

### บทที่ 3

## รายละเอียดการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

### 3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

#### 3.1.1 บทนำ

ผู้ว่าจ้างกำลังก่อสร้างโครงการ และต้องการดำเนินการเพื่อติดตั้งระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ โดยที่การดำเนินการดังกล่าวต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

#### 3.1.2 สภาพแวดล้อม

วัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ ต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้งานในประเทศร้อนได้ดีภายใต้สภาวะแวดล้อมดังนี้

- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง | 2 เมตร          |
| 2. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย          | 40 องศาเซลเซียส |
| 3. อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี          | 30 องศาเซลเซียส |
| 4. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี  | 79%             |
| 5. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย  | 94%             |

#### 3.1.3 มาตรฐานและเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

1. มาตรฐานวัสดุ และอุปกรณ์ตลอดจนการประกอบและการติดตั้ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและมาตรฐานล่าสุดอันใดอันหนึ่งของ TISI , IEC , VDE , NEMA และ NEC ฯลฯ โดยที่มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในแต่ละประเภทของอุปกรณ์และ / หรือประเภทของงานต่างๆมีดังต่อไปนี้

กฟภ.	-	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
วสท.	-	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
มอก.	-	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	-	American National Standard Institute
ASTM	-	American Society of Testing Materials
BS	-	British Standard



DIN	-	Deutscher Industriellen Normen
EIT	-	The Engineering Institute of Thailand
IEC	-	International Electrotechnical 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 Elektro Techniker

2. เกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการไฟฟ้า ในกรณีที่กฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มิได้  
ระบุไว้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ NEC และ / หรือ VDE และประกาศของ  
กระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

3.1.4 ขอบเขตของงาน

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร และ  
อุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ รวมถึงแรงงาน เครื่องมือ เครื่องใช้ สถานที่เก็บของ  
พลังงานไฟฟ้า และงานอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่องานเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และใช้  
งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดทุก  
ประการ
2. ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวในข้อ 1 ตามมาตรฐานต่างๆที่อ้างอิงถึง
3. ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร และผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การ  
ปฏิบัติงานระบบไฟฟ้า และสื่อสารเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์
4. ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อให้การไฟฟ้าส่วนภูมิ  
ภาคมาทดสอบสายไฟแรงสูง ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่ค่าธรรมเนียม และค่าใช้จ่าย  
จ่ายเกี่ยวกับไฟฟ้าแรงสูงที่ต้องชำระตามระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้รับจ้างเป็น  
ผู้ชำระให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และผู้รับจ้างเป็นผู้ประสานงาน โดยที่ค่าใช้จ่าย  
ในการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในรายการเสนอราคา  
ด้วย

5. ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อขอติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ตามที่แสดงไว้ในแบบ พร้อมทั้งตรวจสอบอุปกรณ์ และการติดตั้งทางไฟฟ้า จนกว่าจะมีกระแสไฟฟ้าใช้ในอาคาร โดยที่ค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจสอบการเดินสาย ตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายทุกชนิดที่ต้องชำระตามระเบียบของการไฟฟ้าฯ ผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และผู้รับจ้างเป็นผู้ประสานงานโดยที่ค่าใช้จ่ายในการประสานงานกับการไฟฟ้าฯ ให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในรายการเสนอราคาด้วย
6. ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งไฟฟ้า และสื่อสารทั้งหมด ให้ถูกต้องตามกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และตามมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องรับแก้ไขงานที่ผิดกฎ และ/ หรือ มาตรฐานดังกล่าวให้ถูกต้องโดยไม่คิด ค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
7. งานจัดหา และติดตั้งระบบไฟฟ้า และสื่อสารของผู้รับจ้าง เริ่มจากเดินสายไฟฟ้าแรงสูงจากภายนอกอาคาร จนถึงหม้อแปลงไฟฟ้าบนเสาไฟฟ้าภายนอกอาคาร และเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำไปยังแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำที่อยู่ภายในอาคาร จนถึงจุดตำแหน่งดวงโคม เดีร์รับ และอุปกรณ์ไฟฟ้า และสื่อสารทั้งหมด ให้ถูกต้องตามแบบ และระบุในข้อกำหนดทุกประการ

### 3.1.5 พนักงาน

1. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยให้พนักงานดำเนินงานให้เป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดต่างๆ อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์
2. ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้าที่จดทะเบียนอย่างต่ำในชั้นสามัญ ตาม พ.ร.บ. วิชาชีพวิศวกรรม ที่มีความรู้ และความสามารถในการควบคุมการติดตั้งงานไฟฟ้า และเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารส่งมอบงานทั้งหมด
3. ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานไฟฟ้าในแต่ละระบบ
4. ผู้รับจ้างต้องมีพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จทันความต้องการของผู้ว่าจ้าง
5. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ถอนพนักงานคนใดของผู้รับจ้างได้ เมื่อเห็นว่าปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง หรืออาจเกิดความเสียหาย หรืออันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานคนใหม่ที่มีความชำนาญมาแทนโดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
6. ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการ รายชื่อ และผลงานของผู้รับจ้าง ช่าง เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนเสมอ

7. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงานของผู้รับจ้างเอง

### 3.1.6 วัสดุและอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารรายละเอียด และ / หรือตัวอย่างของวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ติดตั้ง พร้อมด้วยข้อมูลทางด้านเทคนิค ให้ผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบอนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วันก่อนนำไปทำการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
2. วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่แบบล่าสุด ได้มาตรฐานสากล อยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์ และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
3. วัสดุ และอุปกรณ์ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้งหรือการทดสอบ ต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนให้ใหม่ ตามสภาพ และความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง
4. ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่แสดงไว้ในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนด ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่ไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
5. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการคำนวณที่จำเป็น เช่น การคำนวณตรวจสอบค่ากระแสลัดวงจร โดยใช้ข้อมูลจากวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้ง เป็นต้น เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาตรวจสอบอนุมัติ
6. หากมีความจำเป็นเกิดขึ้น อันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนด และ / หรือแสดงตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างไว้ และต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์อื่นๆ มาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุ หรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์งานเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างโดยทันที โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น
7. วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการช่วยทำหงานไฟฟ้าใช้งานได้ดี ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ถึงมิได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดก็ตาม แต่หากเป็นหลัก

ปฏิบัติทั่วไปทางด้านวิชาชีพวิศวกรรม ก็เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง

8. ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักร และอุปกรณ์โดยมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อความสะดวกสำหรับการขนส่ง และการซ่อมแซมบำรุงรักษา

### 3.1.7 เครื่องมือ

1. ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรง ที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และต้องเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำในจำนวนที่เพียงพอ
2. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ผู้รับจ้างเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงจำนวน และ / หรือชนิดของเครื่องมือ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน

### 3.1.8 ป้าย และเครื่องหมายของวัสดุและอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อ โดยใช้สีพื้นเป็นตัวหนังสือ และ / หรือเครื่องหมายต่างๆ เพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ / หรือภาษาอังกฤษ
2. สีที่พื้นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมาย ให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง โดยต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี
3. ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น โดยชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดแสดงอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ และป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร
4. เพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งแล้ว สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมาย และอักษรย่อ หรือข้อความที่สั้นกระชับรัดกุม ง่ายต่อการเข้าใจ เช่น แสดงข้อความ "3DP Max. 100 A" บนแผงไฟฟ้าเพื่อแสดงขนาดกระแสสูงสุดของแผงไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้

