

**ขอบเขตของงาน (TOR) ส่วนที่ 1 รายละเอียดทั่วไป**  
**งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี ตำบลบ้านจั่น อำเภอเมืองอุดรธานี**

**1. ความเป็นมา**

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชมีความประสงค์จะดำเนินการปรับปรุง เปลี่ยนระบบไฟฟ้าภายใน ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก ตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย ระบบป้องกันฟ้าผ่าเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี ของเดิมติดตั้งใช้งานมาตั้งแต่เริ่มก่อสร้างอาคารฯ และมีอายุการใช้งานมานาน จำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุง อุปกรณ์ไฟฟ้า และเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้า ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก ตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้แผงสวิตช์ วงจรย่อย ระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นของใหม่ และติดตั้งเครื่องมือวัดดิจิทัล พร้อมด้วยระบบบริหารจัดการ พลังงานไฟฟ้าที่สามารถแสดงผลและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าให้สามารถตรวจสอบการใช้ระบบไฟฟ้า ภายในอาคารทั้งปัจจุบัน และในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดความมีเสถียรภาพในการจ่าย กระแสไฟฟ้าของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี

**2. วัตถุประสงค์**

- 2.1 เพื่อเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมันขนาด 400 kVA ชุดเดิมที่มีอายุการใช้งานยาวนานเป็นหม้อ-แปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมันขนาด 400 kVA ของใหม่ทดแทน
- 2.2 เพื่อเปลี่ยนตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Boards : MDB) ของเดิมที่มีอายุการใช้งาน ยาวนานและติดตั้งตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Boards : MDB) ใหม่ทดแทน
- 2.3 เพื่อเปลี่ยนตู้แผงสวิตช์วงจรย่อยของเดิม ที่มีอายุการใช้งานยาวนานและติดตั้งตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย ของใหม่ทดแทน
- 2.4 เพื่อเปลี่ยนระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) ของเดิมที่ติดตั้งที่ตัวอาคารศูนย์วิทย-พัฒนา มสธ.อุดรธานี โดยติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) ชุดใหม่ทดแทน
- 2.5 เพื่อพัฒนาติดตั้งระบบบริหารจัดการค่าพลังงานไฟฟ้า ให้สามารถแสดงผล และวิเคราะห์การใช้ค่าพลังงาน ไฟฟ้า และสามารถตรวจสอบ การใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี
- 2.6 เพื่อเปลี่ยนสายเมนไฟฟ้าของเดิมที่มีอายุการใช้งานยาวนาน และเสื่อมสภาพจากหม้อแปลงไฟฟ้ามา ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Boards : MDB) เป็นสายเมนไฟฟ้าของใหม่ทดแทน
- 2.7 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและซ่อมแซมอุปกรณ์ ที่มีการเสื่อมสภาพ หรือชำรุดทรุดโทรม หรือ ใช้งานมานาน หรือตกทุน หรือไม่มีสายการผลิต ณ ปัจจุบันแล้ว
- 2.8 เพื่อลดปัจจัยต่อความเสี่ยงของระบบไฟฟ้ามิให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร และเกิดอัคคีภัยขึ้นได้
- 2.9 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายกระแสไฟฟ้า และความปลอดภัยในการใช้อาคารศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี

3. ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว ตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลางซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นผู้มิอาชีพรับจ้างทำงานในลักษณะเดียวกับที่ได้ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ในครั้งนี้
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง การแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคา ได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง
- 3.11 ต้องมีผลงานการก่อสร้างประเภทเดียวกันกับงานที่จะดำเนินการจัดจ้างก่อสร้าง ซึ่งผลงานดังกล่าว ของผู้รับจ้าง ต้องเป็นผลงานในสัญญาเดียวกัน ในวงเงินไม่น้อยกว่า 3,500,000 บาท (สามล้านห้าแสน บาทถ้วน) และเป็นสัญญาที่ผู้รับจ้างได้ทำงานแล้วเสร็จตามสัญญาซึ่งได้มีการส่งมอบงานและตรวจรับ เรียบร้อยแล้ว **และให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองผลงาน และสำเนาคู่สัญญาฯ ไปพร้อมกับการเสนอ ราคาทางระบบอิเล็กทรอนิกส์**

**ผู้ยื่นข้อเสนอที่เสนอราคาในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้**

- (1) กรณีที่กิจการร่วมค้าได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลใหม่ กิจการร่วมค้าจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตาม เงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารประกวดราคา และการเสนอราคาให้เสนอราคาในนาม "กิจการร่วม ค้า" ส่วนคุณสมบัติด้านผลงานก่อสร้าง กิจการร่วมค้าดังกล่าวสามารถนำผลงานก่อสร้างของ ผู้เข้าร่วมค้ำมาใช้แสดงเป็นผลงานก่อสร้างของกิจการร่วมค้าที่เข้าประกวดราคาได้

(2) กรณีที่กิจการร่วมค้าไม่ได้จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลใหม่ นิติบุคคลแต่ละนิติบุคคลที่เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารประกวดราคา เว้นแต่ ในกรณีที่กิจการร่วมค้าได้มีข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าเป็นลายลักษณ์อักษรกำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการเข้าเสนอราคากับหน่วยงานของรัฐ และแสดงหลักฐานดังกล่าวมาพร้อมการยื่นข้อเสนอประกวดราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ กิจการร่วมค้านั้น สามารถใช้ผลงานก่อสร้างของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานก่อสร้างของกิจการร่วมค้าที่ยื่นเสนอราคาได้

ทั้งนี้ "กิจการร่วมค้าที่จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลใหม่" หมายความว่า กิจการร่วมค้าที่จดทะเบียนเป็นนิติบุคคลต่อกรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์

4. งบประมาณในการจัดจ้าง : จำนวน 8,790,000.00 บาท (แปดล้านเจ็ดแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)  
อนึ่ง การจัดซื้อครั้งนี้ จะมีผลลงนามในสัญญา หรือข้อตกลงได้ ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 จากสำนักงานงบประมาณเท่านั้น
5. ราคากลางในการจัดจ้าง : จำนวน 8,787,368.53 บาท (แปดล้านเจ็ดแสนแปดหมื่นเจ็ดพันสามร้อยหกสิบแปดบาทห้าสิบบสามสตางค์)
6. ระยะเวลาดำเนินการ : ภายใน 200 วัน (สองร้อยวัน) นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
7. เกณฑ์การพิจารณา : โดยใช้เกณฑ์ราคา
8. การกำหนดสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) สูตร  
:  $K = 0.25 + 0.15 \text{ lt/lo} + 0.10 \text{ Ct/Co} + 0.40 \text{ Mt/Mo} + 0.10 \text{ St/So}$
9. การรับประกันความชำรุด : ผู้รับจ้างต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของงานจ้างที่เกิดภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับถัดจากวันที่ศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุดรธานี โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซม แก้ไข เปลี่ยน ให้ใช้การได้ดั้งเดิม ภายใน 5 วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่องจากศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุดรธานี

**หมายเหตุ** ประชาชนผู้สนใจสามารถวิจารณ์เสนอข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับร่างรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะนี้ เป็นลายลักษณ์อักษรโดยทางไปรษณีย์ตอบรับด่วนพิเศษ (EMS) ส่งไปที่

กองพัสดุ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เลขที่ 9/9 หมู่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

หรือทางโทรศัพท์หมายเลข 02 504 – 7123 , 02 504 – 7124

หรือทางโทรสารหมายเลข 02 503 – 3560

หรือทาง e-mail : pm.proffice@stou.ac.th หรือดูผ่านจาก <http://www.stou.ac.th>

โดยระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้

## ส่วนที่ 2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

## งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี ตำบลบ้านจั่น อำเภอเมืองอุดรธานี

## 1. ข้อกำหนดทางเทคนิค

- 1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งต้องผลิต และผ่านทดสอบตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ TIS 384-2543 หรือ IEC 60076 หรือ IEC 60076-1 หรือ IEC 76
- 1.2 ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board: MDB) ที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC60439-1 หรือ EN60439-1 หรือ IEC439-1 และต้องได้รับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO9000 หรือ ISO9001 และโรงงานต้องเคยผ่านการทดสอบ Type Test ชนิดเต็มรูปแบบ
- 1.3 แผงสวิตช์วงจรรย่อย (Load Center) ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ NEMA หรือ IEC 60439-1 หรือ IEC 439-1 และต้องได้รับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO9001
- 1.4 Circuit Breaker ที่ติดตั้งต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ NEMA หรือ ANSI หรือ VDE หรือ UL หรือ IEC
- 1.5 Medium Voltage Surge Arrester ที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ IEC60099-4 หรือ EN60099-4
- 1.6 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge Protection Device : SPD) สำหรับป้องกันทางด้านระบบไฟฟ้า กำลังต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC หรือ DIN หรือ VDE หรือ EN หรือ UL
- 1.7 อุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEEE หรือ BS หรือ EN หรือ UL หรือ IEC หรือ DIN หรือ VDE หรือ มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้างของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ฉบับปัจจุบัน
- 1.8 โคมสัญญาณไฟแจ้งเตือน (Warning Light) ที่ติดตั้งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ICAO หรือ FAA
- 1.9 สายไฟฟ้าที่ใช้งานต้องได้รับมาตรฐาน มอก.11-2553 หรือ IEC 60502 โดยเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ดังต่อไปนี้ Thai Yazaki หรือ Phelps Dodge หรือ Bangkok Cable และโรงงานผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO9001
- 1.10 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.770-2533
- 1.11 ท่อโลหะที่ติดตั้งภายนอกอาคาร (HDPE Conduit) High Polyethylene ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก.

## 2. ข้อกำหนดเฉพาะเทคนิค

2.1 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน (Oil Type) มีรายละเอียดและขนาดพิกัดไม่น้อยกว่านี้

2.1.1 Rated Power Output (Kva)	: 400 KVA (ตามที่ระบุในแบบ)
2.1.2 Rated Frequency	: 50 Hz
2.1.3 Number Of Phase	: 3
2.1.4 Cooling System	: Oil immersed (Hermetically sealed), ONAN
2.1.5 Rated Primary voltage	: 22 kV, 3 Phase 3 Wire
2.1.6 HV No-Load Tap Changer	: $\pm 2 \times 2.5 \%$
2.1.7 Rated Secondary Voltage	: 400 – 230V, 3 Phase 4 Wire
2.1.8 Rate Basic Impulse Level (BIL)	: 125 kV
2.1.9 Impedance voltage	: 4%
2.1.10 Vactor Group	: Dyn 11
2.1.11 Limit of Temperature Rise Winding	: top oil ไม่เกิน 65 °C

2.2 ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board : MDB) และตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board)

2.2.1 โรงงานผู้ผลิตต้องเคยผ่านการทดสอบสมรรถนะ Type Test ชนิดเต็มรูปแบบตามมาตรฐาน IEC60439-1 หรือ IEC 439-1 และขนาดพิกัด และคุณสมบัติของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องไม่น้อยกว่าดังนี้

2.2.1.1 Rated System Voltage	: ไม่น้อยกว่า 400V
2.2.1.2 System Wiring	: 3 Phase, 4 Wire
2.2.1.3 Rated Current	: ตามที่ระบุในแบบ
2.2.1.4 Finishing	: Epoxy Polyester Powder Point (RAL)
2.2.1.5 Internal Partition	: Alu-zinc หรือ Galvanize Steel ความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร
2.2.1.6 Structure/Cover	: Alu-zinc หรือ Galvanize Steel ความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร
2.2.1.7 Short Circuit (at 1 Sec)	: ไม่น้อยกว่า 65 kA
2.2.1.8 Degree of Protection	: ไม่น้อยกว่า IP41

## 2.3 Circuit Breaker

2.3.1 Circuit Breaker ที่ติดตั้งต้องมีขนาดและค่า Interrupting Capacity ที่ไม่น้อยกว่า 400V

2.3.2 Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 800AF ขึ้นไป เป็นชนิด ACB แบบ Withdrawable Type อุปกรณ์

Trip Unit ต้องเป็นชนิด Microprocessor Base Trip หรือ Electronic Trip ประกอบด้วย Function ต่างๆ ดังนี้

2.3.2.1 Over Load Protection (L)

2.3.2.2 Short Circuit Protection (S)

2.3.2.3 Instantaneous Short Circuit Protection (I)

2.3.2.4 Ground Fault Protection (G)

2.3.3 Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 320AF – 400AF เป็นชนิด MCCB แบบ Fixed Type

อุปกรณ์ Trip Unit ต้องเป็นชนิด Microprocessor Base Trip หรือ Electronic Trip

ประกอบด้วย Function ต่างๆ ดังนี้

2.3.3.1 Over Load Protection (L)

2.3.3.2 Short Circuit Protection (S)

2.3.3.3 Instantaneous Short Circuit Protection (I)

2.3.4 Circuit Breaker ขนาดไม่เกิน 250AF เป็นชนิด MCCB แบบ Fixed Type อุปกรณ์ Trip

Unit ต้องเป็นชนิด Thermal หรือ Electromagnetic Trip ประกอบด้วย

2.3.4.1 Over Load Protection (L)

2.3.4.2 Instantaneous Short Circuit Protection (I)

2.3 Medium Voltage Surge arrester ชนิด Metal Oxide Varistors ที่ติดตั้งเพื่อป้องกันเสิร์จทางด้านแรงสูง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

2.4.1 Rated Voltage :  $\geq 22$  kV

2.4.2 Nominal discharge current : 10 kA (8/20 $\mu$ s)

2.4.3 High current withstand capability : 100kA (4/10 $\mu$ s)

2.4.4 Housing : Silicone

2.4.5 Long duration current impulse : 250A / 2000 $\mu$ s

2.5 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge Protection Device) มีรายละเอียดของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

2.5.1 Surge Protection Device Type I+II สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply)

ของตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 2.5.1.1 ระบบการติดตั้งเป็นชนิด 3 Pole : TNC
- 2.5.1.2 Nominal voltage : 230V
- 2.5.1.3 Max. Operate Voltage :  $\geq 255$  V
- 2.5.1.4 Lightning impulse current (10/350 $\mu$ s) : 25kA/Pole
- 2.5.1.5 Nominal discharge current (8/20 $\mu$ s) : 25kA
- 2.5.1.6 Response time : ไม่เกิน 100ns
- 2.5.1.7 Follow current : 50kA
- 2.5.1.8 Voltage protection level : ไม่เกิน 2.5kV
- 2.5.1.9 Temporary over voltage : ไม่น้อยกว่า 335V/5 sec.
- 2.5.1.10 Operating Temperature : -40 ถึง +80°C
- 2.5.1.11 Degree of protection : ไม่น้อยกว่า IP20
- 2.5.1.12 สามารถ remote indicator หรือ operative indicator แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

