

งานจ้างปรับปรุงและก่อสร้างอาคารศูนย์เทคโนโลยีรีไซเคิล
พร้อมครุภัณฑ์ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ
ข้อกำหนดงานวิศวกรรมระบบ

โดย

สำนักวิศวกรรมและฟื้นฟูพื้นที่
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
กระทรวงอุตสาหกรรม

9 เมษายน 2558



สารบัญ

ส่วนที่ 1 ทั่วไป G1-1

หมวดที่ G1 ข้อกำหนดทั่วไป..... G1-1

1. บทนำ.....G1-1
2. คำจำกัดความG1-1

หมวดที่ G2 หน้าที่และความรับผิดชอบ G2-1

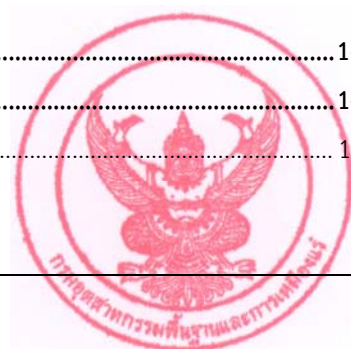
1. พนักงานG2-1
2. เครื่องมือเครื่องใช้G2-1
3. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง.....G2-1
4. การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดG2-1
5. การจัดทำตารางแผนงานG2-2
6. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน.....G2-2
7. การทำงานนอกเวลาทำการปกติG2-3
8. การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติG2-3
9. การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์G2-3
10. การแก้ไข-ซ่อมแซมG2-3
11. การทดสอบเครื่องและระบบG2-4
12. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่.....G2-4
13. การส่งมอบงานG2-4
14. การรับประกัน.....G2-5
15. การบริการG2-5

หมวดที่ G3 การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง..... G3-1

1. การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะG3-1
2. การอุดปิดช่องว่างG3-1
3. ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง.....G3-1
4. การจัดทำแท่นเครื่อง.....G3-1
5. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร.....G3-2
6. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร.....G3-2



หมวดที่	G4	การประสานงาน	G4-1
1.		การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและวิศวกร	G4-1
2.		การประชุมโครงการ	G4-1
3.		การประสานงานในด้านมันทนาการ	G4-1
4.		การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ	G4-1
5.		สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง	G4-1
6.		การรักษาความสะอาด	G4-1
7.		การรักษาความปลอดภัย	G4-2
8.		การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม	G4-2
หมวดที่	G5	แบบ และ เอกสาร	G5-1
1.		ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ	G5-1
2.		ข้อขัดแย้งของแบบ	G5-1
3.		แบบประกอบสัญญา	G5-1
4.		แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)	G5-1
5.		แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)	G5-2
6.		หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์	G5-2
หมวดที่	G6	เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	G6-1
1.		เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ที่นำมาใช้งาน	G6-1
2.		การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน	G6-1
3.		การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ	G6-1
4.		การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	G6-2
5.		ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และ การติดตั้ง	G6-2
6.		การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	G6-2
7.		รหัส บ้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	G6-3
8.		การป้องกันการผุกร่อน	G6-3
ส่วนที่ 2		ขอบเขตของงาน	2-1
1.		ขอบเขตของงาน	2-1
2.		สถาบันมาตรฐาน	2-2
3.		สถาบันตรวจสอบ	2-2
ส่วนที่ 3		รายการทางเทคนิค	1-1
หมวดที่	1	สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์	1-1
1.		ชนิดของสายไฟฟ้า	1-1



2.	การติดตั้ง.....	1-2
3.	การทดสอบ.....	1-2
หมวดที่ 2	หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน.....	2-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	2-1
2.	การออกแบบและการสร้าง	2-1
3.	การติดตั้ง.....	2-2
4.	การตรวจสอบและทดสอบ	2-2
หมวดที่ 3	แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	3-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	3-1
2.	ฟังก์ชันของแผงสวิตช์.....	3-1
3.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์	3-1
4.	CIRCUIT BREAKER.....	3-3
5.	AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK	3-4
6.	เครื่องวัดและอุปกรณ์.....	3-5
7.	BUSBAR และฉนวนยึด.....	3-5
8.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์	3-6
9.	MIMIC BUS และ NAMEPLATE	3-6
10.	การติดตั้ง	3-6
11.	การทดสอบ.....	3-7
หมวดที่ 4	แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป	4-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	4-1
2.	แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD).....	4-1
3.	แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD).....	4-2
4.	DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH.....	4-3
5.	CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER).....	4-3
หมวดที่ 5	สายไฟฟ้าแรงต่ำ.....	5-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	5-1
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า	5-1
3.	การติดตั้ง.....	5-2
4.	การทดสอบ.....	5-3



หมวดที่ 6	อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า.....	6-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	6-1
2.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	6-1
3.	CABLE TRAY	6-2
4.	WIREWAY	6-2
5.	กล่องต่อสาย	6-2
6.	การติดตั้ง	6-3
7.	การทดสอบ.....	6-3
หมวดที่ 7	โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	7-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	7-1
2.	รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ.....	7-2
3.	วัสดุ, และการสร้างโคมไฟฟ้า.....	7-3
4.	โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT).....	7-4
5.	โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT).....	7-5
6.	การติดตั้ง	7-5
7.	การขออนุมัติ.....	7-6
หมวดที่ 8	สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า.....	8-1
1.	ความต้องการทั่วไป.....	8-1
2.	สวิตช์ไฟฟ้า	8-1
3.	เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป.....	8-1
4.	สวิตช์ควบคุมระยะไกล	8-2
5.	การติดตั้ง	8-2
6.	การทดสอบ.....	8-2
หมวดที่ 9	ระบบโทรศัพท์	9-1
1.	ขอบข่ายและความต้องการทั่วไป	9-1
2.	รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX).....	9-1
3.	ระบบไฟอุปกรณ์ชุมสาย.....	9-3
4.	MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF.....	9-4
5.	กล่องพักสายโทรศัพท์	9-4
6.	เต้าเสียบโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET).....	9-4
7.	เครื่องรับโทรศัพท์ (HANDSET)	9-4
8.	การติดตั้ง	9-5
9.	การตรวจสอบ	9-5



หมวดที่ 10	ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)	10-1
1.	ความต้องการทั่วไป	10-1
2.	ความต้องการด้านเทคนิค	10-1
3.	ระบบไฟฟ้า (POWER SUPPLY)	10-3
4.	การติดตั้ง	10-3
หมวดที่ 11	ระบบต่อลงดิน	11-1
1.	ความต้องการทั่วไป	11-1
2.	หลักสายดิน (GROUND ROD)	11-1
3.	สายดิน (GROUND CONDUCTOR)	11-2
4.	ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND)	11-2
5.	การติดตั้งและการทดสอบ	11-2
หมวดที่ 12	ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (CABLING SYSTEM)	12-1
1.	ความต้องการทั่วไป	12-1
2.	ความต้องการด้านเทคนิค	12-1
3.	การติดตั้ง	12-7
4.	การทดสอบ	12-7
หมวดที่ 13	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	13-1
1.	ความต้องการทั่วไป	13-1
2.	การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี	13-1
3.	การทาหรือพ่นสี	13-2
4.	ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม	13-2
5.	รหัสสีและสีสัญลักษณ์	13-3
6.	ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์	13-3
หมวดที่ 14	เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน	14-1
1.	ขอบเขตของงาน	14-1
2.	เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled Condensing Unit)	14-1
3.	เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit)	14-2
4.	ระบบท่อน้ำยา	14-3
5.	ระบบท่อน้ำทิ้ง	14-3
6.	พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)	14-4
7.	พัดลมระบายอากาศแบบ (Ceiling Fan)	14-4



ส่วนที่ 4	รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต	4-1
1.	วัสดุประสงค์	4-1
2.	รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์.....	4-1

แนบท้าย : ตารางโหลด



ส่วนที่ 1 ทั่วไป
หมวดที่ G1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ สำหรับงานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร ตลอดจนงานระบบอื่นๆ ที่จำเป็นให้แล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ตามรายละเอียดที่ระบุหรือแสดงไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบทุกประการ
- 1.2 วัสดุและอุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบข้าง

2. คำจำกัดความ

คำนาม คำสรพนาม ที่ปรากฏในข้อกำหนดสัญญาและรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญา ให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากจะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น

"ผู้ว่าจ้าง"	หมายถึง	กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
"วิศวกร"	หมายถึง	วิศวกรผู้มีอำนาจซึ่งปรากฏอยู่ในแบบ และในเอกสารต่างๆ ในฐานะเป็นผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
"ผู้ควบคุมงาน"	หมายถึง	ผู้แทนผู้ว่าจ้างที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงานก่อสร้าง
"ผู้รับจ้าง"	หมายถึง	นิติบุคคลและตัวแทน หรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับผู้ว่าจ้าง
"งานก่อสร้าง"	หมายถึง	งานต่างๆ ที่ได้รับระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญารายการก่อสร้าง และเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
"แบบประกอบสัญญา"	หมายถึง	แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้าง และรวมถึงแบบที่มีการแก้ไข และเพิ่มเติมที่ได้รับการอนุมัติเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงาน
"รายละเอียดประกอบแบบ หรือข้อกำหนด"	หมายถึง	ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุ-อุปกรณ์ เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏ หรือไม่มีปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญานี้
"การอนุมัติ"	หมายถึง	การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ

หมวดที่ G2 หน้าที่และความรับผิดชอบ**1. พนักงาน**

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

2. เครื่องมือเครื่องใช้

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้งเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ และระบบต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตน มิได้

4. การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน รวมทั้งแบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมต่างๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้งเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง
- 4.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาด ให้สอบถามจากผู้ควบคุมงานโดยตรง
- 4.3 ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่องวัสดุ-อุปกรณ์ และเอกสารสัญญาอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที

5. การจัดทำตารางแผนงาน

ถ้าผู้ควบคุมงานมิได้กำหนดหรือตกลงกันไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน จัดส่งผู้ควบคุมงานเพื่อประกอบการประสานงาน ดังต่อไปนี้:-

1. แผนงานล่วงหน้ารายสัปดาห์ ประกอบด้วย
 - ก. กำหนดการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์เข้าหน่วยงาน ในรอบสัปดาห์ถัดไป
 - ข. กำหนดการติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน ในรอบสัปดาห์ถัดไปจัดส่งแผนงานรายสัปดาห์แก่ผู้ควบคุมงาน จำนวน 3 ชุด ภายในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ หรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้
2. แผนงานล่วงหน้ารายเดือน ประกอบด้วย
 - ก. กำหนดการขนส่งเครื่องและอุปกรณ์ เข้าหน่วยงาน ในรอบเดือนถัดไป
 - ข. กำหนดการติดตั้ง และการแล้วเสร็จ ของงานแต่ละขั้นตอน ในรอบเดือนถัดไป
 - ค. แผนการ เพิ่ม/ลด จำนวนพนักงาน และตำแหน่งหน้าที่ ในรอบเดือนถัดไป จัดส่งแผนงานรายเดือน แก่ผู้ควบคุมงาน จำนวน 5 ชุด ภายในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนหรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้
3. การวางแผนงานล่วงหน้าตลอดโครงการ แสดงรายละเอียด จำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่องและอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การติดตั้งและการแล้วเสร็จ ของงานแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ต้นจนจบโครงการโดยจัดส่งแก่ผู้ควบคุมงาน จำนวน 5 ชุด หรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้

6. การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

ถ้าผู้ควบคุมงานมิได้กำหนดหรือตกลงกันไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงาน จัดส่งให้ผู้ควบคุมงาน ดังต่อไปนี้

1. รายงานประจำวัน ประกอบด้วย
 - ก. รายละเอียดงานที่ปฏิบัติได้จริงในแต่ละวัน (ปริมาณงาน และตำแหน่งของงาน)
 - ข. รายละเอียดงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่คุณควบคุมงานสั่งดำเนินการ
 - ค. รายละเอียดงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) จัดส่งรายงานแก่ผู้ควบคุมงานจำนวน 3 ชุด ภายในหลังเลิกงานของวันนั้นๆ หรือก่อนเริ่มงานวันถัดไปหรือ ตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้
2. รายงานประจำสัปดาห์ ประกอบด้วย
 - ก. สรุปงานที่ปฏิบัติได้จริง ในรอบสัปดาห์
 - ข. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่คุณควบคุมงานสั่งดำเนินการในรอบสัปดาห์
 - ค. สรุปงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) ในรอบสัปดาห์
 - ง. จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงานในรอบสัปดาห์จัดส่งรายงานแก่ผู้ควบคุมงาน จำนวน 2 ชุด ภายในวันแรกของสัปดาห์ถัดไป หรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดไว้



3. รายงานประจำเดือน ประกอบด้วย
 - ก. สรุปรงานที่ปฏิบัติได้จริง ในรอบเดือน
 - ข. สรุปรงานแก้ไขเปลี่ยนแปลง ตามที่ผู้ควบคุมงานสั่งดำเนินการในรอบเดือน
 - ค. สรุปรงานแก้ไขเปลี่ยนแปลงความต้องการของเจ้าของงาน (งานเพิ่ม/งานลด) ในรอบเดือน
 - ง. สรุปรจำนวนวัสดุ-อุปกรณ์ ที่นำเข้ามาในหน่วยงานในรอบเดือน
 - จ. จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงานในรอบเดือน จัดส่งรายงานแก่ผู้ควบคุมงาน จำนวน 5 ชุด ภายในสัปดาห์แรกของเดือนถัดไป หรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้
7. **การทำงานนอกเวลาทำการปกติ**

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมง ในวันทำงานปกติ (วันจันทร์ ถึงวันศุกร์) และทำงานล่วงเวลาในวันเสาร์ วันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 3 วัน หรือตามที่ได้ตกลงกันไว้ เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา เป็นลายลักษณ์อักษรโดยผู้ควบคุมงานจะพิจารณาอนุมัติตามความเหมาะสม
8. **การเสนอรายละเอียด วัสดุ-อุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติ**
 - 8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (SUBMITAL DATA) ของวัสดุ-อุปกรณ์ เสนอผู้ควบคุมงาน เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
 - 8.2 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์แต่ละชนิด ให้เสนอแยกกัน โดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก รายละเอียดด้านเทคนิค รายการคำนวณ (ถ้ามี) และมีเครื่องหมายชี้บอก รุ่น ขนาด และความสามารถ เพื่อประกอบการพิจารณา จำนวน 5 ชุด (หรือตามที่คุณควบคุมงานกำหนดให้)
9. **การติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์**

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแบบใช้งาน (SHOP DRAWING) ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ ทั้งขนาด ตำแหน่ง และวิธีการติดตั้ง ยื่นขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการเพื่อติดตั้ง โดยเสนอจำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด
10. **การแก้ไข-ซ่อมแซม**
 - 10.1 ในกรณีที่ผู้รับจ้างละเลยเพิกเฉยในการดำเนินการ และ/หรือ เตรียมการใดๆ จนมีผลทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ-อุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดในทุกกรณี
 - 10.2 ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น



11. การทดสอบเครื่องและระบบ

- 11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบ รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ
- 11.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนผู้ว่าจ้างอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย
- 11.3 ในรายงานผลหรือข้อมูลจากการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ ผู้ควบคุมงาน จำนวน 5 ชุด หรือ ตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดให้
- 11.4 ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

12. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

13. การส่งมอบงาน

- 13.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถ โดยค่าใช้จ่ายที่มีทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 13.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ที่ทำการทดสอบถูกต้อง ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- 13.3 รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ
 - ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
 - ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
 - ค. แผ่นข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CD ROM) ของแบบสร้างจริง (CAD FILE และ PDF FILE รวมทั้ง PDF FILE ของหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ) จำนวน 2 ชุด
 - ง. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ จำนวน 5 ชุด
 - จ. เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้หรือแนะนำให้มี
 - ฉ. อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด



14. การรับประกัน

- 14.1 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพงานที่ได้ดำเนินงาน ความสามารถในการใช้งานของเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ทุกชนิดที่ได้ติดตั้ง เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 14.2 ระหว่างเวลาประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- 14.3 ในกรณีที่เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เช่นเดิม โดยมีชักช้า
- 14.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

15. การบริการ

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุก 3 เดือน เป็นระยะเวลา 2 ปี โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ และการบำรุงรักษา เสนอผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง



หมวดที่ G3 การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง

1. การทำช่องเปิด และ การตัด-เจาะ

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบช่องเปิดต่างๆ สำหรับติดตั้งงานระบบในความรับผิดชอบ จากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง เพื่อยืนยันความต้องการและความถูกต้อง
- 1.2 กรณีที่มีความต้องการแก้ไข ขนาด-ตำแหน่ง ของช่องเปิด หรือต้องการช่องเปิดเพิ่มจากที่ได้จัดเตรียมการให้ตามแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอขอ พร้อมจัดทำแบบ และ/หรือ รายละเอียดแสดงการติดตั้งผู้ควบคุมงานล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการในช่วงงานที่เกี่ยวข้องนั้นๆ
- 1.3 การสกัด ตัด หรือ เจาะ ส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดของกรรมวิธีดำเนินงาน เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อส่วนอื่นๆ ได้ เสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการดำเนินการอย่างน้อย 15 วัน

2. การอุดปิดช่องว่าง

- 2.1 ภายหลังการติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ผ่านช่องเปิดหรือช่องเจาะใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการอุดปิดช่องว่างที่เหลือด้วยวัสดุและกรรมวิธีที่เหมาะสม โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 2.2 การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีในการอุดช่องว่างที่กล่าวข้างต้น นอกจากต้องคำนึงถึงการตรวจสอบในขนาดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการป้องกันไฟและควันลาม ตลอดจนการป้องกันเสียงเล็ดลอดโดยตรงอีกด้วย
- 2.3 การอุดช่องว่างในส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ไม่ว่าจะเป็นพื้น หรือผนังที่เป็นโครงสร้างคอนกรีต เสริมเหล็ก และส่วนที่เป็นโครงสร้างเพื่อกันไฟ ต้องใช้วัสดุและกรรมวิธีที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3. ช่องเปิดเพื่อการซ่อมบำรุง

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และ/หรือ แสดงความต้องการช่องเปิดที่ใช้เพื่อการตรวจซ่อม (SERVICE PANEL) เครื่องอุปกรณ์ และระบบต่างๆ ภายหลังการติดตั้งงานแล้วเสร็จ โดยต้องเสนอขนาดและตำแหน่ง ตามความจำเป็นต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อพิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสม

4. การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ให้มีความแข็งแรง สามารถทนการสั่นสะเทือนของเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ขณะใช้งานได้อย่างดี โดยข้อมูลรายละเอียดขนาดและตำแหน่ง ที่จะจัดทำ ต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการ



5. การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่องและอุปกรณ์ ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใดๆ
- 5.2 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตต้องเป็นโลหะ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- 5.3 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)
- 5.4 การยึดแขนงกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางส่วนงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

6. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้งและเสริมเพิ่มเติมเครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์



หมวดที่ G4 การประสานงาน

1. การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและวิศวกร

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงาน และวิศวกรในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

2. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้ควบคุมงาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

3. การประสานงานในด้านฉันทนาการ

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิกและฉันทนาการโดยใกล้ชิดตามที่ผู้ควบคุมงานร้องขอ

4. การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ (ถ้ามี) เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจูงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากผู้รับจ้าง

5. สาธารณูปโภค เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

5.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับการก่อสร้างตามโครงการ

5.2 ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคาร เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

5.3 ผู้รับจ้าง ต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อรวบรวมและดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือ เอกชน ในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว

6. การรักษาความสะอาด

ผู้รับจ้าง ต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานทุกวัน โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยต่างๆ นั้น ออกจากบริเวณโครงการ



7. การรักษาความปลอดภัย

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

8. การติดต่อหน่วยงานรัฐและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องมีหน้าที่เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ และ/หรือ เอกชน ในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้นสำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ และ/หรือ เอกชน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง



หมวดที่ G5 แบบ และ เอกสาร

1. ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้ เป็นการแสดงให้เห็นทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

2. ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจน ในแบบประกอบสัญญารายการ เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยผู้ควบคุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกลงกว่าเป็นเกณฑ์ หากผู้ควบคุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณา ห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และผู้ควบคุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข ผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญา ไม่ได้

3. แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเป็นเพียงแผนผังที่ออกแบบไว้เพื่อเป็นแนวทางในการคิดราคาจ้างเหมา ตามความต้องการของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้เกิดการติดตั้งงานระบบถูกต้อง ได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

4. แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 30 วันก่อนการติดตั้ง
- 4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้อง ตามความต้องการใช้งานและการติดตั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- 4.3 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับ
- 4.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดงานโครงการต้องล่าช้า

- 4.5 แบบใช้งานต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสเกลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน
- 4.6 ผู้ควบคุมงานมีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- 4.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน มิฉะนั้นแล้ว หากผู้ควบคุมงานมีความเห็นให้แก้ไขเพื่อความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างไปจากแบบ และ/หรือ การติดตั้ง ที่ได้ขออนุมัติไว้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น
- 4.8 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- 4.9 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ควบคุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และอาจส่งคืนโดยไม่มี การพิจารณาแต่ประการใด

5. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

- 5.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่อง อุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ
- 5.2 แบบสร้างจริงต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา และ/หรือ แบบใช้งาน นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 5.3 แบบสร้างจริงต้องจัดสารบัญแบบโดยอาจจำแนกเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการค้นหา เมื่อต้องการใช้งาน
- 5.4 แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบ อย่างน้อย 30 วัน

6. หนังสือคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 6.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ และระบบต่างๆ เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าเล่มเรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน



6.2 หนังสือคู่มือ ควรแบ่งออกเป็น 4 ภาค คือ

- ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA) ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่อง/อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุงแบบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
- ภาคที่ 2 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่องและระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)
- ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ ขณะใช้งาน (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 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่ไม่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่าตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง
- 1.2 หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ-อุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทน พร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเพื่อประกอบการขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน
- 1.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่าง การขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน

2. การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้น ในการขนส่งเครื่องมืออุปกรณ์มายังหน่วยงาน และสถานที่ติดตั้ง
- 2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษา
- 2.3 เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้

3. การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่เหมาะสมแก่เครื่อง วัสดุ-อุปกรณ์นั้นๆ และกว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อวัสดุ-อุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บ



4. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งในที่เก็บพัสดุเพื่อรอการติดตั้ง และที่ติดตั้งแล้ว ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพหรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

5. ตัวอย่าง วัสดุ-อุปกรณ์ และ การติดตั้ง

- 5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ-อุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ-อุปกรณ์ แต่ละชิ้นตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการ
- 5.2 ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้อ้างเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

6. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

- 6.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ควบคุมงาน เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- 6.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
- 6.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น



7. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และ/หรือ ลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีการติดป้ายชื่อที่มองเห็นได้ง่าย

8. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงาน



ส่วนที่ 2

ขอบเขตของงาน

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้
 - ก. สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
 - ข. หม้อแปลงไฟฟ้า
 - ค. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
 - ง. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์
 - จ. สายไฟฟ้าแรงต่ำ
 - ฉ. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
 - ช. โคมไฟและอุปกรณ์
 - ซ. สวิตช์และเต้ารับ
 - ณ. ระบบภาพ / เสียง
 - ญ. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน
 - ฎ. ระบบโทรศัพท์
 - ฏ. ระบบต่อลงดิน
 - ฐ. ระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - ฑ. ระบบป้องกันไฟและควันลาม
 - ฒ. ระบบและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามที่กำหนดในแบบและข้อกำหนด
- 1.3 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณไฟฟ้าต่างๆ ไป โดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบและรายละเอียดนี้



2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

- 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)
- ณ. 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. สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง/ผู้ว่าจ้าง



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 AERIAL 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
 - ช. เปลือกหุ้มชั้นนอก (SHEATH) เป็น TRACK RESISTANT CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- 1.4 HIGH VOLTAGE CROSS-LINKED POLYETHYLENE POWER CABLE (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น 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
 - ช. เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น POLYVINYL CHLORIDE (PVC)



2. การติดตั้ง

- 2.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสาย และแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.2 การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ การติดตั้งจริงต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

3. การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้า ของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ



หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน

1. ความต้องการทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (POWER TRANSFORMER) แบบแช่น้ำมัน (OIL-IMMERSED TYPE) ที่ใช้ในโครงการนี้ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมในการติดตั้งใช้งานได้ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถึงหม้อแปลงเป็นแบบปิดผนึกแน่นปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน 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) ที่เคลือบผิวหน้าทั้งสองด้านด้วยฉนวนประเภท 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 อีกทั้งต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของขดลวดต่อแรงที่อาจเกิดขึ้น 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 ก่อนการเติมลงในถังหม้อแปลง ไม่น้อยกว่า 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) พร้อมครีบริบายความร้อน (COOLING FIN) มีความยืดหยุ่นและคงทนต่อแรงดันน้ำมันที่มีการขยายตัวเมื่อมีความร้อนสูง และต้องปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน
- 2.6 อุปกรณ์ประกอบที่ต้องการอย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-
- HIGH VOLTAGE AND LOW VOLTAGE BUSHING
 - ARCING HORNS, CORROSION PROVED
 - UPPER FILTER PRESS CONNECTION
 - OIL DRAIN, FILTER PRESS SAMPLING VALVE
 - DIAL TYPE THERMOMETER WITH ALARM AND TRIP CONTACTS
 - TANK GROUNDING TERMINAL
 - LIFTING LUG
 - BI-DIRECTION WHEELS
 - NAMEPLATE

3. การติดตั้ง

สำหรับการติดตั้งตามกำหนดในแบบเป็นเพียงข้อเสนอแนะ และเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและไม่ขัดต่อระเบียบมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4. การตรวจสอบและทดสอบ

- 4.1 ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ
- 4.2 ต้องผ่านการตรวจสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 4.3 ต้องตรวจสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้วดังนี้
- ก. วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่างๆ อย่างครบถ้วน
 - ข. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น 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°C
- FINISHING : ENAMEL PAINT

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดเท่าๆ กันและอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้.-

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



- 3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้:-
- ก. CIRCUIT BREAKER COMPARTMENT สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
 - ข. METERING & CONTROL COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง 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-ออกจากแผงสวิตช์
- แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ากันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งโดยง่าย
- 3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้:-
- ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน CABLE COMPARTMENT ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
 - ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และ การยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
 - ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (VERTICAL SECTION) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน เป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
 - ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบมีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย REMOVABLE PIN HINGES เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น SCREW LOCK หรือ KEY LOCK ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลัง ให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
 - จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย REMOVABLE PIN HINGES ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น KEY LOCK ฝาสำหรับ METERING & CONTROL COMPARTMENT ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- 3.4 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN)
- 3.5 การป้องกันสนิม และการทาสีให้เหล็ก และแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ ELECTROGALVANIZED หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสี และการป้องกันการ ผุกร่อนและร้าวร้าว โดยใช้สีทึบหน้าเป็นสีเทาอ่อนหรือสีครีม

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 SETTINGโดย 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:-

- TYPE : 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 หลายๆ ตัวยัดรวมกันเข้าบนฐานที่แข็งแรง พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันประกอบด้วย

ก. FUSE PROTECTION ทุก STEPS ของ CAPACITY BANK

ข. CONTACTOR ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN 60947-4-1 CATEGORY AC-6b ขนาดมีความเหมาะสมกับขนาดกำลังของ CAPACITOR 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 ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงาน ก่อนนำมาติดตั้ง

5.6 สวิตช์ทาบอนับสับบาร์ เพื่อใช้ระบุรหัสเฟส ต้องเป็นสวิตช์ที่มีคุณสมบัติใช้กับสับบาร์เท่านั้น ตามมาตรฐาน DIN, ANSI หรือเทียบเท่า



6. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 6.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต 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 VARIMETER 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 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 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 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร 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) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 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 และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ 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 ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

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

8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้า แต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอก หลุดหาย

9. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

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

9.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัวจริงไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

10. การติดตั้ง

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้:-

- 10.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 10.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 10.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 10.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมหรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม



11. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้:-

- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง



หมวดที่ 4 แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิทช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DISTRIBUTION BOARD) แผงสวิทช์ย่อย (PANELBOARD) และสวิทช์ตัวจอร์อื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (WALL MOUNTED)

2. แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

2.1 แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิทช์ประธานของ LOAD แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิทช์ย่อย (PANELBOARD) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (NORMAL POWER SUPPLY) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (ESSENTIAL POWER SUPPLY) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

ก. การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต

ข. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED COATED GUAGE SHEET WITH GREY BAKED ENAMEL FINISHED มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วย และต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอก CIRCUIT ต่างๆ 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 แผงสวิทช์ต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

ช. ผังวงจร แผงสวิทช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

การติดตั้งแผงสวิทช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิทช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสม และต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิทช์



3. แผงสวิทช์ย่อย (PANELBOARD)

- 3.1 แผงสวิทช์ย่อย เป็นแผงสวิทช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ 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 เอิร์ท หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เอิร์ท 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 ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)
 - 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 แผงสวิทช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน SUPPORTING ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิทช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ



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 ถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง 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 สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป
 - 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 ถ้าได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าโดยทั่วไปทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2531 ดังรายละเอียดต่อไปนี้:-

- ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 4 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ข. สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางเดินสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 (ชนิด THW)
- ค. สายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง (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. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ 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 และสายสัญญาณอื่นๆ ที่กำหนดให้ใช้เป็นสายชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้ :-

- ก. สายไฟฟ้าต้องทนพิกัดแรงดันไฟฟ้า (RATED VOLTAGE) ไม่น้อยกว่า 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำในภาวะใช้งานปกติได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส
- ข. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นทองแดง (ANNEALED COPPER) โดยตัวนำที่มีขนาดตั้งแต่ 4 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปต้องเป็นลวดทองแดงตีเกลียว (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 ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง เช่น หลอดไส้ (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3. การติดตั้ง

- 3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้:-
- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)



3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่องที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่ายสำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่างๆ
- 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

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้:-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่างและเตารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน



หมวดที่ 6 อุปกรณ์ติดตั้งสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

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

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์แสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

- จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนอนหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. CABLE TRAY

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

4. WIREWAY

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

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ 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 และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้ง อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นนอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน



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 : ดวงโคมไฟฟ้าเสาแสง
- 1.3 โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (CHANDELIER) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความปลอดภัย และการประหยัดพลังงาน และ/หรือ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบ



2. รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

- 2.1 ขั้วหลอด (LAMP HOLDER) และขั้วยึดสตาร์ทเตอร์ (STARTER HOLDER) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมี ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือ ทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดง ส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (BODY) และ/หรือ ส่วนที่เป็นฉนวนอื่นๆ ต้องเป็นสาร POLYCARBONATE หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย
- 2.2 ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) หลอดความดันไอ (GAS DISCHARGE LAMP) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้า และป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (BODY) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (PORCELAIN) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)
- 2.3 บาลาสต์ (BALLAST) ที่กำหนดเป็นชนิดแกนเหล็กสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดชนิดอื่นที่ต้องการต้องมีแกนเหล็ก (CORE) ทำด้วย HIGH GRADE SILICON STEEL LAMINATED ส่วนขดลวดเป็นทองแดงหุ้มฉนวน (ENAMELLED COPPER WIRE) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 130 องศาเซลเซียส (INSULATION CLASS "H") เมื่อประกอบสำเร็จ ให้พันเคลือบด้วยสีทนความร้อน นอกจากนั้นคุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง (HIGH POWER FACTOR BALLAST) หรือ กรณีเป็นชนิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ การประกอบใช้งานต้องมี CAPACITOR เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 0.85 บาลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปให้ใช้แบบความสูญเสียต่ำ (LOW LOSS BALLAST) และมีค่าความสูญเสียไม่สูงเกิน 5.5 วัตต์ ต่อบาลาสต์ 1 ชุด
- 2.4 อิเล็กทรอนิกส์บาลาสต์ ที่กำหนดให้ใช้ ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้ :-
- Input Voltage : 220V. $\pm$ 15%
 - Power Factor : $\geq$ 95%
 - Total Harmonics Distortion : $\leq$ 20%
- นอกจากนั้นต้องมีวงจรป้องกันการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนต่อระบบสื่อสารข้อมูลต่างๆ (ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE : EMI/ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY : EMC)
- 2.5 สตาร์ทเตอร์ (STARTER) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่จำเป็นต้องเป็นแบบ GLOW-SWITCH พร้อมด้วยตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุ (RADIO-INTERFERENCE SUPPRESSION CAPACITOR) 9 โดยทั้งหมดบรรจุอยู่ในหลอดที่ทำด้วยสาร POLYCARBONATE หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติเท่าเทียมกัน หรือดีกว่า
- 2.6 ตัวเก็บประจุ (CAPACITOR) สำหรับใช้กับบาลาสต์ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้น ต้องเป็นแบบแห้ง HERMETICALLY EPOXY SEALED ที่ออกแบบสร้างขึ้นเพื่อใช้กับอุปกรณ์ควบหลอดไฟฟ้า มี INTERNAL DISCHARGE RESISTOR บรรจุภายในกล่อง หรือ หลอดพลาสติกชนิด POLYPROPYLENE หรือวัสดุที่คุณภาพเทียบเท่า และมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้ :-
- OPERATING TEMPERATURE : - 20C...+ 85C
 - OPERATING VOLTAGE : 250 V.
 - FREQUENCY : 50 - 60 HZ.

- 2.7 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือ สายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า หรือ ขั้วต่อสายใดๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 300 โวลท์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า
- 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - 105 องศาเซลเซียส หรือ สายทนความร้อน สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น
- 2.8 ขั้วต่อสาย (TERMINAL BLOCK) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน POLYTHENE หรือ POLYIMID สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไป และหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบ (PORCELAIN) BLOCK TYPE สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดมีความร้อนสูงขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม

3. วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

3.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้:-

- ก. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
- ข. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้าได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- ค. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
- ง. โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม
- จ. โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (LOUVRE) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอлич (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบทตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอлич (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM LOUVRE) และครีบทตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีลายเส้น (PROFILED LAMELLAE) เพื่อลด GLARE โดยแผ่นสะท้อนแสงต้องมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงได้ไม่น้อยกว่า 95%
- ฉ. หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด SWITCH-START ขนาด 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ แล้วแต่กรณี และสีของแสงเป็น DAY LIGHT หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น



- 3.2 โคมไฟชนิดใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) แบบติดตั้งฝังฝ้าภายในอาคาร (DOWNLIGHT) ให้มีตัวโครง (BODY) เป็นโลหะ โดยถ้าเป็นเหล็กต้องป้องกันสนิมโดยชุบ GALVANIZED พร้อมงานสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมผิวขัดเงา (MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) โคมตามรายละเอียดนี้ให้รวมถึงโคมที่ใช้หลอดชนิดอื่นที่สามารถใช้ทดแทนได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.3 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่าน โดยมี DEGREE OF PROTECTION "IP43" ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พบขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก ELECTROGALVANIZED

4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

- 4.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.2 หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด HALOGEN 55 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือ จำนวนตามระบุในแบบ
- 4.3 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- 4.4 ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อย ดังนี้
 - 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) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม



5. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT)

- 5.1 ตัวโคมให้พื้ขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมทางเคมีที่เหมาะสมมีความหนา ไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
- 5.2 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสงแบบ PRISMATIC ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
- 5.3 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
- 5.4 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 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 หรือในกรณีที่มีน้ำหนักมากต้องใช้ Expansion Bolt การยึดกับกล่องต่อสาย ต้องทำให้กล่องและเหล็กยึดรับน้ำหนักได้เพียงพอ ในทุกกรณีต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม
- 6.4 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องวัดและกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับสถานที่ และเพื่อให้ได้คุณภาพของแสงตามต้องการ โดยทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบเล็กน้อยได้ตามสมควร โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างแต่ประการใด
- 6.5 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าที่บาร์ ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้งโดยมีก้านโลหะหรือโซ่รับน้ำหนักยึดกับโครงสร้างของอาคารโดยตรง และต้องสามารถปรับระดับได้ง่าย ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าโดยตรง
- 6.6 การติดตั้ง Floodlight โครงของ Floodlight ต้องต่อลงดินเมื่อติดตั้งแล้วต้องปรับทิศทางของแสงให้ได้ตามต้องการ แล้วยึดไว้ที่ตำแหน่งนั้น โคมที่ติดตั้งระดับพื้นดินต้องมีฐานคอนกรีตรองรับตัวโคม



6.7 เสาไฟถนนชนิดท่อเหล็ก

- 6.7.1 ท่อเหล็ก ความหนา และค่า Tensile Strength ของเนื้อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 และท่อเหล็กหลังจากการพับแล้วต้องผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก โดยกรรมวิธีการชุบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASTM A 526-76 ถ้ากำหนดให้พ่นสีทับ ต้องใช้สีสำหรับพ่นสังกะสีโดยเฉพาะ โดยไม่ลอกหลุดได้ง่าย
- 6.7.2 ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ยึดโดยใช้สลักเกลียว
- 6.7.3 ในช่องต่อสาย ให้ติดตั้งฟิวส์กระปุกทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 5 กิโลแอมแปร์ ขนาด 2 แอมแปร์ หรือใหญ่กว่าตามความจำเป็น ติดไว้ต้นละ 1 ชุด และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสมรวมทั้งขั้วต่อสายดิน ติดไว้สำหรับต่อสายเข้าและพ่วงออกไปด้านอื่นได้สะดวก
- 6.7.4 เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน หรือมีสายดินต่อไปจนถึงแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย
- 6.7.5 ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง เสาเหล็กให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม

7. การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหาหรือสั่งซื้อคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้:-

- 7.1 รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่คุณควบคุมงาน และ/หรือผู้ออกแบบเรียกขอ
- 7.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- 7.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ / อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ควบคุมงานเรียกขอ

ทั้งนี้เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากผู้ควบคุมงานพบว่าคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้น ไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดต้องนำมาเปลี่ยน หรือทดแทนให้ถูกต้อง



หมวดที่ 8 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ 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 ในตัว เพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 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. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้ง ฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 COVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 2
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.3 เมตร
- 3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้นๆ

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 การเปิด-ปิด 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 และสามารถควบคุมได้เป็นกลุ่มๆ ตามกำหนดได้ภายหลัง โดยใช้ PATTERN OPERATION SWITCH และสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ไม่น้อยกว่า 24 รูปแบบ (PATTERN)
- 4.4 RELAY สามารถกำหนดการทำงานเป็นกลุ่มๆ หรือทั้งหมดได้ เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบสัญญาณฉุกเฉินหรือจากระบบควบคุมและจัดการพลังงาน (BAS) CONTACT INPUT และสามารถต่อพ่วงสัญญาณแสดงสภาพการทำงานดังกล่าวไปยังระบบควบคุมและจัดการพลังงาน (BAS) หรือระบบอื่นใดที่กำหนดไว้ (STATUS-MONITOR) โดยต้องมีอย่างน้อยชนิดละ 16 จุด
- 4.5 สวิตช์ควบคุม (SELECTOR SWITCH) ที่ใช้ควบคุม RELAY 1 ตัว ต้องสามารถมีได้ในตำแหน่งต่างๆ กันไม่น้อยกว่า 5 จุด โดยการตั้งรหัส (ADDRESS) ของสวิตช์ต่างๆ ให้ตรงกับรหัสของ RELAY ทั้งนี้ให้รวมถึง PATTERN OPERATION SWITCH ด้วย
- 4.6 สวิตช์ควบคุมทุกตัว และทุกชนิดต้องมี BUILT-IN INDICATING LAMP สีเขียว-แดง เพื่อแสดงตำแหน่งการทำงานของ RELAY

ทั้งนี้อุปกรณ์หลัก และ อุปกรณ์ประกอบในระบบต้องมีครบถ้วน เพื่อให้มีการทำงานได้ตามกำหนดในรายละเอียดนี้ และต้องไม่น้อยกว่าระบุในแบบ

5. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และ ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

6. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า



หมวดที่ 9 ระบบโทรศัพท์

1. ขอบข่ายและความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ระบุครอบคลุมถึง การจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ ให้เป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบด้วย

- ตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX)
- แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)
- สายโทรศัพท์ จาก MDF ไปยังภายนอกอาคารเชื่อมต่อกับสายขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยัง TELEPHONE TERMINAL BOX (TC) ต่าง ๆ
- สายโทรศัพท์จาก TERMINAL BOX ไปเต้าเสียบโทรศัพท์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- เต้าเสียบโทรศัพท์ (MINIATURE TYPE TELEPHONE OUTLET)

2. รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX)

2.1 ระบบควบคุม และระบบสวิทซ์ซึ่ง ต้องเป็นระบบ STORED PROGRAM CONTROLLED, ระบบ FULLY ELECTRONIC ควบคุมการสั่งงานด้วย MICROPROCESSOR

2.2 ขนาดของตู้สาขา (SYSTEM CAPACITY)

- | | | |
|--------------------|-----|--------|
| ● TOT LINE | 24 | คู่สาย |
| ● EXTENSION LINE | 104 | คู่สาย |
| ● OPERATOR CONSOLE | 1 | ชุด |

2.3 คุณสมบัติทางด้านทราฟฟิค (TRAFFIC FUNCTION)

ก. การเรียกภายใน (INTERNAL CALLS)

- การสนทนาระหว่างเครื่องภายใน สามารถทำได้โดยการหมุนเลขหมายภายใน เบอร์ EXTENSION ที่วางหูก่อน ต้องถูกตัดสายจากระบบโดยทันที เบอร์ EXTENSION คู่สนทนาที่ยังคงถือสายค้างอยู่ ต้องถูกตัดจากระบบ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และ เลขหมายนั้น ต้องอยู่ใน LINE LOCK OUT CONDITION
- ในกรณีที่เลขหมายภายในถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกต้องได้รับสัญญาณไม่ว่างทันที

ข. การเรียกภายนอก (EXTENSION CALLS)

ตู้สาขาต้องสามารถแบ่ง EXTENSION ภายในออกเป็นกลุ่มตามขนาดทราฟฟิค ออกเป็น CLASS OF SERVICE ต่างๆ กันให้ระบุลักษณะ และจำนวน CLASS OF SERVICE ที่มี ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไข SOFTWARE ที่ควบคุมได้ง่ายและสะดวก ซึ่งแบ่งการควบคุมของเลขหมายภายใน ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ :-

- 1) UNRESTRICTION เครื่องภายใน สามารถเรียกสายนอกได้ทุกประเภท และสามารถรับสายที่เรียกเข้ามาได้ด้วยตนเอง
- 2) RESTRICTION I เครื่องภายในที่สามารถเรียกออกสายนอกได้ ยกเว้นโทรทางไกล และรับสายที่เรียกเข้ามาได้

3) RESTRICTION II เครื่องภายในที่สามารถเรียกจากภายนอกได้โดยผ่านโอเปอเรเตอร์ และรับสายที่เรียกเข้ามาได้

4) RESTRICTION III เครื่องภายในที่ใช้เรียกเครื่องภายในด้วยกันเท่านั้น

ค. สายเรียกเข้า

- เมื่อมีสัญญาณเรียกขนาดแรงดัน 70-80 โวลต์ 20-25 เฮิรตซ์ และความยาวของสัญญาณมากกว่า 0.1 วินาที เครื่องพนักงานรับสายต้องได้รับสัญญาณเรียก
- เมื่อใดก็ตามที่โอเปอเรเตอร์ ไม่อยู่ในหน้าที่ ก็สามารถกำหนดให้สัญญาณเรียกเข้ามาไปตั้งยังเครื่องที่ต้องการได้ ซึ่งเครื่องนั้นๆ สามารถโอนสายไปยังจุดที่ต้องการได้

ง. การโอนสาย

- เครื่องภายในต้องสามารถโอนสายได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสายเรียกภายใน หรือภายนอก หรือผ่านไทไลน์ ไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่น หรือเครื่องพนักงานรับสายได้ด้วยตนเอง
- ก่อนที่พนักงานรับสาย จะโอนสายต่างๆ ไปยังเครื่องภายในที่ต้องการ พนักงานรับสาย สามารถสนทนากับเครื่องภายในที่ต้องการโอน โดยสายที่พักคอยอยู่ ไม่สามารถได้ยินได้
- ในกรณีที่เครื่องภายในที่พนักงานรับสาย ต้องการโอนสายให้ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (CAMP-ON) ซึ่งในขณะที่ทำการ CAMP-ON อยู่ นั้น เครื่องภายในนั้นๆ จะได้ยินสัญญาณ CALL WAITING บอกให้ทราบ เมื่อใดก็ตามที่เครื่องต้องการโอนสายให้ว่างลง สายที่พักคอย ก็จะถูกโอนไปโดยอัตโนมัติ หรือเครื่องภายในอาจพักสาย เพื่อรับสายจากพนักงานรับสายก่อนก็ได้
- ในกรณีที่เครื่องภายในโทรหาเครื่องภายในด้วยกันที่ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (CAMP-ON) ซึ่งในขณะที่ทำการ CAMP-ON อยู่ นั้นเครื่องภายในที่ไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณ CALL WAITING เช่นกัน โดยที่สัญญาณ CALL WAITING นี้จะต้องแตกต่างไปจาก CALL WAITING ที่ได้จากเครื่องพนักงานรับสาย
- เครื่องพนักงานรับสาย ต้องสามารถพักสายหนึ่งไว้ เพื่อรับสายอื่นที่เรียกเข้ามาได้ และสามารถกลับไปรับสายที่พักไว้ได้เมื่อต้องการ
- พนักงานรับสายต้องสามารถพูดแทรกเข้าไปในคู่สนทนาใด ๆ ก็ได้ในกรณีจำเป็นเร่งด่วน

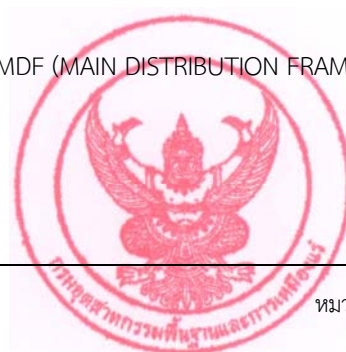
2.4 คุณสมบัติทางด้าน TRUNK LINE (TRUNK LINE CHARACTERS)