### 3.1.9 การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า และประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่ง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังสถานที่ ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
3. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ / หรือความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่ง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

4. ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังสถานที่ติดตั้ง เพื่อจะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวให้ถูกต้องตามที่ได้รับอนุมัติ ก่อนที่จะนำไปสถานที่เก็บรักษาต่อไป

### 3.1.10 การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ที่ใช้ในการติดตั้ง ภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง
2. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าว ยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ อันจะเกิดขึ้น เช่นการสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือถูกทำลาย เป็นต้น จนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

### 3.1.11 การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

1. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนด และเงื่อนไขต่างๆ โดยแจ้งชัด
2. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิก และโครงสร้าง พร้อมๆ ไปด้วยแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล และสุขาภิบาล ก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้ด้วยดี ไม่ขัดแย้งกับระบบอื่นๆ มีความถูกต้องทางด้านเทคนิค และสามารถบำรุงรักษาในภายหลังได้ตามต้องการ
3. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบระดับแรงดันของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแบบ เปรียบเทียบกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อกำหนดระดับแรงดันของวัสดุอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
4. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแบบเปรียบเทียบกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในกรณีที่มีข้อขัดแย้ง ให้สอบถามจากผู้ออกแบบก่อนการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ เพื่อสรุปการแก้ไข หรือ เปลี่ยนแปลง ถ้าผู้รับจ้างไม่ดำเนินการตามขั้นตอน และเกิดผลเสียต่อโครงการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อผลเสียนั้นๆ
5. เมื่อมีข้อขัดแย้ง ข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบ และข้อกำหนด ให้สอบถามจากผู้ว่าจ้าง และ / หรือ ผู้ออกแบบโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่วัสดุ และ / หรืออุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และ / หรือมีจำนวนครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องรีบแก้ไขงานดังกล่าวให้ถูกต้องตามข้อสรุป โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

### 3.1.12 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

1. การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ ข้อกำหนด วัสดุ และอุปกรณ์ อันเนื่องมาจากแบบ และข้อกำหนดขัดกัน หรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้าง โดยทำหนังสือ และแบบประกอบ เพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบก่อนอย่างน้อย 14 วัน จึงจะดำเนินการได้
2. ถ้างานไฟฟ้าส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้ง หรือติดตั้งเสร็จสิ้นแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบ และข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการ แก้ไขให้ถูกต้องทันที แต่ความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอชดเชยวันทำการออกไป หรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้
3. ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะสมบัติอันเป็นเหตุให้วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้ส่งออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสม หรือทำงานไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

### 3.1.13 แบบใช้งาน ( Shop Drawing )

1. ผู้รับจ้างต้องส่งแบบที่จะใช้ติดตั้งอย่างน้อย 4 ชุด ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน
2. แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกับต้นฉบับ
3. แบบที่ใช้ติดตั้ง ต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่นๆ อันอาจเกี่ยวกับงาน ก่อสร้าง หรือผู้รับจ้างรายอื่นๆ
4. แบบใช้งานมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
  - การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า
  - การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน และอุปกรณ์ประกอบรวมทั้งแผงสวิตซ์ย่อยทั้งหมด
  - การติดตั้งและแนวการเดินสายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางเดินสายไฟฟ้า ฯลฯ
  - การติดตั้งโคมไฟฟ้า สวิตซ์ และเต้ารับทั้งหมด

- รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมถึงแสดงตำแหน่งของการติดตั้งและคุณสมบัติอื่นๆ
- รายละเอียดและการติดตั้งของระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า
- รายละเอียดและการติดตั้งของระบบสื่อสาร เช่นระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุไฟไหม้ ระบบเสาอากาศโทรทัศน์ จารับสัญญาณดาวเทียม และวิทยุรวม ระบบเสียง และระบบโทรทัศน์วงจรปิด ฯลฯ

### 3.1.14 แบบสร้างจริง ( As Built Drawings )

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผัง และระบบสร้างจริง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในระหว่างการติดตั้ง
2. แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน โดยที่แบบสร้างจริงประกอบด้วย แบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกับของผู้ออกแบบ

### 3.1.15 การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่นๆ

1. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปา และท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ชั่วคราว รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบด้วย
2. ค่าใช้จ่ายต่างๆในข้อ 1. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการ ระหว่างการใช้งาน จนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อย
3. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานสำหรับผู้ว่าจ้าง หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง และความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างชั่วคราวนี้ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

### 3.1.16 ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

1. ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัย เกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน
2. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในการติดตั้ง และทดลองเครื่อง
3. ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อย และอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา



4. ผู้รับจ้างต้องป้องกันด้วยความระมัดระวังมิให้เกิด เสียง ควัน ความสั่นสะเทือน หรือมลภาวะใดๆอันเนื่องจากการปฏิบัติงานที่จะก่อให้เกิดการรบกวนต่อบุคคลที่อยู่ใกล้เคียงจนถึงขีดที่ผู้ชำนาญด้านมลภาวะลงความเห็นว่าป็นอันตรายต่อสุขภาพทางร่างกายและจิตใจของผู้ที่อยู่ใกล้เคียง
5. เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนรีดออนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่ก่อสร้างจนสิ้นเชิง และต้องกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม สิ่งใดที่ต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไป ก่อนที่จะส่งมอบงาน

### 3.1.17 การประสานงาน

1. ผู้รับจ้างต้องกำหนดตาราง และรายละเอียดประกอบการประสานงาน ทั้งทางด้านช่าง การส่งของ การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆอันอาจเป็นผลกระทบต่อความแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด
2. ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ เช่น ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างงานเครื่องกล ผู้รับจ้างสุขาภิบาล และผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้น เพื่อลดปัญหาความขัดแย้ง และให้การดำเนินการเป็นไปด้วยดีไม่มีอุปสรรค
3. ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับหน่วยราชการ ที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตงานไฟฟ้า และการสื่อสารทั้งหมด และต้องจัดหาเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอจากหน่วยราชการดังกล่าวด้วย โดยที่ค่าใช้จ่ายทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง และให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในการเสนอราคาด้วย
4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงาน และรายละเอียดประกอบการประสานงาน ซึ่งสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างเกี่ยวกับการจัดการติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน และส่งให้ผู้ว่าจ้างอย่างน้อยทุก 60 วัน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ

### 3.1.18 การรายงานผลและความคืบหน้าของงาน

1. ผู้รับจ้างต้องส่งรายงานสรุปความคืบหน้าของกรปฏิบัติงานติดตั้ง เป็นลายลักษณ์อักษร จำนวน 4 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้าง โดยสม่ำเสมอทุกๆ 30 วัน
2. รายงานดังกล่าวในข้อ 1. ต้องเริ่มทำนับจากวันที่ลงนามในสัญญาว่าจ้าง และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้าง เรียบร้อยแล้ว
3. รายงานดังกล่าวต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆอย่างน้อยดังนี้
  - พันทังกงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
  - วัสดุ และอุปกรณ์ที่เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง

- งานที่ได้ติดตั้งไปแล้ว
- งานที่ล่าช้า(ถ้ามี)
- การแก้ไข และ/หรือเปลี่ยนแปลงงาน
- อื่นๆ

### 3.1.19 การทดสอบเครื่องและระบบ

1. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์ใช้งานทั้งระบบ ตามหลักวิชาการ และมาตรฐาน เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วยและผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
2. ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดังกล่าว
3. การทดสอบเครื่อง และระบบต่างๆให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า และหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องด้วย ตลอดจนข้อกำหนด และมาตรฐานที่อ้างอิง

