PHARMAFAC

รายการประกอบแบบ (Specification)

หมวด งานระบบทางวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าสื่อสาร

(Electrical Power and Communication Engineering System)

โครงการ	ก่อสร้างและปรับปรุงส่วนเพิ่มของโรงงานผลิตยาและเคมีภัณฑ์
สถานที่	อำเภอ ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
เจ้าของโครงการ	องค์การเภสัชกรรม
	(The Government Pharmaceutical Organization)
เอกสารเลขที่	1708-SPEC-EE-REV.00

ประวัติการแก้ไข (REVISION HISTORY)

แก้ไขครั้งที่	วันที่	ดำเนินการโดย	รายละเอียด
00			First release of the document

Section changed in last revision are identified by a vertical line in the margin

สารบัญ
(TABLE OF CONTENTS)

บทที่ **หน้า**

บทที่ 1 ข้อกำหนดและขอบเขตทั่วไป (General Terms and Conditions). 1-13

บทที่ 2 ระบบไฟฟ้า (Electric System) 14-15

บทที่ 3 ระบบการต่อลงดิน (Grounding System). 16-19

บทที่ 4 แผงสวิตซ์ (Switchboard) 20-22

บทที่ 5 สายไฟฟ้า (Electrical Wiring) 23-27

บทที่ 6 ท่อร้อยสายไฟ (Electrical Conduit). 28-30

บทที่ 7 รางเดินสายไฟ (Wireway). 31-32

บทที่ 8 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (Junction Box). 33-34

บทที่ 9 ดวงโคมไฟฟ้า (Lighting Fixture). 35-36

บทที่ 10 สวิตซ์และเต้ารับไฟฟ้า (Switch and Receptacle). 37-38

บทที่ 11 ระบบโทรศัพท์ (Telephony) 39

บทที่ 12 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System). 40-43

บทที่ 13 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television System) 44-46

บทที่ 14 ระบบเสียงประกาศเรียก (Public Address System). 47-48

บทที่ 15 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) 49-55

บทที่ 16 การติดตั้งระบบไฟฟ้าในบริเวณอันตราย (Electrical Installation in Hazardous Locations).....56-57

บทที่ 1
ข้อกำหนดและขอบเขตทั่วไป
(General Terms and Conditions)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะจัดหา พร้อมติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับใช้งานภายในอาคาร ทั้งในส่วนระบบไฟฟ้ากำลังและระบบไฟฟ้าสื่อสาร ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบ พร้อมทั้งข้อกำหนดเฉพาะที่แสดงในสัญญา และเอกสารประกอบสัญญา โดยวัสดุและอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้ากำลังและระบบไฟฟ้าสื่อสาร พร้อมการติดตั้งต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมต่อการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศ และสภาวะแวดล้อมในราชอาณาจักรไทย

1.2 คำนิยาม

ในเงื่อนไขของสัญญาและในเอกสารอื่นซึ่งประกอบเป็นส่วนของสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้างอาคารให้มีความหมายดังต่อไปนี้ นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่นในเอกสาร

ก. งานในสัญญา หมายถึง งานก่อสร้าง ฝ่ายเภสัชเคมีภัณฑ์ องค์การเภสัชกรรม อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ตามระบุในรายละเอียดข้อ 3 สรุปงานในสัญญา

ข. ผู้ว่าจ้าง หมายถึง องค์การเภสัชกรรม ซึ่งเป็นเจ้าของงานก่อสร้างในสัญญานี้ และมีอำนาจตามที่ระบุในสัญญา

ค. ผู้รับจ้าง หมายถึง นิติบุคคลตามกฎหมาย ที่เป็นคู่สัญญากับผู้ว่าจ้าง ที่ลงนามในสัญญา สำหรับการก่อสร้างในสัญญานี้และรวมทั้งตัวแทน หรือลูกจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วงที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างตามสัญญานี้

ง. ผู้รับจ้างช่วง หมายถึง บริษัทหรือห้างหุ้นส่วน หรือบุคคลที่ได้รับจ้างปฏิบัติงาน หรือส่วนของงานกับผู้รับจ้างโดยตรง หรือทำสัญญารับจ้างปฏิบัติงานก่อสร้างช่วงต่อจากผู้รับจ้าง

จ. งานก่อสร้าง หมายถึง งานต่างๆ ที่ได้ระบุและปรากฏอยู่ในแบบสำหรับก่อสร้าง รายการประกอบแบบ และเอกสารสัญญา รวมทั้งงานประกอบแบบอื่นๆ ที่มิได้เป็นสาระสำคัญที่อาจไม่ได้ลงรายละเอียดไว้ในแบบสำหรับก่อสร้าง และรายการประกอบแบบและสัญญา

ฉ. ผู้ออกแบบ หมายถึง ผู้ซึ่งมีความรู้ความสามารถในการตีความและแก้ไขปัญหาให้ได้มาซึ่งความต้องการขั้นพื้นฐานและความต้องการเฉพาะ บนพื้นฐานของหลักการทางวิชาการในแต่ละวิชาชีพ

ช. ผู้ควบคุมงาน หมายถึง ผู้ควบคุมงานที่ประจำหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งได้รับมอบหมายจากผู้ว่าจ้างให้เป็นผู้ควบคุมงานก่อสร้างอาคารของงานในสัญญานี้

ซ. คณะกรรมการตรวจการจ้าง หมายถึง คณะกรรมการตรวจการจ้าง ซึ่งแต่งตั้งโดยผู้ว่าจ้าง เพื่อทำหน้าที่ตรวจการจ้างของงานก่อสร้างให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบสำหรับก่อสร้าง รายการประกอบแบบและเอกสารสัญญา

ฌ. แบบสำหรับก่อสร้าง (แบบก่อสร้าง) หมายถึง แบบสำหรับก่อสร้างที่ใช้ประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้าง และแบบก่อสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โดยความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งแบบก่อสร้างอื่นๆ ที่อาจจัดทำขึ้นในขณะก่อสร้าง เมื่อปรากฏว่าแบบก่อสร้างตามสัญญาแสดงรายละเอียดไว้ ไม่ชัดเจนพอ

ญ. รายการประกอบแบบ หมายถึง ข้อความและรายละเอียดที่กำหนดและควบคุมคุณลักษณะคุณสมบัติ คุณภาพของวัสดุ อุปกรณ์ ฝีมือการปฏิบัติงาน วิธีการ กฎข้อบังคับ และ ข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างที่ไม่ปรากฏ หรือมีปรากฏในแบบสำหรับก่อสร้างตามสัญญานี้

ฎ. การอนุมัติ หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร

1.3 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลาย หรือผ่านการใช้งานมาก่อน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบหรือรุ่นใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต

1.4 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่นำงานทั้งหมดหรืองานส่วนใดส่วนหนึ่งให้ผู้อื่นรับจ้างช่วง โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ

1.5 ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้าง เพื่อศึกษาลักษณะและสภาพทั่วไปของสถานที่ก่อสร้าง ปัญหาและอุปสรรคของงานก่อสร้าง รวมทั้งสาธารณูปโภคต่างๆ จนมีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง และ/หรือ ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

1.6 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน

ก. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงาน หรือลดงานลง จากที่ได้กำหนดตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะพิจารณาโดยวิธีตกลงราคาระหว่างผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

ข. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบ ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจึงจะสามารถดำเนินการได้

1.7 ผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้าง

ก. ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการและรายชื่อผู้ร่วมปฏิบัติงาน ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนปฏิบัติงานเสมอ

ข. ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลัง ระดับที่สามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ที่กำหนดไว้ในข้อบังคับสภาวิศวกร เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบและรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยวิศวกรไฟฟ้าจะต้องลงนามรับรองเอกสารขณะปฏิบัติงาน และเอกสารส่งมอบงาน รวมทั้งลงนามเป็นวิศวกรผู้ควบคุมงานในเอกสารที่ส่งให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

ค. ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงานโดยเฉพาะ สำหรับการติดตั้งงานทางไฟฟ้าในแต่ละระบบ

ง. ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน และพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานแล้วเสร็จตามกำหนดและตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

จ. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้างเอง

ฉ. กรณีที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าพนักงานของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการสั่งให้พนักงานของผู้รับจ้างหยุดงานและออกไปจากหน่วยงาน และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาบุคคลที่เหมาะสมกว่ามาปฏิบัติงานแทนโดยเร็ว

1.8 การปฏิบัติงาน

ก. ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบ และ/หรือ ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ ถึงแม้ว่าบางรายการจะแสดงไว้ในแบบ แต่ไม่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ แต่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบก็ตาม ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเสมือนกับว่าได้มีการแสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง ทั้งนี้รวมถึงงานและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำหรือจัดหาเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้อง ปลอดภัยตามมาตรฐานต่างๆ ที่นำมาอ้างอิง ถึงแม้ว่าจะไม่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ รายละเอียดประกอบแบบก็ตาม ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นให้ถูกต้องและครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

ข. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในรายการละเอียดประกอบแบบนี้ หากต้องมีการเปลี่ยนและแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานเพื่อให้วัสดุอุปกรณ์และงานเป็นไปตามแบบและข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและติดตั้งเพิ่มเติมในระหว่างระยะเวลารับประกันโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ค. ผู้รับจ้างต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญา โดยแผนงานที่เสนอต้องแยกส่วนของงานที่จะปฏิบัติให้ชัดเจน เหมาะสม และละเอียดตามสมควร รวมทั้งระบุจำนวนพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน และ/หรือ แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับไว้ด้วย และในระหว่างการปฏิบัติงานหากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงาน ไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวัน เพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงานนี้จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

ง. ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญา โดยกำหนดการดังกล่าวต้องสอดคล้องกับแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานด้วย

จ. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์เสนอต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์นั้น ก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 15 วัน และห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ยังไม่ได้รับการพิจารณาอนุมัติเข้ามายังบริเวณงานก่อสร้างโดยเด็ดขาด

ฉ. ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อยเจ็ดวัน และผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

1.9 แบบและรายการประกอบแบบ

ก. แบบและรายละเอียดประกอบแบบทั้งหมดนี้ เป็นกรรมสิทธิ์ของวิศวกรผู้ออกแบบ ห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือ นำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นใด นอกจากได้รับการอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น

ข. แบบที่ใช้ประกอบสัญญาก่อสร้างนี้เป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบและใช้เป็นแนวทางและหลักการทำงานของระบบต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบกับรายละเอียดจากแบบสถาปัตยกรรม แบบวิศวกรรมโครงสร้าง และแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันด้วย เพื่อให้งานก่อสร้างทั้งหมดเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้หากต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ มีคุณภาพและเป็นไปตามหลักวิชาการ ตามมาตรฐาน หรือตามกฎและระเบียบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น

ค. กรณีที่แบบและรายละเอียดประกอบแบบขัดแย้งกัน และ/หรือ กรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายละเอียด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขงานนั้นๆ ให้ถูกต้อง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด อนึ่งหากแบบและรายละเอียดประกอบแบบกำหนดไว้ไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องกว่าดีกว่าเป็นหลัก

ง. ตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมโดยปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควร โดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

1.10 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์

ก. วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้ง ต้องผ่านการรับรองจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น มอก, IEC, UL, FM เป็นต้น และต้องมีมาตรฐานเดียวกันกับที่อ้างอิงถึงในรายละเอียดประกอบแบบนี้

ข. วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องส่งตัวอย่าง หรือรายการ (Catalog) พร้อมรายละเอียดที่สมบูรณ์ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนพิจารณาก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงสามารถนำมาใช้ได้

ค. การกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในแบบ และ/หรือ รายละเอียดประกอบแบบนี้ อาจกล่าวอ้างถึงเครื่องหมายการค้าของผลิตภัณฑ์ และ/หรือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็ดี มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าอุปกรณ์ที่กล่าวอ้างถึง หรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

ง. กรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ กรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ในรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด

1.11 การเห็นชอบ การให้ความยินยอม หรือการอนุมัติใดๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ วิธีและแนวทางการติดตั้งและ/หรือตำแหน่งการติดตั้ง หรือข้อเสนอใดๆ ของผู้รับจ้าง ให้ถือว่าเป็นการรับรู้ของผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นเท่านั้น ผู้รับจ้างยังคงต้องรับภาระและความรับผิดชอบเต็มที่ในเรื่องความถูกต้องตามหลักวิชาการ ความสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามที่กำหนดทั้งในแบบ และในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สิน ถึงแม้ว่าผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้มีการกระทำตามนัยดังกล่าวแล้วข้างต้น จนกว่าจะส่งมอบงาน และ/หรือ พ้นระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ

1.12 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือ ความเสียหายใดๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ

1.13 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์เข้ามา จนถึงสถานที่ติดตั้งใช้งาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบชำระค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด รวมทั้งรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์นั้นทุกประการ

1.14 แบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing)

ก. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบปฏิบัติงาน 3 ชุด หรือตามจำนวนที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เพื่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนการติดตั้ง/ก่อสร้างอย่างน้อย 30 วัน

ข. แบบปฏิบัติงานต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในงานระบบไฟฟ้า และรายละเอียดซึ่งเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคารหรือผู้รับจ้างรายอื่น รวมทั้งแสดงรายละเอียดการติดตั้งที่จำเป็นเพิ่มเติม ตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

ค. แบบปฏิบัติงานต้องมีขนาดกระดาษ และใช้สัญลักษณ์เดียวกัน กับแบบแนบท้ายสัญญาก่อสร้าง หรือกำหนดตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

ง. แบบปฏิบัติงานต้องมีวิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรอง และระบุวันที่กำกับทุกแผ่น

จ. แบบปฏิบัติงานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากมีการตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

ฉ. แบบปฏิบัติงานต้องมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

ฉ.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลง และตู้สวิตช์เกียร์แรงสูง (ถ้ามี)

ฉ.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ แผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (MDB) แผงสวิตช์ (Panel Board) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (ถ้ามี) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด

ฉ.3 การติดตั้งสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย รางเดินสาย บัสเวย์ (ถ้ามี)ฯลฯ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ

ฉ.4 การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าทั้งหมด

ฉ.5 รายละเอียดของวงจรต่างๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมต่างๆ เป็นต้น

ฉ.6 รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่นๆ

ฉ.7 รายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า

ฉ.8 รายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบไฟฟ้าสำรอง ระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบเสียงประกาศเรียก ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รวมทั้งระบบอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้

1.15 แบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing)

ก. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบก่อสร้างจริง โดยจัดส่งเป็นแบบพิมพ์เขียว 2 ชุด แบบพิมพ์ลงในกระดาษไข 1 ชุด และแบบที่บันทึกลงในแผ่นบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์อีก 1 ชุด หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด โดยแบบก่อสร้างจริงเป็นแบบแสดงแผนผัง ตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ วิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามที่ก่อสร้างจริง รวมทั้งงานในส่วนที่ได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบปฏิบัติงาน ซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างระหว่างการปฏิบัติงานและติดตั้งจริง

