

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

โครงการก่อสร้างนิทรรศการกลางแจ้งอนุรักษ์พลังงานตามรอยพระราชดำริ 1 ชุด
องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

งานวิศวกรรม งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร

จัดเตรียมโดย



บริษัท สถาปนิกหนึ่งร้อยสิบ จำกัด

3388/70-71 ชั้น 20 อาคารสิรินรัตน์ ถนนพระรามสี่ แขวงคลองตัน เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทร. 02-367-5788 โทรสาร 02-367-5074

คำนำ

รายการประกอบแบบฉบับนี้ เป็นรายการมาตรฐานสำหรับการก่อสร้าง หากพบว่า รายละเอียด, ข้อกำหนด, ข้อปฏิบัติใด ๆ ที่มีอยู่ในเล่มนี้ไม่ปรากฏอยู่หรือแสดงไว้ในรูปแบบ หรือแบบแปลน หรือไม่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างในครั้งนี้ ให้ถือว่ารายละเอียด, ข้อกำหนด, ข้อปฏิบัติใด ๆ เหล่านั้นไม่ใช่ และเป็นการเตรียมไว้สำหรับงานที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต (หากมีขึ้น)

การก่อสร้างอาคาร หากต้องมีการแก้ไขปรับปรุงหรือรื้อถอน สิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่มีอยู่เดิม จำเป็นต้องดำเนินการโดยระมัดระวังเป็นพิเศษ ไม่ให้เกิดปัญหาจากการรื้อถอนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรื้อถอนตัดแปลงอาคารเดิมที่รูปแบบระบุไว้ให้คงไว้ให้อยู่ในสภาพแข็งแรง มั่นคง สมบูรณ์ดี ก่อนที่จะตัดแปลงปรับปรุง ตามรูปแบบใหม่ที่ปรากฏในรูปแบบและรายการประกอบแบบต่อไป

ถ้ารายละเอียดขัดแย้งกัน (หากมี) ระหว่างรายการ – รูปแบบ – รายละเอียดที่กำหนดในแบบแปลนแต่ละประเภทงาน หรือกับเอกสารรายละเอียดประกอบแบบ หรือหากเกิดข้อสงสัยในแบบรูป รายการ ฯลฯ ให้ผู้รับจ้างติดต่อขอคำวินิจฉัยได้ที่ กองกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักวิศวกรรมและการผลิตสื่อ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ โทร. 02-577-9999 โดยให้ผู้รับจ้างยึดถือคำวินิจฉัยนั้นเป็นที่สิ้นสุด

สารบัญ

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง งานวิศวกรรม งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร
โครงการ ก่อสร้างนิทรรศการกลางแจ้งอนุรักษ์พลังงานตามรอยพระราชดำริ 1 ชุด

หน้า

หมวด ก. ข้อกำหนด และขอบเขตทั่วไป (General Specification)

1ก. นิยาม และคำจำกัดความ (Definition)	1
2ก. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (SCOPE OF SPECIFICATION)	2

หมวด ข. รายการข้อกำหนดทางเทคนิค

1ข. ระบบกระจายสายแรงต่ำ (LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEM)	16
2ข. ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM)	31
3ข. โคมไฟ และโคมแสงสว่างฉุกเฉิน	36
4ข. สวิตช์ไฟ (SWITCH), ปลั๊ก (RECEPTACLE)	40
5ข. การจัดทำ COMMISSIONING, TEST	41

หมวด ค. รายการวัสดุ และอุปกรณ์ ที่อนุมัติให้ใช้

1ค. รายการอุปกรณ์วัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้	45
---	----

ภาคผนวก

ภาคผนวก A

หมวด ก. ข้อกำหนด และของเขตทั่วไป (General Specification)

1ก. นิยาม และคำจำกัดความ (Definition)

ผู้ว่าจ้าง	หมายถึง “องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ” เจ้าของโครงการที่ได้ลงนามในสัญญาจ้าง
คณะกรรมการตรวจการจ้าง	หมายถึง คณะบุคคลซึ่งผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนตรวจรับงานมีอำนาจหน้าที่สั่งการได้ ตามที่ได้รับมอบหมาย
ผู้ออกแบบ	หมายถึง สถาปนิก/วิศวกรผู้มีอำนาจซึ่งปรากฏในแบบ และในเอกสาร ต่าง ๆ ในฐานะเป็นผู้ออกแบบ และกำหนดรายการก่อสร้าง
ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง	หมายถึง บุคคล หรือคณะบุคคลที่ประจำหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้มีหน้าที่ควบคุม/ตรวจสอบงานก่อสร้างแทนผู้ว่าจ้าง มีอำนาจหน้าที่สั่งการได้ตามที่ได้รับมอบหมาย
ผู้รับจ้าง	หมายถึง บุคคล คณะบุคคล นิติบุคคล ซึ่งเป็นผู้ทำการงานก่อสร้าง มีหน้าที่ก่อสร้าง/ปรับปรุงอาคารให้แล้วเสร็จเรียบร้อย สวยงาม ตามสัญญา
ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้าง	หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ความสามารถในงานก่อสร้าง ซึ่งผู้รับจ้างแต่งตั้งและมอบอำนาจ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมดูแลงานก่อสร้าง สั่งงาน และประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ
การอนุมัติหรือเห็นชอบ	หมายถึง การรับรอง หรือการยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษรในข้อที่ตกลงกัน จากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ
คำสั่ง	หมายถึง การสั่งการให้ปฏิบัติตามจุดประสงค์ที่ต้องการของเจ้าของงานที่เป็นลายลักษณ์อักษร และ ให้รวมคำบอกกล่าวที่เป็นวาจา ซึ่งมีผลบังคับแทนคำสั่ง โดยจะเป็นลายลักษณ์อักษรตามมาภายหลัง
หรือเทียบเท่า	หมายถึง เทียบเท่าทั้งคุณภาพ และราคา
คุณภาพเทียบเท่า	หมายถึง ให้มีคุณภาพน้อยที่สุดต้องเทียบเท่ากับที่ระบุในแบบ
งานก่อสร้าง	หมายถึง งานต่าง ๆ ที่ได้รับระบุในแบบก่อสร้าง รายละเอียดประกอบรายการก่อสร้าง และเอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงานประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ไม่ถูกต้อง	หมายถึง ไม่เป็นไป หรือไม่ตรงตามรายละเอียดที่ระบุ ในแบบ หรือรายการประกอบแบบก่อสร้าง หรือ หลักวิชาช่างที่ ดี
งานเสร็จสมบูรณ์	หมายถึง งานแล้วเสร็จครบถ้วนตามรูปแบบ และเงื่อนไขสัญญา ซึ่งผู้ว่าจ้างได้ลงนามรับมอบงานลายลักษณ์อักษรแล้ว โดยไม่มีเงื่อนไข

2ก. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (SCOPE OF SPECIFICATION)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง ทดสอบ และตรวจรับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และการบริการดูแลการทำงาน of เครื่องจักร วัสดุและอุปกรณ์ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้งานระบบไฟฟ้า และสื่อสารเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ดังแสดงไว้ในแบบประกอบประกอบสัญญา และ/หรือรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ และเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมายของผู้ว่าจ้างอย่างเรียบร้อยและเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ มีข้อขัดแย้งกัน และ/หรือแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ให้ผู้รับจ้างแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานทราบในทันที โดยระบุข้อขัดแย้งหรือข้อแตกต่างให้เป็นที่ชัดเจนและให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาด ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นหากกระทำไปผิดจากการวินิจฉัยของวิศวกร

2.1 แบบประกอบสัญญา (DRAWINGS) แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาระบบวิศวกรรม เป็นเพียงแผนผัง และหลักการแสดงการทำงานของระบบตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ในการติดตั้งจริงผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และแบบงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วยกรณีที่จำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบเดิมที่กำหนดไว้ เพื่อให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอเพื่อการขออนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงานก่อนการแก้ไข และจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

2.2 มาตรฐาน และข้อบังคับ (STANDARD AND CODE)

2.2.1 “ข้อกำหนดทั่วไป” หรือ “เงื่อนไขทั่วไป” ของรายละเอียดประกอบแบบสถาปัตยกรรม ถือว่าครอบคลุมถึงงานในสัญญานี้ด้วย

2.2.2 กรณี มิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ข้อกำหนด และมาตรฐานทั่วไปของงานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- MEA : METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
- NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
- IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSIONS
- TIS (ม.อ.ก.) : THAI INDUSTRIAL

- อื่น ๆ ที่ระบุ

2.2.3 กรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญาฯ ให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้า ธนบุรี
- สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

2.3 วัสดุ และอุปกรณ์ (MATERIALS AND EQUIPMENT)

2.3.1 วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องส่งเสริมการผลิตภายในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ ของมูลค่าวัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมดตามสัญญาฯ โดยให้จัดทำแผนการใช้วัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมดตามสัญญาฯ ภายใน ๓๐ วัน นับถัดจากวันที่ได้ลงนามในสัญญาฯ ตามแผนการใช้วัสดุที่ผลิตภายในประเทศ หากพัสดุดังกล่าวเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตามข้อมูลบัญชีรายชื่อสินค้า และบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของกรมควบคุมมลพิษ (<http://gp.pcd.go.th>) จะได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ ทั้งนี้ผู้รับจ้างสามารถศึกษารายละเอียด และตัวอย่างเพิ่มเติมได้ ตามหนังสือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุด ที่ กค (กวจ) ๐๔๐๕.๒/ว ๘๙ ลงวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๔ เรื่องแนวทางปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดพัสดุ และวิธีการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุที่รัฐต้องการส่งเสริมหรือสนับสนุน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ.๒๕๖๓

2.3.2 วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้ จะต้องได้มาตรฐานตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียด ข้อกำหนดนี้ และผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของผู้ออกแบบ และผู้ควบคุมงาน

2.3.3 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานติดตั้งนี้ จะต้องมีความปลอดภัย ประสิทธิภาพการทำงาน และอายุใช้งานสูง วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานหรือถูกระงับการใช้งานจากหน่วยงานอื่นมาก่อน และไม่มีการชำรุดบกพร่องใด ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องไม่มีคุณภาพต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ กรณีที่วัสดุและอุปกรณ์ชำรุด หรือเสียหายซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการติดตั้งหรือทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนใหม่ให้มีสภาพที่สมบูรณ์พร้อมที่ใช้งานได้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

2.3.4 ในการเสนอราคาวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในรายการเสนอราคา จะต้องระบุชื่อผู้ผลิต ประเทศที่ผลิต ชื่อทางการค้า และแคตตาล็อกอ้างอิงโดยระบุรุ่น ขนาด และข้อกำหนดทางเทคนิคให้ชัดเจน ซึ่งจัดเตรียมโดยผู้เสนอราคาภายใต้เงื่อนไขการเสนอราคา ในกรณีที่มีการกำหนดชื่อของวัสดุ หรืออุปกรณ์ตั้งแต่สองชื่อขึ้นไป ผู้เสนอราคาสามารถเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุไว้ได้ ในกรณีที่มีข้อขัดแย้งในการเลือกใช้วัสดุ และ

อุปกรณ์ ระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง ให้ถือว่าคำวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง และวิศวกรเป็นการ ชี้ขาด

- 2.3.5 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในแบบ และในรายละเอียดข้อกำหนดที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ หรือแคตตาล็อกพร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน ถ้าผู้รับจ้างสั่งซื้อและ/หรือนำวัสดุ หรืออุปกรณ์ไปใช้งาน โดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้ว ปรากฏว่าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ๆ ไม่ถูกต้องตามแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการรื้อถอนเพื่อเปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์นั่นเอง ทั้งนี้ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ที่ผ่านการอนุมัติจากวิศวกรแล้วจะใช้เป็นมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบกับวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะติดตั้งต่อไป
- 2.3.6 ข้อกำหนดรายละเอียดหรือแบบประกอบสัญญาที่เขียนไว้สำหรับงานที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิด หรือแสดงการติดตั้งแต่อย่างใด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึง วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานติดตั้งแต่ละชิ้นนั้น ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ และอุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่แสดงไว้ในแบบประกอบสัญญา แต่ไม่ได้กำหนด หรือชี้บ่งไว้ในรายละเอียดข้อกำหนด และไม่ได้แสดงไว้ในแบบประกอบสัญญา ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ การติดตั้งทั่วไป และให้ได้คุณภาพแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้โดยตลอดโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 2.3.7 เครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องช่วยผ่อนแรง ที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ในงาน ต้องมีประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และเป็นชนิดที่เหมาะสมรวมทั้งต้องมีจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 2.4 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ (STORE TOOLS AND EQUIPMENTS AND MATERIAIS) ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณสถานที่ก่อสร้างอาคาร เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย จนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว
- 2.5 การตรวจสอบแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนด และเงื่อนไขต่าง ๆ อย่างชัดเจน
- 2.5.1 เมื่อมีข้อสงสัยขัดแย้งหรือข้อผิดพลาดระหว่างแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดต่าง ๆ ให้สอบถามจากวิศวกร หรือผู้ควบคุมงาน และการตีความในข้อขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่าถูกต้องกว่า การใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และครบถ้วนกว่า

- 2.5.2 การคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดอื่นเนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายละเอียดข้อกำหนด จะต้องถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะติดต่อสอบถามวิศวกร เพื่อชี้แจงแก้ไขแบบแปลนให้ถูกต้องก่อนที่จะลงมือทำการก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์ ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วน จากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ การติดตั้งทั่วไปและให้ได้คุณภาพตามต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 2.5.3 ผู้รับจ้างจะต้องศึกษารายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้างพร้อม ๆ กันไปกับแบบวิศวกรรมเครื่องกล (ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ ระบบสุขาภิบาล และป้องกันอัคคีภัย) และระบบไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

2.6 แผนงาน และรายงานความคืบหน้าของงาน (WORKING SCHEDULE AND PROGRESS REPORT)

- 2.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตารางแผนงาน และรายละเอียดประกอบการประสานงานทั้งทางด้านช่าง การขนส่งของ การติดตั้ง และการแล้วเสร็จแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่าง ๆ อันอาจเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดส่งต่อผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานเป็นระยะ ๆ การจัดทำตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ
- 2.6.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานในการทำงาน ระยะเวลาในการติดตั้ง และรายงานความคืบหน้าของงานทุก ๆ เดือนต่อผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานคนละ 1 ชุดในเวลาที่กำหนดโดยผู้ควบคุมงาน จนกว่างานจะแล้วเสร็จ
- 2.6.3 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งจำนวนวิศวกร ช่าง และพนักงานอื่น ๆ ที่จะเข้าทำงานในสถานที่ให้ผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขออนุญาตก่อนเข้าทำงานอย่างน้อย 1 วัน ก่อนทำงาน
- 2.6.4 ผู้รับจ้างจะต้องให้รายละเอียดการทำแผนงาน การทำรายงาน และรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดให้

2.7 แบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWINGS)

- 2.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบเพื่อการก่อสร้างจริง และรายละเอียดงานติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์ (SHOP DRAWING) หรือตามความต้องการของผู้ออกแบบ และหรือผู้ควบคุมงาน ของงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบ และงานอื่น ๆ ยื่นให้กับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 5 ชุด เพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหรือผู้ออกแบบพิจารณา อนุมัติล่วงหน้าก่อนการติดตั้งหรือดำเนินการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน โดยผู้ควบคุมงานจะตรวจสอบ และแจ้งต่อผู้รับจ้างภายใน 7 วัน หากมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขและส่งให้ใหม่ภายใน 7 วัน หลังจากหลังจากที่ได้รับแจ้ง เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจะคืนให้

