

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้างโครงการปรับปรุงอาคารสำนักงาน
นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดศูนย์เฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม
และความปลอดภัย (101) และอาคารสัมมนา (102)

ข้อกำหนดทางเทคนิค
ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

สารบัญ

ส่วนที่ 1	ทั่วไป	1
หมวดที่ G1	ข้อกำหนดทั่วไป	1
1.	บทนำ	1
2.	คำจำกัดความ	1
หมวดที่ G2	หน้าที่และความรับผิดชอบ	1
1.	พนักงาน	1
2.	เครื่องมือเครื่องใช้	1
3.	สำรวจบริเวณก่อสร้าง	1
4.	การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด	2
5.	การจัดทำตารางแผนงาน	2
6.	การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน	2
7.	การทำงานนอกเวลาทำการปกติ	4
8.	การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ	4
9.	การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์	4
10.	การแก้ไข-ซ่อมแซม	4
11.	การทดสอบเครื่องและระบบ	5
12.	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่	5
13.	การส่งมอบงาน	5
14.	การรับประกัน	6
15.	การบริการ	6
หมวดที่ G3	การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง	1
1.	การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ	1
2.	การอุดปิดช่องว่าง	1
3.	ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง	1
4.	การจัดทำแท่นเครื่อง	2
5.	การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร	2
6.	การป้องกันน้ำเข้าอาคาร	2
หมวดที่ G4	การประสานงาน	1
1.	การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงานและวิศวกร	1
2.	การประชุมโครงการ	1
3.	การประสานงานในด้านมณฑนาการ	1
4.	การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ	1
5.	สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง	1
6.	การรักษาความสะอาด	2

7.	การรักษาความปลอดภัย.....	2
8.	การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม.....	2
หมวดที่ G5	แบบ และ เอกสาร	1
1.	ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ	1
2.	ข้อขัดแย้งของแบบ.....	1
3.	แบบประกอบสัญญา	1
4.	แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)	1
5.	แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS).....	2
6.	หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์.....	3
หมวดที่ G6	เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์.....	1
1.	เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน.....	1
2.	การขนส่งและการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน.....	1
3.	การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ	2
4.	การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์.....	2
5.	ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และ การติดตั้ง.....	2
6.	การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	2
7.	รหัส บ้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	2
8.	การป้องกันการผุกร่อน	3
ส่วนที่ 2	ขอบเขตของงาน.....	1
1.	ขอบเขตของงาน	1
2.	สถาบันมาตรฐาน	2
3.	สถาบันตรวจสอบ.....	2
ส่วนที่ 3	รายการทางเทคนิค	1
หมวดที่ 1	สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์	1
1.	ชนิดของสายไฟฟ้า	1
2.	การติดตั้ง.....	2
3.	การทดสอบ.....	2
หมวดที่ 2	หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	การออกแบบและการสร้าง.....	1
3.	การติดตั้ง.....	3
4.	การตรวจสอบและทดสอบ	3
หมวดที่ 3	แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป	1
2.	ฟังก์ชันของแผงสวิตช์.....	1
3.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์.....	2

4.	CIRCUIT BREAKER	3
5.	AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK.....	4
6.	เครื่องวัดและอุปกรณ์	5
7.	BUSBAR และฉนวนยึด	6
8.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์.....	7
9.	MIMIC BUS และ NAMEPLATE	7
10.	การติดตั้ง.....	8
11.	การทดสอบ.....	8
หมวดที่ 4	แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD).....	1
3.	แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD).....	2
4.	DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH.....	3
5.	CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER).....	3
หมวดที่ 5	สายไฟฟ้าแรงต่ำ.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า	1
3.	การติดตั้ง.....	3
4.	การทดสอบ.....	3
หมวดที่ 6	อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	1
3.	CABLE TRAY.....	2
4.	WIREWAY	2
5.	กล่องต่อสาย	3
6.	การติดตั้ง.....	3
7.	การทดสอบ.....	3
หมวดที่ 7	โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ.....	2
3.	วัสดุ, และการสร้างโคมไฟฟ้า	3
4.	โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)	4
5.	โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT).....	5
6.	การติดตั้ง.....	5
7.	การขออนุมัติ.....	6
หมวดที่ 8	สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า.....	1

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	สวิตช์ไฟฟ้า.....	1
3.	เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป.....	2
4.	สวิตช์ควบคุมระยะไกล.....	2
5.	การติดตั้ง.....	3
6.	การทดสอบ.....	3
หมวดที่ 9	ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	ลักษณะของระบบ.....	1
3.	แผงควบคุมและอุปกรณ์.....	2
4.	CONVENTIONAL INITIATING DEVICES.....	3
5.	INTELLIGENT ANALOG DEVICES.....	5
6.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (NOTIFICATION APPLIANCE).....	5
7.	การติดตั้งและทดสอบ.....	6
หมวดที่ 10	ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้.....	1
1.	กฎและมาตรฐาน.....	1
2.	ข้อกำหนดทั่วไป.....	1
3.	การทำงานของระบบ.....	1
4.	อุปกรณ์.....	2
5.	การติดตั้ง.....	6
หมวดที่ 11	ระบบเสาอากาศวิทยุ – โทรทัศน์รวม.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	เสาอากาศรับสัญญาณ (ANTENNAS).....	1
3.	ชุดขยายสัญญาณ (AMPLIFIERS).....	1
4.	ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (TAP-OFFS AND SPLITTERS OR DISTRIBUTION BOXES).....	2
5.	เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (OUTLET SOCKETS).....	2
6.	สายตัวนำสัญญาณ (COAXIAL CABLE).....	3
7.	การติดตั้ง.....	3
8.	การทดสอบระบบ.....	4
หมวดที่ 12	ระบบต่อลงดิน.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	หลักสายดิน (GROUND ROD).....	1
3.	สายดิน (GROUND CONDUCTOR).....	2
4.	ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND).....	2
5.	การติดตั้งและการทดสอบ.....	3
หมวดที่ 13	ระบบป้องกันฟ้าผ่า.....	1

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	ระบบที่ใช้หลักเสริมโครงสร้าง	1
3.	ระบบที่ใช้สายตัวนำทองแดง	3
4.	การติดตั้ง.....	4
หมวดที่ 14	ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (CABLING SYSTEM)	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	ความต้องการด้านเทคนิค.....	1
3.	การติดตั้ง.....	7
4.	การทดสอบ.....	8
หมวดที่ 15	ระบบป้องกันไฟและควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM).....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	คุณสมบัติของวัสดุ.....	1
3.	การติดตั้ง.....	1
หมวดที่ 16	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	1
4.	ความต้องการทั่วไป.....	1
5.	การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี.....	1
6.	การทาหรือพ่นสี.....	1
7.	ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม	2
8.	รหัสสีและสีสัญลักษณ์	3
9.	ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์	3
หมวดที่ 17	ระบบห้องประชุม.....	1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	1
2.	คุณสมบัติทางเทคนิค.....	10
ส่วนที่ 4	รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต	1
1.	วัสดุประสงค์	1
2.	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์	1

ส่วนที่ 1 ทัวไป

หมวดที่ G1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา, ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ สำหรับงานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร ตลอดจนงานระบบอื่นๆ ที่จำเป็นให้แล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ตามรายละเอียดที่ระบุหรือแสดงไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบทุกประการ
- 1.2 วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบข้าง

2. คำจำกัดความ

คำนาม คำสรรพนาม ที่ปรากฏในข้อกำหนดสัญญาและรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญา ให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น

"เจ้าของโครงการ"	หมายถึง	เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ ตามที่ลงนามในสัญญา และมีอำนาจตามที่ระบุในสัญญา
"วิศวกร"	หมายถึง	วิศวกรผู้ที่มีอำนาจซึ่งปรากฏอยู่ในแบบ และในเอกสารต่างๆ ในฐานะเป็นผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
"ผู้คุมงาน"	หมายถึง	ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงานก่อสร้าง
"ผู้รับจ้าง"	หมายถึง	นิติบุคคลและตัวแทน หรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็น คู่สัญญา กับเจ้าของโครงการ
"งานก่อสร้าง"	หมายถึง	งานต่างๆ ที่ได้รับระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญารายการก่อสร้าง และเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
"แบบประกอบสัญญา"	หมายถึง	แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมาและรวมถึงแบบที่มีการแก้ไขและเพิ่มเติมที่ได้รับการอนุมัติเห็นชอบ จากเจ้าของโครงการ และผู้คุมงาน

"รายละเอียดประกอบแบบ หรือ ข้อกำหนด"	หมายถึง	ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของ วัสดุ- อุปกรณ์ เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏ หรือไม่มีปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญา
"การอนุมัติ"	หมายถึง	การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

หมวดที่ G2 หน้าที่และความรับผิดชอบ

1. พนักงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีเพื่อให้งานแล้วเสร็จทันตามกำหนดการของเจ้าของโครงการ
- 1.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกรตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542 เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบ รายละเอียด และข้อกำหนด ให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงาน จะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้
- 1.3 ในกรณีที่ผู้คุมงานพิจารณาเห็นว่า พนักงานของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ผู้คุมงานสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้าง จัดหาบุคคลที่เหมาะสมกว่ามาทดแทนได้

2. เครื่องมือเครื่องใช้

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน ผู้คุมงานมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3. สำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตน มิได้

4. การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน รวมทั้งแบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมต่างๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาด ให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่องวัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสารสัญญาอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบเพื่อขอคำวินิจฉัยทันที

5. การจัดทำตารางแผนงาน

ถ้าผู้คุมงานมิได้กำหนดหรือตกลงกันไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน จัดส่งผู้คุมงานเพื่อประกอบการประสานงาน ดังต่อไปนี้:-

5.1 แผนงานล่วงหน้ารายสัปดาห์ ประกอบด้วย

- ก. กำหนดการขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์เข้าหน่วยงาน ในรอบสัปดาห์ถัดไป
- ข. กำหนดการติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน ในรอบสัปดาห์ถัดไปจัดส่งแผนงานรายสัปดาห์แก่ผู้คุมงาน จำนวน 2 ชุด ภายในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ หรือตามที่คุณคุมงานกำหนดให้

5.2 แผนงานล่วงหน้ารายเดือน ประกอบด้วย

- ก. กำหนดการขนส่งเครื่อง และอุปกรณ์ เข้าหน่วยงาน ในรอบเดือนถัดไป
- ข. กำหนดการติดตั้ง และการแล้วเสร็จ ของงานแต่ละขั้นตอน ในรอบเดือนถัดไป
- ค. แผนการ เพิ่ม/ลด จำนวนพนักงาน และตำแหน่งหน้าที่ ในรอบเดือนถัดไป จัดส่งแผนงานรายเดือน แก่ผู้คุมงาน จำนวน 4 ชุด ภายในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนหรือตามที่คุณคุมงานกำหนดให้

5.3 การวางแผนงานล่วงหน้าตลอดโครงการ แสดงรายละเอียด จำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่องและอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จ ของงานแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ต้นจนจบโครงการโดยจัดส่งแก่ผู้คุมงาน จำนวน 4 ชุด หรือตามที่คุณคุมงานกำหนดให้

6. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

ถ้าผู้คุมงานมิได้กำหนดหรือตกลงกันไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงาน จัดส่งให้ผู้คุมงาน ดังต่อไปนี้ :-

6.1 รายงานประจำวัน ประกอบด้วย

- ก. รายละเอียดงานที่ปฏิบัติได้จริงในแต่ละวัน (ปริมาณงาน และตำแหน่งของงาน)
- ข. รายละเอียดงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่ผู้คุมงานสั่งดำเนินการ
- ค. รายละเอียดงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) จัดส่งรายงานแก่ผู้คุมงานจำนวน 2 ชุด ภายหลังเลิกงานของวันนั้น ๆ หรือก่อนเริ่มงานวันถัดไปหรือตามที่ผู้คุมงานกำหนดให้

6.2 รายงานประจำสัปดาห์ ประกอบด้วย

- ก. สรุปงานที่ปฏิบัติได้จริง ในรอบสัปดาห์
- ข. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่ผู้คุมงานสั่งดำเนินการในรอบสัปดาห์
- ค. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) ในรอบสัปดาห์
- ง. จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงานในรอบสัปดาห์จัดส่งรายงานแก่ผู้คุมงาน จำนวน 2 ชุดภายในวันแรกของสัปดาห์ถัดไป หรือตามที่ผู้คุมงานกำหนดไว้

6.3 รายงานประจำเดือน ประกอบด้วย

- ก. สรุปงานที่ปฏิบัติได้จริง ในรอบเดือน
- ข. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่ผู้คุมงานสั่งดำเนินการในรอบเดือน
- ค. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลงความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) ในรอบเดือน
- ง. สรุปจำนวนวัสดุ-อุปกรณ์ ที่นำเข้ามาในหน่วยงานในรอบเดือน
- จ. จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน ในรอบเดือนจัดส่งรายงานแก่ผู้คุมงาน จำนวน 4 ชุด ภายในสัปดาห์แรกของเดือนถัดไป หรือตามที่ผู้คุมงานกำหนดให้

7. การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมง ในวันทำงานปกติ (วันจันทร์ ถึงวันเสาร์) และทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 3 วัน หรือตามที่ได้ตกลงกันไว้/ เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา เป็นลายลักษณ์อักษรโดยผู้คุมงานจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม ในกรณีที่การทำงานนั้นจำเป็นต้องมีผู้คุมงานอยู่ ควบคุมผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาของผู้คุมงาน

8. การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ

- 8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (SUBMITAL DATA) ของ วัสดุ-อุปกรณ์ เสนอผู้คุมงาน เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
- 8.2 รายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชนิด ให้เสนอแยกกัน โดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้ เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก รายละเอียดด้านเทคนิค รายการคำนวณ (ถ้ามี) และมีเครื่องหมายขึ้นบอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา จำนวน 6 ชุด (หรือ ตามที่ผู้คุมงานกำหนดให้)

9. การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแบบใช้งาน (SHOP DRAWING) ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์ ทั้งขนาด ตำแหน่ง และวิธีการติดตั้ง ยื่นขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานก่อนดำเนินการเพื่อติดตั้ง โดยเสนอจำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด

10. การแก้ไข-ซ่อมแซม

- 10.1 ในกรณีที่ ผู้รับจ้าง ละเลยเพิกเฉย ในการดำเนินการ และ/หรือ เตรียมการใด ๆ จนมีผลทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลง วัสดุ-อุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่อาจ เกิดขึ้นทั้งหมดในทุกกรณี
- 10.2 ผู้รับจ้าง ต้องยอมรับและดำเนินการ โดยมีข้อแม้ว่า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น

11. การทดสอบเครื่องและระบบ

- 11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ
- 11.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย
- 11.3 ใบรายงานผลหรือข้อมูลจากการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อ ผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้าง ต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ ผู้คุมงาน จำนวน 5 ชุด หรือ ตามที่ผู้คุมงานกำหนดให้
- 11.4 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

12. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการ ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องจักร-อุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่เจ้าของโครงการกำหนด

13. การส่งมอบงาน

- 13.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถ โดยค่าใช้จ่ายที่มีทั้งหมด อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 13.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบ ตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะ ได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้อง ตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

- 13.3 รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ.-
- ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
 - ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
 - ค. แผ่นข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CD ROM) ของแบบสร้างจริง (CAD FILE และ PDF FILE รวมทั้ง PDF FILE ของหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์) จำนวน 2 ชุด
 - ง. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 5 ชุด
 - จ. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิต ส่งมาให้ หรือแนะนำให้มี
 - ฉ. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

14. การรับประกัน

- 14.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถการใช้งานของเครื่องวัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 14.2 ระหว่างเวลาประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- 14.3 ในกรณีที่ เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิม โดยมิชักช้า
- 14.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

15. การบริการ

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบและการบำรุงรักษา เสนอเจ้าของโครงการภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

หมวดที่ G3 การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง

1. การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องเปิดต่างๆ สำหรับติดตั้งงานระบบในความรับผิดชอบ จากแบบสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง เพื่อยืนยันความต้องการและความถูกต้อง
- 1.2 กรณีที่มีความต้องการแก้ไข ขนาด-ตำแหน่ง ของช่องเปิด หรือต้องการช่องเปิดเพิ่มจากที่ได้จัดเตรียมการ ให้ตามแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอขอพร้อมจัดทำแบบ และ/หรือ รายละเอียด แสดงการติดตั้งต่อผู้คุมงานล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วัน ก่อนที่ผู้รับจ้าง จะดำเนินการในช่วงงานที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ
- 1.3 การสกัด ตัด หรือ เจาะ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของกรรมวิธี ดำเนินงาน เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ได้ เสนอขออนุมัติจากผู้ คุมงานก่อนการดำเนินการอย่างน้อย 15 วัน

2. การอุดปิดช่องว่าง

- 2.1 ภายหลังการติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ผ่านช่องเปิด หรือ ช่องเจาะใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ อุดปิด ช่องว่างที่เหลือ ด้วยวัสดุและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้คุมงาน
- 2.2 การเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีในการอุดช่องว่างที่กล่าวข้างต้น นอกจากต้องคำนึงถึงการตรวจสอบในอนาคต แล้ว ยังต้องคำนึงถึงการป้องกันไฟและควันลาม ตลอดจนการป้องกันเสียงเล็ดลอดโดยตรงอีกด้วย
- 2.3 การอุดช่องว่างในส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นพื้น หรือผนังที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และส่วนที่เป็นโครงสร้างเพื่อกันไฟ ต้องใช้วัสดุและกรรมวิธีที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3. ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และ/หรือ แสดงความต้องการ ช่องเปิดที่ใช้เพื่อการตรวจสอบ (SERVICE PANEL) เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ภายหลังการติดตั้งงานแล้วเสร็จ โดยต้องเสนอขนาดและตำแหน่ง ตามความจำเป็นต่อผู้คุมงาน เพื่อ พิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสม

4. การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำ แท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความแข็งแรง สามารถทนการสั่นสะเทือนของ เครื่อง/อุปกรณ์ ขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลรายละเอียดขนาด และตำแหน่ง ที่จะจัดทำ ต้องเสนอขออนุมัติจากผู้คุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการ

5. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคารการประกอบ โครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้าง ต้องได้รับการ อนุมัติจากผู้คุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใดๆ
- 5.2 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตต้องเป็นโลหะ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และต้อง ได้รับ อนุมัติจากผู้คุมงาน
- 5.3 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัย ไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)
- 5.4 การยึดแขนงกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางส่วนงานอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้อง

6. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำ รายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติม วัสดุ-อุปกรณ์ ต่าง ๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ เพื่อให้ การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

หมวดที่ G4 การประสานงาน

1. การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงานและวิศวกร

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และวิศวกรในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่น ๆ ตามสมควรแก่กรณี

2. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้คุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของ โครงการเป็นอย่างดี

3. การประสานงานในด้านมณฑนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือคาดว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และ มณฑนาการโดยใกล้ชิดตามที่ผู้คุมงานร้องขอ

4. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ (ถ้ามี) เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้าง

5. สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

5.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา น้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการก่อสร้างตามโครงการ

5.2 ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคาร เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

5.3 ผู้รับจ้าง ต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐ หรือ เอกชน ในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

6. การรักษาความสะอาด

ผู้รับจ้าง ต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานทุกวัน โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยต่างๆ นั้น ออกจากบริเวณโครงการ

7. การรักษาความปลอดภัย

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

8. การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม

ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ และ/หรือ เอกชน ในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่ เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ และ/หรือเอกชน เจ้าของโครงการจะเป็นผู้จ่ายให้ตามหลักฐานการรับเงินของหน่วยงานนั้นๆ

หมวดที่ G5 แบบ และ เอกสาร

1. ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้ เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

2. ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจน ในแบบประกอบสัญญารายการ เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้คุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่าถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้คุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณา ห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้คุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข ผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญา ไม่ได้

3. แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผังที่ออกแบบไว้เพื่อเป็นแนวทางในการคิดราคาจ้างเหมา ตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้อง ได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

4. แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานอย่างน้อย 30 วันก่อนการติดตั้ง
- 4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้อง ตามความต้องการใช้งานและการติดตั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- 4.3 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับ

- 4.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- 4.5 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสเกลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน
- 4.6 ผู้คุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- 4.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นแล้ว หากคูมงานมีความเห็นให้แก้ไขเพื่อความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างไปจากแบบ และ/หรือ การติดตั้ง ที่ได้ขออนุมัติไว้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น
- 4.8 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้ คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 4.9 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้คุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และอาจส่งคืนโดยไม่มี การพิจารณาแต่ประการใด

5. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

- 5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ
- 5.2 แบบสร้างจริงต้องมี ขนาดและมาตราส่วน เท่ากับแบบประกอบสัญญา และ/หรือ แบบใช้งาน นอกจากแบบขยาย ให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 5.3 แบบสร้างจริงต้องจัดสารบัญแบบโดยอาจจำแนกเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการค้นหา เมื่อต้องการ ใช้งาน
- 5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบ อย่างน้อย 30 วัน

6. หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงานผู้รับจ้าง ต้องจัดเตรียมเข้าเล่มเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน
- 6.2 หนังสือคู่มือ ควรแบ่งออกเป็น 4 ภาค คือ.-
- ภาคที่ 1 : ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA) ประกอบด้วยแค็ตตาล็อกเครื่อง/อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุงแบบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
- ภาคที่ 2 : ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่องและระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)
- ภาคที่ 3 : ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)
- ภาคที่ 4 : ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์แต่ละชนิด
- 6.3 หนังสือคู่มือนี้ ควรแบ่งหมวดเฉพาะสำหรับ เครื่องจักร และ/หรือ อุปกรณ์ แต่ละชนิด/ประเภท

หมวดที่ G6 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน

- 1.1 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะ ไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง
- 1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้าง ไม่สามารถจัดหา วัสดุ-อุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน
- 1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่าง การขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

2. การขนส่งและการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้น ในการขนส่งเครื่องมืออุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- 2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน และ แจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษา
- 2.3 เมื่อเครื่องมือ อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของให้ผู้คุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้

3. การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บ เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ ต่าง ๆ ในบริเวณที่เหมาะสมแก่ วัสดุ-อุปกรณ์ นั้น ๆ และกว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อ วัสดุ-อุปกรณ์ มาถึงหน่วยงาน ผู้คุมงานอาจไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บ

4. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งในที่เก็บพัสดุเพื่อการติดตั้ง และที่ติดตั้งแล้ว ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบ ต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

5. ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และ การติดตั้ง

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของ วัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชิ้นตามที่คุณต้องการ
- 5.2 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสม แล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

6. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

- 6.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้คุมงาน เพื่อขออนุมัติเป็นเวลายาวนาน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- 6.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอ ความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
- 6.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

7. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และ/หรือ ลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีการหมายที่มองเห็นได้ง่าย

8. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งานเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน

ส่วนที่ 2 ขอบเขตของงาน

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบและรายละเอียดนี้

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้-

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย “เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า”
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- ง. มาตรฐานสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
- จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้านครหลวง
- ฉ. American National Standards Institute (ANSI)
- ช. American Society of Testing Materials (ASTM)
- ซ. British Standard (BS)
- ฅ. Deutsche Industrienormen (DIN)
- ญ. International Electrotechnical Commission (IEC)
- ฎ. Japanese Industrial Standard (JIS)
- ฏ. National Electrical Code (NEC)
- ฐ. National Electrical Manufacturers' Association (NEMA)
- ฑ. National Electrical Safety Code (NESC)
- ฒ. National Fire Protection Association (NFPA)
- ณ. Underwriters' Laboratories, Inc. (UL)
- ด. Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้-

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- จ. การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้านครหลวง
- ฉ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

ส่วนที่ 3 รายการทางเทคนิค

หมวดที่ 1 สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์

1. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 1.1 ALUMINIUM CONDUCTOR STEEL REINFORCED (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ตารางที่ 86-2522 (TIS86-2522) สายไฟฟ้าชนิดนี้เป็นสายเปลือยไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้งานเป็น AERIAL POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LINE มีโครงสร้างประกอบด้วย :-
 - ก. ลวดแกนกลางเป็น SOLID GALVANIZED STEEL WIRE หรือ CONCENTRIC STRANDED GALVANIZED STEEL WIRE
 - ข. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าซึ่งพันรอบแกนกลางเป็น HARD DRAWN ALUMINIUM
- 1.2 PARTIAL INSULATED CABLE (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น PRIMARY AERIAL DISTRIBUTION CABLE โดยติดตั้งพาดยึดกับ PIN INSULATOR ผลิตตามมาตรฐาน INSULATED CABLE ENGINEERS ASSOCIATION (ICEA) S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย :-
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED HARD DRAWN ALUMINIUM WIRE
 - ข. โดยรอบตัวนำมี SHIELD LAYER เป็น EXTRUDED SEMICONDUCTOR CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ค. ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น TRACK RESISTANT CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- 1.3 SPACED ARIAL CABLE (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น PRIMARY AERIAL DISTRIBUTION CABLE โดยพาดยึดบน CABLE SPACER ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย.-
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED HARD DRAWN ALUMINIUM
 - ข. โดยรอบตัวนำมี SHIELD LAYER เป็น EXTRUDED SEMICONDUCTOR CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ค. ฉนวนหุ้มชั้นใน (INSULATION) เป็น NATURAL CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ง. เปลือกหุ้มชั้นนอก (SHEATH) เป็น TRACK RESISTANT CROSS-LINKED POLYETHYLENE