ข. แบบก่อสร้างจริงต้องมีขนาดกระดาษ และใช้สัญลักษณ์เดียวกันกับแบบปฏิบัติงาน หรือกำหนดตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

ค. แบบก่อสร้างจริงจะต้องมีรายละเอียดการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับแบบปฏิบัติงาน

ง. แบบก่อสร้างจริงต้องมีวิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรอง และผู้รับจ้างต้องส่งแบบก่อสร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันที่ก่อสร้างงานนั้นๆ แล้วเสร็จ หรือกำหนดตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

1.16 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราวและอุปกรณ์ชั่วคราวอื่นๆ

ก. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ และท่ออื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดชั่วคราวต่างๆ เพื่อใช้ในงานก่อสร้างตามที่ระบุในแบบ และ/หรือ ในรายละเอียดประกอบแบบนี้

ข. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งติดตั้งโคมไฟฟ้าชั่วคราวตามจุดต่างๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือความจำเป็นในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง หรือเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวนี้ทั้งหมด

ค. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการรื้อถอนระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมดในวันส่งมอบงาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรื้อถอนระบบไฟฟ้าและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมด

1.17 การฝึกอบรม

ก. ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลควบคุมและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

ข. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบเพื่อเป็นผู้ช่วย หรือเป็นผู้ดำเนินการเดินเครื่องและควบคุมเครื่อง เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 วันติดต่อกัน หลังจากวันส่งมอบงาน

1.18 การบริการ

ก. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ เพื่อตรวจซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ดีเป็นประจำ ทุกเดือนในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง

ข. ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างให้บริการ ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง และอุปกรณ์ เสนอต่อผู้ว่าจ้างทุกครั้ง

ค. ในระหว่างระยะเวลารับประกัน กรณีที่ผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบบริการโดยไม่ชักช้า

1.19 การทดสอบ

ก. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารทั้งหมด และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบรวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหรือติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบทั้งหมด

ข. ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบระบบ และจัดเตรียมเอกสารวิธีการทดสอบตามคำแนะนำจากผู้ผลิต เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะทำการทดสอบอย่างน้อย 15 วัน ทั้งนี้แผนงาน และวิธีการทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบต่างๆ จะต้องกระทำในระหว่างงานก่อสร้าง เช่น ก่อนปิดฝ้าเพดาน และก่อนส่งมอบงาน โดยเป็นไปตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

ค. วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพการฉนวน (Insulation) ขนาดแรงดันไฟฟ้า และขนาดกระแสไฟฟ้าของแต่ละวงจร พร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และให้ถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสารส่งมอบงานด้วย

ง. วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพสัญญาณ (Noise Level) ขนาดสัญญาณ ฯลฯ ของอุปกรณ์ระบบสื่อสารแต่ละจุด พร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และให้ถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสารส่งมอบงานด้วย

จ. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลัง โดยป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร ขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมทั้งรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่างๆ ถูกปรับแต่งและติดตั้งให้อยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง

ฉ. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าโดยการเปิดไฟทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการทดสอบเต้ารับไฟฟ้าทุกจุดโดยใช้โหลดแสงสว่างขนาด 60 วัตต์ ต่อกับเต้ารับไฟฟ้านั้นๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที

ช. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน และสายไฟของวงจรย่อยทุกจุด โดยปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโหลดและแหล่งจ่ายไฟฟ้า แล้วทำการวัดค่าฉนวนด้วยเครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าแบบกระแสตรง 500 โวลต์ นานต่อเนื่องกัน 30 วินาที พร้อมทั้งบันทึกผล และเสนอรายงานผลการวัดให้กับผู้ว่าจ้าง โดยทั้งนี้ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับสายดินต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม

ซ. ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่ากระแสของสายป้อนและสายไฟของวงจรย่อย โดยจ่ายไฟให้โหลดทั้งหมดของวงจรและวัดค่ากระแสของวงจรด้วยเครื่องวัดกระแสแบบคล้อง (Clamp on Ammeter) พร้อมทั้งบันทึกผล และเสนอรายงานผลการวัดให้กับผู้ว่าจ้าง

ฌ. ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่าความต้านทานของระบบต่อลงดิน พร้อมทั้งบันทึกผล และเสนอรายงานผลการวัดให้กับผู้ว่าจ้าง

ญ. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่ โดยวัดค่าสัญญาณที่เต้ารับโทรทัศน์ทั้งหมด พร้อมทั้งบันทึกผล และเสนอรายงานผลการวัดให้กับผู้ว่าจ้าง

ฎ. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์ และระบบอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

1.20 การส่งมอบงาน

ก. ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่องและทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ในสภาพใช้งานเต็มที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 36 ชั่วโมงติดต่อกัน

ข. ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และความต้องการ ได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโหลด การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่างๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

ค. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดทุกประการ

ง. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบ เพื่อการตรวจรับมอบงาน

จ. ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารและสิ่งของดังต่อไปนี้ให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

จ.1 แบบสร้างจริงตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้

จ.2 รายงานผลการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งรายงานชนิดไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

จ.3 รายงานผลการทดสอบระบบสื่อสาร พร้อมทั้งรายงานชนิดไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

จ.4 หนังสือคู่มือการใช้ การบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ พร้อมทั้งไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

จ.5 เอกสารหรือใบรับประกันอายุการใช้งานวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ได้ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้

จ.6 เครื่องมือพิเศษที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่องและอุปกรณ์นั้นๆ (ถ้ามี)

จ.7 อะไหล่และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้

1.21 การรับประกัน

ก. ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างรับประกันหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 90 วัน ส่วนหลอดไฟฟ้าแบบอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาเฉลี่ยของอายุอุปกรณ์

ข. ในระยะเวลารับประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้โดยถูกต้องตามหลักวิชาการช่าง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

ค. ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันในจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

2.0 ขอบเขตงาน

2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึงแรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของ นั่งร้านชั่วคราว ระบบไฟฟ้าชั่วคราวและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราว เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้านี้เสร็จสมบูรณ์

2.2 ผู้รับจ้างต้องติดต่อประสานงานกับ หน่วยงานที่ดูแลระบบไฟฟ้าขององค์การเภสัชกรรม เพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำแบบรายละเอียดในการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด

2.3 ผู้รับจ้างต้องติดต่อและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบโทรศัพท์ เพื่อจัดทำแบบรายละเอียดในการติดตั้ง และเดินสายโทรศัพท์เข้าไปยังแผงกระจายสายหลัก (Main Distribution Frame, MDF.) ของอาคารโรงงานผลิตยาและเคมีภัณฑ์ฯ โดยรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการเพิ่มราคาจากที่ได้เคยเสนอราคาไว้

2.4 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างและผู้รับจ้างงานอื่นๆ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับ ผิดชอบในการเจาะช่อง ซ่อมช่องที่เจาะและงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเกิดความล่าช้าขึ้น

2.5 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายป้อน ไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาล ระบบลิฟต์โดยสาร และระบบอื่นๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้อุปกรณ์และระบบต่างๆ สามารถใช้งานได้

2.6 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (MDB) แผงสวิตช์ (Panel Board) สายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย รางเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน ตามที่กำหนดไว้ในแบบและที่ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.7 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับสัญญาณระบบสื่อสารอื่นๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของอาคารตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.8 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกระจายสายหลัก (MDF) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ท่อร้อยสาย โทรศัพท์ รางเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เต้ารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคารจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.9 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.10 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟป้ายทางออกฉุกเฉินทั้งหมด ของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.11 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบเสียงประกาศเรียกทั้งหมด ตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.12 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.13 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิดทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบจนแล้วเสร็จ และสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

2.14 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันหรือลดความเสียหายและอันตรายอันเกิดจากไฟและควันลามจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้

2.15 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งระบบสื่อสารที่ได้กำหนดไว้ในแบบและตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งจัดทำรายงานผลการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

2.16 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) ตามที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้ว่าจ้าง ภายใน 30 วันก่อนดำเนินการติดตั้ง และเมื่อผู้ว่าจ้างอนุมัติแล้วผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ให้แก่ผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

2.17 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing) ตามขนาดและมาตราส่วนของแบบปฏิบัติงานที่ได้รับการอนุมัติให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันที่ก่อสร้างงานส่วนนั้นๆ แล้วเสร็จ และผู้รับจ้างต้องส่งแบบก่อสร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างอีกจำนวน 3 ชุด หลังจากติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ แล้วเสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน

2.18 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลัง ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ที่กำหนดไว้ในข้อบังคับสภาวิศวกร เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบและรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยวิศวกรไฟฟ้าจะต้องลงนามรับรองเอกสารขณะปฏิบัติงาน และเอกสารส่งมอบงาน รวมทั้งลงนามเป็นวิศวกรผู้ควบคุมงานในเอกสารที่ส่งให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

2.19 ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาความสะอาด ขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานหรือสถานที่ก่อสร้างทุกวัน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

2.20 ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาความปลอดภัยด้านต่างๆ ภายในสถานที่ก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

2.21 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารและสิ่งของดังต่อไปนี้ให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

ก. แบบสร้างจริงตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้

ข. รายงานผลการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งรายงานชนิดไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

ค. รายงานผลการทดสอบระบบสื่อสาร พร้อมทั้งรายงานชนิดไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

ง. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ พร้อมทั้งไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

จ. เอกสารหรือใบรับประกันอายุการใช้งานวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ได้ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้

ฉ. เครื่องมือพิเศษที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่องและอุปกรณ์นั้นๆ (ถ้ามี)

ช. อะไหล่และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้

2.22 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากวันตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย โดยระหว่างระยะเวลารับประกันถ้าวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง ตามหลักวิชาการช่าง ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างรับประกันหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้เป็นระยะ เวลาไม่ต่ำกว่า 90 วัน ส่วนหลอดไฟฟ้าแบบอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาเฉลี่ยของอายุอุปกรณ์

2.23 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอะไหล่และเครื่องมือบำรุงรักษา พร้อมทั้งหนังสือคู่มือ มอบให้ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน

2.24 ในระหว่างระยะเวลารับประกันผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกัน ในจำนวนเงินตามที่ ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

3.0 สถาบันตรวจสอบและมาตรฐาน

3.1 สถาบันตรวจสอบที่ได้รับการอนุมัติ หมายถึง สถาบันดังต่อไปนี้

ก. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กระทรวงมหาดไทย

ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. คณะวิศวกรรมศาสร์ มหาวิทยาเกษตรศาสตร์

ง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ฉ. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ช. กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงอุตสาหกรรม

ซ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ฌ. กองวิเคราะห์วิจัย กรมโยธาธิการ

ญ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ฎ. สถาบันที่รับรองโดยผู้ว่าจ้าง หรือผู้ออกแบบ

3.2 มาตรฐานที่กำหนด

มาตรฐานทั่วไปที่ระบุในแบบรูปและรายการประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิง หรือเปรียบเทียบคุณภาพ หรือทดสอบวัสดุก่อสร้าง และวิธีการติดตั้ง วัสดุอุปกรณ์สำหรับงานก่อสร้างตามสัญญานี้ มีดังต่อไปนี้

ก. มอก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ข. วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

ค. NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION)

ง. ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)

จ. AWS (AMERICAN WELDIG SOCIETY)

ฉ. BS. (BRITISH STANDARD)

ช. IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION)

ซ. ISO (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION)

ฌ. JIS (JAPANESS INDUSTRIAL STANDARD)

ญ. NEC (NATIONAL ELECTRICAL CODE)

ฎ. NEMA (NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION)

ฏ. MEA (METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITIY)

ฐ. VDE (VERBAND DEUTSHER ELECTRO TECHNIKER)

ฑ. UL (UNDERWRITER’ S LABORATORIES)

ฒ. มาตรฐานอื่นๆ ที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือรายการประกอบแบบหมวดอื่นๆ

บทที่ 2
ระบบไฟฟ้า
(Electric System)

1.0 ข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้า ที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) การติดตั้งหม้อแปลง ตลอดจนวิธีการและอุปกรณ์การเข้าสายแรงสูงและแรงต่ำ ตามความเหมาะสมของสถานที่ เพื่อขอความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ และผู้ว่าจ้าง

1.2 รูปแบบการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่แสดงไว้ในแบบให้ถือเป็นเพียงแนวทางเท่านั้น การติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับการใช้งานจริงต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

1.3 กรณีที่ระบุไว้ในแบบ หรือกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความต้องการให้ทางการไฟฟ้าฯ มาทำการทดสอบสายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้มีความมั่นใจในการใช้งาน ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ประสานงานให้ทางการไฟฟ้าฯ เข้ามาดำเนินการ และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

1.4 ผู้รับจ้างต้องทดสอบอุปกรณ์แรงสูงต่างๆ และตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ และตามมาตรฐานที่อ้างถึง

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูงเป็นระบบ 3 Phase 3 Wires 22,000 V

2.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็นระบบ 3 Phase 4 Wires 380/220 V 50 Hz Y Connected System Solidly Grounded

2.3 ระบบควบคุมต่างๆ ให้เป็นไปตามที่แสดงในแบบและที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบนี้

2.4 ระบบสีของบัสบาร์ให้ใช้ดังนี้

Phase	A	สีน้ำตาล	หรือใช้เครื่องหมายเป็นตัวอักษร L1
Phase	B	สีดำ	หรือใช้เครื่องหมายเป็นตัวอักษร L2
Phase	C	สีเทา	หรือใช้เครื่องหมายเป็นตัวอักษร L3
Neutral	N	สีฟ้า	หรือใช้เครื่องหมายเป็นตัวอักษร N
Ground	Gr.	สีเขียว	หรือใช้เครื่องหมายเป็นตัวอักษร E

2.5 ระบบสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน ระบบแรงต่ำ ให้ใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด หรือใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับที่ใหม่กว่า ดังนี้

Phase	A	สีน้ำตาล
Phase	B	สีดำ
Phase	C	สีเทา
Neutral	N	สีฟ้า
Ground	Gr.	สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง

สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สาย ไฟฟ้าทุกแห่ง ที่มีการต่อสายและต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น

2.6 ระบบสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่างๆ ให้ใช้ดังนี้

ระบบไฟฟ้าปกติ	สีแดง
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟฟ้าสำรอง	สีเหลือง
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สีส้ม
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบโทรทัศน์สายอากาศแม่	สีฟ้า
ระบบเสียง	สีขาว
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	สีดำ
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	สีน้ำเงิน

บทที่ 3

ระบบการต่อลงดิน

(Grounding system)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

1.2 ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะอันอาจ มีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้าฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามกฎและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