ก. ผู้สาขาต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อวงจรภายนอกได้ดังต่อไปนี้

- BOTHWAY TRUNK CIRCUIT
- ONEWAY INCOMING TRUNK CIRCUIT
- ONEWAY OUTGOING TRUNK CIRCUIT
- PRIVATE TRUNK CIRCUIT

ข. TRUNK CCT ต้องสามารถ CONVERT จากระบบ DTMF PUSH BUTTON SIGNALLING ไปเป็นแบบ DIAL-PULSES (DECADIC) SIGNALLING หรือในทางกลับกันได้

ค. การเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้สาขาและสายองค์การโทรศัพท์ให้ทำที่ MDF (MAIN DISTRIBUTION FRAME)



2.5 คุณสมบัติด้าน EXTENSION LINE (EXTENSION CHARACTER)

- ก. ด้าน EXTENSION CIRCUIT ต้องสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งชนิด DTMF (DTMF PUSH BUTTON TELEPHONE) และชนิด DECADIC (ROTARY DIAL OR DIAL PULSE TELEPHONE)
- ข. เมื่อใช้โทรศัพท์แบบ DTMF อุปกรณ์ด้าน LINE CIRCUIT ต้องสามารถใช้งานได้เมื่อใช้โทรศัพท์ DTMF ซึ่งมี SIGNALLING เป็นตาม CCITT RECOMMENDATIONS 0.23
- ค. ตู้สาขา ต้องสามารถใช้งานได้ดีที่ความต้านทานของวงจร เครื่องพ่วงภายใน (D.C. LOOP RESISTANCE) ไม่ต่ำกว่า 1,800 โอห์ม และ LEAKAGE RESISTANCE ระหว่างสายสัญญาณต่างๆ มีค่าไม่ต่ำกว่า 20,000 โอห์ม
- ง. การเชื่อมต่อวงจรระหว่างตู้สาขา และ EXTENSION WIRE ให้ทำที่ MDF

2.6 เครื่องพนักงานรับสาย (OPERATOR CONSOLE) ต้องเป็นแบบสวิทช์ลูป ใช้คู่สายเคเบิลจำนวนน้อย

3. ระบบไฟอุปกรณ์ชุมสาย

- 3.1 ระบบไฟกระแสตรงที่ใช้ในตู้สาขาต้องเป็นขนาด 48 ± 5 โวลต์ ดี.ซี. แรงดันไฟฟ้า ดี.ซี. ระดับอื่นๆ ต้องแปลงมาจากไฟ 48 โวลต์ ดี.ซี.
- 3.2 ระบบไฟกระแสสลับที่ใช้ ต้องเป็นขนาด 3 เฟส 380/220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
- 3.3 ระบบจ่ายไฟกระแสตรงต้องประกอบด้วยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ ซึ่งจะถูกระงับไฟให้เต็มอยู่ตลอดเวลา โดยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ต้องมีคุณสมบัติ และข้อกำหนดทางเทคนิค ดังต่อไปนี้ :-
 - 1) แบตเตอรี่ ใช้ชนิด SEALED LEAD-ACID มีขนาดความจุของแบตเตอรี่ที่เสนอมา ต้องพอเพียงที่จ่ายกระแสให้แก่ตู้สาขา อย่างน้อย 8 BUSY-HOUR OF CONTINUOUS OPERATION หลังจากที่ย้ายกระแสไฟฟ้าสลับดับลง
 - 2) เครื่องประจุแบตเตอรี่ คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ต้องเป็นดังนี้
 - ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันปฐมภูมิ : 380 V 3Ø หรือ 220V 1Ø
 - ความถี่กระแสสลับ : 50 Hz.
 - แรงดันไฟตรง : 48 ± 5 VDC
 - RIPPLE VOLTAGE : น้อยกว่า 5 mV (เมื่อต่อแบตเตอรี่)
 - OUTPUT CURRENT : ไม่ต่ำกว่า RATING ที่คำนวณ
 - สวิตช์ปรับแรงดัน FLOAT CHARGE ที่ : ตามกำหนดผู้ผลิตแบตเตอรี่
 - สวิตช์ปรับแรงดัน EQUALIZED CHARGE ที่ : ตามกำหนดผู้ผลิตแบตเตอรี่
 - 3) ต้องมีระบบ GROUND เฉพาะ และสามารถป้องกันไฟฟ้ารั่ว, ไฟฟ้า และสัญญาณรบกวนอื่นๆ ได้



4. MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF

ต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 4.1 MDF แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกสำหรับพักสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา สายภายนอกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตอนที่สองสำหรับพักสายที่มาจากเครื่องภายใน จำนวนแผงกระจายสายสำหรับสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ แต่ละคู่สายต้องสามารถใส่อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าได้เมื่อใดก็ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย
- 4.2 แผงกระจายสายต้องประกอบด้วยแผงตัวสายย่อยเป็นชุดๆ การเข้าสายและถอดสาย สามารถทำได้โดยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือ บัตกรี
- 4.3 อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นแบบที่สามารถป้องกันไฟกระชอก ที่เข้ามาในรูปของ Over Voltage และ Over Current ได้ และจะต้องมีหลอดไฟแสดงสถานะของคู่สายนั้นๆ ที่ต่อใช้งาน โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก ตามรายละเอียดคุณสมบัติดังนี้

- DC spark-over voltage	190 - 250 V at 100 Volt / Sec
- Output voltage	< 250 Volt at 1 kV / μ Sec (All modes)
- DC resistance	< 10 Ω
- Trip time	< 10 mSec at 600 mA
- Surge current	$\geq$ 2.5 kA at 8/20 μ Sec

5. กล่องพักสายโทรศัพท์

ให้ใช้ขั้วพักสาย ต้องเป็นแบบแผงละ 10 คู่สาย ชนิดที่ทำการเข้าสายและถอดสายต้องกระทำด้วยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือ บัตกรี เช่นเดียวกับ MDF ขั้วพักสายนี้ต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสม โดยมีจำนวนแผงครบถ้วนตามคู่สายที่กำหนดในแบบ

6. เต้าเสียบโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

เต้าเสียบโทรศัพท์เป็นแบบ MINIATURE TYPE (MODULAR JACK) ชนิด 4 POLE

7. เครื่องรับโทรศัพท์ (HANDSET)

เครื่องรับโทรศัพท์ทั่วไป เป็นแบบตั้งโต๊ะ จัดหาโดยผู้ว่าจ้าง



8. การติดตั้ง

- 8.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร
- 8.2 ถ้าในแบบมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ ในสถานที่ต่างๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)
 - ก. สาย ALPETH SHEATHED CABLE ให้เดินใน UNDERGROUND DUCT ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - ข. สาย TPEV ให้เดินระหว่าง MDF และ TERMINAL BOX ใน WIREWAY หรือ LADDER หรือ CONDUIT ภายในอาคาร
 - ค. สาย TIEV ให้เดินระหว่าง TERMINAL BOX และ OUTLET เป็นชนิด 2-TWISTED PAIR
- 8.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- 8.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับต่อสายปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบ อย่างละ 1 ชุด ส่งมอบพร้อมกับผู้สาขา

9. การตรวจสอบ

เมื่อติดตั้งทั้งอุปกรณ์ และเดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดเป็นที่เรียบร้อย ต้องตรวจสอบค่าความต้านทานสายโทรศัพท์ทั้งหมด ให้ถูกต้องตามขีดความต้องการของ PABX รวมทั้งตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่จุดเต้ารับต่างๆ ว่าสามารถใช้งานได้ และถูกต้องตรงกับหมายเลขของสายภายในที่กำหนดไว้



หมวดที่ 10 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CLOSED CIRCUIT TELEVISION : CCTV) เป็นส่วนหนึ่งของระบบรักษาความปลอดภัย และสามารถใช้เป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์ภายในโครงการ

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดต้องเป็นระบบภาพสี ชนิด รูปแบบและจำนวนกล้องจับภาพให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยที่อุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับระบบต้องมีความเหมาะสมกับจำนวนของกล้องจับภาพ

2. ความต้องการด้านเทคนิค

ในกรณีที่แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้ :-

2.1 กล้องจับภาพ ได้รูปแบบภาพสีตามมาตรฐาน PAL (หรือ NTSC) โดยอุปกรณ์รับภาพ (Pick-Up Device) เป็นชนิด CCD (Charge Couple Device) ประเภทของกล้องจับภาพตามลักษณะและพื้นที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้ :-

- อุปกรณ์รับภาพ ขนาด 1/3" CCD Interlace
- ความละเอียดภาพตามแนวนอน (Horizontal Resolution) ไม่น้อยกว่า 480 TV Line
- ความละเอียดภาพตามแนวตั้ง (Vertical Resolution) ไม่น้อยกว่า 450 TV Line
- อัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (Signal – To – Noise Ratio) ไม่น้อยกว่า 50 db.
- สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ต่ำกว่า 1 LUX
- สัญญาณภาพส่งออก 1.0Vpp, 75 ohm unbalanced
- มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
- ช่องติดตั้งเลนส์ ต้องเป็นแบบ CS-Mount
- ช่องสัญญาณ 1 DI/1 DO เป็นช่องต่อสัญญาณ ALARM INPUT และ ALARM OUTPUT

2.2 เลนส์สำหรับกล้องจับภาพชนิดติดตั้งคงที่ ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้ :-

- ขนาด 1/3" ตามขนาดของกล้องจับภาพ
- ระยะ FOCUS เป็นแบบคงที่ โดยผู้ผลิตแนะนำเพื่อให้การจับภาพในจุดที่กำหนดในแบบเป็นไปอย่างชัดเจน
- การปรับแสงหน้าเลนส์เป็นแบบอัตโนมัติ (Auto Iris)



- 2.3 เลนส์สำหรับกล้องแบบสาย-กระดก และซูม (Pan/Tilt/Zoom) ต้องเป็น Motorized Lens และมีคุณสมบัติ ดังนี้ :-
- ขนาด 1/3" หรือ 1/4" ตามขนาดของกล้อง
 - ระยะ FOCUS ปรับเองอัตโนมัติ (Auto-Focus) ระหว่าง 3.6-82.8 มม.
 - การจับขยายภาพ (Zoom) แบบ Optical Zoom ไม่น้อยกว่า 23 เท่า และแบบ Digital Zoom (Electronic Zoom) ไม่น้อยกว่า 10 เท่า
 - การปรับแสงหน้าเลนส์เป็นแบบอัตโนมัติ (Auto Iris)
- 2.4 ขายึดกล้องแบบสาย-กระดก ต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักกล้องตามที่ผู้ผลิตแนะนำ โดยมีขีดความสามารถอย่างน้อย ดังนี้ :-
- การหมุนสาย (Pan) กระทำได้รอบตัว 360 องศา
 - การกระดก (Tilt) กระทำได้ระหว่าง 0-90 องศา
 - ความเร็วในการสาย/กระดก (Pan/Tilt) สามารถปรับตั้งได้ระหว่าง 2-150 องศา/วินาที
- 2.5 ในกรณีที่กำหนดให้มีฝาครอบกล้องแบบโคม ชนิดของฝาครอบต้องเป็น ABS Plastic น้ำหนักเบาและแข็งแรง ขนาดเหมาะสมกับกล้องจับภาพและอุปกรณ์ประกอบกล้อง
- 2.6 เครื่องบันทึกภาพระบบดิจิทัล (Digital Video Recorder : DVR) พร้อมระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือ Software Program ต้องมีคุณสมบัติและความสามารถในการทำงานอย่างน้อยตามกำหนด ดังนี้ :-
- มีจำนวนเหมาะสมและเพียงพอกับชนิดและจำนวนกล้องจับภาพตามระบุในแบบ มีช่องต่อออกสัญญาณภาพสำหรับจอแสดงผล (TV. Monitor) ทั้งแบบ Digital และ Analog จำนวนเพียงพอตามระบุในแบบ
 - สามารถเลือกบันทึกภาพเป็นระบบ NTSC หรือ PAL โดยขนาดความจุของ Hard Disk ต้องสามารถบันทึกภาพต่อเนื่องของทุกกล้องจับภาพได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน
 - มีขั้วต่อสัญญาณ Alarm Input (เช่น Motion Sensor) และ Alarm Output จำนวนเท่ากันและเพียงพอตามระบุในแบบ
 - สัญญาณควบคุมกล้องชนิด PAN/TILT/ZOOM/FOCUS ให้ส่งผ่านสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ตามที่ระบุในหมวดระบบโทรศัพท์ และระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์
 - การบันทึกภาพเป็นแบบ Multi-Channel Recording และสามารถดูภาพย้อนกลับ (Playback) ได้พร้อมกัน
 - มีระบบการบีบอัดภาพ (Compression Picture) ที่ตัวกล้องเป็น M-JPEG หรือเทียบเท่า
 - สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการบันทึกภาพ จากแต่ละกล้องจับภาพได้ไม่น้อยกว่าระหว่าง 1-25 ภาพต่อวินาที (Frame/Second : fps)
 - สามารถป้อนคำสั่งต่าง ๆ ผ่านทางหน้าจอ (On Screen Menu)
 - สามารถค้นหาภาพที่บันทึกไว้ โดยการป้อน วัน-เวลา และหมายเลขกล้องจับภาพ (ชื่อกล้อง)
 - มีระบบติดต่อสื่อสารสำหรับ Remote Station ผ่านข่ายสายสัญญาณ LAN TCP/IP



- 2.7 คีย์บอร์ดควบคุม (Control Keyboard) เป็นอุปกรณ์ตัวควบคุมการทำงานตัว DVR และตัวกล้องชนิด Pan/Tilt/Zoom โดยมีคุณสมบัติดังนี้ :- (กรณีระบุในแบบ)
- ก้านควบคุมกล้องชนิด Pan/Tilt/Zoom ต้องเป็นแบบ 3 แกน (Three Axis joystick)
 - สามารถต่ออุปกรณ์รวมกันได้สูงสุด 100 อุปกรณ์
- 2.8 จอแสดงผลภาพ (TV Monitor) มีขนาด 22"
- 2.9 อุปกรณ์อื่นๆ ที่มีได้กำหนดในข้อกำหนดนี้ แต่มีระบุในแบบให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ซึ่งเหมาะสมกับจำนวนกล้องจับภาพที่มี

3. ระบบไฟฟ้า (POWER SUPPLY)

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายให้แก่อุปกรณ์ MONITOR, ชุด DVR และชุด MOTORIZED PAN-TILT-ZOOM ของระบบ เป็น 220 โวลต์ 50 HZ. จ่ายที่ห้องควบคุม ซึ่งเป็นระบบของอาคาร หากอุปกรณ์ในระบบมีความต้องการระบบไฟฟ้าที่แตกต่างกันไปจากนี้ ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์การแปลงระบบมาพร้อมกับการติดตั้งด้วย

ระบบไฟฟ้าสำหรับกล้องชนิด FIXED TYPE จะจ่ายไฟผ่านชุด สายไฟฟ้าผ่านเต้ารับ หรือกล่องต่อสายไฟฟ้าของอาคาร

4. การติดตั้ง

- 4.1 จอรับภาพและอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชุด ให้ติดตั้งใน RACK อันเดียวกัน
- 4.2 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งบล็อกไดอะแกรม รายการคำนวณระดับสัญญาณ และรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการติดตั้ง เสนอต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง



หมวดที่ 11 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

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

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

2. หลักสายดิน (GROUND ROD)

