผงไฟฟ้าควบคุมของเครื่องปรับอากาศ	5-203
1.4.4 REMOTE CONTROL PANEL	5-204
1.4.5 SUPERVISORY FOR AIR CONDITIONING SYSTEM	5-204



1.4.6 มอเตอร์ (MOTOR)	5-205
1.4.7 ระบบท่อย้ายสายไฟ (CONDUCT SYSTEM)	5-206
1.4.8 สายไฟ (CONDUCTOR)	5-206
1.4.9 สายดิน (GROUNDING)	5-210
1.4.10 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	5-211
1.5 รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้	5-211
1.6 รายละเอียดลิฟต์โดยสาร	5-215
1.1 ลิฟต์โดยสาร	5-215
1.2 ชุดเครื่องลิฟต์	5-216
1.3 ระบบควบคุม	5-216
1.4 ลักษณะการทำงานของลิฟต์	5-217
1.5 ห้องโดยสารและอุปกรณ์ประกอบภายใน	5-217
1.6 แผงปุ่มกดเรียกลิฟต์หน้าชั้น เป็นแบบ MICRO SRTAKE BUTTON (LED) และหน้า PLATE เป็น STAINLESS STEEL MODEL BAS180 ชนิด SURFACE WALL MOUNT	5-219
1.7 ประตูหน้าชั้น (HOISTWAY ENTRANCE)	5-219
1.8 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย และการป้องกัน (SAFETY DEVICE)	5-220
1.9 ระบบการทำงานกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (EMERGENCY POWER OPERATION)	5-222
1.10 สัญลักษณ์ทั่วไป	5-223
1.7 การรับประกันผลงาน	5-233



หมวดที่ 5 หมวดงานระบบเครื่องกลและลิฟต์

1. ข้อกำหนดด้านวัสดุ อุปกรณ์ และฝีมือการปฏิบัติงาน

(TECHNICAL SPECIFICATION OF MATERIALS, EQUIPMENTS AND WORKMANSHIP)

1-1. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIR CONDITIONER)

1-1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (FAN COIL UNIT)

จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับ AIR COOLED CONDENSING UNIT และประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต ภายใต้การรับรองและได้รับอนุญาตจากบริษัทผู้ผลิตจากต่างประเทศ ผู้ผลิตหรือผู้ขายจะต้องจัดหา TECHNICAL SELECTION แสดงรายละเอียดการเลือก FAN COIL UNIT กับ AIR COOLED CONDENSING UNIT ให้พิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยให้มีค่า ENERGY EFFICIENCY RATIO มากกว่าหรือเท่ากับ 11 (ตามประกาศกระทรวงพลังงาน ปี 2552) ให้ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ตัวถัง (METAL HOUSING) ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีพื้นเคลือบอย่างดี หรือพลาสติกตามมาตรฐานของผู้ผลิต DRAIN PAN จะต้องจัดวาง และให้มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับน้ำ CONDENSATE ของ COIL และกรุด้วยฉนวน CLOSE CELL หนาไม่น้อยกว่า 5 mm. เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำจากสภาพ
2. พัดลมและมอเตอร์ (FAN AND MOTOR) พัดลมเป็นแบบ FORWARD CURVE แบบ DOUBLE WIDTH, DOUBLE INLET CENTRIFUGAL TYPE ติดตั้งอยู่บนเพลลา พัดลมจะต้องได้รับการสมดุลอย่างดี ทั้ง STATIC และ DYNAMIC เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนและเสียงดังขณะทำงาน BEARING ให้เป็นแบบ SELF-ALIGNING และสามารถถอดเปลี่ยนได้ในการซ่อมบำรุงมอเตอร์เป็นแบบ SPLIT CAPACITOR และออกแบบให้สามารถขับพัดลมได้ในช่วง LOW SPEED มอเตอร์ให้เป็นชนิด 3 ความเร็วคือ LOW MEDIUM และ HIGH SPEED และมีอุปกรณ์ THERMAL OVERLOAD อยู่ภายในตัว ระดับเสียงของชุด FAN COIL UNIT ขณะทำงานจะต้องไม่เกิน 45 dB. ที่ความเร็วพัดลมในช่วง LOW SPEED