ผู้ว่าจ้าง 1 ชุด โดยผู้รับจ้างจะอ้างเหตุผล การตรวจพิจารณาอนุมัติแบบใช้งานเพื่อค่าชดเชยใด ๆ และหรือเพิ่มเติมรวมทั้งขอต่ออายุสัญญาไม่ได้

- 2.7.2 ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาทำความเข้าใจ แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และแบบงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบรายละเอียดการติดตั้ง เป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้าง อื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดการของโครงการต้องล่าช้า
- 2.7.3 แบบรายละเอียดการติดตั้ง จะต้องแสดง PLAN VIEW, ELEVATION VIEW และ SECTION ตามความจำเป็น และมีมาตราส่วนตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด โดยแสดงรายละเอียดการติดตั้ง การประกอบ การเสริม การสร้าง การยึดจับขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ ตลอดจนแสดงการสัมพันธ์กับงานระบบอื่น ๆ อย่างสมบูรณ์ ผู้ควบคุมงานมีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใด ของงานระบบที่เห็นจำเป็นเพิ่มเติมได้ และในกรณีแบบรายละเอียดการติดตั้งของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นกำกับ
- 2.7.4 ในการดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามแบบรายละเอียดการติดตั้งที่ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับ และหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น งานส่วนใดก็ตามที่กระทำไปก่อนได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยผู้ควบคุมงานสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และ/หรือให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงงานส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ให้สอดคล้องกับแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดตามข้อกำหนด โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 2.7.5 ผู้ออกแบบ และผู้ควบคุมงาน ไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ SHOP DRAWINGS เพื่อให้สามารถทำงานในขั้นตอนต่อไปได้ การอนุมัตินี้จะไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นสภาพจากการรับผิดชอบต่อการจัดตั้ง และการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของรายละเอียดข้อกำหนด และแบบประกอบสัญญา
- 2.7.6 การอนุมัติรูปแบบและเอกสารต่าง ๆ จากผู้ควบคุมงาน จะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์งานต่าง ๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

- 2.8 แบบที่ติดตั้งจริง (REPRODUCIBLE AS BUILT DRAWING) ในระหว่างการก่อสร้างงานระบบ และประกอบติดตั้งต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องนำแบบใช้งาน (SHOP DRAWING) นั้น มาตรวจสอบ

แก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตรงตามสภาพความเป็นจริงของงานทุกส่วนอีกครั้งหนึ่งและจัดลำดับรวบรวม โดยผู้รับจ้างต้องทำแบบตามที่ติดตั้งจริงแสดงตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง โดยมีมาตราส่วน 1 : 100 สำหรับแบบแปลน และใช้มาตราส่วน 1 : 25 สำหรับแบบขยายรายละเอียดการติดตั้ง จำนวน 3 ชุด เสนอต่อผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบเป็นระยะ ๆ หรือทุกครั้งตามที่ผู้ควบคุมงานจะร้องขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง

ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบงานระบบที่ติดตั้งจริง ให้เสร็จก่อนการปิดผ้าเพดาน การก่อผนังปิด ผนังดิน และภายหลังจากที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแบบที่ติดตั้งจริงที่ลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง

2.9 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายละเอียดข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

2.9.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดอันเนื่องมาจากความจำเป็นในการปฏิบัติงานหรือด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบก่อนดำเนินการ

2.9.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่กำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างต้อง เป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

2.9.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

2.9.4 ในกรณีที่มีการแก้ไข และเปลี่ยนแปลงแบบจากผู้ว่าจ้าง และ/หรือวิศวกร และ/หรือผู้ควบคุมงาน ก่อนที่ผู้รับจ้างจะปฏิบัติงานและติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องานที่เกี่ยวข้อง และที่อาจดำเนินการไปแล้ว พร้อมทั้งแจ้งผลดังกล่าว (หากมี) ให้ผู้ว่าจ้าง วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานทราบทันที มิฉะนั้นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจะเป็นภาระของผู้รับจ้าง

2.9.5 ในกรณีที่มีการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงแบบจากผู้ว่าจ้าง และ/หรือวิศวกร และ/หรือผู้ควบคุมงาน เพื่อให้งานติดตั้งระบบเหมาะสมกับสภาพหรือสถานที่ก่อสร้าง และ/หรือ เป็นการแก้ไขในรายละเอียดปลีกย่อย ให้ผู้รับจ้างสามารถจัดทำเป็นแบบ SHOP DRAWINGS เสนอเพื่อการอนุมัติ และติดตั้งต่อไปได้

2.10 การใช้พลังงานไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่น ๆ ระหว่างการก่อสร้าง

- 2.10.1 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ และรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปา และท่อน้ำอื่น ๆ รวมทั้งมาตรวัดต่าง ๆ ชั่วคราว ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายขณะใช้งานด้วย
- 2.10.2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในข้อ 2.10.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่าง การก่อสร้าง จนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- 2.10.3 การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว จะต้องกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม ภายหลังจากการส่งมอบงานแล้ว ถ้าหากมีสิ่งใดบกพร่องเสียหายขณะรื้อถอนยังคงอยู่ใน ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน
- 2.10.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับแสงสว่าง และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือการตรวจสอบของ ผู้ควบคุมงาน ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งดวงโคมสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 2.10.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ดับเพลิง ติดตั้งในบริเวณต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานอย่าง เพียงพอ
- 2.11 การตรวจสอบผลงาน (INSPECTION)** วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานมีอำนาจสั่งให้ผู้รับจ้างเปิด หรือ รื้องานส่วนใด ๆ ที่ไม่อาจตรวจสอบจากภายนอกได้เพื่อตรวจสอบ หรือสั่งให้ผู้รับจ้างดำเนินการ ทดสอบวัสดุหรือสิ่งของใด ๆ หรืองานส่วนใด ๆ ที่ได้ทำไปแล้วได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดย มิ ชักช้าเมื่อได้รับรายการคำสั่ง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด เพื่อ การตรวจสอบหรือใช้งานดังกล่าวรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้คืนสภาพ ถ้าผลการตรวจสอบ หรือทดสอบ ปรากฏว่างานดังกล่าวไม่มีคุณสมบัติเพียงพอ ผู้รับจ้างต้องยอมรับ และดำเนินการ แก้ไข โดยมีชักช้าเมื่อได้รับรายการ ให้แก้ไขข้อบกพร่องในการติดตั้ง และการปฏิบัติงานจากผู้ ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบ ต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้นแต่ทั้งนี้จะต้องไม่เป็นการกระทำที่ ปราศจากเหตุอันควร
- 2.12 การทดสอบ และการปรับแต่งระบบ**
- 2.12.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการทดสอบและปรับแต่งระบบ และจะต้องแก้ไขปรับปรุง ระบบตามความจำเป็น เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ตามแบบประกอบสัญญา และ รายละเอียดข้อกำหนดทุกประการ
- 2.12.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้ง จัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการใช้งาน (OPERATION MANUAL) เสนอ ผู้ ควบคุมงาน ก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 15 วัน

- 2.12.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชา และข้อกำหนด โดยอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด และขณะทดสอบต้องมีผู้แทนของผู้ว่าจ้าง และ/หรือผู้ควบคุมงาน อยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย รายงานข้อมูลในการทดสอบให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ก่อนทำการทดสอบ และหลังการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ ผู้ควบคุมงาน จำนวน 5 ชุด
- 2.12.4 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทำทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 2.12.5 ภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดเพื่อกำจัดฝุ่น และสิ่งสกปรก ซึ่งอาจก่อความเสียหายกับระบบให้เรียบร้อย และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร และผู้ควบคุมงานก่อนทำการส่งมอบงาน

2.13 คู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์

- 2.13.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำคู่มือรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการใช้งานและรายการรายละเอียดของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่น ๆ ในลักษณะเล่มหนังสือ (และอาจเป็นแบบแผ่นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ด้วย) เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ โดยจะต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน จำนวน 5 ชุด
- 2.13.2 คู่มือทั้งหมดตามข้อ 2.13.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งร่างเสนอให้ผู้ควบคุมงาน 1 ชุดเพื่อทำการตรวจสอบ และอนุมัติก่อนการจัดทำจริง
- 2.13.3 บทความโฆษณาของผู้ผลิต หรือแคตตาล็อก ไม่ถือว่าเป็นคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา
- 2.13.4 รายละเอียดภายในคู่มือ ให้ประกอบด้วยรายละเอียดเป็นหมวดๆ ไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้
- หมวดที่ 1 ประกอบด้วย รายละเอียดอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ
 - หมวดที่ 2 ประกอบด้วย การทำงานของระบบ และวิธีการใช้งาน
 - หมวดที่ 3 ประกอบด้วย ข้อมูลทางเทคนิค และแคตตาล็อกของ อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ พร้อมรายชื่อบริษัท ตัวแทนจำหน่าย ชื่อผู้ติดต่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์
 - หมวดที่ 4 ประกอบด้วย รายงานผลการทดสอบระบบ
 - หมวดที่ 5 ประกอบด้วย รายละเอียดของการติดตั้ง การตรวจสอบ ระหว่างการ ใช้งาน การซ่อมบำรุงรักษา
 - หมวดที่ 6 ประกอบด้วย สาเหตุการชำรุด บกพร่อง หรือใช้งานไม่ได้ และการแก้ไขของ อุปกรณ์ในระบบเบื้องต้น

2.14 การส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน หรือไม่น้อยกว่า 1 วัน และจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ควบคุมงานว่าเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดทุกประการ รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานและถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- แบบที่ติดตั้งจริง ตามรายละเอียดในหัวข้อ 1 - 10
- คู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ ตามรายละเอียดในหัวข้อ 1 - 15
- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ซึ่งทางโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่าง ๆ สำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ในการทดสอบเครื่องและตรวจรับมอบงาน จะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

การส่งมอบงาน มิได้หมายถึง การพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบภายหลังจากการส่งมอบงานแล้ว ปรากฏว่าวัสดุและอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างนำมาใช้งานและติดตั้งในระบบไฟฟ้า และสื่อสาร ไม่เป็นไปตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า และสื่อสาร และ/หรือไม่ได้รับการอนุมัติให้นำไปใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนแปลง และแก้ไขให้ถูกต้องและเป็นไปตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดนี้ทุกประการทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างโดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายใด ๆ ไม่ได้ทั้งสิ้น

2.15 การรับประกัน และการซ่อมบำรุงรักษา

2.15.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกัน และรับผิดชอบ หากมีข้อบกพร่องใด ๆ ปรากฏขึ้นในงานตามข้อรายละเอียดกำหนดนี้ หรือหากปรากฏว่าระบบหรืออุปกรณ์ใด ๆ ไม่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามแบบประกอบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนด หรือทำให้ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างเสียหาย ไม่ว่าโดยทางตรงหรือทางอ้อมที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ควบคุมงานออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน (CERTIFICATE OF PRACTICAL COMPLETION) ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขให้เรียบร้อยสมบูรณ์โดยด่วน โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากผู้รับจ้างไม่จัดการแก้ไขให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในเวลาอันสมควร ตามที่วิศวกร และผู้ควบคุมงานของฝ่ายผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด ผู้ว่าจ้างอาจจัดให้ผู้อื่นทำการแก้ไขแทนผู้รับจ้าง โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นที่เกิดจากการแก้ไขนั้น

2.15.2 ในช่วงเวลา 2 ปี นับจากวันที่ผู้ว่าจ้างออกใบรับรองแสดงการเสร็จเรียบร้อยของงาน ผู้รับจ้างจะต้องมาตรวจบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกเดือนอาทิ เช่น การตรวจวัดกำลังไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และการตรวจความสมบูรณ์ของรอยต่อสำคัญของระบบไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น BUSDUCT และ BUSBAR ตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำ เป็นต้น

2.16 การฝึกอบรมช่างของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำและฝึกอบรมช่างของผู้ว่าจ้างให้สามารถใช้งาน และบำรุงรักษาระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับการตรวจรับมอบงานแล้ว

2.17 งานที่เกี่ยวข้องต่อเนื่องก่อสร้าง

2.17.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ และกำหนดตำแหน่งที่ในงานระบบท่อน้ำ ท่อลม ท่อร้อยสายไฟฟ้า และชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องผ่านคานากำแพง พื้นคอนกรีต หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ และจัดเตรียมวางท่อปลอก (SLEEVE) หรือกรอบสี่เหลี่ยม (BLOCK OUT) รวมถึงงานก่อสร้างในการวางท่อปลอก และกรอบสี่เหลี่ยม สำหรับช่องต่าง ๆ ที่ต้องการไว้ก่อนที่งานก่อสร้างจะไปถึง

2.17.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการปิดช่องท่อและช่องเปิดต่าง ๆ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์งานระบบ หลังจากได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ และท่อแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องท่อดังกล่าวให้เรียบร้อย ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ หรือท่อกับท่อปลอกหรือกรอบสี่เหลี่ยม ที่อยู่ในโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟต้องอุดแน่นด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.17.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแท่นเครื่อง และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการ และให้มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนัก และทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำแท่นเครื่อง อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และต้องจัดทำรายละเอียดต่าง ๆ ของแท่นเครื่องเช่น ขนาดน้ำหนัก และตำแหน่ง เป็นต้น เสนอผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า ก่อนการจัดทำแท่นเครื่องไม่น้อยกว่า 10 วัน การให้ข้อมูลผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วน อันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

2.17.4 ในการติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ ห้ามผู้รับจ้างตัดหรือเจาะส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้าง หรือส่วนตกแต่งของอาคารก่อนที่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

2.17.5 ในกรณีที่ผู้รับจ้างมิได้กำหนดตำแหน่งที่ท่อผ่านโครงสร้างไว้หรือกำหนดไว้ผิดที่ และต้องทำการเจาะหรือตกแต่งสิ่งก่อสร้างใหม่ ไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งหมด

2.17.6 สำหรับท่อปลอก (SLEEVE) ที่ผ่านกำแพงภายในนั้น ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL PIPE) SCHEDULE 40 หรือ BS 1387 CLASS MEDIUM โดยมี

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อที่ไม่มีฉนวนความร้อน หรือใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ เมื่อรวมฉนวนความร้อนแล้ว 1 ขนาดท่อ และทำการอุดช่องว่างระหว่างท่อกับท่อปลอก (SLEEVE) ด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