ก. มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า พ.ศ.2556 เรื่องการต่อลงดินและสายดิน

ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ " ISES,24-1984 การต่อลงดิน "

ค. National Electrical Code (NEC) Article 250

ก. National Fire Protection Association NFPA No. 78

1.3 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าและการต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และตามประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 สายต่อหลักดินต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนหรือสายทองแดงเปลือย ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือรายละเอียดประกอบแบบ สำหรับสายต่อหลักดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจเสียหายชำรุดได้ให้ร้อยในท่อโลหะ สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อ มีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียดประกอบแบบ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตร.มม.) (ตัวนำทองแดง)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตร.มม.) (ตัวนำทองแดง)
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

2.2 แท่งหลักดิน (Ground Rod) ให้ใช้เหล็กกล้าหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวไม่ต่ำกว่า 10 ฟุต หรือตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ จำนวนและระยะห่างระหว่างหลักดินทั้งหมดให้ยึดถือตามแบบ สำหรับกรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบสายนำลงดินทุกชุดต้องประกอบด้วยแท่งหลักดิน 3 แท่งตอกลงดินระยะห่างกัน 3.00 เมตร ในแนวตรงหรือในแนวสามเหลี่ยมด้านเท่า

2.3 ข่ายหลักดิน (Ground Grid) ให้ใช้สายทองแดงเปลือยขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ และไม่ต่ำกว่าขนาดที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 เชื่อมต่อกันระหว่างหลักดินทั้งหมดทุกหลัก หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.4 หลักดิน (Ground Electrode) ประกอบด้วยแท่งหลักดิน (Ground rod) และข่ายหลักดิน (Ground grid) ซึ่งฝังลึกลงไปในดินไม่ต่ำกว่า 1 เมตร โดยทำการติดตั้งตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบ เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้ทำการวัดค่าความต้านทานของหลักดินกับดิน ถ้ามีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม (ในภาวะดินแห้ง) ต้องตอกแท่งหลักดินเพิ่มขึ้นในแนวของข่ายหลักดิน โดยต้องมีระยะห่างระหว่างแท่งหลักดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร

2.5 การเชื่อมแท่งหลักดินเข้ากับข่ายหลักดิน หรือข่ายหลักดินเข้ากับข่ายหลักดิน ให้เชื่อมด้วยความร้อน (Exothermic Welding) ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งการเชื่อมต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้

2.6 ระบบไฟฟ้าของอาคารที่ต้องต่อลงดินจะต้องต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธานแต่ละชุด ห้ามต่อลงดินที่จุดอื่นๆ อีกทางด้านไฟออกของบริภัณฑ์ประธาน

2.7 ระบบไฟฟ้าที่มีการต่อลงดินที่จุดใดๆ สายที่มีการต่อลงดินนั้นจะต้องเดินร่วมไปกับเส้นสายไฟไปยังบริภัณฑ์ประธานทุกชุด และจะต้องต่อฝากเข้ากับสิ่งห่อหุ้มของบริภัณฑ์ประธานด้วย

2.8 อาคารแต่ละอาคารที่มีบริภัณฑ์ประธานชุดเดียวร่วมกันต้องมีหลักดิน เพื่อต่อสายที่มีการต่อลงดินของเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้า วงจร และระบบไฟฟ้าลงดิน

2.9 ชิ้นส่วนโลหะทุกชิ้นของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เช่น ดวงโคมไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า กล่องต่อสาย ฝาครอบและกรอบของเต้ารับและสวิตช์ที่เป็นโลหะ เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ส่วนที่เป็นโลหะของแผงสวิตช์ และชิ้นส่วนโลหะที่อาจมีกระแสไฟฟ้า ต้องต่อลงดินที่แผงสวิตช์เพื่อต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธานของอาคาร ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

2.10 สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนหรือสายทองแดงเปลือย ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายละเอียดประกอบแบบ สายดินจะต้องเดินขนานไปกับเส้นสายไฟของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในท่อร้อยสายหรือช่องเดินสายเดียวกัน มีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียดประกอบแบบ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 2

2.11 สายดินสำหรับการเดินสายควบให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อร้อยสาย ขนาดสายดินสำหรับการเดินสายควบต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ รายละเอียดประกอบแบบ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตร.มม.) (ตัวนำทองแดง)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120

2.12 การต่อสายดินเข้ากับแผงสวิตช์ให้ใช้หัวต่อแบบบีบ ประกับจับสาย หรือสิ่งอื่นที่ระบุให้ใช้เพื่อการนี้ ห้ามต่อโดยใช้การบัดกรีเป็นหลัก

2.13 ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน หรือใช้สายดินเป็นสายศูนย์

2.14 สายศูนย์ของหม้อแปลงต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงนั้น

2.15 การต่อลงดินของอุปกรณ์ระบบสื่อสารให้แยกออกจากระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบล่อฟ้า โดยใช้สายดินที่มีขนาดและชนิดตามที่กำหนดไว้ในแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

2.16 ท่อร้อยสาย เครื่องห่อหุ้ม โครงโลหะ และส่วนโลหะอื่นของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ที่ไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ต้องมีระยะห่างจากตัวนำระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร หรือต้องต่อฝากเข้ากับตัวนำระบบป้องกันฟ้าผ่า

2.17 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการวัดค่าความต้านทานของระบบดิน โดยวิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องลงนามในรายงานผลการทดสอบและส่งให้กับผู้ว่าจ้าง และกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้ทันทีโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

บทที่ 4
แผงสวิตช์
(Switchboard)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

1.2 รายละเอียดที่กำหนดและกล่าวในหมวดนี้ ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการออกแบบและสร้างแผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ ประกอบด้วย แผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board, MDB) แผงจ่ายไฟฟ้าทั่วไป (Distribution Board, DB) ซึ่งกำหนดให้ใช้งานแบบตั้งพื้น (Floor Mounted)

1.3 การจัดสร้างแผงสวิตซ์ ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรฐานการรับรองโดย IEC 61439-2 โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต

1.4 อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมด ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL, NEMA, ANSI, IEC, VDE, DIN, TIS หรือตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น

1.5 ผู้รับจ้างต้องทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) ของแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก แสดงวิธีการติดตั้ง ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 แผงสวิตช์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงาน ซึ่งเป็นผู้ผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่ผู้รับจ้างได้รับการอนุมัติให้ใช้ในการติดตั้งในงานระบบไฟฟ้าของโครงการ หรือเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของอาคารที่ใช้อยู่ ในกรณีที่เป็นงานปรับปรุงระบบไฟฟ้า หรืองานปรับปรุงต่อเติมอาคาร

2.2 แผงสวิตช์ต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test) โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต

2.3 แผงสวิตช์ต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยฝาด้านหน้าติดบานพับ เพื่อให้เปิดออกได้ง่าย ตัวแผงสวิตช์ต้องมีการระบายอากาศและป้องกันไม่ให้ฝุ่น แมลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี

2.4 โครงของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักให้ทำด้วยเหล็กฉากยึดติดกันด้วยนอตและสกรู แผ่นเหล็กประกอบแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร แผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดที่เป็นโลหะจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นด้วยสีทนไฟ ส่วนที่เป็นโลหะอื่นๆ ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องผ่านกรรมวิธีอาบสังกะสี กรณีที่แผงจ่ายไฟฟ้าหลักมีหลายส่วนเรียงติดต่อกันต้องยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียว และมีแผ่นโลหะแยกส่วนภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักออกจากกันตามที่จำเป็น

2.5 อุปกรณ์ในแผงสวิตช์ต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์ (Co-ordination) กันเป็นระบบได้ดี

2.6 แผงสวิตช์เป็นแบบมีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker Type) หรือเป็นแบบไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Lug Type) โดยจำนวนเฟส จำนวนช่อง พิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) จะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด

2.7 แผงสวิตช์ต้องพ่นสีเทาอ่อน หรือสีที่กำหนดไว้ในแบบ และอบแห้งทั้งภายนอกและภายในอย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้ว

2.8 ด้านในของฝาหน้าของแผงสวิตช์ต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดไว้ และมีป้ายชื่อของแผงสวิตช์ติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติกซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้ว จะเห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม

2.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบกล่องหุ้มหล่อ (Molded Case) สามารถตัดกระแสเกินเนื่องจากความร้อน (Thermal Over Current Trip) และตัดกระแสลัดวงจรทันที (Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip) ได้ มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) ไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด

2.10 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบเสียบเข้า (Plug-in) หรือขันเกลียวเข้า (Bolt-on) และต้องสามารถใส่หรือถอดออกได้โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออก เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องสามารถแสดงสภาวะเปิด (On) ปิด (Off) และตัด (Trip) ได้อย่างชัดเจน

2.11 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งแผงสวิตช์ลอยกับผนัง โดยใช้สลักเกลียวแบบปลอกเหล็ก (Expansion Bolt) ยึดติดกับผนัง และติดตั้งสูงจากพื้น 1.40 ม. (จากกึ่งกลางแผงถึงระดับพื้น)

2.12 ส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และหากเป็นเพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

2.13 แผงสวิตช์ต้องติดตั้งในสถานที่แห้ง เข้าถึงได้ และควบคุมได้โดยบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือนอกอาคารต้องมีเครื่องห่อหุ้ม (กล่องหรือตู้) ที่ทนสภาพอากาศ นอกจากแผงสวิตช์จะเป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารได้ แผงสวิตช์ซึ่งอยู่ในสถานที่ที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่แผงสวิตช์จะไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ต่อวัตถุติดไฟข้างเคียง

2.14 การติดตั้งแผงสวิตช์ในสถานที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weather Proof)

2.15 ส่วนที่เป็นโลหะของแผงสวิตช์ที่ไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อลงดิน

2.16 การประกอบและการติดตั้งแผงสวิตช์ ตลอดจนการเข้าสายต้องทำโดยช่างผู้ชำนาญงานด้านนี้

2.17 ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันแผงสวิตช์ไม่ให้ผิวและสีถลอกเสียหาย ระหว่างการติดตั้งก่อนการส่งมอบงาน ถ้าเกิดความเสียหายผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้เหมือนสภาพเดิม หรือตามที่ผู้ว่าจ้างพอใจ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

บทที่ 5
สายไฟฟ้า
(Electrical Wiring)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

1.2 สายไฟฟ้าภายในรางเดินสายต้องมีจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายไฟฟ้าของวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้นและสายดิน ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายมากกว่า 30 เส้น ผู้รับจ้างจะต้องเพิ่มขนาดสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายทุกเส้น เพื่อชดเชยขนาดกระแสในสายไฟฟ้าที่ลดลงจากตัวคูณลดกระแส เนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีตัวนำเป็นทองแดง และได้รับมาตรฐาน มอก ฉบับใหม่ล่าสุด หรือตามมาตรฐาน มอก 11-2553 กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานสายไฟฟ้าฉบับที่ใหม่กว่า ผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและยอมรับ สำหรับสายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ตามมาตรฐาน มอก 11-2553 โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน (U0/U) 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส (มีชื่อเรียกหรือรหัสเคเบิลว่า 60227 IEC 01) ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด

2.2 รหัสและป้ายชื่อ เพื่อความสะดวกแก่การซ่อมบำรุงระบบในอนาคต จึงกำหนดให้จัดทำรหัสและป้ายชื่อกำกับ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และสื่อสารตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบบไฟฟ้าทั้งแรงสูงและแรงต่ำ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีรหัสสีมาตรฐาน วสท. พ.ศ.2556 ตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สายไฟฟ้าที่มีรหัสสีมาตรฐาน วสท. พ.ศ.2556

สี	ชนิดของสายไฟ
สีน้ำตาล	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส A
สีดำ	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส B
สีเทา	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส C
สีฟ้า	สำหรับศูนย์ (Neutral)
สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง	สำหรับสายดิน

สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่ง ที่มีการต่อสายและต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งใต้ดินไม่ว่าจะติดตั้งภายในท่อร้อยสายหรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอกหนาเป็นพิเศษ ผลิตขึ้นสำหรับเดินสายใต้ดินโดยเฉพาะ (มีชื่อทางการค้าว่า NYY) ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือตารางโหลด

2.4 สายเคเบิลแรงสูงต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอดห้ามตัดต่อสายระหว่างทาง

2.5 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าภายในท่อร้อยสายและภายในแผงสวิตซ์

2.6 การตัดต่อสายไฟฟ้าอนุญาตให้ทำในกล่องต่อสายเท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้า สำหรับสายขนาดไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรต้องต่อสายด้วยไวร์นัท (Wire Nut) ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 16 ตารางมิลลิเมตรต้องต่อสายด้วยตัวต่อสายแบบบีบ และใช้ท่อหด (Heat Shrink Tube) หุ้มรอยต่อสาย

2.7 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ขั้วต่อแบบมีหัวสกรูยึดสาย ต้องใช้หัวต่อแบบบีบ และหุ้มด้วยท่อหด

2.8 การดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อร้อยสายต้องทำหลังจากที่วางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จแล้วเท่านั้น ห้ามร้อยสายไฟฟ้าไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด

2.9 การดึงสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายควรใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบและผลิตขึ้นสำหรับใช้ดึงสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว

2.10 การดัดโค้งสายไฟฟ้าทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และรัศมีการดัดโค้งของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือ NEC หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า

2.11 สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของช่องเดินสาย และต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าเป็นช่วงๆ โดยระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และเป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่ง

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

2.12 สายไฟฟ้าที่ต่อแยกเข้าเต้ารับไฟฟ้าให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร และสายดินขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 หรือ 2.5 ตารางมิลลิเมตรยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือตารางโหลด

2.13 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร และสายดิน (ถ้ามี) ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือตารางโหลด

2.14 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก แผงสวิตช์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ โดยใช้เคเบิลไทร์ (Cable Tie) ผูกมัดสายไฟฟ้าให้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายเปลี่ยนวงจรภายในแผงสวิตช์ได้

2.15 ปลายสายไฟฟ้าทั้งหมดในแผงควบคุม ต้องมีเครื่องหมายแสดงหมายเลขวงจรไฟฟ้า (Wire Marker) ชนิดที่มีความคงทนถาวรกำกับไว้ เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา

2.16 การเดินสายไฟฟ้าภายในช่องเดินสายที่เป็นโลหะ ต้องไม่ทำให้เกิดความร้อนแก่โลหะที่ล้อมเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็ก เช่น การรวมสายเส้นไฟทุกเฟส และสายนิวทรัล รวมทั้งสายดินของวงจรไว้ในช่องเดินสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน

2.17 กรณีที่กำหนดให้ติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดใหญ่ฝังดินโดยตรง หรือติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำในท่อร้อยสายอโลหะฝังดิน ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งตามรายละเอียดและวิธีการดังต่อไปนี้

ก. ขุดดินลึกไม่ต่ำกว่า 1.2 เมตร มีความกว้างที่ก้นของร่องดินไม่ต่ำกว่า 0.50 เมตร รองด้วยทรายหยาบอัดแน่นหนาประมาณ 15 เซ็นติเมตร จากนั้นวางท่อร้อยสายหรือสายเคเบิลแรงต่ำแล้วกลบด้วยทรายหนาไม่ต่ำกว่า 15 เซ็นติเมตร ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 5 เซ็นติเมตร ตลอดแนวท่อร้อยสายหรือสายเคเบิลแรงต่ำ และกลบทับด้วยทรายหนาไม่ต่ำกว่า 10 เซ็นติเมตร จากนั้นวางทับด้วยแผ่นเทปเตือนแนวสายไฟฟ้า (Cable Warning Tape) แล้วกลบด้วยดินทับและอัดแน่นจนถึงระดับผิวดินเดิม

ข. การวางสายเคเบิลแรงต่ำในท่อร้อยสาย ต้องให้มีการหย่อนตัวของสายประมาณร้อยละ 5 (เมื่อรวมกับสายที่ขดไว้ในบ่อพักสาย) เพื่อป้องกันปัญหาจากการทรุดตัวของดิน

ค. ต้องมีหลักแสดงแนวสายเคเบิล (Cable Route Marking Pole) ทำด้วยคอนกรีตขนาดประมาณ 15 x 15 x 40 เซ็นติเมตร ปักบนแนวสายเคเบิลส่วนที่ฝังดินทุกระยะ 10 เมตร และทุกมุมที่แนวเคเบิลหักเลี้ยว โดยปักสูงจากพื้นดินโดยเฉลี่ยประมาณ 5 เซ็นติเมตร ด้านบนของหลักแสดงแนวสายเคเบิล มีตัวอักษรที่คงทนระบุให้รู้ว่าเป็นแนวการติดตั้งสายเคเบิลไฟฟ้าใต้ดิน

ง. ระยะห่างระหว่างบ่อพักสายเคเบิลใต้ดินกับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และบ่อพักสายเคเบิลใต้ดินต้องอยู่ห่างจากขอบถนนแนวขนานไม่ต่ำกว่า 0.4 เมตร รวมทั้งอยู่ห่างจากฐานรากอาคารแนวขนานไม่ต่ำกว่า 1.0 เมตร

จ. ระยะห่างระหว่างท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดินกับระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และท่อร้อยสายเคเบิลใต้ดินต้องอยู่ห่างจากขอบถนนแนวขนานไม่ต่ำกว่า 0.4 เมตร รวมทั้งอยู่ห่างจากฐานรากอาคารแนวขนานไม่ต่ำกว่า 1.6 เมตร

2.18 ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดใหญ่ฝังดินโดยตรง หรือติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำในท่อร้อยสายอโลหะฝังดิน ตามรายละเอียดและวิธีการดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ให้ผู้รับจ้างปรับวิธีการติดตั้งตามสภาพพื้นที่ที่ติดตั้งจริงตามความเหมาะสม โดยระดับความลึกของท่อร้อยสายต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย รวมทั้งผู้รับจ้างต้องติดตั้งแผ่นเทปเตือนแนวสายไฟฟ้า (Cable Warning Tape) และหลักคอนกรีตแสดงแนวสายเคเบิล (Cable Route Marking Pole) ปักบนแนวสายเคเบิลส่วนที่ฝังดินทุกระยะ 10 เมตร และทุกมุมที่แนวเคเบิลหักเลี้ยว ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างแสดงรายละเอียด และวิธีการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และจะต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินการก่อสร้างหรือติดตั้ง

2.19 สายไฟฟ้าที่จ่ายกำลังให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟต์โดย สาร และสายไฟฟ้าที่จ่ายกำลังให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรในระบบช่วยชีวิต เช่น พัดลมอัดอากาศ (Pressurizing Fan) สำหรับบันไดหนีไฟ ต้องใช้สายทนไฟ (Fire Resistance Cable) รวมทั้งสายไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในแบบให้เป็นสายทนไฟ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ก. สายทนไฟต้องมีค่าแรงดันที่กำหนด (Rated Voltage) ไม่ต่ำกว่า 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำในภาวะใช้งานปกติได้ไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส

ข. ตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นทองแดง (Annealed Copper) โดยตัวนำของสายทนไฟที่มีขนาดตั้งแต่ 4 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

ค. โดยรอบตัวนำของสายทนไฟต้องหุ้มด้วยฉนวนกันไฟ (Flame Barrier) ชั้นแรกเป็น Mica Tape แล้วหุ้มด้วย Cross Linked Low Smoke Halogen Free Compound หรือหุ้มด้วย Cross Linked Polyethylene Compound โดยมีเปลือกนอกเป็น Low Smoke Halogen Free Compound อีกชั้นหนึ่ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

ง. สายทนไฟที่วางบนรางเคเบิล (Cable Tray) ต้องเป็นสายทนไฟแบบมีเปลือกนอก (Sheath)

จ. เมื่อเกิดเพลิงไหม้ฉนวนของสายทนไฟต้องไม่ก่อให้เกิดก๊าซพิษ (Non Toxic Gas)

ฉ. คุณสมบัติการทนไฟและการไม่ลามไฟของฉนวนของสายทนไฟ ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS6387 Category CWZ, IEC 60331, IEC 60332-1, IEC 60332-3 หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

2.20 กรณีที่แบบพิมพ์หรือตารางโหลดกำหนดให้ใช้ หรือมีการอนุมัติให้ใช้ สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิ้งกด์พอลิเอทิลีน (XLPE) ซึ่งมักมีชื่อเรียกทางการค้าว่าสาย CV สายไฟฟ้าชนิดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502 และกรณีที่ใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้ติดตั้งภายในอาคารจะต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น เปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิง (Flame Retardant) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 Category โดยผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารรับรองมาตรฐานดังกล่าวจากผู้ผลิตในการขออนุมัติใช้วัสดุนี้ต่อผู้ว่าจ้าง และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดหาและนำมาติดตั้งใช้งาน

บทที่ 6
ท่อร้อยสายไฟฟ้า
(Electrical Conduit)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก 770-2533 และท่อร้อยสายอโลหะแบบพีวีซีแข็งต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก 216-2524 สำหรับท่อร้อยสายอโลหะแบบเอชดีพีอีแข็ง (HDPE) ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก 982-2533

2.2 ห้ามเปลี่ยนทางเดินสายไฟฟ้าจากท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นรางเดินสาย (Wireways) หรือรางเคเบิล (Cable Tray) โดยเด็ดขาดหากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ยกเว้นในกรณีที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรไฟฟ้าของผู้ว่าจ้าง หรือได้รับอนุญาตจากวิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบเท่านั้น

2.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสีโดยกรรมวิธี Hot-dipped ผิวภายในเรียบปราศจากตะเข็บผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2.4 ท่อร้อยสายฝังในดิน ฝังในคอนกรีต หรือติดตั้งในบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Metallic Conduit, RSC) หรือท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit, IMC) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตารางโหลด

2.5 ท่อร้อยสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT)

2.6 ท่อร้อยสายที่ฝังในผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC)

2.7 กรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้ท่อโลหะบาง (EMT) ฝังในผนัง จะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรไฟฟ้าของผู้ว่าจ้าง หรือได้รับอนุญาตจากวิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบเท่านั้น โดยผู้รับจ้างจะต้องใช้ข้อต่อ (Coupling) และตัวต่อ (Connector) ชนิดกันน้ำสำหรับท่อโลหะบางที่ฝังในผนังทั้งหมด

2.8 ท่อร้อยสายที่ติดตั้งใช้งานในสภาพที่ต้องการความอ่อนตัวของท่อ หรือใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือน หรือใช้สำหรับการเดินสายเข้าบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสาย และมีความยาวไม่เกิน 2 เมตร ให้ใช้ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit) สำหรับการติดตั้งในสถานที่แห้ง และใช้ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว (Liquid tight Flexible Metal Conduit) สำหรับการติดตั้งในกรณีที่ต้องการป้องกันของเหลว ไอ หรือในบริเวณอันตราย

2.9 ท่อร้อยสายอโลหะอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่ระบุไว้ในแบบ หรือในกรณีที่ได้รับการยืนยันจากวิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ

2.10 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งจากแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังแผงสวิตช์ (Panel Board) ของแต่ละชั้น ให้ใช้วิธีเดินท่อร้อยสายลอยเกาะผนังของอาคารภายในช่องเดินระบบไฟฟ้าด้วยท่อโลหะบาง (EMT) หรือท่อโลหะหนา (IMC) หรือท่อร้อยสายแบบอื่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตารางโหลด

2.11 การต่อท่อโลหะบางต้องใช้ข้อต่อแบบอัด (Compression Coupling) สำหรับท่อโลหะหนาและท่อโลหะหนาปานกลางให้ใช้ข้อต่อมีเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อ เพื่อให้ระบบท่อร้อยสายมีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า

2.12 กรณีที่ใช้ข้อต่อ (Coupling) และข้อต่อยึด (Connector) ชนิดไม่มีเกลียวจะต้องต่อให้แน่น เมื่อฝังในอิฐก่อหรือคอนกรีตต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต (Concrete tight) เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน (Rain tight)

2.13 ท่อร้อยสายต้องทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนติดตั้ง ปลายท่อร้อยสายที่ถูกตัดออกต้องลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสายไฟฟ้า และการทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

2.14 การดัดโค้งท่อร้อยสายต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อทำการดัดโค้งท่อร้อยสายโดยเฉพาะ รัศมีการดัดโค้งท่อร้อยสาย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ NEC ท่อร้อยสายที่บุบและเสียรูปหรือไม่เป็นไปตามที่ระบุห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง

2.15 การติดตั้งท่อร้อยสายต้องพยายามติดตั้งให้ขนาน หรือตั้งฉากกับผนังและตัวอาคาร และต้องติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้เสร็จก่อนจึงทำการร้อยสายไฟฟ้า

2.16 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดภายในท่อร้อยสาย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

2.17 ระหว่างจุดดึงสายไฟฟ้าใดๆ มุมดัดโค้งของท่อร้อยสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกิน 360 องศา

2.18 ท่อร้อยสายต้องยึดกับที่ให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสม โดยมีระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.00 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.90 เมตร สำหรับท่อโลหะอ่อนระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.30 เมตร

2.19 ตัวยึด (Support) และตัวแขวน (Hanger) ของท่อร้อยสาย รางเดินสาย หรืออื่นๆ ให้ใช้แบบเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel) ทั้งหมด

2.20 ท่อร้อยสายต้องยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงสวิตช์อัตโนมัติ หรือเครื่องประกอบ การเดินท่อ ด้วยบุชชิง (Bushing) และนอตกันหลวม (Lock Nut) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด

2.21 ท่อร้อยสายที่เดินทะลุผ่านเพดานและผนังต้องฝังท่อปลอก (Sleeve) ซึ่งทำด้วยวัสดุเดียวกันกับท่อร้อยสายนั้น และท่อปลอกใดไม่ได้ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต

2.22 การต่อสายให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวกเท่านั้น ห้ามต่อสายในท่อร้อยสายโดยเด็ดขาด ปริมาตรของสายไฟฟ้าและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้านั้น

2.23 ท่อร้อยสายโลหะที่เดินใต้ผิวดินต้องทาด้วยฟลิ้นต์โค๊ตให้ทั่วอย่างน้อย 2 เที่ยว และเทปูนกลบ

2.24 ท่อร้อยสายซึ่งความชื้นสามารถเข้าไปยังส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องอุดที่ปลายใดปลายหนึ่งหรือทั้งสองปลายของท่อร้อยสายตามความเหมาะสม

2.25 ท่อร้อยสายที่เดินลอยภายในฝ้าเพดาน และเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกระยะ 1 เมตร ด้วยสีที่กำหนดในรายการประกอบแบบ

2.26 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อเพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้องผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้

บทที่ 7
รางเดินสายไฟ
(Wireway)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะกรณีที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องใช้ติดตั้งเฉพาะในที่เปิดโล่ง (Exposed) เท่านั้น ยกเว้นในพื้นที่ปิดที่สามารถเข้าถึงได้ เพื่อการตรวจสอบและบำรุง รักษาตลอดความยาวของรางเดินสาย ห้ามเดินในฝ้าเพดาน ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Rain Tight) มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง

2.2 รางเดินสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตให้เห็นได้ชัดเจน

2.3 ห้ามใช้รางเดินสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 150 x 300 มิลลิเมตร

2.4 รางเดินสายที่มีขนาดความกว้างไม่เกิน 50 มิลลิเมตร ต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.0 มิลลิเมตร และรางเดินสายที่มีขนาดความกว้างไม่เกิน 150 มิลลิเมตร ต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มิลลิเมตร ส่วนรางเดินสายที่มีขนาดความกว้างตั้งแต่ 200 ถึง 400 มิลลิเมตร ต้องทำจากเหล็กหนาที่มีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 มิลลิเมตร

2.5 รางเดินสายต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม โดยเคลือบน้ำยาซิงค์ฟอสเฟต (Zinc Phosphate) และพ่นทับด้วยสีฝุ่น หรือทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยหมุดเกลียวหรือสลักเกลียวต่างๆ ที่ใช้ยึดรางเดินสายต้องเรียบกับผนังของรางเดินสาย และไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้ฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย

2.6 สายไฟฟ้าภายในรางเดินสายต้องมีจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายไฟฟ้าของวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้นและสายดิน ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายมากกว่า 30 เส้น ผู้รับจ้างจะต้องเพิ่มขนาดสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายทุกเส้น เพื่อชดเชยขนาดกระแสในสายไฟฟ้าที่ลดลงจากตัวคูณลดกระแส เนื่องจากจำนวนสายหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้

2.7 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าและฉนวนทั้งหมดรวมกันภายในรางเดินสายทุกส่วน ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสายนั้น

2.8 จุดปลายของรางเดินสายต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางเดินสาย ซึ่งผลิตโดยผู้ผลิตรางเดินสาย

2.9 ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

2.10 รางเดินสายในแนวนอนต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร ยกเว้นในกรณีที่จำเป็นยอมให้ห่างไม่เกิน 3.00 เมตร และอนุญาตให้มีจุดต่อรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุดในแต่ละช่วงการจับยึด ทั้งนี้ท่อร้อยสายหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่ต่อเข้ากับรางเดินสาย ไม่ถือว่าเป็นตัวจับยึดรางเดินสาย

2.11 รางเดินสายในแนวดิ่งต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร และอนุญาตให้มีจุดต่อรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุดในแต่ละช่วงของการจับยึด รวมทั้งจุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตร

2.12 สายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย ต้องจัดให้สายรวมกลุ่มอย่างเป็นระเบียบ สำหรับโหลดแต่ละกลุ่ม สายไฟฟ้าแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วมัดรวมเข้าด้วยกันด้วยวัสดุที่เหมาะสม

2.13 สายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวดิ่งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของรางเดินสาย และต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าเป็นช่วงๆ โดยระยะห่างสำหรับจับยึดสายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวดิ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

2.14 อนุญาตให้ต่อสายไฟฟ้าในรางเดินสายได้ เฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออกและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้น โดยพื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย

2.15 รางเดินสายต้องมีสภาพที่ดีไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรางเดินสายที่มีสภาพและคุณภาพดี

2.16 รางเดินสายต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต่อลงดินทุกจุดที่มีการต่อรางเดินสาย ทางเดินสายโลหะที่ต่อเข้ากับรางเดินสาย ต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรางเดินสาย และทางเดินสายอโลหะที่ต่อเข้ากับรางเดินสาย จะต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย

2.17 ขนาดของรางเดินสายที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการติดตั้งและขนาดรางเดินสาย เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้านี้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หากขนาดรางเดินสายเล็กไปหรือวิธีการติดตั้งไม่ถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้

บทที่ 8

กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

(Junction Box)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบงานไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆ อย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้งานระบบไฟฟ้าที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อน หรือมีการป้องกันที่เหมาะสมทั้งภายในและภายนอก เช่น เคลือบด้วยสี หรืออาบสังกะสี หรือวิธีอื่นๆ

2.2 กล่องต่อสายที่ทำจากเหล็กต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มิลลิเมตร และอาบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก

2.3 กล่องต่อสายภายนอกอาคาร และกล่องต่อสายที่ต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้กล่องต่อสายที่ทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ หรือเหล็กหล่อ และมีเกลียวสำหรับต่อกับท่อร้อยสาย รวมทั้งมีปะเก็นยางรองฝาปิดแบบเกลียว หรือที่ฝาครอบมียางอัดรอบ หรือทำให้สามารถกันน้ำและกันฝน

2.4 ต้องมีบุชชิงหรือเครื่องประกอบที่มีขอบมนเรียบ บริเวณที่สายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลผ่านผนังของกล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

2.5 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องมีขนาดเหมาะสม สามารถบรรจุสายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลได้ทั้งหมด ปริมาตรของสายไฟฟ้าและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้ว ต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสาย

2.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ต้องติดตั้งในบริเวณที่เข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อถอนส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร และต้องมีที่ว่างให้สามารถทำงานได้สะดวก

2.7 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทุกกล่องต้องต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

2.8 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ใช้กับระบบแรงสูงต้องมีป้าย “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ติดไว้อย่างถาวร ป้ายเตือนนี้ต้องอยู่ด้านนอกของฝากล่อง และเห็นได้ชัด

2.9 รูของกล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย และต้องไม่มีรูหรือช่องที่ใหญ่พอให้วัตถุที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตรลอดเข้าไปได้

2.10 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานและติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรง ห้ามใช้ระบบท่อร้อยสายเป็นตัวรับน้ำหนักแทน

2.11 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้าง หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี

2.12 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทุกกล่องต้องทาสีทั้งภายนอกและภายใน ด้วยรหัสสีที่กำหนดสำหรับอุปกรณ์การเดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่างๆ และกล่องต่อสายของระบบไฟฟ้าปกติต้องใช้แยกต่างหากจากกล่องต่อสายของระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง

บทที่ 9
ดวงโคมไฟฟ้า
(Lighting Fixture)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ผ่านการผลิตและการทดสอบตามมาตรฐาน มอก, BS, VDE, NEMA, JIS หรือมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้วัสดุดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดต่อผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาติดตั้งใช้งาน

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ดวงโคมแบบหลอด T8 ต้องมีชนิดขนาดและรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของ เหล็กที่ใช้ทำโคมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วย น้ำยาล้างไขมันและกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับอย่างน้อย 2 เที่ยว ในการพ่นสีแต่ละเที่ยวจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งด้วยเตาอบ และดวงโคมต้องไม่เปลี่ยนสีเองในภายหลัง

2.2 หลอดไฟฟ้า Down Light (LED) หลอดประหยัดพลังงาน ให้ใช้ตาม มอก.4 ขั้วหลอด E27 ขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่แบบกำหนดในรายการแบบ

2.3 หลอดLED T8 หลอดชนิดไม่ต้องมีสตาร์ทเตอร์ขนาด 14W (2,100 ลูเมน) และให้ใช้ตรามารตฐานสี Cool White หรือ Daylight ตามที่แบบกำหนดในรายการแบบ อายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง

2.4 โคมไฟ LED Panel ขนาด 60W (5,200 ลูเมน และให้ใช้ตรามารตฐานสี Daylight อายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง

2.5 ดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉินประกอบไปด้วยโคม LED Panelขนาด 60W (5,200 ลูเมน) และ แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ แบตเตอรี่เป็นแบบ Seal Lead Acid สามารถให้แสงสว่างติดต่อกันนานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.6 ดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉินประกอบด้วย ดวงโคม แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 9 วัตต์ หรือตามที่กำหนดไว้
ในแบบ มีหลอดไฟฟ้าจำนวน 2 หลอดตามที่กำหนดไว้ในแบบ แบตเตอรี่เป็นแบบ Seal Lead Acid สามารถให้แสงสว่างติดต่อกันนานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ชุดดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน จะต้องสามารถตรวจสอบและซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ทางด้านหน้าได้ โดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคม หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง

2.7 ดวงโคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉินเป็นแบบที่สามารถส่องสว่างได้ตลอดเวลา ประกอบด้วย

ก. ป้ายพลาสติกชนิด Acrylic มีสัญลักษณ์ตามมาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน (วสท) สามารถสื่อให้เข้าใจและมองเห็นได้ชัดเจน (เรืองแสง) มีจำนวนหน้าของป้ายพลาสติกแสดงทางออก ตามความจำเป็นของสถานที่ติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ

ข. ชุดโคมไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นพับผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นทับด้วยสีฝุ่น 2 ชั้น (สีขาว) มีช่องสำหรับระบายอากาศ หลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED ขนาด 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ต่อโคม พร้อมแบตเตอรี่ และอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ แบตเตอรี่กำหนดให้เป็นแบบ Seal Lead Acid หรือเทียบเท่า สามารถให้แสงสว่างติดต่อกันนานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.8 ดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงโคมเป็นทางเดินสายของวงจรย่อยเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดอื่นๆ

2.9 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (Weather Proof) หรือ IP 65 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง

2.10 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรงด้วย Lead Anchor และสกรู สำหรับกรณีที่ดวงโคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม

2.11 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น ห้องเก็บเชื้อเพลิง เป็นต้น ต้องเป็นดวงโคมที่ผลิตขึ้นสำหรับติดตั้งในสถานที่อันตรายเท่านั้น ซึ่งผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ JIS รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับดวงโคม โดยต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเท่านั้น

2.12 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่ายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา

2.13 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฝ้าเพดานและปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขตำแหน่งจากแบบ หรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้วได้ตามสมควร โดยไม่มีการคิดค่าจ้างเพิ่ม

บทที่ 10
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
(Switch and Receptacle)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมดทั้งอาคาร ผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก, IEC, หรือ VDE และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้วัสดุสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต่อผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง

1.2 ฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไป ต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคาร ยกเว้นฝาครอบแบบพิเศษ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้วัสดุฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต่อผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) มีความคงทนของไดอิเล็กตริก (Dielectric Strength) สูง ทนต่อสภาพบรรยากาศและต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistance) ได้เป็นอย่างดี

2.2 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ฝาครอบแบบมีสปริงและมีปะเก็นกันน้ำอัดรอบฝาครอบ รวมทั้งกล่องต่อสายต้องเป็นชนิดโลหะหล่อ

2.3 ขั้วต่อสายของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีรูสำหรับสอดสายและมีสกรูขันอัดสายโดยตรง หรือแบบยึดแน่นโดยอัตโนมัติ (Automatically Lock)

2.4 เต้ารับไฟฟ้าโดยทั่วไปต้องเป็นชนิดที่มีขั้วเสียบสายดิน สามารถใช้ได้กับเต้าเสียบทั้งแบบขากลมและขาแบน (Universal Type, 2 -Poles, 3-Wires) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ 10 แอมแปร์

2.5 กรณีที่ไม่ได้กำหนดระดับความสูงของเต้ารับไฟฟ้าไว้ในแบบ เต้ารับไฟฟ้าสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร ส่วนเต้ารับไฟฟ้าสำหรับดวงโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน ดวงโคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉิน และพัดลมระบายอากาศให้ติดตั้งบนฝ้าเพดาน หรือติดตั้งต่ำจากระดับฝ้าเพดาน 0.30 เมตร นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้งในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

2.6 เต้ารับไฟฟ้าแบบติดกับพื้นหรือฝังพื้น ต้องมีฝาปิดซึ่งเปิด-ปิดด้วยการกดสลัก (Pop-Up) การติดตั้งต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพ เนื่องจากการทำความสะอาดพื้นและการใช้งาน

2.7 เต้ารับไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อเข้ากับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

2.8 สวิตช์ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 15 แอมแปร์ 250 โวลต์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิดโดยวิธีกระดก ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ต้องทำด้วยเงินโดยไม่ผสมโลหะอื่น หรือทำด้วยวัสดุอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

2.9 สวิตช์ให้ติดตั้งในกล่องต่อสายแบบโลหะ ฝังในผนังที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนของสวิตช์ ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งสูงจากพื้น 1.30 เมตร นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้งในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

2.10 สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อเข้ากับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.11 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น ห้องเก็บเชื้อเพลิง เป็นต้น ต้องเป็นสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นสำหรับติดตั้งในสถานที่อันตรายเท่านั้น และผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ JIS รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า โดยต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น

บทที่ 11
ระบบโทรศัพท์
(Telephony)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ของโครงการ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบและคุณลักษณะของวัสดุให้เป็นไปตามรายการประกอบแบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารรายงานผลการทดสอบสายสัญญาณ แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง และคู่มืออุปกรณ์ที่ติดตั้ง ส่งให้แก่ผู้ว่าจ้าง 1 ชุด ก่อนการส่งมอบงาน

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ต้องใช้ชนิด Modular, Cross Connect Type ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือเข้าสายได้โดยไม่ต้องปลอกสาย จำนวนขั้วต่อสายในแผงกระจายสายหลักและตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทางต้องเพียงพอต่อจำนวนสายโทรศัพท์ที่ต่อเข้าและต่อออกทั้งหมด ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

2.2 ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ผ่านเข้าไปในท่อร้อยสาย และกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า

2.3 สายโทรศัพท์ที่ต่อออกจากแผงกระจายสายหลัก (MDF) ไปตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TPEV ขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และไม่ต่ำกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตร โดยมีจำนวนคู่สายไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

2.4 สายโทรศัพท์ที่ต่อจากตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ไปยังเต้ารับโทรศัพท์ ให้ใช้สายโทร ศัพท์ชนิด TIEV ขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และไม่ต่ำกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 คู่สายต่อหนึ่งเต้ารับ เดินในท่อโลหะขนาดที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.5 เต้ารับโทรศัพท์ให้ใช้ชนิดฝังเรียบในผนังตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ (ตำแหน่งโดยประมาณ)

2.6 เต้ารับโทรศัพท์ให้ใช้ชนิด 4 Wire, Modular Jack ตามมาตรฐานของ FCC สหรัฐอเมริกา และมีฝาปิดเมื่อไม่ใช้งานเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปได้ง่าย

2.7 ฝาครอบเต้ารับโทรศัพท์ต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคาร โดยผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้วัสดุฝาครอบเต้ารับโทรศัพท์ต่อผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง

บทที่ 12
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(Fire Alarm System)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อตัววัสดุและระบบต่างๆอย่างระมัดระวัง และจะต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือและความชำนาญในการติดตั้งงานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อให้ได้งานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่มีมาตรฐานตามที่ระบุในแบบ

1.2 อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องได้รับการรับรองจาก FM และ UL การติดตั้งอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย NFPA และ NEC

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) การติดตั้งอุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการการติดตั้ง ตามความเหมาะสมของสถานที่ เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน และผู้ว่าจ้าง

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นแบบ Microprocessor-Based Network System

2.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ประกอบด้วย ปกรณ์ตรวจจับ (Detector Devices) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) อุปกรณ์แจ้งเหตุ (Alarm Devices) แผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (Graphic Annunciator) แผงแสดงผลระยะไกล (Remote Annunciator) (ถ้ามี) รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์

2.3 อุปกรณ์อนาลอกอินเทลลิเจ้นท์ (Intelligent Analog Device) เป็นอุปกรณ์ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่สามารถกำหนดรหัสประจำตัวในลักษณะ Electronic Addressing และติดต่อ สื่อสารกับแผงควบคุมด้วยสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์อนาลอกอินเทลลิเจ้นท์ที่จัดหามาติดตั้ง ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบและคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อการใช้งานที่เหมาะสม โดยมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์ตรวจจับอินเทลลิเจ้นท์ (Intelligent Detector) ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) อุปกรณ์ตรวจจับอินเทลลิเจ้นท์จะต้องมีส่วนฐานของอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Base) เพื่อให้สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับได้โดยสะดวก

ข. อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือแบบอินเทลลิเจ้นท์ (Intelligent Manual Station) ต้องเป็นแบบ Single Action, Two Stage พร้อม General Alarm Key Switch

ค. มอดูลภาครับ (Input Module) หรือมอดูลมอนิเตอร์ (Monitor Module) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณจาก อุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบทั่วไป (Conventional Initiating Device) และ/หรือ อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณได้โดยหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally-Open Contact)

ง. มอดูลรีเลย์ควบคุม (Control Relay Module) หรือมอดูลควบคุม (Control Module) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณควบคุมให้แก่อุปกรณ์อื่นๆ ได้ โดยทำหน้าที่เป็นรีเลย์ (Relay) มีหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally-Open Contact) ไม่ต่ำกว่า 2 ชุด และมีหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally-Close Contact) ไม่น้อยกว่า 2 ชุด แต่ละชุดต้องมีค่าที่กำหนด (Rated) ไม่น้อยกว่า 2A ที่ 24 VDC