### 3.1.20 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

1. ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาเบื้องต้นมอบงาน
2. ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างที่ชำนาญในระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 วันติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

### 3.1.21 หนังสือคู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีใช้ วิธี และรายละเอียดของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ สำหรับเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน 1 ชุดมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
2. หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งร่าง เสนอผู้ว่าจ้าง 2 ชุด เพื่อตรวจสอบ และอนุมัติ ก่อนการส่งฉบับจริง
3. บทความโฆษณาของผู้ผลิต หรือแคตตาล็อก ไม่ถือว่าเป็นคู่มือการใช้และบำรุงรักษา

### 3.1.22 การรับประกัน

1. ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยน และ / หรือ แก้ไขวัสดุ และอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนด รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นในการเสนอราคาของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน
2. ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ และสมรรถนะของวัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดของงานไฟฟ้าดังกล่าว ทำการแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ที่เสีย หรือเสื่อมคุณภาพ

ภาพ รวมทั้งบริการรายเดือนและในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 370 วัน นับจากวันส่งมอบงาน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้นจากผู้ว่าจ้าง หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

### 3.1.23 การส่งมอบงาน

1. ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานเต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และแน่ใจของผู้ว่าจ้างว่า เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
3. รายการสิ่งของต่างๆต่อไปนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ
  - แบบสร้างจริง
  - หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
  - เครื่องมือพิเศษสำหรับการดัดแปลง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
  - อะไหล่ต่างๆตามข้อกำหนด
4. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และการตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

### 3.2 ระบบและวิธีการติดตั้ง

งานระบบไฟฟ้าประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- ระบบไฟฟ้าแรงสูง ความการไฟฟ้าห้องถ้ำ
- ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต

### 3.3 ระบบไฟฟ้าแรงสูง

1. ทั่วไป วัสดุ อุปกรณ์ เสาคอนกรีตอัดแรง สายไฟฟ้าแรงสูง และการติดตั้ง ผู้รับจ้างไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่อนุญาตให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้งได้เอง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังกล่าวผู้รับจ้างจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง

## 2.ขอบเขต

- ดำเนินการจัดการ และติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงระบบ 22,000 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรซ์ โดยการปักเสาพาดสายบนเสาคอนกรีตอัดแรง
- การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- การทดสอบ ผู้รับจ้างต้องให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มาทำการทดสอบรับรอง หากตรวจพบว่า งานที่ติดตั้งไปแล้วไม่ได้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขให้เป็นไปตาม มาตรฐาน ค่าใช้จ่ายผู้รับจ้างเป็นผู้ทดลองทั้งสิ้น

### 3.4 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

วัสดุและอุปกรณ์โดยทั่วไป

#### 1.สายไฟฟ้าและสายเคเบิล

ถ้าเป็นสายในอาคารต้องมีมาตรฐานของสายและฉนวนตาม มอก.11 ส่วนสายกำลังหรือสายที่มีคุณสมบัติอื่นๆเช่นการสื่อสาร การควบคุม ต้องมีมาตรฐานทั่วไปที่ยอมรับและเชื่อถือได้ เช่นขององค์การโทรศัพท์ ถ้าเป็นสายภายนอกอาคารต้องเป็นสายที่ทนต่ออุณหภูมิแสงแดด ความร้อนโดยกำหนดตามมาตรฐาน มอก. สายที่นำมาใช้ต้องผ่านการทดสอบจากผู้ผลิต ถ้านอกเหนือจากที่แบบกำหนดต้องได้รับอนุญาตจากวิศวกร

สายไฟฟ้าจะมีรหัสสีและอักษรกำกับสายดังนี้ คือ

สายดิน	- G -	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
สายศูนย์	- N -	สีขาวหรือเทา
สายเฟส A	- A -	สีแดง
สายเฟส B	- B -	สีเหลือง
สายเฟส C	- C -	สีน้ำเงินหรือดำ

ในระบบเฟสเดียวจะเลือกสีของสายไฟใดๆก็ได้ แต่มีขนาดไม่เกิน 6 ตารางมิลลิเมตร สายที่โตกว่านี้ทำสีดำแล้วใช้สีทาหรือเทปสีตามรหัสทาหรือปิดตรงจุดที่ต่อสาย หรือต่อเข้าหับสภาร์ ต้องพันสีตามรหัสโดยทาตีทนความร้อนพ่นให้ทั่วตลอดยกเว้นตรงที่ต่อสาย รหัสสีของระบบต่างๆ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ สีเทา ระบบโทรศัพท์ สีเหลืองและระบบอื่นๆ ตามแบบมาตรฐาน

สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ทั่วไป สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2531

2. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดทุกประการ

3. ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซี แกนเดี่ยวหรือหลายแกน ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือตามที่แสดงในแบบ
- สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้เป็นสายตีเกลียว(Stranded Wire)
- สายภายนอกอาคารให้เดินร้อยในท่อ หรือฝังดินโดยตรงหรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- สายไฟสำหรับวงจรโคมไฟฟ้า และเต้ารับแต่ละวงจรต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่แสดงไว้ในแบบ สายต่อแยกเข้าหาโคมไฟ หรือเต้ารับให้ใช้สายขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ได้
- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.25 ของกระแสใช้งานสูงสุด

4. การติดตั้ง

- สายไฟต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- การเดินสายไฟในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย ถัดจากสาย ถัดจากดิ่งสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดิ่งสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้เตรียม หรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- การเดินสายไฟฟ้าในท่อแนวตั้ง ต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของท่อ และต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ ซึ่งระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตาราง

ตารางที่ 3.1 ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึดต่ำสุด (เมตร)	หมายเหตุ
ไม่เกิน 50	30	ถ้าระยะตามแนวดิ่งน้อยกว่า 25% ของระยะที่กำหนดในตารางไม่ ต้องใช้ที่จับยึด
70-120	24	
150-185	18	
240	15	
300	12	
เกินกว่า 300	10	

- การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อและต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- การหล่อลื่นในการดึงสาย ผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่นซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น
- การดึงสายไฟทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการดึงต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้าหรือ NEC
- การต่อสายไฟ ให้ทำได้โดยเฉพาะในกล่องต่อสาย และภายในดวงโคมเท่านั้น
- สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร การต่อสายไฟใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวกวด หรือใช้เครื่องมือกลบีบและสำหรับสายขนาด 16 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า ให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ และใช้ฉนวน ( Heat Shrinkable Tube ) ท่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว
- การต่อสายใต้ดิน หรือในบริเวณเปียกชื้น หรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ อีพ็อกซี่ ( Epoxy )
- การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสาย ต้องใช้หางปลา และหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้

- การกันความชื้น ปลายสองข้างของสายไฟที่ปล้อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอกสำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ
- ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายทั้งสองข้าง และในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดเลขที่วงจรไฟฟ้า โคนใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

#### 4. การทดสอบ

ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐาน โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้

#### การเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำ

##### 1. การเดินสายแบบเดินลอย ( Surface Wiring )

1. ทั่วไป การเดินสายไฟแบบเดินลอย หรือเกาะไปตามผนัง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้าและกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. ขอบเขต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินสายแบบเดินลอย ซึ่งอยู่ในอาคารคามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
3. ความต้องการด้านเทคนิค
  - สายไฟสำหรับการเดินลอย ต้องเป็นชนิดตัวนำหุ้มฉนวน และมีเปลือกนอกเป็นพีวีซี หรือสายไฟชนิดอื่นที่มีคุณภาพทัดเทียมกัน
  - ตัวจับยึดสายไฟฟ้า ต้องสามารถทนอุณหภูมิที่ใช้งานของสายไฟฟ้า และสามารถทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