- 2.1 หลักสายดินให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (GROUNDING RESISTANCE) ไม่เกิน 5 โอห์ม
- 2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่าๆ กัน โดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี 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. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน
 - ข. วงจรสายป้อน (FEEDER CIRCUIT) และวงจรย่อย (BRANCH CIRCUIT) สำหรับไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้าต้องมีสายตัวนำลงดิน (GROUND CONDUCTOR) ควบคู่ไปด้วย
 - ค. วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจได้ว่า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - ง. ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรนั้นๆ 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 เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อต่อต่างๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน
- 5.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์สายดินที่เป็นสายประธาน (MAIN) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- 5.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 5.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง



ตารางที่ 1	
ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน	
ขนาดสายศูนย์.....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดิน.....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2	
ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน	
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)
	ตัวนำทองแดง
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	35
500	50
800	70
1,000	95
1,250	120
2,000	150
2,500	185
4,000	240
6,000	300



หมวดที่ 12 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 Buildingและเป็นไปตามข้อกำหนดหมวดนี้

2. ความต้องการด้านเทคนิค

สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบที่มีใช้ตามระบุในแบบ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ :-

- 2.1 สายสัญญาณชนิด Category 5E Unshielded Twisted Pair (CAT5E UTP) Cables 4 คู่สาย ตัวนำทองแดง ขนาด 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 :-

- ตัวเปลือกสาย (Jacket) เป็นวัสดุ FR-PVC (Flame Retardant PVC) ตามมาตรฐาน NEC article 770 และ OFNR (Nonconductive optical fiber riser) listed
- มี Strength Member เป็น Dielectric ชนิดที่ทำด้วย Aramid Yarn ช่วยในการรองรับแรงดึง
- ได้รับการออกแบบและการทดสอบตามมาตรฐาน Bellcore GR-409-CORE, TIA/EIA 568-B, และ/หรือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ (Operating Temperature) ที่ -20°C ถึง 80°C
- 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



- ตัวเปลือกสาย (Jacket) เป็นวัสดุ BLACK HIGH-DENSITY POLYETHYLENE หรือ HDPE ทนต่อรังสี UV และความชื้น
- 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
- มี Rip Cord ทำด้วยวัสดุ Polyester ช่วยในการลอก Jacket
- 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
- สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ (Operating Temperature) ที่ -20°C ถึง 70°C
- สามารถติดตั้งได้ในอุณหภูมิ (Installation Temperature) ที่ -20°C ถึง 60°C
- 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 :-

- ตู้ต้องออกแบบเป็นระบบ MODULAR KNOCK DOWN เพื่อสะดวกในการประกอบสาย และการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมอุปกรณ์
- โครงสร้างตู้ (Frame) และฝาตู้ พับขึ้นรูปจาก Electro-Galvanized steel sheet หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. พ่นสีทึบหน้าตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ด้านบนเป็นแบบทึบ มีช่องสำหรับติดตั้งพัดลมระบบอากาศขนาด 4" อย่างน้อย 2 ชุด
- ประตูหน้าเป็นเหล็กเจาะช่องฝังแผ่นกระจก หรือ ACYLIC ขอบประตูฝังยางกันฝุ่นสีเทาแบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น สามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ พร้อมกุญแจล็อกแบบ Cam Lock ฝังเสมอหน้าตู้
- ฝาด้านข้างมีกุญแจล็อก และมีกลอนสลักสปริง เพื่อสะดวกในการถอดฝาดูอุปกรณ์ติดตั้ง
- ประตูหลังมีช่องระบบอากาศด้านล่าง เจาะรูแบบลายแนวตั้งสลับลาย ด้านในมีโครงเหล็กกว้าง 70 มม. ยึดฝาประตูเป็นรูปตัว T
- ขาตั้ง สามารถปรับขึ้น-ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 7 ขา ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา ฐานขาตั้งทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตย์
- กุญแจเป็นแบบ Master key เพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ภายในตู้

2.6 เต้ารับสัญญาณตัวเมีย (CAT 5E RJ 45 Modular Jack)

- สามารถเข้ากันได้กับ Connector RJ 45 Modular Plug ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E
- ออกแบบและรับรองตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, ISO/IEC 11801, CENELEC EN50173, UL&cUL Listed UL E196947
- มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สีสบอไว้อย่างชัดเจน
- การเข้าสายทองแดงเป็นเทคนิคแบบ Insulation Displacement Contact (IDC)
- หน้าสัมผัส (Contact) เป็น Nickel Plate เคลือบด้วยทอง (Gold) ตามมาตรฐาน UL 94V-OPBT
- ตัวโครงสร้างผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุที่ได้รับมาตรฐาน UL94-0 ABS (Housing Flammability Rating)
- มีตัวโครงสร้างการเชื่อมต่อสัญญาณภายในตัวเป็นแบบ PCB (Print Circuit Broad)
- มีค่า Typical Performance characteristic ที่ความถี่ 100 MHz ดังนี้
 - ค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) : ≤ 0.11 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 46.5 dB.
 - Power Sum NEXT (PS NEXT) : ≥ 43.2 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : ≥ 44.7 dB.
 - Return Loss : ≥ 26.2 dB.



2.7 เตารับสัญญาณตัวเมีย (CAT 6 RJ45 Modular Jack)

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

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

- ตัวแผงทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสาร Anodize (Aluminum Light Weight Material) มีน้ำหนักเบา แข็งแรง มีความหนา 1.6 mm. เป็นอย่างน้อย และสามารถติดตั้งใน Telecommunication Rack ขนาด 19" ได้
- การเข้าสายทองแดงด้านหลังของแผงกระจายสายใช้เทคนิคแบบ Insulation Displacement Contact (IDC) และ Connector เป็นชนิด 110 บน PCB (Printed Circuit Board), 110 D Connector, UL 94V-PC
- มีจำนวน 12, 24 หรือ 48 Port ตามต้องการ หรือตามระบุในแบบ
- มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สีสบอไว้อย่างชัดเจน
- หน้าสัมผัส (Contact) เป็น Nickel Plate เคลือบด้วยทองตามมาตรฐาน UL 94V-OPBT
- ออกแบบและรับรองตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, ISO/IEC11801, CENELEC EN50173, UL&cUL
- 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)

- สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC Class E
- ตัวแผงทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสาร Anodize (Aluminum Light Weight Material) มีน้ำหนักเบา แข็งแรง มีความหนา 1.6 mm. และสามารถติดตั้งใน Telecommunication Rack 19" ได้
- การเข้าสายทองแดงด้านหลังของแผงกระจายสายเป็นเทคนิคแบบ IDC (Insulation Displacement Contact)
- มีจำนวน 24 หรือ 48 Port ตามที่ต้องการ
- มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B, มี Code สีบอกไว้อย่างชัดเจน
- หน้าสัมผัส (Contact) ทำจากวัสดุ Phosphor Bronze เคลือบด้วยทอง (Gold) บน Nickel Plate
- 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)

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

2.11 สายเชื่อมต่อ UTP (UTP CAT 6 Patch Cord)

- สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- เป็นสาย UTP CAT 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC11801 Class E และมีหัวตัวผู้ RJ45 Modular Plug หุ้มติดด้วย Boot สีทั้งสองข้าง
- ตัวนำทองแดงที่ใช้เป็นแบบ Stranded Bare Copper ขนาด 24 A WG
- สามารถรองรับความเร็วได้เทียบเท่าหรือสูงกว่า 600 MHz.
- 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 ต้องระบุเครื่องที่ใช้ทำการทดสอบวันที่ทำการทดสอบ, บริษัท, NUMBER ของ OUTLET

4. การทดสอบ

- 4.1 การทดสอบสาย UTP ชนิด 4 Pair ที่ติดตั้งทั้งหมด ต้องดำเนินการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบ UTP CAT5E ที่ได้มาตรฐาน และส่งรายงานผลทดสอบให้แสดงรายละเอียด ดังนี้
 - WIRE MAP
 - LENGTH
 - IMPEDANCE
 - ATTENUATION
 - Near-End-Crosstalk (NEXT)
 - 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 13 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามียรอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดดู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น



3. การทาหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้
- 3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
- สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
 - สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้ในการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. 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 Epoxy
- 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



5. รหัสสีและสัญลักษณ์

- 5.1 ให้แสดงรหัสสีที่ Clamp ของท่อรอบสาย และท่อร้อยสาย
- 5.2 รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสาย
- 5.3 ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีอักษรสัญลักษณ์
- 5.4 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางข้อ 6

6. 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)	-	ดำ	-
16.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	แดง	-
17.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	น้ำเงิน	-
18.	Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ขาว	-
19.	Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-



หมวดที่ 14 เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง รวมทั้งทดสอบการทำงานได้ตามต้องการของผู้ว่าจ้างของระบบปรับอากาศ และแยกส่วน ซึ่งประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศ ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ระบบท่อน้ำยา ท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนด

ทั้งนี้ เครื่องปรับอากาศที่มีความสามารถในการทำความเย็นขนาดไม่เกิน 35,000 บีทียู ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 โดยต้องเป็นเครื่องปรับอากาศที่ประกอบสำเร็จรูปทั้งชุด ทั้งหน่วยส่งความเย็นและหน่วยระบายความร้อนจากโรงงานเดียวกัน มีระบบฟอกอากาศ สามารถดักจับอนุภาคฝุ่นละออง และสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ (ชนิดตั้งพื้นหรือแขวน และชนิดติดผนัง) มีความหน่วงเวลาการทำงานของ คอมเพรสเซอร์ ซึ่งผู้รับจ้างต้องพิจารณาจัดซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง (EER) นอกเหนือจากการพิจารณาด้านราคา โดยใช้หลักการเปรียบเทียบคุณสมบัติ คือ ถ้าจำนวนบีทียูเท่ากัน ให้พิจารณาเปรียบเทียบจำนวนวัตต์ที่น้อยกว่า ถ้าจำนวนบีทียูไม่เท่ากัน ให้นำจำนวนบีทียูหารด้วยจำนวนวัตต์ (บีทียูต่อวัตต์) ผลที่ได้คือค่า EER ถ้าค่าของ EER สูง ถือว่าเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูง สามารถประหยัดพลังงานได้ดีกว่า

2. เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled Condensing Unit)

2.1 สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

2.2 Compressor เป็นแบบ Welded Shell Hermetic หรือ Semi-Hermetic Type Single or Dual Circuits of Refrigeration ใช้กับน้ำยา R-22

ก. Compressor ทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่บนฐานอย่างแข็งแรง และมีลูกยางกันสะเทือนรองรับอยู่

ข. แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดง ครีบริบายความร้อนเป็นแบบ Aluminum Plate Fins ท่อทองแดง และครีบริบายความร้อนยึดติดกันด้วยกรรมวิธีทางกล จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบริบายต่อความยาว 1 นิ้ว

ค. Condenser fan เป็นแบบ Propeller ขับโดยตรงด้วย Motor ชนิด Weather Proof จะต้องมีการหล่อลื่นแบบถาวร และมี Internal Thermal Protection ด้วย



- ง. แผง Control จะต้องประกอบสำเร็จรูป และเดินสายไฟเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต และจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
- Thermal Overload Protection สำหรับ Compressor
 - Overload Protection for Fan Motor
 - Compressor Contactor
 - High Pressure Switch (สำหรับเครื่องขนาด ตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
 - Low Pressure Switch (สำหรับเครื่องขนาด ตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
 - Sight Glass (สำหรับเครื่องขนาด ตั้งแต่ 30,000 BTU ขึ้นไป)
 - Suction Line Shut-Off Valves
 - Liquid Line Shut-Off Valves
 - Filter Drier
 - Refrigerant Charging Port
 - Hot Gas Line Shut-Off Valves (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
 - Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตัน ความเย็นขึ้นไป)
 - Time Delay Relay (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

3. เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit)

- 3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Centrifugal Blower ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียว หรือสองตัวตั้งอยู่บนชาร์ฟเดียวกัน มอเตอร์ขับพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไป ต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starter
- 3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive หรือผ่านสายพาน มู่เล่ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจ หรือปรับทางด้าน Statically และ Dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.4 ตัวถังเครื่องทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมอย่างดี ภายในบุด้วยฉนวน Closed Cell Foam Elastomer ความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/mo K และจะต้องเป็นชนิด Fire Retardant ภาชนะบรรจุที่บุด้วยฉนวนกันความร้อน ประกอบเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน
- 3.5 แผงคอยล์เย็น (Cooling Coil) เป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยทองแดง ครีบริบายความเย็นเป็นแบบ Aluminum Plate Fins ท่อทองแดงและครีบริบายความเย็นยึดติดกันด้วยกรรมวิธีกล แผงคอยล์เย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามขนาดของเครื่องระบายความร้อนแต่ละชุดตามข้อกำหนด



- 3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้
- 3.6.1 Thermostatic Expansion Valve และ Solenoid Valve (สำหรับเครื่องขนาดใหญ่กว่า 5 ตัน ความเย็นขึ้นไป) หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต
 - 3.6.2 อุปกรณ์ควบคุมการฉีกน้ำยา Capillary Tube, Orifice (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 5 ตันลงมา)
 - 3.6.3 Overload Protection for fan Motor
 - 3.6.4 Drain and Drain Pan
 - 3.6.5 Air Filter

4. ระบบท่อน้ำยา

- 4.1 ท่อน้ำยาให้ใช้ท่อทองแดง (Hard Drawn Copper Tube Type “L”)
- 4.2 ท่อน้ำยาทางด้านดูด (Suction Line) จะต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Foam (EPDM) ความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบ
- 4.3 ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกัน โดยมี Clamp รััดทุกๆ ระยะห่างไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด Champ ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด Clamp
- 4.4 ท่อน้ำยาจะต้องมีขนาดเพียงพอเพื่อไม่ให้เกิด Pressure Drop ภายในระบบท่อน้ำยา โดยกำหนดให้ Pressure Drop สำหรับท่อ Liquid และ Discharge Line มีค่าไม่เกิน 3 PSI (2°F)
- 4.5 ในกรณีที่ Condensing Unit อยู่สูงกว่า Fan Coil Unit ท่อน้ำยาทางด้านดูดจะต้องทำ Oil Trap เพื่อให้ น้ำมันสามารถไหลกลับ Compressor ได้ทุกๆ ระยะ ความสูง 3 เมตร
- 4.6 ท่อน้ำยาจะต้องได้รับการทดสอบว่าไม่รั่วด้วยแรงดัน 1.5 เท่า ของแรงดันใช้งาน
- 4.7 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุอาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาดครอบ หรือก่อกออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว “C” ขนาด 75 มม. x 40 มม. 5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่รับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้

5. ระบบท่อน้ำทิ้ง

- 5.1 ท่อน้ำทิ้งให้ใช้ท่อ PVC Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2524 อุปกรณ์ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foam (EPDM) หนาไม่ต่ำกว่า 1/2 นิ้ว
- 5.2 ระบบควบคุม (Control System)
 - 5.2.1 ให้ใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบมีสาย (Wire Remote Control) ด้วยระบบตัวเลข (Digital) สามารถตั้งค่าอุณหภูมิ, ความแรงพัดลม, ตั้งเวลาเปิด-ปิดได้ หรือตามที่กำหนดในแบบ



6. พัฒนาระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

6.1 ความต้องการทั่วไป

- 6.1.1 พัฒนาระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- 6.1.2 Gravity Shutter ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี Weatherproof ใบปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายในเรียงซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- 6.1.3 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นโดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA วัดที่ระยะห่างโดยรอบ 3.0 เมตร และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ Free blow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA วัด ที่ระยะห่างโดยรอบ 3.0 เมตร ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์ที่เทียบเท่ากันนี้
- 6.1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 200 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน IEC, Synchronous Speed 1,450 RPM, Insulation Class B, Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 KW (3/4 HP) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ใหญ่กว่า และเท่ากับ 0.55 KW (3/4 HP), Class of Protection ไม่ต่ำกว่า IP 54, Mounting Arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