- 2.17.7 ท่อต่าง ๆ ที่ผ่านผนังและพื้นที่กันน้ำซึม รวมกรณีของท่อเข้าออกบ่อเก็บกักน้ำให้ใช้ท่อ STAINLESS STEEL SCH. 40 ที่มีแผงสกัดน้ำ (WATER STOP) ตามแบบฝังไว้ในผนังหรือพื้น และใช้เป็นส่วนของท่อได้
- 2.17.8 FLUSHING สำหรับพื้นและหลังคาจะต้องใช้ FLUSHING RINGS และจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร และผู้ควบคุมงาน
- 2.17.9 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัด/ปะ โครงสร้าง เพื่อติดตั้งท่อ และอุปกรณ์งานระบบให้เป็นไปตามแบบ SHOP DRAWINGS ที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการฯ และ/หรือผู้ควบคุมแล้วเท่านั้น ห้ามทำการตัด/ปะ โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว หากจะกระทำต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนเท่านั้น
- 2.17.10 เมื่อมีท่อต่าง ๆ ที่โผล่หรือทะลุผ่านฝ้าผนัง พื้น หรือแผงกันห้อง ที่มองเห็นจะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อ หรืออุปกรณ์กับท่อปลอก และต้องครอบด้วย ESCUTEHEONS PLATES ที่ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม หรือทาสี ให้เข้ากับพื้นผิวบริเวณนั้น ๆ โดยให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด และเมื่อติดตั้งแล้วต้องสวยงามเรียบร้อยปราศจากรอยชำรุดใด ๆ
- 2.17.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ ACCESS DOOR หรือช่องทางเข้าถึงเครื่องจักร และอุปกรณ์เพื่อให้ทำการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยสะดวก
- 2.17.12 ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องเป็นผู้ทำการขุดดิน และตบแต่งดินหลังจากการขุดในงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า และสื่อสาร
- 2.17.13 งานท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งในบริเวณพื้นที่ CARPARK ชั้มหลังคา และบริเวณอื่น ๆ ที่งานสถาปัตยกรรมกำหนดให้ทาสีสอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรมนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการทาสีให้ทั้งหมด โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
ถ้ามีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น งานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ปรากฏอยู่บนผนัง ให้ผู้รับจ้างทำการ ฝังผนังทั้งหมด ไม่มีการติดตั้งลอย

2.18 ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

- 2.18.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่สำรวจและตรวจสอบสถานที่ก่อสร้าง โดยต้องศึกษา และเข้าใจถึงลักษณะและสภาพของสถานที่ที่จะก่อสร้าง รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี หากเกิดปัญหาระหว่างการก่อสร้างและติดตั้งระบบอันเนื่องมาจากข้อมูลดังกล่าว ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลดังกล่าวไม่ได้

- 2.18.2 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัยรวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง
- 2.18.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน การติดตั้ง และทดลองเครื่อง
- 2.18.4 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่าง ๆ ให้สะอาดเรียบร้อย และอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา
- 2.18.5 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เจียบ และสิ้นสื่อน้อยที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีผลกระทบกระเทือนต่อคน หรืองานอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง
- 2.18.6 เมื่อผู้รับจ้าง ได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนรื้อถอน อาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่จนสิ้นเชิง สิ่งใดที่ต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน
- 2.18.7 ผู้รับจ้างต้องจำกัดขอบเขตสถานที่ก่อสร้าง ไม่ให้เกิดการล่วงล้ำ หรือบุกรุกเข้าไปในสถานที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง ไม่นำอุปกรณ์ วัสดุ เครื่องมือต่าง ๆ ไปกีดขวางทางสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป และดูแลป้องกันไม่ให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่น ขณะเดียวกันป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาดทั้งในและนอกเวลาปฏิบัติงาน รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะ และสาธารณูปโภค หากเกิดความเสียหายขึ้นผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสภาพเดิมก่อนเสียหาย รวมทั้งเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมด

มาตรการความปลอดภัย และมาตรการป้องกันอัคคีภัย จะต้องปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความระมัดระวังอย่างยิ่งในการใช้งานวัสดุที่มีความไวไฟ การทำงานที่เกี่ยวข้องกับประกายไฟ และวัสดุมีพิษจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

- 2.19 **การสกัดเจาะ และอื่น ๆ** ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบในการตัดเจาะในบริเวณที่จำเป็นที่ติดตั้งอุปกรณ์งานระบบ เช่นการเจาะผนัง พื้น และฝ้าเพดานเป็นต้น โดยการตัดเจาะต่าง ๆ จะต้องจัดทำอย่างระมัดระวังอย่างรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร ความเรียบร้อยของงานสถาปัตยกรรม และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป ทั้งนี้จะต้องแจ้งและจัดทำแบบเสนอให้ผู้ควบคุมงานทราบ ก่อนการดำเนินการตัดเจาะทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการตัดเจาะสกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ส่วนที่ตัดเจาะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมให้เหมือนเดิมทุกประการ
- 2.20 **การควบคุม และดูแลคนงาน** ผู้รับจ้างจะต้องให้คำแนะนำแก่คนงานในการก่อสร้าง และติดตั้งวัสดุเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ต้นจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง หรือโดยการแนะนำของผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้บุคลากรผู้ควบคุม

งานของผู้รับจ้าง และคนงานชุดเดิมตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ โดยที่หากมีการเปลี่ยนแปลงบุคลากร จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานก่อนที่จะดำเนินการ

2.21 การประสานงานร่วมกับผู้รับจ้างงานระบบอื่น ๆ

- 2.21.1 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานระบบอื่น ๆ (ถ้ามี) เพื่อให้งานดำเนินไปโดยเรียบร้อย และตามแผนงานที่ทางโครงการกำหนด โดยจะต้องให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้รับจ้างงานระบบอื่น ๆ (ถ้ามี) ตามความจำเป็น
- 2.21.2 ผู้รับจ้างจะต้องให้ความร่วมมือในการกำหนดแผนงาน และการปฏิบัติงานต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับผู้รับจ้างรายอื่น ๆ (ถ้ามี) การไม่ให้ความร่วมมือของผู้รับจ้างทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับโครงการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผู้รับจ้าง
- 2.21.3 ผู้รับจ้างจะต้องขนย้ายขยะ สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ออกจากพื้นที่ที่ผู้รับจ้างปฏิบัติงานทุกวัน เพื่อให้รบกวนการทำงานของผู้รับจ้างรายอื่น ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายขยะและสิ่งปฏิกูล เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2.22 ตัวแทนของผู้รับจ้าง หรือวิศวกรประจำหน่วยงาน

- 2.22.1 ผู้รับจ้างต้องแต่งตั้งตัวแทนผู้มีอำนาจ เป็นผู้แทนประจำหน่วยงาน โดยต้องเป็นวิศวกรที่มีคุณวุฒิ และความสามารถในสายงาน และต้องมีใบรับรองจาก กว. ว่าเป็นวิศวกรระดับสามัญวิศวกรในสาขาที่เกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี
- 2.22.2 วิศวกรตัวแทนของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และควบคุมการติดตั้งงานระบบให้ถูกต้อง เป็นไปตามแบบประกอบสัญญา และรายการข้อกำหนดกฎหมายและพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องและถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยต้องเป็นผู้ลงนามควบคุมงานระบบที่เกี่ยวข้องเพื่อยื่นต่อราชการด้วย
- 2.22.3 วิศวกรตัวแทนของผู้รับจ้าง วิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้รับจ้างให้มาประจำหน่วยงานต้องสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนมากเพียงพอสำหรับปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จทันตามหมายกำหนดการของโครงการ
- 2.22.4 วิศวกรตัวแทนของผู้รับจ้าง มีหน้าที่ต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงาน ซึ่งจัดขึ้นโดยผู้รับจ้างงานอาคาร หรือผู้ควบคุมงาน โดยผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี
- 2.22.5 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนบุคลากรผู้ควบคุมงาน หรือตัวแทนของผู้รับจ้าง ที่เห็นว่าไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงาน และประสานงานกับผู้อื่นได้ไม่ดีพอ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับโครงการได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนบุคลากรใหม่ และต้องเป็นผู้มีความสามารถเพียงพอมาปฏิบัติงานแทนทันที ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

2.23 การติดต่อประสานงาน และคำดำเนินการ

- 2.23.1 กรณียังมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างมีหน้าที่ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานราชการ หรือเอกชนที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ผู้รับจ้างรับผิดชอบอยู่ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินการรวมถึงค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานราชการ หรือเอกชนที่เกี่ยวข้อง ยกเว้นค่าประกันมีเตอร์ถาวรให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 2.23.2 ให้รวมการขออนุญาตการไฟฟ้า โดยผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการเซ็นรับรองเป็นผู้ออกแบบแทน รวมทั้งทำรายการคำนวณและทำแบบแปลนขออนุญาตต่อการไฟฟ้า
- 2.23.3 ในการควบคุมงานก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องมีหน้าที่ในการเซ็นรับรองเป็นผู้ควบคุมงานแทนผู้ออกแบบ

2.24 ป้ายเครื่องมือของวัสดุ และอุปกรณ์

- 2.24.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ป้ายชื่อ สีพ่น เป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายแสดงต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ
- 2.24.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำ และแกะสลักตัวอักษรสีขาว ขนาดโตอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง ป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร
- 2.24.3 สีที่ใช้พ่นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้เป็นสีแบบ ACRYLIC ที่มีคุณภาพดี
- 2.24.4 วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อติดตั้งแล้วสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน จะต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรย่อหรือข้อความที่สั้นง่ายต่อการเข้าใจ
- 2.24.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำป้ายเตือนต่าง ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด โดยแสดงถึงป้ายเตือนว่ามีกระแสไฟฟ้า บริเวณหน้าห้องหม้อแปลง บริเวณตู้ไฟฟ้าทุก ๆ ตู้ โดยรูปแบบให้เสนอผู้ควบคุมงานอนุมัติ ร่างไฟฟ้าทุกรางให้ติดสติ๊กเกอร์ หรือพ่นสีแจ้งว่าเป็นรางระบบอะไร

2.25 เสียง และความสั่นสะเทือน งาน และอุปกรณ์ทุกประเภทของระบบไฟฟ้า และสื่อสาร เมื่อทำงานในทุกสภาวะ จะต้องปราศจากความสั่นสะเทือน และเสียงมายังโครงสร้าง และห้องข้างเคียงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้โดยวิศวกรเป็นผู้วินิจฉัย (ระดับความดังของเสียงไม่ควรเกิน NC45) ความสั่นสะเทือน และเสียงที่เกิดขึ้นเกินกว่าที่วิศวกร และผู้ควบคุมงานยอมรับได้จะต้องได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธี และเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องป้องกันความสั่นสะเทือน โดยความรับผิดชอบเป็นของผู้รับจ้าง

2.26 การขนส่ง

- 2.26.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุอุปกรณ์มายังสถานที่ก่อสร้าง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

- 2.26.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ หรือ เครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง
- 2.26.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความล่าช้า ในการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์หรือ เครื่องมือต่าง ๆ มายังสภาพที่ติดตั้ง

2.27 ความต้องการพิเศษสำหรับโครงการ และคุณสมบัติของผู้รับจ้าง

- 2.27.1 ผู้รับจ้าง งานไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องเลือกและอนุมัติโดยวิศวกร และผู้ว่าจ้าง
- 2.27.2 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องส่งประวัติและรายละเอียดผลงานด้านไฟฟ้า และ สื่อสารมาให้ผู้ว่าจ้าง และวิศวกรพิจารณา
- 2.27.3 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องมีการมีประสบการณ์เกี่ยวกับงานติดตั้งในขอบข่าย ของ งานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร ทุกด้านตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดข้อกำหนดของระบบ ไฟฟ้า และสื่อสาร และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประสบการณ์ของผู้รับจ้างจะต้องได้รับ อนุมัติ และเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างจะต้องมีประกาศนียบัตร ใบรับรองผลงานที่ผ่านมาโดยที่ผู้รับจ้างจะต้องมีผลงาน ระบบไฟฟ้า และสื่อสาร ที่เสร็จ เรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว หรือตามเงื่อนไขที่ผู้ว่าจ้างต้องการ
- 2.27.4 ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องไม่มีชื่อในบัญชีละทิ้งงาน หรือมีผลงานที่ไม่ดี ในงานระบบไฟฟ้า และสื่อสารที่ผ่านมา
- 2.27.5 ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้า และสื่อสาร จะต้องจดทะเบียนเป็นบริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัดหรือ ลักษณะเดียวกัน โดยจะต้องจดทะเบียนจากกรมพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ และจะต้องจดทะเบียนโดยถูกต้องตามกฎหมาย และมีจุดประสงค์สำหรับทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง
- 2.27.6 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบโครงสร้างที่เจาะก่อนดำเนินการและต้องจัดหาวิศวกรโครงสร้าง มาดำเนินการตรวจสอบ ออกแบบคาน และเซ็นรับรองการแก้ไข หรือหากจำเป็นต้องมีการ ติดตั้งโครงสร้างเพิ่มเติมให้ทางผู้รับจ้างคิดอยู่ในขอบเขตงานด้วย ไม่สามารถคิดเป็นงาน เพิ่มเติมได้

หมวด ข. รายการข้อกำหนดทางเทคนิค

1ข. ระบบกระจายสายแรงต่ำ (LOW VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEM)

1.1 PANEL BOARD, SAFETY SWITCH, CIRCUIT BREAKER BOX

1.1.1 PANEL BOARD

- a) PANEL BOARD ทุกแผงจะต้องเป็นแบบ PLUG-IN หรือ BOLT-ON เป็นผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตขึ้นจาก โรงงานที่ผลิต CIRCUIT BREAKER โดยเฉพาะ
- b) PANEL BOARD ที่ระบุกระแส SHORT CIRCUIT มากกว่า หรือเทียบเท่ากับ 10 KAIC ให้เป็นชนิดที่ผลิตภายในประเทศไทยได้ แต่ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบตู้การจัด

วาง CIRCUIT BREAKER, BUS BAR ให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจอนุมัติก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

- c) ขนาด AMPERE TRIP, AMPERE FRAME, MAIN LUGS หรือ MAIN CIRCUIT BREAKER และ INTERRUPTING CAPACITY ของแต่ละแผงต้องมีคุณสมบัติรายละเอียดข้อกำหนดตามแบบแปลนและ LOAD SCHEDULE
- d) ตัวตู้ PANEL BOARD และ CIRCUIT BREAKER จะต้องเป็น STANDARD PRODUCT จากโรงงานผู้ผลิต และผลิตตามมาตรฐานของ UL หรือ NEMA หรือ IEC STANDARD หรือเทียบเท่า
- e) จะต้องติดตั้งตารางหรือผังวงจรเพื่อ แสดงรายละเอียดหน้าที่ของ CIRCUIT BREAKER แต่ละตัวด้านในประตูตู้
- f) CIRCUIT BREAKER ทุกตัวและสายไฟที่ต่อเข้ากับ CIRCUIT BREAKER ทุกเส้น จะต้องติดตั้งหมายเลขชนิดถาวรให้ตรงกับ CIRCUIT นั้น ๆ
- g) NAME PLATE แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย NAME PLATE, NAME PLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ
- h) การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม และติดตั้งบน SUPPORTING ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ (ให้ติดตั้งบน Support เท่านั้น)

1.1.2 DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH

- a) DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE
- b) SWITCH ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ BLADE ทำงานแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- c) ENCLOSURE ตามมาตรฐาน NEMA1, IEC พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กพ่นเคลือบด้วยสี GRAY-BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3R พับจากแผ่นเหล็กชุบ GALVANIZED พ่นเคลือบด้วยสี GRAY - BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง INTER-LOCK กับ SWITCH BLADE โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ BLADE อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น
- d) ขนาด AMPERE RATING จำนวนขั้วสายและจำนวน PHASE ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือตามขนาด PROTECTING EQUIPMENT ที่ต้นทาง
- e) การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึด

โครงสร้างที่แข็งแรง ให้สวิทช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิทช์