2.5.2 Surge Protection Device Type II สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply)

ตู้ Distribution Board (DB) และตู้ Load Center โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 2.5.2.1 ระบบการติดตั้งเป็นชนิด 4 Pole : TNS
- 2.5.2.2 Nominal voltage : 230V
- 2.5.2.3 Max. Operate Voltage :  $\geq 275$ V
- 2.5.2.4 Max. Discharge current (8/20 $\mu$ s) : ไม่น้อยกว่า 25kA
- 2.5.2.5 Response Time : ไม่เกิน 25ns
- 2.5.2.6 Voltage protection level : ไม่เกิน 1.5kV
- 2.5.2.7 Temporary over voltage : ไม่น้อยกว่า 335V / 5sec
- 2.5.2.8 Operating Temperature : -40 ถึง +60°C
- 2.5.2.9 Degree of protection : ไม่น้อยกว่า IP20
- 2.5.2.10 สามารถ remote indicator หรือ operation indicator แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

2.6 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล (Digital Power Meter : DPM) ที่ใช้สำหรับตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board : MDB) มีลักษณะและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.6.1 Power Supply	: $\geq 240$ Vac / Vdc หรือดีกว่า
2.6.2 Consumption	: $\leq 5$ VA
2.6.3 Current input	: 5A
2.6.4 Maximum voltage inputs	: 480Vac (direct L-L) หรือดีกว่า
2.6.5 ความถี่	: 45 ถึง 65 Hz หรือดีกว่า
2.6.6 อุณหภูมิการใช้งาน	: -10 ถึง +55 °C หรือดีกว่า
2.6.7 ความชื้นสัมพัทธ์	: 95% RH (non-condensing) หรือดีกว่า
2.6.8 Display	: LCD หรือ LED
2.6.9 Accuracy Class	: Class 0.5S หรือดีกว่า
2.6.10 เครื่องมือวัดต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้	
2.6.10.1 สามารถแสดงค่ากระแส (I1, I2, I3, and IN)	
2.6.10.2 แสดงค่าแรงดัน (phase to phase and phase to neutral)	
2.6.10.3 ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (kW per phase and total)	
2.6.10.4 ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (KvaR per phase and total)	
2.6.10.5 ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (Kva per phase and total)	
2.6.10.6 ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F. per phase and total)	
2.6.10.7 ความถี่ (Hz)	
2.6.11 อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐาน IEC62053-22 หรือเทียบเท่า	

2.7 อุปกรณ์ป้องกันอาร์ก (Arc Guard System)

ใช้ติดตั้งสำหรับตู้เมนแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Main Distribution Board : MDB) เพื่อป้องกันความเสียหายหรือเกิดการระเบิด เมื่อเกิดการอาร์กภายในตู้ไฟฟ้าโดยสามารถสังหาริปเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยใช้เวลาไม่เกิน 0.1 วินาที โดยมีคุณสมบัติ และฟังก์ชันการทำงานดังต่อไปนี้

2.7.1 Power Supply	: 100 ถึง 240 Vac หรือดีกว่า
2.7.2 Input Detector	: ไม่น้อยกว่า 10 ตัว
2.7.3 Display	: LCD หรือ LED
2.7.4 Operating Time, from detection	: ไม่เกิน 10 ms
2.7.5 Degree of Protection	: IP50 หรือดีกว่า
2.7.6 Detector Cable Type	: Fiber optic sensor



## 2.8 ตู้เมนสวิตช์ตัดต่อวงจร

2.8.1 Type	: Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)
2.8.2 Rated System Voltage	: ไม่น้อยกว่า 400V
2.8.3 Number of Pole	: 3 Pole
2.8.4 Rate frequency	: 50 Hz
2.8.5 Rate current	: ไม่น้อยกว่า 800A (ตามที่ระบุในแบบ)
2.8.6 Protection System	: L, S, I
2.8.7 ตู้เมนสำหรับติดตั้งอุปกรณ์	: เป็นชนิด Outdoor Type
2.8.8 Finishing	: Epoxy Polyester Powder Point (RAL)
2.8.9 Internal Partition	: Alu-zinc หรือ Galvanize Steel ความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร
2.8.10 Structure/Cover	: Alu-zinc หรือ Galvanize Steel ความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร
2.8.11 Degree of Protection	: ไม่น้อยกว่า IP54

## 2.9 ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load center)

- 2.9.1 แผงสวิตช์วงจรย่อย ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC 60439-1 หรือ IEC 439-1 โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel Board นี้ เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 3-Phase, 4-Wire
- 2.9.2 ตัวตู้ Panel Board และ Circuit Breaker จะต้องเป็น Standard Product จากโรงงานผู้ผลิต และผลิตตามมาตรฐานของ UL หรือ NEMA หรือ IEC Standard หรือดีกว่า
- 2.9.3 จะต้องติดตั้งตารางหรือผังวงจรเพื่อ แสดงรายละเอียดหน้าที่ของ Circuit Breaker แต่ละตัว ด้านในประตูตู้
- 2.9.4 Name Plate แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย Name Plate, Name Plate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ

## 2.9.5 Circuit Breaker

2.9.5.1 Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip หรือ Thermal Over Current Trip โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Branch Circuit Breaker ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)

2.9.5.2 Branch Circuit Breaker มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule โดยผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC60898 โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน Main Circuit Breaker

2.9.5.2.1 Rated Voltage :  $\geq 220$  Volt

2.9.5.2.2 Frequency : 50Hz

2.9.5.2.3 Poles : 1P, 3P (ตามที่ระบุในแบบ)

2.9.5.2.4 Rated Breaking Capacity (Icn) :  $\geq 6$  kA

2.9.5.2.5 Rated Current : (ตามที่ระบุในแบบ)

## 2.10 ระบบป้องกันฟ้าผ่าของอาคาร (Lightning Protection System) มีคุณสมบัติดังนี้

2.10.1 หัวล่อฟ้า (Air Terminal) ตัวหัวล่อฟ้าทำมาจาก Copper ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร หรือขนาดตามที่แบบระบุ และจะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ EN 62561-2 หรือ UL 96

2.10.2 สายตัวนำ Down Conductor ต้องเป็นวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ดี ทำมาจาก Copper ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำขนาดต้องไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร หรือ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มิลลิเมตร หรือขนาดตามที่แบบระบุ และจะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ EN 62561-2 หรือ EN13601

2.10.3 Lightning counter สำหรับตรวจสอบจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นของฟ้าผ่าสามารถวัดกระแสฟ้าผ่าได้ถึง 100 kA

2.10.4 Ground Rod ทำมาจาก Copper ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร (เวลาใช้งาน สามารถต่อความยาวเพิ่มเป็น 3 เมตรได้) หรือ St/Cu ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14.2 มิลลิเมตร มีขนาดของชั้นความหนาของทองแดง (Cu layer) ไม่น้อยกว่า 0.25 mm. หรือ ขนาดตามที่แบบระบุ โดยจะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ EN 62561-2 หรือ UL 467

2.10.5 บ่อตรวจสอบกราวด์ (Ground Inspection Pit) เป็นแบบฝังพื้นพร้อมฝาครอบปิดทำมาจากวัสดุ Cast Iron หรือ Polymer ต้องมี Test joint สำหรับตรวจสอบค่าความต้านทานดินระบุโดยจะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ EN 62561-5

2.11 โคมสัญญาณไฟแจ้งเตือน (Warning Light) ที่ติดตั้งบนเสาโครงเหล็กสูง มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.11.1 เป็นโคมไฟให้แสงสว่างรอบทิศทาง
- 2.11.2 แรงดันไฟฟ้า : 220Vac (หรือดีกว่า)
- 2.11.3 ชนิดหลอดไฟ : LED
- 2.11.4 ความเข้มแสงไม่น้อยกว่า :  $\geq 10$  cd
- 2.11.5 อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า :  $\geq 70,000$  ชั่วโมง
- 2.11.6 เป็นโคมไฟสัญญาณแบบ : Fixed หรือ Flashing
- 2.11.7 ระดับการป้องกัน (Degree Protection) : IP65 (หรือดีกว่า)

2.12 ระบบบริหารจัดการค่าพลังงานไฟฟ้า

2.12.1 อุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบหลายวงจร

- 2.12.1.1 สามารถต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 18 วงจร
- 2.12.1.2 มีค่า accuracy ของการอ่านค่าเท่ากับ 0.5% หรือดีกว่า
- 2.12.1.3 มีช่องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Ethernet) และ RS-485
- 2.12.1.4 สามารถสื่อสารผ่านโปรโตคอล Modbus TCP และ Modbus RTU ได้
- 2.12.1.5 สามารถแสดงผลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือรองรับการทำงาน webserver ผ่าน web browser ได้
- 2.12.1.6 รองรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 60°C หรือดีกว่า
- 2.12.1.7 ได้รับความมาตรฐาน IEC61010-1 หรือ ANSI C12.20/0.5 หรือ UL61010-1 หรือเทียบเท่า
- 2.12.1.8 ได้รับความมาตรฐาน IEC62053-22 หรือเทียบเท่า

2.12.2 อุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (Current Transformer)

- 2.12.2.1 เป็นแบบ Split Core หรือ Open Core สามารถคล้องสายไฟโดยไม่ต้องตัดต่อวงจรไฟฟ้า
- 2.12.2.2 มีค่าความแม่นยำที่ 1% หรือดีกว่า
- 2.12.2.3 รองรับ Rated Current ที่เหมาะสมกับขนาดของวงจรนั้นๆ
- 2.12.2.4 รองรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 50°C หรือดีกว่า

2.13 ท่อร้อยสายเมนไฟฟ้า สำหรับฝังดินเป็นท่อชนิดพลาสติก (High Density Polyethylene Conduit : HDPE) Class 1 (PN 6) ทำมาจากสาร Polyethylene ชนิดความหนาแน่นสูง และต้องผ่านมาตรฐาน มอก.

### 3. ขอบเขตงาน

- 3.1 ทำการรื้อถอนหม้อแปลงไฟฟ้า, Medium Voltage Surge Arrester และฟิวส์แรงต่ำของเดิม ที่ติดตั้งบริเวณแนวรั้วด้านในศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี และส่งคืนศูนย์วิทยพัฒนาฯ พร้อมติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมันขนาด 400 kVA และ Medium Voltage Surge Arrester ของใหม่ทดแทน และผู้รับจ้างต้องประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในพื้นที่ก่อนดำเนินการ เพื่อขอตัดกระแสไฟฟ้าโดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด
- 3.2 ทำการติดตั้งตู้เมนสวิตช์ตัดต่อวงจร (ภายนอกอาคาร) บนฐานคอนกรีตของใหม่ ทั้งนี้ก่อนดำเนินการติดตั้งต้องจัดทำแบบเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 3.3 ทำการรื้อถอนตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board : MDB) ของเดิมส่งคืนคลังพัสดุ พร้อมติดตั้งตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) และตู้เก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank) ของใหม่ทดแทนในห้องไฟฟ้า ชั้น 1
- 3.4 ทำการติดตั้งไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light) เป็นหลอด LED จำนวน 1 ชุด ในห้องควบคุมไฟฟ้าหลัก ชั้น 1
- 3.5 ทำการรื้อถอนสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) และนำส่งคืนศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี และส่งคืนศูนย์วิทยพัฒนาฯ
- 3.6 ทำการก่อสร้างบ่อพักสาย (Hand Hole) สำหรับพักสายเมนไฟฟ้า จำนวน 4 บ่อ โดยติดตั้งตำแหน่งที่ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี กำหนด
- 3.6 ทำการก่อสร้างท่อร้อยสายเมนไฟฟ้าใต้ดิน (Under Ground) โดยใช้ท่อชนิด HDPE ขนาด 125 mm. จากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังห้องไฟฟ้าหลัก ตามแบบที่กำหนด
- 3.7 ทำการรื้อถอนตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board) ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center) ของเดิมส่งคืนศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี พร้อมติดตั้งของใหม่ทดแทน
- 3.9 ทำการปรับปรุงโดยรื้อถอนสายไฟฟ้าแรงต่ำ ท่อร้อยสาย รางเดินสายไฟฟ้าของเดิมจากตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB) แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center) ส่งคืนศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี พร้อมอุปกรณ์ของใหม่ทดแทนของเดิม โดยผู้รับจ้างต้องสำรวจ และทำจัดแบบการติดตั้งส่งอนุมัติก่อนติดตั้ง
- 3.10 ทำการปรับปรุงระบบป้องกันฟ้า (Lightning Protection System) สำหรับตัวอาคารของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี โดยทำการติดตั้งของใหม่ทดแทน ก่อนดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างต้องสำรวจ และจัดทำแบบส่งอนุมัติก่อนติดตั้ง
- 3.11 ทำการปรับปรุงระบบสัญญาณไฟแจ้งเตือน (Warning Light) สำหรับเสาโครงเหล็กสูง บนดาดฟ้าของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี โดยทำการรื้อถอนโคมไฟสัญญาณแจ้งเตือนของเดิม พร้อมติดตั้งของใหม่ทดแทน
- 3.12 ทำการติดตั้งและตั้งค่าระบบบริหารจัดการค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลักพร้อมติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและตั้งค่าการแสดงผลข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าให้สามารถแสดงผลในเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ทำการส่วนกลางมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 ชุด

#### 4. การติดตั้ง

##### 4.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมัน (Oil type)

##### 4.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน (Oil type) ขนาด 400 KVA

(ตามที่ระบุในแบบ) โดยติดตั้งบนนั่งร้านหม้อแปลงของเดิม มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

##### 4.1.1.1 Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Non aging Grain Oriented Silicon

Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูง และให้ Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ Iron Core นี้ต้องถูกยึดแน่นไว้อย่างแข็งแรงเพื่อไม่ให้เกิดการหลุดเลื่อนหรือเคลื่อนตัวของ Steel Laminate Sheet

##### 4.1.1.2 HV Winding ต้องเป็นโลหะทองแดงเคลือบหุ้มด้วยฉนวนซึ่งสามารถทนต่อ

Insulation Level และ Temperature Rise ที่กำหนดได้การออกแบบสร้างต้อง

สามารถทน Mechanical Strength หรือ Thermal Effect อันอาจเกิดการ Short

Circuit ที่เกิดขึ้นได้และ LV Winding ต้องทำด้วย ทองแดงแผ่นบาง (Copper Foil)

