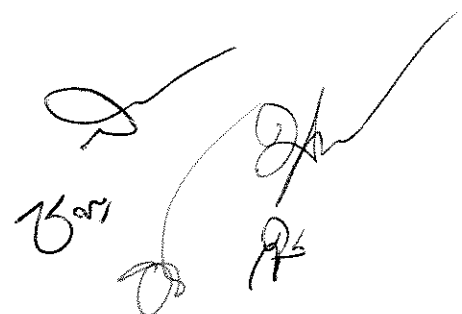


ข้อกำหนดประกอบแบบ

โครงการนำสายไฟฟ้าลงดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

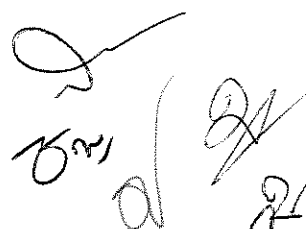
ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร



Handwritten signatures and initials in black ink, including a signature on the left, a signature on the right, and initials 'Bor' and 'R' below them.

สารบัญ

หมวดที่ 1	ข้อกำหนดทั่วไป	3
หมวดที่ 2	ข้อกำหนดและขอบเขตของงานนำสายไฟฟ้าลงดิน	9
หมวดที่ 3	วัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า	16
	3.1 สายไฟฟ้าแรงสูง	16
	3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า	18
	3.3 Unit Substation	22
	3.4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ	29
หมวดที่ 4	การติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า	38
หมวดที่ 5	อุปกรณ์มาตรฐาน (Standard Equipments)	45

Handwritten signature and initials in black ink, located at the bottom right of the page. The signature is stylized and appears to be 'S' followed by some illegible characters. Below it are several initials, including 'S', 'a', and 'H'.

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ

ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างโครงการและดำเนินการเพื่อติดตั้งระบบไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และอุปกรณ์ ประกอบ โดยที่การดำเนินการดังกล่าว ต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ทุกประการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

2. สภาพแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ต้องมีความเหมาะสม ที่จะใช้งานในประเทศร้อนได้ดี ภายใต้สภาวะแวดล้อมดังนี้

▪ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	40 °C
▪ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี	30 °C
▪ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี	79%
▪ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย	84%

3. มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

3.1 มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์

มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการประกอบและการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ,มาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงและมาตรฐานล่าสุดอันใดอันหนึ่งของ FAA, IEC, TISI, IEC, VDE, NEMA และ NEC ฯลฯ โดยที่มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงเป็นไปตามมาตรฐานของสถาบันแต่ละประเภทของอุปกรณ์ และ/หรือ ประเภทของงานต่าง ๆ มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

ANSI	-	American National Standard Institute
ASTM	-	American Society of Testing Materials
BS	-	British Standard
DIN	-	Deutscher Industries Normen (German Industrial Standard)
EIT	-	The Engineering Institute of Thailand
IEC	-	International Electro Technical Commissions
MEA	-	Metropolitan Electricity Authority
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	-	National Fire Protection Association
PEA	-	Provincial Electricity Authority
TISI	-	Thai Industrial Standard Institute

UL	-	Underwriter's Laboratories, Inc.
VDE	-	Verband Deutscher Electro techniker (German Electrical Regulation and Codes)
JIS	-	Japanese Industrial Standard (JAPAN)
ICAO	-	International Civil Aviation Organization
FAA	-	Federal Aviation Administration

3.2 เกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

การติดตั้งและใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 และ/หรือ เล่มล่าสุดของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือกฎการไฟฟ้า ๔ ในกรณีที่วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือ กฎของการไฟฟ้า ๔ มิได้ระบุไว้ให้ เป็นไปตามมาตรฐานของ FAA, IEC, NEC, และ/หรือ VDE ในเรื่องนั้น ๆ และประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

4.ขอบเขตของงานทั่วไป

4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ รวมถึงแรงงาน เครื่องมือ เครื่องใช้ สถานที่เก็บของงานไฟฟ้าและงานอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้งานเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ หรือนำวัสดุอุปกรณ์ที่ได้ผ่านการทดสอบมาตรฐานดังกล่าวในข้อ 4.1 ตามมาตรฐานต่างๆ ที่อ้างอิงในวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ

4.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งงานไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่ระบุ และติดตั้งงานไฟฟ้า ให้ถูกต้องตามกฎของการไฟฟ้า๔ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้างกล่าว

4.4 ผู้รับจ้างต้องรับแก้ไขงานที่ผิดกฎ และ/หรือมาตรฐานดังกล่าวให้ถูกต้อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

4.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยให้พนักงานดำเนินงานให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดต่างๆ อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

4.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีวิศวกรโยธา ซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพภาควิศวกรโยธาและวิศวกรไฟฟ้าซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพภาควิศวกรไฟฟ้า ซึ่งมีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี มาตรวจสอบดูแลควบคุมการก่อสร้าง ณ สถานที่ ตลอดระยะเวลาที่ทำการงานก่อสร้างงาน โครงการนี้ เพื่อที่มหาวิทยาลัย สามารถติดต่อได้ตลอดเวลา และบุคคลดังกล่าวต้องสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาแทนผู้รับจ้างตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างและวิศวกรผู้ออกแบบของมหาวิทยาลัยเสนอได้ทันที และผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าที่มีใบประกอบวิชาชีพสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ลงนามรับรองผลการทำงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด

4.7 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงาน ไฟฟ้าในแต่ละระบบ

4.8 ผู้รับจ้างต้องมีพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จทันความต้องการของผู้ว่าจ้าง

4.9 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ถอนพนักงานในลักษณะก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น หรือ ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานคนใหม่ที่มีความชำนาญมาแทน โดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

4.10 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคลและทรัพย์สินของพนักงานผู้รับจ้างเอง

5. วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียด และ/หรือ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ติดตั้งพร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิคให้ผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบมีตัวอย่างหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนนำไปทำการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง หากตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง โดยไม่มีการขยายระยะเวลาการก่อสร้าง และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

5.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ ได้มาตรฐานสากล อยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์ และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน หรือเก่าเก็บ

5.3 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ตามสภาพและความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง

5.4 ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่เท่าที่แสดงไว้ในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนด ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่ไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

5.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการคำนวณที่จำเป็น เช่น การคำนวณตรวจสอบค่ากระแสลัดวงจร ค่าแรงดันไฟฟ้าตก ฯลฯ โดยใช้ข้อมูลจากวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้งเป็นต้น เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาตรวจสอบอนุมัติ

5.6 หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนด และ/หรือแสดงด้วยตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างไว้ ต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นๆ มาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าวพร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์การเปรียบเทียบคุณสมบัติจากสถาบันที่เป็นที่ยอมรับในเรื่องนั้นๆ (ระดับชาติ หรือนานาชาติ) จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างโดยทันที โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น

5.7 วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการช่วยทำให้งานไฟฟ้าใช้งานได้ดี ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ถึงแม้ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดก็ตาม แต่หากเป็นหลักปฏิบัติทั่วไปทางด้านวิชาชีพวิศวกรรมก็เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง

5.8 ผู้รับจ้างต้องจัดหาให้มีช่องทางเข้าเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อความสะดวกสำหรับการขนส่ง และการซ่อมบำรุงรักษา

Handwritten signatures and initials at the bottom right of the page, including a large signature and the initials 'Bm'.

5.9 ผลผลิตขั้นของวัสดุอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างทำการขออนุมัติ ซึ่งไม่ได้มีรายชื่ออยู่ใน รายชื่อให้อนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ โดยสามารถขอทำการเปรียบเทียบเท่าคุณสมบัติได้ โดยต้องมีเปรียบเทียบ และรับรองคุณสมบัติ จากสถาบันที่เป็นที่ยอมรับในเรื่องนั้น ๆ (ระดับชาติ หรือนานาชาติ)

5.10 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพให้ครบและถูกต้องตามรูปแบบและรายการทุกประการ และต้องจัดหามาให้ครบถ้วนทันเวลา วัสดุที่จำเป็นต้องสั่งจากต่างประเทศหรือทำขึ้นใหม่เป็นพิเศษหรือของที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวนจำกัด ผู้รับจ้างจะต้องสั่งเพื่อให้ทันกับระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน จะอ้างภายหลังว่า วัสดุนั้นๆ ขาดตลาดเพื่อขออนุญาตเปลี่ยนแปลงวัสดุ วัสดุเนื่องาน หรือใช้เป็นเหตุผลในการขอต่ออายุสัญญาการดำเนินการไม่ได้ อุปกรณ์และเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทำงานนี้ จะต้องใช้ชนิดที่มีคุณภาพและใช้งานได้ดี ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้ทันเวลาและจำนวนเพียงพอ โดยกำหนดในรายละเอียดเครื่องมือพร้อมจำนวนในแผนงานด้วย

6. เครื่องมือ

6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ ช่างฝีมือที่ชำนาญงานเฉพาะงานนั้นๆ ตลอดจนแรงงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการทำงานตามสัญญาให้เป็นที่ไปตามแบบรูปและรายการ ถูกต้องตามข้อเท็จจริง ทันตามกำหนดเวลา

6.2 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับ ใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่ เพียงพอ

6.3 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ผู้รับจ้างเพิ่ม และ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวน และ/หรือชนิดของเครื่องมือให้ ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

7. ป้ายโครงการ (ข้อกำหนดพิเศษ (คณะกรรมการว่าด้วยการพัสดุ) ปฏิบัติตามมติคณะรัฐมนตรี)

7.1 ให้ส่วนราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น หน่วยงานอื่นซึ่งกฎหมายบัญญัติให้มีฐานะเป็นราชการบริหารส่วนท้องถิ่น และรัฐวิสาหกิจ ทั่วประเทศที่มีงานก่อสร้างซึ่งมีค่างานตั้งแต่ 1 ล้านบาทเป็นต้นไป ติดตั้งแผ่นป้ายแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับงาน ก่อสร้าง ไว้ ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างโดยกำหนดเป็นเงื่อนไขในสัญญาจ้างให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ ในการดำเนินการดังกล่าว

7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผ่นป้ายแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับงานก่อสร้าง โดยให้มีรายละเอียดในการประกาศ ดังนี้

- 7.2.1 หน่วยงานเจ้าของโครงการสถานที่ติดต่อและหมายเลขโทรศัพท์พร้อมดวงตราหน่วยงานเจ้าของโครงการ
- 7.2.2 ประเภทและชนิดของสิ่งก่อสร้าง
- 7.2.3 ปริมาณงานก่อสร้าง
- 7.2.4 ชื่อ ที่อยู่ ผู้รับจ้าง พร้อมหมายเลขโทรศัพท์
- 7.2.5 ระยะเวลาการก่อสร้าง
- 7.2.6 วงเงินค่าก่อสร้าง
- 7.2.7 ชื่อเจ้าหน้าที่ของส่วนราชการผู้ควบคุมงาน พร้อมหมายเลขโทรศัพท์
- 7.2.8 กำลังก่อสร้างด้วยเงินภาษีอากรของประชาชน

8. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

8.1 ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการย้าย ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอุปกรณ์เดิมของผู้ว่าจ้างว่าทำงานได้สมบูรณ์หรือไม่หากทำงานไม่ได้สมบูรณ์ให้แจ้งผู้ว่าจ้างเพื่อดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ก่อนดำเนินการย้าย

8.2 ในการดำเนินการย้าย ผู้รับจ้างต้องทำตามรูปแบบโดยต้องจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการย้ายทั้งหมดโดยผู้รับจ้างต้องจ่ายค่าใช้จ่ายเอง สำหรับสายไฟและคอนเนคเตอร์ต้องใช้ของใหม่ทั้งหมด และดำเนินการย้ายสำเร็จเรียบร้อยต้องใช้งานได้สมบูรณ์

8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า และประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

8.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการส่งเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังสถานที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

8.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

8.6 ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงยังสถานที่ติดตั้ง เพื่อจะได้ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวให้ถูกต้องตามที่ได้รับอนุมัติ ก่อนที่จะนำไปสถานที่เก็บรักษาต่อไป

9. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

9.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณสถานที่ก่อสร้างอาคารเอง

9.2 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ อันอาจจะเกิดขึ้น เช่น การสูญหาย เสื่อมสภาพหรือ ถูกทำลาย เป็นต้น จนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

10. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

10.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบและข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าถึงข้อกำหนด และเงื่อนไขต่างๆ โดยแจ้งชัด