1.1.3 CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)

- a) ให้ใช้ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER ที่มี AMPERE TRIP RATING, จำนวน POLE ตามระบุในแบบ
- b) ENCLOSURE เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA, IEC
- c) NEMA 1, IEC พับจาก SHEET STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
- d) NEMA 3 R, IEC พับจาก ZINC COATED STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- e) การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ FLUSH MOUNTING สำหรับในอาคาร และ SURFACE MOUNTED สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนสุด

1.1.4 ระบบท่อร้อยสายไฟ (CONDUIT SYSTEM)

- 1) แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจ และมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง
- 2) แนววางท่อร้อยสายรวมทั้งการตัดสินใจว่าช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้นที่ฝังให้เดินลอยหรือแอบในเพดาน ฯลฯ ได้ออกแบบไว้โดยพิจารณาจากประหยัด ความสะดวกในการติดตั้ง และความสวยงามตามแบบของสถาปนิก แต่ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปนิก และด้านการก่อสร้าง เพื่อสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้เหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง
- 3) ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว
- 4) เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งฝังเฉพาะในคอนกรีต ในพื้นก่อสร้าง (FLOOR SLAB) และที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC)
- 5) เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ ELECTRIC METALLIC TUBING (EMT) ได้
- 6) มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 2 นิ้ว ท่อใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้แบบ IMC

- 7) เมื่อไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือดวงโคมหรือเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT ความยาวไม่ต่ำกว่า 1 ฟุต แต่ไม่เกิน 3 ฟุต เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
- 8) FLEXIBLE CONDUIT จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ
- 9) การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไปรัศมีการโค้งงอต้องเป็นไปตามกฎของ NEC. เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้น เพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้ โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว หรือมากกว่าในกรณีดังกล่าว ให้ใช้ CAST-IRON ANGLE BENDS และ FITTINGS
- 10) ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 2 ครั้งในแต่ละช่วง ระหว่าง OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOXES หากจำเป็นต้องใส่ JUNCTION BOX หรือคอนดูลิท เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 11) ติดตั้งท่อร้อยสายโดยให้มีรอยต่อน้อยที่สุด เมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ COUPLINGS หรือ FITTINGS ชนิดเกลียวใช้ RED LEAD หรือวัสดุ ทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำที่มี ELECTRICAL CONTINUITY การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกัน แนบสนิท และต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
- 12) ต่อท่อ EMT ด้วย COUPLING และ CONNECTOR แบบ "RAINTIGHT" สำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่เปียก เช่น ฝั่ในผนัง, เสาเอ็น, พื้น TOPPING, ห้อง AHU, ห้อง PUMP, ห้อง CHILLER ส่วน PUMP และอื่น ๆ ส่วนการ ฝั่ในเสา พื้นโครงสร้างเสริมเหล็กยังคงใช้เป็นท่อ IMC
- 13) ให้ใช้ EXPANSION COUPLING และ/หรือ EXPANSION FITTING ในการวางท่อ ร้อยสาย ซึ่งมีระยะยาวกว่า 150 ฟุต และ/หรือท่อร้อยสายซึ่งผ่าน EXPANSION JOINTS ของโครงสร้างของอาคาร และ/หรือท่อร้อยสายซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่ง ไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกัน EXPANSION FITTINGS ทุกชนิดต้องมี BONDING JUMPERS
- 14) ความโค้งงอของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอกหรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมาก ๆ จะต้องใช้คอนดูลิท (CONDULET)
- 15) ต้องยึดท่อร้อยสายเข้ากับ BOXES ต่าง ๆ และ PANEL BOARD โดยใช้ LOCK NUT 2 ตัว พร้อมด้วย BUSHING ถ้ารู KNOCK OUT ใหญ่กว่าท่อร้อยสาย จะต้อง

ใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และฝาของ BOXES ฯลฯ ส่วนรูปร่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วย

- 16) การต่อท่อร้อยสายทุกชนิดให้ตรวจสอบว่าเชื่อมต่อมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการใช้ระบบท่อร้อยสายเป็น GROUND-PATH ของระบบไฟฟ้าของอาคาร
- 17) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอย่างรอบคอบว่าการต่อเชื่อม FLEXIBLE CONDUIT และท่อ FLEXIBLE CONDUIT เองมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวน
- 18) การฝังท่อร้อยสายในดินต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว โดยรอบท่อ และท่อต้องใช้ท่อ HDPE PN6 เท่านั้น การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐาน
- 19) ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรง ทุกระยะไม่เกิน 10 ฟุต และไม่เกิน 1 ฟุต จาก BOXES หรือ PANEL BOARD โดยอุปกรณ์ ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือโดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน
- 20) ระหว่างการก่อสร้าง และเทคอนกรีตท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีตต้องถูกกระชับให้แน่นโดยวิธีเหมาะสม และไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านก่อสร้าง เมื่อมี STUB-UPS เหล่านั้นไว้ให้แนบระยะห่างระหว่าง STUB-UPS ต้องให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย STUB-UPS เข้ารูด้านข้างของ OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOX โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด STUB-UPS ในภายหลัง
- 21) ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดานจะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่ในพื้น SLAB ห้ามเดินโดยวางอยู่กับฝ้าเพดาน หรือห้อยอยู่กับพื้น SLAB
- 22) เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตัดปลายไว้ด้วยสี ENAMEL เพื่อกันสนิม และปิดปากท่อด้วยปลั๊กหรือฝาเกลียวให้มิดชิด
- 23) ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตัน ให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
- 24) ให้ใช้ท่อ IMC บริเวณที่เป็น HAZARDOUS LOCATION
- 25) ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้จะต้องมีสายไฟคิดตามพื้นที่หน้าตัดแล้วไม่เกินร้อยละ 40 ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ (ในกรณีชนิด 3 PHASE, 4 WIRE, GROUND) แต่ในกรณีมีสายไฟน้อยกว่า 4 เส้น จะคิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ตารางที่ 1ข-1. แสดงจำนวนสายสูงสุดร้อยในท่อร้อยสาย

ขนาด สายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	8	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	6	8	14	21	27	33	-	-
50	-	1	1	1	4	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	2	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
เส้นผ่าน ศูนย์กลางของ ท่อร้อยสายไฟ	15 ½"	20 ¾"	25 1"	32 1 ¼"	40 1 ½"	50 2"	65 2 ½"	80 3"	90 3 ½"	100 4"	125 5"	150 6"

1.1.5 กล่องและตู้ต่อสายไฟ WIRE WAY, CABLE TRAY (JUNCTION, OUTLET, PULL BOXES, WIRE WAY)

- 1) เว้นแต่จะได้ออกข้อกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ JUNCTION BOX และ RECEPTACLE OUTLET BOX ขนาด 4 x 4 นิ้ว มีความลึกที่เหมาะสมกับจำนวน และขนาดของสายไฟ ซึ่งร้อยอยู่ภายในตามข้อ 370-6 ของ NEC. แต่ไม่ตื้นกว่า 1 ½ นิ้ว และเป็นชนิด ซึ่งสร้างด้วย GALVANIZED SHEET - STEEL (GALVANIZED ทั้งด้านใน และด้านนอก) ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.00 มม. มี KNOCK-OUTS ขนาด จำนวน และตำแหน่งทางด้านข้าง และด้านหลังของ BOX ที่เหมาะสมกับงานที่ใช้
- 2) เว้นแต่จะได้ออกข้อกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ BOX สี่เหลี่ยมขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว x 1 ½ นิ้ว (และมีคุณสมบัติอื่นตามข้อกำหนดในข้อ 1) สำหรับโคมไฟ

- 3) เว้นแต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ BOX สี่เหลี่ยมขนาด 4 นิ้ว x 2 นิ้ว x 1 ½ นิ้ว (และมีคุณลักษณะอื่นตามข้อกำหนดในข้อ 1) สำหรับสวิตช์ไฟฟ้า
- 4) สำหรับแผงสวิตช์รวม ซึ่งมีสวิตช์ไฟฟ้าจำนวนมากในบริเวณเดียวกัน ให้ผู้รับจ้างทำแบบ ROUGH-IN แสดงแบบของ BOX(ES) และวิธีการติดตั้งให้วิศวกรบริษัทพิจารณา และดำเนินการเพื่ออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 5) เว้นแต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น PULL BOXES จะต้องสร้างด้วย GALVANIZED STEEL ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 เท่าของปริมาตรรวมของสายไฟภายในทั้งหมด แต่ไม่ต่ำกว่า 100 คิวบิกนิ้ว ยึดฝาปิดด้วยสกรูและต้องไม่มีรูนอกจากที่ท่อร้อยสายไฟถูกยึดติดอยู่เท่านั้น
- 6) PULL BOXES ตามที่กล่าวถึงในข้อ 3-2.2.5 ให้ใช้ได้เฉพาะในการดึงสายไฟภายในเท่านั้น หากจะมีอุปกรณ์อื่น เช่น สวิตช์ CUT-OUT ฯลฯ ภายใน PULL BOX ด้วย ต้องเสนอแบบของ BOX ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งภายในและการติดตั้ง BOX ให้วิศวกรบริษัทได้พิจารณา และอนุมัติก่อน
- 7) FLOOR BOX สำหรับปลั๊กไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งฝังอยู่ในพื้นต้องใช้ BOX แบบที่เหมาะสม และทั้งชุดต้องสามารถกันน้ำได้ การติดตั้งให้ฝังในพื้นโดยให้ฝาเรียบกับพื้น
- 8) BOXES ทั้งหมดที่ติดตั้งกลางแจ้ง หรือในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง หรือ BOXES ซึ่งกำหนดให้เป็นแบบที่กันน้ำได้จะต้องเป็นชนิด GALVANIZED CAST IRON มีหัวต่อ (กับท่อร้อยสายไฟ) แบบเกลียว และใช้ปะเก็น ในการปิดฝาให้แน่นสนิทด้วยสกรูทองเหลือง
- 9) BOXES ทุกตัวต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดาน ในผนัง ในเพดาน หรือในพื้นที่ให้พ้นสายตา หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งภายนอกบนเพดาน ผนัง ฯลฯ ต้องได้รับความเห็นชอบของวิศวกรบริษัทหรือสถาปนิกก่อนแต่ต้องใช้ชนิด GALVANIZED CAST-IRON
- 10) ให้ใช้ RAISED COVER ตามความเหมาะสม
- 11) รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ หรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
- 12) BOXES ทั้งหมดจะต้องถูกยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดยไม่ต้องอาศัยท่อร้อยสายไฟเป็นตัวรับน้ำหนักของตัวเอง และอุปกรณ์อื่นที่ห้อยแขวนหรือตั้งติดกับ BOX นั้น ๆ ได้ หากที่ยึดทำด้วยโลหะจะต้องเป็นชนิดกันสนิมได้ และมีขนาดที่เหมาะสม
- 13) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมผนัง เพดาน ฝ้า พื้น ฯลฯ ที่ชำรุด เพราะการติดตั้ง BOXES ต่าง ๆ เอง

- 14) JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบแซมตัว BOX เองหรือสายไฟฟ้าภายในได้ทุกขณะภายหลังจากงานนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยไม่ต้องกระทบกระเทือนงานด้านสถาปัตยกรรม
- 15) ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียด และติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแบบของสถาปนิก และแบบ ROUGH-IN ของบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยละเอียด เพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้ถูกต้อง
- 16) ผู้ออกแบบ และ/หรือเจ้าของมีสิทธิ์ที่จะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของ BOXES ต่าง ๆ ภายในรัศมี 1 เมตรจากตำแหน่งเดิมก่อนการติดตั้ง BOX เหล่านั้นได้โดยไม่ต้องเพิ่มค่าติดตั้งให้แก่ผู้รับจ้าง
- 17) การติดตั้ง BOX ให้ระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำ ท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศ หรือสิ่งกีดขวางอื่นใด
- 18) ผู้รับจ้างจะต้องหาสี BOX ทั้งภายนอก และภายในทุกจุด และที่รัดสายโดยรหัสสีเป็นไปดังนี้
 - ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้สี ชมพู และที่ฝา BOX กำกับอักษร LTG
 - ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ใช้สี ส้ม และที่ฝา BOX กำกับอักษร E
 - ระบบไฟฟ้ากำลัง (เต้ารับ) ใช้สี เขียว และที่ฝา BOX กำกับอักษร P
 - ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ใช้สี แดง และที่ฝา BOX กำกับอักษร FA
 - ระบบสัญญาณเสียง ใช้สี ขาว และที่ฝา BOX กำกับอักษร S
 - ระบบ MATV ใช้สี ม่วง และที่ฝา BOX กำกับอักษร TV
 - ระบบแอร์ ใช้สี เทา และที่ฝา BOX กำกับอักษร AC
 - ระบบโทรศัพท์ ใช้สี เหลือง และที่ฝา BOX กำกับอักษร T
 - ระบบ SECURITY ใช้สี น้ำเงิน และที่ฝา BOX กำกับอักษร SE
 - ระบบ BAS ใช้สี น้ำตาลและที่ฝา BOX กำกับอักษร BAS
 - ระบบคอมพิวเตอร์ ใช้สี ฟ้า และที่ฝา BOX กำกับอักษร COM
- 19) WIRE WAY
 - WIRE WAY และ SUPPORT ใช้เหล็กพ่นสีเมื่อติดตั้งในอาคาร และ HOT DIP GALVANIZED เมื่อติดตั้งนอกอาคาร CAR PARK และจะต้องติดตั้งตามมาตรฐาน วสท. ของ โดยมีแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. สำหรับ

ขนาดเล็กกว่า 20 ซม. และหนา 1.60 มม. สำหรับขนาด 20 - 50 ซม. และหนา 2.00 มม. สำหรับขนาด 60 ซม. ขึ้นไป โดยมีการพับขอบข้างพร้อมฝาปิดชนิด BOLT-ON มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายเมื่อทำ SUPPORT รองรับทุก ๆ ระยะ 1.5 ถึง 2.4 เมตร และสกรูต่อรางต้องเป็นชนิดมีแหวนจักรในการจิกผิวสี เพื่อความต่อเนื่องของ Ground Path

- WIRE WAY จะต้องเป็นระบบสมบูรณ์โดยมีอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสม ได้แก่
 - a) COUPLING
 - b) BELOW HORIZONTAL OR VERTICAL
 - c) T-JOINT OR CROSSING JOINT
 - d) SUPPORT
- การเปลี่ยนจากท่อเป็น WIREWAY จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าปี 2556 และห้ามติดตั้งสายตัวนำเกิน 30 เส้น

20) CABLE TRAY, CABLE LADDER

- กฎ และวิธีการ การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสาย ให้ใช้ตามที่กำหนดใน NE CODE, ARTICLE 318 และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CABLE TRAY พร้อมฝาปิดราง และ CABLE LADDER ให้ใช้เป็นชนิด HOT DIP GALVANIZED มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยวโดยมีความหนา ไม่น้อยกว่า 1.60 มม. ขอบข้างราง (หนา 2.00 มม.) และชั้นของรางจะต้องเรียบโดยไม่มีคมของขอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการลากสายติดตั้ง ตัวรางประกอบพร้อมฝาปิดพร้อมสกรู
- การต่อเนื่องถึงกัน (BONDING) การใช้รางเดินสาย สำหรับวางสายไฟฟ้า โดยรางเป็นโลหะจะต้องระวังเกี่ยวกับการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน ไม่ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท หรือมีสายทองแดงขนาดตาม NEC เชื่อมรางเดินสายจะต้องมีความต้านทานกระแสต่ำตลอดระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