7. พัฒนาระบายอากาศแบบ (Ceiling Fan)

- 7.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper
- 7.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- 7.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- 7.4 สวิตช์ปิด-เปิด ให้ทำงานพร้อมไฟฟ้าแสงสว่าง



ส่วนที่ 4 รายชื่อวัสดุและรายชื่อผู้ผลิต

1. วัสดุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้.-



LIST OF MATERIAL

Description	Manufacturer
TRANSFORMER : OIL IMMERSED TYPE	EKARAT CHAREON CHAI Q.T.C. TRANSFORMER
LV MAIN AND DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER	PMK USMD TIC ASEFA
PROTECTIVE RELAY, METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENTS	ABB TELEMECANIQUE MITSUBISHI CROMPTON SOCOMEK MERLIN GERIN SIEMENS MKS TECHNOLOGY BR IDEX RUDOLF
PANELBOARD	SCHNEIDER ELECTRIC GE WESTINGHOUSE SIEMENS MERLIN GERLIN
CONTACTOR AND CONTROL RELAY	SIEMENS ABB TELEMECANIQUE MITSUBISHI OMRON MOELLER
POWER CAPACITOR AND REACTIVE POWER CONTROL RELAY	ABB NOKIA MERLIN GERLIN SOCOMEK MKS TECHNOLOGY ELECTRONICON SCHNEIDER ELECTRIC



SWITCH AND OUTLET	SCHNEIDER ELECTRIC BTICINO NATIONAL
POWER OUTLET	LEGRAND ABB CEE SCHNEIDER ELECTRIC
LUMINAIRE(LED)	BYL LEITNER ALS L&E X-TRA LIGHT LAMPTITUDE
CABLE TRAY, CABLE LADDER, WIREWAY	SCI ELECTRIC MANUFACTURER SIAM METAL WORKS INDUSTRIES SIAM INDUSTRIAL MANUFACTURER TIC MANUFACTURING LUSO ASEFA
CONDUIT	MATSUSHITA TSP TAS UI RSI
CABLE	PHELPS DODGE THAI YAZAKI BANGKOK CABLE CTW CABLE MCI DRAKA
FIRE RESISTANCE CABLE	PIRELLI STUDER MCI DRAKA
TELEPHONE OUTLET	BTICINO PANASONIC SCHNEIDER ELECTRIC
TELEPHONE TERMINAL & ACCESSORIES	QUANTE KRONE PUYET
COMPUTER CABLE	AMP LINK SYSTIMAX AVAYA



COMPUTER OUTLET	AMP
	LINK
	SCHNEIDER ELECTRIC
	PANASONIC
	SYSTIMAX
PABX	SIEMENS
	NEC
	ERICSSON
	ALCATEL
LV. SURGE ARRESTOR	IT
	JOSLYN
	MERLIN GERLIN
	SCHNEIDER ELECTRIC
AIR CONDITIONER	MISTUBISHI
	DAIKIN
	TRANE



LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LP		LOCATION		: อาคารฝึกอบรมและสัมมนา						
CAPACITY (CCT.)		: 36		MAIN BAR		: 100A						
CONNECTED TO		: TR-1										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACE WAY	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE	(MM)	
1	L : ชั้น1 : ห้องทำงาน,ห้องพัสดุ,ห้องรับแ	1,080			1	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
3	L : ชั้น1 : โถง		1,740		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
5	L : ชั้น2 : ห้องสัมมนา1			1,080	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
7	L : ชั้น2 : ห้องทำงาน	600			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
9	L : ชั้น2 : โถงทางเดิน		720		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
11	L : ลานจอดรถ			360	1	16	100		2C-4,G1x2.5	XLPE	25IMC/HDPE	
13	SPARE	-			1	20	100		-	-	-	
15	S : CDU ห้องทำงานชั้น1		2,200		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
17	S : CDU ห้องรับแขกชั้น1			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
19	S : CDU ห้องสัมมนา1 ชั้น2	1,800			3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	20 IMC	
21			1,800									
23				1,800								
25	S : CDU ห้องสัมมนา1 ชั้น2	1,800			3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	20 IMC	
27			1,800									
29				1,800								
31	S : CDU ห้องทำงานชั้น2	2,200			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
33	S : CDU ห้องทำงานชั้น2		2,200		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
35	S : CDU ห้องทำงานชั้น2			2,200	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
37												
39												
41												
2	O : ชั้น1 : ห้องทำงาน,ห้องพัสดุ	1,440			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
4	O : ชั้น1 : ห้องรับแขก,โถง		1,440		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
6	O : ชั้น1 : โถง			1,440	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
8	O : ชั้น1 : โถง	1,260			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
10	O : ชั้น2 : ห้องทำงาน		1,620		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
12	O : ชั้น2 : ห้องสัมมนา1			1,620	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
14	O : ชั้น2 : โถง	720			1	16	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
16	J : ชั้น1 : พัดลมติดผนัง		720		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
18	J : ชั้น1 : พัดลมติดผนัง	-		720	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
20	SPARE		-		1	20	100		-	-	-	
22	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
24	SPARE	-			1	20	100		-	-	-	
26	SPARE		-		1	20	100		-	-	-	
28	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
30	SPARE				1	20	100		-	-	-	
32	SPARE	-			1	16	100		-	-	-	
34	SPARE		-		1	16	100		-	-	-	
36	SPARE			-	1	16	100		-	-	-	
38												
40												
42												
TOTAL		10,900	14,240	13,820	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		38,960			3 P 100 AT / 100 AF				4x50,G1x10 mm2 NYY		IMC 65mm.	
85 % DEMAND LOAD (VA)		33,116			IC >= 10 kA at 415 V							

L : LIGHTING ; O : OUTLET ; J : JUNCTION BOX ; * : ELCB 30mA ; S : SAFETY SWITCH

PROJECT : -

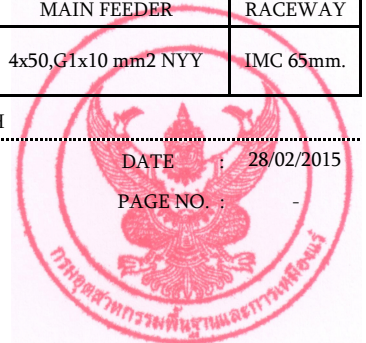
INITIAL : RK

DATE : 28/02/2015

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -



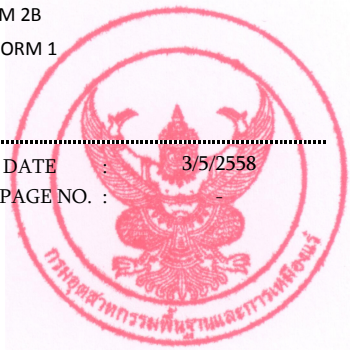
LOAD SCHEDULE		: 415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		: DB-1			LOCATION		: อาคารวิเคราะห				
CAPACITY (FDR.)		: 11			MAIN BAR		: 400A				
CONNECTED TO		: TR-1			NEUTRAL		: 100% ; GROUND : 25%				

FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE	
F1	LP-1	21,760	29,380	25,075	3	160	160	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT "Ik" >= 14kA r.m.s	4x95,G1x16	IEC01	WIREWAY
F2	LP-2	15,590	15,220	18,420	3	100	100		4x50,G1x10	IEC01	WIREWAY
F3	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น1(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F4	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น1(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F5	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น1(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F6	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น2(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F7	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น2(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F8	ตู้ดูดควัน(ไอ) ชั้น2(LAB)	800	800	800	3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	WIREWAY/20mm EMT
F9	เตาเผาCARBOLITE	13,000	-	-	1	80	100		2x35,G1x10	IEC01	WIREWAY/32mm EMT
F10	SPARE	-	-	-	3	63	100		-	-	-
F11	SPARE	-	-	-	3	63	100		-	-	-
TOTAL		55,150	49,400	48,295	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		152,845			3P 400AT / 400AF				3x240,N1x185,G1x25 NYY		-
90 % DEMAND LOAD (VA)		137,561			IC >= 14kA at 415 V						

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER
- ☒ 3 @ 400A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☒ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY
- ☒ IP 31
☐ WALL MOUNTED, FORM 1
☒ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :		
PROJECT :	-	INITIAL : RK
PROJECT NO. :	-	REVISION : A
		DATE : 3/5/2558
		PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LP-1			LOCATION		: อาคารวิเคราะห์ ชั้น 1					
CAPACITY (CCT.)		: 42			MAIN BAR		: 100A					
CONNECTED TO		: DB-1										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				IC	CONDUCTOR		RACE WAY (MM)
		R	Y	B	POLE	AT	AF	SIZE (MM ²)		TYPE		
1	L: ชั้น1 : ห้องทำงาน,ห้องLAB,ห้องเอก	1,080			1	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
3	L: ชั้น1 : โถง,โถงทางเดิน,ห้องน้ำ		480		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
5	L: ชั้น1 : ห้องทำงาน,ห้องประชุม			1,200	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
7	L: ชั้น1 : ห้องทำงาน,XRD,ห้องน้ำ,โถง	1,260			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
9	L: ชั้น1 : ห้องทำงาน,ตัวอย่าง,เตาเผา,LAB		1,080		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
11	CB : เตาอบ BINDER			1,925	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
13	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 24000BTU	2,800			1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
15	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 24000BTU		2,800		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
17	S: ชั้น1 : ห้องLAB CDU 24000BTU			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
19	S: ชั้น1 : ห้องLAB CDU 24000BTU	2,800			1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
21	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU18000BTU		2,200		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
23	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU18000BTU			2,200	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
25	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU18000BTU	2,200			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
27	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU18000BTU		2,200		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
29	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 24000BTU			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
31	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 24000BTU	2,800			1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
33	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 24000BTU		2,800		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
35	S: ชั้น1 : ห้องเตรียมตัวอย่างCDU12000BTU			1,600	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
37	S: ชั้น1 : ห้องทำงานCDU 18000BTU	2,200			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
39	CB : เตาเผาAMALGAMS		6,600		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 EMT	
41	CB : เตาอบCARBOLITE(2950W)			2,950	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
2	O: ชั้น1 : ห้องทำงาน	1,080			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
4	O: ชั้น1 : ห้องLAB		1,440		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
6	O: ชั้น1 : ห้องเอกสาร,โถง			900	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
8	O: ชั้น1 : ห้องทำงาน	1,260			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
10	O: ชั้น1 : ห้องประชุม,ห้องทำงาน		1,620		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
12	O: ชั้น1 : ห้องทำงาน,ห้องพัสดุ,โถง			1,800	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
14	O: ชั้น1 : ห้องXRD,ห้องอุปกรณ์เครือข่าย	1,260			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
16	O: ชั้น1 : ห้องเตาเผา,ห้องเตรียมตัวอย่าง		1,440		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
18	O: ชั้น1 : ห้องทำงาน			900	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
20	O: LAB COUNTER	720			1	20*	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
22	O: LAB COUNTER		720		1	20*	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
24	SPARE				1	20	100		-	-	-	
26	J: บิมน้ำ	300			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
28	J: ตู้อบเครื่องMEMMERT		4,000		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 EMT	
30	J: ตู้อบเครื่องMEMMERT			4,000	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 EMT	
32		1,000										
34	CB : เครื่องบดละเอียด		1,000		3	16	100		4x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
36				1,000								
38		1,000										
40	CB : เครื่องบดหยาบ		1,000		3	16	100		4x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
42				1,000								
TOTAL		21,760	29,380	25,075	MAIN CB					MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		76,215			3 P 160 AT / 160 AF					4x95,G1x16 mm2 IEC01		WIREWAY
90 % DEMAND LOAD (VA)		68,594			IC >= 10 kA at 415 V							

L : LIGHTING ; O : OUTLET ; J : JUNCTION BOX ; * : ELCB 30mA ; S : SAFETY SWITCH; CB : CIRCUIT BREAKER BOX

PROJECT : -

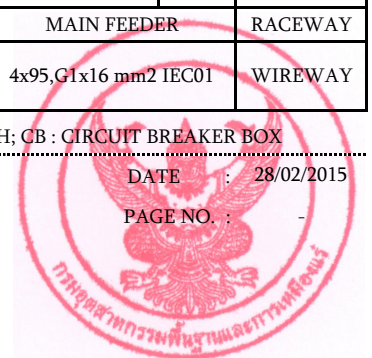
INITIAL : RK

DATE : 28/02/2015

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LP-2			LOCATION		: อาคารวิเคราะห์ ชั้น 2					
CAPACITY (CCT.)		: 42			MAIN BAR		: 100A					
CONNECTED TO		: DB-1										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACE WAY	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE	(MM)	
1	L : ชั้น2 : โถงทางเดิน,ห้องน้ำ,ห้องเอกสาร	510			1	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
3	L : ชั้น2 : ห้องทำงาน,LAB,ห้องเอกสาร		1,320		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
5	L : ชั้น2 : ห้องสารเคมี,ซัง,ทางเดิน,ห้องประชุม			1,320	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
7	L : ชั้น2 : ห้องLAB,เครื่องAA,ห้องทำงาน	1,200			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
9	S : ชั้น2 : ห้องทำงานCDU 18000BTU		2,200		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
11	S : ชั้น2 : ห้องทำงานCDU 24000BTU			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
13		2,100										
15	S : ชั้น2 : ห้องประชุมCDUเดิม48000BTU		2,100		3	32	100		4x6,G1x4	IEC01	20 IMC	
17				2,100								
19	S : ชั้น2 : ห้องAA DCDUเดิม30000BTU	3,700			1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
21	S : ชั้น2 : ห้องซังCDUเดิม24000BTU		2,800		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
23	S : ชั้น1 : ห้องXRDCDUเดิม30000BTU			3,700	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
25		1,000										
27	J : ชั้น2 LAB : ตู้ดูดควันสำเร็จรูป		1,000		3	16	100		4x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
29				1,000								
31		1,000										
33	J : ชั้น2LAB : ตู้ดูดควันสำเร็จรูป		1,000		3	16	100		4x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
35				1,000								
37	SPACE	-			-	-	-		-	-	-	
39	SPACE		-		-	-	-		-	-	-	
41	SPACE			-	-	-	-		-	-	-	
2	O : ชั้น2 : ห้องLAB	1,440			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
4	O : ชั้น2 : ห้องทำงาน,ห้องเอกสาร		1,800		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
6	O : ชั้น2 : ห้องประชุม			1,800	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
8	O : ชั้น2 : โถง	1,080			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
10	O : ชั้น2 : ห้องซัง,ห้องสารเคมี		1,080		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
12	O : ชั้น2 : ห้องทำงาน			900	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
14	O : ชั้น2 : ห้องเครื่องAA	1,440			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
16	J : ชั้น2 : พัฒนาระบายอากาศห้องสารเคมี		1,200		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
18	J : ชั้น2 : พัฒนาระบายอากาศห้องเครื่องAA			1,000	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
20	O : LAB COUNTER	720			1	20*	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
22	O : LAB COUNTER		720		1	20*	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
24	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
26	O : ชั้น2 : เครื่องAA 2เครื่อง	1,400			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
28	SPARE		-		1	20	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
30	S : ชั้น1 : ห้องทำงานCDUเดิม24000BTU			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
32	SPARE	-			1	20	100		-	-	-	
34	SPARE		-		1	20	100		-	-	-	
36	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
38	SPACE	-			-	-	-		-	-	-	
40	SPACE		-		-	-	-		-	-	-	
42	SPACE			-	-	-	-		-	-	-	
TOTAL		15,590	15,220	18,420	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		49,230			3 P 100 AT / 100 AF				4x50,G1x10 mm2 IEC01		WIREWAY	
90 % DEMAND LOAD (VA)		44,307			IC >= 14 kA at 415 V							