3. ขดท่อทองแดง (COOLING COIL) ให้เป็นท่อทองแดง มี ALUMINUM FINS ยึดติดแน่นกับท่อทองแดงโดยเชิงกล ขดท่อทองแดงจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูง และความเร็วลมไหลผ่านขดท่อทองแดงไม่มากกว่า 400 ฟุต/นาที่ ขดท่อทองแดงจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันจากโรงงานผู้ผลิต
4. EXPANSION VALVE สำหรับควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่จะเข้าขดท่อทองแดง โดยจะต้องสามารถปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นเพื่อให้ FAN COIL UNIT สามารถปรับความเย็นได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ สำหรับเครื่องที่มีขนาดต่ำกว่า 60,000 BTU/HR ลงมาให้ใช้ CAPILLARY TUBE หรือ EXPANSION VALVE ซึ่งติดตั้งสำเร็จตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศได้
5. ท่อน้ำทิ้งจาก FAN COIL UNIT ให้ใช้ท่อ PVC. CLASS 8.5 จะต้อง มี TRAP สำหรับท่อน้ำทิ้งจาก FAN COIL UNIT ทุกเครื่อง ท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียงพอน้ำจะไหลได้สะดวกที่แขวน และรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 4 ฟุต และให้หุ้มท่อน้ำทิ้งด้วยฉนวน PREFOAMED TUBE หนา ½ นิ้ว
6. FAN SPEED CONTROL SWITCH ให้เป็นแบบที่ประกอบด้วย FAN SPEED CONTROL SWITCH (HIGH, MEDIUM, LOW และ OFF) พร้อมทั้งมี ROOM THERMOSTAT ในชุดเดียวกัน และเป็นรุ่น DIGITAL REMOTE CONTROL ในตำแหน่ง OFF ที่ตัว SWITCH ให้สามารถหยุดการทำงานของพัดลม และ COMPRESSOR ได้

1-1.2 AIR COOLED CONDENSING UNIT

จะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต ในกรณีที่ประกอบจากโรงงานผู้ผลิตภายในประเทศจะต้องอยู่ภายใต้การรับรอง และได้รับอนุญาตจากบริษัทผู้ผลิต ผู้ผลิต หรือผู้ขายจะต้องจัดหาและติดตั้ง AIR COOLED CONDENSING UNIT ที่มีความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ และติดตั้งในตำแหน่งตามแบบ AIR COOLED CONDENSING UNIT ที่ใช้ จะต้องมียาระเอียดของอุปกรณ์ดังนี้



1. เป็นชนิดที่ใช้สารทำความเย็น HCFC-22 หรือ HFC-410A
2. ตัวถังต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีและพ่นสีอย่างดี เพื่อใช้งานกลางแจ้ง
3. ขดท่อระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บมีครีบอลูมิเนียม หรือทองแดงยึดติดกับท่อทองแดงโดยเชิงกล
4. พัดลม และมอเตอร์ พัดลมเป็นแบบใบพัด (PROPELLER TYPE FAN) ทำด้วยอะลูมิเนียม หรือเหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี มอเตอร์ของพัดลมจะต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 1PHASE เท่านั้น ควรเป็นชนิด CLASS B, MOTOR INSULATION มีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไหม้อยู่ภายในและเป็นแบบที่หล่อขึ้นถาวร
5. COMPRESSOR ที่มีขนาดต่ำกว่า 7 ตันให้เป็นแบบ SCROLL หรือ ROTARY ขนาด 7 ตันขึ้นไปให้เป็นแบบ SEMI-HERMATIC โดยต้องมี EXTERNAL SPRING ISOLATOR รองรับกันการสั่นสะเทือนของตัว COMPRESSOR
6. อุปกรณ์ควบคุมที่จะต้องติดตั้ง จะต้องมียุทธภัณฑ์ดังนี้
 - HIGH AND LOW PRESSURE STATS WITH MANUAL RESET
 - STARTER WITH COMPRESSOR OVERLOAD DEVICES
 - TIME DELAY RELAY
 - OIL PRESSURE SWITCH WITH MANUAL RESET สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีภาระการทำความเย็นตั้งแต่ 7 ตันขึ้นไป
 - DRIER, SIGHT GLASS, OIL TRAP AND SERVICE VALVE ทั้ง 2 ด้าน (SUCTION LINE AND LIQUID LINE)
 - CIRCUIT BREAKER อยู่ในชุด CONTROL สำหรับตัดวงจร POWER เพื่อซ่อมบำรุง
7. อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนที่จะต้องติดตั้งมาพร้อมกับชุด AIR COOLED CONDENSING UNIT จะต้องมียุทธภัณฑ์นี้ RUBBER ISOLATOR ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

1-1.3 ท่อสารทำความเย็น ฉนวน และอุปกรณ์

1. ท่อสารทำความเย็นให้เป็นแบบท่อทองแดง HARD DRAWN TYPE L ขนาดที่ใช้ให้เป็นตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนด หรือใช้ขนาดท่อตามที่ระบุไว้ในแบบ/รายละเอียดข้อกำหนด (ถ้ามี)
2. การเชื่อมต่อท่อสารทำความเย็น (ท่อทองแดง) จะต้องไม่ให้มีรอยรั่ว โดยจะต้องทำการทดสอบแรงดันตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต หรือตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด



3. ห้ามทำการตัดท่อให้โค้งงอเป็นอันตรายการโค้งงอจะต้องใช้ FITTING เท่านั้น
4. ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็น (SUCTION LINE) ให้ใช้ CLOSED CELL FLEXIBLE RUBBER FOAM แบบ PRE-FOAMED TUBE หนา $\frac{3}{4}$ นิ้ว ตรงรอยต่อให้ใช้กาวยางดีทาเชื่อมให้ต่อกันสนิทแน่น และให้ปิดทับรอยต่อด้วยแผ่น FLEXIBLE RUBBER FOAM หนา $\frac{1}{8}$ นิ้ว กว้าง 1 นิ้ว ในกรณีที่ท่ออยู่ภายนอกอาคารให้หุ้มทับด้วย ALUMINUM SHEET NO.26 อีกชั้นหนึ่ง
5. ที่ท่อ LIQUID LINE ของ COMPRESSOR จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
 - FILTER/DRIER
 - SIGHT GLASS/INDICATOR พร้อมทั้ง SERVICE VALVE ที่ทางเข้าและทางออก

1-2 พัฒนาระบายอากาศ

1-2.1 ทั่วไป

- ก. ให้ติดตั้งพัฒนาระบายอากาศตามที่กำหนดในแบบ โดยให้มี CAPACITY และ STATIC PRESSURE ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ
- ข. พัฒนจะต้องได้รับการสมมูลอย่างถูกต้อง และต้องทำงานโดยไม่เกิดเสียงดังรบกวนหรือสั่นสะเทือน เสียงดังรบกวน หรือความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นนอกห้องพัฒนาม จะต้องได้รับการแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับจากวิศวกรโดยให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ค. สายพานขับสำหรับพัฒนแบบ CENTRIFUGAL จะต้องเลือก โดยให้มีค่ามากกว่า แรงม้าปกติ (RATED HORSEPOWER) 1.4 เท่า
- ง. จะต้องมีการ BELT GUARD สำหรับพัฒนปิดมอเตอร์และชุดขับ
- จ. ที่ท่อลมทางออกของพัฒนระบายอากาศ ก่อนจะต้องเชื่อมกับท่อลมระบายอากาศหลักให้จัดเตรียม GRAVITY DAMPER ไว้ที่ตัวพัฒนระบายอากาศด้วย เพื่อป้องกันลมไหลย้อนกลับ
- ฉ. จะต้องจัดให้มีช่องเปิดที่ฝ้าเพดาน เพื่อให้สามารถซ่อมแซมบำรุงรักษาพัฒนระบายอากาศได้
- ช. จะต้องจัดให้มี DISCONNECTED SWITCH หรือ EMERGENCY OFF (สวิตช์หัวเห็ดสีแดง) ในตู้กันน้ำ สำหรับตัวมอเตอร์พัฒน เพื่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา



- ข. สำหรับพัดลมระบายอากาศแบบตั้งพื้น จะต้องจัดทำแท่นเครื่องพัดลมระบายอากาศ (INERTIA BLOCK) ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง และความยาวตามความเหมาะสม แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร โดยรอบตัวเครื่องพัดลมระบายอากาศและมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บน BASE PLATE INERTIA BLOCK จะต้องมียึดแน่นมากกว่าชุดพัดลมระบายอากาศและมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า และจะต้องจัดทำแท่นพื้นโครงสร้างทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ความหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง และความยาวเหมาะสมเพื่อใช้เป็นที่ติดตั้ง INERTIA BLOCK และอุปกรณ์ต่างๆ
- ฅ. พัดลมชุดที่ไม่มีการต่อท่อลมที่ทางด้านดูด หรือทางด้านส่งให้ติด WIRE GUARD เพื่อป้องกันเศษวัสดุเข้าไปในตัวเรือนและป้องกันอันตราย
- ญ. การเลือกช่วงการใช้งานของพัดลมจะต้องให้มี SOUND POWER LEVEL ไม่เกิน 85 dbA ยกเว้นที่กำหนดให้เป็นค่าอื่น

1-2.2 พัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL

- ก. สมรรถนะ และโครงสร้างของพัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA
- ข. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ให้เป็น BACKWARD CURVE BLADE TYPE SINGLE INLET หรือ DOUBLE INLET
- ค. พัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL ที่มี STATIC PRESSURE มากกว่า 3" ให้เป็น AIR FOIL BLADE TYPE
- ง. จะต้องจัดเตรียมให้มี ACCESS PANEL สำหรับพัดลมที่แขวนอยู่ในฝ้าเพดาน โดยจะต้องประสานงานกับสถาปนิกและผู้รับเหมางานฝ้าเพดาน ทั้งนี้ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- จ. พัดลมระบายอากาศแบบ CENTRIFUGAL จะต้องเลือกขนาดให้มีประสิทธิภาพการทำงานไม่น้อยกว่า 60% และรอบของพัดลมไม่เกิน 900 รอบ/นาที หรือที่วิศวกรพิจารณาเทียบเท่า มอเตอร์ที่ขับจะต้องเลือกให้มีขนาดเพียงพอไม่ทำให้เกิด OVERLOAD
- ฉ. BEARING ของพัดลมให้เป็นแบบ SELF ALIGNING BALL หรือ ROLLER TYPE



1-2.3 พัดลมระบายอากาศแบบ PROPELLER

- ก. พัดลมระบายอากาศแบบ PROPELLER ให้เป็นแบบ LOW NOISE COMMERCIAL TYPE
- ข. มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมให้เป็นแบบ DIRECT DRIVE และติดตั้งสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยได้รับการสมมูลอย่างถูกต้อง
- ค. จะต้องจัดเตรียมกรอบวงกบไม้หรือกรอบวงกบเหล็ก หรืออลูมิเนียมขนาดให้เป็นไปตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ
- ง. จะต้อง มี AUTOMATIC SHUTTER ที่ทางด้านนอกและ WIRE GUARD ที่ทางด้านดูของพัดลม

1-2.4 พัดลมระบายอากาศแบบ MINI-SIROCCO

- ก. พัดลมระบายอากาศแบบ MINI-SIROCCO ให้เป็นแบบ LOW NOISE TYPE
- ข. มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมให้เป็นแบบ MOISTURE-PROOF, DUST-PROOF และ TOTALLY ENCLOSED DIRECT DRIVE ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต โดยได้รับการสมมูลอย่างถูกต้อง

1-2.5 พัดลมระบายอากาศแบบติดเพดาน

- ก. พัดลมระบายอากาศแบบติดเพดานให้เป็นแบบ LOW NOISE TYPE และสามารถติดตั้งท่อลมที่ DISCHARGE OUTLET ได้
- ข. CASING ของพัดลมให้เป็นเหล็กแผ่นชนิดหนา และพ่นสีกันสนิมอย่างดี

1-3 ท่อลม

1-3.1 ทั่วไป

- ก. ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบวิธีการประกอบงานท่อลม และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA ในกรณีที่ใช้ท่อลมเป็นแบบตัดและพับสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่นสังกะสี การยึด การล็อก และการอุดรอยต่อต่างๆ พร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการ

- ข. แบบงานท่อลม มิได้จัดแสดงแนวหลักกับงานก่อสร้างอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING งานติดตั้งจริงและแสดงแนวหลักนี้ โดยให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ค. ขนาดที่กำหนดในแบบงานท่อลม จะบอกขนาดของท่อลมในแนวนอนเป็นตัวแรกแล้วจึงเป็นขนาดท่อลมในแนวตั้ง
- ง. ที่ท่อลมทางเข้าและออกของเครื่องส่งลมเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น และพัดลมจะต้องมี FLEXIBLE CONNECTION ตามรายละเอียดในแบบ
- จ. ที่ท่อลมแยกจากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องมี SPLITTER DAMPER เพื่อให้สามารถปรับปริมาณลมในงานท่อลมได้ ตามรายละเอียดในแบบ
- ฉ. สำหรับท่อลมกลับเข้าห้องเครื่องส่งลมเย็นให้ติดตั้ง VOLUME DAMPER ที่ห้องเครื่องส่งลมเย็นด้วย
- ช. ปะเก็นหน้าแปลนท่อลมให้ใช้ปะเก็นเป็นแบบ NEOPRENE RUBBER ขนาด 1/4" หรือมากกว่า
- ซ. รอยต่อตะเข็บของท่อลมทั้งหมดให้ยาแนวด้วย SILICONE หรือ NON-TOXIC AND NONFRAMABLE ACRYLIC DUCT SEALANT ก่อนทำการหุ้มฉนวน
- ณ. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลม จะต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟ และในกรณีที่ท่อลมจะต้องผ่านผนังกันไฟ เช่น บันไดหนีไฟหรือช่องทางหนีไฟ ให้ติดตั้ง FIRE DAMPER ทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการลามไฟ
- ญ. ท่อลมที่ผ่านแนวของผนัง จะต้องเตรียมช่องไว้โดยใช้กรอบวงกบเหล็ก โดยขนาดที่ใช้ไม่เล็กกว่า 4" x 2" และขนาดกรอบวงกบจะต้องไม่เล็กขนาดท่อลมที่หุ้มฉนวนแล้ว และอุดด้วยวัสดุทนไฟทั้ง 2 ด้าน
- ฎ. ท่อลมที่อยู่ในช่องเปิด ในส่วนที่ผ่านพื้นหรือผนังกันไฟ ให้ปิดช่องว่างด้วย FIRE STOP และ FIRE BARRIER ชนิดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง



1-3.2 FLEXIBLE AIR DUCT

- ก. ที่ท่อลมแยกไปต่อเข้าหน้ากากลมเย็นทุกชุด ให้เป็น FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อความสะดวกในการโยกย้าย หน้ากากลมเย็นในภายหลัง การต่อ FLEXIBLE AIR DUCT เข้าที่ หน้ากากลมเย็น ให้จัดทำ TRANSFER BOX ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี ความหนา #22 ความกว้างและความยาวให้เหมาะสมกับคอของหน้ากากลมเย็น โดยสามารถเชื่อมเข้ากับ FLEXIBLE ROUND DUCT ได้ความสูงประมาณ 30 ซม. หุ้มภายนอกด้วยฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลม
- ข. FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL WIRE REINFORCED ALUMINIUM AIR DUCT ชนิด DOUBLE PLY แบบไม่ติดไฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุไว้ในแบบหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบเดียวกับงานท่อลมอัดแน่นติดกับท่อลมด้วยเข็มขัดรัดท่อเพื่อป้องกันลมรั่ว การหุ้มฉนวนให้หุ้มสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

1-3.3 ฉนวนหุ้มท่อลม

- ก. ท่อลม SUPPLY และ RETURN จะต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และฉนวนที่หุ้มจะต้องไม่ติดไฟหรือขาด ทั้งนี้เพื่อมิให้ฉนวนถึงจนเกินไป
- ข. ฉนวนหุ้มท่อลมทั่วไปให้เป็น FIBRE GLASS ความหนาแน่น 1.5 lb/cu.ft. หนา 1" พร้อมทั้ง VAPOR BARRIER ทำด้วย REINFORCED ALUMINUM FOIL หุ้มอยู่ภายนอกโดยรอบ ALUMINUM FOIL จะต้องเป็นชนิด FIRE RETARDANT TYPE และจะต้องไม่ฉีกขาดเป็นรอยหลังการติดตั้ง ส่วนที่มองเห็นให้พ่นสีเป็นสีเดียวกับฝ้าเพดาน
- ค. ให้ใช้ SILICONE หรือ ACRYLIC DUCT SEALANT ทาท่อลมและแนวตะเข็บทั้งหมดของท่อลมอย่างทั่วถึง แล้วจึงนำแผ่นฉนวนหุ้มท่อลมหุ้มลงบนท่อลม
- ง. ให้ปิดทับรอยต่อฉนวนหุ้มท่อลมด้วย REINFORCED ALUMINIUM TAPE กว้างไม่น้อยกว่า 2" ก่อนปิด TAPE ฉนวนจะต้องสะอาด, แห้งและไม่มีไขมัน
- จ. ฉนวนหุ้มท่อลมให้มีการยึดเสริมป้องกันการ SAGGING และติดแนบกับท่อลมโดยรอบด้วย MECHANICAL FASTENER ซึ่งประกอบด้วย PIN และ LOCKING WASHER ยึดติดกับท่อลมด้วย SYNTHETIC



ELASTROMER ADHESIVE ชนิด FIRE RESISTANT TYPE ระยะ
ห่างระหว่าง PIN ต่อ PIN จะต้องไม่มากกว่า 12" หรือปฏิบัติตามที่บริษัท
ผู้ผลิตแนะนำ

- ฉ. ให้วัดฉนวนหุ้มท่อลมโดยรอบด้วย ALUMINIUM SHEET ความกว้าง
3/4"-1" ทุกระยะ 1 เมตร

1-3.4 ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศ

ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศให้เป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (ทาสีเป็นสีเดียวกับฝ้าเพดาน) ความ
หนาของแผ่นเหล็ก วิธีการประกอบ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นแบบเดียวกับงานท่อลม SUPPLY และ
RETURN โดยไม่ต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนและ FLEXIBLE ROUND AIR DUCT ให้เป็น SPIRAL
WIRE REINFORCED ALUMINUM AIR DUCT โดยไม่ต้องหุ้มฉนวนและที่ปลายหรือทางออกของ
ท่อลมให้ใส่ตะแกรงกันแมลง

1-3.5 หน้ากากลม (DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE)

- ก. หน้ากากลม DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE ทั้งหมดให้เป็น
แบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM ขนาดและตำแหน่งเป็นไปตามที่กำหนด
ในแบบ ขนาดที่กำหนดของหน้ากากลมเป็นขนาด NECK SIZE
- ข. หน้ากากลม DIFFUSER, SLOT DIFFUSER, REGISTER และ GRILLE ทั้งหมด ให้
เป็นไปตามแบบของ WATERLOO, TITUS, TUTTLE & BAILEY และ HART &
COOLEY
- ค. SUPPLY AIR DIFFUSER ให้เป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามแต่จะกำหนด
ในแบบมีลักษณะเป็น LINEAR TYPE และต้องจัดให้มี OPPOSED BLADES VOLUME
DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM
- ง. SLOT DIFFUSER ให้มีจำนวน SLOT เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ มีแผ่นปรับ
(ADJUSTABLE PATTERN CONTROLER) ปรับได้ 180 องศาตลอดแนว SLOT ทำ
ด้วย EXTRUDED ALUMINUM แผ่นปรับให้เป็นแบบ SINGLE LEAF หรือ DOUBLE
LEAF DAMPER
- จ. REGISTER เป็นแบบ 4 WAY ADJUSTABLE DOUBLE DEFLECTION TYPE
จัดเป็น 2 แถวตามแนวนอน และแนวตั้ง ปรับได้อย่างอิสระให้มี OPPOSED BLADES
VOLUME DAMPER ทำด้วย EXTRUDED ALUMINUM การติดตั้งจะต้องจัดให้มี
ปะเก็นระหว่างท่อลมและ REGISTER

