

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงดัน จำนวน 1 งาน

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

จากการสำรวจของวิศวกรรมไฟฟ้าพบว่า ระบบไฟฟ้าปัจจุบันไม่สามารถรองรับการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศใหม่ได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากความต้องการกระแสไฟสำหรับเครื่องปรับอากาศในแต่ละชั้นอยู่ประมาณ 250 แอมป์ หากพิจารณาเฉพาะส่วนที่สำนักหอสมุดกลางดูแล ชั้น 2 และ 4-9 (รวม 7 ชั้น) ต้องใช้กระแสไฟประมาณ 1,750 แอมป์ ในขณะที่ระบบไฟปัจจุบันรองรับได้เพียง 400 แอมป์ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงระบบไฟแรงดันก่อนดำเนินการติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่ตามแผนที่กำหนด เพื่อให้ระบบไฟมีประสิทธิภาพและเสถียรเพียงพอสำหรับรองรับการใช้งานภายในอาคารนวมินทรราชินี ชั้น 1-12 Zone B การดำเนินโครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงดันนี้ช่วยให้สามารถรองรับการใช้งานที่กำหนด รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและความปลอดภัยสำหรับการเรียนรู้และการทำงาน

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน



กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่า ดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นเสนอนับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงดัน 1 งาน มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วันนับตั้งแต่วันเริ่มงาน



5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 6,549,149.00 บาท (หกล้านห้าแสนสี่หมื่นเก้าพันหนึ่งร้อยสี่สิบเก้าบาทถ้วน)

7. เงื่อนไขและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

8. อัตราค่าปรับ

อัตราร้อยละ 0.10 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ

9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 2 ปี



รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า

En

สารบัญ

เลขหน้า

หมวดที่ 1. ข้อความทั่วไป	1
หมวดที่ 2. การติดตั้ง	3
หมวดที่ 3. ระบบไฟฟ้าแรงสูงของอาคาร	5
หมวดที่ 4. แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงสูง SF6 (RING MAIN UNIT).....	6
หมวดที่ 5. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer).....	9
หมวดที่ 6. ตู้สวิตช์ประธานแรงต่ำ (Main Distribution Board)	14
หมวดที่ 7. เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า.....	20
หมวดที่ 8. อุปกรณ์ป้องกันเซอร์จ (SPD).....	23
หมวดที่ 9. บัสเวย์และสายไฟฟ้า.....	26
หมวดที่ 10. ระบบต่อลงดิน	30
หมวดที่ 11. รายการวัสดุอุปกรณ์.....	32



หมวดที่ 1. ข้อความทั่วไป

1. วัตถุประสงค์

ความมุ่งหมายของแบบแปลนและรายการประกอบแบบนี้ เพื่อให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานทางด้านไฟฟ้าให้เสร็จเรียบร้อย และใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง จำนวนวัสดุและรายละเอียดต่างๆ ซึ่งอาจจะไม่ได้แสดงไว้ในแบบหรือเขียนไว้ในรายการประกอบแบบนี้ให้ครบถ้วน หากเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ระบบไฟฟ้าและระบบต่างๆ ดังกล่าวทำงานได้สมบูรณ์แล้วเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และผู้รับจ้างจะต้องทำงานดังกล่าวด้วย หากผู้รับจ้างเห็นว่ารายละเอียดใดที่ต้องกระทำและผิดแผกไปจากหลักการในแบบหรือรายการผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดให้วิศวกรผู้ออกแบบเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนที่จะดำเนินการ สิ่งใดที่สงสัยว่าจะคลาดเคลื่อนผู้รับจ้างจะต้องเสนอขอรับความเห็นจากวิศวกรผู้ออกแบบ หากปรากฏว่าแบบแปลนหรือรายการส่วนหนึ่งส่วนใดมีการคลาดเคลื่อน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ออกแบบ สิ่งใดที่ปรากฏในแบบหรือรายการและตรวจพบว่ามีข้อขัดแย้งกัน ให้ถือตามสิ่งที่ถูกต้องและเหมาะสมเป็นหลักปฏิบัติ

2. ขอบเขตของงานโดยทั่วไป

ขอบเขตของงานที่กำหนดไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้คือ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทำการติดตั้ง รวมทั้งแรงงานทำการควบคุมงานติดตั้ง เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ ตลอดจนงานชั่วคราวเพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสารของโครงการนี้ เสร็จสิ้นเรียบร้อยโดยสมบูรณ์และใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างขอบเขตของงานจะรวมถึงรายการดังต่อไปนี้

- 2.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์
- 2.2 การติดตั้งสวิตช์เกียร์แรงสูงและอุปกรณ์
- 2.3 การติดตั้ง NCD (Neutral Circuit Disconnecter) พร้อมเบรกเกอร์ขนาดต่างๆ มิเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- 2.4 แผงสวิตช์ไฟฟ้ากำลัง
- 2.5 ระบบสายดิน
- 2.6 การทดสอบและการรับประกันงานทางระบบไฟฟ้า
- 2.7 การป้องกันไฟและควันลาม
- 2.8 อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานการติดตั้งที่ดี
- 2.9 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งป้ายเตือนแสดงข้อความ “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ให้เห็นได้อย่างชัดเจน บริเวณติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ด้านนอกฝากล่องไฟฟ้าในระบบแรงสูง และตามแนวสายไฟฟ้าแรงสูง ต้องมีระยะห่างไม่เกิน 15 เมตร)

3. วัสดุและอุปกรณ์

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการติดตั้งตามที่แสดงในแบบและกล่าวถึงในรายการประกอบแบบนี้จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยทำการติดตั้งมาก่อน และเป็นอุปกรณ์อยู่ในชั้นดีเยี่ยมสำหรับชนิดนั้นๆ หากเป็นวัสดุผลิตภายในประเทศจะต้องเป็นวัสดุที่ผลิตตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมรับรอง เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำงานได้สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์โดยไม่มีชิ้นส่วนใดขาดตกบกพร่อง

3.2 ในรายการใบเสนอราคา ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ให้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนและรายการนี้ทุกประการ หากใบรายการระบุรายชื่อมากกว่าหนึ่งราย ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะเลือกใช้อุปกรณ์รายไหนก็ได้ ในกรณีที่ผู้เสนอราคาต้องการจะใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในรายการผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งชื่อเสนอแคตตาล็อกและรายละเอียดของอุปกรณ์ หรือตัวอย่างมาให้เลือกเป็นรายการแยกอีกต่างหากโดยให้กรรมการตรวจรับพิจารณารับรองมาก่อนว่ามีคุณภาพเทียบเท่าตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนและรายการประกอบแบบพร้อมกันในการเสนอราคาแต่ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะพิจารณารายใดก็ได้

4. SHOP DRAWING และรายละเอียดต่างๆ

4.1 Shop drawing แสดงการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าต่างๆ พร้อมด้วยแคตตาล็อกของอุปกรณ์ที่ใช้จะต้องส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นชอบก่อนที่จะทำการสั่งซื้อหรือติดตั้ง คือ

- (1) สวิตช์เกียร์แรงสูง
- (2) หม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
- (3) MDB สวิตช์บอร์ดและเบรกเกอร์ต่าง ๆ
- (4) ระบบสายดิน
- (5) และอื่นๆ ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

4.2 หากผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งยังไม่ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ Shop drawing หรือผิดไปจากแบบที่ได้รับความเห็นชอบไว้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการที่จะต้องการที่จะต้องรื้อออกเพื่อเปลี่ยนหรือแก้ไขติดตั้งใหม่ตามแต่ผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดเองทั้งสิ้น

4.3 การที่กรรมการตรวจรับเห็นชอบในแบบเป็นการเห็นชอบในหลักการ ไม่ได้ปลดภาระของผู้รับจ้างในการที่จะต้องรับผิดชอบ หากว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสารนั้นผลิตหรือประกอบไม่ดีพอ และไม่สามารถทำการติดตั้งหรือสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์



หมวดที่ 2. การติดตั้ง

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีความรู้ความสามารถและความชำนาญสำหรับงานนั้นๆ โดยเฉพาะเพื่อติดตั้งงานระบบให้ดีที่สุด ซึ่งถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าช่างคนใดของผู้รับจ้างไม่เหมาะสมผู้ว่าจ้างมีอำนาจขอให้เปลี่ยนช่างคนใหม่ได้และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างคนใหม่มาแทนโดยเร็ว ส่วนของเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างในการเรียกร้องค่าเสียหาย หรือขยายเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกไม่ได้

2. ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าพร้อมใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับสามัญในแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมงานและตรวจเอกสารต่างๆ ของฝ่ายผู้รับจ้างรวมทั้งเซ็นรับรองเอกสารต่างๆ ก่อนดำเนินการส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติตามขั้นตอนต่อไป

3. การติดตั้งจะต้องถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด กฎระเบียบและประกาศของกระทรวงมหาดไทย และจะต้องติดตั้งอย่างดีที่สุดตามวิธีการที่โรงงานผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ แนะนำ

4. ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังตรวจสอบเนื้อที่ที่ต้องการสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ของตนร่วมกับอุปกรณ์ของผู้รับจ้างอื่นๆ เขียน Shop drawing เเท่าที่จำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ของตนสามารถที่จะทำการติดตั้งในเนื้อที่ที่เตรียมไว้นั้นได้และไม่เป็นอุปสรรคขัดขวางกับงานระบบอื่นๆ

5. ระบบไฟฟ้าจะต้องมีการต่อลงดินติดต่อกันทั้งหมด ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ในกรณีที่แบบไม่ระบุขนาดสายดินให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะต้องต่อสายดิน ผู้รับจ้างจะต้องเดินสายดินตามขนาดที่ระบุในหมวดที่ 11 ข้อ 2 ตารางที่ 2

6. การทดสอบและตรวจรับการทดสอบระบบไฟฟ้าจะต้องให้สอดคล้องกับกฎการไฟฟ้าท้องถิ่น โดยเมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายใน ภายนอกอาคาร ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง การทดสอบจะมีดังนี้

6.1 System Test อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมดถูก Energized อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breaker จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขให้เรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งมอบ

6.2 Equipment test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูก Energized ตรวจสอบหน้าที่และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

6.3 Insulation Test อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบโดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างของ Feeder หรือ Sub-Feeder แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที ค่าความต้านทานระหว่างสายกับสายและสายกับดิน จะต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 เมกกะโห์ม

7. การรับประกันหลังจากการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์และการติดตั้ง ถ้าหากเกิดการขัดข้องเสียหายไม่ว่าจะเนื่องจากชิ้นส่วนไม่ถูกต้องฝีมือไม่ดีพอหรือด้วยเหตุประการใดก็ตาม (ตามสัญญาที่ทำกับผู้ว่าจ้าง) นับตั้งแต่วันตรวจรับมอบ ในระยะเวลาดังกล่าวนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมเปลี่ยนใหม่โดยไม่คิดมูลค่า ทั้งนี้จากการเสียหายซึ่งเกิดขึ้นจากการใช้งานปกติ

8. การพิจารณาแบบ โดยแบบที่ขึ้นประกวดราคาเป็นเพียงแบบเบื้องต้นในการประเมินราคา กรณีผู้ชนะการประกวดราคา จะต้องดำเนินการสำรวจหน้างานที่กำลังดำเนินการปรับปรุงจริงและเสนอแบบติดตั้งให้คณะกรรมการตรวจรับ พิจารณาอนุมัติ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของทางราชการ

9. แบบก่อสร้างจริง (As Built Drawing)

9.1 หลังจากการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริง "AS BUILT DRAWING" ตามขนาดและมาตราส่วนตามแบบของผู้ว่าจ้าง โดยพิมพ์ลงกระดาษ A0 ซึ่งสามารถพิมพ์ได้แบบแปลนนี้จะต้องแสดงการเดินท่อลอยและท่อวางเวย์ ตามตำแหน่งต่างๆ ขนาดของสายไฟฟ้า หมายเลขวงจร และตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดและอื่นๆ ตามที่ติดตั้งจริง

9.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งต้นฉบับของแบบก่อสร้างจริงพร้อมด้วยแบบพิมพ์อีก 2 ชุด และไฟล์ CAD ให้แก่ผู้ว่าจ้าง พร้อมกับการส่งมอบงาน

10. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตัดต้นไม้ ชุตรากหรือใช้ยาเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโต ในส่วนของต้นไม้ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการถอนตอออกให้หมดหรือเหลือความสูงของตอได้ไม่เกิน 5 นิ้ว บริเวณพื้นที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและโดยรอบเพื่อมิให้เกิดอันตรายต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หลังจากนั้นให้เคลียร์พื้นที่ให้เรียบร้อย ห้ามทำความเสียหายต่อโครงสร้างอาคารและทรัพย์สินอื่นๆ โดยรอบ ผู้รับจ้างจะต้องนำเศษวัสดุทั้งหมดไปทิ้งและทำความสะอาดพื้นที่โดยรอบหลังดำเนินการเสร็จแล้ว และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนดำเนินการครีย์ต้นไม้ พื้นที่โดยรอบบริเวณติดตั้งหม้อแปลงเสนอคณะกรรมการพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

หมวดที่ 3. ระบบไฟฟ้าแรงสูงของอาคาร

ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้ต่อจาก Ring main unit ที่ติดตั้งในห้องไฟฟ้าของอาคารนวมินทรราชินี ตามที่แสดงในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบของทางผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูงให้สัมพันธ์กับ Ring main unit ของเดิมของผู้ว่าจ้างและตรงกับข้อกำหนด และ/หรือระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น



หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงสูง SF6
(RING MAIN UNIT)

1. ความต้องการทั่วไป

RING MAIN UNIT ที่ต้องการตามข้อกำหนดนี้ เป็นแบบ SF6 – INSULATED, METAL – ENCLOSED, FIXED – MOUNTED, INDOOR TYPE มีการออกแบบ ผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ VDE DIN และ/หรือ IEC ทั้งนี้ต้องได้รับการยอมรับ จากการไฟฟ้าท้องถิ่น

2. พิกัดและสมรรถนะ

RING MAIN UNIT ต้องมีพิกัดและสมรรถนะอย่างน้อยตามกำหนดดังต่อไปนี้:

-	NUMBER OF PHASE	3
-	RATED FREQUENCY	: 50 HZ.
-	RATED VOLTAGE	: 12/24 kV, 22kV หรือ 24 kV
-	RATED INSULATION LEVEL (TO EARTH AND BETWEEN PHASE)	
-	LIGHTNING IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE (PEAK)	: 125 kV.
-	ONE MINUTE POWER FREQUENCY WITHSTAND	
-	VOLTAGE (RMS)	: 50 kV.
-	FOR INCOMING (CABLE) FEEDER	
-	NUMBER OF FEEDER	: ตามแสดงในแบบ
-	RATED NORMAL CURRENT	: 400 – 630 A.
-	RATED SHORT TIME (1 SECOND) CURRENT (RMS)	: 16/8 kA.
-	RATED SHORT CIRCUIT MAKING CURRENT (PEAK)	: 40/20 kA.
-	FOR OUTGOING (TRANSFORMER) FEEDER	
-	NUMBER OF FEEDER	: ตามแสดงในแบบ
-	RATED NORMAL CURRENT	: 200 – 630 A.
-	RATED SHORT-CIRCUIT BREAKING CAPACITY (RMS)	: 16/8 kA.
-	RATED MAKING CAPACITY (PEAK)	: 40/20 kA.

3. การออกแบบและสร้าง

RING MAIN UNIT ซึ่งประกอบด้วย INCOMING (CABLE) FEEDER SWITCH, OUTGOING (TRANSFORMER) FEEDER SWITCH อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามระบุในแบบ และข้อกำหนดนี้ ต้องออกแบบเป็น แผงสวิตช์สำเร็จรูปชุดเดียวกันแบบ METAL-ENCLOSED, SELF-SUPPORTED, FLOOR-MOUNTED TYPE โดยมี รายละเอียดและข้อกำหนดอย่างน้อย ดังต่อไปนี้:

- 3.1 ตัวตู้แผงสวิตช์ (ENCLOSURE) รวมทั้งโครง (FRAME) ต้องทำจาก GALVANIZED SHEET- STEEL
เคลือบป้องกันสนิมและการผุกร่อนด้วยสีตามมาตรฐานผู้ผลิตตัวตู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนเป็นที่ติดตั้ง RING MAIN UNIT HOUSING
โดยแผงฝาตู้ด้านหน้าเป็น MIMIC DIAGRAM และ INDICATOR ต่างๆ
และส่วนล่างเป็นขาตั้งรองรับส่วนบน (SUPPORT FRAME)
ซึ่งอาจใช้เป็นช่องทางเข้า-ออกของสายไฟฟ้า (CABLE COMPARTMENT)
 - 3.2 RING MAIN UNIT HOUSING ซึ่ง INCOMING FEEDER SWITCH, OUTGOING FEEDER SWITCH
รวมทั้ง EARTH SWITCH ติดตั้งอยู่ภายใน ต้องทำด้วย STAINLESS STEEL
เชื่อมรอยต่ออย่างดี ภายใน บรรจุด้วย SF6 – GAS (SULPHUR HEXAFLUORIDE)
เมื่อประกอบสำเร็จแล้ว HOUSING นี้ต้องผนึกแน่น
ปราศจากการรั่วซึมของก๊าซที่บรรจุอยู่ภายใน (HERMETICALLY SEALED)
และต้องมีความแข็งแรงทนทาน
ต่อแรงดันก๊าซที่อาจเกิดขึ้นจากการมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจร
 - 3.3 SWITCHING DEVICE ด้าน INCOMING FEEDER กำหนดให้เป็น LOADBREAK SWITCH (ON-LOAD ISOLATOR SWITCH) TYPE ทำงานโดย SPRING – CHARGE MECHANISM, MANUAL OPERATED
พร้อม MECHANICAL SWITCH POSITION INDICATOR
นอกจากนั้นแล้วต้องมี EARTH SWITCH พร้อม MECHANICAL POSITION INDICATOR
 - 3.4 OUTGOING FEEDER ใช้ SWITCHING DEVICE เป็น CIRCUIT BREAKER TYPE
ซึ่งสามารถทำงานใน การปลด (OFF) วงจร โดยไม่จำเป็นต้องใช้ POWER SUPPLY จากภายนอก และให้มี EARTH SWITCH ด้าน OUTGOING พร้อม POSITION INDICATOR ทั้งของ CIRCUIT BREAKER และ EARTH SWITCH
 - 3.5 ให้มีระบบ MECHANICAL INTERLOCK ระหว่าง MAIN SWITCH และ EARTH SWITCH สำหรับทุก FEEDER เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการ "CLOSE" พร้อมกัน
 - 3.6 ให้มี PAD LOCK สำหรับ MAIN SWITCH และ EARTH SWITCH สำหรับ INCOMING FEEDER ทั้งใน ตำแหน่ง "CLOSE" และ "OPEN"
 - 3.7 ด้าน INCOMING FEEDER ต้องมี 3-PHASE VOLTAGE INDICATING LAMPS
4. การติดตั้ง
- 4.1 ตำแหน่งการติดตั้งให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อความเหมาะสม โดยได้รับ ความเห็นชอบจากผู้คุมงาน ทั้งนี้การติดตั้งต้องยึดด้วย EXPANSION BOLTS อย่างน้อย 4 จุด กับสถานที่ติดตั้ง



- 4.2 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติก มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรู มีสีตามระดับแรงดันไฟฟ้าดังนี้
- | | |
|------------|----------------|
| 11– 12 kV | ใช้สีน้ำตาล |
| 22– 24 kV | ใช้สีน้ำเงิน |
| 33 – 36 kV | ใช้สีเขียวเข้ม |
- 4.3 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใดจ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีดำ แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ
- 4.4 ทุกด้านของแผงสวิตช์ต้องมีเครื่องหมายไฟฟ้าแรงสูงพร้อมคำเตือน "อันตรายไฟฟ้าแรงสูง" โดยใช้สีแดงทุกด้านของแผงสวิตช์ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน
5. การตรวจทดสอบ
- 5.1 ต้องแสดงผลการตรวจทดสอบ (TYPE TEST) จากผู้ผลิต
- 5.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 5.3 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 5.4 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 5.5 ต้องได้รับการตรวจทดสอบและรับรองตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 5.6 ผู้ติดตั้งสายไฟฟ้าและผู้เข้าหัวสายไฟฟ้าแรงสูงต้องมีใบอนุญาต และขณะปฏิบัติงานต้องใส่ถุงมือทุกครั้ง พร้อมแนบภาพประกอบด้วย

หมวดที่ 5. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

1. ความต้องการทั่วไป

รายละเอียดประกอบแบบในบทรูปนี้ได้ครอบคลุมถึงขอบเขตการจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดตัวถังแบบปิดสนิท ไม่มีอากาศหรือก๊าซใดๆ อยู่ภายในตัวถังหม้อแปลง (Hermetically Sealed without Gas Cushion) และมีระบบรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ตลอดเวลา และการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อการวิเคราะห์สถานะหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Real Time หม้อแปลงไฟฟ้าดังกล่าวใช้ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 24 kV, 3-Phase, 3-Wire, 50 Hz และต่อเฟส Neutral โดยการติดตั้ง Ground Rod ขนาดและจำนวนของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

2. มาตรฐานการผลิต

หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นหม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดดังนี้

- (1) IEC 60076-11
- (2) มอก. 384-2543

3. การทดสอบ, การตรวจสอบและรายงานการทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบด้าน Type Tests หรือ Design Tests ทุกรายการรวมถึง Short-Circuit Capability Test และ Audible Sound Level Test ตามข้อกำหนดที่ระบุในมาตรฐานข้างต้น หรือจัดส่ง Certificate Test โดยต้องส่งรายงานการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60076 มาให้พิจารณาด้วยการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตต้องดำเนินการตามรายการและวิธีการที่ระบุในมาตรฐานข้างต้น การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไป อย่างน้อยตามรายการที่ระบุรายการดังนี้

- Measurement of Winding Resistance
- Measurement of Voltage Ratio and Vector Group or Phase Displacement
- Measurement of Short-Circuit Voltage Impedance and Load Loss
- Measurement of No-Load Loss and No-Load Current
- Separate Source AC Withstand Voltage Test or Applied Voltage Test
- Induced Voltage Test
- Insulation Resistance Test
- Leakage Test
- Oil Dielectric Strength Test