เพื่อลดแรงในแนวแกนและสามารถทนต่อสภาวะ Short Circuit ได้ดีที่สุด ตัว Core

และ Winding เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสุญญากาศเพื่อ

กำจัดอากาศ และความชื้น ก่อนประกอบเข้ากับ Oil Tank เพื่อบรรจุน้ำมัน

##### 4.1.1.3 ตัวถังหม้อแปลงจะต้องเป็นแบบปิดผนึกโดยสมบูรณ์ไม่มีโพรงอากาศอยู่ภายใน เพื่อ

จุดประสงค์ในการป้องกันความชื้นและก๊าซที่มีผลทำให้น้ำมันหม้อแปลงเสื่อมสภาพ

ครีประบายความร้อนแต่ละด้านต้องเป็น Corrugated Fin จะต้องออกแบบให้

ขยายตัวได้เพื่อรองรับปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นขณะใช้งาน โดยไม่มีการรั่วซึมหรือการ

บุบสลายตัว Cover ต้องยึดกับตัว Tank ด้วย Bolt อย่างแน่นหนา และมี Sealing

gasket ชนิด Hot Oil Proof Reusable type เพื่อป้องกันความชื้นและการรั่วซึมตัว

Tank แต่ละด้านที่เป็น Corrugated Fins จะต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กแผ่น

เดียวกันทั้งนี้ Tank และ Cover จะต้องผ่านกรรมวิธีทำความสะอาดและชุบเคลือบ

ป้องกันสนิมก่อนทำการทาสีด้วย Epoxy

##### 4.1.1.4 Transformer Oil จะต้องผ่านการกรอง และมี Dielectric Strength เป็นไป

ตามมาตรฐานและ/หรือตามที่กำหนดโดยการไฟฟ้า

##### 4.1.1.5 Bushing และ Terminal หม้อแปลงไฟฟ้าต้องมี Bushing ทางด้าน Primary

เป็นแบบ Tin Plated Connectors เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้การได้กับหัวสาย

ไฟฟ้าแรงสูง

4.1.1.6 Bushing Terminal ทางด้าน Secondary เป็นแบบ Tin Plated Connectors เหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานได้กับสายไฟฟ้าตามขนาดที่ระบุในแบบ ทั้งนี้ Neutral Bushing Terminal ให้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Phase Bushing Terminal

4.1.1.7 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ตามมาตรฐานของผู้ผลิต ดังต่อไปนี้

4.1.1.7.1 Oil Drain Value และ Plug

4.1.1.7.2 Oil Filling Pipe

4.1.1.7.3 Sludge Drain Pipe และ Plug

4.1.1.7.4 Off-Load Tap Changer

4.1.1.7.5 Earth Terminal

4.1.1.7.6 Cable Box

4.1.1.7.7 Name plate แสดงรายละเอียดของหม้อแปลงนั้นๆ

4.1.1.8 Plat Form Foundation ขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางวิศวกรรมระบบ และให้เสนอแบบรูปรายละเอียดก่อนดำเนินการ

4.2 การติดตั้งแผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (MDB) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ

4.2.1 ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และส่งรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการข้อกำหนดทางเทคนิคให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุดรธานี พิจารณออนุมัติก่อนทำการ

4.2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Main Distribution Board) พร้อมวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

4.2.3 การติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าขนาดเมนเบรกเกอร์มากกว่า 800A ต้องออกแบบและสร้างแผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าเป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) รูปแบบ (FORM) 2A โครงสร้างของแผงสวิตช์ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างของตู้ที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วย Alu-Zinc มีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร ยึดติดกันด้วยสลัก และแป้นเกลียวโดยส่วนฝาทุกด้านทำด้วยแผ่นเหล็ก Alu-Zinc หนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร

4.2.3.1 ภายในห้องแผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่องและทำจากเหล็ก Alu-Zinc หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร ดังนี้

4.2.3.1.1 Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า

4.2.3.1.2 Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด

อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือนโดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์

- 4.2.3.1.3 Busbar & Cable Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbar ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbar ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ และจัดเตรียม Cable Ladder สำหรับรองรับสายไฟฟ้า
- 4.2.3.2 การประกอบแผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศธรรมชาติ ทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)
- 4.2.4 อุปกรณ์ประกอบภายในแผงเมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าดังนี้
- 4.2.4.1 Busbar ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้งานไฟฟ้าโดยเฉพาะมีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC439-1 (Bare Rating)
- 4.2.4.2 Busbar Holder และ Busbar Support ต้องเป็นวัสดุประเภท Halogen - Free แบบสองชั้นประกอบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Space ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
- 4.2.4.3 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้า กับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้ชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated จุดที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ใช้ทางปลา ขนาดที่เหมาะสม ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการไม่เล็กกว่าข้อกำหนดดังนี้
- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 4.2.4.3.1 Current Circuit     | : 4 ตารางมิลลิเมตร   |
| 4.2.4.3.2 Voltage Circuit     | : 2.5 ตารางมิลลิเมตร |
| 4.2.4.3.3 Control Circuit     | : 2.5 ตารางมิลลิเมตร |
| 4.2.4.3.4 Ground สำหรับประตู่ | : 10 ตารางมิลลิเมตร  |
- 4.2.4.4 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าวนั้น **ห้ามมีการตัดต่อสายไฟฟ้าโดยเด็ดขาด**
- 4.2.4.5 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย
- 4.2.4.6 Mimic Bus ที่ด้านหน้าของผู้ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ประกอบกันเป็น Schematical form มีความกว้าง 15 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร
- 4.2.4.7 Nameplate ทั้งหมดต้องเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือทั้งหมดเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ

#### 4.2.5 เครื่องวัดและอุปกรณ์

4.2.5.1 Current Transformer (CT)

4.2.5.2 Secondary Rated Current 5A

4.2.5.3 Primary Rated Current ตามที่กำหนดในแบบ หรือ เหมาะสมกับ Load นั้นๆ

4.2.5.4 Accuracy Class : 1.0 หรือดีกว่า

4.2.5.5 Tropical Proof ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500V

4.2.5.6 Rated Burden ตามความเหมาะสม

4.2.5.7 Ammeter ดังนี้

4.2.5.7.1 CT Type Ammeter

4.2.5.7.2 เป็นชนิดที่มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating

4.2.5.7.3 เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5A

4.2.5.7.4 Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

4.2.5.7.5 Ammeter Selector Switch (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิด ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

4.2.5.7.6 Voltmeter เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0 ถึง 500V หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

4.2.5.7.7 Voltmeter Selector Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ที่มีจังหวะปิดด้วย

4.2.6 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบป้องกันอาร์ก (Arc Guard System) ภายในตู้ MDB โดยให้

ติดตั้งเซนเซอร์จับอาร์ค ไม่น้อยกว่า 2 หัว โดยส่งสัญญาณไปสั่งทริป Main Circuit Breaker ที่ตู้ MDB โดยทันทีทันใด ภายในเวลาไม่เกิน 0.1 วินาที เมื่อเกิดการอาร์กภายในตู้เพื่อลดความเสียหายของตู้ไฟฟ้า โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Air Circuit Breaker

4.2.7 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบ Recloser ที่ Main Circuit Breaker ของตู้ MDB เพื่อสั่งการให้ Breaker สับจ่ายกระแสไฟฟ้าขณะระบบไฟฟ้าจ่ายได้ตามปกติ

4.2.8 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ของระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ MDB

4.2.9 การติดตั้งสายไฟฟ้าเข้ากับตู้จะต้องตรวจสอบลำดับ Phase ให้ถูกต้องตรงกับของเดิม

4.2.10 ทำการติดตั้งระบบ Grounding ของตู้ MDB โดยการติดตั้งแท่ง Ground Rod และพร้อมจุด test box ด้วย ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (มาตรฐานฉบับใหม่) ณ ปัจจุบัน



#### 4.3 การติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

- 4.3.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ภายในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานตัดวงจร (Time Current Curve) ซึ่งสัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรรก่อน ดังนั้น เซอร์กิตเบรกเกอร์ ทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.3.2 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Mould Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick – Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip โดยขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Current Rating ตามกำหนดในแบบ
- 4.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 800 AF ขึ้นไปให้ใช้ชนิด ACB
- 4.3.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 320 AF ขึ้นไปให้ใช้แบบ Electronic Trip
- 4.3.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด 160 – 250 AF ให้ใช้แบบ Current Limiting CB หรือ Thermal Magnetic ที่ปรับตั้งค่า Thermal Trip ได้
- 4.3.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 800AT ขึ้นไปต้องมี Ground Fault Sensor ที่สามารถปลด CB ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน
- 4.3.7 ขั้วต่อสาย (Terminal) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 250AF ให้ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดสูงกว่า 250AF ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น
- 4.3.8 Air Circuit Breaker (ACB) ให้เลือกใช้ ACB ตามที่ระบุในแบบ และหากขนาดพิกัด AF ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ มากกว่า 800 AF ให้เลือกใช้เป็น ACB ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
- 4.3.8.1 Rated Service Voltage : 690Vac
  - 4.3.8.2 Rated Insulation Voltage : 1,000Vac
  - 4.3.8.3 Rated Impulse Withstand : 12,000V
  - 4.3.8.4 Rated Current : ตามระบุในแบบ
  - 4.3.8.5 The Breaking Capacity Performance : ตามระบุในแบบ
  - 4.3.8.6 Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (Ics) และ Rated Short-Time withstand Current (Icw) ที่ 1 วินาที เท่ากับ Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (Icu) และไม่น้อยกว่า 65kA ที่ 415Vac
  - 4.3.8.7 ผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC947-1, IEC947-2 และเป็นเบรกเกอร์ชนิดเป็นชนิด Draw-out type (หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ) และ IP40 โดยจะต้องมีจุดบ่งชี้ตำแหน่งของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (connected, test และ isolated)
  - 4.3.8.8 Trip Unit ต้องทำงานด้วย Microprocessor โดยสามารถปรับตั้งค่าได้ดังนี้
    - 4.3.8.8.1 Long Time Protection (LT) ปรับตั้งจาก 0.4 ถึง 1 ของ Rated Current (In)
    - 4.3.8.8.2 Short Time Protection (ST) ปรับตั้งจาก 1.5 ถึง 10 ของ Rated Current (In)
    - 4.3.8.8.3 Short Time Delay / Long Time Delay

- 4.3.8.8.4 Instantaneous Trip (Inst)
- 4.3.8.8.5 Thermal Memory สำหรับ Long Time Protection และ Short Time Protection
- 4.3.8.8.6 Ground Fault Protection เป็นชนิด Current Pick Up Adjustment และ Time Delay ปรับค่าได้ตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 ของ Rated Current (In)
- 4.3.8.8.7 Touch Screen Colour Display พร้อมเมนูภาษาไทย
- 4.3.8.8.8 Communication : IEC61850

4.3.9 Molded Case Circuit Breaker (MCCB) เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด Thermal Magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400AF และเป็นชนิด Electronic ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400AF ขึ้นไป

4.3.9.1 ทำงานด้วยระบบ Quick-Make, Quick - Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overload และ Short Circuit

4.3.9.2 MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Under-voltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, PAD Locking Device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกัน และการควบคุม

4.3.9.3 MCCB Thermal Magnetic Trip 160AF, 250AF ต้องสามารถปรับค่ากระแส Thermal ตั้งแต่ 0.7-1.0 ของ Rated Current ส่วนขนาดพิกัด AF ที่ต่ำกว่าอนุญาตให้ใช้แบบ Fixed Thermal

4.3.9.4 Trip Unit ของ MCCB Electronic สามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้อย่างน้อยระหว่าง 0.4-1.0 ของพิกัด และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 2 - 10 เท่า

4.3.10 ชุดเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank) เป็นชนิดที่ประกอบด้วย Three Phase Capacitors ย่อยหลายๆ ตัวยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ มีการต่อลงดินเป็นอย่างดี

4.3.10.1 อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

4.3.10.1.1 Fuse หรือ Circuit Breaker Protection ทุก Step ของ Capacitor Bank

4.3.10.1.2 Contractor

4.3.10.1.3 Power Factor Controller

4.3.10.1.4 Indicator Lamp

4.3.10.2 อุปกรณ์ควบคุม (Power Factor Controller) ต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของชุดเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank)

4.3.10.3 ชุดเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank) ต้องประกอบติดตั้งภายในตู้และทดสอบการทำงานมาก่อนติดตั้งที่หน้างาน

4.3.10.4 ต้องจัดหาอุปกรณ์ Detuned Filter Reactor เพื่อป้องกันกระแสฮาร์โมนิกที่สูง

4.4 การติดตั้งแผงสวิตช์วงจรย่อย

- 4.4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop drawing พร้อม Load schedule ส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 4.4.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ย่อย (Load center) พร้อมวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ อย่างสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างขออนุมัติแบบและวัสดุ – อุปกรณ์
- 4.4.3 แผงสวิตช์ย่อยเป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัวตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด
- 4.4.4 Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-In หรือ Bolt-On Circuit Breaker
- 4.4.5 Nameplate แผงสวิตช์ย่อย ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทบบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกับแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ
- 4.4.6 พิมพ์ Load Schedule ที่แสดงโหลดที่ติดตั้งจริงลงในกระดาษ A4 และใส่ในซองพลาสติกติดที่ฝาตู้ในตู้

4.5 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge Protection Device)

- 4.5.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Device) Type I+II สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ของตู้เมนสวิตช์ตัดต่อวงจรและตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) อันเนื่องมาจากเกิดฟ้าผ่า หรือเกิดกระแสไฟกระชอกจากกรณีอื่นๆ ในระบบไฟฟ้า
- 4.5.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Device) Type II สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ของตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board : DB), ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center)

4.6 การติดตั้งสายไฟฟ้า

- 4.6.1 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 4.6.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core)
- 4.6.3 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น
- 4.6.4 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำ ดังต่อไปนี้
  - 4.6.4.1 ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