##### 4. การติดตั้ง

- สายไฟสำหรับระบบเดินสายแบบเดินลอย จะต้องจับยึดผนัง หรือสิ่งก่อสร้างด้วยเข็มรัดสายหรือที่จับสายที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เปลือกนอกของสายชำรุด
- การงอสายชนิดนี้ จะต้องให้มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกนอก

- การต่อสายไฟฟ้า ต้องทำภายในกล่องต่อสายเท่านั้น ด้วย วายนัท ( Wire Nut ) หรืออุปกรณ์ที่เทียบเท่า
- การเดินสายต้องเดินให้ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

## 2.การเดินสายแบบฝังดินโดยตรง ( Direct Burial )

1. ทิวไป การเดินสายไฟแบบเดินลอย หรือเกาะไปตามผนัง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้าและกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- 2.ขอบเขต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินสายแบบฝังดินโดยตรง ซึ่งอยู่ในอาคาร ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

### 3. ความต้องการทางด้านเทคนิค

- สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ฝังดินโดยตรง และต้องมีขนาดอย่างน้อย 2 ชั้น
- การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง กระทำโดยวิธีการพิเศษ โดยเฉพาะตรงรอยต่อให้หุ้ม อีพ็อกซีเรซิน ( Epoxy Resin ) หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าหลายชุดฝังอยู่ในแนวเดียวกัน ต้องมีระยะเอียงบนสายไฟฟ้าดังกล่าวแสดงวงจรและขนาดสายไฟฟ้าทุกๆช่วงไม่เกิน 3 เมตร

### 4. การติดตั้ง

- สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 เซนติเมตร
- สายไฟฟ้าต้องวางบนทรายซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร
- การวางสายไฟฟ้านทราย ควรวางเรียงเดียวตามแนวนอน โดยที่ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าควรมีค่าเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้างดงกล่าว แล้วกลบด้วยทรายโดยรอบสายไฟหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร เช่นกัน และวางทับด้วยแผ่นคอนกรีต หือแผ่นอิฐตลอดสายก่อนกลบด้วยดิน ในกรณีที่สายไฟโผล่ออกจากพื้นดิน ต้องมีการป้องกันสายโดยร้อยสายผ่านท่อโลหะ หรือวิธีอื่นๆที่เหมาะสม
- บนผิวดินในแนวเดินสายจะต้องวางแผ่นคอนกรีต ( Concrete Tile ) แสดงแนวสายไฟใต้ดินทุกๆช่วงไม่เกิน 30 เมตรในทางตรง และทุกช่วงหักโค้ง หรือเดินเข้าอาคาร โดยที่แผ่นคอนกรีตดังกล่าวมีอักษรย่อแสดงชนิดของสายไฟฟ้าและลูกศรชี้แนวสายไฟฟ้าใต้ดิน



- ในกรณีที่สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง จำเป็นต้องผ่านถนน หรืออาคารที่ต้องรับน้ำหนัก จำเป็นต้องร้อยสายในท่อซีเมนต์แบบแอสเบสตอส หรือท่อร้อยสายเหล็ก ออบสังกะสีชนิดหนา (RSC) ในช่วงดังกล่าวแล้วจึงฝังดินได้ต่อไป

5. การทดสอบ สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง ก่อนจะกลบด้วยทราย และดินตามลำดับ ให้ทดสอบสภาพของฉนวนของสายไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์ก่อนกลบทุกครั้ง

## 2.ท่อร้อยสายไฟฟ้า

1. ทั่วไป ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประกาศของกระทรวงมหาดไทย และ NEC
2. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ
3. ความต้องการทางด้านเทคนิค
  - ท่อโลหะ และอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนัง หรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ /หรือประกับสำหรับแขวน ท่อทุกๆช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
  - ท่อร้อยสายเหล็กออบสังกะสีชนิดหนา (Rigid Steel Conduit ; RSC) ต้องเป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanized มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในดินใต้ถนน หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย ท่อโลหะชนิดหนาใช้ข้อต่อชนิดเกลียว ท่อที่ฝังในปูน ฝังในดิน และที่อยู่ภายนอกอาคารที่อาจเปียกชื้น หรืออยู่ในที่เปียกชื้น ต้องทาน้ำยาที่เกลียว (Electrical Pipe Joint Compound) ก่อนใส่ข้อต่อเพื่อกันน้ำเข้า
  - ท่อร้อยสายเหล็กออบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit ; IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanized มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
  - ท่อร้อยสายเหล็กออบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing ; EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบางการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanized มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนัง หรือเพดาน หรือเดินฝังท่อในอิฐก่อ(ต้องใช้ร่วมกับข้อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ทุกสถานที่ ยก

เว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ RSC ,IMC และท่ออ่อน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะบางชนิด โดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน ( Set - Screw ) และแบบใช้เครื่องมือบีบ ( Compression Type )

- ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดอ่อน ( Flexible Metal Conduit ; FMC ) ต้องทำจาก เหล็กกล้าไนซ์ ( Galvanized Steel ) ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคม เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- ท่อร้อยสายพลาสติก ( High Density Polyethylene Conduit ; HDPE ) ทำมาจากการสารโพลีเอทิลีน ( Polyethylene ) ชนิดความหนาแน่นสูง ตามมาตรฐาน ASTM - D 1248 มีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว Class I สำหรับใช้ฝังในดินได้ถนน Class II สำหรับเดินเกาะลอยติดกับผนัง หรือเพดาน หรือเดินฝังในดิน โดยทั่วไป ท่อร้อยสายชนิดพลาสติกใช้ติดตั้งในบริเวณที่มีสภาพการกัดกร่อนสูง เช่น บริเวณทะเลทราย เป็นต้น ท่อร้อยสายชนิดพลาสติกโดยทั่วไปใช้ข้อต่อชนิด HDPE ( HDPE Coupling ) ลักษณะต่างๆขึ้นอยู่กับชนิดของท่อที่ต้องการต่อ
- ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการใช้งาน และสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวมาโดยสังเขป
- ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมีคูปลิง ( Coupling ) อยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง และทริทโปรเทคเตอร์ ( Tread Protector ) อีกข้างหนึ่ง
- คอนดิวฟิตติง ( Conduit Fitting ) ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- ต้องมี ล็อกนัท ( Lock Nut ) และ บุทซิ่ง ( Bushing ) ในทุกปลายของท่อ
- ก่อ่งต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นก่่งซุบสังกะสีหรือแคดเมียม
- ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีกันสนิม และป้องกันการบาดสาย
- ระบบสี ท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกๆ 1 เมตร ด้วยสีส้ม แสดงให้ทราบว่าเป็นท่อระบบไฟฟ้า และสีเขียวสำหรับระบบโทรศัพท์ ฯลฯ

#### 4. การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC โดยที่

- ท่อ RSC และท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีต หรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC
- ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC
- ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ ซึ่งมีการสั่นสะเทือน หรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC
- Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Hazard) ให้เป็นไปตาม NEC
- Bend and Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสีรูปร่างและไม่เป็นไปตามที่ระบุห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- ท่อของวงจรไฟฟ้าปกติ ( Normal Circuit ) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ( Emergency Circuit )
- การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉียงทางเดิน และมีแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสาย และอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย ( Box Connector ) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใใส่ไว้ ถ้าอยู่นอกอาคาร หรือในที่เปียกชื้น ต้องมีหัวงูเห่า ( Service Entrance Fitting ) ใใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ใช้งานต้องมีฝาครอบ ( Conduit Cap ) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังอยู่ในผนัง หรือพื้น ให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งงอของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมทั้งหมดแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสาย 2 จุด)
- ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสาย ต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกชำรุด
- การเชื่อมกับกล่องต่อสาย และตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่อง หรือตัวตู้ โดยมี Lock Nut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่