L: LIGHTING ; O: OUTLET ; J: JUNCTION BOX ; *: ELCB 30mA ; S: SAFETY SWITCH

PROJECT : -

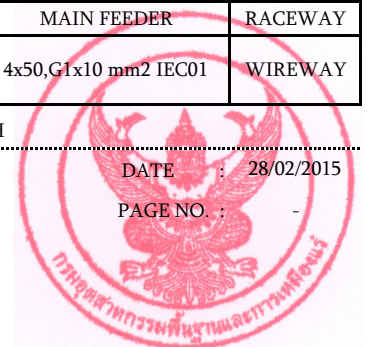
INITIAL : RK

DATE : 28/02/2015

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -



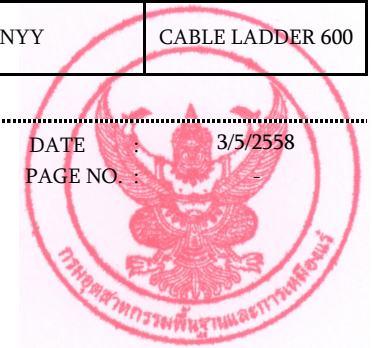
LOAD SCHEDULE		:	MAIN DISTRIBUTION BOARD								
NAME		:	MDB-PS			LOCATION		:	อาคาร PYROMETALLURGY		
CAPACITY (FDR.)		:	9			MAIN BAR		:	1600A		
CONNECTED TO		:	TR-2			NEUTRAL		:	100% ; GROUNI : 25%		
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	CAPACITOR BANK	-	-	-	3	500	630	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT $I''_k \geq 50kA_{r.m.s.}$	-	-	-
F2	DP-PS1	20,190	20,190	20,190	3	100	100		4x35,G1x10	NYN	CABLE LADDER 300
F3	DP-PS2	53,710	53,450	53,450	3	300	400		3x240,N1x185,G1x25	NYN	CABLE LADDER 300
F4	DP-PS3	23,942	23,942	23,942	3	125	160		4x50,G1x16	NYN	CABLE LADDER 300
F5	DP-PS4	26,576	26,576	26,576	3	160	160		4x70,G1x16	NYN	CABLE LADDER 300
F6	LP-PM	12,300	14,920	12,960	3	100	100		4x35,G1x10	NYN	CABLE LADDER 300
F7	PARTICLE SEPARATION PANEL	66,670	66,670	66,670	3	400	400		3x240,N1x185,G1x25	NYN	CABLE LADDER 300
F8	SPARE	-	-	-	3	100	100		-	-	-
F9	SPARE	-	-	-	3	100	100		-	-	-
TOTAL		203,388	205,748	203,788	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		612,924			3P 1600AT / 1600AF				4(3x240,1x185,) MM² NYN		CABLE LADDER 600
85 % DEMAND LOAD (VA)		520,985			IC $\geq 20kA$ at 415 V						

REMARKS :

PROJECT : -
PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
REVISION : A

DATE : 3/5/2558
PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		DB-PS1			LOCATION		อาคาร Particle Separation Plant				
CAPACITY (FDR.)		18			MAIN BAR		100A				
CONNECTED TO		MDB-PS			NEUTRAL		100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	MACHINE No.1 (เครื่องแยกแม่เหล็กแบบขั้วแยก)	1,020	1,020	1,020	3	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT "I" k >= 14kA r.m.s	-	-	-
F2	MACHINE No.2 (เครื่องตะแกรงสั่น)	140	140	140	3	16	100		-	-	-
F3	MACHINE No.3 (เตาอบ)	1,270	1,270	1,270	3	16	100		-	-	-
F4	MACHINE No.4 (เตาอบ)	1,270	1,270	1,270	3	16	100		-	-	-
F5	MACHINE No.5 (เตาอบ)	1,270	1,270	1,270	3	16	100		-	-	-
F6	MACHINE No.6 (เครื่องรีดดิน)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F7	MACHINE No.7 (ครกบด)	470	470	470	3	16	100		-	-	-
F8	MACHINE No.8 (เตาเผาเซรามิก)	1,340	1,340	1,340	3	16	100		-	-	-
F9	MACHINE No.9 (เตาเผาเซรามิก)	1,340	1,340	1,340	3	16	100		-	-	-
F10	MACHINE No.10 (เตาเผาเซรามิก)	1,340	1,340	1,340	3	16	100		-	-	-
F11	MACHINE No.11 (ซีรிக่อน เรคตีไฟเออ)	840	840	840	3	16	100		-	-	-
F12	MACHINE No.12 (Type Plate)	640	640	640	3	16	100		-	-	-
F13	MACHINE No.13 (เตาอบ)	1,270	1,270	1,270	3	16	100		-	-	-
F14	MACHINE No.14 (ไฮเทนชั่น)	2,290	2,290	2,290	3	32	100		-	-	-
F15	MACHINE No.15 (ไฮเทนชั่น)	2,290	2,290	2,290	3	32	100		-	-	-
F16	MACHINE No.15 (ดิสเซเพอเรเตอร์)	1,530	1,530	1,530	3	16	100		-	-	-
F17	SPARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
F18	SPARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
TOTAL		20,190	20,190	20,190	MAIN CB			MAIN FEEDER			RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		60,570			3P 100AT / 100AF IC >= 14kA at 415 V			4x35,G1x10 mm2 NYY			CABLE TRAY 200
85 % DEMAND LOAD (VA)		51,485									

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @ 100A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY

- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
 PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
 REVISION : A

DATE : 3/5/2558
 PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		DB-PS2			LOCATION		อาคาร Particle Separation Plant				
CAPACITY (FDR.)		20			MAIN BAR		300A				
CONNECTED TO		MDB-PS			NEUTRAL		100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	MACHINE No.16 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	1,125	1,125	1,125	3		100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I"K">=14kA r.m.s	-	-	-
F2	MACHINE No.17 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	1,125	1,125	1,125	3	16	100		-	-	-
F3	MACHINE No.18(เครื่องแยกแม่เหล็ก)	260	-	-	1	16	100		-	-	-
F4	MACHINE No.19 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	7,620	7,620	7,620	3	63	100		-	-	-
F5	MACHINE No.20 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	5,080	5,080	5,080	3	50	100		-	-	-
F6	MACHINE No.20.1 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	5,080	5,080	5,080	3	50	100		-	-	-
F7	MACHINE No.21 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	5,080	5,080	5,080	3	50	100		-	-	-
F8	MACHINE No.22 (เครื่องแยกแม่เหล็ก)	5,080	5,080	5,080	3	50	100		-	-	-
F9	MACHINE No.23 (ตัวแปลงไฟ)	3,810	3,810	3,810	3	32	100		-	-	-
F10	MACHINE No.24 (ไฮเทนชันเล็ก)	2,540	2,540	2,540	3	32	100		-	-	-
F11	MACHINE No.25 (ไฮเทนชันเล็ก)	2,540	2,540	2,540	3	32	100		-	-	-
F12	MACHINE No.26 (หม้อบด)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F13	MACHINE No.27 (สไปรอลแคสสไฟเออ)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F14	MACHINE No.28 (บอลมิล)	3,010	3,010	3,010	3	32	100		-	-	-
F15	MACHINE No.29 (เครื่องกวนสารละลาย)	1,270	1,270	1,270	3	16	100		-	-	-
F16	MACHINE No.36 (เซลล์อยแร่)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F17	MACHINE No.37 (เครื่องสูบลทราย)	970	970	970	3	16	100		-	-	-
F18	MACHINE No.38 (เครื่องสูบลทราย)	970	970	970	3	16	100		-	-	-
F19	MACHINE No.39 (เครื่องแต่งแร่แบบดรัม)	2,540	2,540	2,540	3	32	100		-	-	-
F20	SPARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
TOTAL		53,710	53,450	53,450	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		160,610			3P 300AT / 400AF IC >= 14kA at 415 V				3x240,N1x185,G1x25 mm2 NYY		CABLE TRAY 200
85 % DEMAND LOAD (VA)		136,519									

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @ 300A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY

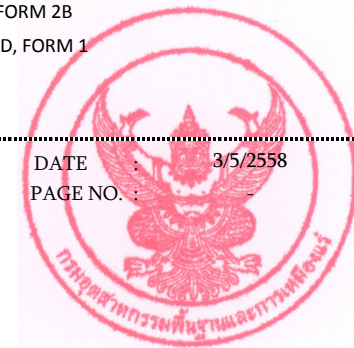
- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
REVISION : A

DATE : 3/5/2558
PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		DB-PS3			LOCATION		อาคาร Particle Separation Plant				
CAPACITY (FDR.)		24			MAIN BAR		125A				
CONNECTED TO		MDB-PS			NEUTRAL		100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	MACHINE No.30 (หม้อบด)	381	381	381	3	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _{sc} >=14kA r.m.s	-	-	-
F2	MACHINE No.31 (จึก)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F3	MACHINE No.32(โครนคอนเซนเตเตอร์)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F4	MACHINE No.33 (เซอร์วาทะเบิ้ล)	1,170	1,170	1,170	3	16	100		-	-	-
F5	MACHINE No.34 (เซลล์ลอยแร่)	4,100	4,100	4,100	3	40	100		-	-	-
F6	MACHINE No.35 (เซลล์ลอยแร่)	4,100	4,100	4,100	3	40	100		-	-	-
F7	MACHINE No.40 (ถังพักแร่)	130	130	130	3	16	100		-	-	-
F8	MACHINE No.41 (เซลล์ลอยแร่)	254	254	254	3	16	100		-	-	-
F9	MACHINE No.42 (เซลล์ลอยแร่)	254	254	254	3	16	100		-	-	-
F10	MACHINE No.43 (เซลล์ลอยแร่)	254	254	254	3	16	100		-	-	-
F11	MACHINE No.44 (เครื่องดูดน้ำดิน)	635	635	635	3	16	100		-	-	-
F12	MACHINE No.45 (หม้อบด)	254	254	254	3	16	100		-	-	-
F13	MACHINE No.46 (เครื่องกวานสารละลาย)	130	130	130	3	16	100		-	-	-
F14	MACHINE No.46.1 (สกรับเบอร์)	130	130	130	3	16	100		-	-	-
F15	MACHINE No.47 (สไปรอลแคสลิไฟเออ)	625	625	625	3	16	100		-	-	-
F16	MACHINE No.48 (ฮัมฟรี)	625	625	625	3	16	100		-	-	-
F17	MACHINE No.49 (ฟีดเดอร์)	170	170	170	3	16	100		-	-	-
F18	MACHINE No.50 (บอลมิล)	1,670	1,670	1,670	3	16	100		-	-	-
F19	MACHINE No.51 (สไปรอลแคสลิไฟเออ)	1,170	1,170	1,170	3	16	100		-	-	-
F20	MACHINE No.52 (โตะสันใหญ่)	1,870	1,870	1,870	3	16	100		-	-	-
F21	MACHINE No.53 (โตะสัน)	640	640	640	3	16	100		-	-	-
F22	MACHINE No.54 (ตะแกรงสัน)	1,170	1,170	1,170	3	16	100		-	-	-
F23	MACHINE No.55 (จึก)	470	470	470	3	16	100		-	-	-
F24	SPARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
TOTAL		23,942	23,942	23,942	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		71,826			3P 125AT / 160AF IC >= 14kA at 415 V				4x50,G1x16mm2 NYY		CABLE TRAY 200
85 % DEMAND LOAD (VA)		61,052									

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @125A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY

- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
REVISION : A

DATE : 3/5/2558
PAGE NO. :



LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		DB-PS4			LOCATION		อาคาร Particle Separation Plant				
CAPACITY (FDR.)		24			MAIN BAR		125A				
CONNECTED TO		MDB-PS			NEUTRAL		100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	MACHINE No.56 (จิก)	470	470	470	3	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 14kA r.m.s	-	-	-
F2	MACHINE No.57 (ตะแกรงสั่น)	800	800	800	3	16	100		-	-	-
F3	MACHINE No.58 (บอลมิล)	2,921	2,921	2,921	3	32	100		-	-	-
F4	MACHINE No.59 (บีมลม)	1,905	1,905	1,905	3	20	100		-	-	-
F5	MACHINE No.60 (โต๊ะลม)	2,100	2,100	2,100	3	20	100		-	-	-
F6	MACHINE No.61 (จานบด)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F7	MACHINE No.62 (จอครัชเซอร์เล็ก)	470	470	470	3	16	100		-	-	-
F8	MACHINE No.62.1 (หม้อบด)	800	800	800	3	16	100		-	-	-
F9	MACHINE No.63 (จอร์)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F10	MACHINE No.64 (ตะแกรงสั่น)	800	800	800	3	32	100		-	-	-
F11	MACHINE No.65 (จอร์)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F12	MACHINE No.66 (โรลครัชเซอร์)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F13	MACHINE No.67 (จอร์)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F14	MACHINE No.68 (เครื่องบด)	2,640	2,640	2,640	3	32	100		-	-	-
F15	MACHINE No.69 (หม้อบด)	470	470	470	3	16	100		-	-	-
F16	SPAARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
F17	SPAARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
F18	SPAARE	-	-	-	3	16	100		-	-	-
									-	-	-
									-	-	-
TOTAL		26,576	26,576	26,576	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		79,728			3P 160AT / 160AF IC >= 14kA at 415 V				4x70,G1x16mm2 NYY		CABLE TRAY 200
85 % DEMAND LOAD (VA)		67,769									

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @125A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY

- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
 PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
 REVISION : A

DATE : 3/5/2558
 PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LP-PM			LOCATION		: อาคาร Particle Separation Plant					
CAPACITY (CCT.)		: 36			MAIN BAR		: 100A					
CONNECTED TO		: MDB-PS										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACE WAY	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE	(MM)	
1	L: ชั้น1 : ห้องทำงาน,LAB,ห้องน้ำ	520			1	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
3	L: ชั้น2 : ห้องประชุม		1,320		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
5	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,680	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
7	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,400			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
9	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่		1,400		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
11	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,400	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
13	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,120			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
15	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่		1,120		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
17	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,120	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
19	L: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,680			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
21	L: ชั้น1 : OUTDOOR LIGHTING		360		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
23	LIGHTING PANEL-L1			200	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
25	LIGHTING PANEL-L2	200			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
27	O: ชั้น1 : โต๊ะLAB		1,620		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
29	SPARE				1	20	100		-	-	-	
31	SPACE	-			1	16	100		-	-	-	
33	SPACE		-		1	16	100		-	-	-	
35	SPACE			-	1	16	100		-	-	-	
37												
39												
41												
2	O: ชั้น1 : สำนักงานและLAB	1,800			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
4	O: ชั้น2 : ห้องประชุม		1,800		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
6	O: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,260	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
8	O: ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,080			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
10	J: Motor ประตูรอกไฟฟ้า		1,500		1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
12	J: Motor ประตูรอกไฟฟ้า			1,500	1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
14	J: Motor ประตูรอกไฟฟ้า	1,500			1	20	100		2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
16	S: CDU 24000BTU ห้องLAB		2,800		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
18	S: CDU 24000BTU ห้องทำงาน			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
20		1,500										
22	S: CDU 36000 BTU ห้องประชุม		1,500		3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	20 IMC	
24				1,500								
26		1,500										
28	S: CDU 36000 BTU ห้องประชุม		1,500		3	20	100		4x4,G1x2.5	IEC01	20 IMC	
30				1,500								
32	SPARE	-			1	20	100		-	-	-	
34	SPARE		-		1	20	100		-	-	-	
36	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
38												
40												
42												
TOTAL		12,300	14,920	12,960	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		40,180			3 P 100 AT / 100 AF				4x50,G1x10 mm2 NYY		IMC 65mm.	
90 % DEMAND LOAD (VA)		36,162			IC >= 14 kA at 415 V							