- 1.4 HIGH VOLTAGE CROSS-LINKED POLYETHYLENE POWER CABLE (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งาน เป็น MAIN CIRCUIT FEEDER โดยวางในรางวางสาย (WIREWAY, CABLE TRAY OR CABLE TRENCH) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าทั้งชนิดโลหะและอโลหะ ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 และ IEC 502 มีโครงสร้างประกอบด้วย:-

- ก. ลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED COPPER
- ข. โดยรอบตัวนำพันด้วย CONDUCTING CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- ค. ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- ง. โดยรอบตัวนำมี INSULATION SHIELD เป็น SEMI-CONDUCTING CROSS-LINKED POLYETHYLENE ก่อนมี SHIELD ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น ANNEALED COPPER TAPE
- จ. เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น POLYVINYL CHLORIDE (PVC)

2. การติดตั้ง

- 2.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสาย และแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.2 การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ การติดตั้งจริง ต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้คุมงาน และเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

3. การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้า ของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน

1. ความต้องการทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (POWER TRANSFORMER) แบบแช่น้ำมัน (OIL-IMMERSED TYPE) ที่ใช้ใน โครงการนี้ ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมในการติดตั้งใช้งานได้ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถึงหม้อแปลงเป็นแบบปิดผนึกแน่น ปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน โดยมีพิกัดการใช้งานดังนี้ :-

•	NUMBER OF PHASE	:	3
•	RATED FREQUENCY	:	50 HZ
•	RATED OUTPUT POWER	:	ตามกำหนดในแบบ
•	RATED PRIMARY VOLTAGE	:	12/24 kV. DUAL
•	RATED SECONDARY VOLTAGE	:	415Y/240 V.
•	OFF-LOAD TAP CHANGER	:	- 4 X 2.5%
•	BASIC IMPULSE LEVEL (BIL)	:	125 kV. (PEAK)
•	IMPEDANCE VOLTAGE	:	4-8 %
•	VECTOR GROUP	:	DYN 11
•	COOLING SYSTEM	:	NATURAL SELF-COOLED (ONAN)

2. การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบ การผลิต และการทดสอบ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังตามข้อกำหนดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, VDE หรือ IEC โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ :-

- 2.1 แกนเหล็ก (IRON CORE) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ (THIN LAMINATION) ที่เคลือบผิวหน้าทั้งสอง ด้านด้วยฉนวนประเภท BAKE ENAMEL หรือ VANISH วางซ้อนอัดแน่นกัน แผ่นเหล็กนี้ต้องทำจาก HIGH QUALITY, COLD ROLLED GRAIN ORIENTED, NONAGING, HIGH PERMEABILITY SILICON STEEL การออกแบบขนาดและรูปร่างของแกนเหล็กต้องเพียงพอกับการรับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 110% ของ RATED VOLTAGE โดยไม่ทำให้สภาพของเหล็กเสียหาย หรือเสื่อมสภาพทางแม่เหล็ก
- 2.2 ขดลวด (WINDING) ทั้งด้านไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำต้องเป็นลวดหรือแผ่นตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน การออกแบบขนาดและรูปร่างของขดลวดต้องสามารถให้น้ำมันไหลผ่านได้ดีเพื่อการระบายความร้อน อีก

ทั้งต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของขดลวดต่อแรงที่อาจเกิดขึ้น เช่น SHORT CIRCUIT FORCE, IMPULSE VOLTAGE STRESSES เป็นต้น

- 2.3 TAP CHANGING SWITCH เป็นแบบ OFF-LOAD ติดตั้งอยู่ทางขดลวดด้านไฟฟ้าแรงสูง
- 2.4 น้ำมันหม้อแปลง (TRANSFORMER OIL) ต้องมีค่า DIELECTRIC STRENGTH ก่อนการเติมลงในถังหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 35 kV. ตาม ASTM D 877 หรือเทียบเท่า น้ำมันหม้อแปลงที่ใช้ต้องไม่เป็นสารพิษ (NON TOXIC) และติดไฟยาก (Less-Flammable)
- 2.5 ถังหม้อแปลง (TRANSFORMER TANK) ต้องเป็นเหล็กเติมน้ำมันเต็มไร้โพรงอากาศ และปิดผนึกแน่น (HERMETICALLY SEALED WITHOUT GAS CUSHION) ตัวถังทำเป็นรูปคลื่น (CORRUGATED) พร้อมครีระบายความร้อน (COOLING FIN) มีความยืดหยุ่นและคงทนต่อแรงดันน้ำมันที่มีการขยายตัวเมื่อมีความร้อนสูง และต้องปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน
- 2.6 อุปกรณ์ประกอบที่ต้องการอย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-
 - ก. HIGH VOLTAGE AND LOW VOLTAGE BUSHING
 - ข. ARCING HORNS, CORROSION PROVED
 - ค. UPPER FILTER PRESS CONNECTION
 - ง. OIL DRAIN, FILTER PRESS SAMPLING VALVE
 - จ. DIAL TYPE THERMOMETER WITH ALARM AND TRIP CONTACTS
 - ฉ. TANK GROUNDING TERMINAL
 - ช. LIFTING LUG
 - ซ. BI-DIRECTION WHEELS
 - ณ. NAMEPLATE

3. การติดตั้ง

สำหรับการติดตั้งตามกำหนดในแบบเป็นเพียงข้อเสนอแนะ และเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบจากผู้คุมงานและไม่ขัดต่อระเบียบมาตรฐานของ การไฟฟ้า
ท้องถิ่น

4. การตรวจสอบและทดสอบ

4.1 ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ

4.2 ต้องผ่านการตรวจสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.3 ต้องตรวจสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้วดังนี้

ก. วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

ข. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

หมวดที่ 3 แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (MAIN DISTRIBUTION BOARD), แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (MAIN ESSENTIAL DISTRIBUTION BOARD) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (DISTRIBUTION BOARD) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (FLOOR STANDING)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ-อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, IEC, DIN, หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 415Y / 240 VOLTS
- SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE,SOLID GROUNDED, SOLID NEUTRAL
- RATED FREQUENCY : 50 HZ.
- RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT (0.5 SECOND)
: ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-CIRCUIT CAPACITY (IC) ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ตามระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1,000 VOLTS (MINIMUM)
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VOLTS (AC) หรือตามระบุในแบบ
- TEMPERATURE RISE : 25^oC
- FINISHING : ENAMEL PAINT

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดเท่า ๆ กันและอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้:-

- ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.
- ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,000 มม.
- ความลึก : ระหว่าง 600-1,200 มม.

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง ๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้:-

- ก. CIRCUIT BREAKER COMPARTMENT สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
- ข. METERING & CONTROL COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง TERMINAL BLOCK สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ และมีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม.
- ค. BUSBARS COMPARTMENT เป็นช่องสำหรับติดตั้ง BUSBARS ทั้ง HORIZONTAL และ VERTICAL BUSBARS ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์
- ง. CABLE COMPARTMENT จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (POWER CABLE) เข้า-ออก จากแผงสวิตช์
- จ. แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ากันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งโดยง่าย

3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้:-

- ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิด เฉพาะส่วน CABLE COMPARTMENT ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
- ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ใน

กรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (VERTICAL SECTION) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันต่อกัน ให้ใช้ฝากระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

- ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบมีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วย REMOVABLE PIN HINGES เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น SCREW LOCK หรือ KEY LOCK ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิทช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
- จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย REMOVABLE PIN HINGES ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น KEY LOCK ฝาสำหรับ METERING & CONTROL COMPARTMENT ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

3.4 การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN)

3.5 การป้องกันสนิม และการทาสีให้เหล็ก และแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ ELECTROGALVANIZED หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสี และการป้องกันการ ผุกร่อนและรหัสสี โดยใช้สีทับหน้าเป็นสีเทาอ่อนหรือสีครีม

4. CIRCUIT BREAKER

4.1 CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC

4.2 CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ภายใน SYSTEM เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (TIME-CURRENT CURVE) สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION) เพื่อให้ CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ใกล้จุด FAULT ทำงานตัดวงจรก่อน CIRCUIT BREAKER ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

- 4.3 MAIN CIRCUIT BREAKER และ POWER CIRCUIT BREAKER เฉพาะที่มีขนาดตั้งแต่ 1250 AMPERE-TRIP ขึ้นไป ต้องใช้ระบบ SOLID STATE TRIP ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้:-

- ก. GROUND FAULT PROTECTION
- ข. OVERCURRENT PROTECTION
- ค. INSTANTANEOUS TRIP
- ง. LONG TIME DELAY AND SHORT TIME DELAY SETTING

โดย CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT RATING ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ

- 4.4 FEEDER และ SUB-FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE TYPE, TOGGLE OPERATING MECHANISM ทำงานด้วยระบบ TRIP FREE, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อม INDIVIDUAL THERMAL และ ELECTROMAGNETIC TRIP นอกจากนี้ขนาดของ CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT RATING ให้มีและเป็นตามกำหนดในแบบ

5. AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK

- 5.1 AUTOMATIC CAPACITOR BANK สำหรับปรับค่า POWER FACTOR ของระบบไฟฟ้า โดย CAPACITOR ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC, VDE หรือ NEMA

- 5.2 พิกัดของ AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้:-

- YPE : INDOOR (DRY METALLIZED FILM)
- NUMBER OF PHASE : 3
- RATED VOLTAGE : 400V
- RATED FREQUENCY : 50 Hz.
- RATED OUTPUT : ตามที่ระบุในแบบ
- SWITCHING STEP : ตามที่ระบุในแบบ
- POWER LOSS : 1 W/KVAR (MAXIMUM)
- CONTROL VOLTAGE : 220V

- 5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย CAPACITOR ย่อย หลาย ๆ ตัวยี่ตรวมกันเข้าบนฐานที่แข็งแรง พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบ

กันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน ประกอบด้วย

- ก. FUSE PROTECTION ทุก STEPS ของ CAPACITY BANK
 - ข. CONTACTOR ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN 60947-4-1 CATEGORY AC-6b ขนาดมีความเหมาะสมกับขนาดกำลังของ CAPACTOR ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ภายใน เช่น HOLDING COIL, MOVING CONTACT จะต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - ค. DISCHARGE COIL (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
 - ง. KVAR CONTROLLER (หรือ REACTIVE POWER REGULATOR)
 - จ. POWER FACTOR METER
 - ฉ. INDICATING LAMP
 - ช. AUTOMATIC AND MANUAL SWITCHING DEVICE
- 5.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ
- 5.5 AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง
- 5.6 สวิตช์ทาบแบบสับบาร์ เพื่อใช้ระบุรหัสเฟส ต้องเป็นสวิตช์ที่มีคุณสมบัติใช้กับสับบาร์เท่านั้น ตามมาตรฐาน DIN, ANSI หรือเทียบเท่า

6. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 6.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ท โดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1 หรือ ตามกำหนดในแบบ
- 6.2 AMMETER และ VOLTMETER ต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลชนิด WIDE ANGLE (135 องศา) และ ACCURACY CLASS 1.5
- 6.3 WATTMETER และ VAR METER ใช้ชนิด 3-PHASE UNBALANCE LOAD แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลชนิด ANGLE 90 องศา และ ACCURACY CLASS 1.5
- 6.4 POWER-FACTOR METER ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING และ ACCURACY CLASS 0.5

- 6.5 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD ใช้หลอด INCANDESCENT 0.6 วัตต์ 6 โวลต์ พร้อม TRANSFORMER แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ LEN ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 6.6 SELECTOR SWITCH แบบ SWITCHBOARD MOUNTING จำนวน 7 STEPS สำหรับ VOLT-SELECTOR SWITCH และ 4 STEPS สำหรับ AMP-SELECTOR SWITCH

7. BUSBAR และฉนวนยึด

- 7.1 BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (BARE RATING) แต่ต้องไม่เกิน 1.5แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE, NEUTRAL และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 7.2 การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม BUSBAR โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ BUSBAR ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ BUSBAR ที่อาจลดลง
- 7.3 BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 7.4 BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER 750 VOLTS, 70 DEG.C., PVC INSULATED ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตาม ต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

•	CURRENT CIRCUIT	:	4	ตารางมิลลิเมตร
•	VOLTAGE CIRCUIT	:	2.5	ตารางมิลลิเมตร
•	CONTROL CIRCUIT	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
•	GROUND สำหรับบานประตู	:	10	ตารางมิลลิเมตร

8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบบล็อกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

9. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

9.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

9.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

10. การติดตั้ง

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้:-

- 10.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 10.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 10.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 10.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมหรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

11. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้:-

- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ LOAD แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (NORMAL POWER SUPPLY) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (ESSENTIAL POWER SUPPLY) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- ก. การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- ข. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODED GAUGE SHEET WITH GREY BAKED ENAMEL FINISHED มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วย และต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอก CIRCUIT ต่าง ๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- ค. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE
- ง. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)
- จ. BRANCH CIRCUIT BREAKER ใช้ CIRCUIT BREAKER ชนิด MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน LOAD SCHEDULE และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
- ฉ. NAMEPLATE แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ข. แผงวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีแผงวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนัง โดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์

3. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD)

- 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ LOAD ต่างๆ โดยมี BRANCH CIRCUIT BREAKER เป็นตัวควบคุม LOAD แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม PANELBOARD SCHEDULE
- 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
- ก. PANELBOARD ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต CIRCUIT BREAKER ที่ใช้สำหรับ PANELBOARD นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ PANELBOARD SCHEDULE
- ข. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODE GAUGE SHEET STEEL WITH GREY BAKED ENAMEL FINISH มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK
- ค. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE และเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG-ON หรือ BOLT-ON CIRCUIT BREAKER
- ง. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (COORDINATION)

- จ. BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING และเป็นแบบ PLUG-ON หรือ BOLT-ON TYPE มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน PANELBOARD SCHEDULE โดย CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
- ฉ. NAMEPLATE แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปตามแสดงไว้ในแบบ
- ช. แผงวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีแผงวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน SUPPORTING ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH

- 4.1 DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC HEAVY DUTY TYPE
- 4.2 SWITCH ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ BLADE ทำงานแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 ENCLOSURE ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี GRAY-BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ GALVANIZED พ่นเคลือบด้วยสี GRAY-BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง INTERLOCK กับ SWITCH BLADE โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ BLADE อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น
- 4.4 ขนาด AMPERE RATING จำนวนขั้วสายและจำนวน PHASE ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือไม่น้อยกว่าขนาดของ PROTECTING EQUIPMENT ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี FUSE ให้ใช้ FUSE CLIPS เป็นแบบ SPRING REINFORCED โดยขนาดของ FUSE ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของ สวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขีดยึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)

- 5.1 ให้ใช้ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER ที่มี AMPERE TRIP RATING จำนวน POLE ตามระบุในแบบ
- 5.2 ENCLOSURE เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
- ก. NEMA 1 พับจาก SHEET STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
 - ข. NEMA 3 R พับจาก ZINC COATED STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- 5.3 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ FLUSHED MOUNTING หรือ SEMI-FLUSHED MOUNTING สำหรับในอาคาร และ SURFACE MOUNTED สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

หมวดที่ 5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าโดยทั่วไปทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 11-2531 ดังรายละเอียดต่อไปนี้:-

- ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ข. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางเดินสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 (ชนิด THW)
- ค. สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือ เดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือวางบนรางเคเบิล (CABLE TRAY) หรือในสถานที่ที่มีโอกาส ทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน ตาม มอก.11-2531 ตาราง ที่ 6,7,8 หรือ 14 (ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี
- ง. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวร ที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือ อุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 9 (VCT) หรือ ตารางที่ 15 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี

2.2 สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟท์ พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟ รวมทั้งสายไฟฟ้ากำลัง สายวงจรย่อย สายไฟฟ้าควบคุม และสายสัญญาณอื่น ๆ ที่กำหนดให้ใช้เป็นสายชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้ :-

- ก. สายไฟฟ้าต้องทนพิกัดแรงดันไฟฟ้า (RATED VOLTAGE) ไม่น้อยกว่า 450/750 โวลท์ และทนอุณหภูมิของตัวนำในภาวะใช้งานปกติได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส
- ข. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นทองแดง (ANNEALED COPPER) โดยตัวนำที่มีขนาดตั้งแต่ 4 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไปต้องเป็นลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ค. โดยรอบลวดตัวนำ ต้องหุ้มด้วยฉนวนกันไฟ (FLAME BARRIER) ชั้นแรกเป็น GLASS MICA TAPE แล้วหุ้มด้วยฉนวน CROSSLINKED POLYOLEFIN หรือเทียบเท่าอีกชั้นหนึ่ง
- ง. สายไฟฟ้าที่กำหนดให้วางบนรางเคเบิล (CABLE TRAY) ต้องหุ้มด้วยฉนวนเปลือกนอก (SHEATH) อีกชั้นหนึ่ง
- จ. เมื่อเกิดเพลิงไหม้ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่ก่อให้เกิดแก๊สพิษ (NON TOXIC GAS) โดยมีการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้ :-

- HALOGEN CONTENT TEST : IEC 754-1 / IEC 754-2
- SMOKE TEST : IEC 1034

- ฉ. คุณสมบัติการทนไฟ และการไม่ลามไฟของฉนวนสายไฟฟ้าต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้ :-

- FIRE RESISTANCE TEST : BS 6387 CATEGORY CWZ, IEC 331
- FIRE RETARDANT TEST : IEC 332-3, BS4066 PART 3
- FLAM RETARDANT TEST : IEC 332-1, BS 4066 PART 1

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงเช่น หลอดไส้ (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้:-

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่ายสำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้
- ฉ. การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้นๆ

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้:-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัววงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 6 อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหารหัส อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิด ต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้ :-

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT :RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR

2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-

- ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนทำการติดตั้ง
- ข. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. CABLE TRAY

- 3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และพื้นเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. WIREWAY

- 4.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED หรือ พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้:-

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)
- 5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ปฏิบัติงาน

หมวดที่ 7 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 220 VOLTS 1-PHASE 50-Hertz
- 1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือ มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้:-
- มอก. 23-2521 : บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 673-2530 : บัลลัสต์สำหรับหลอดไอปรอทความดันสูง
 - มอก. 885-2532 : บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
 - มอก. 344-2530 : ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์
 - มอก. 819-2531 : ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
 - มอก. 183-2528 : สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 191-2531 : ตัวเก็บประจุสำหรับใช้ในวงจร หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดปล่อยประจุอื่น
 - มอก. 4 เล่ม 1-2522 : หลอดไฟฟ้า
 - มอก. 236-2520 : หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 902-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
 - มอก. 903-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
 - มอก. 904-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
 - มอก. 906-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าสดแสง
- 1.3 โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (CHANDELIER) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความปลอดภัย และการประหยัดพลังงาน และ/หรือ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบ

2. รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

- 2.1 ขั้วหลอด (LAMPHOLDER) สำหรับหลอด LED จะต้องประกอบจากวัสดุที่แข็งแรง จากโรงงานผู้ผลิตที่มีชื่อเสียง อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 25,000 ชั่วโมง ค่า PF ไม่น้อยกว่า 0.8
- 2.2 ไตรเวอร์ (Driver) ที่กำหนดเป็นชนิด Electronic ตามมาตรฐาน มอก.
- 2.3 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือ สายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า หรือ ขั้วต่อ สายใด ๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 300 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า
 - 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอด LED
- 2.4 ขั้วต่อสาย (TERMINAL BLOCK) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน POLYTHENE หรือ POLYIMID สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไป

3. วัสดุ, และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

3.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอด LED ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้:-

- ก. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
- ข. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- ค. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
- ง. โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม
- จ. โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (LOUVRE) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบออลิค (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบออลิค (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM LOUVRE) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีลายเส้น (PROFILED LAMELLAE) เพื่อลด GLARE โดยแผ่นสะท้อนแสงต้องมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงได้ไม่น้อยกว่า 95%
- ฉ. หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด SWITCH-START ขนาด วัตต์ ตามที่ระบุในแบบ และสีของแสงเป็น DAY LIGHT หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น

3.2 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่าน โดยมี DEGREE OF PROTECTION "IP43" ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก ELECTROGALVANIZED

4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

- 4.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุม อัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้า ที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.2 หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด LED 12 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือ จำนวนตามระบุในแบบ
- 4.3 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- 4.4 ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้.-
 - ก. สถานะการประจุแบตเตอรี่ CHARGE (ขณะประจุไฟฟ้า) และ FULL CHARGE (ขณะประจุเต็ม)
 - ข. สถานะของ INPUT LINE, STANDBY
- 4.5 ให้มี TEST BUTTON เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด REMOTE LAMP ต้องมี REMOTE TEST BUTTON ด้วย
- 4.6 ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
- 4.7 HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี ENAMEL อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- 4.8 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟ ต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (REMOTE LAMP) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและ สวยงาม

5. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT)

- 5.1 ตัวโคมให้พบขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมทางเคมีที่เหมาะสมมีความหนา ไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พื้นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
- 5.2 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง แบบ PRISMATIC ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
- 5.3 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
- 5.4 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพวงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- 5.5 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือ ตามข้อบังคับของกระทรวงมหาดไทยและหน่วยราชการท้องถิ่น

6. การติดตั้ง

- 6.1 ดวงโคมแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งจากพื้น 2.50 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 6.2 ดวงโคมแบบติดข้างผนัง ให้ติดตั้งจากพื้น 2.20 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 6.3 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูนต้องยึดให้รับน้ำหนักดวงโคมได้ และต้องทำให้แข็งแรงพอ การยึดให้ใช้ Lead Anchor and Screw หรือในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากต้องใช้ Expansion Bolt การยึดกับกล่องต่อสาย ต้องทำให้กล่องและเหล็กยึดรับน้ำหนักได้เพียงพอ ในทุกกรณีต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม
- 6.4 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องวัดและกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับสถานที่ และเพื่อให้ได้คุณภาพของแสงตามต้องการ โดยทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบเล็กน้อยได้ตามสมควร โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างแต่ประการใด
- 6.5 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าทิบาร์ ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้งโดยมีก้านโลหะหรือโซ่รับน้ำหนักยึดกับโครงสร้างของอาคารโดยตรง และต้องสามารถปรับระดับได้ง่าย ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าโดยตรง
- 6.6 การติดตั้ง Floodlight โครงของ Floodlight ต้องต่อลงดินเมื่อติดตั้งแล้วต้องปรับทิศทางของแสงให้ได้ตามต้องการ แล้วยึดไว้ที่ตำแหน่งนั้น โคมที่ติดตั้งระดับพื้นดินต้องมีฐานคอนกรีตรองรับตัวโคม

6.7 เสาไฟถนนชนิดท่อเหล็ก

- ก. ท่อเหล็ก ความหนา และค่า Tensile Strength ของเนื้อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 และท่อเหล็กหลังจากการพับแล้วต้องผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก โดยกรรมวิธีการชุบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASTM A 526-76 ถ้ากำหนดให้พ่นสี ทับ ต้องใช้สีสำหรับพ่นสังกะสีโดยเฉพาะ โดยไม่ลอกหลุดได้ง่าย
- ข. ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ยึดโดยใช้สลักเกลียว
- ค. ในช่องต่อสาย ให้ติดตั้งฟิวส์กระปุกทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 5 กิโลแอมแปร์ ขนาด 2 แอมแปร์ หรือใหญ่กว่าตามความจำเป็น ติดไว้ต้นละ 1 ชุด และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสมรวมทั้ง ขั้วต่อสายดิน ติดไว้สำหรับต่อสายเข้าและพ่วงออกไปด้านอื่นได้สะดวก
- ง. เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน หรือมีสายดินต่อไปจนถึงแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย
- จ. ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง เสาเหล็กให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม

7. การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อคอมโพไฟฟ้ทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้:-

- 7.1 รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่คุณคุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบเรียกขอ
- 7.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- 7.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ / อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้คุมงานเรียกขอ

ทั้งนี้เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากผู้คุมงานพบว่าคอมโพไฟฟ้ที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้น ไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดต้องนำมาเปลี่ยน หรือทดแทนให้ถูกต้อง

หมวดที่ 8 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดฝังกับผนังบน กล่องเหล็กชุบ GALVANIZED ขนาดที่เหมาะสม กับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลท์โดยใช้ BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 2.4 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด ILLUMINATED LAMP ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.5 COVERPLATE ต้องเป็น ANODIZED ALUMINIUM หรือ HIGH GRADE PLASTIC
- 2.6 METAL BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.7 การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

3. เตาไฟฟ้าทั่วไป

- 3.1 เตาไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้ง ฝังในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 3.4 เตาไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 COVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 2
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางเตาเป็น 0.3 เมตร
- 3.7 เตาไฟฟ้าที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนเตาไฟนั้น ๆ

4. สวิตช์ควบคุมระยะไกล

สวิตช์ควบคุมระยะไกล หรือกำหนดในแบบเป็น "2-WIRE REMOTE CONTROL" ได้อ้างอิงถึงผลิตภัณฑ์ "FULL 2-WAY REMOTE CONTROL SYSTEM" ของ NATIONAL ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีของ "CYCLIC TIME DIVISION MULTIPLEX TRANSMISSION METHOD" การเสนอผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต้องมีคุณสมบัติ และขีดความสามารถเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง ดังต่อไปนี้ :-