### 3.กล่องต่อสายไฟฟ้า

1. ทั่วไป กล่องต่อสายแบบต่างๆต้องเป็นไปตาม NEC กล่องต่อสายให้หมายรวมถึง กล่องต่อสวิตช์ เต้ารับ กล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่องสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ
2. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งกล่องต่อสายสำหรับเต้ารับ สวิตช์ และอุปกรณ์อื่นๆ กล่องดึงสาย(Pull Box) กล่องต่อสาย ( Junction Box) และข้อต่อต่างๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ และส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง (ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแบบ)
3. ความต้องการทางด้านเทคนิค
  - โดยทั่วไป กล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอบสังกะสี หรืออะลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
  - กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิม และป้องกันการบาดสาย
  - กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานะการใช้งาน และสถานะแวดล้อม
  - กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานะการใช้งาน และสถานะแวดล้อม
  - กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียม หรือเหล็กหล่อ และมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่น หรืออะลูมิเนียมแผ่น
  - กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ชนิดเกาะผนังใช้ชนิดโลหะหล่อ (Die Cast) ฟันสี และอบ หรือกล่องพลาสติก กล่องต่อสายสำหรับติดตั้งใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์ ลึกประมาณ 54 มิลลิเมตร กล่องต่อสายสำหรับดวงโคม และอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ชนิดหกเหลี่ยม หรือ แปดเหลี่ยม ตามมาตรฐาน NEMA ใช้ขนาดลึกประมาณ 41 มิลลิเมตร กล่องต่อสายสำหรับติดตั้งใช้ขนาด 54 x 112 x 54 มิลลิเมตร ต้องใช้ทุกแห่งที่มีสวิตช์ เต้ารับ จุดที่ต่อแยกไปยังดวงโคม และอุปกรณ์ไฟฟ้า จุดที่มีการตัดต่อสาย จุดที่มีการเดินโค้งเกินกว่าที่กำหนด และตามความจำเป็น
  - กล่องดึงสาย และฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มิลลิเมตร ฟันสีกันสนิม แล้วฟันสีชั้นนอกด้วย
  - ขนาดกล่องต่อสาย และจำนวนสายในกล่อง ต้องเป็นไปตามกฎของ NEC
  - กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้าเสียบที่ฝังในผนัง และเสา ซึ่งไม่สามารถใช้ขนาดลึก 54 มิลลิเมตร ได้ให้ใช้ชนิดลึก 41 มิลลิเมตร แทนได้ โดยทั้งนี้ต้อง

ได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน ก่อต่อสายอื่นๆ และ จังก์ชันบ็อก (Junction Box ) ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 102 x102 x 54 มิลลิเมตร

- ก่อต่อสายทุกก่อก่อต้องต่อลงดินตามกฎของ NEC
- ระบบสี่ ก่อต่อสายทุกก่อก่อต้องทาสีภายในก่อก่อ และฝาอก่อก่อด้วยสีส้ม สำหรับระบบไฟฟ้า สีเหลืองสำหรับไฟฟ้าฉุกเฉิน และสีเขียวสำหรับระบบ โทรศัพท ๑๓๑

#### 4. การติดตั้ง

- ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ NEC
- ก่อต่อสายทุกก่อก่อต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- การต่อเข้ากับก่อก่อต่อสายต้องประกอบด้วย Lock Nut และ Bushing และ อุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสาย และการต่อสาย
- ในกรณีใช้กับโคมไฟสาดลง ( Downlight ) การต่อสายเข้ากับก่อก่อต่อสาย ต้องประกอบด้วย Cable Gland และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการต่อสาย และเดินสาย
- การต่อสายของวงจรไฟฟ้าปกติ ( Normal Circuit ) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ( Emergency Circuit )

### 3.5 อุปกรณ์แรงต่ำ

#### 3.5.1 ตู้สวิตช์ประธานแรงต่ำ ( Main Distribution Board )

1. ตู้สวิตช์ประธานแรงต่ำ หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศ จะต้องผลิตตามมาตรฐานการก่อสร้างแผงสวิตช์ของ NEMA , ANSI , VDE Standard ประกอบด้วยแผงเครื่องวัดและอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า แผงบรรจุอุปกรณ์และแผงเปล่าสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ภายหลัง ตามจำนวนและขนาดที่แสดงไว้ในแบบ แต่ละแผงจะต้องบรรจุในโครงสร้างโลหะที่แข็งแรง ออกแบบสำหรับวางบนพื้น ยึดติดกันโดยใช้สกรูขัน ด้านหน้ามีที่เปิด ด้านบนและด้านหลังมีที่ระบายความร้อน แผ่นโลหะที่ประกอบเป็นฝาจะต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. จัดและทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ครั้ง สีทับครั้งสุดท้ายจะต้องพ่นสีเทา ตัวโครงสร้างจะต้องขันสกรูหรือเชื่อมอย่างแข็งแรง ตัวเมนบัสและโครงสร้างจะต้องสามารถทนแรงบิด หากเกิดลัดวงจรในระบบไฟฟ้าได้อย่างต่ำ 50,000 แอมแปร์ เมนบัสเชื่อมระหว่างเมนกับเบรกเกอร์ต่างๆจะต้องเป็นทองแดง ขนาดโตพอสำหรับกระแสไฟฟ้าโดยไม่ทำให้อุณหภูมิของทองแดงร้อนเกินอุณหภูมิของห้องมากกว่า 24 องศา

เซลเซียส กำหนดให้ใช้มาตรฐานของพื้นที่หน้าตัดของบัส 1 ตารางนิ้ว ต่อ 1,000 แอมแปร์ หน้าสัมผัสขั้วต่อต่างๆจะต้องชุบเคลือบและใช้สกรูขัน

2. มิมิคบัส ( Mimic Bus ) ที่ด้านหน้าของผู้ต้องทำด้วยพลาสติกที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ประกอบกันเป็นแบบสมมาตร ( Schematical Form ) มีความกว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ป้ายชื่อ ( Nameplate ) ทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ ชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะประกอบเป็นสีขาว

3. เบรกเกอร์ทั้งหมดผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA , ANSI , VDE , IEC , JIS เบรกเกอร์ของแต่ละวงจรจะต้องเป็นขนาดที่แสดงไว้ในแบบและสามารถทนกระแสลัดวงจรตามค่ากระแสลัดวงจรของระบบไฟฟ้า ของการไฟฟ้าท้องถิ่น ณ ที่สถานที่ตั้ง ซึ่งผู้รับเหมาจะต้องตรวจสอบกับการไฟฟ้าท้องถิ่น และผู้รับจ้างจะต้องเลือกเบรกเกอร์ที่มีค่ากระแสลัดวงจรตามที่ตรวจสอบได้ แต่จะต้องมีไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ เบรกเกอร์ที่อยู่ภายในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานตัดวงจร ( Time Current Curve ) สัมพันธ์กัน เพื่อให้เบรกเกอร์ที่อยู่ใกล้จุด ฟอลต์ ( Fault ) ทำงานตัดวงจรก่อน เบรกเกอร์ทั้งหมดควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

4. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ ( Main Circuit Breaker ) ต้องเป็นระบบ โซลิดสเตททริป ( Solid State Trip ) ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้