10.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรม และ โครงสร้าง พร้อมๆ ไปด้วยกับแบบทางวิศวกรรมเครื่องกลและสุขาภิบาลก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้ด้วยดี ไม่ขัดแย้งกับระบบอื่นๆ มีความถูกต้องทางด้านเทคนิค และสามารถบำรุงรักษาในภายหลังได้ตามความต้องการ

10.3 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบระดับแรงดันของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงจากแบบเปรียบเทียบกับกรไฟฟ้า เพื่อกำหนดระดับแรงดันของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับการไฟฟ้า

10.4 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแบบเปรียบเทียบกับกรไฟฟ้า ในกรณีที่มิใช่ข้อขัดแย้งให้สอบถามจากผู้ออกแบบก่อนการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์เพื่อสรุปการแก้ไขเปลี่ยนแปลง ถ้าผู้รับจ้างไม่ดำเนินการตามขั้นตอนและเกิดผลเสียต่อโครงการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อผลเสียนั้นๆ

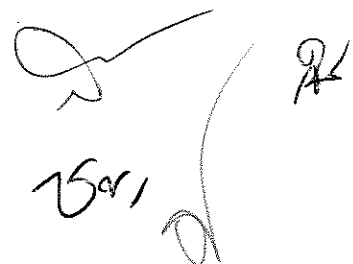
10.5 เมื่อมีข้อขัดแย้ง ข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและข้อกำหนด ให้สอบถามจากผู้ว่าจ้าง และ/หรือผู้ออกแบบ โดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ต้องใช้วัสดุ และ/หรืออุปกรณ์มีคุณภาพที่ดีกว่าและ/หรือมีจำนวนครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องรีบแก้ไขงานดังกล่าวให้ถูกต้องตามข้อสรุปโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

11. การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และ วัสดุอุปกรณ์

11.1 การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ ข้อกำหนดวัสดุและอุปกรณ์ อันเนื่องมาจาก แบบและข้อกำหนด ขัดกัน หรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้าง โดยทำหนังสือ และแบบประกอบเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบก่อน อย่างน้อย 14 วัน จึงจะดำเนินการได้

11.2 ถ้างานไฟฟ้าส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้งหรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ผิดไปจากแบบและ ข้อกำหนด หรือใช้ วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการสั่งให้ ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการแก้ไข ให้ถูกต้องทันที แต่ความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุให้ยี่สิบวันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อ แก้ว ต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

11.3 ในกรณีที่ผลผลิตกันซ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความ ไม่เหมาะสมหรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบในการแก้ไขเปลี่ยนแปลง ให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นแต่เพียง ผู้เดียว



15cr,

หมวดที่ 2 ข้อกำหนดและขอบเขตของงานนำสายไฟฟ้าลงดิน

2.1 วัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ตั้งอยู่บนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จะทำการปรับปรุงงานระบบไฟฟ้าแรงสูงลงใต้ดิน, ท่อร้อยสายโทรศัพท์, ระบบคาน้ำดี, ระบบกล้องวงจรปิดและระบบเสียงประกาศภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ดังรายละเอียดแสดงในแบบรูปและรายการ

1. ข้อกำหนดทั่วไปของงานระบบไฟฟ้า

1.1 ทั่วไป

ระบบไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้า

1.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ทุกประการ

1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

1.3.1. ระบบไฟฟ้า

- ระบบไฟฟ้าแรงสูงเป็น 3 เฟส 3 สาย 24 kV, 50 Hz ขึ้นกับการไฟฟ้านครหลวง
- ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็น 3 เฟส 4 สาย 230/400 V, 50 Hz ใช้ระบบการต่อสายแบบ Y และใช้ Solid Ground
- ระบบควบคุมให้เป็นตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนด

1.3.2 ระบบ สีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้

- | | |
|---------------|------------------|
| -สายเฟสเอ | สีน้ำตาล |
| -สายเฟสบี | สีดำ |
| -สายเฟสซี | สีเทา |
| -สายศูนย์ (N) | สีฟ้า |
| -สายดิน (GND) | สีเขียวแถบเหลือง |
- สายที่ผลิตแต่เพียงสีเขียวให้ทาสีหรือทอป่นที่ปลายสายทั้ง 2 ข้างด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสาย

และต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับบัสบาร์ให้ทาสีหรือติดเทปตามระบบสีดังกล่าว

1.3.3 ระบบสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นดังนี้

- | | |
|------------------------------|----------|
| -ระบบไฟฟ้าปกคิ | สีส้ม |
| -ระบบไฟฟ้าลูกเดิน | สีเหลือง |
| -ระบบโทรศัพท์ | สีเขียว |
| -ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ | สีแดง |
| -ระบบรักษาความปลอดภัย | สีขาว |
| -ระบบควบคุม | สีฟ้า |

2.2 ขอบเขตของงาน

ในการดำเนินการก่อสร้างตามโครงการนี้ ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องเป็นผู้ดำเนินการออกแบบ กำหนด จัดทำแบบรายละเอียด รายงานและเอกสารข้อมูลทางเทคนิคอื่น ๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ พร้อมลงนามรับรองโดยผู้มีอำนาจของฝ่ายผู้รับจ้างยื่นเสนอต่อมหาวิทยาลัย เพื่อพิจารณาอนุมัติ ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

แบบรูปและรายละเอียดประกอบแบบของมหาวิทยาลัย เป็นความต้องการหลักของมหาวิทยาลัย ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการแสดงขอบเขตของงานประกวดราคาเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการออกแบบรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็นเพิ่มเติม เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแบบ รายละเอียดประกอบแบบ สภาพพื้นที่ในการติดตั้ง และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา

ปริมาณงานและตารางราคาที่แสดงไว้ในเอกสารราคากลาง ใช้เพื่อประมาณราคาค่าก่อสร้างเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อปริมาณงานและราคาที่แท้จริง เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย

งานที่ผู้รับจ้างจะต้อง ออกแบบ จัดทำ ก่อสร้าง และติดตั้ง โดยมีรายการตามแบบรูป และข้อ กำหนดประกอบแบบ และมีขอบเขตงานที่ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังนี้

2.2.1. งานก่อสร้างระบบท่อร้อยสายใต้ดิน

- งานก่อสร้างท่อร้อยสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดิน และบ่อพักสายใต้ดิน โดยวิธี Horizontal directional drill
- งานก่อสร้างท่อร้อยระบบสื่อสารใต้ดิน และบ่อพักสายใต้ดิน โดยวิธี Horizontal directional drill
- งานก่อสร้างท่อ Riser สำหรับระบบสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินที่ RS-02,RS-03,RS-04,RS-06,RS-07,RS-08,RS-09
- งานก่อสร้างท่อ Riser สำหรับระบบสายโทรศัพท์และดาต้าเน็ตเวิร์กใต้ดินชั้นที่เสาและตู้พักสายไฟเบอร์ออปติก

2.2.2 งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูง

- งานก่อสร้างฐานพร้อมติดตั้ง UNIT SUBSTATION จำนวน 1 ชุด
- งานปรับปรุงอุปกรณ์บนหัวเสาไฟฟ้าสำหรับระบบสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินที่ RS-01,RS-02,RS-03,RS-04, RS-06,RS-07,RS-08,RS-09,RS-10, RS-11
- งานก่อสร้างเสาไฟฟ้า RISER POLE พร้อมอุปกรณ์บนหัวเสา สำหรับระบบสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินที่ RS-05

2.2.3 งานก่อสร้างสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดิน

- งานก่อสร้างสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินที่ RS-01,RS-02,RS-03,RS-04,RS-05,RS-06,RS-07,RS-08,RS-09 และ

RS-10 ถึง RS-11

- งานทดสอบเคเบิลแรงสูง (DC High potential test and insulation test) และงานทดสอบระบบต่อลงดิน (Ground resistance test) ทั้งหมด

2.2.4 งานรื้อถอน// ตัดต่อระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำของเดิม

- รื้อย้ายหม้อแปลง TX-21 ไปติดตั้งในตู้ UNIT SUBSTATION ตัดต่อสายเมนแรงต่ำที่ใช้งานจากหม้อแปลงเข้าระบบให้ใช้งานได้ปกติ และรื้อชุดนั่งร้านหม้อแปลงเดิม ส่งคืนให้มหาวิทยาลัย

- รื้อย้ายหม้อแปลง TX-15 เดิม ไปติดตั้งข้าง 7-Eleven โดยรื้อหม้อแปลง TX-10 เดิมข้าง 7-Eleven มาติดตั้งบนเสา

ที่บีกใหม่ข้าง RS-10 ตัดต่อสายเมนแรงต่ำที่ใช้งานจากหม้อแปลงเข้าระบบให้ใช้งานได้ปกติ

- รื้อหม้อแปลง TX-16 และเสาไฟฟ้าส่งคืนให้มหาวิทยาลัย ตัดต่อสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำจาก TX-16 เดิม ติดตั้งเป็นระบบไฟฟ้าแรงต่ำได้คืน เข้ากับหม้อแปลง TX-15 เข้าระบบให้ใช้งานได้ปกติ
- รื้อถอนสายไฟฟ้า, เสาไฟฟ้า และอุปกรณ์แรงสูงบนหัวเสาที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ส่งคืนให้มหาวิทยาลัย

2.2.5 งานรื้อย้ายและสร้างระบบสื่อสารพร้อมทดสอบ

- งานรื้อย้ายระบบโทรศัพท์ พร้อมสร้างและทดสอบ ตรวจสอบเช็คข้อมูลเดิมพร้อมส่งเอกสารอนุมัติ งานรื้อย้ายสายโทรศัพท์เดิม งานติดตั้งสายโทรศัพท์ใหม่ชนิดได้คืน งานตัดต่อระบบโทรศัพท์พร้อมอุปกรณ์ตัดต่อ งานเข้าสายและตรวจเช็คสัญญาณให้ใช้งานได้สมบูรณ์ งานวางและต่อร้อยสาย อุปกรณ์ส่วนควบคุมที่จำเป็นทำให้ระบบสมบูรณ์
- งานรื้อย้ายระบบคาน้ำเน็คเวิร์ก พร้อมสร้างและทดสอบ ตรวจสอบเช็คข้อมูลเดิมพร้อมส่งเอกสารอนุมัติ งานรื้อย้ายสายคาน้ำเน็คเวิร์ก ไฟเบอร์อปติก งานติดตั้งสายคาน้ำเน็คเวิร์ก ไฟเบอร์อปติก ชนิดได้คืน งานตัดต่อสายคาน้ำเน็คเวิร์ก ไฟเบอร์อปติก พร้อมอุปกรณ์ตัดต่องานเข้าสายและตรวจเช็คสัญญาณให้ใช้งานได้สมบูรณ์ งานวางและต่อร้อยสาย อุปกรณ์ส่วนควบคุมที่จำเป็นทำให้ระบบสมบูรณ์
- งานรื้อย้ายระบบกล้องวงจรปิดระบบประกาศและอื่นๆ ตรวจสอบเช็คข้อมูลเดิมพร้อมส่งเอกสารอนุมัติ งานรื้อย้ายสายระบบกล้องวงจรปิด ระบบประกาศและอื่นๆ งานติดตั้งสายระบบกล้องวงจรปิด ระบบประกาศ และอื่นๆ เป็นชนิดได้คืน งานตัดต่อสายระบบกล้องวงจรปิด ระบบประกาศและระบบอื่นๆ พร้อมอุปกรณ์ตัดต่อ งานเข้าสายและตรวจสอบสัญญาณให้ใช้งานได้สมบูรณ์รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมที่จำเป็นให้ระบบสมบูรณ์

2.2.6 ดำรง ตรวจสอบรายละเอียดสถานที่ก่อสร้าง สภาพพื้นดินบริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ตรวจสอบระยะทางและตำแหน่งของอุปกรณ์ที่แท้จริง พิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อนำข้อมูลมาจัดทำแบบใช้งาน

2.2.7 ปรับปรุงสภาพพื้นที่หน้างานก่อสร้าง รวมถึงงานขนย้าย รื้อถอนสิ่งก่อสร้างหรือวัสดุอื่น ๆ ที่กีดขวางการทำงาน เพื่อก่อสร้างงานระบบฝังดิน, ถมดิน บดอัด และปรับระดับพื้นที่ให้ได้ตามกำหนด

2.2.8 การเข้าหัวสายเคเบิลแรงสูง (High Voltage Termination) ผู้รับจ้างจะต้องจ้างผู้เชี่ยวชาญจากการไฟฟ้าหรือผู้ที่มีความชำนาญการตรวจการจ้างของมหาวิทยาลัยพิจารณาเห็นชอบตามที่ผู้รับจ้างเสนอ เป็นผู้ดำเนินการเข้าหัวสายเคเบิลแรงสูง

2.2.9 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบ ณ สถานที่ติดตั้ง หลังการติดตั้งอุปกรณ์ (After Installation Site Test) และการทดสอบใช้งาน (Commissioning Test) เพื่อพร้อมสำหรับการใช้งานจ่ายพลังงาน ไฟฟ้า

2.2.10. ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการขยายเขตระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง, ค่าตรวจสอบ, ค่าสมทบการก่อสร้าง, ค่าขยายขนาดมิเตอร์แรงสูง, เงินค้ำประกันการใช้ไฟฟ้า ตลอดจนค่าธรรมเนียมต่างๆ ที่การไฟฟ้า เรียกเก็บ (ถ้ามี) ไม่รวมอยู่ในขอบเขตงานของผู้รับจ้างอุปกรณ์ที่ใช้ ต้องเป็นแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ภูมิประเทศเขตร้อนแถบเส้นศูนย์สูตร (Tropical Climate Area) เช่นเดียวกับประเทศไทย และต้องสามารถทำงานได้เต็มพิกัดในสภาพเงื่อนไขการใช้งานดังกล่าวข้างต้น

2.2.11. วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในขอบเขตของงานนี้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกาไฟฟ้าฯ จะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบดำเนินการให้เป็นไปตามกำหนดนั้น โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น จะนำมาคิดเงินจากมหาวิทยาลัยมิได้

2.2.12. การดำเนินการก่อสร้างฝังท่อใต้ดินทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าแรงสูงใต้ดิน, ท่อประปา, ท่อร้อยสายโทรศัพท์และระบบสายใยแก้วนำแสงใต้ดิน หากเกิดความเสียหายผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบการซ่อมแซมระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงและระบบอื่นๆ ให้ใช้งานได้ดีดังเดิมโดยทันที และจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายจากความเสียหาย อันเป็นผลกระทบจากความเสียหายของระบบดังกล่าวข้างต้น นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบด้วย

2.3 ระยะเวลาการก่อสร้างและส่งมอบงาน

การออกแบบการก่อสร้าง จัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ และการทดสอบใช้งานตามโครงการจะต้องแล้วสมบูรณ์ภายใน 180 วัน นับจากวันลงนามในสัญญาจัดจ้าง มหาวิทยาลัย จะไม่รับผิดชอบระยะเวลาการก่อสร้างและส่งมอบงานที่ยาวนานกว่านี้

2.4 รายงานความก้าวหน้าของโครงการ

ตลอดระยะเวลาดำเนินงานตามสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการประชุมระหว่างตัวแทนของผู้รับจ้างประจำสถานที่ก่อสร้างและบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับคณะกรรมการตรวจการจ้างของมหาวิทยาลัย ทุกๆ 15 วัน เพื่อรายงานความก้าวหน้าของงานตามโครงการ และเพื่อร่วมพิจารณาแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องต่างๆ ในการดำเนินการ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานความก้าวหน้าของโครงการประจำเดือน ยื่นเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวน 3 ชุด โดยตลอดจนสิ้นสุดโครงการ

2.5 มาตรฐานอ้างอิงและกฎข้อบังคับ

ถ้ามิได้ระบุเพิ่มเติมเฉพาะในหมวดอื่น ๆ ให้ถือตามมาตรฐานบังคับ และกฎข้อบังคับดังต่อไปนี้

2.5.1 วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานตามข้อกำหนดนี้ จะต้องเป็นของใหม่แบบล่าสุดผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ที่ระบุตามข้อกำหนดเฉพาะของอุปกรณ์ในแต่ละหมวด หรือตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ในส่วนที่เกี่ยวข้องและมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัย

2.5.2 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกฎข้อบังคับดังต่อไปนี้

1) ตามมาตรฐานในข้อกำหนดเฉพาะของอุปกรณ์ในแต่ละหมวด

2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ในกรณีที่มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในข้อ 2.5.2 (2) ไม่ครอบคลุมถึง ให้ใช้ตามกฎข้อบังคับดังต่อไปนี้

3) ข้อกำหนดมาตรฐาน IEC ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

4) กฎข้อบังคับของการไฟฟ้านครหลวง

5) ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

6) มาตรฐานเทียบเท่าอื่น ๆ ที่ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัย

2.6 แบบรูปและข้อมูลรายละเอียด

2.6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) ใต้อะแกรม และเอกสารข้อมูลรายละเอียด จำนวน 3 ชุด ขึ้นเสนอต่อมหาวิทยาลัย เพื่อพิจารณาอนุมัติ ภายใน 30 วัน หลังจากลงนามในสัญญาถ้าผู้รับจ้างไม่ยื่นเสนอแบบรูป และเอกสารข้อมูลรายละเอียด ต่อมหาวิทยาลัยภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น หรือไม่ส่งรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติมตามที่ กรรมการตรวจการจ้างของมหาวิทยาลัย ร้องขอ ผู้รับจ้างจะนำเวลาที่เสียไปเป็นข้ออ้างในการต่อสัญญาว่าจ้างมิได้

2.6.2 ในกรณีที่ไม่ต้องการรายละเอียดของแบบเพิ่มเติม มหาวิทยาลัย จะส่งสำเนาแบบรูปที่บันทึก ตรวจสอบ แก้ไข และอนุมัติ จำนวน 2 ชุด คืนให้ผู้รับจ้างภายใน 15 วัน หลังจากได้รับแบบจากผู้รับจ้าง โดยเก็บไว้เพื่อใช้ ตรวจสอบที่สำนักงานสนามจำนวน 1 ชุด และผู้รับจ้างเก็บไว้อ้างอิงจำนวน 1 ชุด การตรวจพิจารณาอนุมัติของ มหาวิทยาลัย มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระรับผิดชอบในรายละเอียดที่ไม่ถูกต้องตามที่ระบุในข้อกำหนด

2.6.3 แบบรูปทั้งหมดต้องมี Zone Marking ทั้งด้านแนวตั้งและแนวนอน บนกรอบของแบบรูป เพื่อสามารถ ใช้อ้างอิงได้ถูกต้องและรวดเร็ว Zone Marking ทางแนวนอนให้ใช้ตัวเลข ส่วนทางด้านแนวตั้งให้ใช้ตัวอักษร ตัวอย่างเช่น A5, D7, ฯลฯ

2.6.4 แบบรูปและคู่มือต่าง ๆ ต้องเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ข้อมูลภายในแบบรูปจะต้องใช้ตัวอักษร ทางวิศวกรรม คู่มือต่าง ๆ ต้องพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ หรือแทนพิมพ์

2.6.5 ระยะ ขนาด และปริมาณต่าง ๆ ให้ใช้หน่วยเมตริก ถ้าใช้หน่วยอื่นจะต้องแสดงค่าเทียบเท่าในหน่วย เมตริกกำกับไว้ด้วย

2.6.6 หลังจากการคิดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดและทำการทดสอบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนผังและแบบ งานที่สร้างจริง (As-Built Drawing) แสดงตำแหน่ง ของอุปกรณ์และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไข อื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการก่อสร้าง เอกสารข้อมูลทางเทคนิค แบบสร้างจริงนี้ คณะกรรมการตรวจการจ้างและ วิศวกรผู้ออกแบบของมหาวิทยาลัย จะต้องให้ความเห็นชอบ และหลังจากมหาวิทยาลัย พิจารณาเห็นชอบแล้ว ผู้รับจ้าง จะต้องมอบให้มหาวิทยาลัย 4 ชุด แบบที่ส่งมอบประกอบด้วย ต้นฉบับเขียนในกระดาษไขหรือวัสดุอื่นที่ใช้ทำเป็น ต้นฉบับพิมพ์เขียวได้ 1 ชุด (ยกเว้นในกรณีที่แบบหรือรายละเอียดมีขนาดไม่เกินกว่ามาตรฐาน ISO-A3 ไม่ต้องส่ง ต้นฉบับกระดาษไข) และสำเนาหรือพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาดและมาตรฐานส่วนเดียวกันกับแบบสัญญาก่อสร้างแบบ สร้างจริงต้องแสดงลำดับที่ และรายการปรับปรุงแบบ พร้อมวันเดือนปี ที่ปรับปรุง จนถึงวันที่ยื่นเสนอต่อมหาวิทยาลัย แบบสร้างจริงต้องเขียนด้วยโปรแกรมกราฟิก เวิร์กชันซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ โปรแกรม Auto Cad Version 2004 ขึ้นไปได้โดยคงรายละเอียดข้อมูลไว้ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ และบันทึกลงแผ่น CD ส่ง มอบแก่มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ชุด

2.6.7 แบบสร้างจริงต้องแสดงรายละเอียดและเครื่องหมายของสายไฟ การต่อสาย ขั้วต่อสาย และอื่นๆ ที่ จำเป็น

2.6.8 มหาวิทยาลัย จะไม่รับแบบที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ในกรณีนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำ ใหม่ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2.6.9 มหาวิทยาลัย สงวนสิทธิ์ในการใช้แบบรูปทั้งหมดที่ผู้รับจ้างยื่นเสนอในงานนี้ อย่างถูกต้องตาม กฎหมาย ทั้งนี้รวมถึงการทำใหม่ทั้งหมด หรือคัดลอกบางส่วน และการแจกจ่ายแบบรูปเหล่านี้ ในวัตถุประสงค์เพื่อ การถอดประกอบ ,บำรุงรักษา,และซ่อมบำรุง อุปกรณ์ต้องจัดทำภายใต้ข้อกำหนดนี้

2.7 การดำเนินการก่อสร้าง

2.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อกับฝ่ายต่างๆ ของมหาวิทยาลัย ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างและวางแผนการทำงานก่อสร้างล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วันทำการ ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

2.7.2 ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อโดยสม่ำเสมอกับผู้ควบคุมงานและวิศวกรผู้ออกแบบของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ เพื่อให้การก่อสร้างระบบเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ถูกต้องตามจุดประสงค์ของมหาวิทยาลัย

2.7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีวิศวกรโยธาซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพภาคีวิศวกรโยธาและวิศวกรไฟฟ้าซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพภาคีวิศวกรไฟฟ้า ซึ่งมีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี มาตรวจสอบดูแลควบคุมการก่อสร้าง ณ สถานที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการงานก่อสร้างงานโครงการนี้ เพื่อที่มหาวิทยาลัย สามารถติดต่อได้ตลอดเวลา และบุคคลดังกล่าวต้องสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาแทนผู้รับจ้างตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างและวิศวกรผู้ออกแบบของมหาวิทยาลัยเสนอได้ทันที

2.8 การทดสอบและรายงานผลการทดสอบ

2.8.1 รายงานการทดสอบที่ผู้รับจ้างยื่นเสนอต่อมหาวิทยาลัย จะต้องได้รับการพิจารณารับรองจากวิศวกรผู้รับผิดชอบของมหาวิทยาลัย ก่อนการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์

2.8.2 หลังจากการติดตั้ง จะต้องมีการทดสอบอุปกรณ์ในสถานที่ติดตั้ง (Site Test) เพื่อตรวจสอบว่ามี การทำงานที่ถูกต้อง การทดสอบและการตรวจสอบจะต้องทำตามมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง

2.9 การทดสอบการใช้งาน (Site Test and Commissioning test)

2.9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแผนการทดสอบในที่ติดตั้ง (Site Test) สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ และการทดสอบการใช้งาน (Commissioning Test) ตามลำดับ อย่างเรียบร้อยชัดเจน ยื่นเสนอต่อมหาวิทยาลัย เพื่อพิจารณาอนุมัติดำเนินการ

2.9.2 การเริ่มจ่ายไฟ (Energized) ให้แก่อุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการติดตั้งจะต้องกระทำต่อหน้าผู้มีหน้าที่รับผิดชอบของมหาวิทยาลัย

2.9.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างจัดหา และติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ยังคงถือเป็นทรัพย์สินและความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องบำรุงรักษาไม่ให้เสื่อมสภาพเสียหาย ถูกทำลาย หรือเกิดความเสียหายใดๆ จนกว่าจะได้ส่งมอบงานสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบซ่อมแซมให้คืนดี หรือเปลี่ยนให้ใหม่ โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

2.10 การฝึกอบรม

2.10.1 ระหว่างการดำเนินงานก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการฝึกอบรมให้แก่บุคลากรของมหาวิทยาลัย ที่จะทำหน้าที่ปฏิบัติการบำรุงรักษาจำนวนไม่เกิน 5 คน

2.10.2 การอบรมปฏิบัติการ (Operation Training) แก่บุคลากรของมหาวิทยาลัย จะดำเนินการที่สถานที่ก่อสร้างเมื่องานใกล้แล้วเสร็จ อย่างไรก็ตามก่อนที่จะมีการจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทำความเข้าใจและความคุ้นเคยเป็นอย่างดีกับอุปกรณ์ทั้งหมด

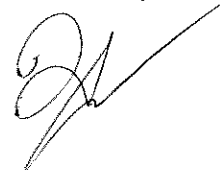
2.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการฝึกอบรม เช่น คู่มือ หนังสือ แบบ ฯลฯ วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการฝึกอบรมนี้จะตกเป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left, a signature on the right, and initials '15/11' and 'AK' below them.

2.11 การรับประกัน

2.11.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกัน เปลี่ยน และ/หรือ แก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานตามข้อกำหนด รวมทั้ง ข้อผิดพลาดและตกหล่นที่เกิดขึ้น ในการเสนอราคาและการดำเนินงานก่อสร้างของผู้รับจ้าง ซึ่งมหาวิทยาลัยตรวจสอบไม่ว่า ก่อนหรือหลังการตรวจรับงาน

2.11.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ (Performance Guarantee) ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหรือเสื่อมคุณภาพภายใน ระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย ในกรณีที่มหาวิทยาลัยแจ้งเหตุขัดข้องของระบบให้ผู้รับจ้างทราบแล้ว ผู้รับจ้างไม่มาติดต่อดำเนินการโดยทันที มหาวิทยาลัย สงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง หรือหักจากเงินประกันสัญญา



หมวดที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

3.1 สายเคเบิลตัวนำทองแดงฉนวน XLPE แรงดัน 12/20kV

1) ทั่วไป

วัสดุอุปกรณ์สายไฟฟ้าแรงสูงและการติดตั้ง ให้เป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด

2) สภาพการติดตั้งใช้งาน

สายเคเบิลที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในท่อเดินสาย,รางเดินสาย หรือฝังดิน โดยตรง และมีโอกาสขุดแซะในน้ำตลอดเวลา และให้ใช้สายเคเบิล XLPE แรงดัน 12/20kV นี้สำหรับสายเคเบิลที่ระบุแรงดัน 24 kV ตามแบบรูป

3) มาตรฐานอ้างอิง

ถ้าไม่มีการระบุเป็นอย่างอื่นในข้อกำหนดนี้สายเคเบิลจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับปรับปรุงล่าสุดดังนี้

IEC Publication 228	: Conductors of Insulated Cables.
IEC Publication 502	: Extruded Solid Dielectric Insulated Power Cables for Rated Voltage from 1kV up to 30kV.
IEC Publication 811	: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables: in the

4) การทดสอบและรายงานการทดสอบ

4.1 การทดสอบ Routine Test จะต้องกระทำกับสายทุกม้วนตามมาตรฐานอ้างอิงรายการต่อไปนี้

- 1) Conductor resistance Test
- 2) Partial Discharge Test
- 3) AC High-voltage Test

4.2 ก่อนทำการขนส่งเข้าไปยังสถานที่ติดตั้งใช้งาน ผู้รับจ้างต้องยื่นเอกสารรายงานการทดสอบโดยสมบูรณ์เป็นทางการจำนวน 3 ชุด ต่อมหาวิทยาลัย

5) ตัวนำ

ตัวนำต้องทำจากทองแดงอบอ่อน (Annealed Copper)ที่มีความบริสุทธิ์สูง โครงสร้างเป็นแบบ Compact Round Concentric Lay Stranded ตาม IEC Publ. 228 หรือแบบ Compact Segmental Stranded

6) Conductor Screen

6.1 Conductor screen ต้องทำจากวัสดุกึ่งตัวนำความหนาอย่างน้อย 0.0635 มม. หุ้มผิวตัวนำตลอดความยาว

6.2 ต้องมีค่า Maximum Volume Resistivity เท่ากับ $5,000 \Omega \cdot \text{cm}$ ที่อุณหภูมิห้อง และ $50,000 \Omega \cdot \text{cm}$ ที่ 90°C

7) ฉนวน (Insulation)

7.1 ฉนวนของสายเคเบิลต้องทำจาก Cross-linked Polyethylene (XLPE) มีคุณสมบัติตาม Column 5 ของ Table V (Electrical Requirements), Column 6 ของ Table VII (Mechanical Requirements) และ Column 4 ของ Table XI (Particular Requirements) ตามมาตรฐาน IEC Publ.502-1994 หรือมาตรฐาน IEC เทียบเท่าฉบับปรับปรุงล่าสุด

7.2 ความหนาเฉลี่ยของฉนวนต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตาราง

8) Insulation Screen

8.1 Insulation Screen ประกอบด้วย ชั้น Nonmetallic หุ้มโดยตรงเหนือชั้นฉนวน และชั้น Nonmagnetic Metal Component (หรือGround Screen ซึ่งอาจจะเป็น Copper Tape หรือ Copper Wire) หุ้มทับเหนือชั้น Nonmetallic อีกทีหนึ่ง

8.2 ชั้น Nonmetallic ต้องทำจากวัสดุแข็งตัวนำมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.0635 มม. มีค่า Maximum Volume Resistivity 50,000 Ω .cm ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิปกติ (RatedTemperature)

8.3 ถ้าชั้น Nonmagnetic Metal Compound เป็นแบบ Copper Tape ความหนาของเทปต้องไม่น้อยกว่า 0.635 มม. และต้องพันเหลื่อมซ้อนกัน ไม่น้อยกว่า 10% ของความกว้างของเทป

8.4 ถ้าชั้น Nonmagnetic Metal Compound เป็นแบบ Copper Wire จะต้องทำจากลวดทองแดงบอบอ่อนแบบเส้นกลมหรือเส้นแบน มีขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมและจำนวนของเส้นลวดทองแดงไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางแนบ

9) Nonmetallic Sheath

9.1 จะต้องมี Fabric Tape หรือ Mylar Tape พันทับชั้น Ground Screen ก่อนที่จะหุ้มด้วย Nonmetallic Sheath

9.2 Nonmetallic Sheath ต้องทำจาก ST7 Compound Black Polyethylene ซึ่งมีคุณสมบัติ Column 6 ของ Table VIII (MechanicalRequirement)ตามมาตรฐาน IEC Publ. 502

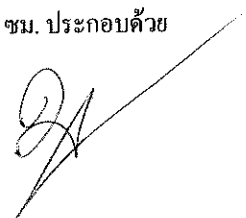
9.3 ความหนาเฉลี่ยของ Sheath ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุตารางแนบ

9.4 ความหนาของ Sheath ต้องไม่น้อยกว่า 80%ของค่าที่ระบุในตารางแนบ

10) การแสดงเครื่องหมายผลิตภัณฑ์ (Manufacturer's Identification)

จะต้องแสดงเครื่องหมายของสายเคเบิลบน Nonmetallic Sheath ในทุก ๆ ระยะไม่น้อยกว่า 100 ซม. ประกอบด้วย

- 1) ขนาดของแรงดัน ชนิดฉนวน และชนิดของตัวนำ
- 2) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ
- 3) ชื่อผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า







11) ตารางแนบ

ตารางแสดงค่ากำหนดสำหรับสายเคเบิลตัวนำทองแดงฉนวน XLPE แรงดัน 12/20 kV

ตารางค่ากำหนดสำหรับสายเคเบิล 12/20kV, XLPE , Copper Cable			
Nominal cross-sectional area of conductor (mm ²)	70	240	400
Min. number of wires in conductor	12	34	53
Diameter of conductor (mm)	9.73 ± 1%	18.47 ± 1%	23.39 ± 1%
Thickness of conductor Screen, minimum (mm)	0.0635	0.635	0.0635
Thickness of insulation (mm)	5.5	5.5	5.5
Range of diameter over insulation (mm)	21.7-23.9	30.5-33.5	35.4-38.9
Thickness of insulation screen, minimum (mm)	0.635	0.0635	0.0639
For tape screen cable			
Thickness of copper tape screen, minimum (mm)	2 x 0.0635 or 1 x 0.127	2 x 0.0635 or 1 x 0.127	2 x 0.0635 or 1 x 0.127
For wire screen cable			
Number of wire screen, minimum	20	30	30
Total cross-sectional area of copper wire screen minimum (mm ²)	10	25	25
Thickness of non-metallic sheath (mm)	1.8	2.1	2.3
Range of overall diameter			
For tape screen cable (mm)	26.9-29.4	37.0-40.1	39.2-43.1
For wire screen cable (mm)	28.0-30.0	39.0-42.2	44.5-48.0
Max. dc resistance of conductor at 20°C (Ω/km)	0.268	0.0754	0.0470

3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

1) ทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานของ VDE และเป็นไปตามกฎ และระเบียบการไฟฟ้าฯ เป็นหม้อแปลงชนิดจุ่มน้ำมัน (Oil Type)

2) ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดจุ่มน้ำมันสำหรับใช้ในอาคาร (Oil Immerse Transformer) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3) มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องรับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076 (2000), ANSI/IEEE C57.12, มอก.384-2543 หรือมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับความเห็นชอบ ผู้ผลิตจะต้องมีระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001, ระบบบริหาร

สิ่งแวดล้อม ISO 14001 และมีผลการทดสอบลัดวงจร (Short Circuit Test) ซึ่งได้รับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

4) ความต้องการทางด้านเทคนิค

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ติดตั้ง จะต้องมีความและลักษณะสำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ โดยเป็นค่าที่ประกอบการติดตั้งใช้งานที่ระดับความสูง 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิปกติเฉลี่ยสูงสุด 40 C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 90%

4.1 คุณสมบัติและสมรรถนะ

- | | |
|---|---|
| 1) ชนิด | : หม้อแปลงชนิดจุ่มในน้ำมัน เดิมน้ำมันเต็ม ไม่มีโพรงอากาศ, ใช้งานภายนอกอาคาร
Hermetically sealed Type |
| 2) ชนิดการระบายความร้อน | : ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ONAN) |
| 3) จำนวนเฟส | : 1 หรือ 3 เฟส ตามที่ระบุในแบบ |
| 4) ขนาดพิกัด | : ตามที่ระบุในแบบ kVA |
| 5) ความถี่ | : 50 Hz |
| 6) พิกัดแรงดัน | |
| - ด้านแรงสูง | : 22,000 V หรือ 33,000 V ตามที่ระบุในแบบ |
| - ด้านแรงต่ำ | : 400/230 V หรือ 230 V ตามที่ระบุในแบบ |
| - เวกเตอร์กรุป | : Dyn 11 |
| 7) แท็ปปรับแรงดันด้านแรงสูง | : $\pm 2 \times 2.5\%$ (กฟภ.) |
| 8) ค่าความสูญเสียของหม้อแปลง | |
| - ที่แกนเหล็ก | : Medium Loss |
| - ที่ชุดขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัดที่ 75°C | : Medium Loss (สำหรับ kVA ที่ระบุในแบบ) |
| 9) อิมพีแดนซ์หม้อแปลง | : 4% หรือ 6% (หรือตามที่ระบุในแบบ) |
| 10) BASIC INSULATION LEVEL (BIL) | : 125 kV หรือดีกว่า |
| 11) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลง | |
| - ในชุดขดลวด | : ไม่เกิน 65°C |
| - Top Oil | : ไม่เกิน 60°C |
| 12) Hottest Spot Winding Temp Rise | : ไม่เกิน 85°C |
| 13) Audible sound Levels | : ให้ระบุในแบบที่เสนอขออนุมัติ |

Handwritten signatures and initials are present at the bottom of the page, including a large signature on the left, a signature on the right, and initials '15/1' and 'AK' below them.

4.2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งในโครงการ จะต้องมีการประกอบขึ้นประกอบด้วย

1) ตัวถังเป็นชนิด Corrugated tank ที่ทำจากเหล็กที่ประกอบขึ้นเป็นรูปแล้ว สามารถทนการรั่วซึมของฉนวนน้ำมัน ได้ ที่ตัวถังจะต้องมีหูหิ้วเพื่อใช้ในการยกขึ้นประกอบการติดตั้ง และเมื่อประกอบเสร็จแล้วทุกพื้นผิวของตัวถัง จะต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงก่อนทำการทาสีพื้นผิวภายในของตัวถัง และจะต้องทาสีด้วยสีทนต่อการทำลายของฉนวนน้ำมัน และพื้นผิวภายนอกของตัวถังจะต้องทาสีรองพื้นก่อน แล้วทาทับด้วยสีที่เป็น Weather Resistant Coated โครงสร้างของถังส่วนที่เป็นระบายความร้อนด้วยวิธี Natural air-cooled ได้

2) แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องทำจากเหล็กชนิดอ่อนที่มีคุณภาพสูงไม่เสื่อมสภาพและมีค่า Permeability สูง แกนเหล็กของหม้อแปลงประกอบด้วย เหล็กชนิดอ่อนแผ่นบางจะมีการฉาบเคลือบไว้ด้วยฉนวนที่ทนต่อความร้อน การตัดและเรียงเหล็กเป็นแบบ Step Lap Stacking Core จัดเรียงแกนเหล็กโดยใช้ Stacking table เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อน และแอนตัวในระหว่างการจัดเรียง แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องจับยึดเข้าด้วยกันให้มั่นคงแข็งแรง ไม่ให้เคลื่อนออกจากตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้เมื่อทำการขนส่ง และเพื่อเป็นการลดเสียงสั่นที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

3) ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี และทันสมัย ซึ่งระดับการฉนวนขดลวดต้องเหมาะสมกับพิกัดแรงดัน และ insulation level ของหม้อแปลง ขดขดลวดแรงสูงทำจากลวดทองแดงกลมอบน้ำยา หรือลวดทองแดงแบบหุ้มฉนวนพันเป็นลักษณะ long layer wiring และมีช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันที่เพียงพอ โดยระหว่างชั้นของขดขดลวดจะต้องมีฉนวนกระดาษอย่างดีเหมาะสมกับแรงดันระหว่างชั้นขดลวด และที่ปลายขดลวดจะต้องมีการฉนวนเป็นพิเศษที่สามารถทนต่อ Abnormal Line Disturbance ขดขดลวดแรงต่ำทำจาก copper foil และมีฉนวนระหว่างชั้นและช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันเพียงพอ เครื่องจักรที่ใช้พันขดขดลวดต้องผลิตโดยเครื่องจักรที่ทันสมัยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ติดตั้งภายในห้องปรับอากาศ เพื่อควบคุมความชื้นและฝุ่นละออง อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ขดขดลวดมีคุณภาพต่ำลง

4) บุชชิ่งของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนของบุชชิ่งที่เป็น Porcelain จะต้องผิวเรียบเป็นชิ้นเดียวกันตลอดสีน้ำตาล เป็นบุชชิ่งที่ระดับแรงดันเดียวกันสามารถเปลี่ยนแทนกันได้ สำหรับบุชชิ่งด้านแรงสูงจะต้องมี Full Wave Peak Impulse Withstand or BIL ที่ไม่ต่ำกว่า 125 kV สำหรับระบบแรงดัน 22 kV

5) ฉนวนน้ำมันหม้อแปลงเป็น Mineral Oil ที่ผ่านการ Purify ก่อนการบรรจุลงถึงหม้อแปลง ต้องมีค่า Dielectric Strength ไม่ต่ำกว่า 35 kV โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC หรือมาตรฐานเทียบเท่า และค่า Dielectric Strength ของฉนวนน้ำมันที่บรรจุลงในหม้อแปลงที่ผลิตใหม่จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 28 kV เมื่อวัดโดยวิธีตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC ที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบมาตรฐานของฉนวนน้ำมัน

6) กระบวนการอบไล่ความชื้นให้หม้อแปลง ต้องทำภายใต้ภาวะสุญญากาศผู้ผลิตจะต้องมีกระบวนการที่สามารถทำให้เชื่อได้ว่าฉนวนระหว่างชั้นสามารถถูกทำการไล่ความชื้น ได้อย่างทั่วถึงทุกชั้น โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ความชื้นสามารถถูกนำพาออกจากฉนวน เพื่อป้องกันการสะสมความชื้นในชั้นภายในของขดขดลวดและการเติมน้ำมัน (Oil Filling) ต้องทำการเติมในทันทีทันใดภายใต้ภาวะสุญญากาศ หลังทำการอบไล่ความชื้นโดยมิให้ในกระบวนการทำให้ให้หม้อแปลงสัมผัสกับอากาศได้ (การอบไล่ความชื้นและการเติมน้ำมันต้องอยู่กระบวนการเดียวกันภายใต้ภาวะสุญญากาศ)

4.3 อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วย อุปกรณ์เหล่านี้

- 1) H.V and L.V. Bushing with terminal connectors
- 2) Arcing horns (Stainless steel)
- 3) Tap Changer
- 4) Name Plate
- 5) Lifting Lugs
- 6) Earthing terminal
- 7) Oil Level Indicator
- 8) Lifting Eyes
- 9) Oil Check Valve
- 10) Oil Filling Pipe
- 11) Oil Thermometer with alarm and trip contact (สำหรับ 1000 kVA ขึ้นไป)

อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุให้เป็นตามมาตรฐานของผู้ผลิต

4.4 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ ทุกระการ โดยติดตั้งบนฐานคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการดกเข็มหรือฐานแผ่นตามมาตรฐาน กฟภ. สูงจากระดับพื้น 150 มม. หรือตามขนาดที่หน่วยงานได้มีการติดตั้งไว้ก่อนแล้ว

4.5 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าได้รับการผลิตและประกอบสำเร็จที่โรงงานผู้ผลิตและหม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิตและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานด้วย ผู้รับจ้างต้องรายงานการทดสอบดังกล่าวต่อกรไฟฟ้าฯ และผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างส่งหนังสือรับรองดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จและมีการตรวจสอบโดยการไฟฟ้าฯ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ส่วนการทดสอบภายในโรงงาน มีดังต่อไปนี้

Routine Tests

- 1) Insulation Resistance Test
- 2) Applied Potential Test
- 3) Induced Potential Test
- 4) Ratio Test on the Rated Voltage Connections and on all Tap Connection
- 5) Polarity and Phase – relation Test
- 6) No – Load Loss

- 7) Full – Load Loss
- 8) Exciting Current
- 9) Impedance Voltage
- 10) Oil Test

ส่วนการทดสอบ ณ ที่ติดตั้งคือ

- 1) พิจารณาการทำงานจากลักษณะภายนอก ด้วยสายตาและตรวจสอบมิติ
- 2) ทดสอบฉนวนระหว่างขดลวดและขดขวด และขดลวดเทียบกับดิน
- 3) ตรวจสอบค่า Insulation Resistance
- 4) ทดสอบระบบควบคุมและระบบตรวจสอบต่าง ๆ

4.6 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา และแบบแปลนหม้อแปลงจำนวน 4 ชุดมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

3.3 Unit Substation

1 ทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ สร้างและการติดตั้ง Unit Substation ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูง ส่วนหม้อแปลง และส่วนสวิตช์เกียร์แรงต่ำ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC และไม่ขัดต่อมาตรฐาน การ ไฟฟ้า ฯ

2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Unit Substation และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

Unit Substation มีข้อมูลทางด้านเทคนิค อยู่ 2 ประเภท คือ

- 1) Unit Substation ชนิด Type Tested Assembly (TTA) ที่ผลิตได้มาตรฐาน IEC 62271-202
- 2) Unit Substation ที่ผลิตได้มาตรฐาน IEC 62271-202 (Local)

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) Unit Substation ชนิด Type Tested Assembly (TTA) ที่ผลิตได้มาตรฐาน IEC 62271-202

1.1) ทั่วไป

อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment สามารถกันน้ำ (Waterproof Enclosure) การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประจำประตูเป็น Master Key

ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพับตีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm. พับตีตามความต้องการลูกค้า
- ฐานทำด้วยเหล็ก 4 mm. ชุบกัลป์วาไนท์(HOT DIP GALVANIZE)
- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า 2500 N/m²
- IP ระบบป้องกันแต่ละส่วน IP
 - MV และ LV IP 44
 - Transformer IP 33
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

ขนาด ของ Unit substation ต้องไม่ต่ำกว่า

ยาว 3300

กว้าง 2000

สูง 2400

การกำหนดขนาดส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมเนื้อที่ที่สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้ ส่วนหม้อแปลง มี ขนาดไม่เกิน 1,000 kVA หรือตามขนาดมาตรฐานของ กฟน. หรือ กฟภ.

ตู้ Enclosure ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

▪Common clause for high voltage switchgear and low voltage switchgear	IEC 60694
▪Self – contained medium voltage apparatus	IEC 62271-200
▪Ac switches and earthing switches	IEC 60129
▪Switches and disconnections	IEC 60265
▪Combined switch / disconnections	IEC 60420
▪High voltage fuses	IEC 60420
▪High voltage test procedures	IEC 60060
▪Distribution substation up to 52 kV	IEC 61330 OR 62271-202 (1 st edition JUNE, 06)
▪Classification of degrees of protection for enclosures	IEC 60529
▪ Transformer	IEC 60076-1
▪ LV switchboard	IEC 60439
▪Altitude:	Less than 1000 meters above mean sea level
▪Temperature: form	-25° C to +40° C

- Operation in very hot climates + 50 °C or + 60 °C derating of MV and LV switchboards.

ยกเว้น กรณีที่ผู้ Enclosure ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) หรือเป็นบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) หรือบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ออกแบบ หรือผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าการออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบเป็นรุ่นเดียวกันทุกประการ

1.2) รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 สวิตช์เกียร์แรงสูง ใช้ชนิด 24kVSF6-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

- Rated Voltage	24 kV.
- Number of Phase	3 phase.
-Rated Impulse Withstand Voltage	125 kV.
-Rated Powerfrequency withstand Voltage	50 kV.
For Cable Feeder	
-Rated Normal Current	400-630 A
-Rated Short Time Current (1 sec)	16 kA. At 24 kV.
-Rated Shot Circuit Making Current	40 kA. At 24 kV.
For Transformer Feeder	
-Rated Normal Current	CB 250A or HRC fuse
-Rated Breaking Capacity	16 kA. At 24 kV.

ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี Protection Class IP 67

สวิตช์ด้าน Cable Feeder เป็นชนิด On-Load กลไกเป็น Spring Charge Manual Operated พร้อมบอกตำแหน่งของสวิตช์ จัดเตรียมติดตั้ง Remote On-Off Operation ได้ในอนาคต Earthing Switch ต้องมี Rated Short Circuit Making Current ไม่น้อยกว่า 40 kA. Peak พร้อมกัน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัวเพื่อให้ล็อกได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้ระบบตัดคอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก

จะต้องเตรียม Cable Connection เป็นชนิด Touchable อยู่ภายใน Cable Compartment ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ Ring Main Unit ลักษณะของ Cable Connection เป็น Reconnectable และด้าน Cable Feeder ต้องใช้ชนิด Bolt – On Type และ Plug In Type ขนาดเหมาะสมกับสายใต้ดิน 12/20 kV. Single Core Copper Cable, Crosslinked Polyethylene Insulated, Copper Wire Screen and PE Jacketed อุปกรณ์ประกอบมีดังนี้

- Voltage Indicating Lamp ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder
- Fault Indicator ชนิด Automatic Time Reset ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder ใช้งานจำนวน 1 ชุดมีค่า Trip Current 800-1000A และค่า Time Reset 4 ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำการระบบ Ring Loop)

- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder
- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด

1.3) หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type

ลวนน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รับน้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลงขนาด 1,000 kVA หรือตามขนาด TRANSFORMER ที่ระบุในแบบ ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้จะต้องหุ้ม โดยมี Protection Class ไม่น้อยกว่า IP 31 หม้อแปลงที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

พิกัดต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า ให้เป็นไปตามแบบ และ รายการประกอบแบบเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าพิกัดเพิ่มเติม

- Limits of observable temperature rise :

Winding : Not exceed 55 °C

Top oil : Not exceed 50 °C

หม้อแปลงไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Off-Load Changer ติดตั้งที่ Tank Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง 1-5 โดยตำแหน่ง 1 เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads, ANSI B2.1 or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย 350 SCFM ที่แรงดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน

-Nameplate

-Dial – Type Thermometer with Maximum Pointer

-Drain, Filter Press, and Sampling Valve

-Upper Filter Cap เป็นหัวหกเหลี่ยม

-Magnetic Liquid – Level Gauge

- Lifting Facilities

- Tank Grounding Pad

1.4) สวิตช์เกียร์แรงต่ำประกอบด้วย

- Main Circuit Breaker มีขนาด Ampere Trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame
- Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker

Handwritten signatures and initials, including a large signature and the initials 'R' and 'A'.

- Bus bar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี IP 20 ระหว่างการทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ขนาด Bus bar เลือกตาม Ampere Frame ของ Main Circuit Breaker

- เครื่องวัดที่ Incoming Feeder ประกอบด้วยอุปกรณ์ Digital Meter CV,A,WH, VARH,KW,KVAR พร้อม Current Transformer ความละเอียด Class 1

1.5) การทดสอบ

-ให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน IEC 622771-20

2) Unit Substation ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 62271-202 (Local)

2.1 ทั่วไป

อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment ที่สามารถกันน้ำ (Water proof Enclosure) การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประตูเป็น Master Key

ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm. พ่นสีตามความต้องการลูกค้า

- ฐานทำด้วยเหล็ก 4 mm ชุบกัลป์วาไนท์ (HOT DIP GALVANIZE)

- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า 2500 N/m²

- IP ระบบป้องกันแต่ละส่วน IP

-MV และ LV IP 66

-Transformer IP 33

- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

ขนาดของ Unit substation ต้องไม่ต่ำกว่า

ยาว 3300 – 3600 mm.

กว้าง 2000 – 2600 mm.

สูง 2400 – 2600 mm.

การกำหนดขนาดส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมเนื้อที่ที่สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้ ส่วนหม้อแปลงมีขนาด 1,000 kVA หรือตามขนาดมาตรฐานของ กฟน. หรือ กฟภ.

ตู้ Enclosure ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

- | | |
|---|---------------|
| ▪ Common cause for high voltage switchgear and low voltage switchgear | IEC 60694 |
| ▪ Self – Contained medium voltage apparatus | IEC 62271-200 |
| ▪ AC switches and earthing switches | IEC 60129 |
| ▪ Switches and disconnections | IEC 60265 |
| ▪ Combined switch / disconnections | IEC 60420 |
| ▪ High voltage fuses | IEC 60420 |

- High voltage test procedures IEC 60060
- Distribution substation up to 52 kV IEC 61330 OR52271-202 (1st edition JUNE, 06)
- Classification of degree of protection for enclosures IEC 60529
- Transformer IEC 60076-1
- LV switchboard IEC 60439-1
- Altitude: Less than 1000 meters above mean sea level
- Temperature: from -25 °C to +40 °C
- Operation in very hot climates +50 °C or +60 °C derating of MV and LV switchboards.

ยกเว้น กรณีที่ผู้ Enclosure ผลิต โดยบริษัท ผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ออกแบบ หรือผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่า การออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบเป็นรุ่นเดียวกันทุกประการ

2.2) รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

(1) สวิตช์เกียร์แรงสูงใช้ชนิด 24 kV SF6-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

- Rated Voltage 24 kV.
- Number of Phase 3 phase.
- Rated Impulse Withstand Voltage 125 kV.
- Rated Power frequency withstand Voltage 50 kV.
- For Cable Feeder
- Rated Normal Current 400-630 A
- Rated Short Time Current (1 sec) 16 kA. At 24 kV.
- Rated Shot Circuit Making Current 40 kA. At 24 kV.
- For Transformer Feeder
- Rated Normal Current CB 250A or HRC fuse
- Rated Breaking Capacity 16 kA. At 24 kV.

ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี Protection Class IP 67

สวิตช์ด้าน Cable Feeder เป็นชนิด On-Load กลไกเป็น Spring Charge Manual Operated พร้อมบอกตำแหน่งของสวิตช์ จัดเตรียมติดตั้ง Remote On-Off Operation ได้ในขนาด Earthing Switch ต้องมี Rated Short Circuit Making Current ไม่น้อยกว่า 40 kA.Peak พร้อมกาน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัวเพื่อให้ล็อกได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker Or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้ระดับตัดคอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก

Handwritten signatures and initials, including a large signature on the left and several smaller ones on the right.

จะต้องเตรียม Cable Connection เป็นชนิด Touchable อยู่ใน Cable Compartment ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ Ring Main Unit ลักษณะของ Cable Connection เป็น Reconnectable และด้าน Cable Feeder ต้องใช้ชนิด Bolt-On Type และ Plug In Type ขนาดเหมาะสมกับสายใต้ดิน 12/20 kV. Single Core Copper Cable, Crosslinked Polyethylene Insulated, Copper Wire Screen and PE Jacketed อุปกรณ์ประกอบมีดังนี้

- Voltage Indicating Lamp ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder
- Fault Indicator ชนิด Automatic Time Reset ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder ใช้จำนวน 1 ชุด มีค่า Trip Current 800-1000A และค่า Time Reset 4 ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำระบบ Ring Loop)
- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder
- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด

2.3) หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type ฉนวนน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รับน้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลงขนาด 1,000 kVA หรือตามขนาด TRANSFORMER ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้จะต้องหุ้ม โดยมี Protection Class ไม่น้อยกว่า IP 31 หม้อแปลงที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

พิกัดต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า ให้เป็นไปตามแบบ และ รายการประกอบแบบเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าพิกัดเพิ่มเติม

- Limits of observable temperature rise :

Winding	: Not exceed 55 องศา C
Top oil	: Not exceed 50 องศา C

หม้อแปลงไฟฟ้า มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Off-Load Changer ติดตั้งที่ Tank Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง 1-5 โดยตำแหน่ง 1 เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads, ANSI B2.1 or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย 350 SCFM ที่แรงดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Nameplate
- Dial – Type Thermometer with Maximum Pointer
- Drain, Filter Press, and Sampling Valve
- Upper Filter Cap เป็นหัวหกเหลี่ยม

- Magnetic Liquid – Level Gauge
- Lifting Facilities
- Tank Grounding Pad

2.4) สวิตช์เกียร์แรงต่ำประกอบด้วย

- Main Circuit breaker มีขนาด Ampere trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame
- Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker
- Bulbarของแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี IP 20 ระหว่างการทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนมีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ขนาด Bus barเลือกตาม Ampere Frame ของ Main Circuit breaker
- เครื่องวัดที่ Incoming Feeder ประกอบด้วยอุปกรณ์(Digital Meter CV, A, WH, VARH, KW, KVAR) พร้อม Current Transformer ความละเอียด Class 1

2.5)การทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน IEC 622771-20

3.4. แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ทัวไป

แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC คู่มือเป็นชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ มีความต้องการทั่วไปดังต่อไปนี้

- 1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB)แผงสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board, EDP)และแผงสวิตซ์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)
- 2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ในห้องและ/หรือ สถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- 3) การจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากันหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตซ์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้น ๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด
- 4) สวิตซ์ตัดคอนอัด โนมตีหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตซ์ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker & Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
- 5) ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop drawingและรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 6) ขนาดของแผงสวิตซ์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตซ์ตัดคอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตซ์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะ ไม่มีค่าเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิทช์แรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ โดยทั่วไปแผงสวิทช์แรงต่ำแบ่งออกเป็นสองแบบตามลักษณะของการทำงาน กล่าวคือ แบบแรกเรียกว่า แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แบบที่สองเรียกว่าแผงสวิทช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน

3.4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

ผู้สวิทช์ตัดคอนแรงต่ำ มีข้อมูลทางด้านเทคนิค อยู่ 2 ประเภท คือ

- 1) ผู้สวิทช์ตัดคอนแรงต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด

LICENSEE FACTORY

- 2) ผู้สวิทช์ตัดคอนแรงต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC (Local)

โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผู้สวิทช์ตัดคอนแรงต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY

1.1 ทั่วไป

การสร้างแผงสวิทช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิทช์ ฯ และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 (FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก.1436-2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิทช์ ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2008

ก่อนประกอบแผงสวิทช์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop drawing และรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการให้ผู้รับจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

1.2 พิกัดของแผงสวิทช์ไฟฟ้า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิทช์ ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม NEMA หรือ IEC STANDARD และไม่ขัดข้องต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSYTEM VOLTAGE	: 415 /240 VOLTS
SYSTEM WIRING	: 3 PHASES, 4WIRE, SOLIDGROUND.
RATED FREQUENCY	: 50 HZ.
RATED CURRENT	: ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	: ไม่น้อยกว่าRATED SHORT CIRCUIT CURRENT ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	: 1000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	: 220 – 240 VAC.

FINISHING	: ELECTROGALVANIZED STEEL SHEET With EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING.
TEMPERATURE RISE	: 70 °C (AMBIANT 35 °C)
TYPICAL FORMS	: FORM 2B หรือตามที่ระบุในแบบ

1.3. ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯ ประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM 2B หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 30 หรือระบุในแบบ ตาม IEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบร้อยและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่น โลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing) การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

1.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามมาตรฐาน IEC 60439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสอ เฟสบี และเฟสซี โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามืออย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และบัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯทุก ๆ ส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Bus bart และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA.หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

1.5. สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์

สายไฟฟ้าสำหรับควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศา

เซลล์เซส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยกแก่การลอกหลุดหาย

1.6 Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ชิดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติก พื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทาน ไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

1.7 AIR CIRCUIT BREAKER (ใช้สำหรับที่มี RATED CURRENT > 1,250 A.)

ข้อกำหนดทั่วไป

▪ Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 และเป็นเบรกเกอร์ชนิด Category B

▪ การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

โครงสร้างและส่วนประกอบ

▪ Main Contact ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear Indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว

▪ Arc Chutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด - ประกอบ ที่หน้างานสะดวก และที่ Arc Chutes ต้องประกอบด้วย ตะแกรงโลหะสานละเอียด (metal Filters) ที่ทำจาก Stainless เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault

▪ กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า - ออก จะต้องมี 3 ตำแหน่งคือ Connect - Test - Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์

▪ Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)

▪ Rate current 100% continuous

▪ อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)

▪ Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.5 - 3 วินาที

▪ Under voltage, Shunt Trip, Closing Coil, Motor operated, Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 - 6300 A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare Part

- Built in ground fault protection
- Phase protection with shunt trip
- Closing coil motor operated
- Auxiliary contact

ทรียูนิต (Tripunits)

▪ CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟฟ้า ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (accuracy) ในการวัดค่ากระแส

- ทรียูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS
- ทรียูนิตต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์ โหลดหลายครั้งติดๆ กัน

- ฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน (Over current protection)

TRIP UNIT ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้

1. Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 เท่าของ Rated Current (I_n) และปรับค่านอง่วงเวลา long time delay ได้

2. Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่า และสามารถปรับนวงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที

3. Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick – up ได้ และสามารถ OFF ได้

4. Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งนวงเวลาดั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที

- มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)

▪ ค่ากระแส Pick-up และการนวงเวลาที่ผู้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผล ในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อายต่อการอ่านค่า

- มีฟังก์ชันพื้นฐานของการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic measurements function)
- มีแอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิทัล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
- มี Bar graph แบบ LED หรือ LCD มี (backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟสพร้อมๆ กัน
- มี Maxi meter เก็บค่ากระแส RMS สูงสุดของแต่ละเฟส ไว้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทาง

จอแสดงผลของ trip unit ได้

1.8 MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER

MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาด 100AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal – magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส THERMAL ได้ตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ของ Rated Current (I_n)

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น ELECTRONIC TRIP สามารถปรับค่ากระแส OVERLOAD CURRENT ได้ระหว่าง 0.4 – 1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส SHORT CIRCUIT CURRENT ได้ระหว่าง 2 – 10 เท่า

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95% ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็น สัญญาณสว่างตลอดเวลา และถ้ามีค่าตั้งแต่ 105% ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

MCCB ขนาดตั้งแต่ 100-630 AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ $Ics = 100\% Icu$ และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100% continuous.

Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ Terminal ชนิด Bus bar Connection Type สำหรับขนาดเล็กกว่า 225 A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniature CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด 100 AF. สามารถใช้ อุปกรณ์ที่ 63 AF. แทนได้แต่ค่า KAIC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

1.9 AUTOMATIC CAPACITOR BANK

เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ (AUTOMATIC CAPACITOR BANK) สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อย่าง อัตโนมัติ

พิกัดของ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

▪ TYPE INDOOR (NONFLAMMABLE TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLY PROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEALING

▪ NUMBER OF PHASE	3 เฟส 220/380 V
▪ RATED VOLTAGE	400 V. (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
▪ RATED FREQUENDY	50 Hz.
▪ RATED OUTPUT	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
▪ SWITCHING STEPS	CYCLIC OPERATION (12 STEPS)
▪ POWER LOSS	ไม่เกิน 1 W/kVAR
▪ OPERATING	- 10/+45 °C

CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลาย ๆ ตัวยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศอย่างดี (แผ่นเหล็กเจาะรูพูน) และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

▪ FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีพิกัดกระแสลัดวงจร ไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลัดกระแสพุ่งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดต้องมีระบบอัตโนมัติตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด

▪ CONTACTR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลัดกระแสพุ่งเข้า (ชนิด RESISTANCE)

▪ มี DISCHARGE RESISTANCE (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)

▪ kVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL 220V. CYCLIC OPERATION.

- มี POWER FACTOR METER.
- มี INDICATING LAMP
- มี AUTOMATIC AND MANUAL SWITCH
- มี TARGET P.F. ADJUSTABLE
- มี STARTING CURRENT SETTING (C/K)

อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และกระทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้งผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และต้องแสดงไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชา โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

1.10. การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 439-1 ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้าน ไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน ไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้าน ไฟฟ้า (Protective measures)
4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวน ไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน ไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน ไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

1.11 เครื่องมือบำรุงรักษา

ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมีประกับติดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1.80 ม. และให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่น โลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและเป็นเกลียวที่ใช้ยึดับสบาร์และสวิตช์ตัดคอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

- 2) ตู้สวิตช์ตัดคอนแรงดันต่ำ ที่ผลิตได้ตามมาตรฐาน IEC (LOCAL)

2.1 หัวใจไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB) ,แผงสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตซ์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board :SDB) การสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตซ์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC หรือ มาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436-2540)และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญ

วิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ ต้องใช้การรับรองมาตรฐาน ISO9001 :2008 ก่อนประกอบแผงสวิตซ์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

2.2 พิกัดของแผงสวิตซ์ไฟฟ้า

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตซ์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม IEC STANDARD และ ไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	: 415/220 VOLTS
SYSTEM WIRING	: 3-PHASE, 4-WIRE, SOLID GROUND
RATED FREQUENCY	: 50 HZ.
RATED CURRENT	: ตามระบุในแบบ
RATED SHORT – TIME WITHSTAND	: ไม่น้อยกว่า RATED SHORTCIRCUIT CURRENT ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	: 1000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	: 220-240 VAC.
FINISHING	: Coldroll steel with EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT

COATING.

TYPICAL FORMS	: FORM 2A หรือตามที่ระบุในแบบ
---------------	-------------------------------

2.3 ลักษณะ โครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ

แผงสวิตซ์ฯ ประกอบด้วย COMPARTMENT รูปแบบ FORM 2 A หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 30 ตาม IEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตซ์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยใช้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝ้ายอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกัน สนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก.ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing) การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผง อีพ็อกซี / โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

2.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาด บัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ, เฟสบี และเฟสซี, โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือจากซ้ายมือไปขวามือ อย่่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแบบแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องคอกับโครงของแผงสวิตช์ทุกๆ ส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Bus bar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

2.5 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ยกแก่การลอกหลุดหาย

2.6 Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาว โดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดตั้งของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

2.7 การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 439-1 ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการ

ตรวจสอบ

หมวดที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องนำรายละเอียดหรือตัวอย่าง วัสดุอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทุกชนิดให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและวิศวกรผู้ควบคุมงานของมหาวิทยาลัยตรวจสอบอนุมัติก่อนที่จะทำการติดตั้ง เมื่อถูกตรวจสอบพบว่าวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ไม่ถูกต้องตามรายละเอียด หรือตามที่อนุมัติไปแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการถอดถอนขนย้ายออก และนำมาเปลี่ยนใหม่โดยเร็วที่สุด ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 4.1.2 วัสดุอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ผู้รับจ้างจัดหา และติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ยังคงถือเป็นทรัพย์สินและความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ซึ่งต้องบำรุงรักษาไม่ให้เสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย หรือเกิดความเสียหายใด ๆ จนกว่าจะได้มอบงานให้แก่มหาวิทยาลัยแล้ว ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวขึ้นก่อนการมอบงาน ผู้รับจ้างจะนำมาเป็นสาเหตุขอขึ้นราคาหรือชดเชยจากราคาตามสัญญาไม่ได้

4.2 การติดตั้งสายเคเบิลแรงสูงและท่อร้อยสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายโทรศัพท์

- 4.2.1 สายเมนแรงสูงใต้ดินใช้สายทองแดง 12/20(24 KV) ตามมาตรฐาน IEC Pub.502 แบบ Single Core , Copper Conductor, Crosslinked Polyethylene Insulated (XLPE) Copper Wire Screen and Polyethylene Jackets ตัวอย่างสายแรงสูงผลิตในประเทศที่คุณภาพเป็นที่ยอมรับ ได้แก่ชื่อผลิตภัณฑ์ Thai Yazaki, Bangkokcable, MCI, Charungthai และ Phelpsdoedges
- 4.2.2 ถ้าแบบมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น การเดินสายเคเบิลแรงสูง และท่อร้อยสายโทรศัพท์/สื่อสาร ให้ใช้วิธีก่อสร้างโดยวิธี Horizontal directional drill โดยมีส่วนเป็นแบบขุดฝังดินโดยตรงบางส่วน

- 4.2.3 กรณีแบบขุดฝังดินโดยตรง ในส่วนท่อร้อยสายเคเบิลแรงสูงให้ใช้วิธีร้อยสายในท่อ HDPE PN 10 (High Density Polyethylene), Dia.140 mm. ซึ่งวางฝังดินโดยตรง โดยขุดดินลึกโดยประมาณ ไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร จากระดับดินเดิม ความกว้างที่กั้นของร่องดิน ไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร รองด้วยทรายอัดแน่นหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร วางท่อร้อยสายเคเบิลแล้วกลบด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบ หรือแบบแผ่นเรียบชนิด Pre-Stress หรือเสริมเหล็ก Wire Mesh ความกว้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร ตลอดแนวสายเคเบิล จากนั้นกลบทรายทับหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร วางทับด้วย Cable Warning Tape แล้วกลบดินทับและอัดแน่นจนถึงระดับดินเดิม สายแรงสูงที่ร้อยผ่านบ่อพักสาย จะต้องขุดสายเก็บไว้ในบ่อพัก ประมาณ 1 รอบ
- 4.2.4 กรณีแบบขุดฝังดินโดยตรง ในส่วนท่อร้อยสายโทรศัพท์และสื่อสาร ให้ใช้ท่อ HDPE, PN10 (High Density Polyethylene), Dia.110 mm. ซึ่งวางฝังดินโดยตรง โดยขุดดินลึกโดยประมาณ ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร จากระดับดินเดิม ความกว้างที่กั้นของร่องดินประมาณ 40-60 เซนติเมตร รองด้วยทรายอัดแน่นหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร วางท่อร้อยสายเคเบิลแล้วกลบด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบ หรือแบบแผ่นเรียบชนิด Pre-Stress หรือเสริมเหล็ก Wire Mesh ความกว้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร ตลอดแนวสายเคเบิล จากนั้นกลบทรายทับหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร วางทับด้วย Cable Warning Tape แล้วกลบดินทับและอัดแน่นจนถึงดินเดิม
- 4.2.5 การเดินสายเคเบิลแรงต่ำให้ใช้วิธีฝังดินโดยตรง (ถ้ามี) โดยขุดดินลึกโดยประมาณ ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร จากระดับดินเดิม ความกว้างที่กั้นของร่องดินประมาณ 40-60 เซนติเมตร รองด้วยทรายอัดแน่นหนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร วางสายเคเบิลแล้วกลบด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร (ผิววนของสายเคเบิลต้องอยู่ลึกจากระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร) ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบ หรือแบบแผ่นเรียบ Pre-Stress หรือ เสริมเหล็ก Wire Mesh ความกว้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร ตลอดแนวสายเคเบิล จากนั้นกลบทรายทับหนา ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร วางทับด้วย Cable Warning Tape แล้วกลบดินทับและอัดแน่นจนถึงระดับดินเดิม
- 4.2.6 ในกรณีที่มีสายเคเบิลแรงต่ำชนิดฝังดินโดยตรงสองชุด (ถ้ามี) วางอยู่ในร่องสายเดียวกันให้วางสายเคเบิลชุดที่สองทับทรายส่วนบนของสายเคเบิลวงจรรแรกก่อน แล้วจึงกลบทับด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบ หรือแบบแผ่นเรียบชนิด Pre-Stress หรือเสริมเหล็ก Wire Mesh ความกว้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร ตลอดแนวสายเคเบิล จากนั้นกลบทรายทับหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร วางทับด้วย Cable Warning Tape แล้วกลบดินทับและอัดแน่นจนถึงระดับดินเดิม
- 4.2.7 การเดินสายเคเบิลแรงต่ำไฟถนน (ถ้ามี) ให้ใช้วิธีร้อยสายในท่อ HDPE, PN6,Dia. 50 mm. โดยขุดดินลึกประมาณ ไม่น้อยกว่า 0.70 เมตร กว้างประมาณ 20 เซนติเมตร รองด้วยทรายอัดแน่นหนา

ประมาณ 5 เซนติเมตร วางท่อร้อยสายแล้วกลบด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร จากนั้นวางทับด้วย Cable warning tape แล้วกลบดินทับ และอัดแน่นจนถึงผิวดินเดิม

- 4.2.8 การร้อยสายเคเบิลในท่อร้อยสายจะต้องใช้สารหล่อลื่น (Lubricant) ที่เหมาะสมสำหรับงานเคเบิลแรงสูง เช่นชนิด Water-base Cable Lubricant ในอัตราประมาณไม่น้อยกว่า 15 กิโลกรัม ต่อความยาวสาย 100 เมตร
- 4.2.9 การวางสายเคเบิล จะต้องให้มีการหย่อนตัวของสาย (Snake Sag) รวมกับสายที่ขุดไว้ในบ่อพักสาย (Hand Hole) และปลายท่อก่อนเข้าอาคารประมาณ 5% เพื่อป้องกันปัญหาจากการทรุดตัวของดิน
- 4.2.10 ระหว่างการวางสายเคเบิลแรงสูง จะต้องมียูปรกรณ์ป้องกันหรือพันหัวสายเคเบิลด้วย Self-Bonding Tape และ PVC Tape อย่างดีป้องกันมิให้น้ำหรือความชื้นซึมเข้าหัวสายเคเบิลได้ ทั้งนี้ต้องอยู่ในความดูแลอย่างใกล้ชิดของวิศวกรควบคุมงานของมหาวิทยาลัยตลอดเวลา
- 4.2.11 ผู้รับจ้างต้องจัดหา Cable Route Marker (หรือ Cable Route Marking Pole) ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด 10 x 10 x 40 ซม. ปักบนแนวสายเคเบิลทุกระยะประมาณ 10 เมตร และทุกมุมที่สายเคเบิลเลี้ยวโค้ง โดยให้ปักสูงจากพื้นดินโดยประมาณเฉลี่ย 5 เซนติเมตร ที่ปลายด้านบนของ Cable Route Marker ให้มีอักษรขนาดข้อความ “HV 22 kV” และทาสีแดงที่ปลายด้านบนนี้ด้วย หรือใช้แผ่นโลหะกั้นเงาร่องเป็นตัวอักษรแทน
- 4.2.12 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ท่อ Conduit ที่ใช้ติดตั้งในงานร้อยสาย, สายไฟฟ้าแรงต่ำและสายโทรศัพท์ กำหนดให้ใช้ท่อ IMC (Intermediate metal conduit) ชนิดผิวท่อด้านนอกอบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน (Hot – dip galvanized) หรือแบบ Inline hot dip galvanizing process เท่านั้น โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบ Catalogue มาในซองรายละเอียดทางเทคนิค
- 4.2.13 บริเวณที่จะทำการติดตั้งสายไฟฟ้าจะมีแนวต้นไม้ สวนไม้ประดับ สนามหญ้า คอนกรีตปูพื้นแบบผิวหนอน ถนนลาดยาง ไหล่ทางที่ทับหน้าด้วยหินคลุก หรือลาดด้วยคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมบำรุงให้มีสภาพดั้งเดิมหลังจากทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว
- 4.2.14 กรณีที่มีต้นไม้ใหญ่กีดขวางแนวการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบและต้องได้รับอนุญาตก่อนดำเนินการตัดกิ่งไม้หรือรื้อย้ายต้นไม้ดังกล่าว
- 4.2.15 การตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อตัดต่อหรือปรับปรุงวงจร จะต้องวางแผนประสานงานกับวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วัน เพื่อให้การดับไฟฟ้าแรงสูงมีจำนวนครั้ง และระยะเวลาขาดหายของไฟฟ้าแรงสูงต่อครั้งน้อยที่สุด
- 4.2.16 ถ้าจำเป็นต้องตัดเชื่อมสายเคเบิลแรงสูงจะต้องทำในบ่อพักสายตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงตามที่กำหนดในแบบรูป โดยใช้ชุดอุปกรณ์ต่อสายเคเบิลแรงสูงมาตรฐาน (High-Voltage Cable

Splicing Kit) ทั้งนี้ต้องยื่นแบบและรายละเอียดเพื่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อน
ดำเนินการ

- 4.2.17 สายเคเบิลแรงสูงใต้ดินพร้อมขั้วสายเคเบิลแรงสูงทุกช่วงที่มีการติดตั้งใหม่ หรือมีการปรับปรุงใหม่
จะต้องทำการทดสอบด้วยแรงดันสูงกระแสตรง (DC High Potential Test) ตามมาตรฐาน IEC Pub.
502 พร้อมทำบันทึกรายงานการทดสอบเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง
- 4.2.18 ต้องทำการทดสอบค่าความต้านทานระบบต่อลงดิน (Grounding Resistance) ของสถานีหม้อแปลงที่มี
การติดตั้งใหม่ หรือมีการปรับปรุงใหม่ทุกสถานี พร้อมทำบันทึกการทดสอบเสนอต่อ
คณะกรรมการตรวจการจ้าง

4.3. แบบใช้งาน (Shop Drawing)

- 4.3.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบที่จะใช้ติดตั้งอย่างน้อย 4 ชุด เขียนด้วย Auto Cad Release 2004 หรือดีกว่าให้ผู้ว่าจ้าง
จ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 15 วัน
- 4.3.2 ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดทำงานได้ เมื่อเห็นว่าสภาพดินฟ้าอากาศไม่
เหมาะสมที่จะทำงาน หรือไม่ส่งรายละเอียดแผนงาน (Shop Drawing) ตัวอย่างวัสดุ หรือในกรณีที่ผู้รับจ้าง ไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง
การแก้ไข หรือคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน คณะกรรมการมีสิทธิ์ขอเปลี่ยนแปลงตัว แทนหรือผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างได้
- 4.3.3 หากมีการเปลี่ยนแปลงผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างเกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องหยุดงานในสายวิชาชีพนั้นทันที
จนกว่าผู้รับจ้างจะส่งตัวแทนหรือผู้ควบคุมงานที่ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างมาปฏิบัติงานแทน และความล่าช้าที่
เกิดขึ้นกรณีเช่นนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอขยี้วันทำการออกไปไม่ได้
- 4.3.4 แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกับต้นแบบ
- 4.3.5 แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูงแรงต่ำ และรายละเอียด
อื่นๆ อันอาจเกี่ยวกับงานก่อสร้างหรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ

4.4. แบบสร้างจริง (As-Built Drawings)

- 4.4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผัง และแบบสร้างจริง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่
เป็นจริง รวมทั้งแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง
- 4.4.2 แบบสร้างจริงนี้วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4
ชุด ในวันส่งมอบงาน โดยที่แบบสร้างจริงประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียว
อีก 3 ชุด มีขนาดและมาตรฐานส่วนเดียวกับของผู้ออกแบบ พร้อม CD 2 แผ่น

4.5. การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่นๆ

- 4.5.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปา และท่อน้ำอื่น ๆ
รวมทั้งมาตรวัดต่าง ๆ ชั่วคราว รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้ช่างงานการติดตั้งและการทดสอบด้วย
- 4.5.2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในข้อ 4.5.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่ง
วันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ตามที่

ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง และความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง โคมไฟฟ้าแสงสว่างชั่วคราวนี้ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

4.6. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

4.6.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน

4.6.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในการติดตั้งและทดลองเครื่อง

4.6.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่าง ๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

4.6.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดแก่ทรัพย์สินใกล้เคียงหรือทรัพย์สินของบุคคลภายนอก ถนน หรือสะพาน ที่ใช้ผ่านมายังบริเวณงานซึ่งเกิดความเสียหายโดยการจราจรของผู้รับจ้างหรืออุบัติเหตุที่เกิดแก่บุคคลใด เนื่องมาจากการทำงานตามสัญญาและเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องดูแลรักษาความปลอดภัย และต้องหาทางป้องกันเพื่อความปลอดภัย ไม่ประมาท เช่น จัดเจ้าหน้าที่เพื่อความปลอดภัยและรักษาความปลอดภัยในบริเวณงาน ทำรั้ว ป้าย สัญญาณป้องกันอันตราย ติดตั้งดวงโคมและประกันภัยต่าง ๆ โดยให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและจ่ายค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

4.6.5 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราวซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่ก่อสร้างจนถึง และต้องกระทำให้อยู่ในสภาพดี เช่นเดิม สิ่งใดที่ต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไป ก่อนที่ส่งมอบงาน

4.7 .การประสานงาน

4.7.1 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตารางและรายละเอียดประกอบการประสานงาน ทั้งทางด้านช่าง การส่งของ การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่าง ๆ อันอาจเป็นผลกระทบต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด

4.7.2 เนื่องจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่อยู่ในโครงการติดตั้งปรับปรุงเป็นท่าอากาศยานซึ่งได้เปิดใช้งานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำงาน ให้ประสานกับระบบการทำงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่อยู่ในโครงการเพื่อไม่ให้เกิดการบริการหยุดชะงัก

4.7.3 ผู้รับจ้างต้องลงมือทำงานระหว่างเวลา 08.00- 17.00 น. หากผู้รับจ้างประสงค์จะทำงานนอกเหนือจากระยะดังกล่าว ต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ พร้อมกับทำแผนการทำงาน เมื่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงจะทำงานได้

4.7.4 ผู้รับจ้างประสานงานกับหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตงานไฟฟ้าและสื่อสารทั้งหมด และต้องจัดหาเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอกจากหน่วยงานราชการดังกล่าวด้วย โดยที่ค่าใช้จ่ายทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในการเสนอราคาด้วย

4.7.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนการทำงาน และรายละเอียดประกอบการประสานงานซึ่งสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างเกี่ยวกับการจัดหา การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละชั้นคอน และส่งให้ผู้รับจ้างอย่างน้อยทุก 60 วัน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ

4.8. การรายงานผล และความความคืบหน้าของงาน

4.8.1 ผู้รับจ้างต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติการติดตั้ง เป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน 4 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้าง โดยนำเสนอ ทุกๆ 30 วัน

4.8.2 รายงานดังกล่าวในข้อ 4.8.1 ต้องเริ่มทำนับจากวันที่ลงนามในสัญญาว่าจ้าง และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงาน ให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

4.8.3 รายงานดังกล่าวต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- 1) พนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
- 2) วัสดุและอุปกรณ์ที่เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง
- 3) งานที่ได้ติดตั้งไปแล้ว
- 4) งานที่ล่าช้า (ถ้ามี)
- 5) การแก้ไข และ/หรือเปลี่ยนแปลงงาน
- 6) สภาพอากาศ
- 7) อื่นๆ

4.9 การทดสอบเครื่อง และระบบ

4.9.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบ ตามหลักวิชาการและมาตรฐาน เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วยและผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

4.9.2 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดังกล่าว

4.9.3 การทดสอบเครื่องและระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC และหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องด้วย ตลอดจนข้อกำหนดและมาตรฐานที่อ้างอิง

4.10. หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

4.10.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีและรายละเอียดของการบำรุงรักษารายการอะไหล่ และอื่น ๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงาน

4.10.2 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง

4.10.3 บทความโฆษณาของผู้ผลิต หรือแคตตาล็อก ไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา

4.11. การรับประกัน

4.11.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นในการเสนอราคาของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

4.11.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของงานในส่วนที่ดำเนินการ เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่คณะกรรมการตรวจการจ้าง ได้ตรวจรับงานจ้างเรียบร้อยแล้ว ตลอดระยะเวลาประกันผลงาน ผู้รับจ้างต้องเข้าดำเนินการซ่อมให้เป็นปกติ ภายใน 72 ชั่วโมง หลังจากเกิดเหตุขัดข้อง หากผู้รับจ้างไม่เข้าดำเนินการซ่อมตามระยะเวลาที่กำหนด ผู้ว่าจ้าง สงวนสิทธิ์ในการดำเนินการซ่อมเอง หรือมอบหมายให้ผู้อื่นผู้ใดดำเนินการแทน โดยผู้รับจ้างต้องชดเชยค่าใช้จ่ายให้แก่ผู้ว่าจ้างที่เรียกเก็บ

4.12. การส่งมอบงาน

4.12.1 ผู้รับจ้างต้องเปิดเดินเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน

4.12.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบจนกว่า จะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ว่าจ้าง ว่าเครื่องวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงาน ได้ดีถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดทุกประการ

4.12.3 รายการสิ่งของต่าง ๆ ต่อไปนี้ ที่ผู้ว่าจ้างต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน โดยถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับงานคือ

- 1) แบบสร้างจริง
- 2) หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์
- 3) เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งโรงงาน

ผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย

- 4) อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด
- 5) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจสอบรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 5 อุปกรณ์มาตรฐาน (Standard Equipments)

อุปกรณ์มาตรฐาน (Standard Equipments)

รายละเอียดในหมวดนี้ เป็นการแจ้งรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับโดยคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ โดยหากต้องการเทียบเท่าจะต้องมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะทำการเทียบเท่ากับคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้โดยการทดสอบและรับรองผลการทดสอบว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า โดยสถาบันที่มีการระบุไว้ในรายละเอียดประกอบแบบหมวดนั้นๆ ของอุปกรณ์ หรือสถาบันที่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นสถาบันที่ทำการทดสอบอุปกรณ์หรือรายละเอียดของอุปกรณ์ดังกล่าว

งานระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร

- | | |
|--|--|
| 1. UNIT SUBSTATION | : SCHNEIDER ELECTRIC, AREVA, SIEMENS |
| 2. Ring Main Unit | : SCHNEIDER ELECTRIC, AREVA, SIEMENS |
| 3. หม้อแปลงไฟฟ้า | : QTC, CCT, TUSCO |
| 4. สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ | : SIEMENS, ABB, SCHNEIDER ELECTRIC |
| 5. มิเตอร์ และเครื่องวัด | : Crompton, Mitsubishi, Fuji |
| 6. Power Meter | : E-Power, SCHNEIDER ELECTRIC, Socomec, Circutor |
| 7. โอโตเมติก คะแปงซ์เตอร์แบงค์ และ KVAR controller | : Electronicon, SIEMENS, Circutor |
| 8. แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูงแรงต่ำ | : ASEFA, TIC, TUSCO, SCI |
| 9. สายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ | : Thai-Yazaki, Phelps Dodge, Bangkok Cable |
| 10. ท่อร้อยสายไฟฟ้าโลหะ | : Arrow, Diwa, PAT |
| 11. ท่อร้อยสายไฟฟ้า HDPE PN10 | : TGG, SR, TAP |
| 12. รางเดินสายไฟ | : ASEFA, TAMCO, UI |
| 13. ระบบต่อลงดิน | : Eritech, Kumwell, Protel |
| 14. แผงสวิตซ์ย่อย | : SIEMENS, ABB, SCHNEIDER ELECTRIC |
| 15. สายระบบดาต้าเน็ตเวิร์ก UTP CAT6 | : LINK, AMP, BELDEN |

Handwritten signatures and initials are present at the bottom of the page, including a large signature on the left, a signature on the right, and several initials below them.