ผู้รับจ้างต้องส่งรายงานการทดสอบทุกรายการให้พิจารณาเพื่ออนุมัติด้วย

4. พิกัดทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังนี้

- Type	:	Hermetically Sealed without Gas
Cushion		
- Rated frequency	:	50 Hz
- Number of phase	:	3
- Rated power output (kVA)	:	ตามที่ระบุในแบบ
- Cooling system	:	ONAN
- Rated primary voltage	:	24 KV (delta connection)
- Tapping Type	:	Smart Tap Changer
- HV no-load tap changer	:	$\pm 4 \times 1.25\%$
- Smart Monitoring	:	Internet of Things
- Rated secondary voltage	:	416/240V (Y-connection)
- Material of Winding (High Voltage / Low Voltage)	:	Copper / Copper
- Rated basic impulse level (BIL)	:	125 kV
- Rated no-load loss	:	ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- Rated load loss at 100% power factor	:	ไม่เกิน 1.5% ที่ Rated Capacity
- Impedance voltage at rated current	:	5-6%
- Vector group	:	DYN 11
- Noise level at 0.3 meter	:	ไม่เกิน 56 dB
- Max. Temperature Rise of Winding (at Full Load)	:	65 K
- Max. Temperature Rise of Top Oil (at Full Load)	:	60 K
- Oil Dielectric Strength (IEC 60156)	:	> 55 kV
Insulation Resistance Test by Megger	:	Between HV - LV at 20 °C ≥ 5000 at DC Test Voltage 5000 V Between HV - GND at 20 °C ≥ 5000 at DC Test Voltage 5000 V Between LV - GND at 20 °C ≥ 500 at DC Test Voltage 1000 V

5. โครงสร้างหม้อแปลง

- 5.1 แกนเหล็กทำจากแผ่นเหล็กซิลิกอน ที่มีผลึกเรียงเป็นแนว (Grain oriented)
- 5.2 ขดลวดทำจากลวดทองแดง หุ้มด้วยฉนวนหรือเคลือบด้วยน้ำยา
- 5.3 สีของหม้อแปลงต้องเป็นสีสำหรับใช้งานนอกอาคาร มีรหัสสี RAL 7036 ก่อนการทำสีพื้นผิวภายนอกของโลหะทั้งหมดต้องมีการทำความสะอาดโดยการพ่นทราย (sand blasting) เพื่อล้างสิ่งสกปรก น้ำมัน หรือสิ่งปะปนอื่นที่เกิดขึ้นระหว่างการขึ้นรูปและการเชื่อม
- 5.4 น้ำมันหม้อแปลงต้องผ่านการกรองอย่างดี ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60296 และมีค่าความหนา ไดอิเล็กทริกของน้ำมันที่สุ่มจากหม้อแปลงที่ยังไม่ใช้งานต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 55 กิโลโวลต์ ทดสอบตามวิธีที่กำหนดไว้ใน IEC 60156 หรือเทียบเท่า

6. จุดเชื่อมต่อ (Terminations)

จุดเชื่อมต่อทางด้าน High Voltage ต้องอยู่บริเวณด้านบนของหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้าที่เข้ามาจากด้านบนได้อย่างสะดวก ขั้วต่อสายต้องมัลักษณะที่เหมาะสมและความแข็งแรงในการรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าที่ทำด้วยสายทองแดง มิฉะนั้น อาจต้องเสริม Support เพิ่มเพื่อใช้ในการยึดสายไฟฟ้า จุดเชื่อมต่อทางด้าน Low Voltage ต้องมีขั้วต่อสาย Neutral ด้วย และต้องอยู่ด้านตรงข้ามของจุดเชื่อมต่อทางด้าน High Voltage และอยู่ด้านบนของหม้อแปลงไฟฟ้า ขั้วต่อสายต้องมีขนาดเหมาะสมที่จะรองรับกระแสไฟฟ้าตามพิกัด และสามารถเข้ากับสายไฟฟ้าที่ทำด้วย สายทองแดง หรืออะลูมิเนียมหรือใช้ต่อเชื่อมกับ Busduct ด้วย Flexible Busbar Connector

7. การเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อการวิเคราะห์สถานะหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Real Time ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ระบบ Transformer Monitoring สามารถแสดงบน Web ได้
- รองรับการแสดงค่าทางไฟฟ้า และค่าทางกายภาพของหม้อแปลงแบบ Real time
- รองรับการระบุตำแหน่งหม้อแปลงบน Google Map โดยอัตโนมัติผ่านระบบ GPS
- สามารถสร้างข้อมูลได้หลายรูปแบบ และสามารถสร้างรายงานข้อมูลย้อนหลังได้
- รองรับการแสดงค่าในรูปแบบกราฟเส้น กราฟแท่งได้
- รองรับเทคโนโลยี Internet of thing มีการใช้พลังงานที่ต่ำ
- รองรับระบบ NB-IOT ในการส่งข้อมูล
- รองรับการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 24 เดือน
- รองรับการกำหนดการตั้งค่าสำหรับการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังผ่านกราฟได้ (User Customize Chart)
- รองรับการตั้งค่าเกณฑ์ (Threshold) สำหรับการแจ้งเตือนต่างๆ เมื่อค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้
- รองรับการเลือกตำแหน่งในการจัดเก็บข้อมูลบน Cloud ได้
- สามารถวัดค่า % Load ,Balanced Volage ,Balance Current ,Frequency ,Neutral Current , Peak Demand ,Power Factor , %THD I ,%THD V , Top Oil Temperature , Ambient Temperature , Moisture Humidity ของหม้อแปลงหรือในจุดที่ต้องการวัดได้

7.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ระดับแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบ 3 Phase (with neutral) 150 to 450 Vrms 50/60 Hz

ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 10 VA

อุณหภูมิการทำงาน 0°C to 55°C ความชื้น 90% non-condensing

7.2 การวัดค่าทางไฟฟ้า

สามารถวัดแรงดันเฟส 0.0 to 265.0 V (scaling : PT ratio 1 to 30)

สามารถวัดกระแสไฟฟ้า 0-5 A (scaling : CT ratio 40/5A to 6000/5A)

สามารถวัดค่า Appearance power (kVA), Active power (kW),
Reactive power (kVAR), Power factor, Frequency (45.00 to 65.00 Hz)

7.3 Input for Transformer status Measurements

วัดอุณหภูมิของน้ำมันหม้อแปลงด้วย PT100 ใช้ระบบการสื่อสารแบบ RS485 MODBUS RTU

7.4 การติดต่อสื่อสารเพื่อส่งข้อมูล

ใช้ระบบการสื่อสารแบบ 3G/4G/LTE/NB-IoT, WIFI, LAN/WAN

การบันทึกข้อมูล และส่งข้อมูลสามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1 to 60 นาที

กราฟการแสดงผลแบบ Real-time สามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 5 - 60 วินาที

7.5 การแสดงผลและการแจ้งเตือนสามารถแสดงผลผ่านเว็บไซต์ ต้องสามารถแสดงข้อมูลได้ดังนี้

7.5.1 Voltage L-L , Voltage L-N

7.5.2 Current , Peak Power

7.5.3 Energy

7.5.4 Power Factor

7.5.5 มีการแจ้งเตือน Alarm/Event ในกรณีที่หม้อแปลงเกิดปัญหาโดยสามารถแจ้งเตือนผ่าน Email หรือ Line ได้

8. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

8.1 ขั้วต่อสายทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ

8.2 แผ่นป้ายบอกรายละเอียดหม้อแปลง

8.3 หุยก (Lifting eyes)

8.4 วาล์วระบายน้ำมัน

8.5 TAP CHANGER

8.6 ขั้วต่อสายดิน

8.7 PRESSURE RELIEF DEVICE

8.8 หน้าปิดบอกระดับน้ำมัน

8.9 RTD PT 100

8.10 CT class x 3 pcs.

8.11 อุปกรณ์ป้องกันนกเกาะ (Bird guard)

9. การตรวจและทดสอบ

- (1) ต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตโดยต้องแนบรายงานการทดสอบมาแสดงด้วย
- (2) ต้องผ่านการทดสอบหรือการรับรองให้ใช้ได้จากหน่วยงานการไฟฟ้านครหลวง
- (3) ต้องผ่านการทดสอบที่หน่วยงาน ดังนี้
 - ค่าความต้านทานของฉนวน
 - การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมทุกชนิด



หมวดที่ 6. ตู้สวิตช์ประธานแรงต่ำ (Main Distribution Board)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board) เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)
- 1.2 แผงสวิตช์จ่ายไฟ ต้องผลิตได้ตามมาตรฐาน มอก. และ IEC 61439-1,2 โดยมีเอกสารรับรองการทดสอบเฉพาะแบบแนบ สำหรับระบบไฟฟ้า 220 / 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต แผงสวิตช์จ่ายไฟต้องเป็นชนิด Partial type test assemblies (PTTA) และมีคุณสมบัติ / ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมให้ใช้ได้
- 1.3 การจัดสร้างแผงสวิตช์แรงต่ำ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ทำจะต้องมีประสบการณ์ผ่านงานด้านการทำแผงสวิตช์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี สามารถประกอบเท่าต่างประเทศ และจะต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม ผู้ทำต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ควบคุมและอำนวยความสะดวก
 - การจัดสร้างแผงสวิตช์จ่ายไฟต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติดังที่จะกล่าวในบทนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์จ่ายไฟต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้ เลือกใช้ในข้อกำหนดนี้
 - สวิตช์หรือ Circuit Breaker ทุกอัน ที่ใช้ในแผงสวิตช์จ่ายไฟ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Switch, Main and Tie Circuit Breaker
 - ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์จ่ายไฟ ผู้รับจ้างต้องส่งแบบใช้งาน และรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน
 - ขนาดตู้แผงสวิตช์ตามที่กำหนดในแบบ เป็นขนาดขั้นต่ำ หากสวิตช์ตัดตอนฯ และอุปกรณ์อื่นที่ใช้ มีขนาดใหญ่กว่า ให้ขยายตู้ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาจะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้
 - สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิตช์เมนแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด สามารถทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ ขนาดทรูปคอยล์ที่กำหนดในแบบ อาจมีการเปลี่ยนแปลง ฉะนั้น ผู้รับจ้างต้องสอบถามขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการยืนยันก่อนสั่งของจากโรงงาน
 - ผู้รับจ้างต้องรับประกันแผงสวิตช์จ่ายไฟเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับแต่วันที่รับมอบงาน และเริ่มใช้งานเป็นประจำ ถ้าเกิดการเสียหายหรือใช้งานไม่ได้เต็มที่ตามความประสงค์ เนื่องจากฝีมือช่าง วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขให้ใช้งานได้ภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างแจ้งให้ทราบ

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, IEC, หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 240 / 415Y VAC หรือตามระบุในแบบ
- SYSTEM WIRING : 3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded, Solid Neutral
- RATED FREQUENCY : 50 Hz.
- RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- RATED SHORT-TIME : ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit Capacity (IC) ของ Main
- WITHSTAND CURRENT (0.5 Second) Circuit Breaker ตามที่ระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1,000 V (Minimum)
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VAC หรือตามที่ระบุในแบบ
- TEMPERATURE RISE : 25 °C
- FINISHING : Enamel Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดออกแบบเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดเท่าๆ กัน และอยู่ในช่วงที่กำหนด หรือเป็นไปตามมาตรฐานของ วสท.

- ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.
- ความกว้าง : ระหว่าง 750-1,000 มม.
- ความลึก : ระหว่าง 900-1,200 มม.

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 2 ช่องดังนี้

- Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ และมีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม.
- Bus bars Cable Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Bus bars ทั้ง Horizontal และ Vertical Bus bars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ และสำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ากันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งโดยง่าย

3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
- ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะ

เช่นเดียวกับฝาด้านบน

- ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ซี่น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน เป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- ฝาด้านหลัง ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกลับโครงสร้างแผงสวิตช์ ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่แผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลัง ให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
- ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- ฝาดูทุกด้าน ต้องมีสายดินทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้

3.4 ด้านหลังของช่องใส่อุปกรณ์ (Apparatus Chambers) ทุกช่องระหว่างอุปกรณ์และช่องของบัสบาร์ หลังตู้และด้านล่างของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในช่องใส่อุปกรณ์อันบน ต้องมีแผ่นโลหะป้องกันอาร์ค (Sheet metal barriers) แผ่นโลหะป้องกันอาร์ค และแผ่นโลหะระหว่างตู้ที่ตั้งชิดกัน ต้องใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. เป็นลักษณะการกันแบบ Form 2b ตามมาตรฐาน IEC 61439 – 1 ระดับป้องกันไม่ต่ำกว่า IP31

3.5 ตู้โลหะสำหรับใช้ติดตั้งคัปเปเตอร์ ต้องใช้แผ่นโลหะด้านบน ด้านหน้าช่วงล่างและด้านหลังช่วงบน เป็นชนิดมีรูพรุนสำหรับระบายอากาศ (Perforated sheet metal)

3.6 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insert Screen)

3.7 ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชั้น ต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และการพ่นสี หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ชั้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมไม่ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแต่ต้องพ่นสี และการป้องกันการผุกร่อนและร้าวสี

- การทำความสะอาดผิวโลหะเพื่อป้องกันสนิม ให้ขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาดแล้วล้างไขมันหรือคราบน้ำมันออกถ้ามีร่องรอยของการมีสนิม ให้ล้างด้วยน้ำยาล้างสนิมของ ICI หรือเทียบเท่าตามวิธีการที่ผู้ผลิตน้ำยาล้างสนิมแนะนำ

- การพ่นสี ให้พ่นสีรองพื้นก่อนด้วย Zinc Phosphate หรือ Etching Primer ของ ICI หรือเทียบเท่า โดยพ่นให้ทั่วทุกด้านแล้วอบที่อุณหภูมิประมาณ 125 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นให้พ่นสีชั้นนอก 2 ครั้ง แต่แต่ละครั้งต้องอบด้วยวิธีเดียวกับสีรองพื้น แล้วขัดด้วยซี่ผึ้งขัดสีสีชั้นนอกให้ใช้น้ำมันชนิดอบ (Stove-Enamelled Paint) หรือสีอีพ็อกซีผง และใช้สีเทา (ANSI No.61) หรือตามที่กำหนด

4. สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker)

4.1 สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC 60947-2

- 4.2 สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่อยู่ภายในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-ordination) เพื่อให้สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.3 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker) เป็นชนิดผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-2 สำหรับใช้ไฟฟ้าระบบ 220 / 380 โวลต์ แต่ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับชนิด 1 เฟส และ 480 โวลต์ สำหรับชนิด 2 เฟส และ 3 เฟส และเป็นชนิด Tropicalized มีคุณสมบัติและลักษณะดังนี้
- CASE
 - ขนาดเฟรม (Frame Size) ขึ้นไปถึง 400 แอมแปร์ ต้องเป็นชนิด Molded Case ทำด้วยฉนวน
 - ขนาดเฟรมเกิน 400 แอมแปร์ เป็นชนิด Molded Case or Open Frame
 - ขนาด Interrupting Current ต้องเป็นไปตาม IEC 60947-2 และตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การ ไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด
 - Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนด
 - Fixed Type เป็นแบบติดตั้งถาวร ยึดติดกับโครงโลหะในตู้ด้วยสลักและแป้นเกลียว
 - Plug-in Type สำหรับขนาดเฟรมไม่เกิน 400 แอมแปร์ มี Plug Terminal ติดอยู่ด้านหลังของสวิตช์ ส่วน Sockets นั้นติดตั้งกับโครงโลหะในตู้
 - Draw-out Type สำหรับขนาดเฟรมเกิน 400 แอมแปร์ ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี Hand crank เพื่อช่วยผ่อนแรง Plug and Sockets ต้องเป็นแบบ 2 จังหวะ คือ สามารถดึงออกมาช่วงหนึ่ง โดยยังไม่ตัดขาด เพื่อให้สามารถทำการทดสอบขณะมีไฟอยู่ได้ต้องมีสายคอนโทรลชนิดอ่อน และ Plug and Sockets สำหรับต่อสายคอนโทรล
 - Drives มีชนิดต่างๆ ดังนี้
 - Manual Drive เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง อาจจะเป็นแบบมีสปริง (Spring Loaded)
 - Motor or Solenoid Drive เป็นแบบสับเข้าด้วยมอเตอร์หรือโซลินอยด์ ซึ่งสามารถบังคับได้โดยการกดปุ่ม และมี Cut-Out Switch ซึ่งจะตัดไฟจากมอเตอร์หรือโซลินอยด์โดยอัตโนมัติ เมื่อสับเข้าแล้ว มอเตอร์หรือโซลินอยด์ให้ใช้ชนิดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดในแบบ และต้องมีปุ่มกดสำหรับบังคับการสับเข้าและออกที่แผงสวิตช์ และตามตำแหน่งอื่นที่กำหนดในแบบ
 - Terminals ขั้วต่อสายของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ใช้สองแบบนี้
 - สำหรับขนาดเฟรมขึ้นไปถึง 250 แอมแปร์ ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือแบบต่อบาร์เข้าได้
 - สำหรับขนาดเฟรม 320 แอมแปร์ และใหญ่กว่า ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบาร์
 - ขั้วต่อสายต้องเป็นแบบที่ใช้ได้ทั้งทองแดงและอลูมิเนียม ถ้าหากใช้กับอลูมิเนียมโดยตรงไม่ได้ ต้องมี แผ่นรอง (Copal Insert) ให้มาด้วย หรือทำสายทองแดงต่อออกมาพร้อมขั้วต่อสายสำหรับสายอลูมิเนียมและทองแดง

-Releases สวิตช์ตัดต่ออัตโนมัติ ต้องมี Releases สำหรับตัดไฟโดยอัตโนมัติดังนี้

- Over Current Releases ต้องเป็นชนิด Adjustable Thermal Overload Releases, Ambient Temperature Compensated ให้ตั้งกระแสไฟสำหรับโอเวอร์โหลด ตามที่กำหนดในแบบ (นอกจากอนุญาตไว้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed type Overload Releases)
- Short-Circuit Release ต้องเป็นชนิด Adjustable Instantaneous Magnetic Short Circuit Release (นอกจากอนุญาตไว้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed Type Magnetic Short Circuit Release)
- Accessories ให้ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ
- Under Voltage Release เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิตช์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าตก โดนต้องมี การหน่วงเวลาประมาณ 1.5 วินาที กรณีไฟกระพริบ เบรกเกอร์ต้องไม่ทริป (Trip) และจะป้องกันไม่ให้อุปกรณ์สับสวิตช์เข้าได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้ายังสูงไม่พอ สามารถใช้สำหรับ Interlocks, Remote Release เป็นต้น คอยล์ใช้ชนิด 380 หรือ 220 โวลต์ ตามที่กำหนด
- Shunt Trip เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิตช์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบคอนโทรล คอยล์ใช้ ชนิดกระแสไฟฟ้าสลับ หรือกระแสไฟฟ้าตรง ตามชนิดและแรงดันไฟฟ้าของระบบคอนโทรล
- Auxiliary Switches เป็นสวิตช์ที่สับเข้าออกตามสวิตช์อัตโนมัติ สำหรับใช้ในการ Interlocks, Signaling และอื่นๆ สามารถทนกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์ เอชดีติดตั้ง ตามที่จำเป็นและตามกำหนดในแบบ
- Alarm Switch เป็นสวิตช์ที่จะทำงาน เมื่อสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติตก เพราะกระแสไฟเกิน กระแสไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าตก หรือถูกบังคับให้ตกโดยผ่าน Under Voltage Release หรือ Shunt Trip สวิตช์นี้ต้องสามารถทนกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์
- Electrical Tripping Time – Lag Device ประกอบด้วยความต้านทาน (Resistor) และแคปาซิเตอร์ สำหรับถ่วงระยะเวลาการทำงานของ Under Voltage Release ต้องสามารถถ่วงระยะเวลาได้ไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที หรืออาจใช้แบบ Mechanical Delay ก็ได้
- ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบคอนโทรลสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ให้ใช้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายสวิตช์ ตัดตอนอัตโนมัติในตัวอุปกรณ์เอง ถ้าจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอกให้ผู้รับจ้างเสนอ ขออนุมัติ ดำเนินการติดตั้ง

4.4 Asymmetrical Relay เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกันโดยสามารถตั้งจุด ที่ทำงานได้ระหว่าง 5% ถึง 15% Asymmetry มีคอนแทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็น Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket ให้ พร้อมชุด

4.5 Under Voltage Relay และ Over voltage เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ แต่ต้องสามารถตั้งให้ Cut – out point อยู่ที่ 342 โวลต์ได้ และต้องมีช่วงเวลาประมาณ 1.5 วินาที เพื่อไม่ให้เบรกเกอร์ทริป กรณีเกิดไฟกระพริบ มีคอนแทคชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug – in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมา มี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งชุด

4.6 Ground Fault Protection System สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดเฟรม 1,000 แอมแปร์และใหญ่กว่าต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะตัดสวิตช์ออกโดยอัตโนมัติเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ดังนี้

- Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องช้ากว่าของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของสายป้อน (Feeder)
- Ground Fault Current Pickup อย่างต่ำไม่เกิน 200 แอมแปร์ สามารถปรับได้ง่ายขึ้นไปถึงไม่น้อยกว่า 1,200 แอมแปร์
- ต้องสามารถเลือกตั้งระยะเวลาถ่วง (Time Delay) ได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 วินาที

4.7 Load-Break Switch หรือ Molded Case Switch ป็นสวิตช์แบบเดียวกันกับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ แต่ไม่มี Over current release และไม่มี Short – Circuit Release แต่มี Arc Chambers ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนกันทุกประการ

4.8 Tie Circuit Breaker เป็นสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติที่มีคุณสมบัติเหมือนที่กำหนดเหมือนตัวเมน และมี Key Interlock กับเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ 2 ชุด ที่มีสวิตช์ตัวนี้เชื่อมโยงถึงกัน สวิตช์ตัวนี้จะสับเข้าไม่ได้ ถ้าหากว่าเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสับเข้าอยู่ทั้ง 2 อัน จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อเมนสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น

หมวดที่ 7. เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า

1. คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เพื่อใช้ติดตั้งในส่วนตู้ MDB, EMDB โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้า และมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD เครื่องวัดจะต้องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแผงเมนบอร์ดสวิตช์จ่ายไฟ ควรมีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.1 จอแสดงผลของเครื่องมือวัดจะต้องแบบ LCD Dot-Matrix สามารถแสดงผลเป็น ตัวเลข/เวกเตอร์/สเปกตรัม/รูปคลื่นได้ และต้องมี LED แสดงสถานการณ์ใช้พลังงานและสถานการณ์สื่อสารกับคอมพิวเตอร์
- 2.2 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 MB โดยสามารถบันทึกค่าได้ไม่น้อยกว่า 5 ชุดข้อมูล ซึ่งแต่ละชุดสามารถเลือกบันทึกได้อย่างน้อย 16 parameters โดยผู้จำหน่ายจะต้องเตรียมซอฟต์แวร์สำหรับดาวน์โหลดข้อมูลในหน่วยความจำไว้ให้
- 2.3 สามารถตั้งเวลาบันทึกค่า kWh/kvarh /kVAh และ kW/kvar /kVA Peak Demands ได้ตามวัน และเวลาที่ต้องการ โดยสามารถบันทึกค่าแบบประจำวันได้ 60 วันและแบบประจำเดือนได้ 36 เดือน
- 2.4 สามารถบันทึกเหตุการณ์ต่างๆของเครื่องมือวัดได้ เช่น การตั้งค่า, สถานะทำงานของ Digital Input และ Digital Output อย่างน้อย 100 เหตุการณ์
- 2.5 คุณสมบัติทางเทคนิคอื่นๆ เป็นดังต่อไปนี้

Sampling Rate	:	64 per cycle
Power Supply	:	95-250VAC /DC $\pm 10\%$
Current input	:	1A or 5A Programmable
Overload capacity (current)	:	2 In (continuous), 20 In (for 1 sec)
Normal voltage input	:	400 VL-N/ 690 VL-L
Overload capacity (voltage)	:	1.2 Un (continuous), 2 Un (for 1 sec)
Direct voltage inputs	:	10-480 VL-N, 20-828 VL-L
Maximum VT primary voltage inputs	:	1,000 kV
Maximum VT secondary voltage inputs	:	690 V
Frequency	:	47-440 Hz
Operating temperature	:	-25 °C ~ +70 °C
Degree of protection	:	IP 65
Memory	:	4 MB
RS485	:	Modbus RTU
Ethernet Port	:	1 port with RJ45 connector

3. ความสามารถในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมีความสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- 3.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ดังนี้ คือ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, ค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง (P), กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (S), พลังงานไฟฟ้าจริง (kWh), พลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (kvarh), พลังงานไฟฟ้าปรากฏ (kVAh), ตัวประกอบกำลัง (PF), Displacement Power Factor (DPF) และ ชั่วโมงการทำงานได้
- 3.2 นอกเหนือจากค่าพื้นฐานทางไฟฟ้าจะต้องสามารถวัดค่าต่อไปนี้ได้ คือ กระแสและแรงดันไม่สมดุล (Current and Voltage Unbalance), มุมเฟส, Phasor Diagram, รูปคลื่นกระแสและแรงดัน, ส่วนประกอบสมมาตรของกระแสและแรงดัน (Symmetrical Components), ค่ามูลฐาน (Fundamental) ของแรงดัน, กระแส และ กำลังไฟฟ้าจริง
- 3.3 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ ค่าความต้องการและค่าความต้องการสูงสุด (Demand และ Maximum Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้า และสามารถคาดการณ์ความต้องการ (Predicted Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้าได้
- 3.4 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าฮาร์มอนิกได้ดังนี้ คือ ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดันและกระแส (THDu, THDi), ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกเทียบกับกระแสสูงสุด (TDD), ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกแยกลำดับทั้งลำดับคู่และลำดับคี่ได้ไม่น้อยกว่า 31 ลำดับ, K-Factor, Crest Factor และแสดงสเปกตรัมฮาร์มอนิกของแรงดันและกระแส

4. ความเที่ยงตรงในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมีความแม่นยำในการวัดที่ระดับอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Voltage and Current	:	$\pm 0.2\%$ Reading + 0.05% F.S.
Power	:	$\pm 0.5\%$ Reading + 0.05% F.S.
Active and Apparent energy	:	IEC 62053-22 Class 0.5S
Reactive energy	:	IEC 62053-23 Class 2
Power Factor	:	$\pm 0.5\%$
Frequency	:	± 0.02 Hz
Phase angles	:	$\pm 1^\circ$

5. การสื่อสารข้อมูล

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องรองรับการติดต่อสื่อสารในรูปแบบ ดังนี้

การติดต่อสื่อสาร	:	Modbus RTU protocol ความเร็วได้ถึง 38,400 buads
	:	BACnet MS/TP

6. การควบคุม

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีความสามารถในการควบคุม ดังนี้

คำสั่งควบคุม : มี 4 Digital Input เพื่อรับสถานะจากอุปกรณ์
ภายนอก
มี 2 Digital Output เพื่อใช้สำหรับแจ้งเตือน
ความผิดปกติ เช่น แรงดันตก, แรงดันเกิน



หมวดที่ 8. อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SPD)

1. ความต้องการทั่วไป

การป้องกันแรงดันเสิร์จให้มีการป้องกันครอบคลุมทั้งระบบไฟฟ้า (AC&DC Power line), ระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Power), ระบบส่งข้อมูล(Data line) และระบบโทรศัพท์(Telephone line) จากผลกระทบจากกระแสฟ้าผ่าและแรงดันเสิร์จ อันเนื่องมาจากฟ้าผ่าและการสวิตซ์ซิ่ง ด้วย อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protective Device : SPD) โดยอุปกรณ์ต้องผ่านมาตรฐานอย่างน้อยดังนี้

SPD สำหรับระบบไฟฟ้า IEC 61643-11, EN 61643-11, UL1449 ed.4

SPD สำหรับระบบส่งข้อมูล IEC 61643-21, EN 61643-21, UL497A หรือ UL497B

SPD สำหรับระบบโทรศัพท์ IEC 61643-21 หรือ IEC60068-1 (กรณีติดตั้งใน Connection strip ของ PABX)

ระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ IEC 61643-31, EN 50539-31, UL1449 ed.4

2. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protective Device : SPD) มีจุดประสงค์ที่ใช้ในการลดผลกระทบจากกระแสฟ้าผ่าและแรงดันเสิร์จ อันเนื่องมาจากฟ้าผ่าและการสวิตซ์ซิ่ง การเลือกติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จสำหรับแต่ละระบบขึ้นกับลักษณะการติดตั้งตามข้อกำหนดดังนี้

2.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จติดตั้งที่ MDB (Main Distribution Board)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจะต้องเป็นชนิด Type 1+2+3 ต้องมีโครงสร้างเป็น Gas-filled Spark Gap (GSG) ต่ออนุกรมกับ High energy Varistor เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสรั่ว (Residual current) และกระแสตาม (Follow current) ขณะใช้งาน มีตัวบอกสถานะบนตัว SPD ที่มองเห็นได้ชัดเจนและมี Remote contact สำหรับส่งสัญญาณไปแสดงที่หลอดไฟหน้าตู้เมื่อ SPD ปลดวงจร SPD เป็นชุดสำเร็จรูปผลิตมาเป็นชุดเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิตโดยมีรายละเอียดต่างๆทางเทคนิคดังนี้

Type	1+2+3
Max. Operating Voltage : U_c	440 Vac
Temporary over voltage withstand 5 sec : U_T	580 Vac
Temporary over voltage withstand 120 min : U_T	770 Vac
Impulse current/pole : $I_{imp}(10/350\mu s)$	25 kA
Nominal discharge surge current/pole : $I_n(8/20\mu s)$	30 kA
Maximum discharge current/pole : $I_{max}(8/20\mu s)$	70 kA
Withstand on Combination waveform : U_{oc} (IEC61643-11)	6 kV
Protection Level : U_p	≤ 1.5 kV
Follow current : I_f	0 (none)
Residual current : I_{pe}	0 (none)

Admissible short-circuit current : Isccr	50,000 A
Operating temperature	-40/+85°C
Disconnect indicator	Yes
Remote signaling	Changeover Contact
Housing material class	UL94-V0

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง SPD แบบ 3 pole ระหว่าง L-PE ที่ Main Distribution Board (MDB) ที่เป็นระบบ TNC/TNC-S ใช้สายไฟขนาด 16-35 sqmm. และต้องมี Backup Fuse ขนาด 315A Type gG

2.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลैंท์จติดตั้งที่ DB, ตู้จ่ายไฟอื่นๆที่รับไฟมาจากตู้ MDB

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลैंท์จจะต้องเป็นชนิด Type 2 ต่อแบบ Common Mode และต้องมีโครงสร้างเป็น Metal Oxide Varistor (MOV) ที่ตัวฐานจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเปลี่ยน SPD ที่มีแรงดันไม่ตรงรุ่นกับของเดิม มีตัวบอกสถานะบนตัว SPD ที่มองเห็นได้ชัดเจนและมี Remote contact สำหรับส่งสัญญาณไปแสดงที่หลอดไฟหน้าตู้เมื่อ SPD ปลดวงจรโดยมีรายละเอียดต่างๆทางเทคนิคดังนี้

Type	2
Max. Operating Voltage (Uc)	275 Vac
Temporary over voltage withstand 5 sec : UT	335 Vac
Temporary over voltage withstand 120 min : UT	440 Vac
Nominal discharge surge current/pole : In(8/20μs)	20 kA
Maximum discharge current/pole : I _{max} (8/20μs)	50 kA
Protection Level L/PE at In : Up	≤1.25 kV
Residual Voltage L/PE at 5kA : Up-5kA	1 kV
Residual current : I _{pe}	< 1 mA
Admissible short-circuit current : Isccr	50,000 A
Operating temperature	-40/+85°C
Disconnect indicator	Yes
Remote signaling	Changeover Contact
Housing material class	UL94-V0

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง SPD 4 pole โดยติดตั้งระหว่าง L-PE และ N-PE ที่ Sub Distribution Board (DB) ที่เป็นระบบ TNS ใช้สายไฟขนาด 6-25sqmm และต้องมี Backup Fuse ขนาด 160A Type gG

- 2.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จติดตั้งที่ตู้ Load Center, Consumer Unit กำหนดให้ใช้เป็นชนิด Type 2 หรือ 3 มีตัวบอกสถานะบนตัว SPD ที่มองเห็นได้ชัดเจนและมี Remote contact สำหรับส่งสัญญาณไปแสดงที่ หลอดไฟหน้าตู้เมื่อ SPD ปลดวงจร โดยมีรายละเอียดต่างๆทางเทคนิคดังนี้

Type	2 หรือ 3
Max. Operating Voltage : U_c	275 Vac
Temporary over voltage withstand 5 sec : U_T	335 Vac
Temporary over voltage withstand 120 min : U_T	440 Vac
Nominal discharge surge current/pole : $I_n(8/20\mu s)$	5 kA
Maximum discharge current/pole : $I_{max}(8/20\mu s)$	15 kA
Withstand on combination waveform: U_{oc}	10 kV
Protection Level : U_p	≤ 0.9 kV
Admissible short-circuit current : I_{sc}	10,000 A
Operating temperature	-40/+85°C
Remote signaling	Changeover Contact

การติดตั้ง

ติดตั้งภายในตู้หรือแยกใส่กล่องควบคุมติดตั้งนอกตู้สำหรับระบบ 3 เฟสให้ติดตั้ง SPD 4P ระบบ 1 เฟสให้ติดตั้ง SPD 2P ใช้สายไฟขนาด 4-25sqmm และต้องมี Backup Fuse ขนาด 50A Type gG

หมวดที่ 9. บัสเวย์และสายไฟฟ้า

1. ระบบบัสเวย์ (BUSWAYS SYSTEM)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบัสเวย์สำเร็จจากโรงงานให้สมบูรณ์ดังแสดงในแบบแปลนและ Riser Diagram บัสเวย์เป็นชนิด 380/220V 3 Ph, 4W, 50Hz, 100% Neutral Bus with Integral Ground โดยจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC61439-6: Particular Requirements For Busbar Trunking System (Busways) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดแนวทางของบัสเวย์ให้สอดคล้องกับงานระบบอื่นๆ โดยไม่กีดขวางและขัดขวางการดำเนินงานของระบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถติดตั้งบัสเวย์ได้สมบูรณ์ถูกต้องตามต้องการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการตรวจสอบระยะและความยาวของบัสเวย์รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอย่างละเอียดก่อนทำการสั่งซื้อผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการติดตั้งบัสเวย์ แม้จะไม่ได้ระบุในแบบหรือรายการ

1.1 ทัวไป

บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ/หรือ Plug-In ประกอบด้วยบาร์อะลูมิเนียมหุ้มปิดมิดชิด และ Plug-In สามารถใส่แทนที่กันได้โดยไม่มีการดัดแปลง หรือเพิ่มเติมชิ้นส่วนใดๆ บัสเวย์ ที่ติดตั้งในระบบ แนวราบจะต้องมีจุดยึดหรือแขวนรองรับในระยะไม่เกิน 2 ม. บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวดิ่งจะต้องมี Vertical Hanger ที่เหมาะสมและรองรับจากโรงงานผู้ผลิตบัสเวย์ เพื่อยึดบัสเวย์ในแนวดิ่ง โดยเฉพาะติดตั้งที่พื้นแต่ละชั้นหรือในระยะไม่เกิน 4.80 ม.

1.2 Housing

Housing ของบัสเวย์เป็นชนิดหุ้มปิดมิดชิดทำด้วย Extruded Aluminum เพื่อช่วยในการระบายความร้อนและป้องกันการเกิดสนิม บัสเวย์ แบบ Plug-In จะมีช่องเปิดสำหรับเสียบ Plug-In Unit พร้อมฝาปิดแบบบานพับทุกช่องเปิด โดยบัสเวย์ที่ใช้ภายในอาคารต้องมีพิกัด Index of Protection ไม่น้อยกว่า IP54 หรือสูงกว่า และสำหรับภายนอกอาคารจะต้องมีพิกัด Index of Protection ไม่น้อยกว่า IP66 หรือดีกว่า

1.3 จุดต่อ (Joint)

จุดต่อของบัสเวย์จะต้องเป็นแบบ Bolt Joint พร้อมด้วย Belleville Washer เพื่อรักษาแรงอัดแน่น ที่เหมาะสม และต้องไม่สามารถปิดฝาครอบได้เมื่อมีการติดตั้งสลับเฟส

1.4 บัสบาร์

บัสบาร์ทำด้วยอะลูมิเนียมที่มีคุณสมบัติ 55% Conductivity หน้าคอนแทคของบัสบาร์จะต้องเคลือบด้วยเงินหรือดีบุก บัสบาร์จะต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิด Class B 130 องศา ตลอดความยาว (ยกเว้นบริเวณ จุดต่อและหน้าคอนแทค)

1.5 ช่องเปิด Plug-In

บัสเวย์ชนิด Plug-In จะต้องมีส่วนช่องเปิด Plug-In พร้อมฝาปิดแบบบานพับและช่องเปิดทุกช่องสามารถใช้งานได้พร้อมกัน จุดเชื่อมต่อระหว่าง Plug-In และ Plug-In Unit ต้องเคลือบด้วยเงินเพื่อการนำไฟฟ้าที่ดี

1.6 END CLOSER

ตอนปลายสุดของบัสเวย์จะต้องติดตั้ง END CLOSER ปิดไว้

1.7 Expansion Joint

ในกรณีบัสเวย์ติดตั้งผ่านโครงสร้างที่มี Construction Joint หรือติดตั้งบัสเวย์ในแนวตรงที่มีระยะหลายๆ ให้จัดเตรียม Expansion Joint ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.8 Flange End

บัสเวย์ที่ต่อเข้ากับแผงสวิตช์หรืออุปกรณ์อื่นจะต้องติดตั้ง Flange End เพื่อการยึดบัสบาร์เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.9 Plug-In Unit

Plug-In Unit จะต้องเป็นสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Rotary มี Mechanical Interlock กับบัสเวย์ เพื่อป้องกันการติดตั้งหรือถอดย้ายในขณะที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่ง Plug-In Unit จะต้องมีการ Ground Stab และกล่องของ Plug-In Unit จะต้องทำ Positive Ground Connection เข้ากับ Housing ของบัสเวย์ก่อนที่ขั้วของสวิตช์จะสัมผัสกับบัสบาร์ Plug-In Unit ทุกตัวจะต้องมี Interlock เพื่อป้องกันการเปิดฝาหน้าออก ในขณะที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่ง On โดย Plug-In Unit เป็นแบบ Circuit Breaker ที่มีค่า IC เท่ากับหรือไม่น้อยกว่า 50kA หรือตามที่ระบุในแบบ

1.10 Short Circuit Rating

บัสเวย์จะต้องผ่านการทดสอบ Short Circuit Test ตามมาตรฐาน IEC61439-6 จาก Third Party Lab ที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับในนานาชาติ เช่น DEKRA, KEMA, KEMA-KUER, ASTA, Asta Diamond Mark โดยบัสเวย์ขนาด 2000A ต้องมีค่าพิกัดการทนกระแสลัดวงจร เท่ากับหรือมากกว่า 70kA

1.11 การทดสอบ

บัสเวย์ที่เสนอใช้ในโครงการจะต้องผ่านการทดสอบหัวข้อการทดสอบ ตามมาตรฐาน IEC 61439-6 กำหนดจากสถาบัน Third Party ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับ เช่น DEKRA, KEMA, KEMA-KUER, ASTA, ASTA DIAMOND MARK เป็นต้น โดยจะต้องแสดง Certificate ของแต่ละพิกัดกระแสที่เสนอ ซึ่งสามารถตรวจสอบเลขที่ Certificate ได้จากเว็บไซต์ของสถาบัน Third Party โดย Certificate ต้องทดสอบ 12 รายการ ตาม IEC 61439-6

- (1) Verification of temperature rise
- (2) Dielectric properties
- (3) Short-circuit withstand strength
- (4) Lifting
- (5) Clearance and creepage distances
- (6) Degree of protection
- (7) Resistance to corrosion
- (8) Mechanical impact
- (9) Resistance of the enclosure to crushing
- (10) Properties of insulating material
- (11) Resistance to flame propagation
- (12) Fire resistance in building penetrations

2. สายไฟฟ้าแรงสูง

- 2.1 สายไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ร้อยในท่อ หรือวางในรางเดินสายใดๆ ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ตามมาตรฐาน ICEA (Insulated Cable Engineers Association) และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าฯ โดยมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน NEMA ดังนี้
 - (1) ตัวนำเป็นเส้นลวดทองแดงหลายเส้นรวมกัน (Stranded Wire)
 - (2) รอบๆ ตัวนำพันหุ้มด้วยเทปสารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) ทำหน้าที่เป็น Conductor Shield
 - (3) รอบๆ ฉนวน XLPE พันหุ้มด้วยฉนวนเทปสายกึ่งตัวนำ และลวดทองแดง (Copper Wire) อีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่เป็น Insulation Shield
 - (4) เปลือกนอกของสาย (Jacket) เป็น Polyethylene
- 2.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงชนิดหุ้มฉนวน XLPE ต้องมีอุปกรณ์เฉพาะ (Termination Kit) ซึ่งผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ และถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

3. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

- 3.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ สายไฟฟ้าแรงต่ำโดยทั่วไปจะต้องทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70°C ตาม มอก.11-2553
- 3.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้า ตัวนำแกนเดียว (Single-core) และตัวนำหลายแกน (Multi-core) ตาม มอก.11-2553, IEC 01
- 3.3 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้ง แบบตัวนำแกนเดียว และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้ม ด้วยฉนวน พีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก.11-2553 ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- 3.4 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนเป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนหรือกรณีที่คุณควบคุมงานเห็นชอบให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซีสองชั้นตาม มอก.11-2553
- 3.5 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้า ที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandest Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 3.6 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตร.มม. ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 3.7 ขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อยแสงสว่างและเต้ารับให้ใช้สาย 2.5 ตร.มม. สายดินฉนวนสีเขียวขนาด 2.5 ตร.มม.
- 3.8 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบรวมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

4. การติดตั้ง

4.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

- (1) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- (2) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- (3) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- (4) การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

4.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- (1) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- (2) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำไม่เกิน 10 มม² ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V.
- (3) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 มม² และไม่เกิน 240 มม² ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- (4) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้า แต่ละชนิด
- (5) ปลาดสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า ดังนี้

- 6.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ติดตั้งวงจร และสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุกๆ กรณี
- 6.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองข้าง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุกๆ กรณี
- 6.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 V หรือ 1000 V

On

หมวดที่ 10. ระบบต่อลงดิน

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า โคมไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้

- (1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน
- (2) มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ TSES. 24-1984 การต่อลงดิน
- (3) National Electrical Code (NEC) Article 250
- (4) National Fire Protection Association NFPA No.78
- (5) มาตรฐาน ว.ส.ท EIT Standard

1. หลักสายดิน (Ground Rod)

หลักสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8" และยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Ground-Meter การปักหลักสายดินต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตรเท่าๆ กัน โดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบและการเชื่อมต่อทั้งหมดให้ใช้ผงโลหะเชื่อมต่อละลายเป็นเนื้อเดียวกันด้วยความร้อน

2. สายดิน (Ground Conductor)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินในวัตถุประสงค์ต่างๆ ต้องเป็นดังนี้

2.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground) เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดินขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)
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 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ให้มีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นโดยขนาดของสายดิน ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้นๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
6 – 16	1.5 – 2.5
20 – 25	4
30 – 63	6
90 – 100	10
125 – 200	16
225 – 400	25
500	35
600 – 800	50
1,000	70
1,200 – 2,000	95
1,600 – 2,000	120
2,500	185
,3000 – 4,000	240
5,000 – 6,000	400

3. การติดตั้ง และการทดสอบ

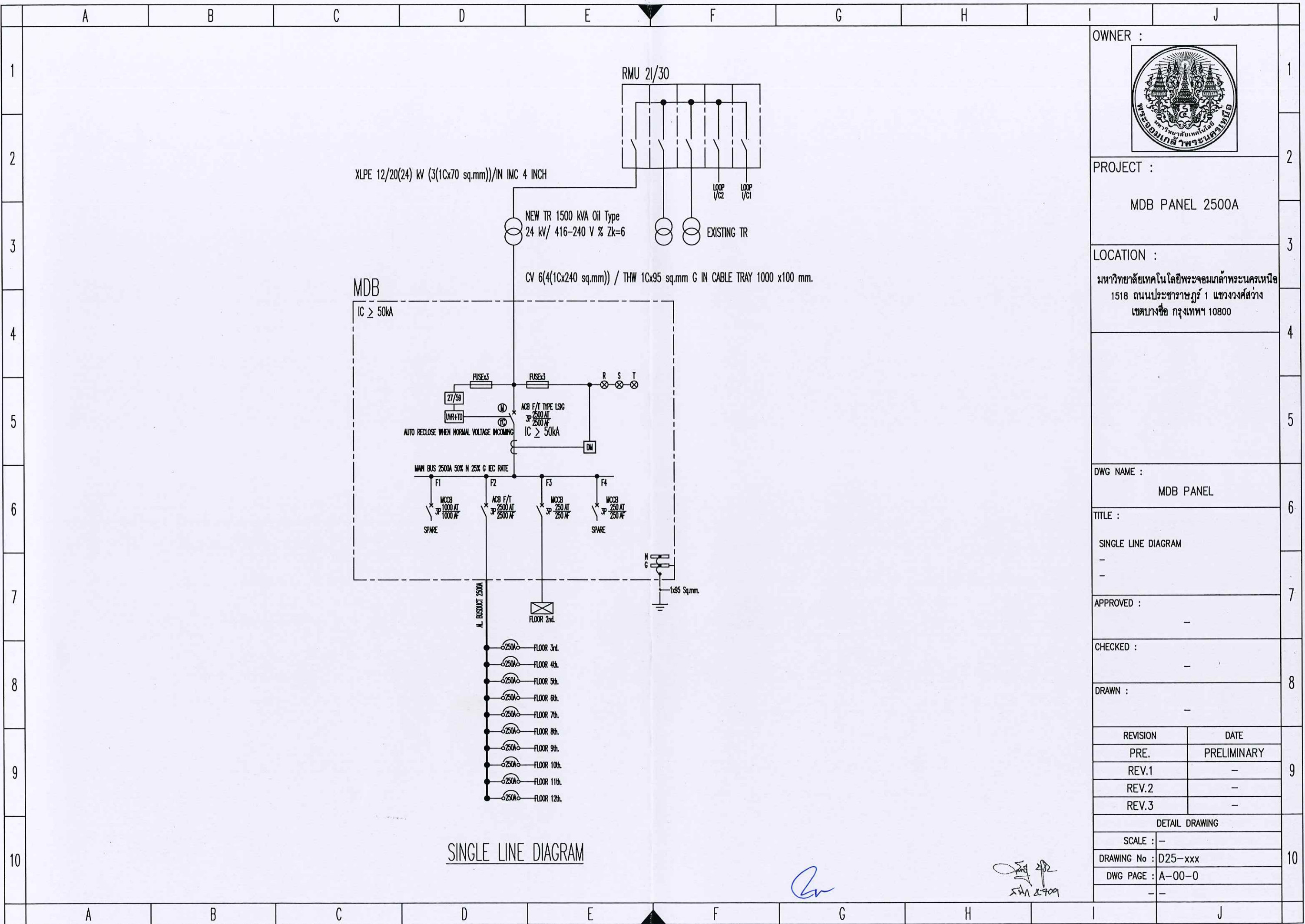
ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ต่อท่อต่างๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวรและได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน การเดินสายดินให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์ สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดินสายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้ สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร การตรวจสอบให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานที่อ้างอิง

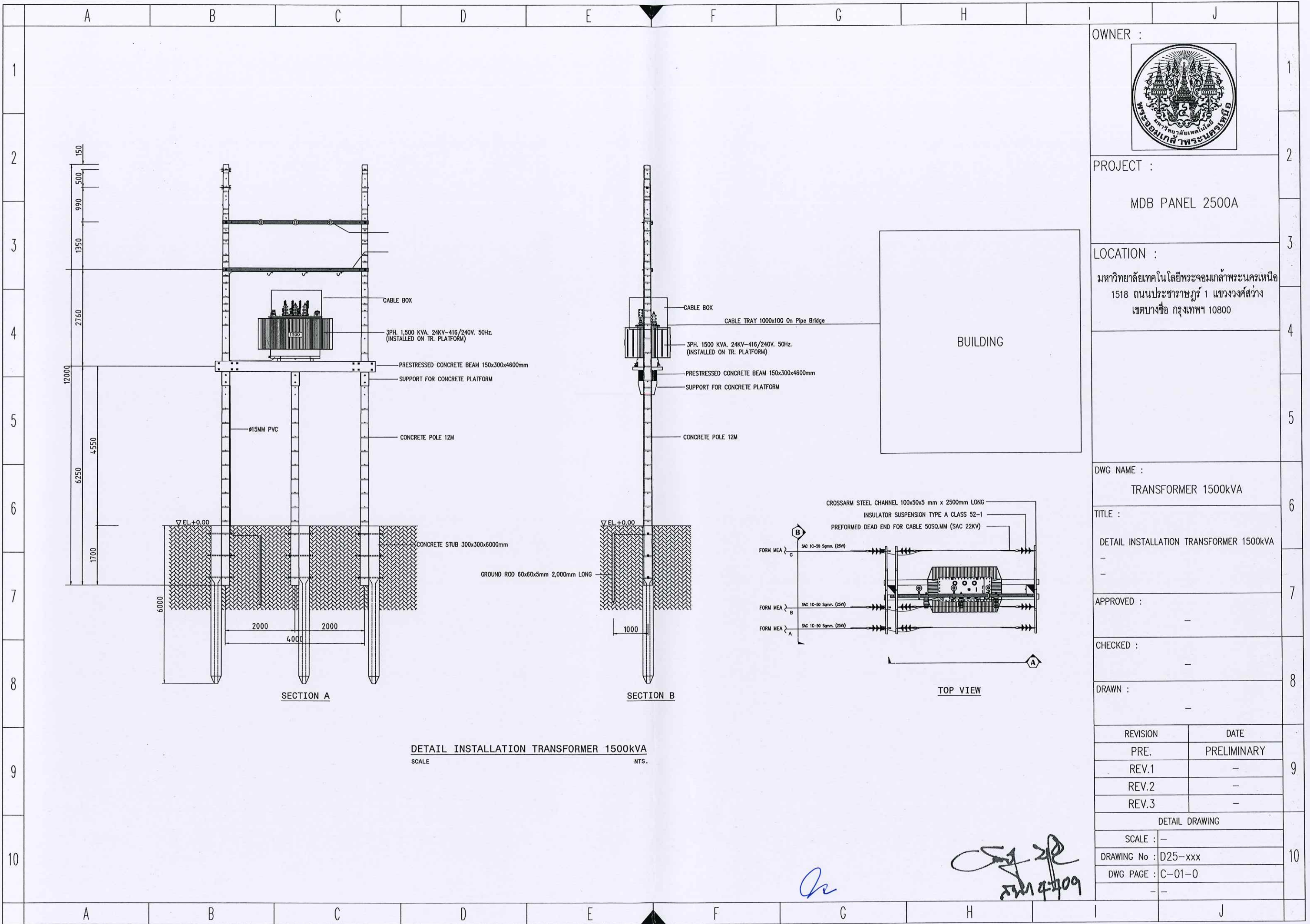
หมวดที่ 11. รายการวัสดุอุปกรณ์

รายการวัสดุอุปกรณ์ต่อไปนี้ เป็นรายการที่ยอมรับให้นำมาใช้กับโครงการนี้ วัสดุอุปกรณ์ทุกรายการที่ผู้รับจ้างเสนอขออนุมัตินั้น ควรเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่มีประวัติการใช้งานยาวนานพอสมควรโดยสามารถพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดีไม่มีข้อบกพร่องหรือความเสียหายที่ร้ายแรง วัสดุอุปกรณ์ทุกรายการจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายที่ถูกต้องตามกฎหมายไทย มีทีมงานซ่อมบำรุงที่สามารถติดต่อได้ตลอด

- (1) หม้อแปลงไฟฟ้า : เจริญชัย, เอกรัฐ, ABB, SIEMENS, SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
- (2) RING MAIN UNIT : ABB, SIEMENS, OMAZABAL, LS, SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
- (3) เบรกเกอร์ : SCHNEIDER, KLOCKNERMOELLER, SIEMENS, GE, ABB, FEDERAL หรือเทียบเท่า
- (4) ตู้สวิตช์บอร์ด : PMK, ASEFA, VRV, RKP SOLUTION หรือเทียบเท่า
- (5) ระบบสายดินและล่อฟ้า : KUMWELL, CADWELD, UI, FURSE หรือเทียบเท่า
- (6) BUS WAY : WETOWN, DE BUSDUCT, SIEMENS, EAE, POWER BAR หรือเทียบเท่า
- (7) DIGITAL METER : RTR, E-POWER, CHAUVIN, PSL หรือเทียบเท่า
- (8) SURGE PROTECTION DEVICE : CITER, EATON, MCG, ABB หรือเทียบเท่า
- (9) สายไฟแรงสูง : BANGKOK CACLE, THAI YAZAKI, PHELPS DODGE หรือเทียบเท่า
- (10) ท่อร้อยสาย : PANASONIC, ARROW, KIT, UNION หรือเทียบเท่า







PROJECT :

MDB PANEL 2500A

LOCATION :

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

DWG NAME :

TRANSFORMER 1500kVA

TITLE :

DETAIL INSTALLATION TRANSFORMER 1500kVA

APPROVED :

CHECKED :

DRAWN :

REVISION	DATE
PRE.	PRELIMINARY
REV.1	—
REV.2	—
REV.3	—

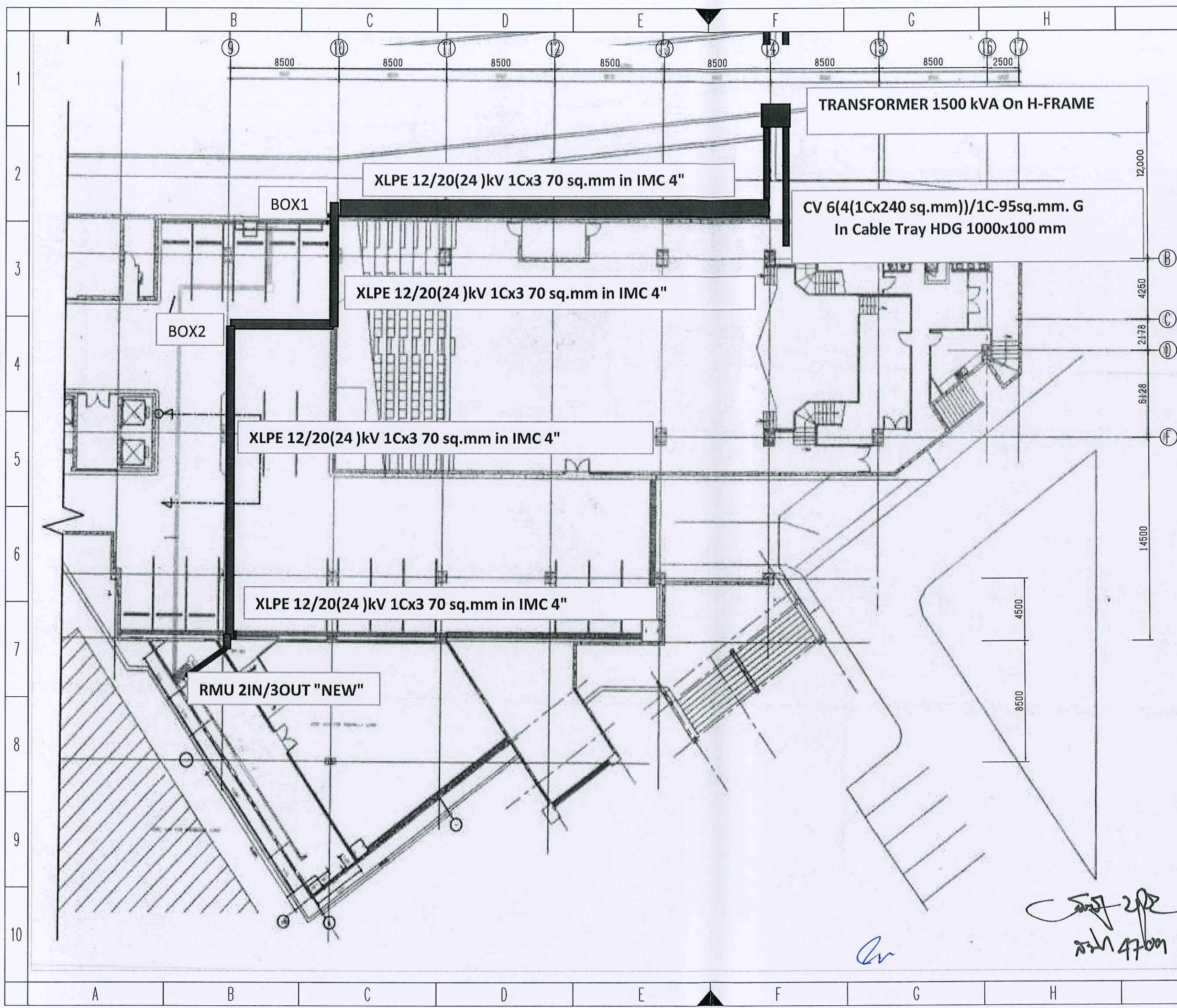
DETAIL DRAWING

SCALE : —

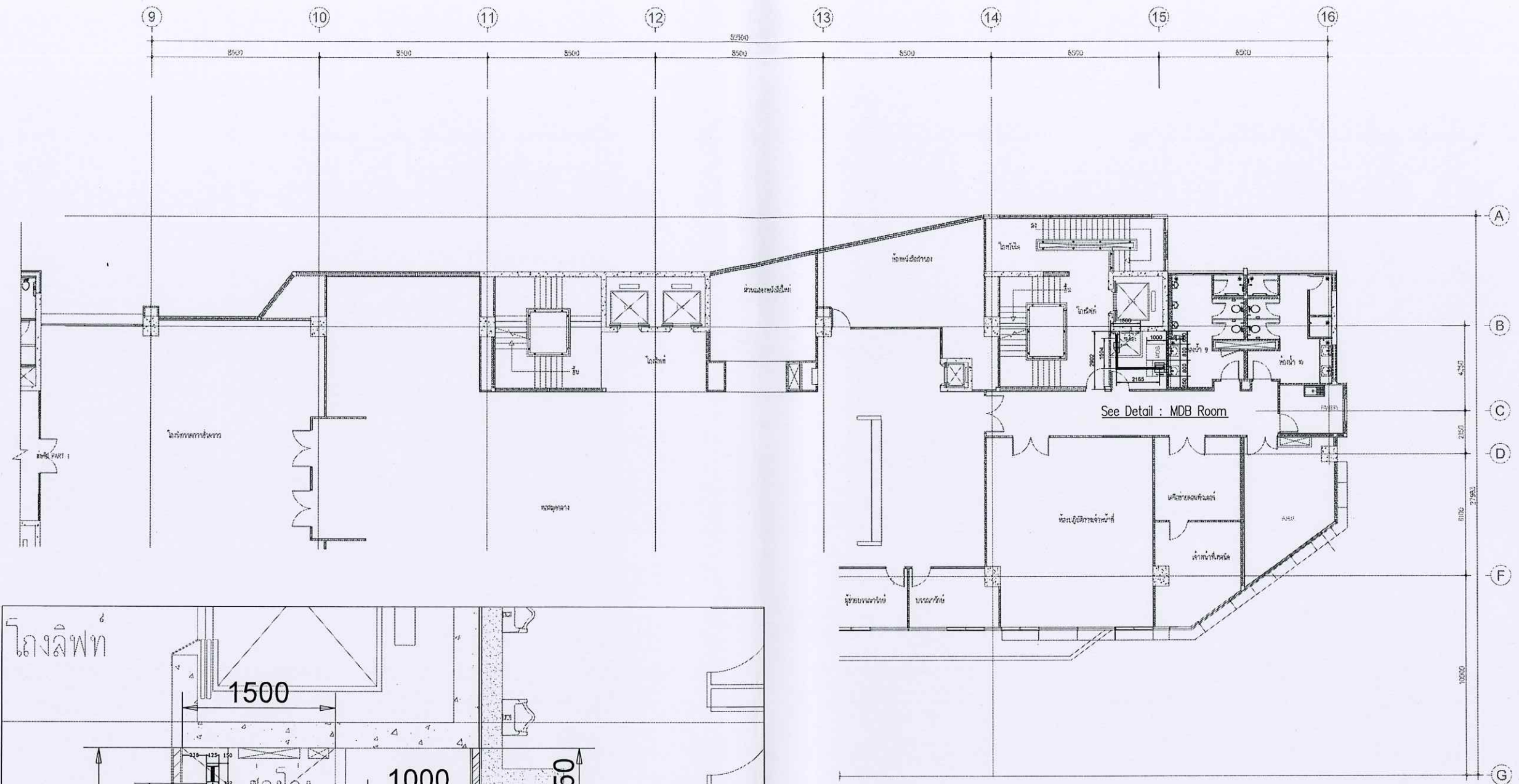
DRAWING No : D25—xxx

DWG PAGE : C-01-0

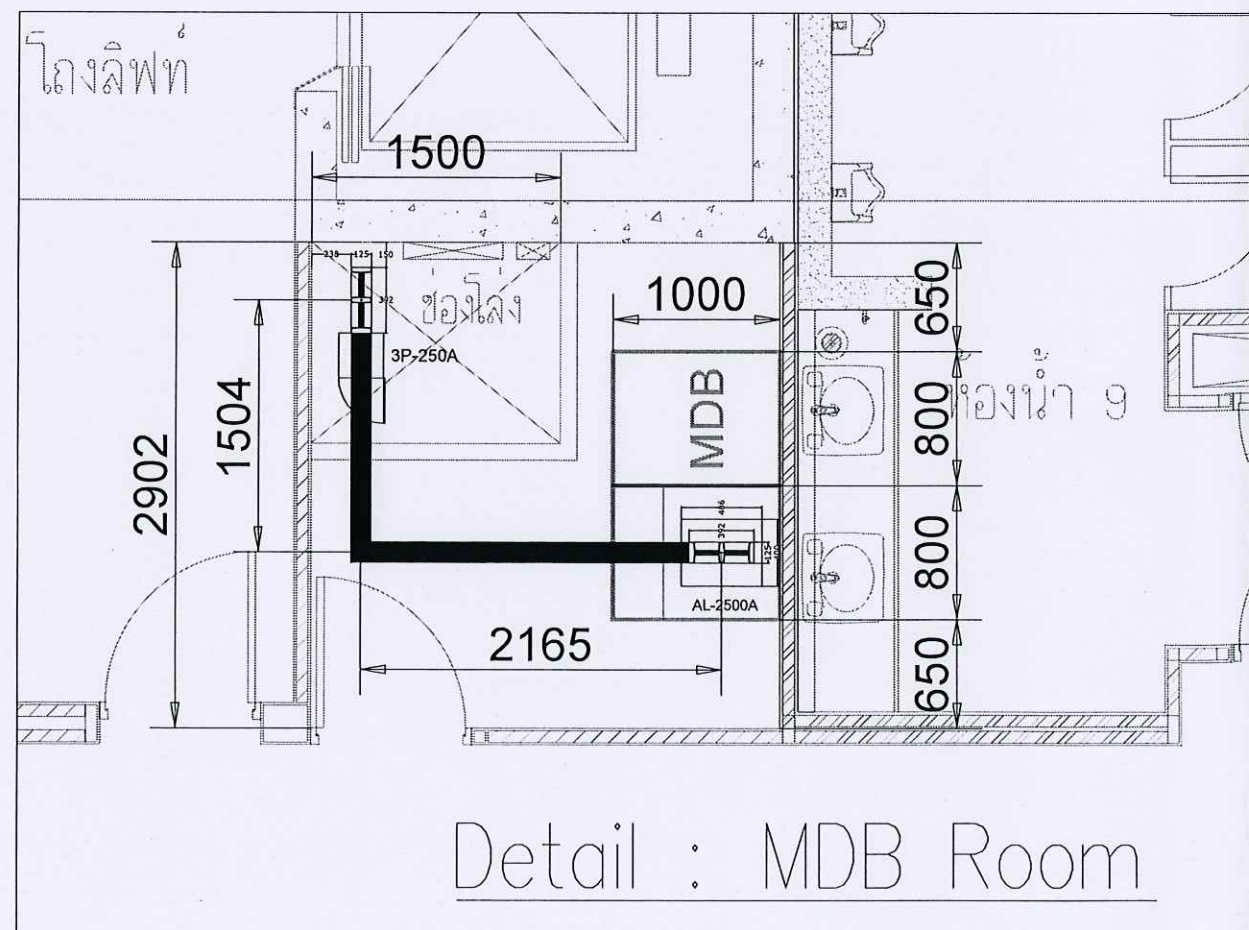
Signature and date: 25/4/09



OWNER :			
PROJECT :		MDB PANEL 2500A	
LOCATION :		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800	
DWG NAME :		ROOT CABLE KMUT NB	
TITLE :		ROOT CABLE KMUT NB	
APPROVED :		-	
CHECKED :		-	
DRAWN :		-	
REVISION	DATE		
PRE.	PRELIMINARY		
REV.1	-		
REV.2	-		
REV.3	-		
DETAIL DRAWING			
SCALE :		-	
DRAWING No :		D25-xxx	
DWG PAGE :		D-01-0	



POWER, TELEPHONE, COMPUTER FOR 2ND FLOOR (PART 2)



Detail : MDB Room

SP2
รพท 4709

JOB NAME : อาคารบริการวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		
DRAWING BY : SiKARin	SCALE : NOT TO SCALE	SHEET NO : 1 / 2
DATE : 28/05/2025	REV : 1	

Bill of Quantities

บัญชีแสดงปริมาณและราคา

โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแนวตั้ง จำนวน 1 งาน

อาคารนวมินทร์ราชินี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

En

แบบสรุปราคากลางงานปรับปรุง

ชื่อโครงการ

โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแวนดิ่ง จำนวน 1 งาน

สถานที่ปรับปรุง

อาคารนวมินทร์ราชินี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบเลขที่

-

หน่วยงานเจ้าของโครงการ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบ ปร.4 และ ปร. 5 ที่แนบ

มีจำนวน 4 หน้า

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	หมวดงานระบบไฟฟ้า-ไฟฟ้าแสงสว่าง	7,106,715.84	
2	หมวดค่าใช้จ่ายพิเศษ	40,000.00	
รวมเงินค่าปรับปรุงทั้งหมด		7,146,715.84	



แบบสรุปค่าปรับปรุง

กลุ่มงาน/งาน -

ชื่อโครงการ โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแนวตั้ง จำนวน 1 งาน

สถานที่ปรับปรุง อาคารนวมินทร์ราชินี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบเลขที่ -

หน่วยงานเจ้าของโครงการ สำนักหอสมุดกลาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบ ปร. 4 ที่แนบ มีจำนวน 3 หน้า

หน่วย : บาท

ลำดับที่	รายการ	ค่างานต้นทุน	ค่าดำเนินการและกำไร	ค่าปรับปรุง	หมายเหตุ
1	หมวดงานระบบไฟฟ้า-ไฟฟ้าแสงสว่าง	5,775,470.00	15.0%	6,641,790.50	
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม		7%	464,925.34	
	รวม			<u>7,106,715.84</u>	
2	หมวดค่าใช้จ่ายพิเศษ	40,000.00		40,000.00	
รวมสุทธิ				<u>7,146,715.84</u>	

22

แบบ ปร.4(ก) แผ่นที่ 1

ประมาณราคา โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแนวตั้ง จำนวน 1 งาน

สถานที่ปรับปรุง อาคารนวมินทรราชินี มจพ.

ใบสรุปรวมราคา

[illegible]

ลงชื่อ ประमाणการ

[Signature]

แบบ ปร.4 แผ่นที่ 2

[illegible]

ลงชื่อ ประบวนการ

แบบ ปร.4 แผ่นที่ 3

[illegible]

ลงชื่อ ประมาณการ

Con