2.4 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบทั่วไป (Conventional Initiating Device) เป็นอุปกรณ์ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทั้งแบบอัตโนมัติและแจ้งเหตุด้วยมือ (Manual) โดยอุปกรณ์ชนิดนี้ไม่สามารถกำหนดรหัสหรือหมายเลข (Address) ประจำตัวได้ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบทั่วไปต่างๆ ที่จัดหามาติดตั้ง ต้องเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ และคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อการใช้งานที่เหมาะสม โดยมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) ต้องเป็นแบบที่มีกระจกด้านหน้า ซึ่งทำงานโดยการกดหรือทุบให้กระจกแตก (Break Glass) Non-Coded, Single Action พร้อม General Alarm Key Switch หรือตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ติดตั้งกับผนังแบบ Semi Flush Mounting สามารถใช้งานทั้งแบบ Pre-Signal และ General Alarm

ข. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนอัตโนมัติและแจ้งเหตุเมื่อเกิดความร้อนขึ้น สามารถตรวจจับความร้อนในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 80 ตารางเมตร ที่ความสูงไม่เกิน 5 เมตร แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ โดยมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature Detector) เหมาะที่จะติดตั้งในบริเวณที่อุณหภูมิอาจเปลี่ยนแปลงเสมอ โดยจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังแผงควบคุมถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 135 หรือ 200 องศาฟาห์เรนไฮต์ (ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้รุ่นที่มีอุณหภูมิความเหมาะสมกับสถานที่ติดตั้งและขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้าง)
2. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ และตรวจอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิร่วมกัน (Combination Rated of Rised and Fixed Temperature Detector) เหมาะที่จะติดตั้งในบริเวณที่อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์สม่ำเสมอ โดยจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังแผงควบคุมถ้ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากกว่า 15 องศาฟาห์เรนไฮต์ต่อนาที หรือกรณีที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 135 องศาฟาห์เรนไฮต์ หรือ 200 องศาฟาห์เรนไฮต์

ค. อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบไอโอไนเซชัน (Ionization Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันอัตโนมัติซึ่งจะตรวจจับอนุภาคของควันทั้งชนิดที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (Visible and Invisible Product of Combustion) โดยอาศัยคุณสมบัติของสารกัมมันตรังสี (Radio Active) ทำให้อากาศแตกตัวภายใน Unipolar Ionization Chamber สามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วลมผ่านตัวตรวจจับไม่เกิน 10 เมตรต่อนาที โดยสามารถปรับตั้งความไวในการตรวจจับควันได้ ที่ตัวตรวจจับควันแบบไอโอไนเซชันต้องมีหลอดไฟ LED สีแดงเพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน

ง. อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบโฟโต้อิเล็กตริก (Photoelectric Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันอัตโนมัติ ที่ใช้ตรวจจับอนุภาคของควันชนิดที่มองเห็นได้ (Visible Product of Combustion) โดยใช้ Infrared Light Emitting Diode และ High Speed Light Sensing Diode ภายใน Sensing Chamber ซึ่งตั้งค่าความไวในการตรวจจับควันจากโรงงานผู้ผลิต และมีวงจร Self-Compensating ทำหน้าที่ปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับจากคราบฝุ่นที่เกาะภายใน Chamber ที่ตัวตรวจจับควันแบบโฟโต้อิเล็กตริกต้องมีหลอดไฟ LED สีแดง เพื่อแสดงสถานะการทำงาน

จ. อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบลำแสง (Beam Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันอัตโนมัติที่ใช้ตรวจจับควันในที่โล่งกว้างหรือห้องที่มีเพดานสูง ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบลำแสงจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ไปยังแผงควบคุมเมื่อมีอนุภาคของควันไฟอยู่ระหว่างตัวส่ง (Transmitter) และตัวรับ (Receiver) อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบลำแสงแต่ละชุดจะต้องมี Automatic Gain Control ทำหน้าที่ปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับที่เป็นผลเนื่องมาจากคราบฝุ่นละออง

2.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุ (Alarm Devices) ประเภทต่างๆ มีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้

ก. ไฟกระพริบ (Strobe Light) เป็นแบบ Self-Synchronized ซึ่งจะให้แสงกระพริบเป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นมาควบคุม มีความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ไม่ต่ำกว่า 60 Candela ที่แรงดัน 24 VDC

ข. ระฆัง (Chime) เป็นอุปกรณ์กำเนิดเสียงด้วยวงจร Electronic ผ่านลำโพงขนาดเล็กที่บรรจุภายในกล่องพลาสติก ให้ความดังของเสียงสูงสุดไม่ต่ำกว่า 80 เดซิเบล ที่แรงดัน 24 VDC ระฆังแต่ละชุดจะต้องมี Adjustable Volume Control ซึ่งสามารถปรับตั้งความดังของเสียงสำหรับแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้ง

ค. ลำโพง (Loud Speaker) เป็นแบบ Mylar Cone Speaker ใช้ร่วมกับเครื่องขยายเสียงระบบ Line Voltage ลำโพงแต่ละตัวต้องมีหม้อแปลงแมตชิง (Matching Impedance) สามารถปรับตั้งระดับกำลังได้ที่ 1/4 วัตต์, 1/2 วัตต์, 1 วัตต์ และสูงสุดที่ 2 วัตต์ และให้ความดัง (Sound Pressure) สูงสุดไม่ต่ำกว่า 80 เดซิเบล ลำโพงแต่ละตัวต้องมีอุปกรณ์ประกอบเพื่อติดตั้งฝังฝ้าเพดานหรือฝังผนัง

ง. กระดิ่ง (Bell) สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รูปร่างคล้ายครึ่งทรงกลมสีแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซ็นติเมตร ให้ความดังของเสียงไม่ต่ำกว่า 80 เดซิเบล ที่แรงดัน 24 VDC

2.6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการทำงานดังนี้

ก. เมื่อเกิดเพลิงไหม้อุปกรณ์ตรวจจับ หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือจะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม ทำให้ออดไฟฟ้า (Buzzer) ที่แผงควบคุมและที่แผงแสดงผลระยะไกลดังขึ้นพร้อมกัน พร้อมทั้งแสดงโซนหรือตำแหน่งที่เกิดเหตุเพื่อแจ้งเหตุให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ ผู้ที่เกี่ยวข้องจะเข้าไปสำรวจบริเวณดังกล่าว ถ้าเห็นว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นและไม่สามารถสกัดเพลิงไหม้ได้ก็จะทำการไขสวิตช์กุญแจ (Key Switch) ที่อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือเพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทำงานทั่วทั้งอาคารหรือเฉพาะโซนที่จัดแบ่งไว้ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ออดไฟฟ้าและอุปกรณ์แจ้งเหตุจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อมีการปิดสวิตช์ที่แผงควบคุมเท่านั้น ในกรณีที่ออดไฟฟ้าทำงาน

แล้วไม่มีผู้ใดไปตรวจสอบหรือดำเนินการยกเลิกการแจ้งเหตุที่แผงควบคุม ให้มีการตั้งเวลาซึ่งตั้งเวลาได้ประมาณ 0-15 นาที (ตั้งไว้ที่เวลา 5 นาที) เพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทำงานโดยอัตโนมัติ

ข. การทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ให้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ หรือดังต่อไปนี้

1. ทำงานเฉพาะชั้นหรือโซนที่เกิดเพลิงไหม้เท่านั้น โดยผู้ควบคุมสามารถส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ในโซนอื่นหรือชั้นอื่นได้ตามแต่จะเลือก
2. ทำงานเฉพาะชั้นที่เกิดเพลิงไหม้และชั้นที่อยู่ติดกันพร้อมกันทั้งสามชั้น

2.7 ให้ติดตั้งแผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (Graphic Annunciator) ที่มีหลอดไฟสัญญาณ (LED) แสดงโซนเกิดเหตุตามแบบแผนผังของอาคาร ที่ห้องช่างของอาคาร หรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ แผงแสดงผลต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร แต่ไม่เกิน 1.85 เมตร วัดจากขอบล่างของแผง และที่ประตูห้องที่มีแผงแสดงผลติดตั้งอยู่ต้องมีเครื่องหมายแสดงเป็นตัวอักษรว่า "แผงแสดงผลเพลิงไหม้" ด้วยสีที่เห็นได้ชัดเจน ขนาดความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

2.8 ให้ติดตั้งแผงแสดงผลระยะไกล (Remote Annunciator) ที่ห้องยาม หรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ (ถ้ามี)

2.9 การเดินสายไฟฟ้าของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ก. ชนิดของสายสัญญาณต่างๆ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยต้องมีมาตรฐานในการส่งสัญญาณไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

ข. สายไฟฟ้าและสายสัญญาณต่างๆ ทั้งหมดของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องเดินในท่อร้อยสายแบบโลหะที่มีขนาดที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ สายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ตรวจจับโดยทั่วไปต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต และสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุจะต้องใช้สายทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS6387 Category CWZ และมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

2.10 อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกัน สำหรับกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ของผู้ผลิตรายอื่นร่วมอยู่ในระบบ ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรับรองว่าเป็นการติดตั้งอุปกรณ์ร่วมกันตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์หลัก หรือเอกสารรับรองความถูกต้องปลอดภัยในการใช้งานอุปกรณ์ร่วมกัน หรือเอกสารที่มีการรับรองตามนัยข้างต้นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เสนอขออนุมัติต่อผู้ว่าจ้าง และต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

บทที่ 13

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

(Closed Circuit Television System)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ระบบโทรทัศน์วงจรปิดของโครงการนี้ มีไว้สำหรับตรวจจับ และบันทึกเหตุการณ์ หรือภาพวิดีโอในตำแหน่งและมุมมองที่ติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามที่แสดงไว้ในแบบ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบรักษาความปลอดภัย

1.2 ระบบวงจรปิด จะต้องประกอบด้วยระบบสายสัญญาณ กล้องรับภาพ อุปกรณ์ควบคุมบันทึกภาพ อุปกรณ์หุ้มกล้องกันฝุ่น ขาจับกล่อง และอุปกรณ์อื่นๆผู้รับเหมาต้องติดตั้งให้ครบสมบูรณ์

1.3 ระบบควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ จะต้องติดตั้งในห้องควบคุมที่เหมาะสม สอดคล้องกับการใช้งาน ณ สถานที่กำหนดและระบบระบายอากาศ

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ระบบจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

ก. RECORDER WITH 32 CHANNEL DVR (อุปกรณ์ควบคุม และ บันทึกภาพมัลติเพล็แบบดิจิตอล)

ข. VIDEO CAMERA AND LENS (กล้องโทรทัศน์รับภาพ พร้อมเลนส์)

ค. MONITOR (จอรับภาพ)

ง. อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆที่จำเป็นให้ระบบสมบูรณ์

2.2 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด จะต้องสามารถถูกควบคุมจากแผงควบคุม โดยสามารถ ขยายจำนวนพอร์ตได้

2.3 ชุดควบคุมที่ใช้แบบบันทึกผลภาพแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถทำการสั่งงานผ่านระบบ LAN ได้สะดวก ซึ่งได้จัดวางตำแหน่งในตำแหน่งที่เหมาะสม

2.4 ระบบจะต้องสามารถแสดงภาพที่จะปรากฏบนจอรับภาพแบบแบ่งจอภาพออกเป็น 1, 4, 9 และ 16 จอภาพภายในจอรับภาพในเวลาเดียวกัน อีกทั้งสามารถแสดงตำแหน่งบนจอภาพได้ทั้งแบบตัวอักษรและตัวเลข

2.5 มีอินพุตสำหรับกล้องโทรทัศน์จำนวน32 อินพุต และ 2 สัญญาณ External Output และ 1 สัญญาณ VGA หรือ HDMI Output

2.6 ความละเอียดของภาพต่ำสุดระดับ D1 หรือสูงกว่า มีอัตราความละเอียดในการบันทึก ไม่น้อยกว่า 400 fps

2.7 มีการประมวลผลภาพแบบ MPEG-4 หรือ H.264 หรือดีกว่า

2.8 มี Internal Buzzer ส่งเสียงเตือนเมื่อเกิดสัญญาณภาพขาดหายหรือเกิดเหตุการณ์เตือนภัย

2.9 เครื่องบันทึกต้องสามารถติดตั้งฮาร์ทดิสภายใน (Internal HDDs) ได้ไม่น้อยกว่าตามระบุในแบบและ โดยอนาคตสามารถเพิ่มความจุรวมได้

2.10 สามารถเก็บข้อมูลภาพ (Back up) ผ่าน USB PORT และ DVD Writer แบบ SATA ภายนอกได้ หรือภายในได้

2.11 รองรับการเชื่อมต่อระบบ NETWORK

2.12 รองรับการเชื่อมต่อกล้อง P/T/Z, RS-485 หรือ RS-232 เพื่อทำการควบคุมกล้องหรือเครื่องบันทึกจากแป้นคีย์บอร์ดเดียวได้

2.13 รองรับระบบป้องกัน Password Protection ได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับ Admin/User

2.14 การควบคุมจาก Remote Software จะต้องสามารถทำงานตามฟังก์ชันพื้นนฐานดังต่อไปนี้ คือ Monitor, Search, Playback, Backup, PTZ

2.15 เครื่องบันทึกภาพต้องทำงานบนระบบ Embedded Linux หรือระบบที่ตัวเครื่องสามารถทำงานโดยตัวของมันเองได้ ไม่ต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window

2.16 อุปกรณ์สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 230V 50HZ ±10%

2.17 ได้มาตรฐาน CE หรือ UL เป็นอย่างน้อย

2.18 กล้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. กล้องโทรทัศน์จะต้องเป็นสี (COLOR DSP CAMERA) มีขีดความไวแสงในการรับ ภาพสูง แผงรับภาพจะต้องมีอายุใช้งานยาวนาน

ข. แผงรับภาพแบบ 1/3 Super HAD CCD ขนาด 1/3” ชนิดดูได้ทั้ง กลางวัน และกลางคืน DAY/NIGHT

ค. แสงสว่าง ณ จุดแผงรับภาพต่ำสุดที่สามารถแสดงผลได้ไม่ต่ำกว่า 0.01 LUX Color/0.001 LUX B/W เป็นอย่างน้อย

ง. ระบบสัญญาณภาพและความละเอียดขอลภาพ ระบบ PAL/NTSC : 1920x1082 Pixel

จ. เลนซ์ที่ใช้กับกล้องโทรทัศน์ จะต้องมีสีกลมกลืนกับสีของกล้องโทรทัศน์ และจะต้องถูก เลือกใช้ให้มีขนาดที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพใช้งานในพื้นที่ต่างๆ ที่ถูกกำหนดตามแบบความกว้างของมุม และความไวแสงของม่านอิเล็กทรอนิกส์ และมีม่านแสงอิเล็กทรอนิกส์ (AUTO IRIS) จะต้องเป็น แบบ Vari – Focal ขนาดตั้งแต่ 2.8 – 8 mm. หรือ 5 - 50 mm. ตามลักษณะพื้นที่

2.19 ขายึดกล้องแบบติดผนัง หรือเพดาน หรือขอบกำแพงเพื่อทำการยึด กล้อง CCTV เลนซ์หรืออุปกรณ์ หุ้มกล้องจะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับขนาดการรับน้ำหนัก และแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้งานแต่ละพื้นที่และวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุปลอดสนิม มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

2.20 จอ (Monitor) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. จอแสดงผลภาพจะต้องเป็นจอภาพแบบ LED มีขนาดไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว

ข. ความละเอียดของภาพ HD หรือดีกว่า

ค. ความละเอียดของหน้าจอ: 1920x1080 Pixels

2.21 ตู้ Rack

สามารถยึดอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบฯ ได้อย่างแข็งแรงมั่นคง สวยงามเรียบร้อย มีขนาด รูปร่างที่เหมาะสมกับสภาพห้องควบคุม และมีพื้น ที่ในการปฏิบัติงานได้สะดวก และคล่องตัว วัสดุที่ใช้ต้อง ทนทานต่อรอยขีดข่วน และแรงกระแทก ผู้เสนอราคาต้องทำจัดทำตู้ Rack, อุปกรณ์ประกอบ และจัดวาง อุปกรณ์ในห้องควบคุม ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และพื้นที่ติดตั้ง

2.22 สายสัญญาณ

สายสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งต้องเป็นสาย Coaxial Cable RG-6 Shield: 95% Jacket เป็น Foam /Polyethylene

บทที่ 14
ระบบเสียงประกาศเรียก
(Public Address System)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ระบบเสียงประกาศของโครงการนี้ มีไว้เพื่อการประชาสัมพันธ์ หรือประกาศ (Paging) โดยมีการทำงานของระบบเป็นแบบ Sound Management System มีการควบคุมและผสมสัญญาณเสียงโดยใช้ Microprocessor Based

1.2 ระบบเสียงประกาศของโครงการนี้ สามารถรองรับหรือสามารถเชื่อมกับระบบเสียงประกาศจากอาคารอื่นได้

1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) การติดตั้งระบบเสียงประกาศ ตลอดจนวิธีการและอุปกรณ์ตามความเหมาะสมของสถานที่ เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน และผู้ว่าจ้าง

1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบเสียงประกาศเรียกของอาคาร ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ลำโพงติดเพดาน (Ceiling Mounted Loud Speaker) พร้อมสวิตช์ควบคุมระดับเสียง (Volume Control) รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมด ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบและ/หรือกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้หรือไม่ก็ตาม เพื่อให้งานติดตั้งระบบเสียงประกาศเรียกนี้เสร็จและใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

1.5 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ ตามมาตรฐานของ IEC หรือ DIN หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน และเพื่อให้อุปกรณ์ระบบเสียงประกาศเรียกสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบ ผู้รับจ้างควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่การออกแบบได้อ้างอิงไว้ หรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่เทียบเท่าได้อย่างสมบูรณ์

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 ลำโพงชนิดฝังในฝ้าเพดาน (Ceiling Mounted Loud Speaker) มีจำนวนและตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ โดยการออกแบบได้อ้างอิงผลิตภัณฑ์ของ TOA รุ่น PC-2369 และมีคุณลักษณะดังนี้

ก. Diameter: ตามมาตรฐานของผู้ผลิต พร้อมหน้ากากตกแต่ง

ข. Power Rating: 6 Watts หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต

ค. Frequency Response: 55 - 18000 Hz หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต

ง. Sensitivity: 90 dB/W/m หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต

จ. Impedance: 8 ohms / 100 V Matching หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.2 สวิตช์ควบคุมระดับเสียง (Volume Control) เป็นแบบติดฝังเรียบในผนัง โดยมีจำนวนและตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ สามารถปรับตั้งระดับเสียงได้ไม่ต่ำกว่า 5 ระดับ คือ ปิด, 0, -6, -12, -16 dB หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยการออกแบบได้อ้างอิงผลิตภัณฑ์ของ TOA รุ่น AT-063P และ AT-303P

2.3 วัสดุและอุปกรณ์ของระบบเสียงประกาศเรียกซึ่งได้กำหนดไว้ในแบบเป็นเพียง ชนิด จำนวน และตำแหน่งของอุปกรณ์ตามความต้องการในขั้นต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดแบบรายละเอียด สำหรับการจัดทำรายการคำนวณและแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) ของผู้รับจ้างเพื่อประกอบการเสนอราคา ความบกพร่องเนื่องจากชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ของระบบเสียงทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากแบบหรือเทคนิคการติดตั้ง และเป็นผลให้คุณภาพของระบบเสียงประกาศเรียกไม่ดีเท่าที่ควร ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อให้งานติดตั้งระบบเสียงประกาศเรียกนี้เสร็จและใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

2.4 วัสดุอุปกรณ์ของระบบเสียงประกาศเรียกทั้งหมดต้องใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ และต้องสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีความบกพร่อง

2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบเสียงประกาศเรียกโดยทั่วไปให้ใช้สายอ่อนแบบพันเกลียว (Twist Wires) ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตร.มม. เดินในท่อร้อยสายโลหะ หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต ขนาดท่อร้อยสายที่ใช้ต้องมีขนาดที่เหมาะสม ชนิดของท่อร้อยสาย รวมทั้งวิธีการติดตั้งท่อร้อยสาย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับท่อร้อยสายในรายละเอียดประกอบแบบนี้

บทที่ 15

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

(Computer Network System)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรคอมพิวเตอร์ หรือนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ซึ่งมีความรู้ความสามารถและความชำนาญในผลิตภัณฑ์ที่เสนอขออนุมัติใช้ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรคอมพิวเตอร์ หรือนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ พร้อมประวัติและผลงานแสดงความรู้ ความสามารถ และความชำนาญ เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนปฏิบัติงาน อย่างน้อย 1 คน

1.2 อุปกรณ์ทั้งหมดที่เสนอขออนุมัติและนำมาติดตั้งใช้งาน ต้องมีเอกสารคู่มือตามมาตรฐานของเจ้าของผลิตภัณฑ์และมีลิขสิทธิ์ที่ถูกต้องตามกฎหมาย Firmware หรือ Software จะต้องเป็น Version ล่าสุด พร้อมการ Upgrade Version ที่มีลิขสิทธิ์ที่ถูกต้องตามกฎหมาย ตลอดระยะเวลารับประกันอย่างน้อย 1 ปี

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของโครงการ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วยอุปกรณ์ดังรายการที่ระบุท้ายข้อนี้ พร้อมทั้งอุปกรณ์และการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆ ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบ และกำหนดไว้ในรายการประกอบแบบนี้หรือไม่ก็ตาม เพื่อให้งานติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้เสร็จและใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารรายงานผลการทดสอบสายสัญญาณ แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง และคู่มืออุปกรณ์ที่ติดตั้ง ส่งให้แก่ผู้ว่าจ้าง 1 ชุด ก่อนการส่งมอบงาน

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมบำรุงระบบเป็นประจำทุกๆ 4 เดือน ตลอดระยะเวลารับประกัน โดยต้องสามารถแก้ไข ปรับแต่ง (Re-Configuration & Customized) ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งปรับปรุงและ Upgrade Firmware, Security Patch, New Version หรืออื่นๆ ของอุปกรณ์ ตามระยะเวลาที่เจ้าของผลิตภัณฑ์แนะนำ และจะต้องจัดทำรายงานผลการซ่อมบำรุงระบบส่งให้กับผู้ว่าจ้างทุกครั้ง ภายใน 14 วัน นับจากวันที่ถึงกำหนดการซ่อมบำรุง

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Switch) มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. มีช่องต่อสัญญาณแบบ 10/100/1000BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

ข. มีช่องต่อสัญญาณ (พอร์ต) แบบ SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต รองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ 1000Base-T, 1000Base-SX, 1000Base-LX/LH, 1000Base-ZX, 10GBASE-LR, 10GBASE-SR, 10GBASE-LRM, 10GBASE-CX1 ได้

ค. มีโมดูลแบบ 1000Base-LX/LH (กรณี 1GE Uplink) 10GBASE-LR (กรณี 10GE Uplink) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด

ง. มีขนาดของ Switching Capacity และ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 175 Gbps และ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 65 Mpps

จ. สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ ไม่น้อยกว่า 255 VLANs

ฉ. สนับสนุนการใช้งาน IP Multicast แบบ IPv4 IGMP snooping , IPv6 MLD v1 and v2 snooping และ Multicast VLAN ได้

ช. รองรับจำนวน Mac Address ได้อย่างน้อย 8000 Mac Address

ซ. สามารถทำ Port aggregation groups ได้ไม่น้อยกว่า 6 groups และรองรับการทำ Port Aggregation หรือ Port Trunking ข้าม Stack

ฌ. รองรับการทำ Stacking ที่ Throughput ไม่น้อยกว่า 20 Gbps

ญ. อุปกรณ์ต้องมี Hardware queues อย่างน้อย 4 queues per port และสามารถทำ Rate Limit ได้

ฎ. อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists ในระดับ Layer 2/3/4 ตาม source MAC address และ/หรือ destination MAC address, source/destination IP address, TCP source/destination port, UDP source/destination port ได้ และสามารถกำหนด Access Control List (ACL) ตามเวลาได้ (Time based ACL)

ฏ. สามารถทำ User Authentication ในลักษณะของ IEEE 802.1x และ Web Base Authentication

ฐ. สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RADIUS แบบ Devices MAC Based Authentication ได้

ฑ. รองรับการทำ Auto VLAN Assignment เพื่อจัดกลุ่ม VLAN ตามผู้ใช้งาน หรืออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อได้โดยอัตโนมัติ โดยใช้มาตรฐาน 802.1x

ฒ. สนับสนุนการทำ Private VLAN และ Private VLAN Edge ได้

ณ. สามารถบริหารและควบคุมอุปกรณ์ผ่านทาง GUI หรือ Web Browser, Command Line Interface, Telnet, SSH

ด. มีพอร์ต Console แบบ USB และ/หรือ RJ-45 Console

ต. สามารถทำ Mirror Port หรือ Switched Port Analyzer (SPAN) และ Remote Switch Port Analyzer (RSPAN) ได้

ถ. สามารถทำ Layer2 Traceroute ได้

ท. สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้

ธ. สามารถป้องกันการโจมตีโดยการทำ Port Security , IP Source Guard , Dynamic ARP Inspection และ DHCP snooping ได้

น. สามารถป้องกันการ loop ได้ โดยฟังก์ชั่น UDLD (Unidirectional Link Detection Protocol), Spanning Tree Root Guard และ BPDU Guard ได้

บ. มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS และ Auto Smart Port สำหรับช่วยในการทำ Configuration QoS และ Security แบบ Plug and Play ตามชนิดของอุปกรณ์ต่อพ่วง

ป. ผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL

2.2 สายสัญญาณใยแก้วนำแสงแบบ Single Mode มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ที่สามารถใช้งานได้ทั้งแบบร้อยท่อ (Duct Cable) และแขวนในอากาศ (Aerial Cable) ติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

ข. เป็นชนิด Single Mode ตามมาตรฐาน ITU-T Rec. G.652.D จำนวนไม่น้อยกว่า 6 Core

ค. สามารถทำงานได้ดีที่ย่านแสง 1310nm และ 1550nm

ง. Core Diameter ของใยแก้วนำแสงมีขนาด 8.3 µm

จ. Cladding Diameter ของใยแก้วนำแสงมีขนาด 125 µm ± 1.0 µm

ฉ. Cladding non-circularity ของใยแก้วนำแสงมีค่าไม่เกิน 2%

ช. อัตราการลดทอนสัญญาณไม่เกิน (Attenuation) 0.36 dB/km ที่ 1310nm และ 0.22 dB/km ที่ 1550nm

ซ. โครงสร้างสายสัญญาณใยแก้วนำแสงเป็นชนิด Uni-tube โดยมี Loose Tube อยู่ตรงกลางของสาย

ฌ. Loose Tube ทำจากวัสดุ PBT หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า ภายใน Loose Tube บรรจุใยแก้วนำแสง 6 Core โดยมีสีแบ่งแยกแต่ละ Core อย่างชัดเจน

ญ. มี Strength Member เพื่อรองรับแรงดึง ซึ่งทำจากเส้นลวด (Steel Wire) ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.6 mm จำนวน 2 เส้น ขนานกันไปตลอดความยาวของสาย

ฎ. มี Armour ซึ่งเป็นแผ่นโลหะ (Steel Tape) เพื่อป้องกันการกัดแทะจากสัตว์ หรือสภาพแวดล้อมที่อาจเป็นอันตรายต่อใยแก้วนำแสง

ฏ. เปลือกชั้นนอก (Outer Sheath) ทำจาก HDPE มีความหนาอย่างน้อย 3.0 mm

ฐ. มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่เกิน 11.5 mm

ฑ. มีค่ารัศมีของการโค้งงอ (Bending Radius) เป็น 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง

ฒ. ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC-794-1

ณ. รองรับแรงดึง (Tensile Strength) ได้ไม่ต่ำกว่า 1500N

ด. สามารถใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ -40°C ถึง 75°C

ต. การเดินสายสัญญาณใยแก้วนำแสงภายในอาคาร ต้องดำเนินการติดตั้งโดยเดินสายร้อยในรางเหล็ก (Steel Wire Way), ท่อเหล็ก (EMT Conduit) หรือท่ออ่อน (Flexible Conduit) หรือดีกว่า ให้มีความคงทน ความเหมาะสม และสวยงามสอดคล้องกับสถานที่ โดยมีการวางสายและการดัดงอ ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

ถ. การติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงภายนอกอาคาร ให้ใช้สายชนิดเดินภายนอกอาคารยึดกับเสาไฟฟ้า หรือโครงสร้างอาคารที่แข็งแรง โดยมีเส้นลวดพันเกลียว (Strand) เป็นตัว รองรับน้ำหนักตลอดความยาวของสาย ทั้งนี้การติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

ท. ให้ติดป้ายระบุชนิดของสาย ระยะทาง ต้นทาง และปลายทาง ตลอดแนวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ที่ติดตั้งแบบแขวนในอากาศ

ธ. สายสัญญาณใยแก้วนำแสงที่ติดตั้งจะต้องไม่มีการต่อเชื่อมใดๆ ตลอดเส้นทาง ยกเว้น การเชื่อมต่อปลายแต่ละข้างของเส้นใยแก้วนำแสงกำหนดให้ใช้วิธี Fusion Splice เท่านั้น

น. เมื่อติดตั้งระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสงแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบสาย สัญญาณทุกเส้นที่ปลายสายทั้ง 2 ด้าน ด้วยเครื่อง OTDR และจัดทำรายงานการทดสอบสายสัญญาณส่งให้ผู้ว่าจ้าง

บ. เมื่อติดตั้งระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสงแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริง (As built Drawing) ส่งให้กับผู้ว่าจ้าง

2.3 หัวต่อสายสัญญาณใยแก้วนำแสงแบบ Single Mode มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นหัวต่อใยแก้วนำแสง Single mode Pigtail ซึ่งสายใยแก้วนำแสงมีขนาด 9/125 Micron หัวต่อเป็นชนิด LC Connector

ข. เป็นสายสำเร็จผลิตจากโรงงาน

ค. มีความยาวไม่ต่ำกว่า 1.5 เมตร

ง. การเชื่อมต่อเป็นแบบ Fusion Splice

2.4 สายสัญญาณ Fiber Optic Patch Cord แบบ Single Mode มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นสาย Fiber Optic Patch Cord แบบ Single mode ซึ่งสายใยแก้วนำแสงมีขนาด 9/125 Micron

ข. สาย 1 เส้นจะต้องประกอบไปด้วย 2 Core (Duplex)

ค. ปลายสายทั้ง 2 ด้านหนึ่งเป็นหัวต่อชนิด LC Connector โดยมีจำนวนข้างละ 2 หัว

ง. มีแกนของ Connector เป็นแบบ Ceramic เพื่อทนต่อความร้อน

จ. มีความยาวไม่ต่ำกว่า 3 เมตร

ฉ. เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีค่า Loss Certification ทั้งสองด้าน

ช. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายสัญญาณใยแก้วนำแสง

2.5 สายสัญญาณ Cat6 UTP มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นสายนำสัญญาณทองแดงคู่ชนิดตีเกลียว 4 คู่ โดยมี Cable Jacket เป็น PVC

ข. สายนำสัญญาณจะต้องมี High Grade Polyethylene Central Cross Member เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สายที่สามารถจะเกิดขึ้นภายในตัวสาย

ค. มีค่า Impedance มีค่าเท่ากับ 100 Ohms หรือดีกว่า และมีขนาด Copper Conductor เท่ากับ 24 AWG, 0.5mm Diameter

ง. มีค่า Insertion Loss ของสัญญาณที่ความถี่ 250 MHz ไม่มากกว่า 35.9 dB/100m

จ. มีค่า ACR ของสัญญาณที่ความถี่ 250 MHz ไม่น้อยกว่า -2.8 dB/100m

ฉ. มีค่า Return Loss ของสัญญาณที่ความถี่ 250 MHz ไม่น้อยกว่า 8 dB

ช. มีค่า EL-FEXT ของสัญญาณที่ความถี่ 250 MHz ไม่น้อยกว่า 15.3 dB/100m

ซ. มีค่า PS EL-FEXT ของสัญญาณที่ความถี่ 100 MHz ไม่น้อยกว่า 12.3 dB/100m

ฌ. เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801 Category 6

ญ. รองรับการทำงานตามมาตรฐาน 10Base T Ethernet, 100BaseTX Fast Ethernet, 1000BaseTX Gigabit Ethernet, ATM

ฎ. เป็นสายนำสัญญาณที่มีลักษณะทนไฟตามมาตรฐาน Flame retardant IEC332-1 โดยมีค่า Fire Load เท่ากับ 558 MJ/Kmหรือ ดีกว่า

ฏ. ต้องติดตั้งในรางเดินสายโลหะ (Steel Wire way) ท่อโลหะ ท่อโลหะอ่อน หรือท่ออ่อน ราง PVC หรือดีกว่า ให้มีความคงทน ความเหมาะสม และสวยงาม โดยต้องมีการวางสายและการดัดงอสายตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

ฐ. สาย Cat6 UTP ที่ติดตั้งจะต้องไม่มีการต่อเชื่อมใด ๆ ตลอดเส้นทาง และมี Cable Marker ระบุ Label ของสายสัญญาณที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง

ฑ. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบสายสัญญาณ Cat6 UTP ตามมาตรฐาน TIA Cat6 ที่ความถี่ 250 MHz และจัดทำรายงานการทดสอบสายสัญญาณ โดยจะต้องมีรายละเอียดของค่า Cable Name, Wire Map, Attenuation, Crosstalk

2.6 เต้ารับสายสัญญาณ Cat6 UTP มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายสัญญาณ UTP

ข. สามารถติดตั้งโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเข้าสาย (Tool less)

ค. เป็นเต้ารับแบบ RJ-45 Modular Jack สำหรับสายสัญญาณแบบ UTP Category 6

ง. สามารถรองรับการส่งผ่านข้อมูลทั้งแบบ Ethernet, Fast Ethernet และ Gigabit Ethernet ได้

จ. สามารถเข้า Code สี แบบ TIA-568-A/B

ฉ. เป็นไปตามมาตรฐาน UL

ช. เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801

2.7 อุปกรณ์พักสายสัญญาณ UTP (UTP Patch Panel) มีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

ก. ออกแบบมาสำหรับติดตั้งในตู้ Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว

ข. เป็นแผงพักสายสัญญาณ UTP ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกันได้ทั้งแบบ Cat5E และ Cat6

ค. เป็นเต้ารับแบบ RJ-45 Modular Jack สำหรับสายสัญญาณแบบ UTP Category 6

ง. มีช่องสำหรับรองรับเต้ารับสายสัญญาณ UTP แบบ RJ-45 Modular Jack ไม่น้อยกว่า 24 ช่อง (Snap In or Modular Patch Panel)

จ. มีเต้ารับสัญญาณแบบ Cat6 UTP ที่ใช้งานร่วมกับกับเต้ารับสายสัญญาณในข้อ 3.13 ครบทั้ง 24 ช่อง

ฉ. มีขนาดความสูงไม่เกิน 1 U

ช. แผงพักสายมีลักษณะเป็นลิ้นชัก (Sliding) เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบการใช้ งาน และการบำรุงรักษา

ซ. มีฝาด้านหน้าที่ช่องสำหรับติดตั้งเต้ารับสายสัญญาณทุกช่อง เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละออง แมลงฯลฯ เข้าไปลดทอนคุณภาพของการเชื่อมต่อสายสัญญาณ

ฌ. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายสัญญาณ UTP

2.8 หน้ากากสำหรับเต้ารับสายสัญญาณ UTP ขนาด 1 ช่อง มีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

ก. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายสัญญาณ UTP

ข. มีช่องสำหรับติดตั้งเต้ารับสายสัญญาณ UTP แบบ RJ-45 Modular Jack ได้

ค. มีฝาด้านหน้าที่ช่องสำหรับติดตั้งเต้ารับสายสัญญาณทุกช่องเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละออง แมลง ฯลฯ เข้าไปลดทอนคุณภาพของการเชื่อมต่อสายสัญญาณ

ง. กรณีที่แบบระบุให้เต้ารับสัญญาณ UTP ติดตั้งบนพื้น กำหนดให้ใช้หน้ากากสำหรับเต้ารับสายสัญญาณแบบติดกับพื้น หรือฝังพื้นมีฝาปิด ซึ่งเปิด-ปิดด้วยการกดสลัก (Pop-Up)

2.9 ตู้เก็บอุปกรณ์ระบบเครือข่ายแบบติดผนัง ขนาด 9U และ/หรือ 12U มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. เป็นตู้ Rack 19 นิ้ว ที่มีขนาดความลึกเท่ากับ 50 ซม. ชนิด Wall Mount Rack และจะต้องสามารถถอดประกอบโดยง่าย (Modular Knock Down Kit)

ข. มีกุญแจป้องกันอุปกรณ์ภายในสูญหาย

ค. มีขนาดความสูงไม่ต่ำกว่า 9U (สำหรับตู้ขนาด 9U) และมีความสูงไม่ต่ำกว่า 12U (สำหรับตู้ขนาด 12U)

ง. ทำจากแผ่นโลหะที่ผ่านกระบวนการชุบสังกะสีด้วยไฟฟ้า

จ. มีพัดลมระบายอากาศอย่างน้อย 2 ตัว

ฉ. มีรางปลั๊กไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 6 ช่อง

ช. มีแผงจัดสายแบบมีฝาครอบ (Cable Management) ซึ่งออกแบบสำหรับติดตั้งในตู้ Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว โดยเฉพาะ มีจำนวนเพียงพอต่อการจัดสายสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สลับสัญญาณ กล่องเก็บปลายสายสัญญาณ ใยแก้วนำแสง และอุปกรณ์พักสายสัญญาณ UTP (UTP Patch Panel) ให้เรียบร้อย

บทที่ 16
การติดตั้งระบบไฟฟ้าในบริเวณอันตราย
(Electrical Installation in Hazardous Locations)

1.0 ข้อกำหนด

1.1 รายการประกอบแบบในหมวดการติดตั้งระบบไฟฟ้าในบริเวณอันตรายของโครงการนี้ มีไว้เพื่อเป็นแนวทางการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับบริเวณที่มีบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วย ก๊าซที่ลุกไหม้ได้ ไอจากของเหลวที่สามารถลุกเป็นไฟหรือเผาไหม้ได้ ไอจากของเหลวที่ผสมกับอากาศแล้วอาจทำให้เกิดการไหม้หรือเกิดการระเบิดได้ โดยทั่วไปสารหลักในบริเวณอันตรายของโครงการนี้จะประกอบด้วย แอลกอฮอล์

1.2 สถานที่หรือบริเวณที่จัดเป็นบริเวณอันตรายของโครงการนี้ อาจระบุในแบบให้เป็น บริเวณอันตราย หรือบริเวณที่ระบุไว้ในแบบให้ติดตั้งอุปกรณ์กันระเบิด (Explosion Devices) ก็ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับบริเวณอันตรายดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในหมวดนี้ และตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรบประเทศไทย รวมถึงการดำเนินการทดสอบอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในบริเวณดังกล่าว ตามแนวทางและวิธีการที่ผู้ว่าจ้างกำหนด (ถ้ามี) โดยรวมอยู่ในราคาค่าก่อสร้างเป็นราคาจ้างเหมา ผู้รับจ้างไม่สามารถคิดมูลค่าเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างได้ นอกจากกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบไปจากสัญญาว่าจ้างเท่านั้น

1.3 อุปกรณ์หรือบริภัณฑ์ที่นำมาติดตั้งในบริเวณอันตราย ต้องเป็นประเภทที่ระบุให้ใช้กับสถานที่นั้นๆ และต้องรับรองสำหรับคุณสมบัติของการระเบิด การลุกไหม้ หรือการจุดระเบิดของก๊าซ ไอ ที่อาจเกิดขึ้น และต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL.CSA. ECCS PTB LCIE หรือ CSI เป็นต้น โดยผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติใช้งานและต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

1.4 อุปกรณ์หรือบริภัณฑ์ที่นำมาติดตั้งในบริเวณอันตรายต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

2.0 คุณลักษณะวัสดุ

2.1 เครื่องวัด เครื่องมือวัด และรีเลย์ รวมทั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า หม้อแปลงเครื่องมือวัด ตัวต้านทาน เครื่องเรียงกระแส หลอดเทอร์มิโอนิก หน้าสัมผัส (Contactor) สวิตช์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ กระดิ่งสัญญาณเตือน และแตรต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ได้รับการรับรองสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 หรือมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนระเบิดที่ได้รับการรับรอง

2.2 เต้ารับและเต้าเสียบ ต้องเป็นแบบที่มีตัวล็อกและต่อลงดิน และต้องมีสวิตช์ที่มีเครื่องห่อหุ้ม ที่ได้รับการรับรองสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 หรือมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนระเบิดที่ได้รับการรับรอง เพื่อไม่ให้เต้าเสียบทำหน้าที่ตัดกระแส รวมทั้งมีป้ายเตือน “ห้ามปลดเต้าเสียบขณะมีโหลด”

2.3 การเดินสายต้องใช้ท่อโลหะหนาแบบมีเกลียว ท่อโลหะหนาปานกลางแบบมีเกลียว กล่องต่อสาย เครื่องประกอบและข้อต่อต่างๆ ต้องเป็นแบบมีเกลียว เพื่อต่อกับท่อร้อยสาย หรือเครื่องประกอบการทำปลายสายเคเบิล และต้องเป็นแบบทนการระเบิด เกลียวของข้อต่อต้องมีเกลียวสำหรับขันให้แน่นอย่างน้อย 5 (ห้า) เกลียว

2.4 ต้องมีการปิดผนึกท่อและระบบสายเคเบิล ด้วยสารปิดผนึกที่ได้รับการรับรองสำหรับสภาพและการใช้งาน ในทุกท่อร้อยสายที่ต่อเข้ากับเครื่องห่อหุ้มที่ทนการระเบิดได้ โดยตำแหน่งที่ทำการปิดผนึกท่อร้อยสายจะต้องห่างจากเครื่องห่อหุ้มไม่เกิน 457 มม. หรือ 18 นิ้ว และเมื่อปิดผนึกเสร็จความหนาของสารปิดผนึกต้องไม่น้อยกว่าขนาดของท่อและต้องไม่น้อยกว่า 16 มม. หรือ 5/8 นิ้ว

2.5 ในแต่ละท่อร้อยสายที่ออกจากบริเวณอันตราย อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ปิดผนึกที่ด้านใดด้านหนึ่งของสถานที่นั้นภายในระยะ 3.05 เมตร และต้องติดตั้งให้มีก๊าซหรือไอเล็ดลอดเข้าไปในระบบท่อน้อยที่สุด

2.6 ในที่ซึ่งของเหลวหรือไอที่กลั่นตัวเป็นของเหลวได้ มีโอกาสเข้าไปในระบบช่องเดินสาย หรือภายในเครื่องห่อหุ้มของบริภัณฑ์สำหรับควบคุม ต้องมีวิธีการที่ได้รับการรับรองแล้ว เพื่อไม่ให้เกิดการสะสม หรือจะต้องมีวิธีการระบายของเหลวหรือไอที่กลั่นตัวเป็นระยะ

2.7 มอเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องจักรกลไฟฟ้า ต้องเป็นแบบที่ได้รับการรับรองสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1

2.8 ดวงโคมต้องเป็นแบบประกอบสำเร็จที่ได้รับการรับรอง สำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 และต้องแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองที่เห็นได้ชัดเจน

2.9 ดวงโคมต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายทางกายภาพโดยการกั้น หรือโดยตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสม

2.10 กล่องต่อสาย กล่องประกอบสำเร็จ หรือเครื่องประกอบ ซึ่งใช้รองรับดวงโคม ต้องเป็นแบบที่ได้รับการรับรองสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1

2.11 เครื่องสำเร็จและบริภัณฑ์ทั้งหมดของระบบสัญญาณเตือน ระบบควบคุมระยะไกล และระบบสื่อสาร ต้องเป็นแบบที่ได้รับการรับรอง สำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 โดยไม่คำนึงถึงแรงดันไฟฟ้า และต้องมีการเดินสาย การปิดผนึก การระบาย ดังที่ระบุไว้ข้างต้น