L : LIGHTING ; O : OUTLET ; J : JUNCTION BOX ; * : ELCB 30mA ; S : SAFETY SWITCH

PROJECT : -

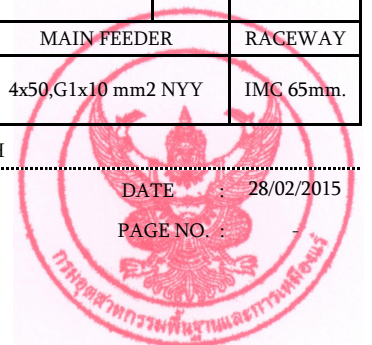
INITIAL : RK

DATE : 28/02/2015

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		: 415/240 V. DISTRIBUTION BOARD										
NAME		: DB-H			LOCATION		: อาคาร HYDROMETALLURGY					
CAPACITY (FDR.)		: 3			MAIN BAR		: 160A					
CONNECTED TO		: MDBของเดิม			NEUTRAL		: 100% ; GROUND : 25%					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE		
F1	ระบบบำบัดอากาศ	17,570	17,570	17,570	1	100	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT "Ik" >= 14kA r.m.s	4C-25,G1x10	XLPE	50mm IMC	
F2	ระบบบำบัดน้ำเสีย	13,920	13,920	13,920	1	80	100		4C-25,G1x10	XLPE	50mm IMC	
TOTAL		31,490	31,490	31,490	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		94,470			3P 160AT / 250AF				4x70,G1x16 mm2 NYY		IMC/HDPE 65MM	
89 % DEMAND LOAD (VA)		84,078			IC >= 14kA at 415 V							

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
- ☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
- ☒ 3 @ 5A FUSE
- ☒ PILOT LAMP R Y B
- ☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @ 100A / 5A CT.
- ☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
- ☐ KW METER
- ☐ KWH METER
- ☐ GROUND FAULT RELAY

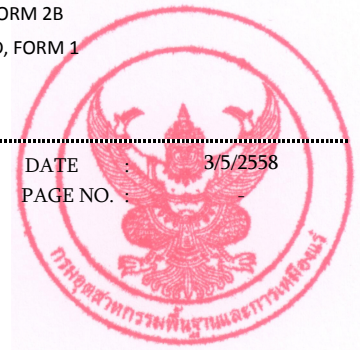
- ☒ IP 31
- ☒ WALL MOUNTED, FORM 1
- ☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
- ☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
REVISION : A

DATE : 3/5/2558
PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LC-4			LOCATION		: อาคาร HYDROMETALLURGY					
CAPACITY (CCT.)		: 12			MAIN BAR		: 100A					
CONNECTED TO		: MDBเดิมในอาคารHYDROMETALLURGY PLANT										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACE WAY (MM)	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE		
1	L : ชั้น1 : ห้องทำงาน	2,800			1	32	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
3	L : ชั้น1 : ห้องทำงาน		2,800		1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
5	L : ชั้น2 : ห้องประชุม			2,800	1	32	100		2x6,G1x4	IEC01	15 IMC	
7	SPACE	-			-	-	-		-	-	-	
9	SPACE		-		-	-	-		-	-	-	
11	SPACE			-	-	-	-		-	-	-	
13												
15												
17												
19												
21												
23												
25												
27												
29												
31												
33												
35												
37												
39												
41												
2	L : ชั้น2 : ห้องประชุม	2,800			1	32	100			2x6,G1x4	IEC01	15 IMC
4	SPARE		-		1	16	100			-	-	-
6	SPARE			-	1	20	100			-	-	-
8	SPACE	-			-	-	-			-	-	-
10	SPACE		-		-	-	-			-	-	-
12	SPACE			-	-	-	-			-	-	-
14												
16												
18												
20												
22												
24												
26												
28												
30												
32												
34												
36												
38												
40												
42												
TOTAL		5,600	2,800	2,800	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		11,200			3 P 40 AT / 100 AF				4x10,G1x4 mm2 IEC01		WIREWAY	
100 % DEMAND LOAD (VA)		11,200			IC >= 10 kA at 415 V							

L : LIGHTING ; O : OUTLET ; J : JUNCTION BOX ; * : ELCB 30mA ; S : SAFETY SWITCH

PROJECT : -

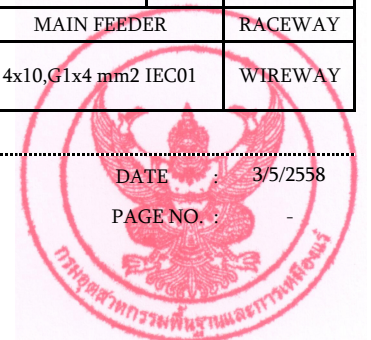
INITIAL : RK

DATE : 3/5/2558

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		: MAIN DISTRIBUTION BOARD									
NAME		: MDB-PYRO			LOCATION		: อาคาร PYROMETALLURGY				
CAPACITY (FDR.)		: 7			MAIN BAR		: 1000A				
CONNECTED TO		: TR-3			NEUTRAL		: 100%		; GROUNI		: 25%
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	CAPACITOR BANK	-	-	-	3	300	400	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT $I''_k \geq 50kA_{r.m.s.}$	-	-	-
F2	DP-P1	13,450	13,320	10,620	3	100	100		4x25,G1x10	XLPE	CABLE LADDER 400
F3	DP-P2	108,670	108,670	108,670	3	700	800		2(3x185,N1x120),G1x 50	XLPE	CABLE LADDER 400
F4	AIR TREATMENT SYSTEM	8,330	8,330	8,330	3	50	100		4C-10,G1x6	XLPE	CABLE LADDER 400
F5	LP-P1	10,500	11,160	6,570	3	80	100		4x35,G1x10	IEC01	WIREWAY
F6	SPARE	-	-	-	3	100	100		-	-	-
F7	SPARE	-	-	-	3	63	100		-	-	-
F8											
F9											
F10											
F11											
F12											
F13											
F14											
F15											
F16											
F17											
F18											
TOTAL		140,950	141,480	134,190	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		416,620			3P 1000AT / 1000AF				3(3x185,1x120,) MM² NYY		CABLE LADDER 300
90 % DEMAND LOAD (VA)		374,958			IC $\geq 18kA$ at 415 V						

REMARKS :

PROJECT : -

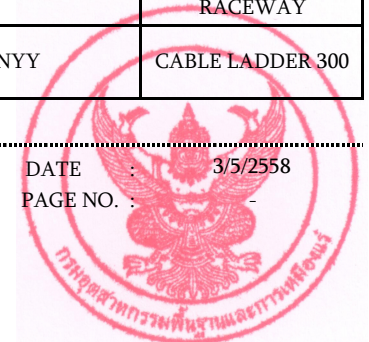
INITIAL : RK

DATE : 3/5/2558

PROJECT NO. : -

REVISION : A

PAGE NO. : -



LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		DB-P1			LOCATION		อาคาร PYROMETALLURGY				
CAPACITY (FDR.)		11			MAIN BAR		100A				
CONNECTED TO		MDB-PYRO			NEUTRAL		100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM²)	TYPE	
F1	MACHINE No.1 (เตาLENTON)	4,700	-	-	1	32	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT "Ik" >= 14kA r.m.s	2C-4,G1x4	XLPE	32mm EMT
F2	MACHINE No.2 (เตาLINDBERG)	-	6,800	-	1	40	100		2C-6,G1x4	XLPE	32mm EMT
F3	MACHINE No.3 (เตาLINDBERG)	-	-	6,800	1	40	100		2C-6,G1x4	XLPE	32mm EMT
F4	MACHINE No.4 (เตาทรงกระบอก)	2,000	-	-	1	16	100		2C-2.5,G1x2.5	XLPE	25mm EMT
F5	MACHINE No.5 (เตาGALLENHAMP)	-	3,080	-	1	20	100		2C-4,G1x4	XLPE	32mm EMT
F6	MACHINE No.6 (เตาBURRELL)			2,280	1	16	100		2C-2.5,G1x2.5	XLPE	25mm EMT
F7	MACHINE No.7 (เตาอบHERAEUS)	5,060	-	-	1	32	100		2C-4,G1x4	XLPE	32mm EMT
F8	MACHINE No.8 (เตาอบBLUE M)	-	1,900	-	1	16	100		2C-2.5,G1x2.5	XLPE	25mm EMT
F9	MACHINE No.12 (เตาแก๊สซีพีเคชั่น)	1,690	1,540	1,540	3	20	100		4C-2.5,G1x2.5	XLPE	25mm EMT
F10	SPARE	-	-	-	1	32	100		-	-	-
F11	SPARE	-	-	-	3	40	100		-	-	-
TOTAL		13,450	13,320	10,620	MAIN CB			MAIN FEEDER			RACEWAY
CONNECTED LOAD (VA)		37,390			3P 100AT / 100AF IC >= 14kA at 415 V			4x25,G1x10 mm2 XLPE			CABLE TRAY 400
90 % DEMAND LOAD (VA)		33,651									

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER

- ☒ 3 @ 100A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY

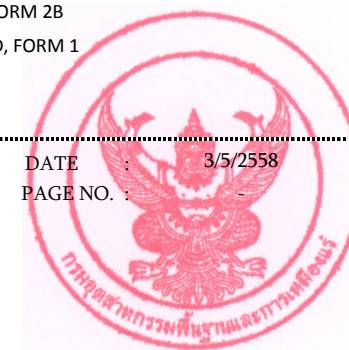
- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :

PROJECT : -
 PROJECT NO. : -

INITIAL : RK
 REVISION : A

DATE : 3/5/2558
 PAGE NO. : -

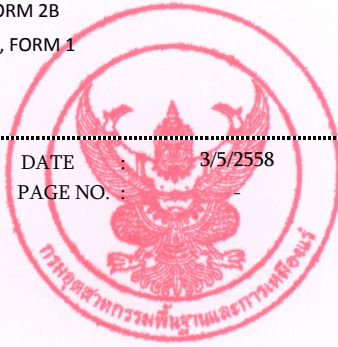


LOAD SCHEDULE		415/240 V. DISTRIBUTION BOARD									
NAME		: DB-P2			LOCATION		: อาคาร PYROMETALLURGY				
CAPACITY (FDR.)		: 4			MAIN BAR		: 700A				
CONNECTED TO		: MDB-PYRO			NEUTRAL		: 100% ; GROUND : 25%				
FEEDER NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACEWAY
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE	
F1	MACHINE No.9 (เตาINDUCTION)	100,000	100,000	100,000	3	630	630	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT "I" k >= 18kA rms	3x300,N1x240,G1x50	XLPE	CABLE TRAY 200
F2	MACHINE No.10 (เตาINDUCTION)	6,670	6,670	6,670	3	40	100		4C-6,G1x4	XLPE	40mm EMT
F3	MACHINE No.11 (เตาโรตารี)	2,000	2,000	2,000	3	16	100		4C-4,G1x2.5	XLPE	40mm EMT
F4	SPARE	-	-	-	3	80	100		-	-	-
TOTAL		108,670	108,670	108,670	MAIN CB			MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		326,010			3P 700AT / 800AF			2(3x185,N1x120),G1x 50 mm2 XLPE		CABLE TRAY 400	
90 % DEMAND LOAD (VA)		293,409			IC >= 14kA at 415 V						

ACCESSORIES :

- ☒ 1 @ (0-500 V) VOLTMETER
☒ VOLTMETER SELECTOR SWITCH
☒ 3 @ 5A FUSE
☒ PILOT LAMP R Y B
☐ DIGITAL METER
- ☒ 3 @ 700A / 5A CT.
☒ AMMETER SELECTOR SWITCH
☐ KW METER
☐ KWH METER
☐ GROUND FAULT RELAY
- ☒ IP 31
☒ WALL MOUNTED, FORM 1
☐ FLOOR MOUNTED, FORM 2B
☐ RECESSED MOUNTED, FORM 1

REMARKS :			
PROJECT :	-	INITIAL :	RK
PROJECT NO. :	-	REVISION :	A



DATE : 3/5/2558
PAGE NO. : -

LOAD SCHEDULE : 3phase, 4wire, 230/400												
NAME		: LP-P1			LOCATION		: อาคาร PYROMETALLURGY					
CAPACITY (CCT.)		: 30			MAIN BAR		: 100A					
CONNECTED TO		: MDB-PYRO										
CCT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER				CONDUCTOR		RACE WAY (MM)	
		R	Y	B	POLE	AT	AF	IC	SIZE (MM ²)	TYPE		
1	L : ชั้น1 : ห้องทำงาน,LAB,ห้องน้ำ	800			1	16	100	SYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT: I _k >= 6kA _{r.m.s.}	2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
3	L : ชั้น2 : ห้องประชุม		680		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
5	L : ชั้น1 : OUTDOOR LIGHTING			210	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
7	L : ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,400			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
9	L : ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่		1,400		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
11	L : ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,400	1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
13	LIGHTING PANEL-L1	1,120			1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 EMT	
15	O : กล้องCCTV		180		1	16	100		2x2.5,G1x2.5	IEC01	15 IMC	
17	SPARE			-	1	16	100		-	-	-	
19	SPARE	-			1	20	100		-	-	-	
21	SPARE		-		1	20	100		-	-	-	
23	SPARE			-	1	20	100		-	-	-	
25	SPACE	-			-	-	-		-	-	-	
27	SPACE		-		-	-	-		-	-	-	
29	SPACE			-	-	-	-		-	-	-	
31												
33												
35												
37												
39												
41												
2	O : ชั้น1 : สำนักงานและLAB	1,800			1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
4	O : ชั้น2 : ห้องประชุม		1,800		1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
6	O : ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่			1,260	1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
8	O : ชั้น1 : ประลองบดแต่งแร่	1,080			1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
10	J : Motor ประตูรถไฟฟ้า		1,500		1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
12	J : Motor ประตูรถไฟฟ้า			1,500	1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
14	J : Motor ประตูรถไฟฟ้า	1,500			1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 EMT
16	S : CDU 24000BTU ห้องLAB		2,800		1	32	100			2x6,G1x4	IEC01	15 IMC
18	S : CDU 18000BTU ห้องทำงาน			2,200	1	20	100			2x4,G1x2.5	IEC01	15 IMC
20	S : CDU 24000BTU ห้องประชุม	2,800			1	32	100			2x6,G1x4	IEC01	15 IMC
22	S : CDU 24000BTU ห้องประชุม		2,800		1	32	100			2x6,G1x4	IEC01	15 IMC
24	SPARE			-								
26	SPACE	-			-	-	-			-	-	-
28	SPACE		-		-	-	-			-	-	-
30	SPACE			-	-	-	-			-	-	-
32												
34												
36												
38												
40												
42												
TOTAL		10,500	11,160	6,570	MAIN CB				MAIN FEEDER		RACEWAY	
CONNECTED LOAD (VA)		28,230			3 P 80 AT / 100 AF				4x25,G1x10 mm2 XLPE		WIREWAY	
90 % DEMAND LOAD (VA)		25,407			IC >= 14 kA at 415 V							

L : LIGHTING ; O : OUTLET ; J : JUNCTION BOX ; * : ELCB 30mA ; S : SAFETY SWITCH

PROJECT : -

INITIAL : RK

DATE : 3/5/2558

PROJECT NO. : -

REVISION : O

PAGE NO. : -