21) การเดินสายในรางเดินสาย

- เมื่อต้องการต่อสายไฟในช่วงที่เดินในรางเดินสาย ต้องต่อสาย และพันเทปปิดข้อต่อด้วยวิธีที่ยอมรับส่วนที่ต่อสายจะต้องไม่สูงพ้นของกันของรางเดินสาย ขึ้นมาจุดที่ต่อสายต้องอยู่ตรงที่ เข้าถึงเพื่อการตรวจตรา หรือบำรุงรักษาได้ง่าย

- การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง
- ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางเดินสายต้องจัดสาย สำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็นชุด ๆ โดยแต่ละชุดมีสายของไฟแต่ละเฟสสายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน (หากมี) ครอบคลุมในแต่ละชุด ห้ามเดินเรียงเฟสเดียวกันหลาย ๆ ชุด เช่น RRR, SSS, TTT, NNN
- จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ปี 2556

1.1.6 สายไฟแรงต่ำ (LOW VOLTAGE) และการปิดช่อง SHAFT

ความต้องการทั่วไป ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

- สายไฟต้องเป็นสายทองแดง และต้องมีส่วนผสมที่มีทองแดงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 98
- สายไฟต้องเป็นมาตรฐานของ มอก. 11-2553
- สายไฟต้องเป็นแบบสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มตามที่กำหนดขนาดไว้ใน LOAD SCHEDULE ฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 750 โวลต์
- ห้ามใช้สายไฟเล็กกว่าขนาด 2.5 mm² ยกเว้นสาย CONTROL ให้ใช้ตามความเหมาะสม
- ค่า VOLTAGE DROP จาก MAIN MDB ไป LOAD สุดท้ายจะต้องมีค่า VOLTAGE DROP รวมไม่เกินร้อยละ 5

ชนิดของสายไฟ

- โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสตาม มอก. 11-2553
- สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดง ตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ WIRE WAY หรือ CABLE TRAY (เฉพาะขนาดสายตั้งแต่ 50 mm² ขึ้นไป) โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2553
- สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินในราง CABLE TRAY ใต้พื้น ACCESS FLOOR ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว และตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE)

ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน PVC อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

- สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนหรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวน PVC สองชั้นตาม มอก. 11-2533
- สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูงเช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายชนิดทนความร้อนสูง
- สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ในกรณีติดตั้งในท่อใช้ฉนวนชนิดทั่วไปได้ แต่ในกรณีติดตั้งในรางจะต้องใช้ชนิดเปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิงตาม IEC 60332-3 CATEGORY C (FLAME RETARDANT)

ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

- สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดียวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (PANELBOARD) จนถึง OUTLET หรือระหว่าง OUTLET หรือ SWITCH BOARD ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (SPLICING) สำหรับ BRANCH CIRCUIT ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริง ๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน JUNCTION หรือ OUTLET BOX ซึ่งอยู่ในระหว่างที่สามารถเข้าไปตรวจ และ/หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่ายเท่านั้น
- ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ COMPRESSION, BOLT หรือ SCREW TYPE หรือ WIRE NUT เท่านั้นข้อต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันประมาณร้อยละ 50 3 ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนสายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้น หรือใต้ดินจะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ TWISTED WIRE SPLICE ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย
- ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ
- ให้ใช้ LUBRICANT เป็นชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้นในการดึงสาย
- ต้องใช้สีเป็นรหัส (COLOUR-CODING) ในการเดินสายไฟโดยใช้ เฟส A สีน้ำตาล เฟส B สีดำและเฟส C สีเทาสำหรับสาย PHASE (HOT) ทั้งสาม และให้ใช้สีฟ้าสำหรับสาย NEUTRAL และสีเขียว หรือสีเขียวคาดเหลืองสำหรับสาย GROUND

- สายไฟต้องเดินในท่อร้อยสายไฟทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
- ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย WIRE MARKER ชนิดถาวรสำหรับสาย FEEDER ใน PULL BOX ต่าง ๆ ด้วย
- ยกเว้นแต่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณี ๆ ไป ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายไฟจนกว่าจะได้วางระบบท่อร้อยสายไฟเสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อน และได้รับการตรวจรับแล้ว
- ภายหลังการติดตั้งสายภายในคอนกรีตแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการ TEST INSULATION ของสายไฟด้วย MEGGER วัดค่าความต้านทานของสายระหว่าง PHASE TO PHASE, PHASE TO NEUTRAL และ PHASE TO GROUND ของทุก CIRCUIT ตั้งแต่ PANEL BOARD ถึงปลาย LOAD จุดสุดท้าย และจาก MDB ถึง PANEL BOARD ทุก ๆ แผง โดยผู้รับจ้างจะต้องบันทึกค่าของการตรวจสอบนั้นทุกจุดให้ผู้คุมงาน 2 ชุด ก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิดเอกสารการ TEST ให้รวบรวมเป็นเอกสารส่งมอบงานในงวดสุดท้าย
- สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง CABLE TRAY หรือ LADDER จะต้องเรียงตามลำดับเฟสเช่น R, S, T, N ห้ามวางเรียง PHASE เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน

1.1.7 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANT CABLE ชนิด) (ถ้ามีระบุในแบบ)

ความต้องการทั่วไป ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดัน และกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่อาจเป็นอันตรายหรือแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ HALOGEN

ลักษณะของสายไฟ สายไฟชนิดอ่อนและติดตั้งได้สะดวก จะต้องมิด้านนำไส้ทองแดงที่พันหุ้มด้วยเทปใยแก้ว พร้อมไมกาเป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มด้วยฉนวน และเปลือกนอกด้วยคลอสลิงค์ของ สายแร่นวนอ่อนตัว และไม่ละลาย เมื่อเกิดอุณหภูมิสูงหรืออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น ฉนวนหุ้มสายไฟและวัสดุที่เป็นเปลือกชั้นนอกจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าภายในต้องนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง 90 องศาเซลเซียส อย่างต่อเนื่องตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

- สามารถนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. (โดยจะต้องเป็น STANDARD TEST)

- ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
 - ข้อกำหนด W ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วพ่นอีกด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
 - ข้อกำหนด Z สายไฟยังต้องสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่ถูกกระทำด้วยพลังงานกลจากภายนอก ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
 - สายไฟต้องมี RATE VOLTAGE 0.6/1 KV สำหรับสาย Power
 - สายไฟต้องมี Rate Voltage 300/500 V. สำหรับสาย Twisted pair w/shield ระบบ Fire alarm
- สายไฟจะต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟตามมาตรฐาน IEC 332-3
 - ปริมาณควันที่ขึ้นเมื่อสายไฟถูกเผาไหม้โดยตรงวัดตามมาตรฐาน IEC 1034-2 ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
 - ปริมาณสาย HALOGEN แก๊สพิษ และแก๊สกัดกร่อนสายไฟจะต้องปลอดจากสาร HALOGEN และไม่ก่อให้เกิดแก๊สที่กัดกร่อนเมื่อถูกไฟ สายไฟจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 754 ข้อความที่ 2
 - ปริมาณเชื้อเพลิงของวัสดุที่ใช้ทำสายไฟไม่ช่วยให้เกิดความร้อนเมื่อไหม้ไฟวัสดุที่ใช้ ทำฉนวนของสายไฟ และวัสดุที่เป็นเปลือกนอกจะต้องไม่ให้ความร้อนเมื่อเกิดการเผาไหม้
 - การทนทานต่อการลัดวงจร และความต้านทานต่อการใช้กระแสเกินปกติ สายไฟ จะต้องทนทานต่ออุณหภูมิอันเนื่องจากกระแสลัดวงจรได้ที่ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที
 - การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001
- การติดตั้ง** สายไฟชนิดทนไฟ ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย CABLE TRAY หรือ WIRE WAY หรือเดินในท่อโลหะ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแส ไฟฟ้าลดลงแต่อย่างใด กรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วยสายรัดชนิด STAINLESS การจัดวางสาย และระยะห่างของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
- a) สายไฟแรงต่ำชนิดทนไฟ (MI CABLE และอุปกรณ์ประกอบ) อนุญาตให้เทียบเท่าได้ โดยไม่ต้องมีท่อร้อยสาย
 - b) ระบบไฟฟ้าต้องสามารถใช้งานได้ดีกับระบบไฟฟ้า 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- c) มาตรฐานอ้างอิงต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ดังต่อไปนี้
- BS 6387 Performance requirements for cables required to maintain circuit integrity under fire conditions, BS 6207 Copper sheathed cables with copper conductors, BS 6081 Specification for termination for mineral insulated cables.
 - IEC 702 Mineral insulated cables with rated voltage not exceeding 750 V., IEC 331 Fire resistant characteristics of electric cables.
- d) วัสดุต้องประกอบด้วย Seamless copper sheath, magnesium oxide insulant และ Solid copper conductor
- e) การทนไฟ ต้องไม่ทำให้เกิดการกระจายของเปลวไฟและไม่เกิดควันไฟขึ้น พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิด toxic และกรดก๊าซในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ จุดหลอมเหลวของ Copper sheath ต้องไม่ต่ำกว่า 1080 องศาเซลเซียส ส่วน Magnesium oxide insulant ต้องไม่ต่ำกว่า 2700 องศาเซลเซียส
- f) อุณหภูมิการทำงาน ต้องทนอุณหภูมิขณะทำงานที่ต่อเนื่องได้ถึง 250 องศาเซลเซียส สำหรับการใช้งานในระบบไฟฟ้าทั่วไป ในกรณี Emergency ต้องสามารถทำงานในช่วงสั้น ๆ ได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1080 องศาเซลเซียส
- g) การทนน้ำ ต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องสมบูรณ์แบบเมื่อ MI Cable จุ่มอยู่ในน้ำ ยกเว้นส่วนที่เป็น Fitting ต่าง ๆ ของ MI Cable
- h) การทนของแรงกระแทกทางกล ต้องทนทานต่อแรงกระทำทางกลได้ดี โดยไม่ทำให้การทำงานด้านไฟฟ้าเสื่อมคุณภาพลงไป
- i) การเป็นตัวนำลงดิน Copper sheath จะต้องมีความต้านทานต่ำ สามารถทำหน้าที่เป็นตัวนำลงดินได้
- j) การกันการรบกวน ต้องป้องกันการรบกวน เนื่องจาก Electro magnetic pulses ได้ดี
- k) หัวสาย (Termination set) ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ Gland Back nut, Compression Ring, Gland Body, Brass Pot. Pot Closure. Conductor Sleeve และส่วนประกอบอื่นที่จำเป็นให้เหมาะสมกับขนาด MI Cable แต่ละขนาด เพื่อประกอบหัวสายให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตจนครบถ้วนและใช้งานได้ดี
- l) เครื่องมือ ผู้รับจ้างต้องเตรียมคู่มือการติดตั้ง และเครื่องมือใช้งานเฉพาะ เช่น STRIPPER, POTTER STRAIGHTENER, CRIMPING เป็นต้น และเครื่องมือใช้งานเฉพาะอื่น ๆ ที่จำเป็น เพื่อใช้ในการติดตั้งและเดินสาย MI Cable ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

- m) ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ชนิด MI เป็นไปตามตารางที่ทาง กฟน. อนุมัติ
- n) สายไฟแรงต่ำชนิด Low smoke, Zero Halogen
- o) ข้อกำหนดที่ใช้สำหรับอาคารสาธารณะใต้ผิวดินที่ใช้สำหรับระบบความปลอดภัย ปกติซึ่งสายและอุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเดินสายไฟ เช่น Conduit Box Enclosure Support ต้องทนได้ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 - ฉนวนสายทนไฟใช้ชนิดไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส
 - สายเคเบิลต้องเป็นชนิด Low Smoke, Zero halogen ตามมาตรฐาน BS 7211
 - สายต้องร้อยอยู่ในท่อ IMC หรือ RSC และมีการซีลกันไฟลาม

1.1.8 การป้องกันไฟ และควันลาม

ความต้องการทั่วไป เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิง หรือควันลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องทางเดินสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟ และควันลามตามกำหนดใน NEC ARTICLE 300-21 และ ASTM

คุณสมบัติของวัสดุ

- อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟ และควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ได้ ASTM E-814 และได้มาตรฐาน UL 1479
- วัสดุสามารถขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
- อุปกรณ์วัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟ โดยทนความร้อนได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษ ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ขณะติดตั้งและขณะเกิดเพลิงไหม้
- ในช่องเปิดที่มีการขยายในอนาคตให้ใช้วัสดุที่สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- วัสดุต้องทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- วิธีการติดตั้งให้สามารถใช้เครื่องมือทั่วไปเพื่อติดตั้งได้ง่าย
- อุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

การติดตั้ง ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ระบบสุขาภิบาล และระบบปรับอากาศ
- ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Sleeve) ส่วนที่ผ่านผนังทึบไฟที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในอนาคต
- ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Sleeve) ส่วนที่ผ่านผนังทึบไฟ ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่
- ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทึบไฟ เพื่อป้องกันไฟ และควันลามตามท่อร้อยสายไฟ
- จ. ช่องว่างระหว่างพื้น และผนังอาคารชนิด Curtain Wall
- วิธีติดตั้ง** ต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการและวัสดุที่ใช้เพื่อขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานก่อน และความเสียหายใด ๆ ที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้รับจ้าง และ/หรือไม่ได้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม
- วัสดุที่นำมาติดตั้ง** ต้องผ่านการทดสอบในรูปแบบการใช้งานจริงหรือใกล้เคียงหรือตามที่ผู้ออกแบบกำหนด โดยการทดสอบจากสถาบันทดสอบระบบป้องกันไฟจากในประเทศหรือต่างประเทศ

2ข. ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM)

2.1 ความต้องการทั่วไป ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ประกอบด้วยการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUNDING) และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUNDING SYSTEM) ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามมาตรฐาน ต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES, 24-1984 การต่อลงดิน"
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250

2.2 มาตรฐานหลักดิน และสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.2.1 แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper-clad steel) หรือแท่งทองแดง (solid copper) หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี (hot-dip galvanized steel) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อย

กว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดทางการค้ารายละเอียดให้ดูหมายเหตุ) ยาวไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

- เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก low carbon steel ที่มี tensile strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
- ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ molecularly bonded กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใด ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร
- ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่น และความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-467
- กรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาของสังกะสีไม่น้อยกว่า 80 ไมโครเมตร (0.075 มิลลิเมตร)

2.2.2 แผ่นตัวนำชนิดป้องกันการผุกร่อนที่มีพื้นผิวสัมผัสกับดินไม่น้อยกว่า 0.18 ตารางเมตร ในกรณีที่แท่งเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อนต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. หากเป็นโลหะ การผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม.

2.2.3 ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียม หรือโลหะผสมของอะลูมิเนียม เป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.2.4 ยอมให้ใช้อาคารที่เป็นโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

2.2.5 หลักดินชนิดอื่น ๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน และผู้ออกแบบก่อน

หมายเหตุ แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มิลลิเมตร สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง และ 0.625 นิ้ว หรือ 15.87 มิลลิเมตร สำหรับแท่งเหล็กอาบสังกะสี

2.3 สายต่อหลักดิน

2.3.1 สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำทองแดง เป็นชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียวหุ้มฉนวนหรือไม่หุ้มฉนวนก็ได้ และต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อ

2.3.2 ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ ต้องมีระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) โดยให้ดำเนินการ ดังนี้

ก. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน

ข. วงจรสายป้อน (FEEDER CIRCUIT) และวงจรย่อย (BRANCH CIRCUIT) สำหรับไฟฟ้ากำลังและเต้ารับไฟฟ้าต้องมีสายตัวนำลงดิน (GROUND CONDUCTOR) ควบคู่ไปด้วย

- ค. วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจได้ว่า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือรางวางสายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
- ง. ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจร นั้น ๆ ตามตารางที่ 2ข-1
- จ. ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2ข-1

ตารางที่ 2ข - 1 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
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

หมายเหตุ * ต้องติดตั้งในท่อ RSC, IMC, EMT หรือตามที่ระบุในแบบ

* ขนาดสายต่อกับหลักดินให้ยึดถือตามที่กำหนดในแบบเป็นหลัก

2.4 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.4.1 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เดินสายรวมไปกับสายของวงจรให้ใช้ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน

2.4.2 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ใน ตารางที่ 2ข-2

ตารางที่ 2ข - 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของ เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของ เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 30 เมตร ในกรณีที่เกิน 30 เมตร จะต้องพิจารณาค่า Earth fault loop impedance ของวงจรต้องไม่เกินตามที่การไฟฟ้ากำหนด ถ้าเกินจะต้องใช้ขนาดของสายดินเท่ากับขนาดของสายเฟส

2.5 ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND)

- 2.5.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีหลักสายดิน และสายดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวในข้อ 2.3 โดยความต้านทานการต่อลงดินที่หลักสายดิน ต้องไม่เกิน 1.0 โอห์ม
- 2.5.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ขนาดตามที่ระบุในตารางที่ 2ข - 2 แล้วแต่กรณี สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

2.6 การติดตั้ง และการตรวจสอบ

- 2.6.1 การปักหลักสายดินให้มีจำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป โดยให้แต่ละหลักห่างข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตรเท่า ๆ กัน โดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร และฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.5 เมตร ห่างจากอาคารไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร หรือตามที่ระบุในแบบ (ทั้งขนาดสาย ระยะ ความลึก ระยะห่างอาคาร) และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING และจะต้องติดตั้งหลักดิน

พร้อมกล่องทดสอบที่จะใช้สำหรับทดสอบระบบค่าความต้านทานของระบบต่อไปในอนาคตอย่างน้อย 2 ชุด หรือตามที่ระบุในแบบ

- 2.6.2 ความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน (RESISTANCE TO GROUND) ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Earth Testing-Meter หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หากไม่สามารถติดตั้งให้ได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพิ่มเติมอุปกรณ์หรืออื่น ๆ ที่ใช้เพื่อลดความต้านทานลง โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม
- 2.6.3 หลักสายดินในระบบต่อไปนี้จะแยกจากกัน
 - ระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - ระบบโทรศัพท์ และสื่อสาร
 - ระบบคอมพิวเตอร์หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- 2.6.4 การต่อสายต่อหลักดิน (เข้ากับหลักดิน) ต้องใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING อุปกรณ์ที่ใช้ต่อต้องเหมาะสมกับวัสดุที่ให้กับหลักดิน และสายต่อหลักดินห้ามต่อสายต่อหลักดินมากกว่า 1 เส้น เข้ากับหลักดิน นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเป็นชนิดที่ออกแบบให้ต่อสายได้มากกว่า 1 เส้น
- 2.6.5 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีข้อต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน
- 2.6.6 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์ สายดินที่เป็นสายประธาน (MAIN) สำหรับการต่อแยกสายดินสายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- 2.6.7 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 2.6.8 เกลียว และหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะต่อลงดิน ต้องขูดสิ่งเคลือบที่ไม่เป็นตัวนำ เช่น สีหรือแลคเกอร์ออก เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าอยู่
- 2.6.9 ท่อที่ใช้หุ้มสายดิน จะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าตั้งแต่จุดที่ต่อกับตู้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าจนถึงหลักดิน
- 2.6.10 ในกรณีเดินสายหลายวงจรในท่อสายเดียวกัน แต่ใช้สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกันในท่อสายนั้น ให้คำนวณขนาดสายดินจากพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใหญ่ที่สุดที่ป้องกันสายในท่อสายนั้น
- 2.6.11 การต่อข้อต่อสายดินของเต้ารับเข้ากับกล่องโลหะ ต้องใช้สายต่อฝากต่อระหว่างข้อต่อสายดินของเต้ารับชนิดมีสายดินกับกล่องโลหะที่มีการต่อลงดินไว้แล้ว

2.6.12 ส่วนที่เป็นโลหะซึ่งไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต่อไปนี้ต้องมีการต่อ
 ผูกถึงกัน เพื่อให้มีความแน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าอยู่

- ท่อสาย รางเคเบิล และเปลือกนอกที่เป็นโลหะของตัวนำ
- เครื่องห่อหุ้มของอุปกรณ์
- ท่อสายโลหะของสายต่อหลักดิน

2.6.13 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมี
 ความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

3ข. โคมไฟ และโคมแสงสว่างฉุกเฉิน

3.1 ลักษณะ และชนิดของดวงโคม ให้ดูจากรายละเอียดจากแบบ และ/หรือ LIGHTING FIXTURE
 SCHEDULE ในกรณีที่เป็นหลอด LED ให้เสนอรุ่นล่าสุด และเมื่อดู LED ให้ใช้ตามรายการ
 ชื่อผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้เท่านั้น

3.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตัวดวงโคมที่ทำด้วยเหล็กจะต้องมีความหนาของแผ่นเหล็ก
 ไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นสีกันสนิมหนึ่งครั้ง แล้วจึงอบเคลือบด้วยสีภายนอกอีกครั้งหนึ่ง

3.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น แผ่นกรองแสงต้องเป็นแผ่น PRISMATIC หนาไม่น้อยกว่า
 4 มิลลิเมตร ชนิด และสีต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร

3.4 ขั้วหลอด และส่วนประกอบโคม FLUORESCENT ควรเป็นแบบ SPRING LOCK ชนิดบิด เป็นไป
 ตามมาตรฐาน IEC, VDE หรือ JIS หรือ NEMA

3.5 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่นหลอด LED T8 FLUORESCENT ใช้สี COOL WHITE ชนิด 18 W, หลอด
 LED BULB ใช้ตาม มอก. 4 ขั้วหลอดชนิด E 27 เป็นหลอดไสขนาดกำลังไฟฟ้าระบุในแบบหลอด
 LED T8 FLUORESCENT โดยปกติใช้ COOL WHITE ยกเว้นในช่องหลบฝ้าเพดานใช้หลอด WARM
 WHITE และใน OFFICE ใช้ DAY LIGHT โดยสีของหลอดต่าง ๆ ทั้งหมดที่ใช้ภายในโครงการ ต้อง
 ได้รับการอนุมัติจากวิศวกร ก่อนดำเนินการจัดซื้อทั้งหมด

3.6 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบและวิธีการติดตั้งดวงโคม เพื่อเสนอวิศวกรอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
 ในกรณีที่เป็นแบบฝังในฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องแสดงรายละเอียดขนาดความกว้างยาวของช่องเจาะ
 เพดานให้ผู้รับจ้างก่อสร้างทราบล่วงหน้าก่อนที่จะทำฝ้า 30 วัน เพื่อวางแผนงานร่วมกับงานระบบ
 อื่น ในกรณีที่มีการติดตั้งดวงโคมเป็นชนิดห้อยอยู่กับใต้พื้นคอนกรีต ห้ามมิให้ใช้ลวดเป็นตัวห้อยดวง
 โคมโดยเด็ดขาด ให้ใช้เหล็กเพลลา ตาปเกลียวหัวท้าย และมีที่ปรับแต่งระดับของดวงโคมเป็น
 HANGER

3.7 โคมไฟทุกชนิดต้องมีค่า $THDi \leq$ ร้อยละ 10 และ POWER FACTOR / 0.95

3.8 เสาไฟภายนอกอาคาร

- เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน ต่อเข้ากับฐานของเสาไฟอย่างแข็งแรง

- ฐานรากของเสาไฟให้ใช้ฐานคอนกรีต ซึ่งสามารถรับน้ำหนัก และแรงลมได้ โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง
- ตัวฐานโคมไฟส่วนที่เหนือจากพื้นจะต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ภายในติดตั้งฟิวส์กระปุก และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสม รวมทั้งขั้วต่อสายดินติดไว้สำหรับต่อสายเข้า และพ่วงออกไปต้นอื่น ๆ ได้สะดวก
- ท่อเหล็กเสาไฟ ความหนาของเหล็กต้องเป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 หรือมาตรฐานของการไฟฟ้า ผ่านการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก หากกำหนดให้พื้นสีทึบต้องใช้สีสำหรับพื้นสังกะสี โดยเฉพาะไม่ให้หลุดลอกได้ง่าย

3.9 โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินย่อย (SELF CONTAIN BATTERY UNIT)

- ไฟเข้า 220 VAC./50 Hz., 1 เฟส, จ่ายแสงสว่างฉุกเฉินเฉพาะช่วงเวลาไฟ AC LINE ดับ
- ควบคุมการชาร์จไฟ และคายไฟออกจากแบตเตอรี่อย่างแม่นยำ ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
- ใช้แบตเตอรี่แห้ง ขนาด 12 V. ไม่ต้องเติมน้ำเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งานมาตรฐาน ISO 9001, ISO 14001, UL, CE
- ใช้หลอดชนิด SMD LED 2x12 WATT, โคมไฟผลิตจากอลูมิเนียมฉีดขึ้นรูป
- ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติด้วยระบบ Computer ขนาด 8 Bit ซึ่งมีฟังก์ชันพิเศษดังต่อไปนี้
 - (1) สามารถโปรแกรมการทดสอบตัวเอง (AUTO-TEST) เพื่อทดสอบตัวเองได้ทุก ๆ สัปดาห์ และสามารถตั้งโปรแกรมให้ทดสอบทุก 4 สัปดาห์ หรือ 8 สัปดาห์ ได้ตามความเหมาะสม
 - (2) สามารถตั้งโปรแกรมระยะเวลาในการทดสอบตัวเองได้ 3 ระดับ คือ ครึ่งชั่วโมง, 1 ชั่วโมง และ 1 ชั่วโมงครึ่ง เมื่อถึงกำหนดเวลาในการทดสอบตัวเอง ระบบฯ จะเริ่มทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้ (มาตรฐานของเครื่องจะทดสอบตัวเอง 2 ชั่วโมง) หลังจากนั้นระบบจะ Reset ตัวเอง และเริ่มชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ ในทันทีโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยป้องกันการเสื่อมของแบตเตอรี่ อันเนื่องมาจากการสัมผัสขั้วไฟฟ้าคั่นหลังการทดสอบ
 - (3) สามารถโปรแกรมเวลาในการหน่วงให้ระบบยังคงทำงานภายหลังจากไฟมาได้นานถึง 10 นาที
 - (4) สามารถบันทึก และแสดงระยะเวลาการสำรองไฟของแบตเตอรี่ (Backup time)
 - (5) มีสวิชใช้ปิดหลอดไฟในตอนที่ไฟฟ้าดับ เพื่อเป็นการประหยัดไฟจากแบตเตอรี่ในยามที่ไม่จำเป็น
 - (6) สามารถสั่งงานระบบฯ ได้ด้วยรีโมท แบบอินฟราเรด
 - (7) ปรับแสงสว่างฉุกเฉินได้ 4 ระดับตามความต้องการ
 - กำลังส่องสว่างได้นานกว่า 2 ชั่วโมง

- ระยะเวลาในการอัดไฟ 14 ชั่วโมง
- ตัวถังเป็นเหล็ก ELECTO-GALVANIZED หนา 1 มิลลิเมตร เคลือบสีอย่างดี มีความคงทนนานถึง 10 ปี
- ขนาดตัวเครื่อง กว้าง 140 มิลลิเมตร x ยาว 360 มิลลิเมตร X สูง 200 มิลลิเมตร (สูงถึงโคม 310 มิลลิเมตร)
- รับประกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 3 ปี แบตเตอรี่ 2 ปี
- RECESS EMERGENCY LIGHT
 - (1) โคมไฟผลิตจากอลูมิเนียมฉีดขึ้นรูป มี HEAT SINK ภายในระบายความร้อนด้วยอากาศ
 - (2) ระบบวงจรควบคุมแบบ AUTOMATIC SOLID STATE SYSTEM
 - (3) CONSTANT VOLTAGE CHARGE 10 - 12 ชั่วโมง
 - (4) 12 VDC RECHARGEABLE
 - (5) REMOTE INFARED TEST
 - (6) 2 x 9 WATT SMD LED, สามารถหมุนปรับทิศทางได้ 180 องศา
 - (7) 2 HOURS DURATION
- CEILING-EMERGENCY LIGHT (RECESS TYPE)
 - (1) AC 220 โวลท์ 50 Hz 1 PHASE
 - (2) SMD LED 9 WATT
 - (3) BATTERY ชนิดนิกเกิล, เมทัลไฮไดรด์ มีความทนทานสูง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นตลอดการใช้งาน
 - (4) 15 - 20 ชั่วโมง CHARGER
 - (5) REMOTE INFRARED TEST
 - (6) ก่อสร้างผลิตจาก ELECTRO GALVANIZED STEEL หนา 0.7 มิลลิเมตร มายี่ดวงจรผลิตจาก ABS ชนิด FRAME-RETERDANT UL 9Y-O
 - (7) 2 HOURS DURATION
- BATTERY PACK EMERGENCY LIGHT (GUEST ROOM)
 - (1) AC 220 V. 50 Hz, 1 PHASE
 - (2) AUTOMATIC SOLID-STATE SYSTEM
 - (3) BATTERY 6 VDC (NICKLE-METAL HYDRIDE)
 - (4) 9 WATT SMD LED
 - (5) 2 HOURS DURATION

3.10 ไฟป้ายทางออก, ทางหนีไฟ (EXIT SIGN)

- เป็นชนิด SLIMLINE หรือกล่องเหล็ก ELECTRO GALVANIZED ทำด้วยเหล็กพ่นสี แผ่นป้ายชนิดอะครีลิกแบบนำแสง มีคุณสมบัติในการกระจายแสง และให้แสงสว่างดี
- ไฟเข้า 220 VAC./50 Hz.
- ใช้หลอด SMD 1 x 10 WATT LED
 - a) ในภาวะที่ไฟฟ้ามาปกติ : สามารถปรับระดับความสว่างตามที่ต้องการได้
 - b) ในภาวะที่ไฟฟ้าดับ : High Efficiency Converter จะทำหน้าที่จ่ายไฟแรงสูงให้กับบัลลาสต์ และหลอดซึ่งจะให้แสงสว่างได้มากเหมือนขณะที่ไฟฟ้ามาตามปกติ
- ใช้แบตเตอรี่แห้ง ขนาด 12 V. ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.2 AH
- ควบคุมการชาร์จไฟและคายไฟออกจากแบตเตอรี่อย่างแม่นยำ ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
- ฟังก์ชันควบคุมการทำงานพิเศษ
 - a) กดปุ่ม Test เมื่อต้องการทดสอบการทำงานของระบบฯ จนแรงดันของแบตเตอรี่ ลดลงเหลือ 10.5 VDC. ระบบฯ จะหยุดจ่ายไฟให้หลอด และทำการชาร์จไฟให้แบตเตอรี่โดยอัตโนมัติ การทดสอบวิธีนี้จะช่วยลดโอกาสที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมอันเนื่องจากการเสื่อมเสียปลั๊กคิน หลังจากทดสอบการจ่ายไฟจริงของแบตเตอรี่
 - b) กดปุ่ม Reset เมื่อต้องการยกเลิก Function ของปุ่ม Test
- Boost Charge Voltage: 15.5 VDC. Float Charge Voltage : 13.8 VDC.
- Load Cut-off Voltage : 10.5 VDC.
- กำลังส่องสว่างได้นานกว่า 3 ชั่วโมง, ระยะเวลาในการอัดไฟ 10 - 12 ชั่วโมง
- ตัวถังเป็นเหล็ก ELECTRO GALVANIZED หนา 1 มิลลิเมตร เคลือบสีอย่างดี มีความคงทนนานถึง 10 ปี
- รับประกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นานถึง 5 ปี แบตเตอรี่ 2 ปี
- ขนาด กว้าง 60 มิลลิเมตร, ยาว 390 มิลลิเมตร, สูง 220 มิลลิเมตร
- ใช้รีโมทคอนโทรลในการควบคุมได้
- มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่าที่ วสท. กำหนด
- ต้องได้มาตรฐาน : TIS 1955-2551, 1102-2538, 2430-2552 และ วสท. 2004-54

3.11 ข้อกำหนดระบบ CENTRAL BATTERY

- INPUT VOLTAGE : SINGLE PHASE 220 VAC+ 10% OR 3-PHASE
- OUTPUT VOLTAGE : 220 VAC. MAINTAINED MODE
- ใช้แบตเตอรี่แห้ง ขนาด 12V. ต่ออนุกรมกัน

- ใช้ได้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดคอมแพคตา, หลอดไฟธรรมดา (Incandescent) และหลอดฮาโลเจน
- สามารถเปิด และปิดหลอดไฟได้ในภาวะที่มีไฟมาตามปกติ และจะทำงานทันทีเมื่อไฟดับ ไม่ว่าสวิตช์อยู่ในตำแหน่งปิด หรือเปิด
- การชาร์จไฟออกแบบพิเศษ 2 จังหวะ คือ BOOST CHARGE และ FLOAT CHARGE ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เกิดภาวะ OVER CHARGE หรือ UNDER CHARGE
- มีไฟ LED แสดงความพร้อมของแบตเตอรี่ทั้งหมด
- มีปุ่มทดสอบการใช้งาน 2 ปุ่ม
 - a) System Test ใช้ทดสอบการทำงานระยะยาว เมื่อกดปุ่มนี้โคมไฟฉุกเฉินจะทำงานเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงต่ำกว่า 180 VDC. ระบบฯ จะ Reset ตัวเอง และเริ่มชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ในทันที โดยอัตโนมัติซึ่งจะช่วยป้องกันการเสื่อมของแบตเตอรี่ อันเนื่องมาจากการลืมยก Breaker on หลังทดสอบ
 - b) Reset ใช้ยกเลิกการทำงานของปุ่ม System Test
- ที่แบตเตอรี่บางลูกเสื่อมหรือสูญหาย ระบบยังสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ แต่แรงดันแบตเตอรี่ต้องไม่ต่ำกว่า 175 VDC. ในกรณีที่เป็นจริง ๆ สามารถใช้ปุ่ม Manual Override ช่วย ระบบฯ จะจ่ายไฟให้จนแรงดันเหลือ 110 VDC. ระบบฯ จะหยุดการทำงานโดยสิ้นเชิง
- ตัวถังเป็นเหล็ก ELECTRO GALVANIZED หนา 1 มิลลิเมตร เคลือบสีอย่างดี มีความทนทานนานถึง 10 ปี
- มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์) หรืออิเล็กทรอนิกส์ทรานส์ฟอร์เมอร์ (สำหรับหลอดฮาโลเจน) ที่ใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC
- อายุการใช้งานนานกว่า 10 ปี
- รับประกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 3 ปี
 - a) REMOTE LAMP LED สำหรับ CENTRAL BATT ให้ดูจากแบบโดยทั่วไปมีดังนี้
 - b) DOWNLIGHT MR 16 LED 9 WATT
 - c) RECESS 2x9 WATT LED
 - d) RECESS 7x9 WATT LED
 - e) หรือตามที่ LIGHTING DESIGN หรือ INTERIOR DESIGN กำหนด

4ข. สวิตช์ไฟ (SWITCH) ปลั๊ก (RECEPTACLE)

- 4.1 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง และปลั๊กทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ใน OUTLET BOX เท่านั้น
- 4.2 สวิตช์ไฟฟ้าที่ติดตั้งรวมกันเป็นแผงเกินกว่า 3 ตัวขึ้นไปติดตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอวิศวกรอนุมัติก่อนดำเนินการ

- 4.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 16A. 250V. หรือมีขนาดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า LOAD วงจรนั้น ๆ ที่สวิตช์นั้นควบคุมอยู่ และติดตั้งไว้ที่ความสูงจากพื้นตามที่สถาปนิกกำหนด
- 4.4 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กที่ติดอยู่กับผนังทุกตัวจะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 16 A. 250V. เป็นแบบเสียบได้ทั้งขากลม และขาแบนมีม่านนิรภัย และมีรูที่ 3 สำหรับสายดิน อุปกรณ์ Cover plate ทำจาก Stainless steel หรือ Aluminum anodize สำหรับในบริเวณห้องเครื่องและห้องไฟฟ้า, สำหรับในบริเวณสำนักงานใช้ Cover Plate ทำจาก PUC โดยสี และรุ่นตามทีมงาน Interior กำหนด
- 4.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กที่ติดตั้งฝังอยู่กับพื้นเป็นแบบ DUPLEX ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 4.6 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กกันน้ำหรือปลั๊กที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารเป็นแบบซึ่งมีฝาปิดกันน้ำชนิด DUPLEX ตัวปลั๊กมีขนาด และชนิดเดียวกับข้อ 4.4
- 4.7 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กที่ติดตั้งอยู่ผนังสำหรับไฟป้าย ไฟแสงสว่างฉุกเฉิน ให้ใช้ปลั๊กชนิด Simplex

5ข. การจัดทำ COMMISSIONING, TEST

- 5.1 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการ COMMISSIONING และ TEST ระบบ โดยคำแนะนำของผู้ผลิตซึ่งจะต้องเตรียมเอกสาร คู่มือ และเครื่องมือในการปรับแต่ง และทดสอบดังกล่าวล่วงหน้าก่อนส่งมอบงานซึ่งจะต้องมีการปรับแต่ง และทดสอบไม่น้อยกว่าที่กำหนดในข้อกำหนดนี้ ดังนี้

ขอบเขตงานการไฟฟ้าให้ผู้รับจ้างร่วมทดสอบ และรวบรวมข้อมูลให้รวมอยู่ในชุดงานระบบไฟฟ้า

5.1.1 WIRING, FEEDER

- ทำการตรวจเช็ค INSULATION RESISTANCE ของสายไฟตาม TECHNICAL REPORT
- ในการตรวจสอบสายไฟให้ทำการทดสอบก่อนต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมทั้ง CIRCUIT BREAKER
- ค่าของ INSULATION RESISTANCE ของ WIRING และ FEEDER ที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่า 100 MEGA OHM ส่วนค่า INSULATION RESISTANCE ของ BUS DUCT จะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่ผู้ผลิตแนะนำ (GROUND WIRE ให้ทำการ MEGGER ที่หลัก GROUND ROD และให้มีค่าไม่เกิน 25 OHMS สำหรับ POWER และไม่เกิน 10 OHMS สำหรับระบบสื่อสาร
- ตรวจสอบการต่อสาย MAIN FEEDER ให้เป็นไปตามข้อกำหนดและอยู่ในบริเวณที่เข้าถึงได้ (ปกติไม่ควรมีการต่อสาย MAIN FEEDER)

5.1.2 CONDUIT CABLE TRAY & WIRE WAY

- ตรวจสอบขนาด ชนิดของ CONDUIT หรือ CABLE TRAY ให้ถูกต้องตามแบบและข้อกำหนด
- ตรวจสอบการจับยึด หรือ SUPPORT ให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรง การตัดท่อให้ได้รับคมความโค้งตามกฎ NEC บริเวณโค้งของท่อต้องไม่มีรอยบุบ หักและไม่ทำให้รัศมีของท่อเปลี่ยนไป
- ตรวจสอบการกำหนด CODE สีที่ท่อ หรือ BOX หรือ STRAP ให้เป็นไปตามข้อกำหนด
- บริเวณรอยต่อของ CABLE TRAY บริเวณที่หักเลี้ยวจะต้องไม่มีรอยคม และจะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุก ๆ รอยต่อของ CABLE TRAY

5.1.3 DISTRIBUTION BOARD (DB, EDB) & PANEL BOARD (PP, LP, EP)

- ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ตู้ DB, PP, LP, EP ว่าทำตามมาตรฐานที่กำหนดตาม LOAD SCHEDULE หรือไม่
- ตรวจสอบตำแหน่งที่ติดตั้งให้อยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากน้ำ และอื่น ๆ ตำแหน่งของ DISTRIBUTION BOARD & PANEL BOARD จะต้องเข้าถึงได้โดยสะดวก
- การปรับแต่งและทดสอบระบบ CONTROL และ PROTECTION เช่น ระบบ SHORT CIRCUIT PROTECTION
- พิมพ์กระดาน A4 แสดงชื่อใน LOAD SCHEDULE และใส่ในช่องพลาสติกหน้าตู้ แต่ละ PANEL

5.1.4 LIGHTING FIXTURE, SWITCH

- ตรวจสอบสภาพภายนอกของโคมไฟให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ สะอาด
- ตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบภายในโคมไฟ เช่น หลอดไฟ, BALLAST, STARTER ขาหลอด, CAPACITOR, GRILLE, DIFFUSER ให้มีขนาด และยี่ห้อเป็นไปตามที่อนุมัติ
- ตรวจสอบการติดตั้งโคมไฟให้อยู่ในสภาพที่มั่นคงแข็งแรง และพิจารณาถึงการบำรุงรักษาโคมในภายหลัง ในกรณีที่จะต้องทำการเปลี่ยนหรือย้ายโคมไฟให้สามารถทำได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่องานฝ้า หรืองานอื่น ๆ
- ในกรณีที่เป็นโคมไฟภายนอกอาคาร ให้ตรวจสอบการต่อลงดินของโคมไฟด้วย
- ตรวจสอบการติดตั้งสวิตช์ไฟให้มีการจัดเรียงลำดับของสวิตช์ตามกลุ่มของโคมไฟที่เปิดอย่างเหมาะสม
- ตรวจสอบระดับ ระยะของสวิตช์ไฟให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

- วัดค่าความสว่างของพื้นที่ต่าง ๆ ก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงพร้อมทำรายงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของเจ้าของโครงการ

5.1.5 RECEPTACLE OUTLET

- ตรวจสอบระดับ ระยะของ RECEPTACLE ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้าที่ RECEPTACLE ให้ได้ 220 โวลต์ หรือตามที่ได้ออกแบบไว้
- ตรวจสอบ การเข้าสาย LINE และ NEUTRAL ที่ขั้ว RECEPTACLE ให้เหมือนกับทุกจุด และตรวจสอบขั้วสายดินว่าลงดินจริง และสายดินกับสาย NEUTRAL ไม่ต่อสลับกัน
- ตรวจสอบการเข้าสายของ RECEPTACLE ให้ตรงกับวงจรที่ระบุในแบบโดยการสุ่ม CHECK ให้ได้ข้อมูลมากที่สุด (ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจสอบทั้งหมด) และจะมีป้าย NAME PLATE อย่างง่าย ๆ บอกขนาด VOLTAGE และวงจรที่กินจากแผง PANEL BOARD

5.1.6 EMERGENCY LIGHT AND REMOTE HEAD LAMP

- ตรวจสอบขนาดของ LAMP และ ขนาดความจุ (AMPERE HOUR) ของ BATTERY และเปิดเพื่อทดสอบว่าทำงานได้นานตามข้อกำหนดหรือไม่
- ตรวจสอบสภาพภายนอกของโคมไฟฉุกเฉิน และโคมไฟ REMOTE ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ สะอาด
- ตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบภายในโคมไฟ เช่น BATTERY, หลอดไฟ ให้ถูกต้องที่ได้ขออนุมัติ
- ตรวจสอบ FUNCTION ของโคมไฟฉุกเฉินให้มีให้ครบถ้วนตาม SPEC.
- ตรวจสอบความสามารถในการจ่ายไฟจาก BATTERY ไปยังหลอดไฟทั้งหมดให้ได้เวลาตามที่กำหนดใน SPEC.
- ตรวจสอบ CHARGE ไฟของวงจร CHARGER ให้ทำงานถูกต้อง และอยู่ภายในเวลาที่ระบุในข้อกำหนด

5.1.7 GROUNDING & LIGHTNING PROTECTION SYSTEM

- ตรวจสอบการตอก GROUND ROD ให้ได้จำนวน และความลึกตามที่แบบกำหนด และตรวจสอบระบบเชื่อม EXOTHERMIC WELD สายทองแดงกับ GROUND ROD ให้เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ (โดยจะต้องตรวจสอบอย่างใกล้ชิดเนื่องจากเป็นระบบที่มีความสำคัญมาก)
- วัดค่า GROUNDING RESISTANCE ของ GROUND ROD ที่ตอกไว้อย่างละเอียดทุกจุด ให้ได้ค่าตามที่ DESIGN ไว้ ถ้าไม่ได้ให้ตอกเพิ่ม (ค่าที่วัดได้ไม่ควรเกิน 5 โอห์ม)

- ตรวจสอบการยึดสาย GROUND เข้ากับ BUSBAR หรือ TERMINAL อื่น ๆ ให้อยู่ในสภาพที่มั่นคงแข็งแรงอุปกรณ์จับยึด เช่น BOLT หรือ CLAMP ใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนสูง
- ตรวจสอบการ EXOTHERMIC WELD ทุกจุดให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ไม่มีตามด หรือรูของทองแดงอันอาจทำให้การเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์
- ตรวจสอบการจับยึดสายทองแดง (LOOP) ของระบบล่อฟ้าให้มีระยะห่างตามที่กำหนดในแบบ การติดตัว AIR TERMINAL TYPE ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่มีความมั่นคงแข็งแรง รวมทั้งการขัน BOLT อัดระหว่าง AIR TERMINAL กับสายทองแดง (LOOP) และการขัน AIR TERMINAL กับ BASE
- ตรวจสอบแนวทางการเดินสายตัวนำลงดินของระบบล่อฟ้าไม่ให้เกิด SIDE FLASHING
- ตรวจสอบระบบ EQUIPMENT GROUND กับ COMPUTER GROUND ว่าทั้ง 2 ระบบ จะต้องแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาดโดยการทดสอบที่ OUTLET ทั้ง 2 ระบบ วัดความต้านทานของสาย GROUND ทั้ง 2 ชนิดและบันทึกส่งผู้ออกแบบพิจารณา

5.1.8 ตรวจสอบ และบันทึกระบบ THERMAL GRAPHIC SCAN ซึ่งต้องการให้ทำกับอุปกรณ์ที่ระบุเมื่อเปิดดำเนินการได้ 3 เดือน และบันทึกในวันที่มีภาระ LOAD สูงสุดอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจสอบและมีการบันทึกดังนี้

- TRANSFORMER
- ตู้ MDB, ACB, MCCB
- BUS DUCT
- ตู้ DB

โดยส่งผลรายงาน และขอแนะนำให้ผู้เจ้าของโครงการจำนวน 3 ชุด

5.2 อุปกรณ์ SPARE PART สำหรับโครงการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ SPARE PART ให้แก่เจ้าของโครงการ ดังนี้

5.2.1 อุปกรณ์สวิตช์ และ OUTLET ทุกชนิด จำนวน 20 ชุดต่ออุปกรณ์ และ QUICK CONNECT โทรศัพท์ 2 ชุด

5.2.2 เตรียมอุปกรณ์ของโคมไฟดังต่อไปนี้

- TYPE F01, F02, F03, F04, F05, F06, F07 จำนวนชนิดละ 10 ชุด
- 18 W LED T8 FLUORESCENT, 4000K จำนวน 40 หลอด
- 9 W LED T8 FLUORESCENT, 4000K จำนวน 10 หลอด

5.2.3 LOW VOLTAGE FUSE และ PILOT LAMP จำนวน 10 ชุด

- 5.3 GUARANTEE ผู้รับจ้างจะต้องทำการรับประกันผลงาน ทั้งในส่วนอุปกรณ์ และงานติดตั้งเป็นเวลา 2 ปี หลังจากรับมอบงาน
- 5.4 SERVICE ผู้รับจ้างจะต้องทำการบริการอุปกรณ์หลังจากส่งมอบงานเป็นเวลา 2 ปี ตามข้อผูกพันรับประกัน โดยในขอบเขตของงานบริการ
- 5.5 เอกสารในการอนุมัติวัสดุ
- 5.5.1 วัสดุเหล่านี้จะต้องขออนุมัติต่อผู้ออกแบบเท่านั้น ได้แก่
- PANEL, CABLE TRAY
 - METERING SYSTEM, SURGE PROTECTION
 - FIRE RESISTANCE CABLE
- 5.5.2 วัสดุตามข้อ 5.5.1 นั้น จะต้องมีการเสนอ ดังนี้
- ให้มีการ COMPARE SPEC ทุกหัวข้อในด้านเทคนิค
 - จะต้องมีใบสรุป MODEL, รุ่น แยกต่างหากจากเอกสาร และส่งจำนวน 4 ชุด
 - ให้ใช้ตาม Model ที่ Update ล่าสุด
- 5.5.3 เอกสาร SHOP DRAWING และ AS-BUILT DRAWING ที่ควรจะสำเนาให้ผู้ออกแบบทราบ เช่น งาน MAIN อุปกรณ์และ ROUTING ของอุปกรณ์หลัก
- SHOP DRAWING แสดง SINGLE LINE, RISER DIAGRAM, LAY OUT ห้องเครื่อง, MAIN ROUTING เข้าอาคาร และ MAIN ROUTING PLAN
 - แบบ AS-BUILT DRAWING + FILE CD ให้ผู้ออกแบบเมื่อเสร็จงาน 1 ชุด

หมวด ค. รายการวัสดุ และอุปกรณ์ ที่อนุมัติให้ใช้

1ค. รายการอุปกรณ์วัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้

- 1.1 รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ตามหัวข้อข้างล่างนี้เป็นเพียงแนวทางประกอบการเลือกวัสดุ และอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่ระบุในหัวข้อข้างล่างนี้ได้ โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของนี้ และจะต้องส่งรายละเอียดทางเทคนิค แคตตาล็อก พร้อมทั้งระบุรุ่น และขนาดของอุปกรณ์นั้นให้ชัดเจน และจะต้องเสนอขออนุมัติก่อนการดำเนินการจัดซื้อ

1.2 คำจำกัดความ

อุปกรณ์จากประเทศผู้ผลิต

หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตจากประเทศที่ระบุเท่านั้น

REGIONAL ASSEMBLY UNDER LICENSE

หมายถึง เฉพาะการประกอบอุปกรณ์ที่ภูมิภาคนี้ โดยโรงงานจะต้องแสดงใบรับรองการประกอบจากประเทศผู้ผลิตเดิมมาแสดง

REGIONAL UNDER LICENSE

หมายถึง อุปกรณ์ที่ผลิตในภูมิภาคนี้ โดยผู้ขาย
อุปกรณ์จะต้องแสดงเอกสารโรงงานที่ผลิต
จะต้องได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์จาก
ประเทศผู้ผลิตเดิมมาแสดง

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
1. HV SWITCH GEAR		
ABB	NORWAY/SWEDEN	or Regional Under License
SCHNEIDER - ELECTRIC	FRANCE/GERMANY	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
EATON	GERMANY	or Regional Under License
AREVA (ALSTOM)	ITALY	or Regional Under License
2. OIL TYPE TRANSFORMER		
CHAROENCHAI	THAILAND	-
EKARAT	THAILAND	-
THAI TRAFO	THAILAND	-
THAI MAXWELL	THAILAND	-
QTC	THAILAND	-
3. LV SWITCHBOARD		
ASEFA	THAILAND	-
ESI	THAILAND	-
PMK	THAILAND	-
4. LV CIRCUIT BREAKER		
ABB	NORWAY/SWEDEN	or Regional Under License
SCHNEIDER - ELECTRIC	USA/FRANCE	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
EATON	GERMANY/ USA	or Regional Under License
5. PANEL BOARD, LOAD CENTER		
SCHNEIDER - ELECTRIC	USA	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
ABB	ITALY	or Regional Under License
EATON	GERMANY/USA	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
6. BUSDUCT		
SCHNEIDER ELECTRIC	USA	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
ABB	ITALY	or Regional Under License
7. CAPACITOR BANK & CONTROLLER		
ABB	GERMANY	or Regional Under License
NOKIAN	FINLAND	or Regional Under License
EPCOS	GERMANY	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC (MKS)	FRANCE	or Regional Under License
8. AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)		
ASCO	USA	or Regional Under License
ABB	ITALY	or Regional Under License
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
GE	USA	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	GERMANY	or Regional Under License
9. SAFETY SWITCH/ DISCONNECTING SWITCH		
ABB	EU	or Regional Under License
GE	USA	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	USA	or Regional Under License
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
10. MAGNETIC CONTACTOR		
ABB	THAILAND	-
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE	or Regional Under License
11. CURRENT TRANSFORMER & POTENTIAL TRANSFORMER		
CROMPTON	UK	or Regional Under License
SACI	SPAIN	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
ABB	GERMANY	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
12. METERING EQUIPMENT		
CROMPTON	UK	or Regional Under License
CIRCUTOR	SPAIN	or Regional Under License
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
ABB	GERMANY	or Regional Under License
SACI	SPAIN	or Regional Under License
CROMPTON	UK	or Regional Under License
SACI	SPAIN	or Regional Under License
mitsubishi	JAPAN	or Regional Under License
CIRCUTOR	SPAIN	or Regional Under License
13. DIGITAL MULTI METER		
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE	or Regional Under License
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
JANITZA	GERMANY	or Regional Under License
ABB	ITALY	or Regional Under License
CIRCUTOR	SPAIN	or Regional Under License
14. PROTECTION & CONTROL RELAYS		
ABB	SWEDEN	or Regional Under License
CROMPTON	UK	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE	or Regional Under License
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
15. SWITCH & RECEPTACLE		
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
BTICINO	ITALY	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	USA	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
16. GENERAL LUMIAIRES (FLUORESCENT HOUSING & DOWN LIGHT & INDOOR DECORATIVE)		
PHILIPS	THAILAND	-
DELIGHT	THAILAND	-
ENDO	THAILAND	-

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
LUSO (L&E)	THAILAND	-
MKP	THAILAND	-
LUMITRON	THAILAND	-
17. EXPLOSION PROOF EQUIPMENT		
CROUSE-HINDS	USA	or Regional Under License
HUBBELL	USA	or Regional Under License
GE	USA	or Regional Under License
EYE	JAPAN	or Regional Under License
PHILLIPS	NETHERLANDS	or Regional Under License
ABB	SWITZERLAND	or Regional Under License
LEGRAND	FRANCE	or Regional Under License
HOLOPHANE	USA	or Regional Under License
18. EMERGENCY LIGHT, EXIT SIGN AND CENTRAL BATTERY		
DYNO	THAILAND	-
SUNNY	THAILAND	-
CTL	THAILAND	-
19. LAMP		
L&E	THAILAND	-
OSRAM	GERMANY	or Regional Under License
PHILIPS	NETHERLAND	or Regional Under License
TOSHIBA	JAPAN	or Regional Under License
GE	USA	or Regional Under License
SYLVANIA	FRANCE	or Regional Under License
20. DRIVER FOR LED LAMP (กำหนดค่า THD ไม่เกิน 10%)		
OSRAM	GERMANY	or Regional Under License
PHILIPS	NETHERLAND	or Regional Under License
DYNO	THAILAND	-
L&E	THAILAND	-
21. LIGHTING CONTROL / 2-WIRE REMOTE SYSTEM		
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
LUTRON	USA	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
CLIPSAL	FRANCE	or Regional Under License
22. HV CABLE & LV CABLE, LSZH		
PHELPS DODGE	THAILAND	-
THAI YAZAKI	THAILAND	-
BANGKOK CABLE	THAILAND	-
23. FIRE RESISTANCE CABLE (FRC)		
PRYSMIAN	ENGLAND	or Regional Under License
RADOX	SWITZERLAND	or Regional Under License
STUDER	SWITZERLAND	or Regional Under License
24. CABLE TRAY / LADDER / WIREWAY		
ASEFA	THAILAND	-
SCI	THAILAND	-
BSM	THAILAND	-
UI	THAILAND	-
25. CONDUIT (METAL)		
PANASONIC	THAILAND	-
RSI	THAILAND	-
BSM	THAILAND	-
ARROW	THAILAND	-
UI	THAILAND	-
26. CONDUIT (UPVC)		
HACO	THAILAND	-
CLIPSAL	AUSTRALIA/VIETNAM	-
ELEPHANT	THAILAND	-
27. DIESEL GENERATOR		
CATERPILLAR	USA	or Regional Under License
KOHLER	USA	or Regional Under License
CUMMINS-ONAN	UK (DIETHELM ONLY)	or Regional Assembly Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
28. UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS)		
SCHNEIDER ELECTRIC (APC)	FRANCE	or Regional Under License (India)
SOCOMEK	FRANCE	or Regional Under License
EMERSON	USA	or Regional Under License
EATON	FINLAND	or Regional Under License
29. FIRE ALARM SYSTEM (UL LISTED)		
EDWARD (EST)	USA/CANADA	or Regional Under License
NOTIFIER	USA	or Regional Under License
JOHNSON CONTROLS	USA	or Regional Under License
BOSCH	USA	or Regional Under License
30. MATV		
FRACCARO	ITALY	or Regional Under License
TELEVES	SPAIN	or Regional Under License
HIRSCHMANN	GERMANY	or Regional Under License
WISI	GERMANY	or Regional Under License
31. CCTV (IP SYSTEM)		
AXIS	SWEDEN	or Regional Under License
BOSCH	NETHERLAND	or Regional Under License
PELCO	USA	or Regional Under License
HIK VISION	CHINA	or Regional Under License
32. PUBILC ADDRESS SYSTEM (SOUND SYSTEM)		
EV	USA	or Regional Under License
BOSCH	NETHERLAND	or Regional Under License
TOA	JAPAN	or Regional Under License
DYNACORD	GERMANY	or Regional Under License
JBL	USA	or Regional Under License
QSC	USA	or Regional Under License
33. SECURITY SYSTEM & ACCESS CONTROL SYSTEM		
SCHNEIDER ELECTRIC	EU	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
GE	USA	or Regional Under License
CHUBB	USA	or Regional Under License
BOSCH	NETHERLAND	or Regional Under License
INTELLIGENT	THAILAND	-
JOHNSON CONTROLS	USA	or Regional Under License
34. PABX		
ALCATEL	AUSTRIA	or Regional Under License
NEC	JAPAN	or Regional Under License
SIEMENS	GERMANY	or Regional Under License
ERICSSON	SWEDEN	or Regional Under License
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
35. TELEPHONE TERMINAL		
3M	USA	or Regional Under License
KRONE	GERMANY	or Regional Under License
POUYET	FRANCE	or Regional Under License
36. DATA OUTLET (TELEPHONE & COMPUTER OUTLET)		
BTICINO	FRANCE	or Regional Under License
BELDEN	USA	or Regional Under License
POUYET	FRANCE	or Regional Under License
AVAYA	USA	or Regional Under License
COMMSCOPE	USA	or Regional Under License
SCHNEIDER ELECTRIC	EU	or Regional Under License
PANASONIC	JAPAN	or Regional Under License
SIEMENS	EU	or Regional Under License
37. DATA & COMMUNICATION CABLE (COMPUTER CABLE/TWISTED PAIRS W/SHEILD CABLE)		
COMMSCOPE	USA	or Regional Under License
BELDEN	USA	or Regional Under License
AVAYA	USA	or Regional Under License
LINK	USA	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
38. TELEPHONE CABLE		
PHELD'S DODGE	THAILAND	-
THAI YAZAKI	THAILAND	-
BANGKOK CABLE	THAILAND	-
39. COAXIAL CABLE		
BELDEN	USA	or Regional Under License
COMMSCOPE	USA	or Regional Under License
HIRSCHMAN	GERMANY	or Regional Under License
LINK	CHINA	or Regional Under License
40. LIGHTNING PROTECTION SYSTEM (FARADAY)		
UI	THAILAND	-
CADWELD	THAILAND	-
KUMWELL	THAILAND	-
41. LIGHTNING PROTECTION SYSTEM (ESE)		
PREVECTRON	FRANCE	or Regional Under License
ERICO (LPI)	FRANCE	or Regional Under License หรือเทียบเท่า
42. SURGE PROTECTION DEVICE		
MCG	USA	or Regional Under License
LEUTRON	GERMANY	or Regional Under License
PHEONIX CONTACT	UK	or Regional Under License
DEHN	USA	or Regional Under License
43. FIRE BARRIER		
3M	USA	or Regional Under License
HILTI	USA	or Regional Under License
KBS	GERMANY	or Regional Under License
NELSON	USA	or Regional Under License
ABESCO	UK	or Regional Under License
BIO FIRESHIELD	USA	or Regional Under License

ชื่ออุปกรณ์	ประเทศผู้ผลิต	ประเทศในภูมิภาค
44. CONDUIT FITTING (METAL)		
SC	THAILAND	-
SCC	THAILAND	-
UI	THAILAND	-
SEC	THAILAND	-
45. CONDUIT (HDPE, EFLEX)		
BTC	THAILAND	-
TAP	THAILAND	-
TGG	THAILAND	-
46. EMERGENCY CALL SYSTEM (DISABLED TOILET)		
CARECOM	JAPAN	or Regional Under License
EDWARDS	USA	or Regional Under License
LIGHTCOM	AUSTRALIA	or Regional Under License
AIPHONE	JAPAN	or Regional Under License
INTELLIGENT	THAILAND	-
47. SOLAR CELL		
SHARP	JAPAN	or Regional Under License
LG	JAPAN	or Regional Under License
CANADIAN SOLAR	CANADA	or Regional Under License OR EQUIVALENT (TIER 1, Q3 : 2020 LISTED)

ภาคผนวก A.
ELECTRIC LOAD SCHEDULE