- กราวนด์ฟอลต์โพรเทคชั่น ( Ground Fault Protection )
- โอเวอร์เคอร์เร็นโพรเทคชั่น ( Overcurrent Protection )
- อินสแตนเตเนียสทริป ( Instantaneous Trip )
- ลอนไทม์ดีเลย์แอนชอร์ตไทม์ดีเลย์ ( Long Time Delay and Short Time Delay Setting )
- อันเดอร์โวลเตจโพรเทคชั่น ( Undervoltage Protection )

5. ฟีดเดอร์ ( Feeder ) และ ซับฟีดเดอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ( Sub - feeder Circuit Breaker ) ต้องเป็นชนิดโมลด์เคส ( Molded Case Type ) ทอกเกิลโอเปอเรเตอร์ดึงแมคคานิสซึม ( Toggle Operating Mechanism ) ทำงานด้วยระบบ Moulded Case ชนิดทำงานเร็ว ( Quick Make, Quick Break, Instantaneous Magnetic, Short Circuit Trip, Thermal Over Current Trip และ Trip Indicating )

5. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน 1.5 % หรือดีกว่า

- โวลต์มิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ คือจังหวะปิด 1 จังหวะ ระหว่างเฟสกับเฟส 3 จังหวะ และระหว่างเฟสกับศูนย์ 3 จังหวะ
- แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงกระแส ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ คือ จังหวะปิด 1 จังหวะ และเฟส 3 จังหวะ
- หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสด้านนอก 5 แอมป์ และกระแสด้านเข้าตามที่กำหนด ความคลาดเคลื่อน 1.5%
- กิโลวัตต์และกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับกระแสแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบ ความคลาดเคลื่อน 2.5 % หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบแรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิกัดนำ ( Lead ) 0.5..1..0.5 ตาม ( Lag ) หรือมากกว่า ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- ฟรีควินซ์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิด ไวบราติง รีด ( Vibrating Reed ) ต่อเข้ากับระบบแรงดัน มีระยะพิกัด 47-53 เฮิรท์ ความคลาดเคลื่อน 0.5 % หรือดีกว่า

### 3.5.2 แผงสวิตซ์ไฟฟ้ากำลัง ( Distribution Board )

เป็นแผงสวิตซ์ประธานของโหลด แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตซ์ย่อย ( Panel Board ) หรือสวิตซ์ตัดตอนที่จัดเตรียมไว้ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่กลุ่มโหลด ตามจุดต่างๆ แผงสวิตซ์ไฟฟ้ากำลังจะต้องเป็นชนิดที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรท์ ตัวแผงไฟฟ้าทำจากโลหะขึ้นรูป ขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร ขัดและทาสีไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง สีทับครั้งสุดท้ายจะพ่นสีเทา แผงสวิตซ์ไฟฟ้ากำลังจะต้องเป็นชนิดที่ติดตั้งบนฝาผนัง ตัวแผงจะต้องมีประตูปิด - เปิด ด้านหน้าเป็นฟลัทล็อก ( Flush Lock ) และต้องมี คีย์ล็อก ( Key Lock ) ด้วย ด้านฝาในประตูของแผงจะต้องมีที่ยึดแผ่นตารางแสดงการเดินสายไฟฟ้าตามวงจรต่างๆ ตารางนี้ทำด้วยกระดาษแข็งกว้างประมาณ 15 เซนติเมตร หุ้มพลาสติกใสติดในกรอบของแผง ภายในตู้จะต้องมีที่ว่างอย่างน้อย 15 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการเดินสายไฟฟ้า ตัวแผงไฟฟ้าจะต้องต่อลงดิน เมินบัสในแผงจะต้องเป็นทองแดง จัดลำดับตามเฟสคือ เอ บี ซี และ สวิตซ์ไฟฟ้ากำลังจะต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามจำนวนและขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ เซอร์กิตเบรกเกอร์ภายในแผงสวิตซ์ไฟฟ้ากำลังจะต้องเป็นชนิด โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ ( Molded Case Circuit Breaker ) มี แอมป์ทริป ( Amp Trip ) และ แอมเฟรม ( Amp Frame ) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ นอกจากนี้ต้องประกอบด้วย อินสแตนเทนเนียสชอร์ตเซอร์กิตทริป ( Instantaneous Magnetic Short

Circuit Trip) และ เทอร์มอลโอเวอร์เคอร์เรนต์ทริป (Thermal Over Current Trip) มีอินเตอร์รัปติง คาร์ปาซิเตอร์ (Interrupting Capacity) ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ เบรกเกอร์ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ ฟีดเซอร์เคอร์เรนต์เบรกเกอร์ (Feeder Circuit Breaker) ดันทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน

### 3.5.3 แผงสวิตช์ย่อย

1. ทัวไป การติดตั้งแผงสวิตช์ย่อยชนิดติดตั้งกับผนัง ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประกาศกระทรวงมหาดไทยและ NEC แผงสวิตช์ และอุปกรณ์ในแผงต้องได้รับการรับรอง หรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
2. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งแผงสวิตช์ย่อย และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไปในแบบและในข้อกำหนดทุกประการ
3. ความต้องการทางด้านเทคนิค
  - แผงสวิตช์ตัดคอนอต์โนมีติเป็นชนิด Dead – Front ใช้กับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย 380/220 โวลต์ บัสบาร์พร้อมฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 415 โวลต์ บัสบาร์ทองแดงบริสุทธิ์ 98% แผงต่อสายเส้นศูนย์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับบัสบาร์ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส การออกแบบและประกอบเป็นไปตาม IEC Standard และ UL Approved
  - ตัวตู้ ต้องเป็นแบบติดลอย หรือฝังที่ผนัง ตามที่แสดงไว้ในแบบ มีฝาเปิด – ปิดติดบานพับ ตัวตู้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมพ่นสีแล้วอบ Epoxy Powder Coating และพ่นสีทับทุกด้าน เป็นตู้ที่ทำไว้สำหรับติดตั้งสวิตช์ภายใน มีประตูปิด – เปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock และต้องมี Key Lock มี Terminal ของนิวตรอน และสายดินครบตามจำนวนวงจรย่อย
  - บัสบาร์ที่ต่อกับเบรกเกอร์ ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด ปลั๊ก-อิน ( Plug – in ) หรือ บอลท์ออน ( Bolt on ) ต้องเป็นชนิดที่สามารถถอดและเพิ่มสวิตช์ตัดคอนอต์โนมีติได้ โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ตัวอื่น หรือบัสบาร์ตัวอื่น และไม่ต้องเจาะรูบัสบาร์ หรือแก้ไข แคบประการใด และสามารถใส่สวิตช์ตัดคอนอต์โนมีติจำนวนไม่น้อยกว่าที่กำหนด
  - เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ VDE เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยต้องเป็น Moulded Case ชนิดทำงานเร็ว (Quick Make, Quick Break, Instantaneous Magnetic, Short Circuit Trip,





ไทม์มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีตัวแทนจำหน่ายผู้มีอะไหล่เก็บไว้เพียงพอตลอดเวลา พร้อมทั้งมีช่างซ่อมและบำรุงรักษาพร้อม

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องจ่ายไฟได้ตามพิกัดที่ต้องการ ทั้งในแบบทำงานชั่วคราวและทำงานติดต่อกันตลอดเวลา และทั้งนี้การออกแบบและสร้างให้สามารถทำงานได้ที่ 110 % ของพิกัดที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในทุกๆ 12 ชั่วโมงที่เดินเครื่อง