- 4.6.4.2 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.6.4.3 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็น สารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- 4.6.4.4 การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- 4.6.5 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
- 4.6.5.1 **การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้าให้ทำการภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามทำการต่อภายในช่วงท่อร้อยสาย และวางร้อยสายโดยเด็ดขาด**
- 4.6.5.2 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์
- 4.6.5.3 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และ ไม่เกิน 300 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลาย และเทปพีวีซีอย่างดีอีกชั้นหนึ่ง
- 4.6.6 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำใต้ดิน (Under Gound Cable)
- 4.6.6.1 การติดตั้งสายไฟผ่านบ่อ Hand hole ต้องทำการเผื่อสายไว้ภายในบ่อ
- 4.6.6.2 ต้องทดสอบสภาพฉนวนของสายไฟฟ้าที่ติดตั้งใหม่ด้วยวิธี Insulation Test ตาม มาตรฐานกำหนด
- 4.6.6.3 ในการติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำให้ทำการตรวจสอบลำดับเฟสของสายให้ถูกต้อง (Line R, Line S, Line T และ Neutral) พร้อมทำการมาร์คลำดับเฟส ให้เห็นชัดเจน
- 4.6.6.4 กรณีที่ต้องมีการตัดต่อหรือแยกสายให้กระทำได้ภายในบ่อ Handhole หรือ Manhole เท่านั้น โดยใช้ปลอกชนิดใช้แรงกลอัดเท่านั้น (Compression Connector) แล้วพันหุ้ม ส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit แบบ Cold Shrink) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตอุปกรณ์ ต่อสายแนะนำ
- 4.6.6.5 ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ จะต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้น แทรกซึมเข้าสู่ภายในสายไฟฟ้าโดยใช้ Termination Kit หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม และ ติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.6.6.6 รัศมีของความโค้งของสายไฟฟ้าที่ติดตั้งจะต้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ของสายไฟฟ้า

#### 4.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

##### 4.7.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการ

ใช้งานโดยท่อชนิดโลหะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI และมอก.770-2533 ชุบป้องกันสนิม โดยวิธี Hot – Dip Galvanized และท่อชนิดโลหะชนิด High Density Polyethylene ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

4.7.1.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย

4.7.1.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduct : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง และใช้ในสถานที่อันตราย

4.7.1.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduct : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง

4.7.1.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduct) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้ซึ่งเป็นนิยาม เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ

4.7.1.5 ท่อโลหะที่ติดตั้งภายนอกอาคาร (HDPE Conduit) High Density Polyethylene : HDPE การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

4.7.2 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling , Connector , Lock Nut , Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

##### 4.7.3 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

4.7.3.1 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง

4.7.3.2 การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

4.7.3.3 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.7.3.4 ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

4.7.3.5 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่ในการติดตั้ง

4.7.3.6 การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

4.7.3.7 แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าว ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุดรธานี เป็นแต่ละกรณีไป

#### 4.8 การติดตั้ง Cable Tray

4.8.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized หรือ Aluzing ด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

4.8.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกชั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่าการติดตั้ง และใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

#### 4.9 การติดตั้ง Wireway

4.9.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่น หรือ Aluzing ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด สำหรับแผ่นเหล็กต้องผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Electro Galvanized หรือแผ่นเหล็กฟอสเฟต และพันเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

4.9.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และต้องยึดติดกับโครงสร้างของอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.9.3 กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box)

กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามมาตรฐานการที่กำหนด รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

4.9.3.1 กล่องต่อสายมาตรฐานทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

4.9.3.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร

ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

4.9.3.3 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งงอของสายตามมาตรฐานที่กำหนด

4.9.3.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

#### 4.10 การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System)

- 4.10.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน รวมทั้งความต่อเนื่องของระบบ ต่อหน้ามหาวิทยาลัยฯ หรือตัวแทนมหาวิทยาลัยฯ โดยกำหนดให้มีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ให้ผู้รับจ้างรีบทำการแก้ไขโดยทันที โดยที่ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 4.10.2 อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า อาทิ เช่น อุปกรณ์จับยึด (Fixing Component), อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connection component) สำหรับใช้จับยึดหรือเชื่อมต่อชิ้นส่วนของระบบป้องกันฟ้าผ่าเข้ากับสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกันหรือเชื่อมต่อตัวนำต่างๆเข้าด้วยกัน ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติในรูปแบบ Heavy Duty Type ตามมาตรฐาน IEC 62561 หรือ EN 50164-4
- 4.10.3 อุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะ เช่น ท่อน้ำ บันไดเหล็ก เป็นต้น ติดตั้งอยู่ใกล้ระบบป้องกันฟ้าผ่า จะต้องเชื่อมเข้าระบบด้วย
- 4.10.4 สายตัวนำล่อฟ้าต้องจับยึดทุกๆ ช่วง อย่างน้อย 1 เมตร
- 4.10.5 การเดินสายตัวนำล่อฟ้า ให้พยายามเลี่ยงการหักงอสายตัวนำล่อฟ้า ให้มากที่สุด การหักงอต้องมรัศมีไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร และมุมการหักงอต้องไม่เป็น 90 องศา
- 4.10.6 สายตัวนำล่อฟ้า ต้องไม่มีการตัดต่อตลอดความยาวสาย นอกจากสภาพที่หน้างานนั้นมีอุปสรรคกริดขวาง
- 4.10.7 สายและข้อต่อต่างๆ ต้องทนต่อ Mechanical Strength ได้ดี
- 4.10.8 ในกรณีที่ใช้โครงสร้างของอาคารเป็นตัวนำลงดิน ให้เชื่อมสายตัวนำลงดินสำหรับระบบล่อฟ้าเข้ากับเสาโครงสร้างของอาคาร
- 4.10.9 แท่งรอกสายดิน (Earth Rod) ต้องฝังลงดินให้ยอดของแท่งอยู่ต่ำกว่าระดับดิน อย่างน้อย 0.50 เมตร ท่อโลหะโครงเหล็กอื่นๆ เช่น ท่อน้ำ โครงเหล็กของลิฟต์ ฯลฯ ให้ต่อเชื่อมไปลงที่แท่งรอกสายดิน (Earth Rod) ด้วย
- 4.10.10 ความต้านทานของดิน ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดให้เพิ่มแท่งรอกสายดิน (Earth Rod)
- 4.10.11 ผู้รับจ้างต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมงานมหาวิทยาลัย
- 4.10.12 ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของระบบป้องกันฟ้าผ่าให้เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุดรธานี
- 4.10.13 การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้างของวสท.ฉบับล่าสุด

#### 4.11 การติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า

4.11.1 ติดตั้งและตั้งค่าอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบหลายวงจรพร้อมอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าในตู้จ่ายไฟ ให้สามารถส่งข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าผ่านระบบ web browser มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

4.11.2 ติดตั้งและตั้งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายพร้อมโปรแกรมบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ห้องควบคุมที่ทำการส่วนกลางของมหาวิทยาลัยฯ กำหนดพร้อมทั้งตั้งค่าการแสดงผลข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าให้สามารถแสดงผลในเครือข่ายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย มีคุณสมบัติดังนี้

##### 4.11.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

4.11.2.1.1 Intel Core i7 หรือดีกว่า

4.11.2.1.2 Ram หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4GB DDR3

4.11.2.1.3 Hard disk ความจุไม่น้อยกว่า 1TB

4.11.2.1.4 DVD +/- RW Drive

4.11.2.1.5 USB 2.0 Port หรือดีกว่า

4.11.2.1.6 LED Monitor 24-inch

4.11.2.1.7 Window 10 Professional 32-bit หรือดีกว่า

4.11.2.1.8 เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (UPS) ขนาด 1000 VA

##### 4.11.2.2 โปรแกรมบริหารจัดการระบบไฟฟ้า

4.11.2.2.1 สามารถตรวจสอบและแสดงผลการทำงานในแต่ละวงจรรวมทั้งคุณภาพของระบบไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย Voltage, Current, Frequency, Active Energy, Active Power and rective power และ power factor เป็นต้น

4.11.2.2.2 ระบบต้องสามารถแจ้งเตือนผ่านระบบ email ให้กับผู้ใช้งานได้

4.11.2.2.3 เก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL, MSSQL หรือ Data Sever หรือดีกว่า

4.11.2.2.4 แสดงผลการทำงานของตู้จ่ายไฟฟ้าและข้อมูลทางไฟฟ้าผ่านโปรแกรมควบคุม หรือ Internet Browser ที่ทันสมัย โดยสามารถแสดงผลเป็นแผนภาพตำแหน่งตู้จ่ายไฟฟ้า และสถานะวงจรภายในตู้

4.11.2.2.5 สามารถบันทึกค่าทางไฟฟ้า และสามารถแสดงผลย้อนหลังในรูปแบบกราฟหรือตารางได้

4.11.2.2.6 สามารถเปรียบเทียบค่าทางไฟฟ้าจากอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าและรายงานผลวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานได้

4.11.2.2.7 โปรแกรมบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบหลายวงจร



## 5. เงื่อนไขการดำเนินงาน

- 5.1 การดำเนินงานต้องปฏิบัติตามระเบียบของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ดังนี้
  - 5.1.1 การขออนุญาตเข้าพื้นที่มาปฏิบัติงานภายในอาคารและภายนอกอาคารศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี
  - 5.1.2 การสร้างโรงเรือนชั่วคราวไว้สำหรับในการจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ โดยต้องก่อสร้างในตำแหน่งที่ ศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี จะกำหนดให้ทราบภายหลัง (ถ้ามี)
  - 5.1.3 ให้ผู้รับจ้างรักษาความสะอาดในพื้นที่ๆ มีการปฏิบัติงาน พร้อมให้ปฏิบัติตามกฎระเบียบ มาตรการรักษาความปลอดภัยของศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี โดยเคร่งครัด
- 5.2 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียด ก่อนเข้าดำเนินการภายใน 15 วันทำการ เพื่อให้คณะกรรมการ-ตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี พิจารณาตรวจสอบก่อนดำเนินการ ในเบื้องต้น ดังต่อไปนี้
  - 5.2.1 ส่ง Shop Drawing ของการติดตั้ง เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่ออนุมัติก่อนเข้า ดำเนินการตามระยะเวลาที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนด
  - 5.2.2 ส่งแผนการดำเนินงาน (Work Schedule)
  - 5.2.3 ส่งแผนผังผู้ปฏิบัติงาน (Organization Chart)
  - 5.2.4 ส่งบัญชีรายชื่อรายการวัสดุอุปกรณ์ตามข้อกำหนด
  - 5.2.5 กำหนดให้ผู้รับจ้างจัดทำตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะของอุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์ที่เสนอ กับคุณลักษณะของอุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์ที่ศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุตรธานี กำหนดต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุตรธานีด้วย
- 5.3 กำหนดให้ผู้รับจ้างส่งแคตตาล็อก และข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง และเอกสารที่เกี่ยวข้องให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี ในการ ตรวจสอบและขออนุมัติ (Material Approve) ก่อนดำเนินการด้วย โดยแสดงข้อมูลคุณสมบัติตาม รายละเอียดคุณลักษณะงานจ้าง พร้อมให้ทำเครื่องหมาย และหมายเลขข้อกำหนด และให้ระบุตาม หัวข้ออ้างอิงอย่างชัดเจนด้วย
- 5.4 ผู้รับจ้างต้องศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจในข้อกำหนดตลอดจนปัญหาขัดแย้ง หรือข้อความ ที่ไม่ชัดเจนต่างๆ ให้ถูกต้องเสียก่อน เมื่อผู้รับจ้างเริ่มดำเนินการแล้ว เกิดมีปัญหากจากข้อขัดแย้ง หรือ คลาดเคลื่อนไม่ชัดเจนก็ตามแต่เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องชี้ หรือต้องดำเนินการตามหลักเทคนิคผู้รับจ้าง จะต้องทำทุกอย่างให้ถูกต้องเต็มที่และจะไม่เรียกร้องขอขยายสัญญา ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพิ่มเติม ได้ในภายหลัง รูปแบบรายการสามารถแก้ไข เปลี่ยนแปลงได้ตามความจำเป็น เพื่อความถูกต้อง เหมาะสม และมีความปลอดภัย เกิดความสวยงามเป็นระเบียบเรียบร้อย ทั้งนี้ ต้องได้รับอนุมัติจาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ก่อน ผ่านผู้ควบคุมงานศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ. อุตรธานี พร้อมแบบแสดงจุด และตำแหน่ง

- 5.5 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าผู้รับจ้างต้องสำรวจตำแหน่งที่ติดตั้ง โดยประสานงานกับผ่านผู้ควบคุมงานศูนย์ วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี และการติดตั้งในสถานที่ๆ มีความปลอดภัย ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมควบคุม และหลักวิชาการ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าต้องเป็นไปตามกฎการเดินสายและ ติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) พ.ศ.2556 โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการและเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ต่างๆ ทั้งนี้ ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ที่แสดงในแบบเป็นแนวทางโดยประมาณการเท่านั้น ผู้รับจ้างต้อง ตรวจสอบจากสถานที่จริงก่อนการดำเนินการ
- 5.6 งาน หรือสิ่งใดที่มีได้กำหนดไว้ในแบบ และรายการละเอียดแต่เป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องเพิ่มเติม และต้อง เกิดความสมบูรณ์ของระบบงาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
- 5.7 การดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามแบบรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) ที่ผ่าน การอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ งานส่วนใดก็ตามที่กระทำไปก่อนที่จะได้รับการอนุมัติจาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ (ให้แสดงเป็นลายลักษณ์อักษรด้วย) และให้ถือเป็นความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง โดยคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะสงวนสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และ หรือให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงงานส่วนที่ ได้ติดตั้งไปแล้วให้สอดคล้องกับแบบ และข้อกำหนดโดยผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้รับผิดชอบ และออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 5.8 ให้จัดวิศวกรไฟฟ้า ระดับสามัญวิศวกร เพื่อเป็นผู้รับรองงาน และควบคุมการปฏิบัติงานของวิศวกรไฟฟ้า ช่าง หรือคนงาน และผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำ หรือคำสั่งที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และ ผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุตรธานี ที่แนะนำโดยให้ถือว่าได้สั่งการแก่ผู้รับจ้างโดยตรง และ ผู้รับจ้างต้องยินยอมปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด
- 5.9 ต้องมีวิศวกรไฟฟ้า ระดับภาคีวิศวกร โดยอยู่ควบคุมดูแลการปฏิบัติงานประจำพื้นที่ตลอดเวลา และต้อง เป็นพนักงานประจำของผู้รับจ้าง เพื่อเป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติงานช่าง หรือคนงาน และผู้รับจ้างต้อง ปฏิบัติตามคำแนะนำ หรือคำสั่งที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ และผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุตรธานี ที่แนะนำโดยให้ถือว่าได้สั่งการแก่ผู้รับจ้างโดยตรง และผู้รับจ้างต้องยินยอมปฏิบัติตาม
- 5.10 ต้องจัดเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน (จป.) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คน ระดับใดระดับหนึ่ง ตาม กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร และการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและ สภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2549 ระดับบริหาร หรือระดับหัวหน้างาน หรือระดับเทคนิค พร้อม ให้แสดงหลักฐานมาเพื่อรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในส่วนที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตาม รูปแบบ ข้อกำหนดรายละเอียด และเป็นพนักงานประจำของผู้รับจ้าง โดยให้จัดทำรายงานด้านความ ปลอดภัยเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุตรธานี
- 5.11 ต้องมีพนักงานสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง หรือสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีฝีมือ มีความรู้ความชำนาญ ความสามารถและมีประสบการณ์ด้านบำรุงรักษา ซ่อมแซม ติดตั้ง ปรับแต่ง ทั้งนี้ พนักงานในสาขาวิชา ช่างไฟฟ้าต้องผ่านการรับรองมาตรฐานฝีมือแรงงานจากกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ในสาขาวิชาช่างไฟฟ้า ภายในอาคาร และเป็นพนักงานประจำของผู้รับจ้างเท่านั้น