- 4.1 ระบบสายสัญญาณ ต้องใช้ไม่เกิน 2 คู่ คือ สายชนิด SHIELDED TWISTED-PAIR สำหรับ MULTIPLEX SIGNAL ซึ่งสายสัญญาณนี้สำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันโดยไม่ต้องแยกสายสัญญาณสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัว และอีกคู่หนึ่งเป็นสายสำหรับส่งกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ในระบบที่ต้องการกำหนดให้ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ (กระแสสลับ) ขนาดของลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 4.2 การปิด-เปิด วงจรไฟฟ้า (ไฟฟ้าแสงสว่าง และไฟฟ้ากำลังให้ใช้ RELAY มีขนาดทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 20 แอมแปร์ที่ 300 โวลต์ (กระแสสลับ) โดย RELAY นี้ต้องเป็นแบบ ELECTRICAL OPERATE-MECHANICAL HOLD ใช้กำลังไฟฟ้าสำหรับการทำงานต่ำที่ 24 โวลต์ (กระแสสลับ)

-
- 4.3 การควบคุมให้ RELAY ทำงานสามารถกระทำได้โดยการควบคุมทีละตัว (INDIVIDUAL CONTROL) โดยใช้ SELECTOR SWITCH และสามารถควบคุมได้เป็นกลุ่ม ๆ ตามกำหนดได้ภายหลัง โดยใช้ PATTERN OPERATION SWITCH และสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ไม่น้อยกว่า 24 รูปแบบ (PATTERN)
 - 4.4 RELAY สามารถกำหนดการทำงานเป็นกลุ่ม ๆ หรือทั้งหมดได้ เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบสัญญาณฉุกเฉินหรือจากระบบควบคุม แลจัดการพลังงาน (BAS) CONTACT INPUT และสามารถต่อพ่วงสัญญาณแสดงสภาพการทำงานดังกล่าวไปยังระบบควบคุม และจัดการพลังงาน (BAS) หรือระบบอื่นใดที่กำหนดไว้ (STATUS-MONITOR) โดยต้องมีอย่างน้อยชนิดละ 16 จุด
 - 4.5 สวิตช์ควบคุม (SELECTOR SWITCH) ที่ใช้ควบคุม RELAY 1 ตัว ต้องสามารถมีได้ในตำแหน่งต่าง ๆ กัน ไม่น้อยกว่า 5 จุด โดยการตั้งรหัส (ADDRESS) ของสวิตช์ต่าง ๆ ให้ตรงกับรหัสของ RELAY ทั้งนี้ให้รวมถึง PATTERN OPERATION SWITCH ด้วย
 - 4.6 สวิตช์คุม คุมทุกตัว และทุกชนิดต้องมี BUILT-IN INDICATING LAMP สีเขียว-แดง เพื่อแสดงตำแหน่งการทำงาน ของ RELAY

ทั้งนี้อุปกรณ์หลัก และ อุปกรณ์ประกอบในระบบต้องมีครบถ้วน เพื่อให้มีการทำงานได้ตามกำหนดในรายละเอียดนี้ และต้องไม่น้อยกว่าระบุในแบบ

5. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และ ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

6. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

หมวดที่ 9 ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุมถึงรายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์การติดตั้งตลอดจนการปรับตั้ง (PROGRAMMING) และทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้ :-

- 1.1 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC), ARTICLE 760
- 1.2 NATIONAL FIRE ALARM CODE, NFPA 72
- 1.3 LIFE SAFETY CODE, NFPA 101

2. ลักษณะของระบบ

ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM) และเป็น LIFE SAFETY SYSTEM ที่ต้องการต้องเป็น MICROPROCESSOR-BASED NETWORK SYSTEM มีลักษณะทั่วไปดังนี้ :-

- 2.1 แผงควบคุม (FIRE ALARM CONTROL PANEL: FCP) ต้องออกแบบให้สามารถทำงานด้วยแผงเดียว (STAND ALONE) หรือหลายแผงทำงานร่วมกัน โดยมีการติดต่อสื่อสารต่อกันด้วย RING PROTOCOL NETWORK
- 2.2 การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างแผงควบคุม กับ INTELLIGENT ANALOG DEVICE ต่าง ๆ ใช้สัญญาณ DIGITAL ผ่านสายสัญญาณไฟฟ้าเพียง 1 คู่สาย ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งแบบ LOOP CLASS “A” และ แบบ CLASS “B”
- 2.3 ระบบต้องสามารถใช้งานรองรับ CONVENTIONAL INITIATING DEVICE ทุกชนิด
- 2.4 ระบบสัญญาณแจ้งเตือนต้องสามารถใช้งานรองรับอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (NOTIFICATION APPLIANCE) ทุกชนิด
- 2.5 อุปกรณ์ในระบบทุกชนิด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตเดียวกัน

3. แผงควบคุมและอุปกรณ์

- 3.1 แผงควบคุมระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FIRE ALARM CONTROL PANEL : FCP) ต้องออกแบบเป็น MODULAR SYSTEM สามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวเอง (STAND ALONE) หรือสามารถต่อพ่วงทำงานร่วมกับแผงควบคุมหลายชุดเพื่อขยายเป็น NETWORK ครอบคลุมความต้องการของระบบทั้งหมด แผงควบคุมและอุปกรณ์ภายในแผงต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้ :-
- 3.2 กล่องของแผงควบคุม (ENCLOSURE) รวมทั้งฝาปิดด้านหน้า ต้องทำจาก COLD ROLLED STEEL PLATE พ่นเคลือบกันสนิมด้วย GRAY BAKED ENAMEL เป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต CENTRAL PROCESSOR UNIT ใช้ PROCESSOR เป็นหน่วยควบคุมและสั่งการส่วนกลาง เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบทำงานอย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้
- 3.3 LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE เป็นส่วนแสดงผลการทำงานและข้อขัดข้องของระบบ โดยมีจอภาพชนิด LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) ซึ่งสามารถแสดงภาพเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 8 บรรทัด ๆ ละ 21 ตัวอักษร
- 3.4 CONTROL DISPLAY MODULE ประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมและหลอดไฟแบบ LED เพื่อให้พนักงานควบคุมสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในภาวะฉุกเฉิน และสามารถตรวจทดสอบการทำงานในระบบการควบคุมของอุปกรณ์ในระบบ ซึ่งมีสวิตช์หลายแบบให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน
- 3.5 SIGNATURE DRIVER CONTROLLER เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างแผงควบคุมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบ โดยการรับ-ส่งสัญญาณเป็นระบบ DIGITAL ผ่านสายสัญญาณทางไฟฟ้าเพียง 1 คู่สาย เป็นแบบ LOOP CLASS “ A “
- 3.6 FIREFIGHTER TELEPHONE สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบ 2-WAY COMMUNICATION กับ REMOTE FIREFIGHTER TELEPHONE ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ และ PAGING MICROPHONE สำหรับการประกาศเหตุฉุกเฉินแบบ 1-WAY COMMUNICATION ซึ่งยังสามารถใช้การประกาศจาก FIREFIGHTER TELEPHONE ได้อีกทางหนึ่ง โดยการขยายเสียงด้วย ZONED AUDIO AMPLIFIER ผ่านไปยังลำโพงที่ติดตั้งอยู่
- 3.7 ZONE AUDIO AMPLIFIER เป็นเครื่องขยายเสียงที่ประกาศออกทางลำโพง ต้องมีขนาดกำลังเพียงพอกับจำนวนลำโพงที่อยู่ใน ZONE นั้น ๆ และมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้ :-
 - FREQUENCY RESPONSE : 400 HZ. – 4,000 HZ.
 - OUTPUT VOLTAGE : 25 V. rms. OR 70.7 V. rms.
 - INTERNAL TONE GENERATOR : 1 KHZ. TEMPORAL TONE
- 3.8 POWER SUPPLY ประกอบด้วย BACK UP BATTERY และ BATTERY CHARGER ต้องมีจำนวน และขนาดเพียงพอที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดในระบบ ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้ :-

- INPUT VOLTAGE : 230 V.AC., 50 HZ.
- OUTPUT VOLTAGE : 24 V.DC. (NORMINAL)
- BATTERY CHARGING CAPACITY : 65 AH.
- BATTERY TYPE : SEALED LEAD – ACID

3.9 แบตเตอรี่ ให้ใช้ตามที่กำหนดดังนี้

- ก. แบตเตอรี่ Maintenance free (Sealed lead-acid or solid gel type) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี
- ข. แบตเตอรี่ชนิด Nickel cadmium มีอายุการใช้งานได้นานไม่น้อยกว่า 20 ปี
- ค. ในกรณีที่ไฟเมน ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แบตเตอรี่ต้องพอใช้งานขณะไฟเมนดับได้ 24 ชั่วโมง แล้วมีกำลังพอใช้ส่งสัญญาณไปทั่วครบทั้งระบบได้นานไม่น้อยกว่า 30 นาที
- ง. ในกรณีที่ไฟเมนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จะต้องมียกเครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่สำรองให้พอใช้ได้ 24 ชั่วโมง
- จ. แบตเตอรี่ใช้ระบบ 24 โวลท์

ต้องแสดงการคำนวณกำลังไฟที่ใช้ทั้งหมด ขนาดแบตเตอรี่และขนาดเครื่องอัดแบตเตอรี่ด้วย

4. CONVENTIONAL INITIATING DEVICES

- 4.1 CONVENTIONAL INITIATING DEVICES เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับและแจ้งเหตุการเกิดเพลิงไหม้ ทั้งแบบอัตโนมัติและไม่อัตโนมัติ โดยเป็นชนิดไม่มีอุปกรณ์ภายในตัวที่สามารถแจ้งรหัสหรือหมายเลข (ADDRESS) ประจำตัวเองได้ อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งเหล่านี้ต้องมีคุณสมบัติตามรายละเอียดต่อไปนี้ :-
- 4.2 MANUAL PULL STATION เป็น BREAK GLASS, NONCODED, SINGLE ACTION TYPE พร้อม GENERAL ALARM KEY SWITCH ใช้ติดตั้งกับผนังแบบ SEMI FLUSH MOUNTING สามารถใช้งานได้ทั้งระบบที่เป็น PRESIGNAL SYSTEM และ GENERAL ALARM SYSTEM
- 4.3 HEAT DETECTOR เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับและแจ้งเหตุการเกิดความร้อน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 230 ตารางเมตร (2,500 ตารางฟุต) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทเพื่อความเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้ :-
 - ก. FIXED TEMPERATURE TYPE เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องอยู่เสมอ จะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในพื้นที่สูงถึงขีดที่กำหนดดังนี้ :-
 - 135° F (57° C) สำหรับบริเวณทั่วไป

- 194° F (88° C) สำหรับบริเวณหรือห้องที่ติดตั้งอุปกรณ์-เครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง
- ข. COMBINATION FIXED TEMPERATURE/RATE-OF-RISE TYPE เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อุณหภูมิปกติอยู่ในเกณฑ์สม่ำเสมอ จะทำงานเมื่อเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น (RATE-OF-RISE) เกินกว่า 15° F (9°C) ต่อนาที หรือเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่าขีดจำกัดที่ 135° F หรือ 194° F ตามชนิดของ DETECTOR ที่เลือก
- 4.4 IONIZATION SMOKE DETECTOR เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับอนุภาคของควันทั้งชนิดที่สามารถเห็น และไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า (VISIBLE AND INVISIBLE PRODUCTS OF COMBUSTION) โดยอาศัยคุณสมบัติของสาร RADIO ACTIVE ทำให้อากาศแตกตัวภายใน UNIPOLAR IONIZATION CHAMBER สามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วลมผ่านตัว DETECTOR ไม่เกิน 10.0 เมตรต่อนาที โดยสามารถปรับตั้งความไวในการตรวจจับควันได้ (FIELD ADJUSTABLE SENSITIVITY) ที่ตัว DETECTOR ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน
- 4.5 PHOTOELECTRIC SMOKE DETECTOR เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับอนุภาคของควันที่สามารถมองเห็นได้ (VISIBLE PRODUCT OF COMBUSTION) การออกแบบเป็นระบบ SOLID-STATE ประกอบด้วย INFRARED LIGHT EMITTING DIODE และ HIGH SPEED LIGHT SENSING DIODE บรรจุอยู่ใน SENSING CHAMBER ซึ่งความไวในการตรวจจับควันได้ตั้งค่าจากโรงงานผู้ผลิต และมีวงจร SELF-COMPENSATING เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับอันเนื่องมาจากคราบฝุ่นที่เกาะภายใน CHAMBER ที่ตัว DETECTOR ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน
- 4.6 BEAM TYPE SMOKE DETECTOR เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเกิดควันไฟอัตโนมัติในพื้นที่โล่งกว้าง หรือห้องที่มีระดับเพดานสูง ชุด DETECTOR ประกอบด้วย ตัว TRANSMITTER และตัว RECEIVER ซึ่งจะส่งสัญญาณการเกิดควันเมื่อมีอนุภาคของควันไฟอยู่ระหว่าง TRANSMITTER และ RECEIVER ชุด DETECTOR แต่ละชุดต้องมีระบบ AUTOMATIC GAIN CONTROL เพื่อ แก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับควันอันเนื่องมาจากการเกิดคราบฝุ่นสะสม

5. INTELLIGENT ANALOG DEVICES

INTELLIGENT ANALOG DEVICES เป็นอุปกรณ์ในระบบที่สามารถกำหนดรหัสประจำตัว โดยวิธี ELECTRONIC ADDRESSING และการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับแผงควบคุมด้วยระบบ DIGITAL SIGNAL โดยใช้ INTEGRAL MICROPROCESSOR อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในระบบต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ และคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อการใช้งานที่เหมาะสม ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :-

- 5.1 INTELLIGENT DETECTORS ให้รวมถึง SMOKE DETECTOR และ HEAT DETECTOR ซึ่งสามารถปรับตั้งความไวของการทำงานได้ โดยอัตโนมัติ ประกอบด้วยส่วน DETECTOR และส่วน DETECTOR BASE ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยเฉพาะส่วน BASE สามารถเลือกใช้รุ่นที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ตามต้องการ
- 5.2 INTELLIGENT MANUAL PULL STATION เป็นแบบ SINGLE ACTION, TWO STAGE พร้อม GENERAL ALARM KEY SWITCH
- 5.3 INPUT MODULE หรือ MONITOR MODULE เป็นแบบอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณ จากวงจร CONVENTIONAL INITIATING DEVICES และ/หรือ อุปกรณ์ที่เป็นชนิดส่งสัญญาณได้โดย NORMALLY-OPEN CONTACT
- 5.4 CONTROL RELAY MODULE หรือ CONTROL MODULE เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณควบคุมให้แก่อุปกรณ์อื่น ๆ ได้ โดยทำหน้าที่เป็น RELAY ซึ่งมี DRY CONTACT ชนิด NORMALLY-OPEN จำนวน 2 ชุด และ NORMALLY-CLOSE จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดต้องมี RATED ไม่น้อยกว่า 2.0 A. ที่ 24 V.DC.

6. อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (NOTIFICATION APPLIANCE)

ในระบบเดียวกัน อาจมีการใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนหลายชนิดควบคู่กัน หรือติดตั้งในแต่ละตำแหน่งต่างชนิดกัน ทั้งนี้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดดัง รายละเอียดต่อไปนี้ :-

- 6.1 STROBE กำหนดเป็น SELF-SYNCHRONIZED ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมอื่นใดจาก ภายนอกให้แสงสว่างกะพริบเป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที และมีความเข้มของการส่องสว่าง (LUMINOUS INTENSITY) ไม่น้อยกว่า 60 CANDELA ที่ RATED VOLTAGE 24 V.DC.
- 6.2 CHIME ให้กำเนิดเสียงที่นุ่มนวลด้วยวงจร ELECTRONIC ผ่านลำโพงขนาดเล็ก บรรจุภายในกล่องพลาสติก มีฝาปิดด้านหน้าเป็นพลาสติกสีขาว ให้ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 90 dB. (ที่ RATED VOLTAGE 24 V.DC.) ที่ระยะ 3.05 เมตร และ CHIME แต่ละชุดต้องมี ADJUSTABLE VOLUME CONTROL แบบ CONCEALED ซึ่งสามารถปรับตั้งความดังของเสียงสำหรับแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้ง
- 6.3 LOUD SPEAKER กำหนดให้เป็นแบบ MYLAR CONE SPEAKER ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ใช้กับสัญญาณจากเครื่องขยายเสียง (AMPLIFIER) ระบบ LINE VOLTAGE 25 หรือ 70 V. ที่ติดตั้งอยู่ในระบบ SPEAKER แต่ละตัวต้องมี MATCHING TRANSFORMER สามารถปรับตั้งระดับกำลังได้ที่ $\frac{1}{4}$ W., $\frac{1}{2}$ W., 1 W. และสูงสุดที่ 2 W. และให้ความดัง (SOUND PRESSURE) สูงสุดไม่น้อยกว่า 85 dBA. ที่ระยะ 3.05 เมตร

SPEAKER แต่ละชุดต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เพื่อใช้ติดตั้งฝังเพดาน หรือฝังผนัง โดยฝาครอบปิดด้านหน้าเป็นแผ่นโลหะกลมสีขาว

6.4 BELL เป็น VIBRATING, UNDER-DOME TYPE สามารถใช้ติดตั้งทั้งภายใน และภายนอกอาคาร โดยมีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม มีเลือกใช้ 3 ขนาดดังนี้ :-

ก. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 83 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร

ข. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 84 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร

ค. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 86 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร

โดยขนาดที่ใช้ในแต่ละตำแหน่ง ให้เป็นไปตามระบุในแบบ หากไม่มีการกำหนด หรือระบุในแบบ ให้ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

7. การติดตั้งและทดสอบ

7.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบ ซึ่งเป็นมาตรฐานของผู้ผลิต หรือ ผู้ผลิตแนะนำ

7.2 การเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ให้ร้อยในท่อโลหะ

7.3 ชนิดของสายสัญญาณต่าง ๆ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต แต่ต้องมีมาตรฐานในการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่ากำหนดในแบบ

7.4 เมื่อการติดตั้งระบบเสร็จสมบูรณ์ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในกรณีต่าง ๆ เพื่อแสดงว่ามีการทำงานที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จนเป็นที่พอใจของผู้คุมงาน

หมวดที่ 10 ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้

1. กฎและมาตรฐาน

ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้อัตโนมัติและอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association (NFPA) หรือข้อกำหนดของสถาบันอื่นที่ได้รับการรับรองโดยทั่วไป และอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ต้องได้รับการรับรองโดยสถาบันดังกล่าวด้วยการติดตั้งต้องทำตามกฎของสถาบันดังกล่าว และ NEC Article 760

2. ข้อกำหนดทั่วไป

- 2.1 ต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้อัตโนมัติระบบเสียงฉุกเฉิน ระบบโทรศัพท์ฉุกเฉิน โดยแบ่งเป็นโซนตามระบุในแบบ
- 2.2 อุปกรณ์ตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ (Automatic Detectors) ที่ใช้ต้องสามารถครอบคลุมเนื้อที่ได้เต็มที่ตามที่แสดงในแบบ หากคลุมเนื้อที่ได้ไม่เพียงพอ ต้องติดตั้งให้เพียงพอโดยเป็นไปตามข้อเสนอแนะของผู้ผลิต
- 2.3 ให้ติดตั้งแผงควบคุม (Fire alarm main control panel, FCP) แผงควบคุมระยะไกล (Remote Fire Command Station, RFC) และอุปกรณ์ต่างๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

3. การทำงานของระบบ

- 3.1 การตรวจจับเพลิงไหม้และการควบคุม
 - ก. อุปกรณ์ตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ (Actuating devices) จะจัดแบ่งเป็นโซน โดยมีหลอดไฟสัญญาณของโซน (LED Type) ติดที่แผงควบคุมรวม
 - ข. เมื่อมีสัญญาณการเกิดเพลิงจากโซนใด หลอดไฟสัญญาณของโซนจะติด หรือกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่แผงควบคุมรวมจนกว่าจะกดสวิทช์ตัดเสียง (Alarm acknowledge switch) แต่หลอดไฟสัญญาณจะยังคงติดอยู่จนกว่าจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ
 - ค. ถ้าหากไม่มีผู้ใดกดสวิทช์ตัดเสียงภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (ตั้งไว้ 0-5 นาที) ระบบจะส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดข้างล่าง
 - ง. หลังจากขั้นตอนตามข้อ 3.1.2 ถ้าหากผู้ควบคุมต้องการส่งเสียงสัญญาณไปที่โซนที่เกี่ยวข้องหรือทุกโซนพร้อมกันหมด ก็สามารถเลือกทำได้ หรือในกรณีที่ใช้สวิทช์สัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Manual Station) แบบมีสวิทช์กุญแจ เพื่อส่ง General alarm จะส่งเสียงสัญญาณทันที
 - จ. การส่งเสียงสัญญาณโดยอัตโนมัติ อาจจะมีการกำหนด ให้เสียงสัญญาณดังขึ้นเฉพาะในโซนหรือพื้นที่ใดๆ ก่อนหรือให้ส่งเสียงสัญญาณพร้อมกันทั้งระบบ

- ฉ. เสียงสัญญาณที่ส่ง เลือกใช้ตามที่กำหนด ดังนี้:-
 - ระฆัง Bell ขนาดตามที่กำหนด หรือ
 - แตร Horn ขนาดตามที่กำหนดหรือ
 - เสียง Slow Whoop (Sweeping from 800 Hz. to 1200 Hz.) โดยใช้ลำโพง
 - ช. แผงควบคุมรวม ต้องมีสวิตช์ตัดเสียง (Alarm Silence/ Acknowledge Switch) ซึ่งจะตัดเสียงสัญญาณที่แผงควบคุมรวม และที่โซนต่างๆ ถ้าหากเกิดมีสัญญาณเพลิงเพิ่มขึ้นอีกในโซนอื่นหรือในโซนเดียวกันเสียงสัญญาณจะดังขึ้นใหม่อีกครั้งจนกว่าจะกดสวิตช์ตัดเสียงอีกครั้ง
 - ซ. แผงควบคุมรวมต้องมีสวิตช์ยกเลิกการแจ้งเพลิงไหม้เมื่อเหตุการณ์ปกติแล้ว (System Reset Switch)
 - ฅ. หากมีกำหนดในแบบให้ติดตั้งเครื่องแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ไปที่สถานีดับเพลิงผ่านวงจรสายโทรศัพท์ โดยมีสวิตช์พิเศษที่แผงควบคุมรวม ส่งสัญญาณโดยกลับขั้วแบตเตอรี่ผ่านสายโทรศัพท์นั้น ซึ่งสามารถปรับแรงดันไฟฟ้าในสายได้ สายโทรศัพท์นี้ต้องมีสัญญาณแจ้งเหตุเสียในกรณีสายขาดหรือลัดวงจรด้วย ที่สถานีดับเพลิงต้องติดตั้งแผงแจ้งสัญญาณเพลิง ประกอบด้วยไฟสัญญาณและเสียงสัญญาณลัดวงจรด้วย ที่สถานีดับเพลิงต้องติดตั้งแผงสัญญาณเพลิง ประกอบด้วยไฟสัญญาณและเสียงสัญญาณ สวิตช์ตัดเสียงสัญญาณ โดยต้องมีแบตเตอรี่สำรองอัดไฟได้ (นิคเกิ้ลแคดเมียม) พร้อมเครื่องประจุ (Charger) ไฟ
 - ญ. ให้ติดตั้งรีเลย์สำหรับแต่ละโซน ทำงานในกรณีมีสัญญาณเพลิง ให้เพียงพอสำหรับใช้ตัดเครื่องปรับอากาศและพัดลม บังคับลิฟต์ดับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ อย่างน้อยให้มีติดตั้งไว้ให้โซนละหนึ่งชุด นอกนั้นให้ติดตั้งไว้ตามที่กำหนดในแบบ
 - ฎ. ทุกวงจรดีเทคเตอร์ วงจรส่งเสียงสัญญาณ วงจรสายตรงแจ้งสัญญาณเพลิงไปที่สถานี ดับเพลิง และแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ต้องมีสัญญาณไฟและเสียงแจ้งเหตุเสีย เช่น ในกรณีสายขาด สายลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินกว่าขีดหรือไม่มีไฟดีซีต้องมีสวิตช์กดตัดเสียงสัญญาณได้ แต่ไฟสัญญาณจะต้องติดอยู่จนกว่าจะแก้ไขแล้วเสร็จ หากมีเหตุเสียอย่างอื่นเกิดขึ้นอีก เสียงสัญญาณต้องดังขึ้นอีกได้
 - ฏ. กำลังไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสายสัญญาณ ให้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจากแผง ควบคุมรวม
- 3.2 ระบบส่งเสียงสัญญาณอื่น ให้ใช้ระฆัง (Bell) หรือแตร (Horn) ตามที่กำหนด
 - 3.3 ต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทดสอบสัญญาณไฟต่างๆ ที่แผงควบคุมรวมด้วย
- #### 4. อุปกรณ์
- 4.1 แผงควบคุมรวม

- ก. แผงควบคุมรวม ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาตามกฎต่างๆ ที่กำหนด ทำสำหรับติดข้างผนังตั้งพื้นติดยึดผนัง หรือติดฝังในผนัง ตามที่กำหนดในแบบ
- ข. แผงควบคุม ประกอบด้วยแผงวงจร Solid state, modular unit type ชนิด Epoxy base with glass matting, flame retardant มีขั้วเสียบและเด้ารับแผงพร้อม
- ค. รีเลย์ต่างๆ สำหรับกระแสไฟฟ้าต่ำ ให้ใช้คอนแทคชนิด Silver gold
- ง. สายเชื่อมระหว่างแผง ต้องมีสัญญาณไฟแจ้งเหตุเสียหรือต่อผิด
- จ. แผงรวมต้องมีสัญญาณไฟต่างๆ อย่างน้อยดังนี้:-
 - สีเขียว แสดงให้รู้ว่ามีไฟ
 - สีเหลือง (Amber) แสดงว่ามีเหตุเสีย เป็นสัญญาณร่วม
 - สีแดง แสดงว่ามีสัญญาณเพลิง เป็นสัญญาณร่วม
 - สีเหลือง แสดงว่ามีเหตุเสียสำหรับค้นหาสาเหตุได้ง่าย ประกอบด้วยไฟสำหรับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ต่ำ วงจรสายแจ้งสถานีดับเพลิงเสียง เครื่องอัดแบตเตอรี่กำลังอัดด้วยกระแสไฟระดับสูง ไฟเมนเสียงจรั่วลงดิน
- ฉ. แผงรวมต้องมีสวิทช์ควบคุมต่างๆ คือ สวิทช์ตัดเสียงสัญญาณเหตุเสีย สวิทช์เลือกอัดแบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟระดับสูง สวิทช์ซ่อมสัญญาณเพลิง สวิทช์ Reset ระบบ สวิทช์ตัดเสียงสัญญาณเพลิง สวิทช์ทดสอบหลอดสัญญาณไฟทุกหลอดรวมทั้งที่แผงโซน และสวิทช์ตัดวงจรแจ้งสถานีดับเพลิง สวิทช์ต่างๆ นี้ ให้จัดรวมเป็นกลุ่มในแผงมีฝาปิดใสมิเกล
- ช. ระบบสัญญาณเสียง ต้องเป็นแบบที่สามารถดังขึ้นอีกครั้ง ได้ในกรณีมีสัญญาณเพลิงหรือเหตุเสียเกิดขึ้นอีก ถึงแม้จะได้กดสวิทช์ตัดสัญญาณเสียงไปแล้วครั้งหนึ่ง
- ซ. ให้ติดตั้งแผงโซน (Zone modules) ให้ครบตามจำนวนโซนในแบบ และมีสำรองให้อีกอย่างน้อยหนึ่งโซน วงจรตัดเป็นชนิดแรงดันไฟฟ้าต่ำ มีการจำกัดกำลัง มีสัญญาณไฟสีแดงสำหรับสัญญาณเพลิง สัญญาณไฟสีเขียวสำหรับกรณีเหตุเสีย มีหลอดไฟสัญญาณสีแดงต่อโซนอีกอัน ซึ่งจะทำงานในกรณีหลอดสัญญาณเพลิงอันแรกขาด
- ณ. การต่อสายวงจรดับเพลิง ให้ใช้ตามที่กำหนดจริงจากชนิดต่างๆ ดังนี้:-
 - สายวงจรแบบ Class A (4 สาย) ซึ่งสามารถแจ้งสัญญาณเพลิงได้ ถึงแม้สายจะขาดที่จุดหนึ่ง หรือสายลัดวงจรที่จุดหนึ่ง หรือ
 - สายวงจรแบบ Class B (2 สาย) ใช้ทั้งสัญญาณเพลิง และส่งไฟไปที่เครื่องจับควัน ในวงจรเดียวกัน แต่ละวงจรสามารถรับสัญญาณเพลิงจากเครื่องจับเพลิงพร้อมกันไม่น้อยกว่า 10 ตัว ที่ปลายวงจรต้องมีตัวต้านทานติดไว้
- ญ. แผงโซนแต่ละโซน มีสวิทช์ตัดวงจรแจ้งสัญญาณเพลิง ซึ่งเมื่อใช้จะมีสัญญาณไฟแจ้งเหตุเสียปรากฏ
- ฎ. แผงโซนแต่ละโซน ต้องมีรีเลย์ สำหรับแจ้งสัญญาณเพลิงและสัญญาณเหตุเสียเมื่อมีสัญญาณเพลิงหลอดไฟสัญญาณเพลิงต้องติดขึ้น จนกว่าจะยกเลิกด้วยสวิทช์ เมื่อมีเหตุเสียหลอดไฟสัญญาณเสียต้องติดขึ้น จนกว่าจะแก้เหตุเสียให้ดี

- ฎ. แผงโซนแต่ละโซน ต้องมี Alarm circuit integrator เพื่อป้องกันไม่ให้สัญญาณปลอม เนื่องจากมีการรบกวนจากระบบไฟฟ้าหรืออื่นๆ
- ฐ. แผงโซนต้องสามารถจ่ายกำลังไฟให้แก่เครื่องจับควันที่ติดตั้งในโซนนั้น
- ฑ. แผงควบคุมรวม ต้องมีรีเลย์พิเศษ เพื่อใช้ตัดพัลลัม ตัดเครื่องปรับอากาศ บังคับลิฟท์ ตัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ ตามที่กำหนดในแบบ

4.2 เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่ (Battery Charger) และแบตเตอรี่

- ก. เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่ ให้ใช้ไฟ 220 โวลท์ ซิงเกิ้ลเฟส 50 เฮิร์ตซ์ 2 สาย เป็นแบบ dual rate, automatic, constant current สามารถอัดแบตเตอรี่ทั้งหมดให้เต็มได้ในเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง มีโวลท์มิเตอร์แอมมิเตอร์ หลอดไฟสัญญาณแสดงการทำงานปกติ และแสดงการอัดด้วยกระแสไฟระดับสูง มีวงจรป้องกันการรบกวนชั่วขณะได้ถึง 1500 โวลท์ ป้องกันการต่อแบตเตอรี่กลับขั้ว ป้องกันจากการตัดแบตเตอรี่ออกจากวงจรป้องกันการลัดวงจร ป้องกันการใช้แบตเตอรี่จนหมด กำลังสามารถปรับแรงดันไฟอัดได้โดยอัตโนมัติตามอุณหภูมิ มีหลอดไฟสัญญาณแสดงแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ปกติ แบตเตอรี่อัดเต็ม เหตุเสียสายแบตเตอรี่ขาด สายแบตเตอรี่ลัดวงจร เป็นต้น ถ้าหากแรงดันไฟอัดสูงกว่าปกติ เครื่องจะต้องระงับการอัด และมีสัญญาณไฟแจ้งเหตุเสีย มีสวิทช์เลือกอัดด้วยกระแสไฟระดับสูง สวิทช์ทดสอบหลอดไฟและอื่นๆ ตามที่จำเป็น
- ข. แบตเตอรี่ ให้ใช้ตามที่กำหนดดังนี้
 - แบตเตอรี่ Maintenance free (Sealed lead-acid or solid gel type) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 7 ปี
 - แบตเตอรี่ชนิด Nickel cadmium มีอายุการใช้งานได้นานไม่น้อยกว่า 20 ปี
 - ในกรณีที่ไฟเมน ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แบตเตอรี่ต้องพอใช้งานขณะไฟเมนดับได้ 24 ชั่วโมง แล้วมีกำลังพอใช้ส่งสัญญาณไปทั่วระบบได้นานไม่น้อยกว่า 30 นาที
 - ในกรณีที่ไฟเมนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จะต้องมีเครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่สำรองให้พอใช้ได้ 24 ชั่วโมง
 - แบตเตอรี่ใช้ระบบ 24 โวลท์
- ค. ต้องแสดงการคำนวณกำลังไฟที่ใช้ทั้งหมด ขนาดแบตเตอรี่และขนาดเครื่องอัดแบตเตอรี่ด้วย

4.3 อุปกรณ์ตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ (Detector) มีใช้ชนิดต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบดังนี้:-

- ก. เครื่องจับความร้อนแบบ Rate of rise-fixed temperature เป็นชนิดที่ออกแบบให้สวยงาม ซึ่งจะทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนด และในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินประมาณ 135 องศาฟาเรนไฮต์ด้วย
- ข. เครื่องจับความร้อนแบบ Fixed temperature เป็นชนิดที่ออกแบบให้สวยงาม ซึ่งจะทำงานในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินระดับที่กำหนด คือประมาณ 135 หรือ 200 องศาฟาเรนไฮต์

- ค. เครื่องจับควันแบบ Ionization เป็นแบบใช้สาร Radioactive ใช้กับระบบไฟ 24 โวลต์ดีซี มีหลอดไฟสัญญาณเพลิงในตัว และสามารถต่อฟ่วงหลอดไฟสัญญาณไปติดที่อื่นได้ Remote fire indicator lamp) เป็นเครื่องรักษาความไวได้
 - ง. เครื่องจับควันแบบ Photoelectric เป็นชนิดใช้ LED ใช้กับระบบไฟ 24 โวลต์ดีซี มีหลอดไฟสัญญาณเพลิงในตัว และสามารถต่อฟ่วงหลอดไฟสัญญาณไปติดที่อื่นได้
 - จ. Duct mounted ionization detector เป็นแบบทำงานเหมือนข้อ 4.3.3 แต่เป็นกล่องใส่เครื่องจับควัน ติดตั้งที่ช่องลมกลับหรือช่องเข้าของเครื่องเป่าลม มี Sampling tube เป็นท่อ EMT เจาะรูยาวตามขนาดเครื่อง มีรีเลย์สำหรับตัดไฟเครื่องเป่าลมหรือเปิด Damper มี สวิตช์ Reset หลอดไฟแจ้งสัญญาณเพลิง เป็นแบบปรับความไวได้
- 4.4 สวิตช์สัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ (Manual station) มีใช้ตามที่กำหนด 4 ชนิด ดังนี้:-
- ก. แบบธรรมดา ใช้ติดตั้ง (ลอยโดยมีกล่องต่างหาก) เป็นแบบดึงหรือมีปุ่มกด มีแท่งแก้วหรือกระจกป้องกันไม่ให้ดึงหรือกดได้ง่ายนักมีป้ายคำว่า “FIRE” เห็นได้ชัดเจน มีคอนแทคแจ้งสัญญาณสามารถทดสอบการส่งสัญญาณได้โดยเปิดฝา
 - ข. เหมือนแบบตามข้อ 4.4.1 แต่มีสวิตช์กุญแจเพื่อส่ง General alarm ให้ส่งเสียงสัญญาณ ทันที สวิตช์เป็นแบบ SPDT
 - ค. เหมือนแบบตามข้อ 4.4.1 แต่มีเต้ารับโทรศัพท์ฉุกเฉิน (Emergency fire phone jack) ติดไว้ด้วย
 - ง. เหมือนแบบตามข้อ 4.4.2 แต่มีเต้ารับโทรศัพท์ฉุกเฉิน
- 4.5 เครื่องส่งเสียงสัญญาณ (Alarm indicating device) มีใช้ 4 ชนิด ตามที่กำหนดดังนี้:-
- ก. ในกรณีที่มีระบบส่งเสียงสัญญาณ Slow whoop และส่งเสียงพูดได้ด้วย ให้ใช้ลำโพงชนิดดังนี้:-
 - 1) ลำโพงแบบ Voice/tone re-entrant สำหรับติดตั้งหรือลอยกรอบทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ ทนละอองน้ำ (Weatherproof) ใช้งานในอุณหภูมิได้สูงถึง 150 องศาฟาเรนไฮต์ ทนความสั่นสะเทือน การแผ่ความร้อน แผลง สามารถใช้งานกำลังสูงสุดได้ถึงประมาณ 15 วัตต์ RMS โดยไม่เสีย ส่งเสียงได้ดังประมาณ 85 db. At 10 feet on axis at power of ? watt ระหว่างช่วงคลื่นความถี่ 800 ถึง 6000 เฮิรตซ์ มีหม้อแปลง และคัปเปเตอร์ต่อคร่อมกับวงจรส่งเสียงสัญญาณเลือกต่อกำลังได้ 4 ระดับ คือ 2 วัตต์ 1 วัตต์ และ ? วัตต์ ลำโพงแบบนี้ใช้ติดในบริเวณทั่วไป
 - 2) ลำโพงแบบโคนกระดาด ขนาด 4 นิ้ว สำหรับติดตั้งในฝ้าหรือผนังมีตะแกรงสีขาว แบบเหลี่ยมหรือกลมที่สวยงาม Cone เป็นชนิด Fire retardant, moisture proof ขนาดใช้ติดตั้งในกล่องต่อสายมาตรฐานขนาด 4 นิ้ว ร่วมกับกล่องต่อขนาด 1 ? นิ้ว มีหม้อแปลง และคัปเปเตอร์ต่อคร่อมกับวงจรส่งเสียงสัญญาณเลือกต่อกำลังได้ 2 ระดับ คือ 1 วัตต์ หรือ ? วัตต์ ลำโพงสามารถส่งเสียงดังได้ประมาณ 85 db at 10 feet at power of 2 watts. ลำโพงแบบนี้ใช้ติดในห้องทำงาน ห้องพักขนาดเล็ก
 - ข. ระฆัง เป็นชนิด Low current 24 VDC vibrating bell ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เป็นแบบมอเตอร์หรือคอยล์ 2 ตัว มี 3 ขนาด คือ

- 1) 6 นิ้ว ดังประมาณ 90 db. at 10 feet
- 2) 8 นิ้ว ดังประมาณ 91 db. at 10 feet
- 3) 10 นิ้ว ดังประมาณ 92 db. at 10 feet

ค. แตร เป็นชนิด Vibrating horn กรอบทำด้วยอลูมิเนียมหล่อแผ่น Diaphragm เป็นเหล็กสเตนเลส ตั้งระดับความดังได้ ความดังสูงสุดประมาณ 104 db. at 10 feet ใช้กับไฟ 24 โวลต์ดีซี

4.6 หลอดไฟสัญญาณ หลอดไฟสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในแผงควบคุมรวมให้เป็นชนิด Long Life Light Emitting Diode (LED)

5. การติดตั้ง

- 5.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนด
- 5.2 สายไฟฟ้าให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 75 องศาเซลเซียส 250 โวลท์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้และขนาดเล็ก 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรระฆัง โดยใช้ขนาดตามที่ผู้ทำแนะนำสำหรับระยะทางสายนั้น สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาดและสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้ครบสายสัญญาณ ใช้แบบ Twisted pair
- 5.3 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆ ตามคำแนะนำของผู้ทำสายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า
- 5.4 ตำแหน่งที่แน่นอนของ detectors, manual station, speakers อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

หมวดที่ 11 ระบบเสาอากาศวิทยุ – โทรทัศน์รวม

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสาอากาศวิทยุ-โทรทัศน์รวม เป็นระบบส่งสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ จากแหล่งกำเนิดชุดเดียวกันไปยังจุดรับสัญญาณต่าง ๆ ตามกำหนดโดยที่เครื่องรับวิทยุ และ/หรือ เครื่องรับโทรทัศน์ที่จุดใด ๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (INTERFERENCE) อุปกรณ์ในระบบที่สำคัญต้องประกอบด้วยเสาอากาศรับสัญญาณ (ANTENNAS), ชุดขยายสัญญาณ (AMPLIFIERS), ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (TAP-OFFS AND SPLITTERS OR DISTRIBUTION BOXES), สายตัวนำสัญญาณ (COAXIAL CABLE), เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (OUTLET SOCKETS) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ได้กำลังของสัญญาณที่จุดรับต่างๆ อยู่ในช่วง 60-80 dBuV (DECIBEL MICROVOLTS) ที่ความถี่อย่างน้อย 600 MHz. เพื่อรองรับการใช้งานในกรณีที่เพิ่มช่องสัญญาณเป็น 20 ช่องในอนาคต

2. เสาอากาศรับสัญญาณ (ANTENNAS)

เสาอากาศรับสัญญาณประกอบด้วย ชุดรับสัญญาณโทรทัศน์ BAND I (ช่อง 3), ชุดรับสัญญาณโทรทัศน์ BAND III (ช่อง 5 ช่อง 7 ช่อง 9 และช่อง 11), ชุดรับสัญญาณ UHF (ช่อง 26) ชุดรับสัญญาณวิทยุ FM AM กับการติดตั้ง ณ พื้นที่ใช้งาน เพื่อให้รับสัญญาณได้ดี มีคุณสมบัติเหมาะสม

3. ชุดขยายสัญญาณ (AMPLIFIERS)

- 3.1 ชุดขยายสัญญาณประกอบด้วย CHANNEL AMPLIFIER และในกรณีที่สัญญาณ ซึ่งได้รับจากเสาอากาศ มีกำลังอ่อน มีความเพี้ยน และ/หรือ มีคลื่นรบกวนอาจมีความจำเป็นต้องใช้ ATTENUATOR, COMBINER, PREAMPLIFIER, FILTER และ/หรือ AUTOMATIC GAIN CONTROL เพื่อปรับปรุงให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ดีขึ้นตามมาตรฐาน (AGC.)

3.2 CHANNEL AMPLIFIER ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้:-

	TV	AM/FM
• MINIMUM GAIN (dB)	35	40/30
• MAXIMUM NOISE FIGURE AT	8	8
• MAXIMUM GAIN (dB)		
• BAND WIDTH (MHz)	ONE CHANNEL	0.15-10/87.5-104
• MAXIMUM OUTPUT, NOT LESS	120	100
• THAN (dBuV)		
• IN/OUT IMPEDANCE (OHMS)	75	75
• SUPPLY VOLTAGE (VDC)	24	24

3.3 นอกจากนั้นให้มี CHANNEL CONVERTER เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณโทรทัศน์เป็นช่องที่เหมาะสมและไม่มีสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (INTERFERENCE) โดย CHANNEL CONVERTER ของแต่ละช่องสัญญาณต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้:-

• MINIMUM GAIN	:	47 dB
• MAXIMUM NOISE FIGURE	:	10 dB
• MAXIMUM OUTPUT, NOT LESS THAN	:	120 dBuV
• INPUT/OUTPUT IMPEDANCE	:	75 OHMS
• SUPPLY VOLTAGE	:	24 VDC

3.4 POWER SUPPLY สำหรับชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ร่วมที่กล่าวแล้ว เป็นอุปกรณ์เฉพาะที่แปลงระบบไฟฟ้าจาก MAIN SUPPLY 220V, 1 P, 50 Hz. เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24-VOLT โดยที่ชุด POWER SUPPLY นี้ต้องมี OVERLOAD PROTECTION สมบูรณ์ในตัวเอง

3.5 การติดตั้งชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องเป็นแบบ RACK MOUNTING หรือลักษณะคล้ายคลึงกันรวมอยู่ในตู้โลหะมีฝาปิดและมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

4. ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (TAP-OFFS AND SPLITTERS OR DISTRIBUTION BOXES)

ชุดแยกสัญญาณ (TAP-OFFS) และชุดกระจายสัญญาณ (SPLITTERS OR DISTRIBUTION BOXES) เป็น PASSIVE EQUIPMENTS ที่มีความสำคัญในระบบ คุณสมบัติของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องทำให้ได้สัญญาณที่จุดรับต่างๆ เป็นไปตามข้อกำหนด

5. เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (OUTLET SOCKETS)

- 5.1 เต้าเสียบสำหรับจ่ายสัญญาณให้แก่เครื่องรับวิทยุ-โทรทัศน์โดยทั่วไปเป็นแบบ FLUSH MOUNTING ในกล่องโลหะที่เหมาะสมโดยที่เต้าเสียบนี้ต้องมีทั้งจุดจ่ายสัญญาณวิทยุและจุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องและมีฝาครอบปิด (COVER-PLATE) ขึ้นเดียว
- 5.2 เต้าเสียบที่ใช้เป็นชนิด TAP-OFF NETWORK โดยต้องใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งโครงการ และมีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วน
- 5.3 ในกรณีที่กำหนดให้เต้าเสียบเป็นแบบติดลอย (SURFACE MOUNTING) เต้าเสียบนั้นต้องมีกล่องเฉพาะที่สวยงาม

6. สายตัวนำสัญญาณ (COAXIAL CABLE)

สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น COAXIAL CABLE ชนิดที่เหมาะสมกับการร้อยในท่อโลหะ มีใช้งานด้วยกัน 2 แบบ มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้:-

6.1 สายสำหรับเชื่อมจากชุดแยกและกระจายสัญญาณไปยังจุดเต้าเสียบ

- INNER CONDUCTOR : > SOLID COPPER WITH 0.7 mm DIAMETER
- DIELECTRIC : POLYETHYLENE
- OUTER CONDUCTOR : TINNED COPPER SCREEN
- OUTER COVER : WHITE PVC
- IMPEDANCE : 75 OHMS + 5%
- ATTENUATION PER 100 m : < 10 dB AT 100 MHZ
: < 15 dB AT 200 MHZ
: < 17.5 dB AT 600 MHZ

6.2 สายสำหรับฝังใต้ดินและสายประธาน (MAIN) ที่เชื่อมต่อระหว่างชุดแยกและกระจายสัญญาณ

- INNER CONDUCTOR : > SOLID COPPER WITH 1.1 mm DIAMETER
- DIELECTRIC : POLYETHYLENE
- OUTER CONDUCTOR : OVERLAPPING COPPER TAPE
- OUTER COVER : POLYETHYLENE
- IMPEDANCE : 75 OHMS + 5%
- ATTENUATION PER 100 m : < 6 dB AT 100 MHZ
: < 8 dB AT 200 MHZ
: < 11.5 dB AT 600 MHZ

7. การติดตั้ง

- 7.1 เสาอากาศและชุดขยายสัญญาณตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมทั้งทางด้านทิศทางของสัญญาณและทางสถาปัตยกรรม
- 7.2 สายสัญญาณโดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ การวางสายในรางสาย (WIREWAY) อาจกระทำได้อ้างอิงตามมาตรฐานจากผู้คุมงานและเป็นสถานที่ซึ่งเข้าถึงรางสายได้สะดวก โดยคุณสมบัติของท่อและรางสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ว่าด้วย "ท่อร้อยสายและอุปกรณ์วางสาย"
- 7.3 เค้าเสียบจ่ายสัญญาณโดยทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นประมาณ 20 เซนติเมตร หรือตามกำหนดในแบบ
- 7.4 ชุดแยกและกระจายสัญญาณ ให้บรรจุในกล่องโลหะที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี โดยเลือกขนาดของกล่องให้เหมาะสม และให้ยึดกล่องนี้กับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่กำหนดในแบบ หรือในตำแหน่งที่เหมาะสม
- 7.5 การติดตั้งอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ
- 7.6 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งบิลล์อะแดปเตอร์ รายการคำนวณระดับสัญญาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการติดตั้งเสนอต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง

8. การทดสอบระบบ

ให้ทำการตรวจสอบการทำงานของระบบโดยการวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้:-

- 8.1 สัญญาณที่ได้รับจากเสาอากาศรับสัญญาณ
- 8.2 สัญญาณที่ออกจากชุดขยายสัญญาณ
- 8.3 สัญญาณที่จุดแยก จุดออกจากชุดแยกและกระจายสัญญาณ
- 8.4 สัญญาณที่เค้าเสียบจ่ายสัญญาณตามสมควร

หมวดที่ 12 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้าวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้:-

- 1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- 1.2 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"
- 1.3 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- 1.4 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78

2. หลักสายดิน (GROUND ROD)

- 2.1 หลักสายดินให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (GROUNDING RESISTANCE) ไม่เกิน 5 โอห์ม
- 2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่าๆกัน โดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร และการเชื่อมต่อทั้งหมดให้ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING หรือ ใช้ CLAMP ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL LISTED) ที่กำหนดให้ใช้สำหรับงานในกรณีนี้

3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้:-

- 3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) เพื่อต่อสายศูนย์ (NEUTRAL) ด้านทุติยภูมิ (SECONDARY) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 1
- 3.2 ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ต้องมีระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) โดยให้ดำเนินการดังนี้:-
 - ก. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้าและ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน
 - ข. วงจรสายป้อน (FEEDER CIRCUIT) และวงจรย่อย (BRANCH CIRCUIT) สำหรับไฟฟ้ากำลัง และ เต้ารับไฟฟ้า ต้องมีสายตัวนำลงดิน (GROUND CONDUCTOR) ควบคู่ไปด้วย
 - ค. วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจได้ว่า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - ง. ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรนั้น ๆ ตามตารางที่ 2

4. ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND)

- 4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีหลักสายดิน และสายดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวในข้อ 3 โดยความต้านทานของการต่อลงดินที่หลักสายดิน ต้องไม่เกิน 1.0 โอห์ม
- 4.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ขนาดตามที่ระบุในตารางที่ 2 แล้วแต่กรณี สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

5. การติดตั้งและการทดสอบ

- 5.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้คุมงาน
- 5.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์ สายดินที่เป็นสายประธาน (MAIN) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- 5.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 5.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

ตารางที่ 1 : ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน	
ขนาดสายศูนย์.....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดิน.....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
35 หรือเล็กกว่า	10
50	16
70	25
95 ถึง 150	35
185 ถึง 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2 : ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนต่อสัมผัสที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน		
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)	
	ตัวนำทองแดง	ตัวนำอะลูมิเนียม
15 และน้อยกว่า	2.5	4
20	4	6
30 ถึง 60	6	10
100	10	16
200	16	25
400	35	50
600	50	70
800 ถึง 1,000	70	95
1,200	95	120
1,600	120	185
2,000	150	185
2,500	185	300
3,000	240	300
4,000	300	400
5,000	400	600
6,000	500	600

หมวดที่ 13 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่กล่าวในหมวดนี้เป็นระบบสำหรับป้องกันอันตรายต่อโครงสร้างอาคารเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงการป้องกันอันตรายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ให้ใช้ ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL FARADAY CAGE SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุในแบบซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้:-
 - ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
 - ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร"
 - ค. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.780
- 1.2 ทั้งนี้สำหรับอาคารหลังนี้จะเป็นระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้าง หรือเหล็กโครงสร้างอาคาร และอาจมีความจำเป็นต้องเสริมด้วยระบบการติดตั้งสายตัวนำทองแดงโดยเฉพาะ ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียดของแต่ละระบบในหมวดนี้ต่อไป
- 1.3 ระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้าง เป็นตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) และเป็นตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (LOOP CONDUCTOR) นั้น งานการติดตั้งสำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่านี้จึงต้องเป็นงานที่ดำเนินการร่วมระหว่างงานก่อสร้าง / โครงสร้าง และงานระบบไฟฟ้า ซึ่งมีขอบเขตการดำเนินงาน และความต้องการด้านเทคนิคทั่วไป ดังนี้ :-

2. ระบบที่ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง

- 2.1 สำหรับงานก่อสร้าง / โครงสร้าง ให้มีการดำเนินงานดังนี้ :-
 - ก. จัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) สำหรับการต่อเชื่อมเหล็กโครงสร้าง และ / หรือ เหล็กเสริมโครงสร้าง
 - ข. ดำเนินการเชื่อมเหล็กโครงสร้างทั้งหมดภายใต้การแนะนำของผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า โดยจัดหาวัสดุที่จำเป็นเองทั้งสิ้น
 - ค. จัดหา และติดตั้งแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่จุดบนสุด ล่างสุด และจุดที่กำหนดในแบบ เพื่อให้ผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า เชื่อมตัวนำสำหรับหลักล่อฟ้า และ/หรือ เพื่อการต่อลงดินของอุปกรณ์และโครงโลหะอื่น ๆ

2.2 สำหรับงานระบบไฟฟ้าให้มีขอบเขตการดำเนินงานดังนี้ :-

- ก. วัด และบันทึก ค่าความต้านทานของการต่อลงดิน
 - ข. จัดหา และติดตั้ง หลักล่อฟ้า รวมทั้งตัวนำบนหลังคาทั้งหมด ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำด้วยทองแดง
 - ค. จัดหาวัสดุ-อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเชื่อมตัวนำทองแดงใด ๆ กับเหล็กโครงสร้างซึ่งเป็นวิธี EXOTHERMIC WELDING
 - ง. จัดหา และติดตั้ง หลักรายดิน เชื่อมต่อกับแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่โครงสร้าง จัดหาเตรียมไว้ให้
 - จ. ให้คำแนะนำแก่ผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง / โครงสร้าง และร่วมดำเนินการเขียนแบบก่อสร้างและกำหนดแนวเหล็กเสริมโครงสร้างที่ต้องการเชื่อม
 - ฉ. ตรวจสอบสภาพความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ของการเชื่อมเหล็กเสริมโครงสร้างที่กระทำโดยผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง / โครงสร้าง
-
- 2.3 หลักรายดิน (EARTH ELECTRODE) ให้ใช้ เหล็กเสริมเสาเข็มที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 350 ตารางมิลลิเมตร และได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด
 - 2.4 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง ตามเสาที่กำหนดในแบบต่อเชื่อมถึงกันทางไฟฟ้า ตลอดความยาวตั้งแต่ล่างสุดจนถึงบนสุดของเสานั้น ๆ โดยเหล็กเสริมโครงสร้างที่กำหนดนี้ ต้องมีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 500 ตารางมิลลิเมตร
 - 2.5 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร
 - 2.6 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ
 - 2.7 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ใช้เหล็กเสริมพื้นตามกำหนดในแบบ

3. ระบบที่ใช้สายตัวนำทองแดง

ระบบนี้เป็นระบบที่ติดตั้งสายตัวนำด้วยตัวนำทองแดงทั้งเส้น ซึ่งเป็นงานระบบไฟฟ้าทั้งเส้น เว้นแต่ในงานที่เกี่ยวข้องกับการฝังในคอนกรีต อาจต้องอาศัยความร่วมมือของผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง / โครงสร้าง โดยมีความต้องการด้านเทคนิค ดังนี้ :-

- 3.1 หลักสายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 3 เมตร (10 ฟุต) จำนวนเพียงพอจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุดที่กำหนดในแบบ
- 3.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.4 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ
- 3.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (POTENTIAL EQUALIZATION) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 35 ตารางมิลลิเมตร โดยฝังในคอนกรีตตามแนว และระดับที่กำหนดในแบบ
- 3.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน

4. การติดตั้ง

การติดตั้งโดยทั่วไปให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่อ้างอิง และเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้ :-

- 4.1 การเชื่อมต่อให้ถึงกันทางไฟฟ้า ของตัวนำต่าง ๆ ให้ใช้กรรมวิธีที่เหมาะสมกับประเภทของโลหะที่จะต่อถึงกัน กล่าวคือ
 - ก. ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือใช้ปลอกต่อสายชนิดใช้แรงกดอัด (COMPRESSION COUPLER) สำหรับตัวนำทองแดง กับตัวนำทองแดง
 - ข. ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือเชื่อมด้วยลวดทองเหลืองระหว่างตัวนำทองแดง กับเหล็กเชื่อมไฟฟ้าด้วย ลวดเชื่อมเหล็กระหว่างเหล็กกับเหล็ก เป็นต้น
- 4.2 หลักสายดินที่มีจำนวนมากกว่า 1 หลัก ในแต่ละจุดที่กำหนด ต้องมีระยะห่างกันประมาณ 3.00 เมตร
- 4.3 ตัวนำใด ๆ ก็ตามของระบบป้องกันฟ้าผ่าของทั้ง 2 ระบบที่กล่าวข้างต้น ต้องไม่ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้า ยกเว้นในส่วนที่อยู่ในฐานราก หรืออยู่ใต้อาคาร โดยอาจใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน หรือร้อยในท่อที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้
- 4.4 ให้ตรวจวัด และบันทึกค่าความต้านทานของการต่อลงดิน ที่จุดตรวจสอบ (TEST BOX) ทุกจุดของระบบที่ใช้ตัวนำทองแดง รวมทั้งที่หลักสายดินทุกจุดด้วย

หมวดที่ 14 ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (CABLING SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบ ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (Computer Cabling System) ให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามระบุในแบบ
- 1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของ Telecommunication Industry Association (TIA) /Electronic Industries Alliance (EIA) อย่างน้อยได้แก่
- TIA/EIA 568 A/B : Cabling Standard
 - TIA/EIA 569 : Pathways And Spaces
 - TIA/EIA 606 : Infrastructure of Commercial Building
- และเป็นไปตามข้อกำหนดหมวดนี้

2. ความต้องการด้านเทคนิค

สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบที่มีใช้ตามระบุในแบบ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ :-

- 2.1 สายสัญญาณชนิด Category 5E Unshielded Twisted Pair (CAT5E UTP) Cables 4 คู่สาย ตัวนำทองแดงขนาด 24 AWG. ผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA-568 A/B Category 5e และ/หรือ มาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง สามารถรองรับความถี่ของสัญญาณ (Bandwidth) ได้ไม่น้อยกว่า 350 MHz และมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้ :-

- Impedance : 100 ± 15 Ohms
- Mutual Capacitance : ≤ 5.6 nF/100 m.
- DC Resistance : ≤ 9.4 Ohms/100 m.
- Delay Skew : ≤ 25 ns/100 m.
- Propagation Delay : ≤ 536 ns/100 m. at 350 MHz
- Attenuation : ≤ 22 dB/100 m. at 100 MHz และ ≤ 45 dB/100 m. at 350 MHz
- Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 38.3 dB at 100 MHz และ ≥ 30 dB at 350 MHz
- Power Sum NEXT (PS. NEXT) : ≥ 36 dB at 100 MHz และ ≥ 28 dB at 350 MHz
- Return Loss : ≥ 20 dB at 100 MHz และ ≥ 16 dB at 350 MHz
- Operating Temperature : -20°C to 60°C

2.2 สายสัญญาณชนิด Category 6 Unshielded Twisted Pair (Cat.6 UTP) CABLE 4 คู่สาย ตัวนำทองแดงไม่เล็กกว่า 23 AWG. ผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2.1 และ/หรือ มาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง สามารถรองรับความถี่ของสัญญาณ (Bandwidth) ได้ไม่น้อยกว่า 600 MHz. และมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้ :-

- Impedance : 100 Ohms $\pm$ 15% at 1-250 MHz.
- Mutual Capacitance : $\leq$ 5.6 nF/100 m.
- DC Resistance : $\leq$ 66.5 Ohms/km. at 20°C
- Delay Skew : $\leq$ 40 ns/100 m.
- Propagation Delay : $\leq$ 536 ns/100 m. at 250 MHz.
- Attenuation (per 100 m.) : $\leq$ 20 dB at 100 MHz และ
 $\leq$ 33 dB at 250 MHz
- NEXT : $\geq$ 47 dB at 100 MHz และ
 $\geq$ 41 dB at 250 MHz
- PS. NEXT : $\geq$ 45 dB at 100 MHz และ
 $\geq$ 39 dB at 250 MHz
- Return Loss : $\geq$ 20 dB at 100 MHz และ
 $\geq$ 17 dB at 250 MHz
- Operating Temperature : -20°C to 60°C

2.3 สายใยแก้วนำแสง (OPTICAL FIBER CABLE) ชนิด 900 μ m. TIGHT BUFFER สำหรับติดตั้งในอาคาร ทั้งแบบ Singlemode (SM) และแบบ Multimode (MM) ต้องมีมาตรฐาน และคุณสมบัติตามกำหนด ดังนี้ :-

- ก. ตัวเปลือกสาย (Jacket) เป็นวัสดุ FR-PVC (Flame Retardant PVC) ตามมาตรฐาน NEC article 770 และ OFNR (Nonconductive optical fiber riser) listed
- ข. มี Strength Member เป็น Dielectric ชนิดที่ทำด้วย Aramid Yarn ช่วยในการรองรับแรงดึง
- ค. ได้รับการออกแบบและการทดสอบตามมาตรฐาน Bellcore GR-409-CORE, TIA/EIA 568-B, และ/หรือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- ง. สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ (Operating Temperature) ที่ -20°C ถึง 80°C
- จ. สายใยแก้วนำแสง ชนิด Multimode 50/125 μ m.
 - มีค่า Typical attenuation : ไม่เกิน 3.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่เกิน 1.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm
 - มีค่า Maximum Attenuation: ไม่เกิน 3.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่เกิน 1.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm
 - มีค่า Maximum Bandwidth : ไม่ต่ำกว่า 500 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่ต่ำกว่า 500 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm

ฉ. สายใยแก้วนำแสง ชนิด Multimode 62.5/125 μm .

- มีค่า Typical attenuation : ไม่เกิน 3.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่เกิน 1.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm
- มีค่า Maximum Attenuation: ไม่เกิน 3.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่เกิน 1.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm
- มีค่า Maximum Bandwidth : ไม่ต่ำกว่า 200 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 nm
: ไม่ต่ำกว่า 600 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 nm

ช. สายใยแก้วนำแสง ชนิด Singlemode 9/125 μm .

- มีค่า Typical attenuation : ไม่เกิน 0.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1310 nm
: ไม่เกิน 0.4 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1550 nm
- มีค่า Maximum Attenuation: ไม่เกิน 1.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1310 nm
: ไม่เกิน 0.75 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1550 nm

2.4 สายใยแก้วนำแสง ชนิด MULTI LOOSE TUBE สำหรับใช้ติดตั้งนอกอาคาร (Outdoor) ต้องมีมาตรฐาน และคุณสมบัติ ดังนี้ :-

- ก. ตัวเปลือกสาย (Jacket) เป็นวัสดุ BLACK HIGH-DENSITY POLYETHYLENE หรือ HDPE ทนต่อรังสี UV และความชื้น
- ข. มีโครงสร้างเป็นแบบ Multi Loose Tube ทำด้วยวัสดุ PBT (Polybutylene Terephthalate) หุ้มสีตามมาตรฐาน TIA/EIA ภายใน Tube มี Jelly Filling ที่เป็น Thixotropic Jelly Compound บรรจุอยู่เพื่อป้องกันความชื้นมี Central Strength Member เป็นแกนกลางทำด้วยวัสดุ FRP (Fiberglass Reinforce with Plastic) เพื่อสร้างความแข็งแรง
- ค. มี Rip Cord ทำด้วยวัสดุ Polyester ช่วยในการลอก Jacket
- ง. มีการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA 568, ISO11801, ITU-TRec.G652, ICEA 696, Bellcore GR-409-CORE, Bellcore GR-20-CORE, UL1666, IEEE 802.3 Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ATM 155 Mbps, FDDI
- จ. สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ (Operating Temperature) ที่ -20°C ถึง 70°C
- ฉ. สามารถติดตั้งได้ในอุณหภูมิ (Installation Temperature) ที่ -20°C ถึง 60°C
- ช. ความสามารถในการนำแสงให้เป็นไปตามกำหนด เช่นเดียวกับสายใยแก้วนำแสงสำหรับติดตั้งในอาคาร

2.5 ตู้ใส่อุปกรณ์ข่ายสายคอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม ขนาด 19" (19" Telecommunication Rack Cabinet) โดยมีความกว้างด้านหน้าสามารถยัดใส่อุปกรณ์มาตรฐาน 19" ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310D-1992 (Rev.EIA-310-C) IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954 : Part 2, DIN 41494 มีคุณสมบัติดังนี้ :-

- ก. ตู้ต้องออกแบบเป็นระบบ MODULAR KNOCK DOWN เพื่อสะดวกในการประกอบสาย และการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมอุปกรณ์
- ข. โครงสร้างตู้ (Frame) และฝาตู้ พับขึ้นรูปจาก Electro-Galvanized steel sheet หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. พ่นสีทับหน้าตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ค. ด้านบนเป็นแบบทึบ มีช่องสำหรับติดตั้งพัดลมระบบอากาศขนาด 4" อย่างน้อย 2 ชุด
- ง. ประตูหน้าเป็นเหล็กเจาะช่องฝังแผ่นกระจก หรือ ACYLIC ขอบประตูฝังยางกันฝุ่นสีเทาแบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น สามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ พร้อมกุญแจล็อกแบบ Cam Lock ฝังเสมอหน้าตู้
- จ. ฝาด้านข้างมีกุญแจล็อก และมีกลอนสลักสปริง เพื่อสะดวกในการถอดฝาอุปกรณ์ติดตั้ง
- ฉ. ประตูหลังมีช่องระบบอากาศด้านล่าง เจาะรูแบบลายแนวตั้งสลับลาย ด้านในมีโครงเหล็กกว้าง 70 มม. ยึดฝาประตูเป็นรูปตัว T
- ช. ขาตั้ง สามารถปรับขึ้น-ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 4 ขา ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา ฐานขาตั้งทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต
- ซ. กุญแจเป็นแบบ Master key เพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ภายในตู้

2.6 เตารับสัญญาณตัวเมีย (CAT 5E RJ 45 Modular Jack)

- ก. สามารถเข้ากันได้กับ Connector RJ 45 Modular Plug ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E
- ข. ออกแบบและรับรองตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, ISO/IEC 11801, CENELEC EN50173, UL&cUL Listed UL E196947
- ค. มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สืบบอกได้อย่างชัดเจน
- ง. การเข้าสายทองแดงเป็นเทคนิคแบบ Insulation Displacement Contact (IDC)
- จ. หน้าสัมผัส (Contact) เป็น Nickel Plate เคลือบด้วยทอง (Gold) ตามมาตรฐาน UL 94V-OPBT
- ฉ. ตัวโครงสร้างผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุที่ได้รับมาตรฐาน UL94-0 ABS (Housing Flammability Rating)
- ช. มีตัวโครงสร้างการเชื่อมต่อสัญญาณภายในตัวเป็นแบบ PCB (Print Circuit Broad)

ข. มีค่า Typical Performance characteristic ที่ความถี่ 100 MHz ดังนี้

- ค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) : $\leq$ 0.11 dB.
- Near-End-Crosstalk (NEXT) : $\geq$ 46.5 dB.
- Power Sum NEXT (PS NEXT) : $\geq$ 43.2 dB.
- Far-End-Crosstalk (FEXT) : $\geq$ 44.7 dB.
- Return Loss : $\geq$ 26.2 dB.

2.7 เตารับสัญญาณตัวเมีย (CAT 6 RJ45 Modular Jack)

- ก. สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit) และมาตรฐาน Category 6
- ข. มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2.1, ISO/IEC11801 Class E
- ค. มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สีสบอกรหัสอย่างชัดเจน
- ง. การเข้าสายทองแดงเป็นเทคนิคแบบ IDC (Insulation Displacement Contact)
- จ. หน้าสัมผัส (Contact) ทำจากวัสดุ Phosphor Bronze เคลือบด้วยทอง (Gold) บน Nickel Plate
- ฉ. ตัวโครงสร้างผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุที่ได้รับมาตรฐาน UL94 V-0 (Housing Flammability Rating)
- ช. มีโครงสร้างการเชื่อมต่อสัญญาณภายในตัวเป็นแบบ PCB (Print Circuit Board)
- ซ. มีค่า Typical Performance Characters ที่ความถี่ 250 MHz ดังนี้
 - ค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) : $\leq$ 0.10 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : $\geq$ 47.9 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : $\geq$ 40.1 dB.
 - Return Loss : $\geq$ 17.4 dB.

2.8 แผงกระจายสาย UTP Category 5E (CAT 5E Patch Panel)

- ก. ตัวแผงทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสาร Anodize (Aluminum Light Weight Material) มีน้ำหนักเบา แข็งแรง มีความหนา 1.6 mm. เป็นอย่างน้อย และสามารถติดตั้งใน Telecommunication Rack ขนาด 19" ได้
- ข. การเข้าสายทองแดงด้านหลังของแผงกระจายสายใช้เทคนิคแบบ Insulation Displacement Contract (IDC) และ Connector เป็นชนิด 110 บน PCB (Printed Circuit Board), 110 D Connector, UL 94V-PC
- ค. มีจำนวน 12, 24 หรือ 48 Port ตามต้องการ หรือตามระบุในแบบ
- ง. มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สีสบอกรหัสอย่างชัดเจน

- จ. หน้าสัมผัส (Contact) เป็น Nickel Plate เคลือบด้วยทองตามมาตรฐาน UL 94V-OPBT
- ฉ. ออกแบบและรับรองตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, ISO/IEC11801, CENELEC EN50173, UL&cUL
- ช. มีค่า Typical Performance Characteristic ที่ความถี่ 100 MHz ดังนี้
 - ค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) : ≤ 0.20 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 44.5 dB.
 - Power Sum NEXT (PS NEXT) : ≥ 41.9 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : ≥ 46.0 dB.
 - Return Loss : ≥ 23.0 dB.

2.9 แผงกระจายสาย UTP (CAT 6 Patch Panel)

- ก. สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- ข. มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC Class E
- ค. ตัวแผงทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสาร Anodize (Aluminum Light Weight Material) มีน้ำหนักเบา แข็งแรง มีความหนา 1.6 mm. และสามารถติดตั้งใน Telecommunication Rack 19” ได้
- ง. การเข้าสายทองแดงด้านหลังของแผงกระจายสายเป็นเทคนิคแบบ IDC (Insulation Displacement Contact)
- จ. มีจำนวน 24 หรือ 48 Port ตามที่ต้องการ
- ฉ. มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B, มี Code สีบอกไว้อย่างชัดเจน
- ช. หน้าสัมผัส (Contact) ทำจากวัสดุ Phosphor Bronze เคลือบด้วยทอง (Gold) บน Nickel Plate
- ซ. มีค่า Typical Performance Characteristic ที่ความถี่ 250 MHz ดังนี้
 - Insertion Loss : ≤ 0.1 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 48.0 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : ≥ 40.1 dB.
 - Return Loss : ≥ 17.4 dB.

2.10 สายเชื่อมต่อ UTP Category 5E (CAT 5E UTP Patch Cord)

- ก. เป็นสาย UTP CAT 5E ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E และมีหัวตัวผู้ RJ45 Modular Plug หุ้มติดด้วย Boot สีทั้งสองข้าง
- ข. ตัวนำทองแดงที่ใช้เป็นชนิด Stranded Bare Copper ขนาด 24 AWG
- ค. สามารถรองรับความถี่ได้เทียบเท่าหรือสูงกว่า 350 MHz โดยระบุบนสายอย่างชัดเจน
- ง. ออกแบบและรับรองมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, ISO/IEC 11801, CENELEC EN50173, UL&cUL

2.11 สายเชื่อมต่อ UTP (UTP CAT 6 Patch Cord)

- ก. สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- ข. เป็นสาย UTP CAT 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC11801 Class E และมีหัวตัวผู้ RJ45 Modular Plug หุ้มติดด้วย Boot สีทั้งสองข้าง
- ค. ตัวนำทองแดงที่ใช้เป็นแบบ Stranded Bare Copper ขนาด 24 A WG
- ง. สามารถรองรับความถี่ได้เทียบเท่าหรือสูงกว่า 600 MHz.
- จ. เป็นสายสำเร็จที่ออกแบบและผลิตจากโรงงาน เพื่อการเชื่อมต่อโดยเฉพาะมีขนาดมาตรฐานความยาว 1,2,3,5,10 m.

3. การติดตั้ง

- 3.1 การเดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ ที่ปลายสายต้องใส่ WIRE MARK และ RUNNING NUMBER ตามแบบ (x,y,z) (x= ชั้น, y = RACK, z = RUNNING NUMBER)
- 3.2 ทำ LABEL ติด PATCH PANEL โดย RUNNING NUMBER ให้ตรงกับ OUTLET
- 3.3 ต้องส่ง LAYOUT ที่ MARK จุด LAN และ REPORT การ TEST สายสัญญาณ เมื่อเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ใน REPORT ต้องระบุเครื่องมือที่ใช้ทำการทดสอบวันที่ทำการทดสอบ, บริษัท, NUMBER ของ OUTLET

4. การทดสอบ

- 4.1 การทดสอบสาย UTP ชนิด 4 Pair ที่ติดตั้งทั้งหมด ต้องดำเนินการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบ UTP CAT5E ที่ได้มาตรฐาน และส่งรายงานผลทดสอบให้แสดงรายละเอียด ดังนี้
- ก. WIRE MAP
 - ข. LENGTH
 - ค. IMPEDANCE
 - ง. ATTENUATION
 - จ. Near-End-Crosstalk (NEXT)
 - ฉ. Attenuation to crosstalk ratio (ACR)
- 4.2 ระหว่าง LINK ของสาย Fiber Optic ต้องดำเนินการทดสอบ ATTENUATION ทุก ๆ CORE ของสายทั้งหมดที่ทำการติดตั้ง โดยเครื่อง OTDR (Optic Time Domain Reflectometers) และส่งรายงานผลทดสอบทุก ๆ LINK

หมวดที่ 15 ระบบป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนดใน NEC Article 300-21 และ ASTM

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-
 - ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
 - ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในอนาคต
 - ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) สำหรับสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่ แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
 - ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

หมวดที่ 16 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

4. ความต้องการทั่วไป

- 4.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจาก โรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ชุด ชีต รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 4.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 5.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัสดุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้าง ต้น
- 5.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 5.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 5.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

6. การทาหรือพ่นสี

- 6.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้
- 6.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
- สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
 - สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 6.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

7. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
- Black Steel Hanger & Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panelboard ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- Galvanized Steel Hanger & Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Eposy
- Stainless Steel Sheet - Aluminium Sheet - Light Alloy - Conduit Clamp	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้น จำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

8. รหัสสีและสัญลักษณ์

- 8.1 ให้แสดงรหัสสีที่ Clamp ของท่อรอบสาย และท่อร้อยสาย
- 8.2 รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ ๆ กับกล่องต่อแยกสาย
- 8.3 ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีย่ออักษรสัญลักษณ์
- 8.4 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

9. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CC	น้ำเงิน	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP.	ดำ	ขาว
12.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
13.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
14.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง
15.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	น้ำตาล	-
16.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	ดำ	-
17.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	เทา	-
18.	Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ฟ้า	-
19.	Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

หมวดที่ 17 ระบบห้องประชุม

1. ความต้องการทั่วไป

ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบภาพและเสียง ระบบสัญญาณ และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งภายในอาคารและห้องประชุมดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง

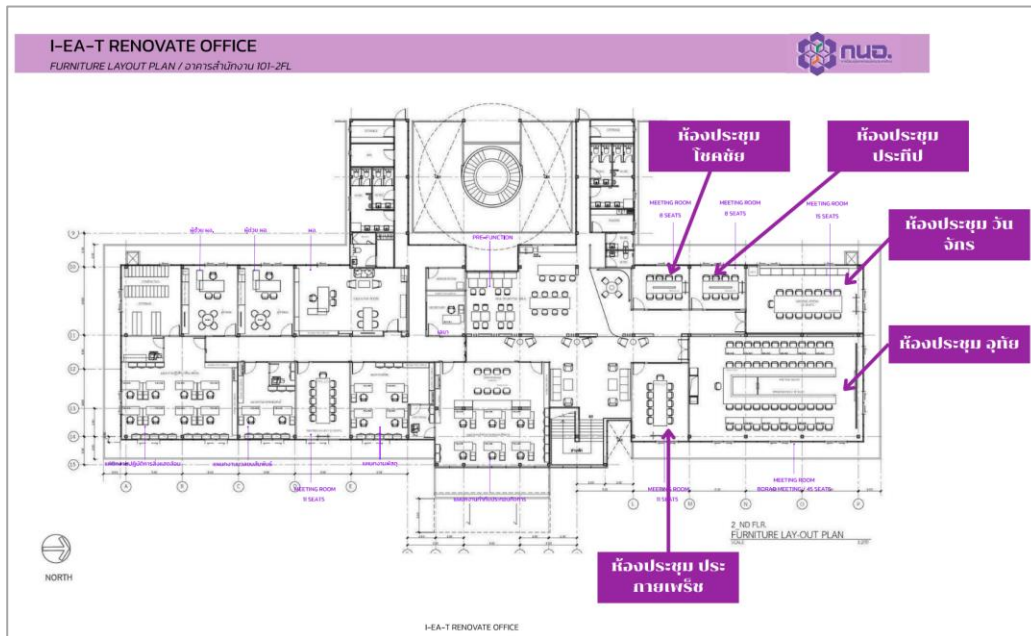
ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบภาพและเสียง (ของใหม่) ตามที่ระบุ และติดตั้งอุปกรณ์ระบบภาพและเสียง (ของเดิม) พร้อมทั้งทดสอบการใช้งานทั้งระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

ผู้รับจ้างต้องเข้าทดสอบอุปกรณ์ระบบภาพและเสียง และทำรายงานการส่งมอบอุปกรณ์ก่อนเข้าทำการรื้อถอนให้แก่ผู้ว่าจ้าง

อาคารสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดศูนย์เฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย (101)



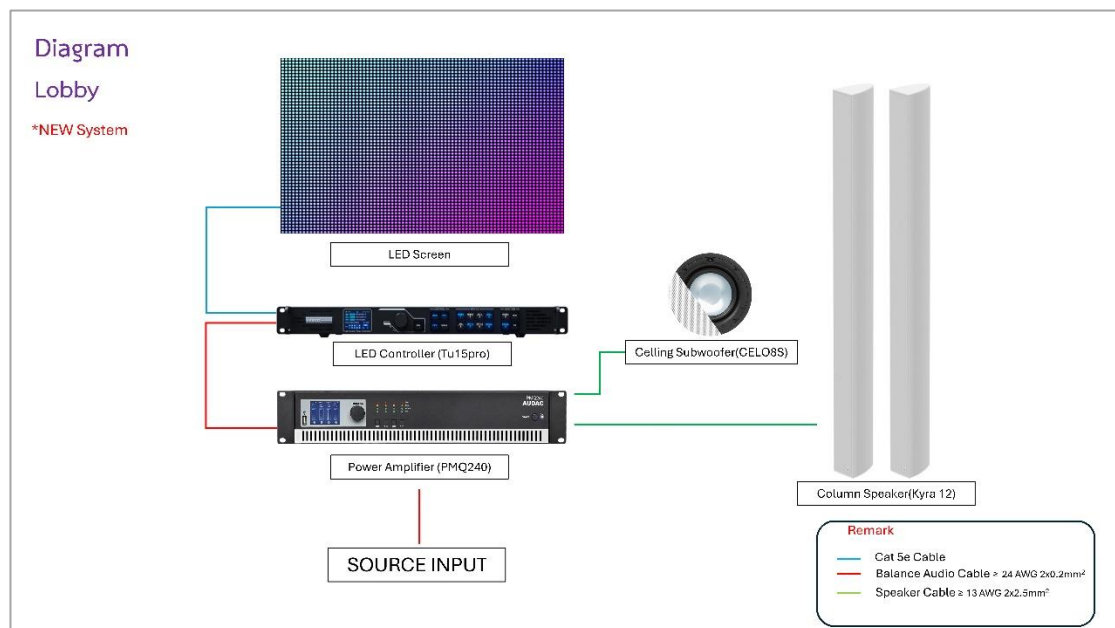
รูป A – แบบแปลนชั้น 1 อาคารสำนักงาน 101 แสดงชื่อและตำแหน่งห้องประชุม



รูป B - แบบแปลนชั้น 2 อาคารสำนักงาน 101 แสดงชื่อและตำแหน่งห้องประชุม

1. ระบบภาพและเสียงห้องโถง (ชั้น 1)

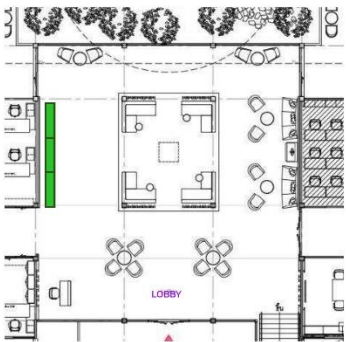
- 1.1 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.84 x 1.92 เมตร (ใหม่)
- 1.2 เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ (ใหม่)
- 1.3 เครื่องขยายสัญญาณเสียง (ใหม่)
- 1.4 ลำโพงเสียงกลางแหลมแบบคอลัมน์ (ใหม่)
- 1.5 ลำโพงซับวูฟเฟอร์(เสียงต่ำ)ติดเพดานขนาด 8 นิ้ว (ใหม่)

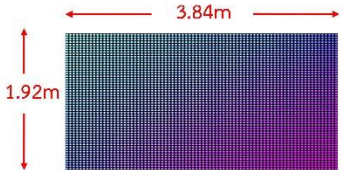


รูป 1.1 - ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องโถงชั้น 1

อาคารสำนักงาน 101

ห้องโถง(LED Wall)
 LEYARD GF series P1.86 3.84 m x 1.92 m






LEYARD GF1.8 - 169" LED Screen P1.86 (3.84m x 1.92m)	
Pixel pitch	: 1.86 mm.
Refresh rate	: 3840 Hz
Brightness	: 450 nits
Module Size(W*H)	: 320x160 mm.
Cabinet Dimension (W*H*D)	: 640x480x74 mm.
Cabinet Resolution (W*H)	: 344 x 258pixel
Screen size (W*H)	: 3.84m x 1.92m
Cabinet config (W*H)	: 6 x 4 pcs
Screen resolution (W*H)	: 2,064 x 1,032 pixel
Viewing Angle (H*V)	: 160/140

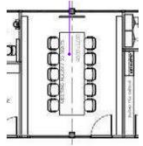
รูป 1.2 - แบบแปลนชั้น 1 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ LED ห้องโถง

2. ห้องประชุม 10 ที่นั่ง ชั้น 1

2.1 ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมระบบสัมผัส (ใหม่)

อาคารสำนักงาน 101

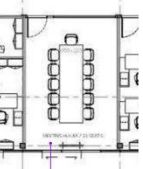
Meeting room 10 seats



All in one Screen



Meeting room 11 seats



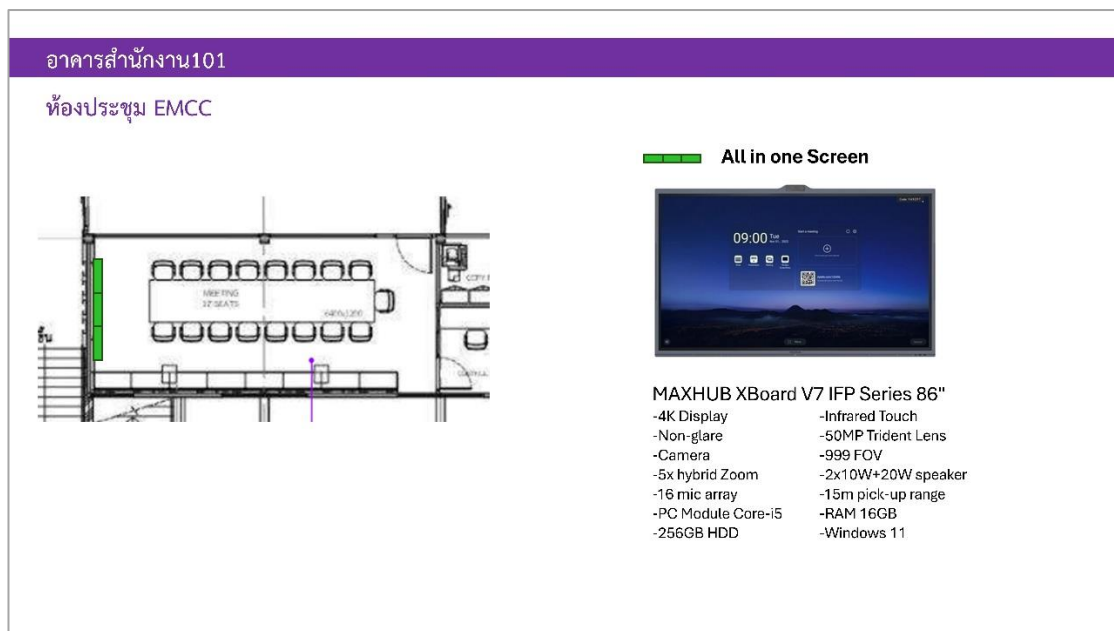
MAXHUB XBoard V7 IFF Series 86"

- 4K Display
- Non-glare
- Camera
- 5x hybrid Zoom
- 16 mic array
- PC Module Core-i5
- 256GB HDD
- Infrared Touch
- 50MP Trident Lens
- 999 FOV
- 2x10W+20W speaker
- 15m pick-up range
- RAM 16GB
- Windows 11

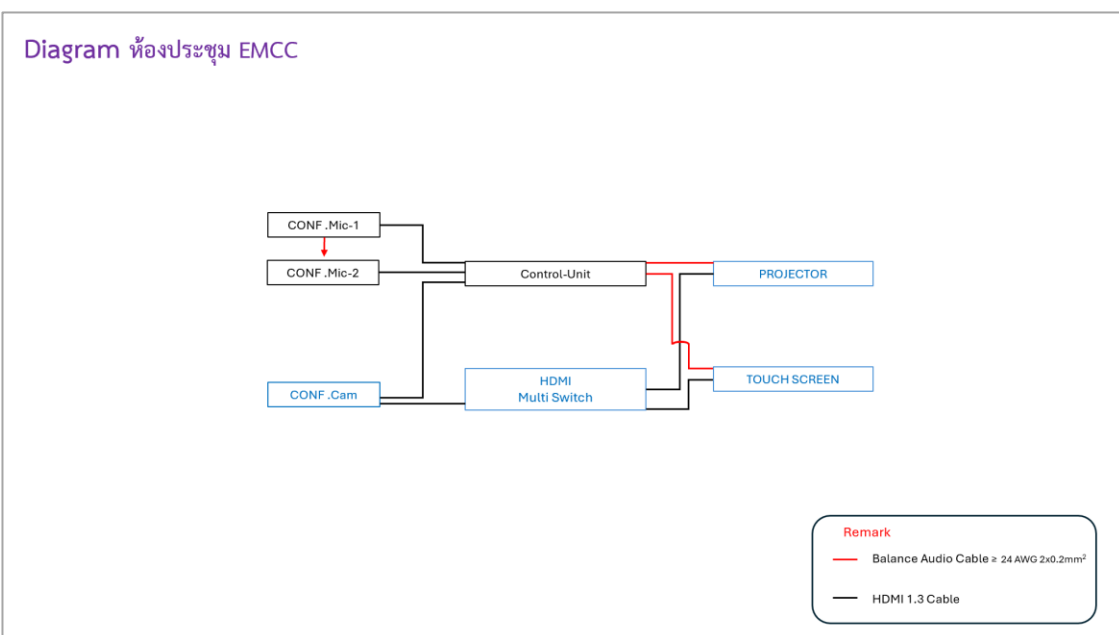
รูป 2.1 - แบบแปลนชั้น 1 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ ALL IN ONE ห้องประชุม 10 ที่นั่ง

3. ห้องประชุม EMCC 15 ที่นั่ง ชั้น 1

- 3.1 ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมระบบสัมผัส (ใหม่)
- 3.2 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)
- 3.3 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)



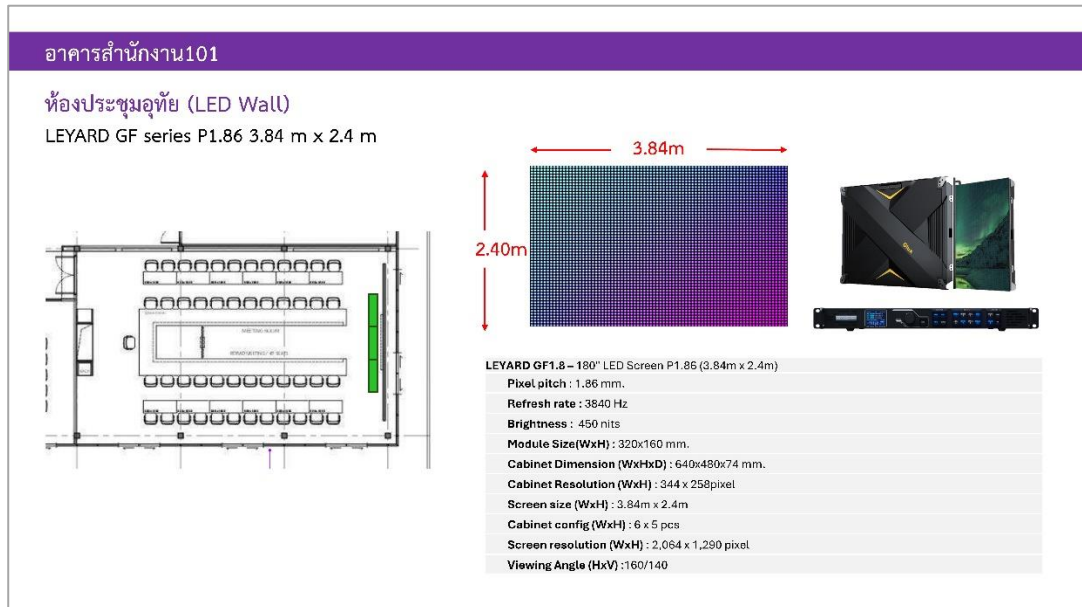
รูป 3.1 – แบบแปลนชั้น 1 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ ALL IN ONE ห้องประชุม EMCC



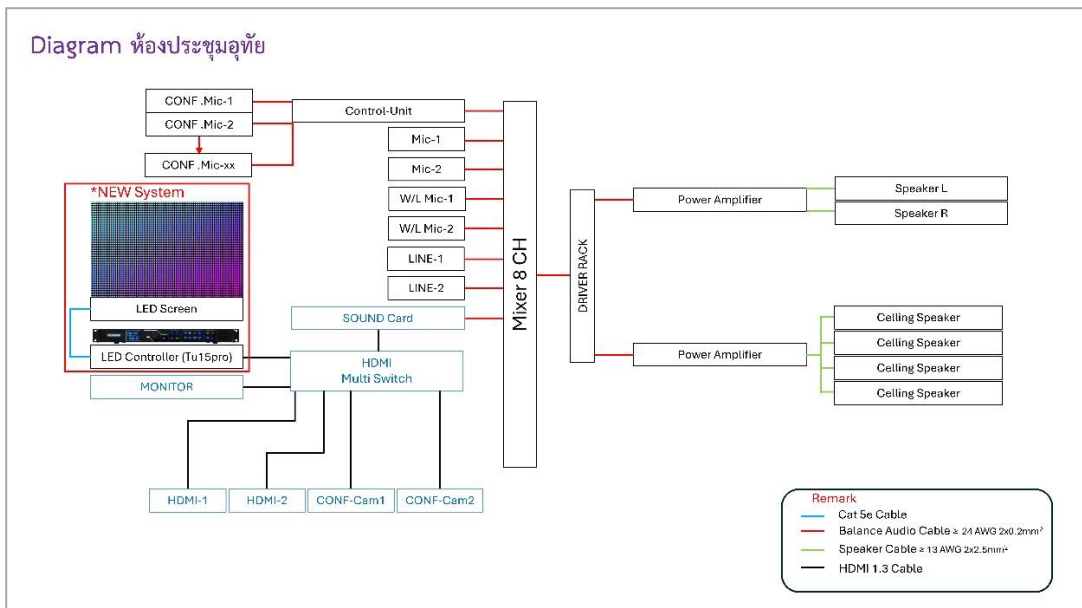
รูป 3.2 - ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุม EMCC

4. ห้องประชุมอูทัย

- 4.1 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.84 x 2.4 เมตร (ใหม่)
- 4.2 เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ (ใหม่)
- 4.3 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)
- 4.4 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)



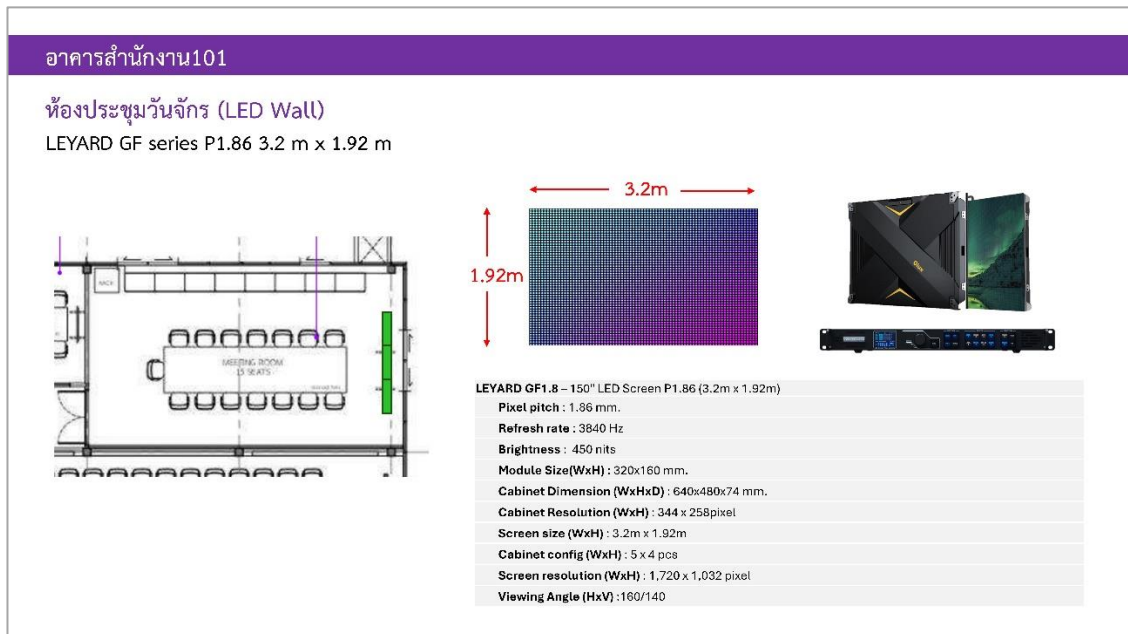
รูป 4.1 - แบบแปลนชั้น 2 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ LED ห้องประชุมอูทัย



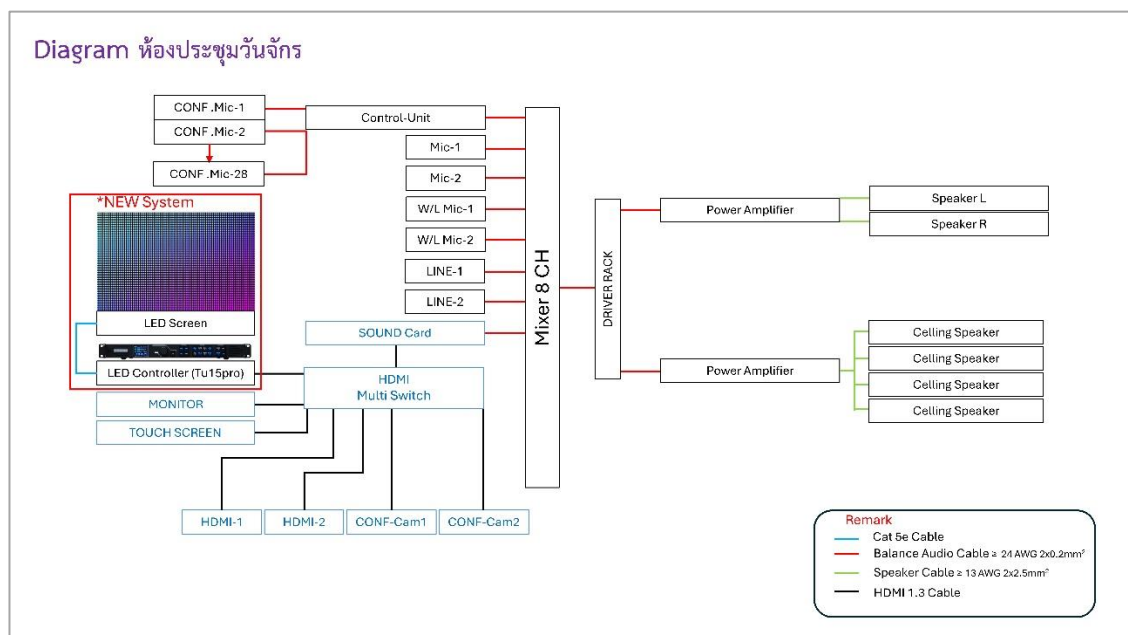
รูป 4.2 - ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุมอูทัย

5. ห้องประชุมวันจักร

- 5.1 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.2 x 2.4 เมตร (ใหม่)
- 5.2 เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ (ใหม่)
- 5.3 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)
- 5.4 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)



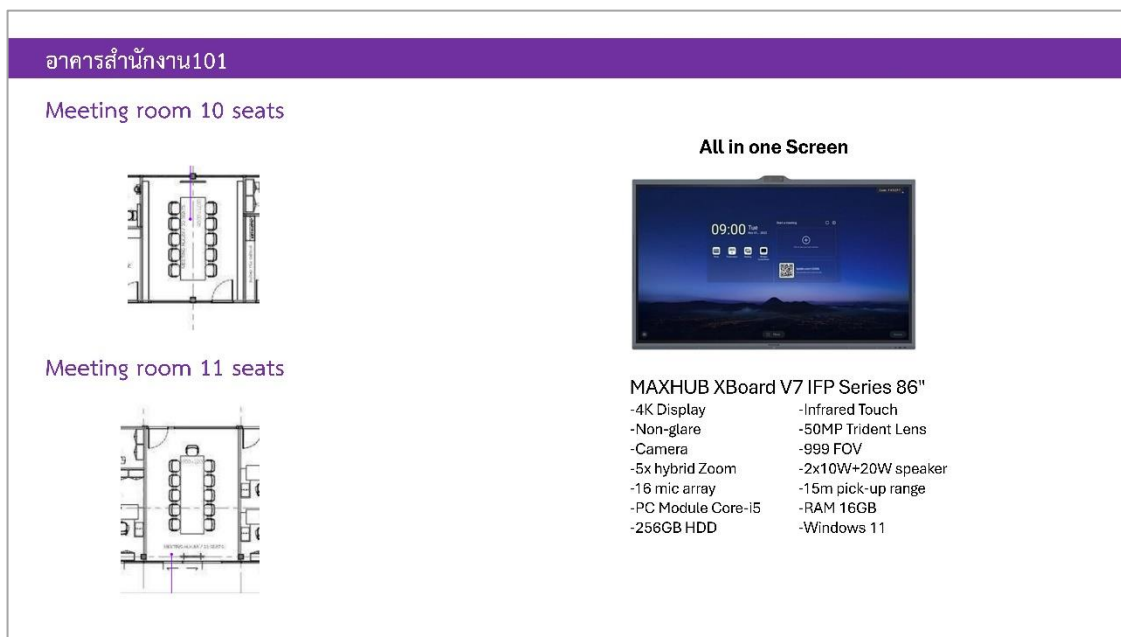
รูป 5.1 - แบบแปลนชั้น 2 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ LED ห้องประชุมวันจักร



รูป 5.2 - ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุมวันจักร

6. ห้องประชุม 11 ที่นั่ง ชั้น 2

6.1 ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมระบบสัมผัส (ใหม่)

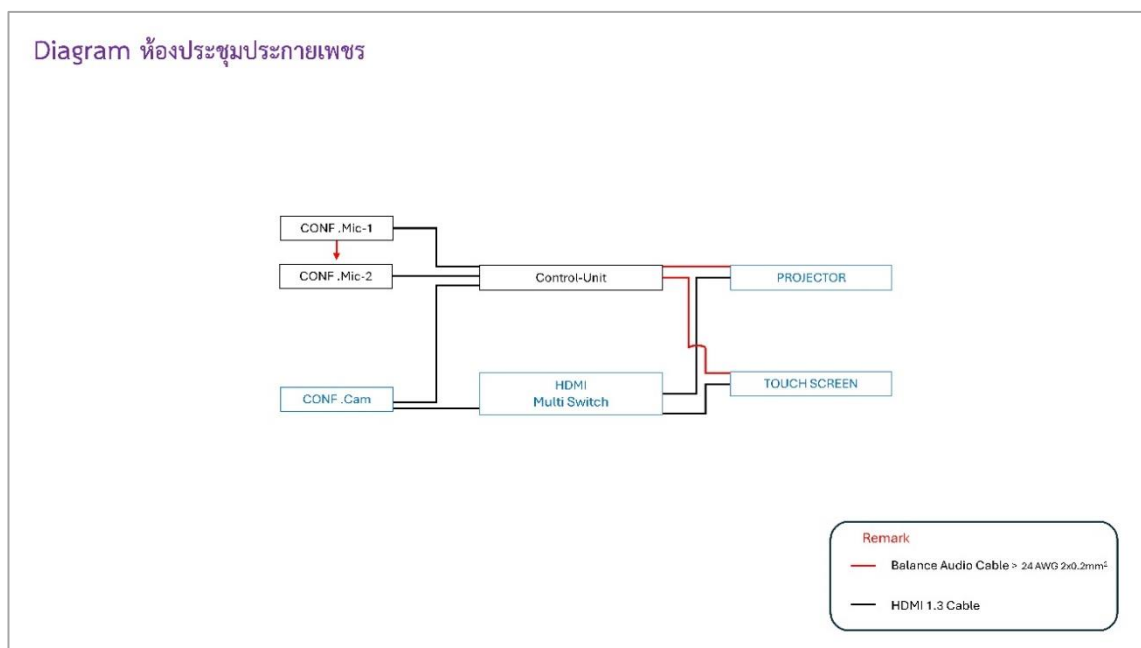


รูป 6.1 – แบบแปลนชั้น 2 อาคารสำนักงาน 101 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ ALL IN ONE ห้องประชุม 11 ที่นั่ง

7. ห้องประชุมประกายเพชร

7.1 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)

7.2 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)

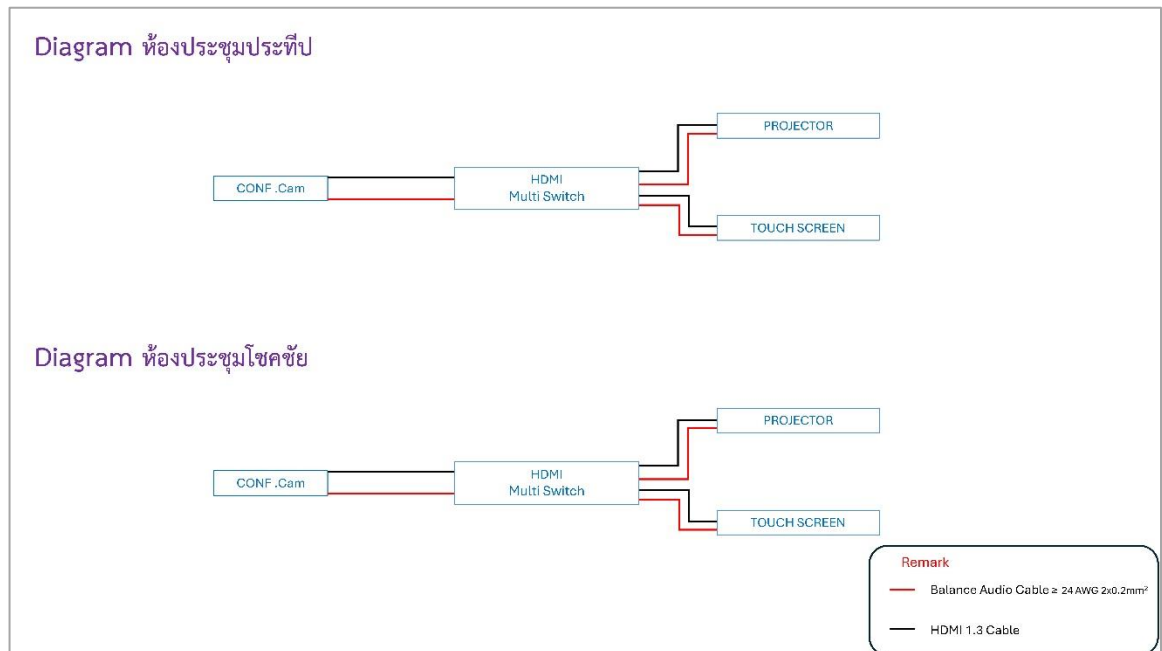


รูป 7.1 – ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุมประกายเพชร

8. ห้องประชุมประทีป / ห้องประชุมโชคชัย

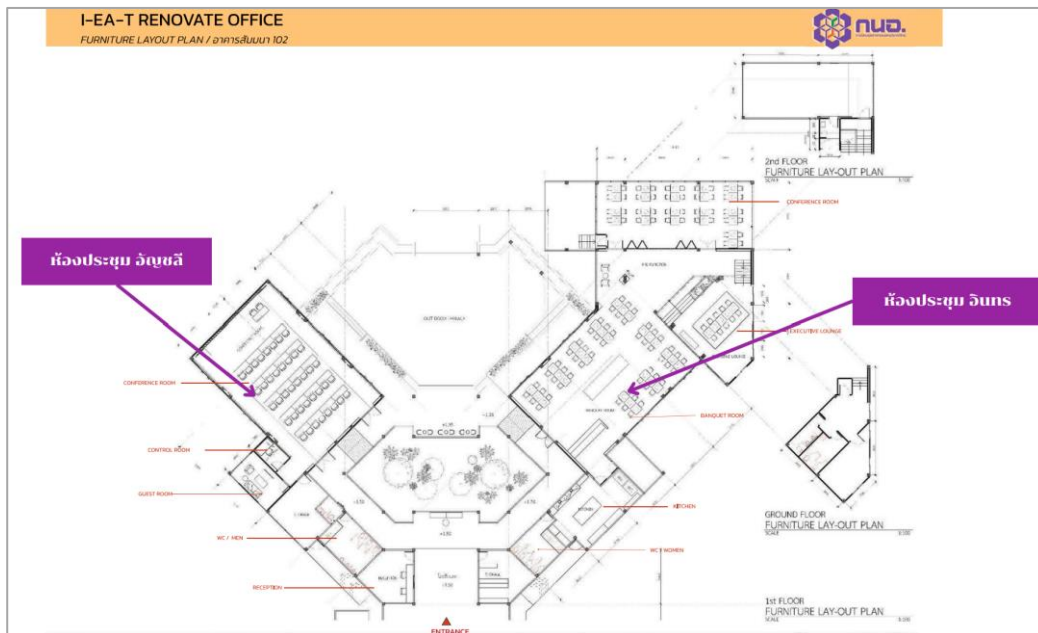
8.1 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)

8.2 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)



รูป 8.1 – ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุมประทีป/ ห้องประชุมโชคชัย

อาคารสัมมนา (102)



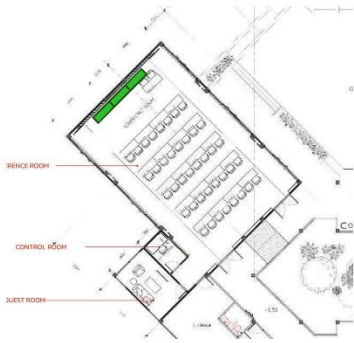
รูป C - แบบแปลนอาคารสัมมนา 102 แสดงชื่อและตำแหน่งห้องประชุม

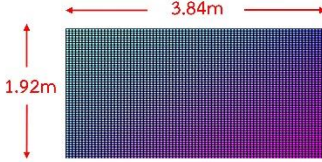
9. ห้องประชุมวิทยุขลิ

- 9.1 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.84 x 2.4 เมตร (ใหม่)
- 9.2 เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ (ใหม่)
- 9.3 สายสัญญาณภาพและเสียง (ใหม่)
- 9.4 อุปกรณ์อื่นๆ (เดิม)

อาคารสำนักงาน102

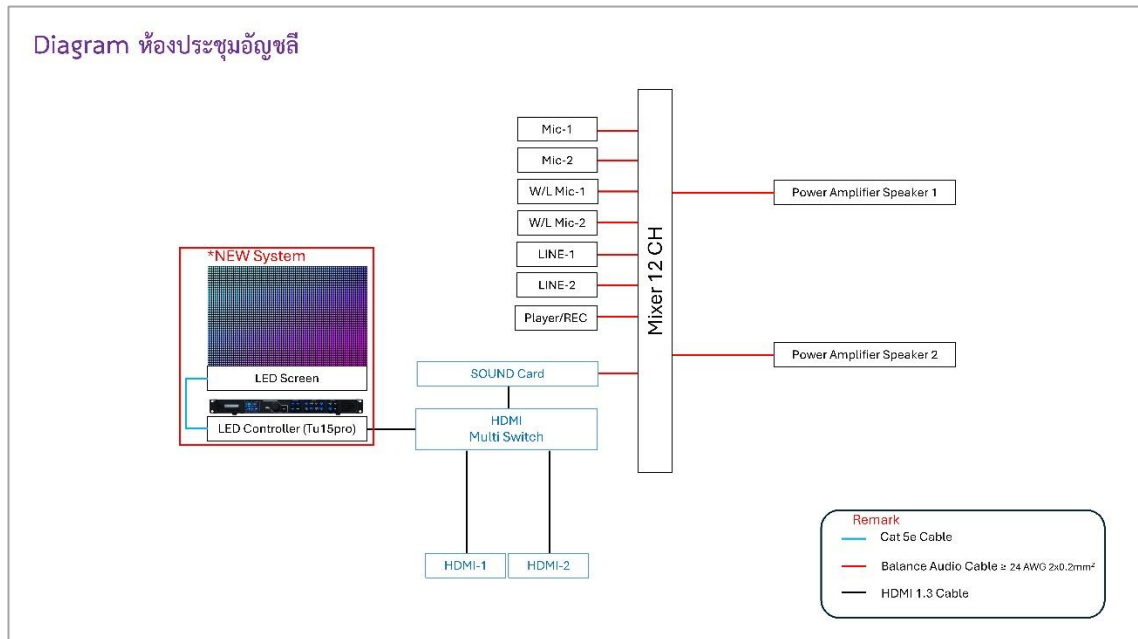
ห้องประชุมวิทยุขลิ(LED Wall)
 LEYARD GF series P1.86 3.84 m x 1.92 m






LEYARD GF1.8 – 169" LED Screen P1.86 (3.2m x 1.92m)	
Pixel pitch :	1.86 mm.
Refresh rate :	3840 Hz
Brightness :	450 nits
Module Size(W*H) :	320x160 mm.
Cabinet Dimension (W*H*D) :	640x480x74 mm.
Cabinet Resolution (W*H) :	344 x 258pixel
Screen size (W*H) :	3.84m x 1.92m
Cabinet config (W*H) :	6 x 4 pcs
Screen resolution (W*H) :	2,064 x 1,032 pixel
Viewing Angle (H*V) :	160/140

รูป 9.1 - แบบแปลนอาคารสัมมนา 102 แสดงตำแหน่งติดตั้งจอ LED ห้องประชุมวิทยุขลิ



รูป 9.2 - ไดอะแกรมติดตั้งระบบภาพและเสียง ห้องประชุมอัญชลี

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

2.1 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.84 x 2.4 เมตร

- จอแสดงผลแอลอีดีชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Display) ขนาดไม่น้อยกว่า 3.84 x 2.4 เมตร รวมพื้นที่แสดงผลไม่น้อยกว่า 9.126 ตารางเมตร
- มีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางหลอดถึงกึ่งกลางหลอดไม่น้อยกว่า 1.86 มิลลิเมตร หรือ P1.86
- เป็นหลอดชนิด SMD หรือดีกว่า
- มีความหนาแน่นของพิกเซล (Pixel Density) ไม่น้อยกว่า 288,906 พิกเซลต่อตารางเมตร
- ตู้คาบิเน็ตต้องได้อัตราส่วน 4:3 โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 640x480 มิลลิเมตร และหนาไม่เกิน 70 มิลลิเมตร
- ตู้คาบิเน็ตทำจากอะลูมิเนียม และมีน้ำหนักไม่เกิน 7.1 กิโลกรัมต่อตู้คาบิเน็ต เพื่อให้พื้นที่ติดตั้งรับน้ำหนักได้
- มีค่าความสว่าง (Brightness) ไม่น้อยกว่า 500 นิต (Nits)
- สามารถปรับค่าอุณหภูมิแสง (Color Temperature) ได้ระหว่าง 3,000K-38,000K หรือดีกว่า
- มีมุมมองในแนวนอน (Horizontal) ไม่น้อยกว่า 160 องศา และแนวตั้ง (Vertical) ไม่น้อยกว่า 140 องศา
- มีอัตราการรีเฟรช (Refresh Rate) สูงสุด 3,840 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- มีค่าเฟรมเรต (Frame Rate) สูงสุด 60 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- มีอายุการใช้งานหลอด (Lifetime) ไม่น้อยกว่า 100,000 ชม.
- สามารถติดตั้งและซ่อมบำรุงได้จากด้านหน้า

- n. การติดตั้งโมดูลบนตู้คาบิเน็ตเป็นแบบแม่เหล็กและสามารถปรับระดับในแนวแกน X/Y/Z ได้
- o. เพื่อเป็นการรับประกันการให้บริการหลังการขายและรับรองว่าสินค้าที่เสนอเป็นของแท้ของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและต้องไม่เป็นสินค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) โดยผู้รับจ้างต้องแนบหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในการยื่นขออนุมัติวัสดุ

คุณสมบัติทางเทคนิค

- a. มีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast ratio) ที่ 5,000:1 หรือดีกว่า
- b. มีค่าความราบเรียบ (Flatness) ≤ 0.2 mm. หรือดีกว่า
- c. มีค่าความสม่ำเสมอของสี (Chromaticity Uniformity) ที่ $\pm 0.003 Cx, Cy$ within
- d. มีค่ากำลังไฟสูงสุด (Max Power Consumption) ไม่มากกว่า 493 วัตต์ต่อตารางเมตร
- e. มีค่ากำลังไฟเฉลี่ย (Average Power Consumption) ไม่มากกว่า 165 วัตต์ต่อตารางเมตร
- f. มีค่าความสว่างสม่ำเสมอ (Brightness Uniformity) ไม่น้อยกว่า 97%
- g. อุณหภูมิในการทำงาน (Operation Temperature) อยู่ที่ $-10 \sim 40$ องศาหรือดีกว่า
- h. อุณหภูมิในการเก็บรักษา (Storage Temperature) อยู่ที่ $-20 \sim 60$ องศาหรือดีกว่า
- i. ค่าความชื้นในการทำงาน (Operation Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 80\%$ หรือดีกว่า
- j. ค่าความชื้นในการเก็บรักษา (Storage Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 85\%$ หรือดีกว่า

2.2 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.2 x 2.4 เมตร

- a. จอแสดงผลแอลอีดีชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Display) ขนาดไม่น้อยกว่า 3.2 x 2.4 เมตร รวมพื้นที่แสดงผลไม่น้อยกว่า 7.68 ตารางเมตร
- b. มีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางหลอดถึงกึ่งกลางหลอดไม่น้อยกว่า 1.86 มิลลิเมตร หรือ P1.86
- c. เป็นหลอดชนิด SMD หรือดีกว่า
- d. มีความหนาแน่นของพิกเซล (Pixel Density) ไม่น้อยกว่า 288,906 พิกเซลต่อตารางเมตร
- e. ตู้คาบิเน็ตต้องได้อัตราส่วน 4:3 โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 640x480 มิลลิเมตร และหนาไม่เกิน 70 มิลลิเมตร
- f. ตู้คาบิเน็ตทำจากอะลูมิเนียม และมีน้ำหนักไม่เกิน 7.1 กิโลกรัมต่อตู้คาบิเน็ต เพื่อให้พื้นที่ติดตั้งรับน้ำหนักได้
- g. มีค่าความสว่าง (Brightness) ไม่น้อยกว่า 500 นิต (Nits)
- h. สามารถปรับค่าอุณหภูมิแสง (Color Temperature) ได้ระหว่าง 3,000K-38,000K หรือดีกว่า
- i. มีมุมมองในแนวนอน (Horizontal) ไม่น้อยกว่า 160 องศา และแนวตั้ง (Vertical) ไม่น้อยกว่า 140 องศา
- j. มีอัตราการรีเฟรช (Refresh Rate) สูงสุด 3,840 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- k. มีค่าเฟรมเรต (Frame Rate) สูงสุด 60 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- l. มีอายุการใช้งานหลอด (Lifetime) ไม่น้อยกว่า 100,000 ชม.
- m. สามารถติดตั้งและซ่อมบำรุงได้จากด้านหน้า
- n. การติดตั้งโมดูลบนตู้คาบิเน็ตเป็นแบบแม่เหล็กและสามารถปรับระดับในแนวแกน X/Y/Z ได้
- o. เพื่อเป็นการรับประกันการให้บริการหลังการขายและรับรองว่าสินค้าที่เสนอเป็นของแท้ของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและต้องไม่เป็นสินค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) โดยผู้รับจ้างต้องแนบหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในการยื่นขออนุมัติวัสดุ

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast ratio) ที่ 5,000:1 หรือดีกว่า
- มีค่าความราบเรียบ (Flatness) ≤ 0.2 mm. หรือดีกว่า
- มีค่าความสม่ำเสมอของสี (Chromaticity Uniformity) ที่ $\pm 0.003 Cx, Cy$ within
- มีค่ากำลังไฟสูงสุด (Max Power Consumption) ไม่มากกว่า 493 วัตต์ต่อตารางเมตร
- มีค่ากำลังไฟเฉลี่ย (Average Power Consumption) ไม่มากกว่า 165 วัตต์ต่อตารางเมตร
- มีค่าความสว่างสม่ำเสมอ (Brightness Uniformity) ไม่น้อยกว่า 97%
- อุณหภูมิในการทำงาน (Operation Temperature) อยู่ที่ $-10 \sim 40$ องศาหรือดีกว่า
- อุณหภูมิในการเก็บรักษา (Storage Temperature) อยู่ที่ $-20 \sim 60$ องศาหรือดีกว่า
- ค่าความชื้นในการทำงาน (Operation Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 80\%$ หรือดีกว่า
- ค่าความชื้นในการเก็บรักษา (Storage Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 85\%$ หรือดีกว่า

2.3 ป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ P1.86 ขนาด 3.84×1.92 เมตร

- จอแสดงผลแอลอีดีชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Display) ขนาดไม่น้อยกว่า 3.84×1.92 เมตร รวมพื้นที่แสดงผลไม่น้อยกว่า 7.3728 ตารางเมตร
- มีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางหลอดถึงกึ่งกลางหลอดไม่น้อยกว่า 1.86 มิลลิเมตร หรือ P1.86
- เป็นหลอดชนิด SMD หรือดีกว่า
- มีความหนาแน่นของพิกเซล (Pixel Density) ไม่น้อยกว่า 288,906 พิกเซลต่อตารางเมตร
- ตู้คาบิเน็ตต้องได้อัตราส่วน 4:3 โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 640x480 มิลลิเมตร และหนาไม่เกิน 70 มิลลิเมตร
- ตู้คาบิเน็ตทำจากอะลูมิเนียม และมีน้ำหนักไม่เกิน 7.1 กิโลกรัมต่อตู้คาบิเน็ต เพื่อให้พื้นที่ติดตั้งรับน้ำหนักได้
- มีค่าความสว่าง (Brightness) ไม่น้อยกว่า 500 นิต (Nits)
- สามารถปรับค่าอุณหภูมิแสง (Color Temperature) ได้ระหว่าง 3,000K-38,000K หรือดีกว่า
- มีมุมมองในแนวนอน (Horizontal) ไม่น้อยกว่า 160 องศา และแนวตั้ง (Vertical) ไม่น้อยกว่า 140 องศา
- มีอัตราการรีเฟรช (Refresh Rate) สูงสุด 3,840 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- มีค่าเฟรมเรต (Frame Rate) สูงสุด 60 เฮิร์ตหรือสูงกว่า
- มีอายุการใช้งานหลอด (Lifetime) ไม่น้อยกว่า 100,000 ชม.
- สามารถติดตั้งและซ่อมบำรุงได้จากด้านหน้า
- การติดตั้งโมดูลบนตู้คาบิเน็ตเป็นแบบแม่เหล็กและสามารถปรับระดับในแนวแกน X/Y/Z ได้
- เพื่อเป็นการรับประกันการให้บริการหลังการขายและรับรองว่าสินค้าที่เสนอเป็นของแท้ของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและต้องไม่เป็นสินค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) โดยผู้รับจ้างต้องแนบหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในการยื่นขออนุมัติวัสดุ

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast ratio) ที่ 5,000:1 หรือดีกว่า
- มีค่าความราบเรียบ (Flatness) ≤ 0.2 mm. หรือดีกว่า

- c. มีค่าความสม่ำเสมอของสี (Chromaticity Uniformity) ที่ $\pm 0.003 Cx, Cy$ within
- d. มีค่ากำลังไฟสูงสุด (Max Power Consumption) ไม่มากกว่า 493 วัตต์ต่อตารางเมตร
- e. มีค่ากำลังไฟเฉลี่ย (Average Power Consumption) ไม่มากกว่า 165 วัตต์ต่อตารางเมตร
- f. มีค่าความสว่างสม่ำเสมอ (Brightness Uniformity) ไม่น้อยกว่า 97%
- g. อุณหภูมิในการทำงาน (Operation Temperature) อยู่ที่ $-10 \sim 40$ องศาหรือดีกว่า
- h. อุณหภูมิในการเก็บรักษา (Storage Temperature) อยู่ที่ $-20 \sim 60$ องศาหรือดีกว่า
- i. ค่าความชื้นในการทำงาน (Operation Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 80\%$ หรือดีกว่า
- j. ค่าความชื้นในการเก็บรักษา (Storage Humidity) อยู่ที่ $10 \sim 85\%$ หรือดีกว่า

2.4 งานโครงสร้างเหล็กป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์

- a. โครงสร้างเหล็กสำหรับรับน้ำหนัจอ โดยมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของจอและสามารถรองรับน้ำหนักจอได้อย่างมั่นคงและแข็งแรง
- b. การติดตั้งโครงเหล็กต้องเป็นเหล็กที่มีมาตรฐาน มอก.หรือเทียบเท่า
- c. โครงเหล็กต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 1 รอบ และสีจริงอย่างน้อย 2 รอบ

2.5 เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ

- a. เป็นเครื่องประมวลผลสัญญาณภาพหรือควบคุมการแสดงผล ที่สามารถใช้งานกับป้ายประชาสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสนอได้
- b. มีช่องสัญญาณขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- c. มีความละเอียดสัญญาณขาเข้าสูงสุดที่ 2048×1152 ที่ 60 เฮิร์ต หรือดีกว่า
- d. ช่องสัญญาณขาเข้าแบบ HDMI รองรับความละเอียดที่กำหนดเอง ความกว้าง สูงสุด: 3840 พิกเซล, ความสูง สูงสุด: 3840 พิกเซล หรือดีกว่า
- e. มีช่อง USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง สามารถรองรับการใช้งานเมาส์ คีย์บอร์ด และอุปกรณ์ USB ทัวไปได้
- f. มีช่องสัญญาณขาออกแบบ RJ45 สำหรับส่งสัญญาณภาพอย่างน้อย 4 ช่อง
- g. มีโหมดการจัดสเกลภาพแบบ pixel-to-pixel ความละเอียดสูงสุดถึง 2.6 ล้านพิกเซลหรือดีกว่า
- h. มีโหมดการจัดสเกลภาพแบบอัตราส่วน 4:3 ความละเอียดสูงสุดถึง 2.6 ล้านพิกเซล (ความกว้าง สูงสุด: 4096 พิกเซล, ความสูง สูงสุด 1920 พิกเซล) หรือดีกว่า
- i. มีช่องสัญญาณขาออกแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง
- j. มีช่องสัญญาณเสียงขาออกอย่างน้อย 1 ช่อง
- k. มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์
- l. รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่าน Bluetooth
- m. รองรับการคุมผ่าน remote control
- n. ผลิตภัณฑ์ได้รับมาตรฐานรับรอง CE, FCC, IC เป็นอย่างน้อย
- o. เครื่องประมวลผลสัญญาณภาพ ต้องใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดการที่มาจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดรับรองว่าสินค้าที่เสนอเป็นของแท้ของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และต้องไม่

เป็นสินค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) โดยผู้เสนอราคาต้องแนบหนังสือรับรองจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ สำหรับโครงการนี้ ในวันยื่นข้อเสนอ

2.6 เครื่องควบคุมการระบบไฟฟ้าสำหรับจอแสดงผลภาพแอลอีดี

- a. เป็นอุปกรณ์แจกจ่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Intelligent PDU) ที่สามารถตรวจสอบ (Monitoring), จัดการ (Managing), ควบคุม (Controlling) และสั่งเปิดปิดเองตามเงื่อนไขได้อัตโนมัติ (Intelligent Controlling) แบบเรียลไทม์ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) หรือผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
- b. มีซอฟต์แวร์ web application รองรับระบบปฏิบัติการ Windows, iOS, Linux, Android และใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ Chrome, Firefox, Opera, Microsoft Edge, Safari ที่ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน ได้เป็นอย่างดี
- c. อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตและทำงานร่วมกับระบบเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ของผู้ผลิตได้ฟรีตลอดอายุการใช้งาน
- d. รองรับการทำงานร่วมกับคอนโทรลเลอร์ของเจ้าของผลิตภัณฑ์ผ่านเครือข่าย LAN หรือ VPN ในลักษณะแบบรวมศูนย์ได้
- e. มีระบบซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์เสริมของเจ้าของผลิตภัณฑ์ เพื่อกำหนดเงื่อนไขเปิดและปิดช่องจ่ายไฟฟ้าได้
- f. ซอฟต์แวร์มีฟังก์ชันการ เปิด/ปิด/รีเซ็ต และแสดงการใช้ไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ (Real-Time) ได้ทุกช่องจ่ายไฟฟ้าย่อยได้ โดยสามารถควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) ไม่มีอินเทอร์เน็ต หรือผ่านอินเทอร์เน็ตสู่ระบบคลาวด์ได้
- g. ตัวอุปกรณ์รองรับกระแสไฟฟ้าเข้ารวมไม่น้อยกว่า 30A และสามารถควบคุมการทำงานของแม็คเนติกได้
- h. ตัวอุปกรณ์มีระบบแจ้งเตือนผ่านทาง LINE Notify หรือ E-mail ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงการใช้งานหรือปัญหาได้
- i. ซอฟต์แวร์มีระบบเก็บประวัติการควบคุมช่องจ่ายไฟฟ้า
- j. สามารถตั้งตารางเวลาการทำงานล่วงหน้าอัตโนมัติได้ตลอดสัปดาห์ โดยความถี่ในการเปิดกับปิดอย่างน้อย 1 วินาทีได้
- k. สามารถอัปเดตเฟิร์มแวร์ตัวอุปกรณ์แบบออนไลน์ผ่านคลาวด์หรือผ่านระบบเน็ตเวิร์คภายในโดยไม่ต้องผ่านอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี และมีระบบควาติให้ใช้ได้ตลอดอายุการใช้งานของเครื่องโดยไม่ต้องเสียค่าบริการใดๆ
- l. ตัวอุปกรณ์ทำจากโลหะผ่านกรรมวิธีการอบด้วยสีฝุ่น (Powder Coating) รองรับการจัดตั้งในตู้แร็กและตู้อุปกรณ์ด้วยราง DIN
- m. ตัวอุปกรณ์ต้องรองรับการใช้งาน (operating temperature) ที่อุณหภูมิ -10 ถึง 50 องศาเซลเซียส
- n. ตัวอุปกรณ์มีไฟแสดงสถานะการทำงาน เช่น สถานะ Ethernet, WiFi, Earth, Power ได้เป็นอย่างดี
- o. ตัวอุปกรณ์มีการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี และไม่เป็นสินค้า OEM, ODM และสินค้าได้รับ MiT
- p. รองรับการส่งและรับคำสั่งผ่าน API ไปยังอุปกรณ์ภายนอกได้
- q. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ติดตั้งมากับเครื่องมีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

- r. ตัว Intelligent PDU รองรับการใส่ 10 Intelligent PDU พร้อมกัน ให้เข้าใช้งานร่วมกันได้ด้วยการเรียกใช้หนึ่ง IP address ให้แสดงและควบคุมในหน้าจอเดียว (Mesh Topology) โดยไม่ต้องใช้เครื่องคอนโทรลเลอร์หรือระบบคลาวด์
- s. ตัวอุปกรณ์มีฟังก์ชันการตรวจสอบอุปกรณ์ไหลต้อผ่านโปรโตคอล ICMP ในระบบเน็ตเวิร์ค ถ้าอุปกรณ์นั้นไม่ตอบสนองสามารถสั่ง ปิด/เปิด/รีเซ็ตได้ ช่องจ่ายไฟฟ้าได้อัตโนมัติ
- t. ตัวอุปกรณ์สามารถตรวจจับพร้อมแสดงผล สภาพแวดล้อมและสถานะตัวอุปกรณ์เอง เช่น CPU usage%, RAM usage%, Storage usage%, อุณหภูมิ CPU, อุณหภูมิความชื้นอุปกรณ์, การหมดพลัง, การเชื่อมต่อลงดิน, ระบบกันไฟกระชอก ผ่านซอฟต์แวร์เว็บแอ็พได้เป็นอย่างดี
- u. ตัวอุปกรณ์ต้องมีช่องต่อสายสื่อสารเพื่อควบคุมเปิดและปิด เมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านซอฟต์แวร์ได้อย่างน้อย 2 ช่อง
- v. ตัวอุปกรณ์สามารถตั้งตารางเวลาการทำงานล่วงหน้าได้ 5 ปี เป็นอย่างน้อย
- w. สามารถควบคุมระบบการจ่ายไฟฟ้าให้ออโต้ได้ทั้งระบบไฟเฟสเดียวและสามเฟสหรือดีกว่า
- x. ตัวอุปกรณ์มีระบบกันไฟฟ้กระชอก(Surge protection) พร้อมแสดงบนหน้าซอฟต์แวร์และหน้าอุปกรณ์ได้เพื่อเตือนให้ทำการเปลี่ยนอะไหล่ในการป้องกันไฟฟ้กระชอกครั้งต่อไป
- y. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ยื่นพร้อมการเสนอราคา

2.7 ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมระบบสัมผัส

- a. ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกล แบบ All in One ที่ประกอบไปด้วย กล้อง ลำโพง ไมโครโฟน และ จอภาพระบบสัมผัส ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต
- b. จอภาพชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 86 นิ้ว รองรับความละเอียดภาพขนาด 4K UHD (3840x2160 Pixels) หรือดีกว่า
- c. จอภาพรองรับขอบเขตของสี (Color Gamut) ที่ 90% NTSC และให้ความแม่นยำของสี (Color accuracy) ที่มีค่า $\Delta E \leq 1.5$ หรือดีกว่า
- d. จอแสดงภาพแบบ Non-glare 25% haze ลดแสงสะท้อนที่ตัวจอ โดยมีกระจกหน้าจอแบบ Tempered 9H ความหนาไม่น้อยกว่า 3mm หรือดีกว่า
- e. เทคโนโลยีจอภาพระบบสัมผัส แบบ Infrared Recognition 50 point touch ความแม่นยำในการสัมผัส $\pm 0.5\text{mm}$ และมีค่า Response Time ในการสัมผัส $\leq 2.5\text{ms}$ หรือ ดีกว่า
- f. จอแสดงภาพได้รับมาตรฐาน IP5X-rated เพื่อป้องกันฝุ่นละออง
- g. มีเทคโนโลยี Palm Rejection เพื่อให้สามารถวางมือไปบนหน้าจอขณะทำการเขียนได้
- h. มีกล้องแบบติดตั้งภายในจำนวน 3 ตัว แต่ละตัวมีความละเอียด 50 MP หรือดีกว่า
- i. กล้องแบบติดตั้งภายในรองรับการประชุม 5 เท่า โดยเป็น ออฟดีคอลลูม 2 เท่า เป็นอย่างน้อย
- j. กล้องแบบติดตั้งภายใน มีมุมมองภาพ (DFOV) ไม่น้อยกว่า 99° สามารถตั้งมุมกล้องล่วงหน้าได้ (Preset)
- k. มีลำโพงติดตั้งภายในขนาด 2x10W+20W แบบ 2.1 CH
- l. มีไมโครโฟนแบบติดตั้งภายในอย่างน้อย 16 ตัว ระยะการรับเสียงที่ 15 เมตรหรือดีกว่า

-
- m. มีเทคโนโลยี Auto-Framing เพื่อใช้ปรับมุมมองภาพแบบอัตโนมัติ ให้เหมาะสมกับจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมที่อยู่ในห้องประชุม
 - n. มีเทคโนโลยี Speaker-Tracking เพื่อใช้ปรับมุมมองภาพแบบอัตโนมัติตามเสียงผู้พูด
 - o. มีเทคโนโลยี Intelligent Focus เพื่อใช้ในการแสดงภาพผู้เข้าร่วมประชุม แยกออกจากกันเป็นภาพแต่ละบุคคลได้
 - p. มีเทคโนโลยี Audio Fence ในสร้างปรับแต่งมุมการแยกเสียง ไม่ให้เสียงภายนอกมุมการแยกเสียงผ่านเข้าไปยังผู้ประชุมด้านตรงข้าม
 - q. มีเทคโนโลยี AI Spatial Sound ที่จะปรับแต่งมุมการแยกเสียงให้เข้ากับพื้นที่แบบไดนามิก เพื่อให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีที่สุด
 - r. มีพอร์ตเชื่อมต่อต่างๆ ได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - HDMI IN จำนวน 2 พอร์ต
 - USB 2.0 จำนวน 1 พอร์ต
 - USB 3.0 จำนวน 2 พอร์ต
 - USB Type-C จำนวน 1 พอร์ต
 - Touch จำนวน 1 พอร์ต
 - AUDIO IN และ AUDIO OUT จำนวนอย่างละ 1 พอร์ต
 - RS-232 จำนวน 1 พอร์ต
 - พอร์ต RJ45 แบบ PoE (30W) จำนวน 1 พอร์ต เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อไมโครโฟนรับเสียงเพิ่มเติมได้
 - สามารถทำ Wireless Share Screen จากอุปกรณ์ PC/Laptop หรือ Smartphone ได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 หน้าจอ โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม
 - s. สามารถทำ Screen Share ร่วมกับ Miracast, Airplay และ Chromecast ได้เป็นอย่างน้อย
 - t. สามารถใช้งานแบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน ต่อเนื่อง 7 วัน รองรับการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง
 - u. สามารถเริ่มการประชุมประทางไกลได้โดยตรงจากอุปกรณ์ของผู้เข้าร่วมประชุมเอง ทำงานร่วมกันกับ ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมจอภาพระบบสัมผัส ที่นำเสนอ (BYOM: Bring-Your-Own-Meeting)
 - v. มีความสามารถในการทำ Whiteboarding
 - ดั้วปากกา Stylus สามารถทำ Dual Color ในแท่งเดียวกันได้
 - สามารถใช้ปากกา Stylus เขียนได้พร้อมกันอย่างน้อย 2 คน
 - สามารถนำเข้า และ แสดง File รูปภาพ และ เอกสาร ได้
 - สามารถนำเข้า และ เปิดเล่น File Multimedia ได้
 - สามารถให้ผู้เข้าร่วมประชุม ทำ Sticker Note ผ่าน QR Code ได้
 - สามารถให้ผู้เข้าร่วมประชุม ทำ Vote ผ่าน QR Code ได้
 - สามารถส่ง ข้อมูลบน Whiteboard ผ่านทาง E-mail หรือ Share ผ่าน QR Code ได้
 - สามารถเปลี่ยนลายมือที่เขียน เป็นตัวอักษรได้
 - มีเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง Mind Map
-

- มีเครื่องมือ Co-Whiteboarding เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบเสียง และ Whiteboard ระหว่าง ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมจอภาพระบบสัมผัสเข้าด้วยกัน ได้สูงสุด 4 หน้าจอ
- w. มี Mini Whiteboarding ที่สามารถเรียกใช้งานได้โดยการปัดขึ้นจากหน้าจอด้านล่างได้
- x. รองรับระบบ Device Management ที่เป็นยี่ห้อเดียวกับจอแสดงผลภาพ เพื่อใช้ในการ เข้าถึง และควบคุมจอแสดงผลภาพ ผ่านระบบ Cloud จากภายนอกองค์กรได้ มีคุณสมบัติการใช้งานอย่างน้อยดังนี้ เป็นทางเลือกในการใช้งาน
 - สามารถควบคุมหน้าจอ เพื่อแก้ไขปัญหา รวมถึงสามารถ Wake Up และ Lock หน้าจอแสดงผลภาพ
 - สามารถกำหนดตารางเวลาในการ update firmware, upgrade/Patch third party application
 - สามารถเลือกปิดการใช้งาน ติดตั้ง และ update Application ต่างๆบนจอแสดงผลภาพ
 - สามารถสั่งงานให้จอแสดงผลภาพ แสดงข้อความเป็นตัวอักษรวิ่ง รูปภาพ และ วิดีโอ เพื่อการประชาสัมพันธ์ได้
 - สามารถดูหน้าจอแบบ Real Time ได้
- y. มีปากกาสำหรับเขียนบนหน้าจอมาให้อย่างน้อย 2 ชิ้นจากผู้ผลิตเดียวกัน
- z. มาพร้อมกับชุดติดตั้งกับฝามั่น (Wall Mount Bracket)
- aa. PC Module ที่อยู่ในชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกล มีรายละเอียดคุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้
 - หน่วยประมวลผลกลาง CPU Core i7
 - หน่วยความจำหลัก RAM ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - หน่วยความจำ Internal Storage ขนาดไม่น้อยกว่า 512 GB
 - Windows 10 Operation System หรือ ใหม่กว่า
 - มีพอร์ต USB 3.0 จำนวน 3 พอร์ต
 - มีพอร์ต USB 2.0 จำนวน 3 พอร์ต
 - มีพอร์ต HDMI OUT จำนวน 1 พอร์ต
 - มีพอร์ต Ethernet 1000M RJ45 อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - มีพอร์ต Microphone In อย่างน้อย 1 พอร์ต
- bb. ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมจอภาพระบบสัมผัสรับประกัน 3 ปี โดยจะต้องยื่นหนังสือรับรองการรับประกันจากผู้ผลิตหรือบริษัทสาขาของผู้ผลิตที่จดทะเบียนอยู่ในประเทศไทย สำหรับการเสนอราคาในครั้งนี้ ยื่นมาพร้อมวันยื่นข้อเสนอ
- cc. ต้องเสนอ Wireless Screen Sharing Dongle ที่เป็นสินค้ายี่ห้อเดียวกับจอแสดงผลภาพ เชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB Type-C แล้วสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องติดตั้งไดรเวอร์หรือซอฟต์แวร์เพิ่มเติม
- dd. ต้องเสนอขาตั้งแบบเคลื่อนที่ ที่สามารถใช้งานร่วมกับ ชุดอุปกรณ์ประชุมทางไกลพร้อมจอภาพระบบสัมผัสที่เสนอได้ โดยมีคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า
 - มีล้อเลื่อน 4 ล้อ และสามารถล็อกล้อได้
 - มีชั้นสำหรับวางอุปกรณ์
 - สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัม

2.8 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบ 70/100V และ 8 โอห์ม แบบ 4ช่อง

- a. เครื่องขยายเสียงต้องสามารถรองรับกำลังไฟ RMS/AES ได้ 240 วัตต์ที่ 8 โอห์ม ซึ่งเป็นกำลังไฟเฉลี่ยที่เครื่องขยายเสียงสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดความเสียหาย
ที่ 100 โวลต์: เครื่องขยายเสียงต้องสามารถรองรับกำลังไฟ RMS/AES ได้ถึง 4×240 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 100 โวลต์
- b. เครื่องขยายเสียงต้องมีการตอบสนองความถี่ในช่วง 50 Hz - 20 kHz (± 3 dB) ซึ่งหมายความว่าเครื่องขยายเสียงสามารถผลิตเสียงในช่วงความถี่นี้ได้อย่างแม่นยำ
- c. เครื่องขยายเสียงต้องมีอัตราสัญญาณต่อเสียงรบกวนมากกว่า 95 dB
- d. เครื่องขยายเสียงต้องมีการบิดเบือนฮาร์โมนิกทั้งหมดน้อยกว่า 0.05% ที่ความถี่ 1 kHz และที่ครึ่งหนึ่งของกำลังไฟที่กำหนด
- e. เครื่องขยายเสียงต้องมีการรบกวนข้ามช่องมากกว่า 70 dB ที่ความถี่ 1 kHz ซึ่งหมายความว่าเสียงจากช่องหนึ่งจะไม่รบกวนช่องอื่น
- f. ความต้านทานโหลดขั้นต่ำ (Min. Load Impedance): เครื่องขยายเสียงต้องมีความต้านทานโหลดขั้นต่ำที่ 8 โอห์ม
- g. เครื่องขยายเสียงต้องใช้เทคโนโลยี Class-D
- h. เครื่องขยายเสียงต้องใช้แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิง
- i. อินพุต AC: 100-120V/220-240V ~ 50/60Hz
- j. มีค่าความไว (Sensitivity): -30 dB ~ +5 dB
- k. มีแฟคเตอร์การหน่วง (Damping Factor): มากกว่า 200
- l. มีการป้องกันเครื่องขยายเสียง (Amplifier): การลัดวงจร DC, การร้อนเกิน, การโหลดเกิน, การจำกัดสัญญาณ ซึ่งช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องขยายเสียง
- m. มีการระบายความร้อน (Cooling): พัดลมควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งช่วยให้เครื่องขยายเสียงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ร้อนเกินไป
- n. รองรับอุณหภูมิการทำงาน (Operating Temperature): $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ที่ความชื้น 95%
- o. มีขั้วต่ออินพุต (Inputs Connector): XLR และ 3-pin Euro Terminal Block (3.81 mm) ซึ่งเป็นขั้วต่อมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงเข้า
- p. มีขั้วต่อเอาต์พุต (Outputs Connector): 4-pin Euro Terminal Block (Pitch - 5.08 mm) ซึ่งเป็นขั้วต่อมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงออก
- q. มีระบบควบคุมปรับแต่งสัญญาณเสียง (DSP) และรองรับการเพิ่มการ์ด Dante ได้

2.9 ลำโพงเสียงกลางแหลมแบบคอกลม

- a. ลำโพงต้องสามารถรองรับกำลังไฟสูงสุดได้ถึง 480 วัตต์ ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถรับพลังงานสูงสุดในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย
- b. ลำโพงต้องสามารถรองรับกำลังไฟโปรแกรมได้ถึง 240 วัตต์ ซึ่งเป็นกำลังไฟที่ลำโพงสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลานาน

- c. ลำโพงต้องสามารถรองรับกำลังไฟ RMS/AES ได้ถึง 120 วัตต์ ซึ่งเป็นกำลังไฟเฉลี่ยที่ลำโพงสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดความเสียหาย
- d. ลำโพงต้องมีความต้านทานไม่น้อยกว่า 12 โอห์ม
- e. ลำโพงต้องมีความไวที่ 92 dB (1W/1m) ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถผลิตเสียงได้ที่ระดับความดันเสียง 92 dB เมื่อได้รับกำลังไฟ 1 วัตต์ ที่ระยะห่าง 1 เมตร
- f. ลำโพงต้องสามารถผลิตความดันเสียงสูงสุดได้ถึง 113 dB (W/1m) ซึ่งเป็นระดับเสียงสูงสุดที่ลำโพงสามารถผลิตได้เมื่อได้รับกำลังไฟสูงสุด
- g. ลำโพงต้องมีช่วงความถี่ตั้งแต่ 120 Hz - 20 kHz (-10 dB) หรือดีกว่า ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถผลิตเสียงในช่วงความถี่นี้ได้แม้ว่าระดับเสียงจะลดลง 10 dB
- h. ลำโพงต้องมีการตอบสนองความถี่ในช่วง 150 Hz - 20 kHz (± 3 dB)
- i. ลำโพงต้องมีไดรเวอร์ขนาด 2 นิ้ว จำนวน 12 ตัว
- j. ลำโพงสามารถปรับเลือกรูปแบบความต้านทานและกำลังไฟที่รองรับได้
- k. ลำโพงต้องมาจากเจ้าของผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องขยายสัญญาณเสียง

2.10 ลำโพงขับวูฟเฟอร์(เสียงต่ำ)ติดเพดานขนาด 8 นิ้ว

- a. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องสามารถรองรับกำลังไฟสูงสุดได้ถึง 200 วัตต์ ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถรับพลังงานสูงสุดในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย
- b. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องสามารถรองรับกำลังไฟโปรแกรมได้ถึง 100 วัตต์ ซึ่งเป็นกำลังไฟที่ลำโพงสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลานาน
- c. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องสามารถรองรับกำลังไฟ RMS/AES ได้ถึง 50 วัตต์ ซึ่งเป็นกำลังไฟเฉลี่ยที่ลำโพงสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดความเสียหาย
- d. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีความต้านทาน 8 โอห์ม
- e. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีความไวที่ 83 dB (1W/1m) ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถผลิตเสียงได้ที่ระดับความดันเสียง 83 dB เมื่อได้รับกำลังไฟ 1 วัตต์ ที่ระยะห่าง 1 เมตร
- f. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องสามารถผลิตความดันเสียงสูงสุดได้ถึง 103 dB (W/1m) ซึ่งเป็นระดับเสียงสูงสุดที่ลำโพงสามารถผลิตได้เมื่อได้รับกำลังไฟสูงสุด
- g. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีการตอบสนองความถี่ในช่วง 45 Hz - 200 Hz (± 3 dB) ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถผลิตเสียงในช่วงความถี่นี้ได้อย่างแม่นยำ
- h. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีช่วงความถี่ตั้งแต่ 32 Hz - 200 Hz (-10 dB) ซึ่งหมายความว่าลำโพงสามารถผลิตเสียงในช่วงความถี่นี้ได้แม้ว่าระดับเสียงจะลดลง 10 dB
- i. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีครอสโอเวอร์แบบพาสซีฟในตัว ซึ่งช่วยในการแยกความถี่เสียงระหว่างลำโพงขับวูฟเฟอร์และลำโพงอื่น ๆ ในระบบ
- j. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีความถี่ครอสโอเวอร์ที่ 200 Hz ซึ่งเป็นความถี่ที่ครอสโอเวอร์จะเริ่มแยกความถี่เสียง
- k. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีขั้วต่อแบบ 4-pin Euro Terminal Block (Pitch - 3.81 mm) สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงเข้า

- l. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีขั้วต่อแบบ 8-pin Euro Terminal Block (Pitch - 5.08 mm) สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงออก
- m. ลำโพงขับวูฟเฟอร์ต้องมีไดรเวอร์ขนาด 8 นิ้วที่ทำจากเมมเบรนอลูมิเนียม ซึ่งช่วยในการผลิตเสียงเบสที่มีคุณภาพสูงและมีความทนทาน

ส่วนที่ 4 รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต

1. วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสาร รายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้.-

วัสดุและอุปกรณ์	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์
- High Voltage Switchgear & Ring Main Unit - Transformer : Oil Immersed Type - Transformer : Dry Type - Generator - Low Voltage Switchgear and Automatic Transfer Switch - LV Main and Distribution Board Manufacturer - Protective Relay, Metering and Associated Equipments - Battery and Battery Charger - Panelboard - Contactors and Control Relay - Power Capacitor and Reactive Power Control Relay - Two-Wire Remote Control - Switch And Outlet - Power Outlet	Siemens, ABB, Schneider, Lucy Ekarat, Chareon Chai, Thai Maxwell, Thai Trafo, Tirathai, Q.T.C. Transformer, C.C. TRANSFORMER Areva, Sgb Starkstrom, Trafo-Union, Siemens, ABB , Chareon Chai Cummins, Caterpillar, Kohler, FG Wilson , AKSA , AGG , HIMOinsa Square-D, GE, Siemens, Merlin Gerin , ABB, Socomec, Moeller, Vitzro Schneider ESI, TIC, BSM, PMK, UMS, Avatar , Q-POWER ABB, Telemecanique, Mitsubishi, Crompton, Socomec, Merlin Gerin, Siemens, JANITZA, CELSA, SACI Exide, Chl Oride, NIFE, Yusa, GS Square-D, GE, Siemens, Merlin Gerlin, ABB , Schneider Siemens, ABB, Telemecanique, Mitsubishi, Omron, Moeller, FINDER Schneider ABB, Nokia, Merlin Gerlin, Socomec, MKS Technology, Electronicon , Siemens , Schneider Panasonic, Clipsal, C-BUS Bticino, Panasonic, Clipsal, Square-D , Nano Legrand, ABB, CEE, Clipsal

วัสดุและอุปกรณ์	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์
• Luminaire (Local)	Philips, Delight, Luso, Metrolite, Litex, X-Tra Light, Modernlight, L&E, CES, Lumenplus
• Luminaire (Import)	Hubbell, Philips, ABB, Eye, Spartan, ENDO
• Lamps	GE, Osram, Philips
• HID Lamp	Philips, GE, Osram
• Lamp Holder	BJB, Vossloh, GE, Philips
• Ballast & Starter	Philips, MK, Bovo, ATCO, Armstrong, Toshiba, Osram
• Electronic Ballast	Econo-Watt, Dyno-Electric, GI
• HID Ballast	Advance, Philips, Eye
• Lamps Capacitor	Thorn EMI, Bosch, ABB, Nokia, Philips, Panasonic, Advance, ATCO
• Cable Tray, Cable Ladder, Wireway	SCI, SMC, TIC, BSM
• Conduit	Matsushita, TSP, TAS, UI, RSI, BSM, Panasonic, Daiwa
• Cable	Phelps Dodge, Thai Yazaki, Bangkok Cable, CTW Cable, MCI Draka
• Fire Resistance Cable	Pirelli, Studer, MCI Draka
• Telephone Outlet	Bticino, Clipsal, Panasonic, Square - D
• Telephone Terminal & Accessories	Quante, Krone, Puyet,
• MATV System	Hirschmann, Philips, WISI, PSI
• TV/FM Outlet	Hirschmann, Philips, WISI, Panasonic, Bticino, Clipsal
• MATV Coaxial Cable	Hirschmann, Comscope, WISI
• Sound System	Panasonic, Bosch, TOA, QSC, Qsc televic audio-technica
• Fire Alarm System	Honeywells, GE Edwards, Notifier, Nohmi
• CCTV System	Axis, Bosch, Panasonic, Pelco, Hikvision
• Access Control & Security System	Nothern, Doorguard, Chubs, ADC, Siemens, TAC
• Computer Cable	AMP, Link, Systimax, Avaya
• Computer Outlet	AMP, Link, Clipsal, Panasonic, Systimax
• Busduct	Power Duct, GE, Siemens
• PABX	Siemens, NEC, Panasonic, Alcatel
• IP PABX	Siemens, NEC, Cisco, Panasonic, Alcatel, 3CX

วัสดุและอุปกรณ์	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์
- Lightning Arrestor - Emergency & Exit Light - LV. Surge Arrestor - Audio Cable - Speaker Cable - LAN Cable - Sound System - LED Display System - Visual System	Prevectron, PSR, Franklin France Sunny, CEE, Safeguard IT, Joslyn, Merlin Gerlin VL Audio, Amphenol, Sommer Cable, Neutrik VL Audio, Amphenol, Sommer Cable, CM LINK, GLINK, Magictech AUDAC, ITC, JBL, BEHRINGER LEYARD, ITC, MAXHUB, NOVASTAR ATEN, MAXHUB, VAVE, EDIO, KRAMER