พิกัดกำลังที่ระบุ หมายถึงกำลังที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายได้เป็นอย่างต่ำ โดยที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว และโดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้ติดตั้งไว้ตามสถานที่ตามแบบ สถานที่ติดตั้งต้องมีอุณหภูมิโดยรอบระหว่าง 10 – 40 องศาเซลเซียส สภาพของโหลด มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 ตามหลัง (Lagging) หรือสูงกว่า และถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องใช้งานได้ดีเมื่อมี โหลดเป็น เรกติไฟเออร์ หรือมีโหลดที่มีการควบคุมการทำงานด้วยไทรสเตอร์ มากถึง 30 % ของพิกัดกำลังที่ระบุ

ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีการควบคุมความดังของเสียง ไม่เกิน 85 เดซิเบล ต้องติดตั้งลมระบายอากาศขนาดไม่น้อยกว่าแบบเพื่อระบายอากาศในขณะที่เดินเครื่องให้มีอุณหภูมิไม่เกินประมาณ 45 องศาเซลเซียส ผนังและเพดานด้านในต้องบุด้วยแผ่นใยหินและใยแก้วและต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

### 3.6 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

ทั่วไป การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC โดยที่อุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งภายในดวงโคมเช่น หลอด บัลลาสต์ คาปาซิเตอร์ และ สตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ / หรือ มาตรฐาน BS , VDE, DIN , NEMA และ JIS ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรท์ 2 สาย

#### 3.6.1 ดวงโคม

##### 1. โคมไฟฟ้าอินแคนเดสเซนส์

- 1.1 โคมไฟฟ้าต้องเป็นตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 1.2 ขั้วรับหลอดชนิดเกลียว เป็นมาตรฐานของ IEC หรือ VDE
- 1.3 หลอดใช้งานที่แรงดัน 220-230 โวลต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. 4-2529
- 1.4 สายโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อน ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส

## 2. โคมไฟฟลูออเรสเซนต์

2.1 ตัวกล่องทำด้วยเหล็กแผ่น ผ่านการทำความสะอาดพ่นทับด้วยสีจริงและอบความร้อน เหล็กแผ่นต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- โคมไฟฟ้าขนาด 0.30 x 0.60 เมตร 0.60 x 0.60 เมตร 0.30 x 1.2 เมตร ใช้เหล็กแผ่นหนา 0.75 มิลลิเมตร
- โคมไฟฟ้าขนาด 0.60 x 1.20 เมตร ใช้เหล็กแผ่นหนา 0.95 มิลลิเมตร

2.2 กรอบแสงทำด้วยแผ่นอะครีลิกพลาสติก เหล็กขี้ไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ลักษณะการขึ้นรูปตามที่กำหนด หรือทำด้วยอลูมิเนียม รายละเอียดตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.3 ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. 344-2530

2.4 บัลลาสต์ ให้ใช้ชนิด บิลต์อิน (Built-In) เพาเวอร์แฟกเตอร์สูง

2.5 หลอด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. 236-2533 ชนิดที่ให้แสงอุทวิท์ (Cool White) หรือตามที่แบบกำหนด

2.6 สตาร์ทเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. 183-2528

2.7 สายในโคมไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส

2.8 โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในฝ้าเพดานต้องยึดกับโครงสร้างด้วยเส้นลวดขนาด 1/8 นิ้ว จำนวน 4 เส้น พร้อมอุปกรณ์ปรับความสูงต่ำของโครงไฟฟ้าได้หรือแขวนด้วยโซ่โลหะ

## 3. โคมไฟฟ้าก้ำาชดิสซาร์จ

3.1 โคมไฟฟ้าทำด้วยโลหะ โลหะหล่อ หรือ ไฟเบอร์กลาส ตามมาตรฐานผู้ผลิต ชนิดและขนาดตามที่แบบกำหนด

3.2 อุปกรณ์ประกอบดวงโคม เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตดวงโคมหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต ถ้าบัลลาสต์เป็นชนิด เพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ จะต้องต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์ เพื่อให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มากกว่า 0.85

## 4. โคมไฟฟ้าฉุกเฉินใช้แบตเตอรี่

4.1 โคมไฟฟ้าต้องติดสว่าง โดยอัตโนมัติเมื่อไฟเมนดับ และจะดับเองเมื่อไฟเมนปกติ

4.2 เครื่องประจุแบตเตอรี่ เป็นแบบอัตโนมัติ บรรจุไฟฟ้าให้เต็มภายใน 14 ชั่วโมง

4.3 แบตเตอรี่ชนิด เซลล์ตะกั่วกรด ( Sealed Lead Acid ) ขนาด 12 โวลต์

4.4 หลอดไฟแบบ ฮาโลเจน 2-35 วัตต์ หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.5 แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง เมื่อโหลดเต็มที่ หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.6 การควบคุมวงจรเป็นแบบ โซลิดสเตท ( Solid State ) ทั้งหมด

### 3.6.2 หลอดไฟ

- สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิดเดย์ไลท์ ( Day Light )
- สำหรับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิดวอร์มไวท์ ( Warm White )
- สำหรับหลอดไส้ ( Incandescent Lamp ) โดยทั่วไปใช้หลอดชนิดไส้ หรือ ฝ้าย ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด หลอดเป็นแบบเกลียว
- หลอดใช้ก๊าซ เช่น หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์และหลอดโซเดียม โดยทั่วไปใช้ชนิด คัลเลอร์คอร์เร็ค ( Color Correct ) หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยมีขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว

### 3.6.3 บัลลาสต์

บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดใช้ก๊าซ เป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูง ความสูญเสียต่ำ ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ( สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ อาจใช้บัลลาสต์เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ต่ำต่อกับคาปาซิเตอร์ เพื่อปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้ได้อย่างน้อย 0.9 )

### 3.6.4 สตาร์ทเตอร์

ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

### 3.6.5 คาปาซิเตอร์

คาปาซิเตอร์สำหรับปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ ต้องเป็นชนิดแห้ง ( Metalized Plastic ) เป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ

### 3.6.6 สวิตช์และเต้ารับ

ทั่วไป การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้า ประจํากระทรวงมหาดไทย และ NEC โดยที่ สวิตช์และเต้ารับต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สวิตช์

สวิตช์ใช้กับดวงโคม เป็นชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด - ปิด โดยวิธีกระดกสัมผัส คอนแทก ( Contact ) ต้องเป็นเงิน โดยไม่ผสมโลหะอื่น ตัวสวิตช์เป็นสังกะสี ขั้ว

ต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน สามารถกันมือหรือนิ้วและกับขั้วโดยตรง ห้ามใช้สวิตช์ที่ยึดสายไฟฟ้าโดยการทับสายใต้ตัวสกรูโดยตรง

- สวิตช์ชนิดใช้กับพัดลมชนิด 1 เฟส มีลักษณะเหมือนกับสวิตช์ที่ใช้กับดวงโคม แต่มีหลอดไฟแสดงการเปิด (Glow Switch) และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 4 แอมแปร์

ตัวรับ

- ตัวรับทั่วไปต้องเป็นแบบฝังติดผนัง (Decorative Type)

- ตัวรับทั่วไปต้องมีขนาด 2 ขั้ว 3 สาย ที่เทียบได้ทั้งจากกลมและขาแบน ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ ตัวตัวรับเป็นสิ่งข้าง ขั้วต่อสายตัวรับต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน มีสกรูควดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วและเข้ากับขั้วโดยตรง

### 3.7 ระบบการต่อลงดิน

1.ทั่วไป การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) ให้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัดตอนใหญ่ประจำอาคารส่วนการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) คือ การต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน อุปกรณ์ที่ต้องต่อลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ ดวงโคม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NEC Code และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