- 5.12 ก่อนเข้าปฏิบัติงานผู้รับจ้างต้องประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี เพื่อขออนุญาตการเข้าปฏิบัติงาน และหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างต้องเก็บเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อย พร้อมทั้งระบบและวงจรไฟฟ้าให้ใช้งานได้ ตามปกติมิให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี
- 5.13 การติดตั้งต้องถือคุณภาพเป็นหลักสำคัญถูกต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม และหลักวิชาการในการติดตั้งต้องเป็นการติดตั้งทางไฟฟ้าต้องเป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งทางไฟฟ้า และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) พ.ศ. 2556 มีความปลอดภัยตามหลักวิชาการ และหลักทางวิศวกรรมควบคุม และต้องได้ประโยชน์สูงสุดในการใช้งานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี เป็นสำคัญ
- 5.14 ระหว่างดำเนินการต้องไม่กระทบกระเทือนต่อการดำเนินงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี ในการตัดกระแสไฟฟ้าต้องแจ้งล่วงหน้าและต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนให้ผู้รับจ้างจัดทำหนังสือแจ้งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี
- 5.15 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการควบคุมงานประจำวัน และผลการดำเนินงานทุกวันเป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีรายละเอียดสรุปส่งเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี
- 5.16 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในความผิดพลาดเสียหายต่างๆ หรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นแก่งาน และบุคคลในระหว่างการปฏิบัติงานจนกระทั่งหมดพันธะแห่งสัญญา ด้วยการชดใช้ค่าเสียหายซ่อมแซมให้ใหม่ หรือรื้อถอน และนำของใหม่มาติดตั้งตามที่ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี เห็นสมควร
- 5.17 หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี พิจารณาเห็นว่าผู้ควบคุมงาน หรือช่างของผู้รับจ้างไม่เหมาะสมที่จะปฏิบัติงานต่อไป กล่าวคือ ไม่มีความเชี่ยวชาญ หรือไม่มีความชำนาญเพียงพอที่จะทำงานนี้ ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนผู้ควบคุมงาน หรือช่างต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อนนับจากวันที่รับทราบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว โดยไม่นำมาเป็นข้ออ้างในการขอขยายสัญญา หรือเรียกร้องค่าเสียหายจากศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี เวลาทำงาน วันหยุดงาน และค่าล่วงเวลา
- 5.18 ขณะปฏิบัติงานต้องไม่กีดขวางการจราจรภายในศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี อีกทั้งต้องควบคุมช่างคนงานของผู้รับจ้างมิให้เข้าไปในพื้นที่ๆ อาจเป็นพื้นที่เขตห้ามเฉพาะก่อนได้รับอนุญาตจากศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี
- 5.19 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือป้องกันอุบัติเหตุอันตรายส่วนบุคคลในขั้นพื้นฐานตามมาตรฐานความปลอดภัยไว้ก่อน และมีความเหมาะสมให้กับผู้ปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยในขณะทำงานตามพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ.2541 และต้องดูแลให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอยู่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน
- 5.20 ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายชื่อบุคลากรของผู้รับจ้างที่เข้ามาปฏิบัติงานทั้งหมดภายในศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุดรธานี ทั้งนี้ หากมีการเปลี่ยนรายชื่อบุคลากรของผู้รับจ้างจะต้องแจ้งต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

- 5.21 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งป้ายแสดงชื่อโครงการ ระยะเวลาดำเนินการ รายชื่อบุคลากรที่รับผิดชอบไว้ บริเวณที่ดำเนินการอย่างน้อย 1 ป้ายต่อหนึ่งบริเวณที่ดำเนินการ
- 5.22 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งป้ายและสัญญาณเตือนให้ระมัดระวังป้องกันเหตุอันตราย ที่อาจเกิดจากการ ดำเนินการตลอดระยะเวลาของการปฏิบัติงาน
- 5.23 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับในการดับเพลิง และจัดวางไว้ใกล้เคียงกับพื้นที่ๆ ปฏิบัติงาน
- 5.24 ผู้รับจ้างต้องรักษาความสะอาดบริเวณพื้นที่ๆ ก่อสร้าง และบริเวณข้างเคียงให้สะอาดตลอดระยะเวลา ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างให้เป็นที่เรียบร้อยก่อนส่งมอบงาน
- 5.25 กรณีที่ผู้รับจ้างทำการก่อสร้าง หรือวางบ่อพักร้อยสายไฟฟ้า หรือสายไฟเบอร์ออฟติกใต้ดิน (Handhole หรือ Manhold) ต้องขุดดินบนสนามหญ้า หรือสวนหย่อม หรือในพื้นที่ๆ มีแนวต้นไม้ ขึ้นอยู่ ที่เป็นแนวที่ต้องวางบ่อพักๆ หรือขุดดินเพื่อวางแนวท่อร้อยสายเมนไฟฟ้า หรือสายไฟเบอร์ ออฟติก หรือการร้อยแนวอิฐตัวหนอน หรือทางเท้า ฯลฯ เมื่อดำเนินการเสร็จแล้วต้องดำเนินการให้อยู่ ในสภาพเดิม พร้อมใช้งาน รวมถึงการเจาะคอนกรีตและกรีดแนวถนนต้องขอความเห็นชอบก่อน ตำแหน่งที่มีต้นไม้ หากจำเป็นจะต้องขุด และย้ายออกจากแนวๆ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดล้อมต้นไม้ และให้นำไปปลูกในพื้นที่ๆ อื่นที่ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี โดยให้ผู้รับจ้างต้องทำการขออนุญาต ต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อน แจ้งผ่านผู้ควบคุมงานของศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี เป็น ลายลักษณ์อักษรในทุกๆ ครั้งเป็นการล่วงหน้า และต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้รับจ้างต้องรับรองผล เช่น ซ่อมแซม แก้ไข เปลี่ยน ทดแทนให้เรียบร้อยแล้วซึ่งเป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างที่ต้องดำเนินการ และวิศวกรผู้ควบคุมงานผู้รับจ้างกำกับดูแลอย่างใกล้ชิด
- 5.26 การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องเป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) พ.ศ.2556
- 5.27 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งต้องเป็นของใหม่ที่มีประสิทธิภาพคงทน และไม่เคยใช้งานมาก่อน และไม่ เป็นของเก่าเก็บที่เหลือใช้งานมาจากที่อื่น หรือในโครงการอื่น หรือตกรุ่นไปแล้ว หรือไม่มีสายการผลิต แล้ว และต้องมีจำหน่ายในท้องตลาด ณ ปัจจุบัน และต้องนำเสนอเอกสารมา
- 5.28 การใช้งานกระแสไฟฟ้า และน้ำประปาในการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ณ ที่ทำการศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี กำหนดเป็นการเหมาจ่าย หรือให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้า และมาตรวัด น้ำประปาตั้งแต่เริ่มโครงการโดยขออนุญาตต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ แจ้งผ่านผู้ควบคุมงานของ ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี จนแล้วเสร็จโครงการเพื่อคิดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า น้ำประปา หรืออื่นที่ เกี่ยวข้องโดยเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างโดยตรง
- 5.29 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในเขตพื้นที่ เพื่อขออนุญาต การทดสอบ การ ดำเนินการติดตั้ง และรื้อถอนหม้อแปลงไฟฟ้า โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินงานทั้งหมด

## 6. การทดสอบระบบการทำงานโดยรวมแบบสมบูรณ์

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบและอุปกรณ์ (Test and Commissioning) พร้อมส่งผลการทดสอบ (Test Report) ดังนี้

### 6.1 การทดสอบ ณ โรงงานผู้ผลิต (Factory Acceptant Test : FAT)

#### 6.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าที่โรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน TIS 384-2543 หรือ IEC 60076 พร้อมทดสอบ Temperature Rise โดยมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเข้าร่วมการทดสอบ และต้องมีผู้ประสานงานของผู้รับจ้างระหว่างทดสอบและส่งผลทดสอบ (Test Report) ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง

#### 6.1.2 ตู้ไฟฟ้าแรงต่ำ

6.1.2.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทดสอบตู้ไฟฟ้าแรงต่ำ (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 หรือมาตรฐาน IEC439-1 โดยมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเข้าร่วมการทดสอบ และส่งผลการทดสอบ (Test Report) ก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง ดังต่อไปนี้

6.1.2.1.1 ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical peration)

6.1.2.1.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)

6.1.2.1.3 ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)

6.1.2.1.4 ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

6.1.2.2 ทำการตรวจสอบการผลิตตู้จากโรงงานโดยตรงโดยทำการตรวจเช็คดังนี้

6.1.2.2.1 ขนาด Bus bar และสีของ Bus bar

6.1.2.2.2 Framing ของ MDB และ Support ของ Bus bar

6.1.2.2.3 มาตรฐานของตู้ตามรายการข้อกำหนด

6.1.2.2.4 อุปกรณ์ Air circuit breaker, อุปกรณ์เครื่องวัด

6.1.2.2.5 ทำการทดสอบระบบ Capacitor Bank

6.1.2.2.6 ทำการปรับค่าต่างๆ ของ ACB, CB ดังนี้ให้เหมาะสมและสัมพันธ์กันทั้งระบบ ดังนี้

6.1.2.2.6.1 Undervoltage Protection

6.1.2.2.6.2 Over current setting

6.1.2.2.6.3 Instantaneous trip

6.1.2.2.6.4 Ground fault Protection

## 6.2 การทดสอบที่หน้างาน (Site Acceptant Test : SAT)

6.2.1 ต้องดำเนินการทดสอบที่หน้างาน (Site Acceptant Test : SAT) หลังจากที่ดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จพร้อมส่งผลการทดสอบ (Test Report) ดังนี้

### 6.2.1.2 ทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

6.2.1.2.1 ค่าความต้านทานของฉนวน (Measurement of Insulation Resistance Test)

6.2.1.2.2 การทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage Ratio Tese)

6.2.1.2.3 การทดสอบค่าความฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง (Oil Dielectric Strength Test)

6.2.1.2.4 การวัดปริมาณน้ำในน้ำมัน (Water Content Test)

### 6.2.1.3 ทดสอบสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำ

6.2.1.3.1 วิธี Insulation Test

6.2.2 ทดสอบระบบการทำงานโดยรวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งใหม่ทั้งหมดให้ใช้งานจริงได้อย่างสมบูรณ์ก่อนส่งมอบงาน ต้องมีเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเข้าร่วมทดสอบเพื่อเป็นสักขีพยาน หรือจัดทำรายงานสรุปผลส่งโดยมีวิศวกรไฟฟ้า สาขางานไฟฟ้ากำลัง ระดับสามัญวิศวกร ลงนามรับรอง

## 7. การฝึกอบรม

7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมการใช้งาน การดูแลบำรุงรักษา และซ่อมแซมอุปกรณ์ให้กับผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรง หรือเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องกับงานระบบไฟฟ้า หรือผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องตามที่ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อนุมัติกำหนด

7.2 ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการฝึกอบรม หัวข้อเรื่องการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติ และภาคสนาม ระยะเวลาการฝึกอบรมให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการจัดฝึกอบรม และต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุก่อน

## 8. รายการเอกสารที่ต้องส่งมอบ

8.1 ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแบบวงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งงานจริง (As-Built Drawing) ที่เขียนด้วยโปรแกรม Auto CAD ไม่น้อยกว่า Version 2008 ขึ้นไป บันทึกในรูปแบบ DVD จำนวนอย่างละ 5 แผ่น

8.2 ส่งแบบวงจรไฟฟ้าฉบับจริง ขนาด A3 จำนวน 5 ชุด โดยให้วิศวกรไฟฟ้า สาขางานไฟฟ้ากำลัง ระดับสามัญวิศวกร หรือระดับวุฒิศวกรเท่านั้น ที่มีเลขทะเบียนฯ เป็นผู้ลงนามรับรองในแบบวงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งงานจริง (As-Built Drawing)

8.3 ให้ผู้รับจ้างบันทึกข้อมูลลง External Hard Disk ขนาดไม่น้อยกว่า 1 เทล่าไบต์ จำนวน 2 ชุด

- 8.4 ให้ผู้รับจ้างส่งมอบเอกสารฉบับภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวน 5 เล่ม ดังนี้
- 8.4.1 เอกสาร Test Report ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดโดยรวมที่สมบูรณ์ด้วย
  - 8.4.2 คู่มือการใช้งานในการ Operating Manual ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก, ตู้แผงสวิตช์ไฟฟ้าย่อย
  - 8.4.3 คู่มือการดูแลบำรุงรักษา และซ่อมแซม (Maintenance Manual) มีดังนี้
    - 8.4.3.1 หม้อแปลงไฟฟ้า
    - 8.4.3.2 ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB)
    - 8.4.3.3 ตู้แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB), ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load center)
    - 8.4.3.4 อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งใหม่ทั้งหมด
  - 8.4.4 จัดทำบัญชีรายชื่อรายการวัสดุอุปกรณ์ และจุดพื้นที่ๆ ติดตั้งระบบฯ ใหม่ ทั้งหมดโดยละเอียด
  - 8.4.5 จัดทำบัญชีรายการวัสดุอุปกรณ์ที่เรือถอนส่งคืนให้ศูนย์วิทย์พัฒนา มสธ.อุดรธานี มาโดยละเอียด

9. **งวดงาน – งวดเงิน** : กำหนดจ่ายเงินค่าจ้างเป็นงวดๆ จำนวน 3 งวด ดังนี้

- 9.1 งวดที่ 1 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 10 ของจำนวนเงินตามสัญญาทั้งหมด เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้
- 9.1.1 ส่ง Shop Drawing ของการติดตั้ง เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่ออนุมัติก่อนเข้าดำเนินการตามระยะเวลาที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุกำหนด
  - 9.1.2 ส่งแผนการดำเนินงาน (Work Schedule)
  - 9.1.3 ส่งแผนผังผู้ปฏิบัติงาน (Organization Chart)
  - 9.1.4 ทำการติดตั้งท่อร้อยสาย รวดเดินสายไฟฟ้าของเดิมจากตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB) แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center) ไม่น้อยกว่า 50%
  - 9.1.5 ทำการติดตั้งท่อร้อยสาย บ่อพักสายไฟฟ้า รวดเดินสายไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) พร้อมทำการติดตั้ง *Ground test box* และระบบ Ground สำหรับตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไม่น้อยกว่า 50%
  - 9.1.6 จัดทำสรุปการปฏิบัติงานแบบรายงานประจำวัน ภาพขณะการปฏิบัติงานก่อนและหลังการปฏิบัติงาน พร้อมส่งผลการทดสอบระบบ และส่งรายงานการผลดำเนินการในงวดงานมาโดยละเอียด

9.2 งวดที่ 2 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 30 ของจำนวนเงินตามสัญญาทั้งหมด เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

- 9.2.1 ทำการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า รางเดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้า จากตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB) แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center) ไม่น้อยกว่า 90%
- 9.2.2 ทำการติดตั้งท่อร้อยสายเมนไฟฟ้าใต้ดิน (Under Ground) โดยใช้ท่อชนิด HDPE ขนาด 125 mm. จากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังห้องควบคุมไฟฟ้าหลัก ไม่น้อยกว่า 90%
- 9.2.3 ทำการติดตั้งท่อร้อยสาย บ่อพักสายไฟฟ้า รางเดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้า จากหม้อแปลงไฟฟ้าไปตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไม่น้อยกว่า 90%
- 9.2.4 ทำการปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) สำหรับตัวอาคาร โดยรื้อถอนของเดิมและติดตั้งของใหม่ แล้วเสร็จ 100%
- 9.2.5 ทำการปรับปรุงระบบสัญญาณไฟแจ้งเตือน (Warning Light) สำหรับเสาโครงเหล็กสูง บนคานฝ้าของอาคาร โดยทำการรื้อถอนสัญญาณแจ้งเตือนของเดิม พร้อมติดตั้งของใหม่ทดแทน
- 9.2.6 ทำการติดตั้งและตั้งค่าระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก พร้อมติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและตั้งค่าการแสดงผลข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าให้สามารถแสดงผลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้แล้วเสร็จ 50 %
- 9.2.7 จัดทำสรุปการปฏิบัติงานแบบรายงานประจำวัน ภาพขณะการปฏิบัติงานก่อน และหลังการปฏิบัติงาน พร้อมส่งผลการทดสอบระบบ และส่งรายงานการผลดำเนินการในงวด

9.3 งวดที่ 3 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 60 ของจำนวนเงินตามสัญญาทั้งหมด เมื่อผู้รับจ้างปฏิบัติงานแล้วเสร็จภายใน 200 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานเรียบร้อยแล้วดังนี้

- 9.3.1 ทำการรื้อถอน และติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า, Medium Voltage Surge Arrester และ พิวส์แรงต่ำของเดิม พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ของใหม่ทดแทนแล้วเสร็จ 100 %
- 9.3.3 ทำการรื้อถอน และติดตั้งเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำ ท่อร้อยสาย รางเดินสายไฟฟ้าของเดิมจากตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB) แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load Center) พร้อมติดตั้งของใหม่แล้วเสร็จ 100 %
- 9.3.4 ทำการติดตั้งตู้เมนสวิตช์ตัดต่อวงจร (ภายนอกอาคาร) บนฐานคอนกรีตของใหม่
- 9.3.5 ทำการติดตั้งและตั้งค่าระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก พร้อมติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและตั้งค่าการแสดงผลข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าให้สามารถแสดงผลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้แล้วเสร็จ 100 %
- 9.3.6 ทำการทดสอบระบบที่ติดตั้งใหม่ทั้งหมด



- 9.3.7 ทำการฝึกอบรมตามหัวข้อที่ 7
- 9.3.8 จัดส่ง As Built Drawing ของการติดตั้ง
- 9.3.9 จัดส่งเอกสาร Test Report ของอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 9.3.10 คู่มือการใช้งานในการ Operating Manual ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก, ตู้แผงสวิตช์ไฟฟ้าย่อย
- 9.3.10 คู่มือการดูแลบำรุงรักษา และซ่อมแซม (Maintenance Manual) มีดังนี้
  - 9.3.10.1 หม้อแปลงไฟฟ้า
  - 9.3.10.2 ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB)
  - 9.3.10.3 ตู้แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ(DB), ตู้แผงสวิตช์วงจรย่อย (Load center)
  - 9.3.10.4 อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งใหม่ทั้งหมด
- 9.3.11 จัดส่งคู่มือระบบบริหารจัดการค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก
- 9.3.12 จัดทำสรุปการปฏิบัติงานแบบรายงานประจำวัน ภาพขณะการปฏิบัติงานก่อน และหลังการปฏิบัติงาน พร้อมส่งผลการทดสอบระบบ และรายงานการผลดำเนินการในงวดงานมาโดยละเอียด
- 9.3.11 ทำความสะอาด และเก็บความเรียบร้อยในงวดงานที่ 3 ก่อนส่งมอบงาน
- 9.3.12 จัดทำบัญชีรายการวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ติดตั้งระบบฯ ดังนี้
  - 9.3.12.1 จัดทำบัญชีรายการวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่ให้ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี โดยละเอียด
  - 9.3.12.2 จัดทำบัญชีรายการวัสดุอุปกรณ์ที่รื้อถอนส่งคืนให้ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี โดยละเอียด

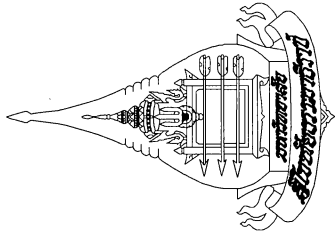
## 10. การรับประกัน การดูแลบำรุงรักษา ซ่อมแซม และจัดทำรายงาน

- 10.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดบกพร่องที่เกิดจากการใช้งานตามปกติวิสัยเป็นเวลา 2 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับงานไว้เรียบร้อยแล้ว
- 10.2 กรณีผู้รับจ้างเพิกเฉย หรือไม่มาดำเนินการใดๆ ในการซ่อมแซม แก้ไข เปลี่ยน ให้สามารถใช้งานได้ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องภายใน 10 วันทำการแล้ว ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี สงวนสิทธิ์ในการดำเนินการเอง หรือให้ผู้อื่นมาดำเนินการแทน โดยจะคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมดจากผู้รับจ้างต่อไป
- 10.3 กรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้า ชัดข้อง ชำรุด ผู้รับจ้างต้องเข้ามาดำเนินการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากที่ได้รับความแจ้งจากศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี
- 10.4 ในระยะเวลาประกันนั้นผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้พร้อมและเพียงพอสำหรับการซ่อมแซม เปลี่ยนใหม่ให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาไม่เกิน 5 วันทำการ หลังจากที่ได้รับแจ้งจากศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.อุดรธานี แล้ว ทั้งนี้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ตลอดระยะเวลาในการรับประกัน

10.5 กำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการเสนอรายงานการดูแลบำรุงรักษาทุกๆ 6 เดือน นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย และต้องจัดทำแผนเข้าดูแลบำรุงรักษา หรือกรณีที่มีการซ่อมแซม หรือมีการเปลี่ยนในกรณีที่มีวัสดุอุปกรณ์ชำรุด (ถ้ามี) และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยให้ส่งรายงานฯ จำนวน 1 เล่ม

ตัวอย่างรายการชื่อเครื่อง , วัสดุ - อุปกรณ์ที่กำหนดใช้ และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

EQUIPMENTS	PROVED MANUFACTURER
ตู้เมนควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB)	ABB , PMK , Sivacon , TIC , ASEFA , Avata
ตู้แผงกระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DB)	ABB , PMK , Sivacon , TIC , ASEFA , Avata
แผงสวิตช์ไฟฟ้าย่อย (Load Center)	ABB , Schneider, MOELLER
Circuit Breaker	ABB , Schneider , MOELLER
ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System)	ABB , KUMWELL , DEHN, INGESCO
อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge Protection Device)	ABB , Phoenix , Siemens , DEHN , Kumwell
หม้อแปลงไฟฟ้า	เอกรัฐ, เจริญชัย, Thai Maxwell, QTC ,Thai Trafo
เครื่องมือวัดดิจิทัล	Satec, Lumel, Schneider, SOCOMEC, Siemens
โคมสัญญาณไฟแจ้งเตือน	Obsta, BSE, Delta, Nunhua
อุปกรณ์ป้องกันอาร์ค (Arc Guard System)	ABB , Schneider , Siemens , Kumwell
โคมไฟแสงสว่าง (LED)	Philips , L&E , Ligman
Medium Voltage Surge Arrester	ABB , DEHN , Siemens
สายไฟฟ้าแรงต่ำ	Thai Yazaki , Phelps Dodge , Bangkok Cable
ท่อร้อยสายไฟฟ้า HDPE	TGG , TAP , HITEX , PS , SR
ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะ	KOTA , BSM , PAT, Panasonic, Nippon, ARROW PIPE
ระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า	Siemens, Schneider, SATEC




## มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรมาภิราช

### โครงการ

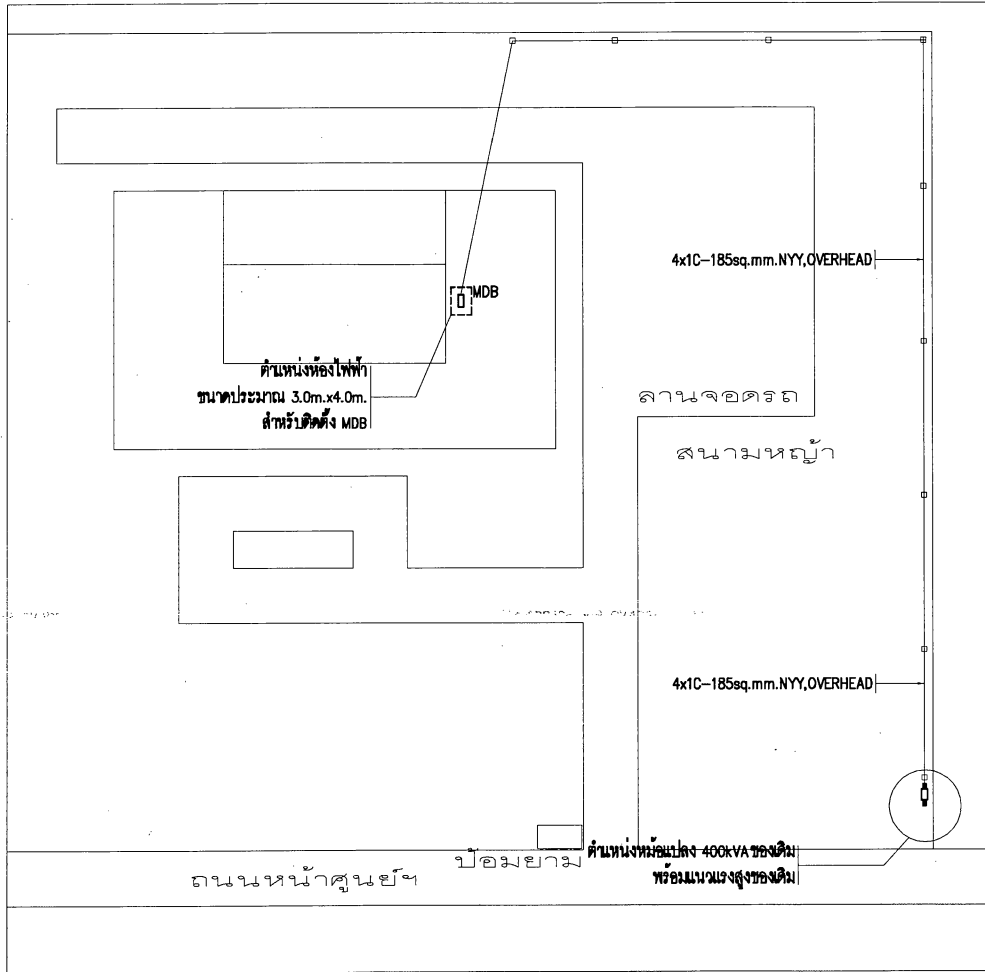
งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุตรธานี  
ตำบลบ้านจั่น อำเภอเมืองอุตรธานี

## สารบัญแบบ

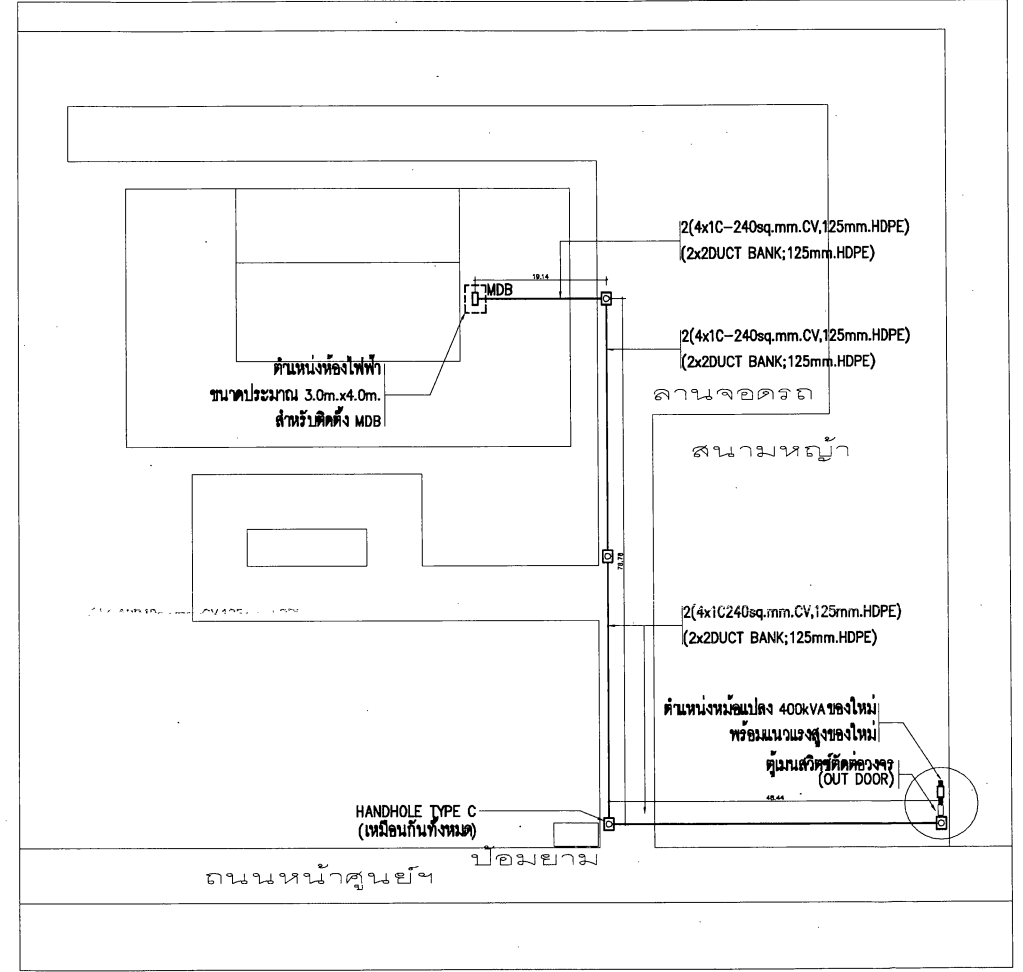
Dwg.No.	DESCRIPTION	Sheet No.
E-01	สารบัญแบบ	1
E-02	ผังบริเวณ (EXISTING), ผังบริเวณ (NEW)	2
E-03	SINGLE LINE DIAGRAM (EXISTING)	3
E-04	SINGLE LINE DIAGRAM (NEW)	4
E-05	LOAD SCHEDULES	5
E-06	ผังระบบป้องกันฟ้าผ่า	6
E-07	DETAIL FOR DUCTBANK	7
E-08	DETAIL INSTALLATION & DETAIL OF HANDHOLE TYPE C1	8

This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER :	LOCATION	PROJECT	
				ENGINEER					 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.สุรินทร์ บ้านคำกั้ง หมู่ 10 ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.สุรินทร์ 41000	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.สุรินทร์	
				DRAWN				TITLE			สารบัญแบบ	
				CHECKED				DATE			DWG No.	Sheet No.
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD								




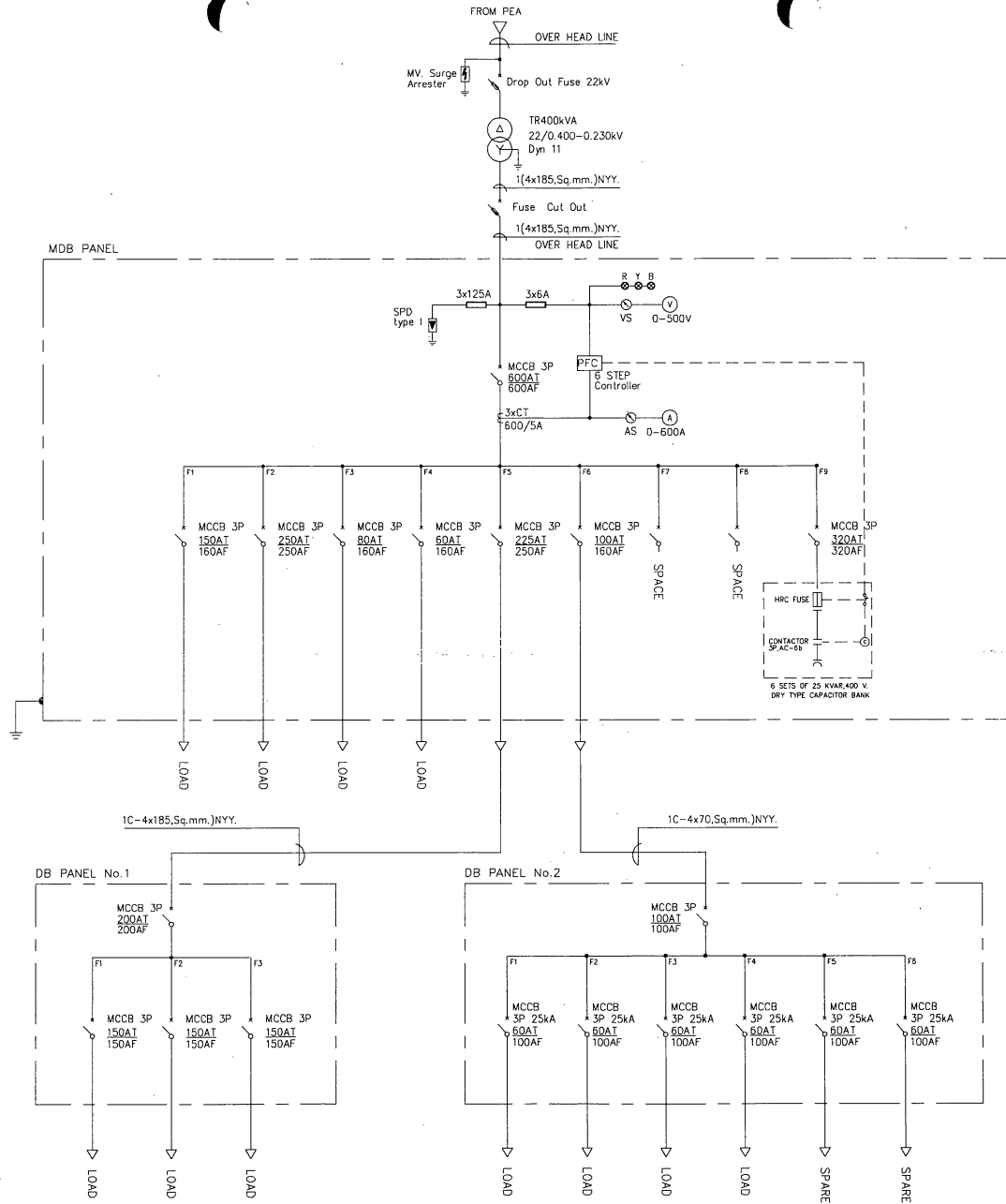



ผังบริเวณ 1:750  
(EXISTING)



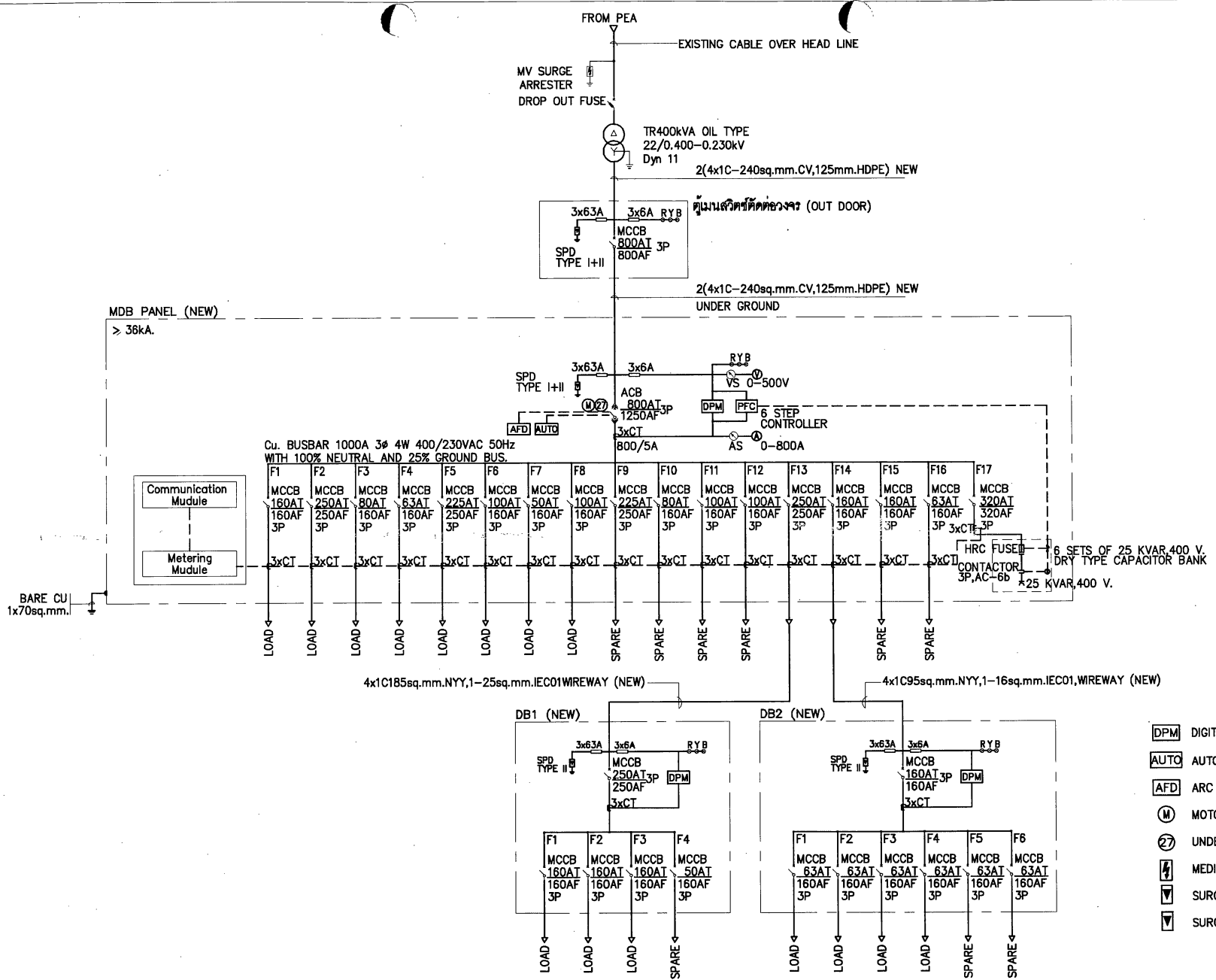
ผังบริเวณ 1:750  
(NEW)

This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER :	 มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย	LOCATION	PROJECT	DATE	DWG No.	Sheet No.	REV.
				ENGINEER							ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. ๑๒๕๖๖๖	04/10/2562	E-02	2	-
				DRAWN							บ้านคำกั้ง หมู่ 10 ต.บ้านหิน อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000	ตำบลบ้านหิน อําเภอเมืองอุดรธานี				
				CHECKED							TITLE	ผังบริเวณ,แบบขยาย				
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD						SCALE						



This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER :	LOCATION	PROJECT		
				ENGINEER					 มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์	ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ.จตุรธานี ตำบลบ้านจั่น อ.เมืองจตุรธานี	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์พัฒนา มสธ.จตุรธานี		
			DRAWN					TITLE			SINGLE LINE DIAGRAM (EXISTING)		
			CHECKED					บ้านคำกั้ง หมู่ 10 ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.จตุรธานี 41000					
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD					SCALE	DATE	DWG No.	Sheet No.	REV.
										04/10/2562	E-03	3	-

*Signature*

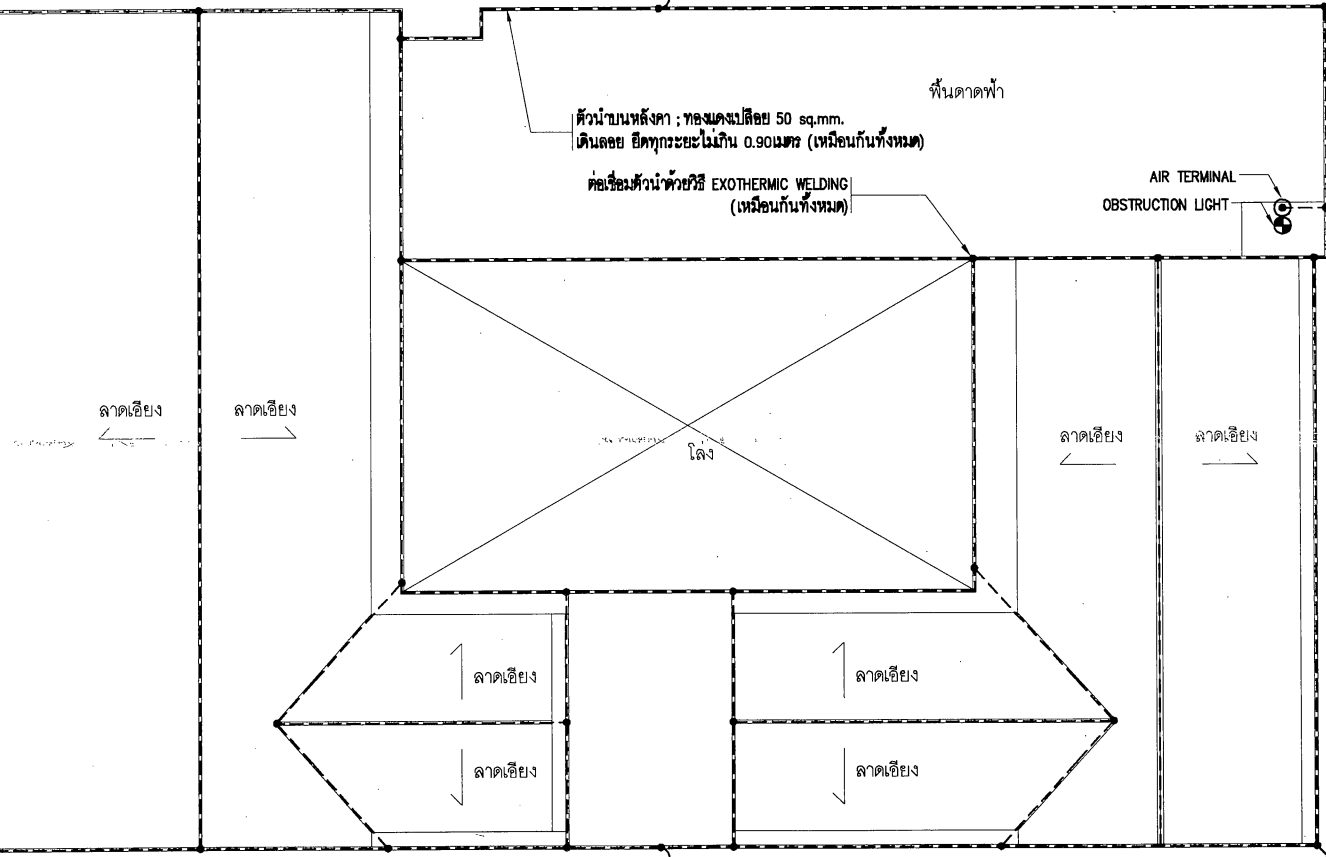
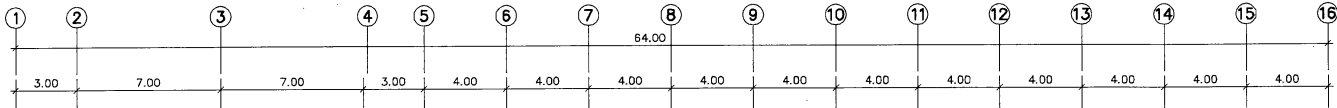


- DPM DIGITAL POWER METER
- AUTO AUTO RECLOSER
- AFD ARC FLASH DETECTOR
- M MOTOR
- U UNDER VOLTAGE
- ⚡ MEDIUM VOLTAGE SURGE ARRESTER
- ⏚ SURGE PROTECTION DEVICE TYPE I+II
- ⏚ SURGE PROTECTION DEVICE TYPE II

This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER:	 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	LOCATION	PROJECT		
				ENGINEER					ศูนย์วิทยุพัฒนา มสธ. จุฬาราช		งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยุพัฒนา มสธ. จุฬาราช	TITLE		
				DRAWN					บ้านคำสิงห์ หมู่ 10 ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 41000		คำขอมืองจุฬาราช	SINGLE LINE DIAGRAM (NEW)		
				CHECKED					SCALE			DATE	DWG No.	REV.
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD							04/10/2582	E-04	Sheet No. 4	REV. --

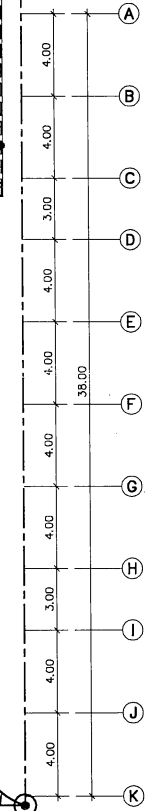






**หมายเหตุ**

- ทุกตำแหน่งของตัวนำลงดิน ให้ติดตั้งกล่องสำหรับทดสอบสายลงดิน โดยใช้กล่องสำเร็จรูปที่ไว้กับงานระบบป้องกันฟ้าผ่าโดยเฉพาะ
- ให้ติดตั้งกล่องสำหรับทดสอบสายลงดิน ให้อยู่ภายนอกอาคาร ขอบบนของกล่องสูงจากพื้นประมาณ 0.60m.
- ตำแหน่งกล่องต้องไม่กีดขวางการใช้พื้นที่อาคาร สะดวกต่อการทำการทดสอบสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า และต้องขออนุมัติตำแหน่งก่อนการติดตั้ง



ตัวนำบนหลังคา ; ทองแดงเปลือย 50 sq.mm.  
เดินลอย ยึดทุกระยะไม่เกิน 0.90เมตร (เหมือนกันทั้งหมด)

ต่อเชื่อมตัวนำด้วยวิธี EXOTHERMIC WELDING  
(เหมือนกันทั้งหมด)

AIR TERMINAL  
OBSTRUCTION LIGHT

ลวดเอียง

ลวดเอียง

โถง

ลวดเอียง

ลวดเอียง

ลวดเอียง

ลวดเอียง

ลวดเอียง


ลวดเอียง

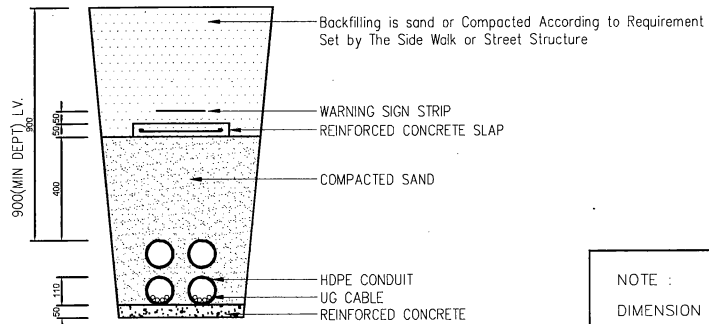
ตัวนำบนรอบอาคาร ; ทองแดงเปลือย 70sq.mm.  
ฝังในดิน ลึก 0.60เมตร ห่างจากอาคาร  
ประมาณ 1.00เมตร (เหมือนกันทั้งหมด)

แท่งสายดินทองแดงหุ้มเหล็ก ขนาด 5/8 นิ้ว  
ยาว 3.00เมตร ฝังในดินลึก 0.60เมตร ต่อเชื่อมโดย  
EXOTHERMIC WELDING (เหมือนกันทั้งหมด)

ตัวนำลงดิน ; ทองแดงเปลือย 70 sq.mm  
ยึดด้วยฉนวน ติดอยู่ที่ผิวอาคาร และร้อยในท่อ  
พีวีซี 1" สูงจากระดับพื้น 2.50เมตร (เหมือนกันทั้งหมด)

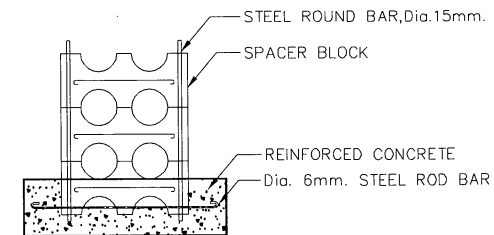
ผังหลังคา 1:250

This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER:	LOCATION	PROJECT			
				ENGINEER					 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. บ้านคำลิ่ง หมู่ 10 ตำบลเนิน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 41000	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์พัฒนา มสธ. สุพรรณบุรี			
			DRAWN					คำฉบับงานชั้น อาคารเมืองสุพรรณบุรี						
			CHECKED					ผังระบบป้องกันฟ้าผ่า						
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPO						SCALE	DATE	DWG No.	Sheet No.	REV.
										E-06	04/10/2562	E-06	8	-

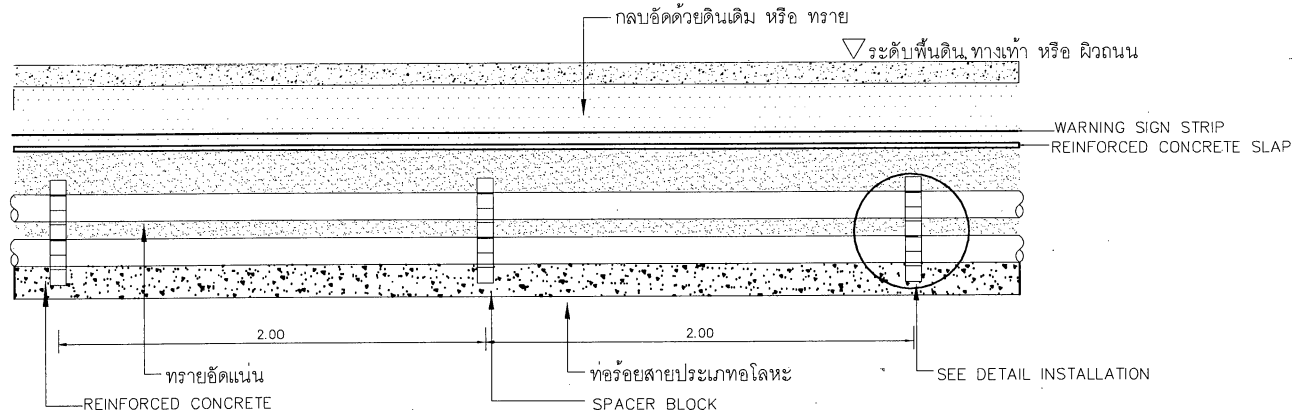


NOTE :  
DIMENSION ARE IN mm.

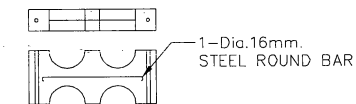
DETAIL A



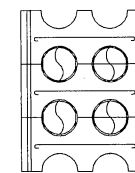
DETAIL INSTALLATION



DETAIL SECTION

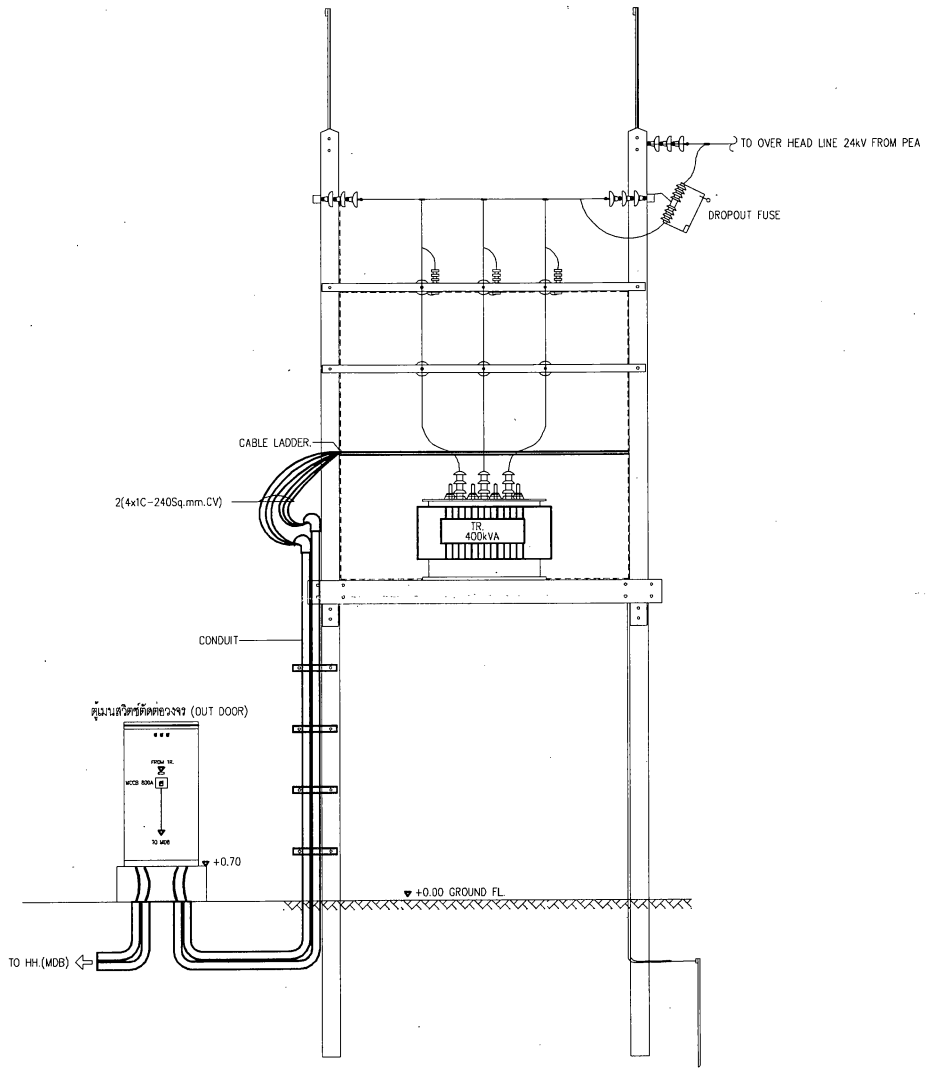


SPACER BLOCK

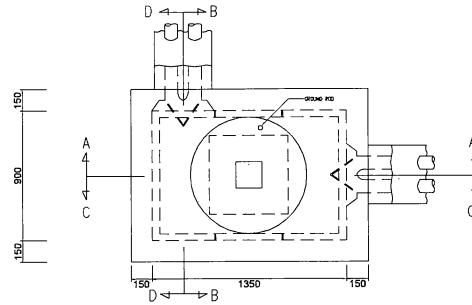


DUCTBANK 2x2

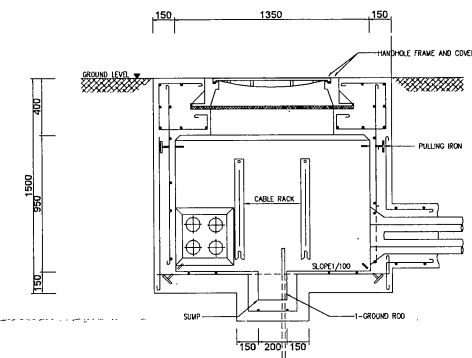
This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER:	LOCATION	PROJECT			
				ENGINEER					มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	ศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. บ้านคำกั้ง หมู่ 10 ต.บ้านจันทร์ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 41000	งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์วิทยพัฒนา มสธ. อุบลราชธานี คำบบ้านจันทร์ อ.เมืองอุบลราชธานี			
				DRAWN				TITLE						
				CHECKED				DETAIL FOR DUCTBANK						
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD						SCALE	DATE	DWG No.	Sheet No.	REV.
											04/10/2562	E-07	7	-



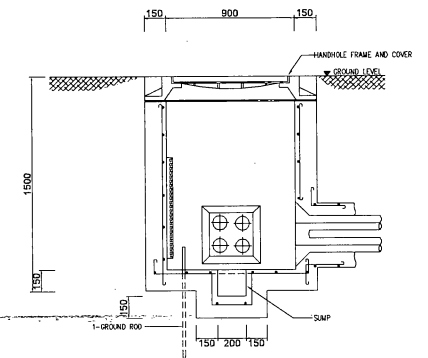
DETAIL INSTALLATION FOR EE.SYSTEM



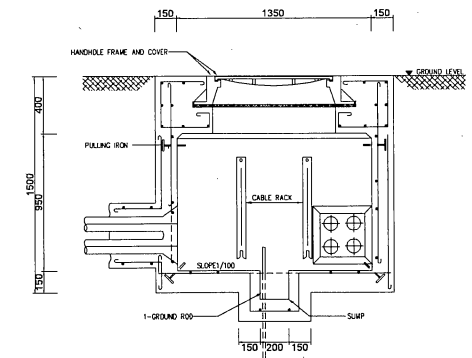
TOP VIEW



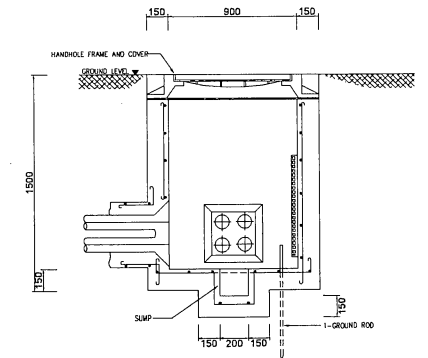
SECTION A-A



SECTION B-B




SECTION C-C



SECTION D-D

DETAIL OF HANDHOLE TYPE C1  
HH-C1

This drawing is confidential and shall only be used for the purposes of this project				POSITION	NAME	LICENSE No.	SIGNATURE	DATE	OWNER :
				ENGINEER					 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
				DRAWN					
				CHECKED					
No.	BY	DATE	DESCRIPTION	APPD					PROJECT งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าศูนย์พัฒนา มสธ. จุฬาราช ตำบลบ้านหิน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 41000 TITLE DETAIL INSTALLATION & DETAIL OF HANDHOLE TYPE C1 SCALE DATE 04/10/2582 DWG No. E-08 Sheet No. 8 REV. -