2.ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบต่อลงดินสำหรับระบบ สื่อสาร และของระบบป้องกันฟ้าผ่า พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ ความที่แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.ความต้องการทางด้านเทคนิค

1. อุปกรณ์ และขนาด ระบบการต่อลงดินประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 อย่างคือ สายดิน และหลักสายดิน (Ground Rod) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สายดินต้องเป็นทองแดงเปลือย มีขนาดไม่เล็กกว่า 35 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หรืออย่างน้อยที่สุดขนาดไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ใน NEC ตารางที่ 250 - 94 และ 250 - 95 หรือ VDE Specification No 0100 หรือตารางกำหนดขนาดสายดินของการไฟฟ้านครหลวง
- หลักสายดินสำหรับการต่อลงดิน ต้องเป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 3

เมตร และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต่อลงดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร และค่าความต้านทานของดิน (Earthing Resistances) ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามีค่าความต้านทานมากกว่าที่กำหนด ให้ฝังหลักสายดินเพิ่มขึ้น และต่อเข้ากับหลักสายดินชุดที่ฝังไว้แล้ว โดยที่ผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

2. สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะจะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะ โดยใช้ปะกับโลหะ
  3. การต่อเชื่อมทุกๆ จุดของสายดิน สายดินกับหลักสายดิน และสายดินกับระบบ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC หัวข้อที่ 250 หรือ VDE No. 0100 ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการใส่ปะกับโลหะชนิดใช้เครื่องมือกลัด ต่อ แยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้ว ระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่นๆ ไม่ถูกตัดขาด
  4. ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสารนี้ จะต้องแยกจากระบบการต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า
- 4.การติดตั้ง
1. การต่อสายศูนย์ลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องนั้นๆ
  2. การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
    - ดวงโคม เ้ารับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีเปลือกหุ้มภายนอก
    - ส่วนของแผงสวิทช์ที่เป็นโลหะ
    - โครงเหล็ก หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
  3. ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน หรือสายดินเป็นสายศูนย์
  4. สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
  5. การต่อลงดินของระบบต่อฟ้า ให้ดูรายละเอียดในหัวข้อ"ระบบป้องกันฟ้าผ่า"
  6. ขนาดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC หรือที่ระบุในแบบ
  7. ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบ และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

8. สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามใช้ร่วมกับสายดินของระบบอื่น ยกเว้นให้ใช้หลักสายดิน (Ground rod) ร่วมกันได้ และสายตัวนำลงดินของการต่อลงดินแต่ละอัน จะต้องเป็นชนิด และมีขนาดเดียวกันกับสายดินตัวนำลงดินที่ต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
9. ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันฟ้าผ่า ห้ามใช้สายตัวนำดินร่วมกัน แต่ให้ใช้สายตัวนำอย่างน้อยสองเส้นต่อหลักสายดินของทั้งสองระบบถึงกัน ท่อโลหะ รางร้อยสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆที่เป็นโลหะ และอุปกรณ์ของระบบ ลิฟต์ ถ้าอยู่ในรัศมีสองเมตร จากสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วย
10. ระบบการลงดินสำหรับระบบสื่อสาร เป็นการต่อลงดินที่แยกเป็นอิสระสำหรับอุปกรณ์ โทรคมนาคม โดยมีสายดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวข้างต้น สายดินสำหรับระบบสื่อสารให้ใช้สายตัวนำทองแดงเปลือยดินในท่อร้อยสายขนาดตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ โดยที่หลักสายดินของระบบ ควรอยู่ห่างจากหลักสายดินของระบบอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 6 เมตร และมีค่าความต้านทานของดินต้องไม่เกิน 1 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนด ให้เพิ่มหลักสายดิน
5. การทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างรีบทำการแก้ไขโดยทันที โดยที่ใช้ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผลการทดสอบ ให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็นรายงานส่งให้ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด

ตารางที่ 3.2 ขนาดค่าสุดของสายที่ต่อกับหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร	ขนาดค่าสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 3.3 ขนาดค่าสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน(แอมแปร์)	ขนาดค่าสุดของสายดินของเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า(ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
6-16	1.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
600-800	50
1,000	70
1,200-1,250	95
1,600-2,000	120
2,500	185
3,000-4,000	240
5,000-6,000	400

### 3.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ท้ายไป การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA No.78
  - มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า ของสำนักพลังงานแห่งชาติ และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
2. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบ Faraday Cage Conventional Type ตามที่แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้
3. ความต้องการทางด้านเทคนิค
  1. ระบบป้องกันฟ้าผ่าประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้
    - ตัวล่อฟ้า (Air Terminal)



- สายล่อฟ้า ( Down Conductor )
- หลักสายดิน ( Ground Rod )

## 2. รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆมีดังต่อไปนี้

- ตัวล่อฟ้าต้องทำจากแท่งทองแดงล้วน ซึ่งพื้นที่ภาคตัดขวางมีขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร และตัวล่อฟ้ายาวอย่างน้อย 0.60 เมตร หรือตามที่ระบุในแบบ
- สายล่อฟ้า ต้องเป็นทองแดงเปลือกตีเกลียว มีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือมีภาคตัดขวางไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร
- หลักสายดิน ต้องทำจากแท่งเหล็กหุ้มทองแดง มีขนาด 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร หรือใกล้เคียง และให้ต่อเชื่อมเข้ากับเหล็กของสิ่งก่อสร้างด้วย

## 3. การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวมาแล้ว และ

- ตัวล่อฟ้า ต้องจับยึดอย่างแข็งแรง และติดตั้งตามส่วนที่สูงสุดของตัวอาคาร โดยที่จับตัวยึดสายล่อฟ้า ( Air Terminal Support ) ต้องมีความแข็งแรง และทนต่อทุกสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี ส่วนที่ทะลุผ่านหลังคาต้องป้องกันไม่ให้น้ำซึมลงไปตามสายล่อฟ้าได้ โดยให้อุดให้รอบด้วย Silicone Construction Sealant
- ตำแหน่งของสายล่อฟ้าได้แสดงไว้ในแบบ
- สายล่อฟ้าต้องจับยึดทุกๆ ช่วง อย่างน้อย 0.5 เมตร
- การเดินสายล่อฟ้า ให้พยายามเลี่ยงการหักงอสายล่อฟ้าให้มากที่สุด การหักงอต้องมึรัศมีไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร และมุมการหักงอไม่เกิน 90 องศา
- การต่อเชื่อมทุกจุดของสายล่อฟ้ากับตัวล่อฟ้า หรือหลักสายดิน ให้ใช้วิธีการเชื่อมแบบ Exothermic Weld เท่านั้น
- สายล่อฟ้า ต้องไม่มีการต่อตลอดความยาวสาย นอกจากที่ระบุไว้ในแบบ
- สายและข้อต่างๆ ต้องทนต่อ Mechanical Strength ได้ดี
- หลักสายดิน ต้องฝังลงดินให้ยอดของแท่งอยู่ต่ำกว่าระดับดิน อย่างน้อย 0.50 เมตร ท่อโลหะโครงเหล็กอื่นๆ เช่น ท่อน้ำ โครงเหล็กของลิฟต์ ฯลฯ ให้ต่อสายทองแดงไม่เล็กกว่า 35 ตารางมิลลิเมตร ไปลงที่หลักสายดินด้วย
- ความต้านทานของดิน ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนด ให้เพิ่มหลักสายดิน
- ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของระบบป้องกันฟ้าผ่า ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง