

## งานระบบไฟฟ้า

## หมวดที่ 1 ระบบไฟฟ้า

### 1. ขอบเขตของงานและเงื่อนไขโดยทั่วไป

#### 1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ มาทำการติดตั้งตามแบบและรายการนี้ให้ครบถ้วน พร้อมทั้งทดลองจนเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้

#### 1.2 กฎข้อบังคับ

วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบไฟฟ้า ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งทีใด จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งต่อไปนี้

- (1) Local Code and Regulation
- (2) E.I.T STANDARD 2001-56 (มาตรฐาน ว.ส.ท.)
- (3) TGL (Green Label : Thailand)
- (4) DIN (German Industrial Standard)
- (5) IEC (International Electrotechnical Committee)
- (6) NEC (National Electrical Code)
- (7) NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- (8) NFC (National Fire Codes of National Fire Protection Association)
- (9) TIS (Thai Industrial Standard)
- (10) UL (Underwriter's Laboratories Inc.)

#### 1.3 รายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในงานติดตั้งในโครงการนี้แก่วิศวกรเพื่อขออนุมัติความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการใดๆ หากผู้รับจ้างไม่แจ้งหรือระบุรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ไว้ให้ถือเป็นสิทธิ์โดยถูกต้องของวิศวกรที่จะเลือกใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ใดๆ ก็ตามที่เป็นไปโดยถูกต้องตรงตามแบบ และ/หรือรายการประกอบแบบ และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามความประสงค์นั้น รายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยชื่อบริษัทผู้ผลิต ชื่อบริษัทตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับสิทธิ์โดยถูกต้องจากผู้ผลิต สมุดคำอธิบายที่แสดงรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ

#### 1.4 ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนที่จะทำการติดตั้ง โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างวัสดุหรืออุปกรณ์พร้อมรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ ให้วิศวกรตรวจสอบก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง หากผู้รับจ้างนำวัสดุหรืออุปกรณ์ไปใช้งานโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร แล้วปรากฏว่าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นไม่ถูกต้องตามแบบและรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอน ถอดเปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์นั่นเอง

#### 1.5 วัสดุอุปกรณ์และการดำเนินงาน

1.5.1 วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ไม่บุบสลาย หรือผ่านการใช้งานมาก่อน

1.5.2 การติดตั้งจะต้องดำเนินการโดยช่างผู้มีความชำนาญและมีฝีมือดีในงานแต่ละส่วนเป็นผู้ติดตั้ง การติดตั้งจะต้องใช้หลักวิชาการทางวิศวกรรมเทคนิค และวิธีการสมัยใหม่ และเป็นไปตามกฎและมาตรฐานต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปหรือตามที่กำหนดให้ใช้เพื่อให้ได้ผลงานที่เรียบร้อยที่สุด

1.5.3 วัสดุและอุปกรณ์ปลีกย่อยบางอย่างถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือรายการประกอบแบบก็ตามแต่เพื่อให้งานนี้ดำเนินไปโดยถูกต้องเรียบร้อยและปลอดภัย ผู้รับจ้างมีหน้าที่จะต้องดำเนินการให้ครบถ้วนทุกประการโดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอีกไม่ได้

1.5.4 วัสดุหรืออุปกรณ์ใดๆ ก็ตามที่จะต้องใช้เวลาในการผลิต ขนส่ง ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดทำตารางแสดงกำหนดการในการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบจากวิศวกร และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามตารางกำหนดการนั้น ถ้าหากการดำเนินการของผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามกำหนดการ ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดๆ ก็ตามให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องรับผิดชอบต่อผลเสียหายใดๆ ทั้งสิ้นที่เกิดขึ้นอันเป็นผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถดำเนินการได้ตามที่กำหนดไว้ในสัญญา ตารางแสดงกำหนดการในการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยกำหนดการจัดส่งรายละเอียดทางเทคนิคของวัสดุหรืออุปกรณ์ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบ กำหนดเวลาการนำเข้ากำหนดเวลาวัสดุหรืออุปกรณ์ถึงท่าเรือ กำหนดเวลาวัสดุหรืออุปกรณ์ถึงหน่วยงานกำหนดเวลาที่ใช้ในการติดตั้ง

1.5.5 การจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ใดๆ ก็ตามของผู้รับจ้างจากผู้จำหน่าย ถ้าหากพิจารณาแล้วว่าจะมีผลทำให้เกิดความบกพร่องต่อการบริการหลังจากการขายของผู้จำหน่ายนั้นๆ ให้ถือเป็นสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างที่จะเลือกให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ จากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับสิทธิ์ โดยถูกต้องจากผู้ผลิต และมีขีดความสามารถในการให้บริการหลังการขายเป็นไปด้วยดี

1.5.6 การรับผิดชอบตามสัญญาหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จให้ถือกฎเกณฑ์ ต่อไปนี้เป็นสำคัญ

- (1) ความพร้อมในการบริการด้านอะไหล่ที่ชำรุดจากการใช้งาน
- (2) ความพร้อมในการบริการให้คำปรึกษา
- (3) ความพร้อมในการบริการด้านการบำรุงรักษา

## 1.6 แบบก่อสร้าง (Shop Drawing)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบก่อสร้างที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์นั้นๆ เสนอต่อวิศวกรเพื่อขอรับความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง การดำเนินการติดตั้งโดยที่ไม่มีแบบก่อสร้างที่อนุมัติให้ใช้งานได้ หากปรากฏว่าการติดตั้งนั้นไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมหรือบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ติดตั้งไปนั้นให้ถูกต้องเหมาะสม โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมไม่ได้ แบบก่อสร้างที่จะเสนอเพื่อขออนุมัติอย่างน้อยจะต้องจัดส่ง 3 ชุด และก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง 30 วัน

## 1.7 แบบสร้างจริง (As Built Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบสร้างจริงให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานงวดสุดท้าย โดยแบบสร้างจริงที่ส่งมอบดังกล่าว จะต้องเป็น AUTOCAD DRAWING เขียนลงบนแผ่น CD-ROM ขนาด 80MIN, 700MB (1 ชุด) และจะต้องเป็นแบบที่ถ่ายจากแบบต้นฉบับของผู้รับจ้างลงในกระดาษไข จำนวน 1ชุด พร้อมแบบที่ถ่ายเป็นกระดาษพิมพ์เขียว จำนวน 2 ชุด

## 1.8 ผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้าง

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีวิศวกรไฟฟ้าที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม เป็นผู้ควบคุมการติดตั้งอยู่ประจำ ณ สถานที่ที่ทำการติดตั้งหรือที่ทำการ ของผู้รับจ้างเพื่อที่วิศวกรจะได้ติดต่อได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายชื่อวิศวกรพร้อมทั้งเลขทะเบียนใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมตามข้อกำหนดเงื่อนไขทั่วไป

1.8.2 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีไฟร์แมนที่มีความรู้และประสบการณ์การติดตั้งงานไฟฟ้าเป็นอย่างดีมีอำนาจในการตัดสินใจอยู่ประจำ ณ สถานที่ที่ทำการติดตั้งตลอดเวลาที่มีการติดตั้งงานไฟฟ้า เพื่อที่วิศวกรจะได้ติดต่อได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายชื่อไฟร์แมนพร้อมทั้งประสบการณ์ต่อวิศวกรเพื่อขอรับความเห็นชอบ

### 1.9 การตรวจสอบ

ในกรณีที่จำเป็นต้องให้การไฟฟ้าฯ มาตรวจสอบการติดตั้ง ผู้รับจ้างมีหน้าที่รับผิดชอบให้การตรวจสอบเป็นไปโดยเรียบร้อย และเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบที่การไฟฟ้าฯ เรียกเก็บทั้งสิ้น

### 1.10 ป้ายชื่อ

ผู้ทุกผู้ต้องมีป้ายเพื่อแสดงชื่อของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย (หรือภาษาอังกฤษ) และ/หรือตามที่กำหนดในแบบ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์ต่างๆ เครื่องวัดและอื่นๆ ต้องมีป้ายชื่อให้ครบ ป้ายชื่อให้ทำด้วยพลาสติกแกละสลักซึ่งเห็นตัวอักษรชัด ยึดติดกับตู้อย่างถาวร

### 1.11 การเคลื่อนย้ายวัสดุและอุปกรณ์

ในการเคลื่อนย้ายวัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไปยังตำแหน่งที่จะติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเคลื่อนย้ายดังกล่าว ไม่ให้เกิดความเสียหายแก่วัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ หรืองานในระบบอื่นๆ หากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมแก้ไขความเสียหายดังกล่าวโดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอีกไม่ได้

### 1.12 การตรวจสอบแบบและรายการประกอบแบบ

1.12.1 ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบระบบไฟฟ้า รายการประกอบแบบระบบไฟฟ้าตลอดจนแบบของระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้เป็นที่เข้าใจโดยแจ่มชัด ถ้าหากผู้รับจ้างดำเนินการใดๆ ไปโดยที่ไม่เข้าใจในแบบและรายการประกอบแบบโดยแจ่มชัดแล้วก่อให้เกิดความผิดพลาด หรือความเสียหายต่องานไฟฟ้า หรืองานในระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้นที่เกิดจากความผิดพลาดและความเสียหายดังกล่าว

1.12.2 ในกรณีที่แบบและ/หรือรายการประกอบแบบมีความขัดแย้งกันถือว่าการตีความใดๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์กว่า ถูกต้องกว่า และดีกว่าเป็นความถูกต้อง ถ้าหากผู้รับจ้างดำเนินการใดๆ โดยไม่ยึดถือกฎเกณฑ์ดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้นในการทำให้เกิดประโยชน์กว่าถูกต้องกว่าและดีกว่าสิ่งที่ดำเนินการไปแล้ว

### 1.13 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบและวัสดุอุปกรณ์

1.13.1 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบไม่ว่าจะเป็นเพราะสาเหตุใดๆ ก็ตามต้องดำเนินการไปโดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบและจะต้องเป็นลายลักษณ์อักษร โดยการเปลี่ยนแปลงแก้ไขใดๆ ที่ดำเนินการไปโดยพลการ ถ้าหากเกิดความผิดพลาด ความไม่เหมาะสม ความเสียหายและความไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายต่างๆ ทั้งสิ้นที่เกิดขึ้นตลอดจนค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้นที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งที่ดำเนินการไปแล้วให้เกิดความเหมาะสมและถูกต้อง

1.13.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือรายการประกอบนี้ให้ถือเป็นนัยสำคัญที่ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามถ้าหากวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งไม่เป็นตาม ข้อกำหนดให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต่อค่าใช้จ่ายใดๆ ก็ตามในการเปลี่ยนแปลงวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ ให้ถูกต้องตามแบบและรายการประกอบแบบ

### 1.14 การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ และระบบต่างๆ ที่ติดตั้งภายในโครงการนี้ทั้งหมด โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมบุคลากรที่เหมาะสมสำหรับทดสอบอุปกรณ์และระบบนั้นๆ และจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้น ตลอดจนความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบนั้นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการทดสอบเพื่อขออนุมัติความเห็นชอบต่อวิศวกรก่อนการดำเนินการทดสอบจริง อย่างน้อย 15 วัน และรายงานผลการทดสอบให้ผู้ว่าจ้างทราบและเห็นชอบ

### 1.15 ขอบเขตของรายการประกอบแบบ

รายการประกอบแบบนี้ ให้มีผลบังคับครอบคลุมถึงวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ติดตั้งเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบด้วย

## 2. ข้อกำหนดรายละเอียดวัสดุ และอุปกรณ์

### 2.1 แผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำเมน

รายการประกอบแบบ 2.1 นี้ถือว่ามีผลบังคับใช้กับแผงสวิตช์จ่ายไฟอื่นที่คล้ายคลึงกันด้วยโดยแผงสวิตช์จะประกอบด้วย

#### 2.1.1 ตู้โลหะ

(1) ให้ใช้ตู้โลหะที่ผลิตในประเทศไทย โดยถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างหนึ่งอย่างใด ต้องผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานของ NEC, VDE หรือ IEC สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์

(2) ต้องเป็นชนิดด้านปิด (Dead Front) ขนาดตามที่แสดงไว้ในแบบหรืออาจเป็นขนาดอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

(3) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลท์ และทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าค่าสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ณ จุดนั้น

(4) โครงตู้แต่ละตู้ให้ใช้เหล็กแผ่นขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 3.00 มิลลิเมตรพับขึ้นรูปและเชื่อมติดกันเป็นโครงตู้

(5) ฝาปิดรอบนอกของตู้ทั้งหมดให้ใช้เหล็กแผ่นขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตรโดยฝาปิดด้านหน้าด้านหลัง ด้านข้าง และด้านบนของตู้ให้เป็นแบบพับขอบ

(6) ฝาปิดด้านหลัง ด้านข้าง และด้านบนของตู้ต้องเป็นแบบที่สามารถถอดออกได้ โดยยึดติดกับโครงตู้ด้วยสลักเกลียว

(7) ฝาปิดด้านหน้าให้เป็นแบบถอดและเปิดปิดได้ โดยยึดติดกับโครงตู้ด้วยบานพับชนิดซ่อน และเปิดปิดโดยใช้ กลอนกุญแจแบบมือหมุนที่สามารถล็อคได้หรืออาจเป็นชนิดอื่นที่ทำให้เปิดปิดฝาได้ง่าย ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน

(8) ด้านล่างและด้านบนของฝาข้างให้ทำช่องระบายอากาศชนิดกันหยดน้ำได้ (Drip Proof) ขนาดของช่องระบายอากาศต้องพอเพียงสำหรับระบายความร้อนภายในตู้ได้ดี ช่องระบายอากาศต้องมีแผ่นกันฝุ่นและแมลง

(9) ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กทั้งหมดต้องพ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate และอบอย่างน้อยหนึ่งครั้งที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมก่อนที่จะพ่นสีรองพื้นต้องขัดผิวเหล็กให้เรียบ และทำความสะอาดจนปราศจากสนิม ไขมัน และน้ำมัน

(10) สีชั้นนอกให้พ่นด้วยสีอย่างน้อยสองชั้น โดยแต่ละชั้นให้อบเช่นเดียวกับสีรองพื้น

(11) ฝาหลังของตู้ที่บรรจุกระแสเบสเซอร์ ต้องเป็นแผ่นเหล็กเจาะรูพูน ขนาดพอเหมาะสม

(12) ตู้ที่ตั้งชิดกับตู้บรรจุกระแสเบสเซอร์ ต้องมีฝาข้างที่ปิดมิดชิด

(13) กรณีที่แผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำเมนตั้งชิดกับหม้อแปลง ต้องมีแผ่นเหล็กกั้นระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำและตู้หม้อแปลง

(14) ด้านหน้าของแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Diagram แสดงการแจกจ่ายไฟฟ้าทั้งหมด Mimic Diagram ให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำขนาดหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตรและกว้าง 1.45 - 2.0 เซนติเมตร

(15) แผงสวิตช์ ต้องติดตั้งบนแท่นคอนกรีตขนาดตามแบบ

(16) แผงสวิตช์ ไม่อนุญาตให้ใช้แผงแบบ KNOCK DOWN

#### 2.1.2 บัสบาร์

(1) บัสบาร์ให้ใช้ทองแดงที่ผลิตสำหรับใช้งานไฟฟ้าเฉพาะ ขนาดตามแบบ บัสบาร์ เส้นศูนย์และเส้นเฟสให้ติดตั้งบนฉนวน Cast Resin ที่ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าค่าสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ณ จุดนั้น บัสบาร์เส้นดินให้ยึดติดกับโครงตู้

- (2) กรณีที่เส้นเฟสต้องใช้บัสบาร์มากกว่าหนึ่งเส้น ให้วางบัสบาร์ขนานกัน และห่างกันเท่าความหนาของ บัสบาร์
- (3) บัสบาร์เส้นศูนย์และเส้นดินจะต้องมีความยาวตลอดแนวตู้
- (4) บัสบาร์ทั้งหมดให้พันด้วยสีทนความร้อน โดย
- |   |                  |        |              |
|---|------------------|--------|--------------|
| - | สีน้ำตาล         | สำหรับ | เฟส - A      |
| - | สีดำ             | สำหรับ | เฟส - B      |
| - | สีเทา            | สำหรับ | เฟส - C      |
| - | สีฟ้า            | สำหรับ | เส้นศูนย์- N |
| - | สีเขียวแถบเหลือง | สำหรับ | เส้นดิน - G  |
- (5) ถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น บัสบาร์เส้นดินให้ต่อลงดินที่หลักดิน (Ground Rod) ไม่น้อยกว่าสองจุดด้วยขนาดสายทองแดงตามที่กำหนดไว้ในแบบ บัสบาร์เส้นศูนย์ให้ต่อกับบัสบาร์เส้นดิน
- (6) บัสบาร์เส้นเฟส ที่ติดตั้งตามแนวระดับให้ติดตั้งที่ด้านบนของตู้ บัสบาร์เส้นศูนย์และเส้นดินให้ติดตั้งที่ด้านล่าง
- (7) บัสบาร์ต้องมีขนาดใหญ่พอที่ทำให้อุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นไม่เกิน 50°C เมื่อเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อม 40°C
- (8) ค่าพิกัดกระแสของบัสบาร์ที่แสดงไว้ในแบบ ให้ถือเป็นค่าพิกัดที่อุณหภูมิแวดล้อม 50°C และคิดค่าตัวคูณลด 0.8 สำหรับบัสบาร์เส้นเฟสไม่เกิน 6 เส้นและ 0.7 สำหรับบัสบาร์เส้นเฟส ระหว่าง 7-24 เส้น
- (9) การต่อระหว่างบัสบาร์ทองแดง กับ บัสบาร์ทองแดงหรือขั้วต่อสายทองแดง ให้ต่อกันได้ด้วยสลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง โดยก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวที่จะแตะกัน
- (10) การต่อระหว่างบัสบาร์ทองแดงกับขั้วต่อสายอลูมิเนียมให้ต่อกันได้ด้วยสลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง โดยก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวที่จะแตะกันและทาด้วยน้ำยาที่ใช้สำหรับการต่อทองแดงกับอลูมิเนียม
- (11) การต่อบัสบาร์จากบัสบาร์เมน มายังอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของ แผงสวิตช์ในกรณีทีพิจารณาแล้วเห็นว่าอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคล ผู้รับจ้างต้องใช้บัสบาร์ชนิดหุ้มด้วยฉนวนที่ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 75°C และทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

### 2.1.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker)
- สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ จะต้องเป็นชนิดที่ผลิตสำหรับใช้กันระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ หรือ 400/230 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ และเป็นชนิด tropicalized สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE และต้องมีคุณสมบัติและลักษณะดังต่อไปนี้
- 1.1) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเมน เป็นชนิด molded case หรือ open frame แบบสับเข้าและออกด้วยมือสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเมนต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- จำนวนโพล ตามที่แสดงไว้ในแบบ
  - พิกัดกระแสที่ 40°C ตามที่แสดงไว้ในแบบ
  - พิกัดแรงดันไฟฟ้า ตามที่แสดงไว้ในแบบ
  - ขนาดทนกระแสลัดวงจร ตามที่แสดงไว้ในแบบ (Breaking Capacity'ic)
- สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเมนต้องมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
- มี Auxiliary Contact และ Trip Indicating Contact จำนวนพอเพียงสำหรับการใช้งานตามแบบ
  - มี Thermal Overcurrent Releases แบบปรับได้ทุกโพลตามแบบ

- มี Instantaneous Overcurrent Release แบบปรับได้ ทุกโพลตามแบบ
  - มี Undervoltage Release ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าตามแบบ
  - มีกลไกทำให้การสับเข้าและสับออก เป็นไปอย่างรวดเร็วไม่ขึ้นอยู่กับความเร็วของคันสับ
  - ที่คันสับของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติต้องมีส่วนประกอบที่ทำให้สามารถปิดลือคกุญแจได้เมื่อสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่งเปิดวงจร
- 1.2) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อย เป็นชนิด molded case Circuit Breaker แบบสับเข้าและออกด้วยมือสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อย จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบดังนี้
- มี Auxiliary Contact จำนวนพอเพียงสำหรับการใช้งานตามที่แสดงไว้ในแบบ
  - มี Thermal Overcurrent Releases แบบค่าคงที่หรือปรับได้ทุกโพลตามแบบ
  - มี Instantaneous Overcurrent Release แบบค่าคงที่หรือปรับได้ทุกโพลตามแบบ
  - สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อย ต้องมีค่าระบุต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ
  - สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเมน
- (2) Ammeter  
ให้เป็นชนิด direct connection หรือเป็นชนิดใช้ต่อกับ current transformers ชนิด 5 แอมแปร์ secondary rated current, accuracy class 1.5 หรือดีกว่า
- (3) Ammeter Selector Switch  
เป็นแบบ 3 position + 1 off position (O-R-S-T) ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ สำหรับใช้เลือกวัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส และสำหรับใช้กับ ammeter แบบใช้ current transformer
- (4) Voltmeter  
เป็นชนิดต่อตรง มีสเกลอ่านได้ 0-500 โวลท์ หรือตามแบบ accuracy class 1.5 หรือดีกว่า
- (5) Voltmeter Selector Switch  
เป็นแบบ 6 position + 1 off position ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้างานนี้ RS-ST-TR-O-RO-SO-TO
- (6) Indicator Lamp  
ใช้สำหรับแสดงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ
- (7) Control Fuses  
ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- (8) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ  
อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ถึงแม้ว่าจะไม่มีกำหนดไว้ หากวิศวกรพิจารณาแล้ว เห็นว่าจะทำให้การประกอบแผงสวิตช์มีความเรียบร้อย แข็งแรง และสวยงาม ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดของวิศวกร



## 2.2 แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย

### 2.2.1 ตู้โลหะ

(1) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยต้องเป็นชนิดด้านปิด (Dead-Front) ที่ถูกออกแบบสำหรับใช้กับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) และระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สายเป็นแบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ตามแบบแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยและอุปกรณ์ภายในต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับ 1 เฟส และ 415 โวลต์ สำหรับ 3 เฟส

(2) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยให้ใช้ตู้ที่ผลิตในประเทศไทยทำด้วยเหล็กแผ่น ขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรพับขึ้นรูปเป็นตัวตู้ ชัดและทำความสะอาดผิวเหล็กจนปราศจากสนิม ไข และน้ำมัน พ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate และอบที่อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสม สีชั้นนอกให้พ่นด้วยสีไม่น้อยกว่าสองครั้ง และอบเช่นเดียวกัน ด้านข้างของตู้ให้ทำช่องระบายอากาศแบบกันหยดน้ำได้ (Drip Proof) ช่องระบายอากาศต้องมีแผ่นกันฝุ่นและแมลง

(3) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณเปียกชื้น ตัวตู้ต้องเป็นชนิดกันน้ำ และตู้ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีแล้วพ่นสีด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม

(4) แผงรองรับอุปกรณ์ภายในตู้ต้องเป็นแผ่นเหล็กพับขอบไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตรและต้องสามารถถอดได้

(5) ที่ด้านในฝาหน้าของแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย ต้องมีแผ่นป้ายบอกบริเวณชื่อห้อง หรือชื่ออุปกรณ์ที่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแต่ละตัวจ่ายไฟให้ และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อยทุกตัวต้องระบุชื่อวงจร โดยใช้แผ่นป้ายบอกชื่อวงจรที่ทำด้วยพลาสติกสีดำ แกะสลักและทาร่องตัวเลขด้วยสีขาว

(6) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย ต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดลอยบนผนังตามแบบ โดยหากไม่มีกำหนดระดับความสูงในแบบให้ติดตั้งที่ระดับ 1.50 เมตรจัดจากพื้นถึงกลางตู้ และแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยที่ตั้งติดกันต้องจัดให้ส่วนบนของแผงสวิตช์อยู่ในระดับเดียวกัน

### 2.2.2 บัสบาร์

(1) การต่อเชื่อมพลังงานไฟฟ้าระหว่างสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเมนและสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสำหรับวงจรย่อยให้ใช้บัสบาร์ทองแดงหรืออลูมิเนียมที่ทำสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะโดยขนาดของบัสบาร์เมนให้เป็นไปตามแบบและขนาดของบัสบาร์ย่อย ต้องมีขนาดทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 125% ของพิกัดกระแสของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

(2) เมนบัสบาร์หรือขั้วต่อสายสำหรับสายดินและสายศูนย์ที่แยกจากกัน โดยกรณีที่ใช้แบบขั้วต่อสายต้องมีจำนวนขั้วต่อสายพอเพียงสำหรับสายดินและสายศูนย์ทั้งหมด แผงสวิตช์ให้ต่อลงดินที่บัสบาร์หรือขั้วต่อสายเส้นดิน

(3) บัสบาร์ทั้งหมด (ยกเว้นบัสบาร์สำหรับสายศูนย์และสายดิน) ภายในแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยต้องห่อหุ้มด้วยฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) ที่มีพิกัดทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และพิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 75°C

### 2.2.3 อุปกรณ์ประกอบ

(1) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย ต้องเป็นชนิด molded case มีกลไกสำหรับการสับเข้าและออกเป็นไปอย่างรวดเร็ว มี thermal overcurrent และ instantaneous short circuit release สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด 3 โพล ต้องมีกลไกภายในเป็นแบบ common trip

(2) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ สำหรับวงจรย่อยต้องทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 5 KA ที่ 380 โวลต์ สำหรับชนิด 3 โพล และที่ 220 โวลต์ สำหรับชนิด 1 โพล



## 2.3 ท่อร้อยสายไฟ (Conduit)

ท่อร้อยสายไฟและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตลอดจนการติดตั้ง ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งที่ได้ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

2.3.1 ท่อร้อยสายชนิดหนา (Rigid Steel Conduit) และ ชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit) ต้องเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้สำหรับการเดินท่อฝังในดิน ฝังผ่านถนน บริเวณที่เปียกชื้น และเดินลอยภายนอกอาคาร

2.3.2 ท่อร้อยสายชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing) ต้องเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด 1/2 นิ้ว ใช้สำหรับการเดินท่อลอยเกาะผนัง เดินลอยเกาะเพดาน ภายในอาคาร

2.3.3 ท่อร้อยสายชนิดโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit) ใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้าช่วงสั้นๆ เข้าดวงโคมมอเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

2.3.4 การเลี้ยวเป็นมุม 90 องศา ของท่อร้อยสายไฟขนาดตั้งแต่ 1 1/2 นิ้ว ขึ้นไป ต้องใช้ข้อต่อโค้ง (Elbow)

2.3.5 การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนาและชนิดกลางให้ใช้ข้อต่อแบบเกลียว

2.3.6 การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนาหรือชนิดกลางกับกล่องพักสาย หรือแผงสวิตช์ให้ใช้ Locknuts สองตัว ปลายท่อร้อยสายไฟทุกเส้นต้องไม่มีคมและมี Bushing ติดอยู่

2.3.7 การต่อระหว่างท่อร้อยสายไฟชนิดบางกับกล่องพักสาย หรือแผงสวิตช์ให้ใช้ข้อต่อชนิดที่ใช้แรงอัดด้วยวงแหวนสปริงที่อยู่ภายในข้อต่อและ Locknut

2.3.8 ท่อร้อยสายไฟชนิดโลหะที่ฝังในดินไม่ผ่านพื้นหรือถนนคอนกรีต ต้องทาด้วย Coal-Tar Epoxy อย่างน้อยสองชั้น และวางต่ำกว่าผิวดินไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตรรองรับด้วยทรายไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรกลบด้วยดินที่ไม่มีสารหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติทำให้ท่อเป็นสนิมหรือเกิดความเสียหายได้ กรณีที่เป็นท่อฝังผ่านถนนหรือพื้นคอนกรีต ให้ฝังต่ำกว่าถนนไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตรและเทคอนกรีตหุ้มตลอดแนวท่อ

2.3.9 ท่อร้อยสายไฟที่ฝังในดินต้องมีบ่อพักสายคอนกรีต ที่เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าทุกๆ ระยะ 0.30 เมตร

2.3.10 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดอ่อนให้ยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อทุกๆ ระยะ ไม่เกิน 1.35 เมตรและให้ยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อห่างจากกล่องพักสายหรือแผงสวิตช์ไม่เกิน 0.30 เมตร

2.3.11 ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนา ชนิดกลาง และชนิดบางให้ยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.20 เมตรและให้ยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อห่างจากกล่องพักสาย หรือแผงสวิตช์ไม่เกิน 0.30 เมตร

2.3.12 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในแนวตั้งภายในช่องท่อให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ชนิดอบสังกะสี และยึดท่อติดกับเหล็กตัว C ทุกๆ ระยะ 2.40 เมตร

2.3.13 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินลอยซ่อนในฝ้า หรือภายนอกฝ้า ต้องติดตั้งให้ได้แนวขนานหรือตั้งฉากกับผนังหรือคาน

2.3.14 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินลอยซ่อนในฝ้า หรือภายนอกฝ้า กรณีที่ต้องเดินผ่านคานหรือผนังคอนกรีต เมื่อพิจารณาแล้วว่าจะไม่มีผลทำให้ความแข็งแรงของคานหรือผนังเสียไป ต้องเดินทะลุเป็นแนวเส้นตรงสวมด้วยท่อสลีฟที่เป็น และกรณีที่ผนังเป็นผนังที่มีไว้เพื่อป้องกันไฟหรือควันลาม สลีดังกล่าวต้องอุดด้วยสารทนไฟ

2.3.15 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินผ่านทะลุพื้นจะต้องเดินผ่านทะลุด้วยท่อสลีฟ และอุดด้วยสารทนไฟ

2.3.16 เข็มขัดรัดท่อทุกอันต้องทาสีให้ทราบว่าเป็นท่อร้อยสายไฟของระบบใด โดยให้ใช้สีส้มสำหรับระบบ ไฟฟ้าสีเขียวสำหรับระบบโทรศัพท์สีแดงสำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้สีเหลืองสำหรับระบบเสาอากาศทีวีรวม และที่วิ้งจระปิด และสีฟ้าสำหรับระบบเสียง

2.3.17 ถ้าไม่มีกำหนดไว้อุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการติดตั้งท่อร้อยสายไฟ เช่น สกรู น็อต และอื่นๆ ต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี

2.3.18 ท่อร้อยสายไฟและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ

#### 2.4 กล่องอุปกรณ์และกล่องต่อสาย

2.4.1 กล่องสวิทช์หรือเต้ารับ ต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสีขนาดหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร สำหรับการ ติดตั้งฝังในคอนกรีตหรือผนัง และต้องเป็นแบบเหล็กหล่อสำหรับติดลอย

2.4.2 กล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ และกล่องต่อสายต่างๆ ต้องมีขนาดใหญ่พอที่ทำให้สามารถใส่ Bushing ที่ปลายท่อทุกท่อที่ต่อกับกล่องนั้น

2.4.3 กล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ หรือกล่องต่อสายใดๆ ก็ตามที่ตั้งฝังในผนังหรือคอนกรีต ต้องทำความสะอาดภายในกล่องจนปราศจากคอนกรีต คราบน้ำปูนและสนิม

2.4.4 กล่องพักสายหรือกล่องต่อสายที่ใช้ประกอบในการเดินท่อร้อยสายไฟ โดยทั่วไปให้ใช้กล่องเหล็กอาบสังกะสีแบบแปดเหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุม 4" หรือแบบสี่เหลี่ยมขนาด 4"x 4" ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตรกล่องต่อสายหรือกล่องพักสายที่มีขนาดเกิน 4 นิ้ว ให้ใช้กล่องเหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่นที่หนาไม่น้อยกว่า 1.4 มิลลิเมตรพ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate และพ่นทับด้วยสีน้ำมันอย่างน้อยหนึ่งชั้น

2.4.5 กล่องอุปกรณ์ กล่องพักสาย และกล่องต่อสายที่ติดตั้งภายนอก และภายในอาคารต้องเป็นกล่องเหล็กหล่อ

2.4.6 กล่องทุกกล่องที่มีการต่อสายไฟฟ้าต้องติดตั้งที่ตำแหน่งสามารถเข้าถึงได้

2.4.7 กล่องอุปกรณ์ กล่องพักสาย และกล่องต่อสายทุกกล่องต้องยึดติดกับโครงสร้างของอาคารด้วยตัวเองไม่ใช่ท่อร้อยสายไฟเป็นตัวรองรับท่อ

#### 2.5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

ถ้าไม่มีกำหนดไว้ สายไฟฟ้าสำหรับระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 415 โวลต์ ตลอดจนการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

2.5.1 นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในแบบ การเดินสายไฟฟ้าให้ใช้วิธีเดินในท่อร้อยสายไฟที่เดินเกาะผนังหรือเกาะเพดาน

2.5.2 สายไฟสำหรับเดินในท่อร้อยสายไฟที่เดินเกาะเพดาน แบบผนัง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยวแบบแกนทองแดงหุ้มด้วยฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และพิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 70°C(60227 IEC 01) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.5.3 สายไฟฟ้าสำหรับเดินในท่อร้อยสายไฟที่ฝังไว้ในดิน หรือ สายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดินโดยตรงให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยวหรือหลายแกน แบบทองแดงหุ้มด้วยฉนวน และเปลือกนอกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และพิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่น้อย 90°C(NYY) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.5.4 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรระบบไฟฟ้าที่ไม่ใช่วงจรควบคุม (สายไฟฟ้าสำหรับเปิดปิดดวงโคมไฟฟ้า พัดลม หรืออื่นๆ ไม่ถือว่าเป็นสายไฟฟ้าสำหรับวงจรควบคุม) ต้องมีพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.5.5 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรร้อยย เช่น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง หรือเต้ารับไฟฟ้าหรืออื่นๆ อนุญาตให้เดินในท่อร้อยสายไฟฟ้าเดียวกันได้ท่อละไม่เกิน 24 เส้น แต่ทั้งนี้จะต้องเพิ่มขนาดสายให้เพียงพอสำหรับ Current Capacity ที่ลดลงด้วย

2.5.6 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรร้อยยที่ไม่ได้ออกจากแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าย่อยเดียวกันไม่อนุญาตให้เดินรวมอยู่ในท่อร้อยสายไฟฟ้าเดียวกัน

2.5.7 วงจรสายป้อนต่างๆ ไม่อนุญาตให้เดินรวมอยู่ในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน

2.5.8 สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่ขนาดต่างกันมากกว่า 2 ขนาดเช่นสายไฟฟ้าขนาด

2.5 ตารางมิลลิเมตรและ 6 ตารางมิลลิเมตรไม่อนุญาตให้เดินรวมอยู่ในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน (ยกเว้นสำหรับสายไฟฟ้าเส้นที่เล็กกว่าเป็นเส้นดินและเส้นศูนย์)

2.5.9 สายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ของระบบโทรศัพท์หรือสายอื่นๆ ของระบบอื่นๆ ต้องเดินในท่อร้อยสายที่แยกจากกัน ห้ามเดินในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน

2.5.10 สายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นสายไฟฟ้าชนิดตีเกลียว

2.5.11 สีของสายไฟฟ้าในระบบ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ต้องเป็นดังนี้

- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| (1) เฟส A      | สีน้ำตาล                  |
| (2) เฟส B      | สีดำ                      |
| (3) เฟส C      | สีเทา                     |
| (4) สายศูนย์ N | สีฟ้า                     |
| (5) สายดิน G   | สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง |

ในกรณีที่สายไฟฟ้าเป็นชนิดที่มีเฉพาะสีดำ ให้แสดงสีของสายไฟฟ้าด้วยปลอกสีทางปลา

2.5.12 สายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดินโดยตรง ไม่ผ่านพื้นคอนกรีต ถนนหรือบริเวณที่อาจมีสิ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อสายไฟฟ้าได้ ให้ฝังต่ำกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตรรองรับด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรและกลบด้วยทรายหรือดินที่ไม่มีวัสดุที่อาจทำให้เกิดความเสียหาย แก่สายไฟฟ้าหนาไม่ น้อยกว่า 10 เซนติเมตรแล้วปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ตลอดแนว

2.5.13 สายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดิน กรณีที่ต้องผ่านพื้นคอนกรีตถนนหรือบริเวณที่อาจมีสิ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อสายไฟฟ้าได้ ให้เดินในท่อร้อยสายไฟ

2.5.14 การต่อสายไฟฟ้าให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย กล่องพักสาย กล่องสวิตช์ หรือกล่องเต้ารับ และต้องเหลือปลายสายไว้ไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

2.5.15 การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ หรือดวงโคมไฟฟ้าแบบใดๆ ก็ตามต้องทำ ในกล่องต่อสายของอุปกรณ์ หรือภายในดวงโคมเท่านั้น

2.5.16 จุดต่อสายขนาดตั้งแต่ 6 Sq.mm. ลงมาให้ใช้ Wire Nut และต้องพันด้วยเทปพันสายทับ

2.5.17 การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังไว้ในดินให้ต่อกันด้วยสลักต่อสายพันทับด้วยเทปพันสายและหุ้มด้วยสารที่สามารถกันความชื้นและน้ำได้อย่างสมบูรณ์

2.5.18 ไม่อนุญาตให้ต่อสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายไฟ และในรางเดินสายไฟฟ้าทุกชนิด

2.5.19 ผู้รับจ้างต้องตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนของสายไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อวัดเทียบกับสายดิน และระหว่างสายไฟฟ้าด้วยกัน แล้วทำรายงานสรุปผลการตรวจวัดเสนอต่อวิศวกรเพื่อให้เห็นชอบ ค่าความต้านทานของฉนวนของสายไฟฟ้าเมื่อวัดเทียบกับสายดิน และระหว่างสายไฟฟ้าด้วยกันต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอม์ ที่ 500 โวลท์

2.5.20 ผู้รับจ้างต้องวัดค่ากระแสที่ไหลในวงจรไฟฟ้าแสงสว่างทุกวงจร เมื่อดวงโคม หรืออุปกรณ์อื่นๆ ในวงจรนั้นๆ เปิดให้ทำงานหมด แล้วทำรายงานสรุปผลการตรวจวัดดังกล่าวให้แก่วิศวกร ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการตรวจวัดรวมถึงค่าไฟฟ้า ต้องเป็นของผู้รับจ้างทั้งหมด

## 2.6 สวิตช์

ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

2.6.1 ทนกระแสไฟฟ้าสลัดได้ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์หรือสูงกว่า

- 2.6.2 ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิดปิดโดยวิธีกระดก (rocker operated) และทำด้วยพลาสติกแข็ง
- 2.6.3 ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริง หรือรูเสียบสายอัดด้วยสกรูที่สามารถกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสายไฟฟ้าโดยการพันสายใต้สกรูโดยตรง
- 2.6.4 ฝาครอบสวิตช์ให้ใช้ฝาครอบแบบอลูมิเนียมอะโนไดซ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องเป็นแบบชั้นสกรู
- 2.6.5 สวิตช์ที่ติดตั้งบริเวณที่เปียกชื้นหรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบแบบกันน้ำ
- 2.6.6 สวิตช์ที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันให้ใช้ฝาครอบเดียวกันได้อย่างมากไม่เกิน 3 สวิตช์ ต่อ 1 ฝาครอบและ 6 สวิตช์ ต่อ 1 ฝาครอบ
- 2.6.7 สวิตช์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับเต้ารับไฟฟ้า
- 2.7 เต้ารับไฟฟ้า
- ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้
- 2.7.1 เป็นชนิดมีขั้วต่อสายดิน (Grounding Type) ที่สามารถรับเต้าเสียบชนิดสองขาได้ทั้งแบบขากลม และขาแบน
- 2.7.2 ทนกระแสไฟฟ้าสลับได้ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 250 โวลท์หรือสูงกว่า
- 2.7.3 ขั้วต่อสายเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริง หรืออัดด้วยสกรูที่สามารถกัน การแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้
- 2.7.4 ฝาครอบเต้ารับไฟฟ้าให้ใช้ฝาครอบแบบอลูมิเนียมอะโนไดซ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องเป็นแบบชั้นสกรู
- 2.7.5 เต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณเปียกชื้น หรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบชนิดกันน้ำ
- 2.7.6 เต้ารับไฟฟ้าให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับสวิตช์
- 2.7.7 เต้ารับไฟฟ้าอื่นๆให้เป็นไปตามแบบ
- 2.8 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
- ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้
- 2.8.1 หลอดไฟ
- (1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ถ้าไม่กำหนดไว้ในแบบ หรือที่หนึ่งที่ได้ให้ใช้หลอดชนิดที่ให้แสง Daylight
- (2) หลอดใช้ก๊าซ (Gas-Discharge Lamp) ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบและต้องเป็นชนิด Color Corrected
- (3) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานหลอดฟลูออเรสเซนต์ขั้วคู่ (มอก.236-2548) และ/หรือข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (TGL-2-R2-02)
- (4) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานหลอดแอลอีดี LED (มอก.1955-2551) และผลิตจากโรงงานภายในประเทศที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001, ISO14001, และ OHAS18001
- 2.8.2 บัลลัสต์
- (1) บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้
- เป็นแบบ ชนิดโลว์วัตต์ลอสหรือ ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
  - พิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุด (Rated Maximum Operating-Temperature) ของขดลวดไม่น้อยกว่า 120°C
  - พิกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Rated Temperature Rise) ของขดลวดไม่เกิน 70°C

(2) บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซ ให้ใช้บัลลาสต์แบบ Inductive ชนิดเพาเวอร์แพกเตอร์สูง

### 2.8.3 สตาร์ทเตอร์

(1) สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามข้อกำหนดของ มอก.

(2) ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์

(3) ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ชนิด Spring, Type, Rotary Type หรือ Heavy Duty Type ที่ผลิตตามข้อกำหนดของ มอก.

(4) ขั้วรับสตาร์ทเตอร์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามข้อกำหนด มอก.344

### 2.8.4 คาปาซิเตอร์ CAPACITOR

คาปาซิเตอร์ทุกตัวต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อมไว้เพื่อเป็นตัวคายประจุ

### 2.8.5 ดวงโคมไฟฟ้า

(1) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

- เป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่ผลิตโดยโรงงาน ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001, ISO 14001, OHAS 18001 และ วิศวกรให้ความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้
- ดวงโคมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และทำความสะอาดผิวเหล็กจนปราศจากไขและน้ำมัน แล้วพ่นทับด้วยสีแล้วอบด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม

(2) ดวงโคมสำหรับหลอดใช้ก๊าซ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องมีที่ว่างภายในดวงโคมสำหรับต่อสายไฟฟ้า

(3) แผ่นกรองแสง แผ่นกรองแสงสำหรับดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ ในกรณีแผ่นกรองแสงเป็นแบบพลาสติก หรือชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร

### 2.8.6 การติดตั้งดวงโคม

การติดตั้งดวงโคมต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

(1) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดลอยบนเพดาน ให้ทำการติดตั้งแบบติดลอยใต้แผ่นพื้นโดยการยึดหัวระเบิดชนิดโลหะ

(2) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดฝังเสมอเรียบผิวฝ้าเพดานหรือติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดานห้ามใช้วิธีการติดตั้งโดยใช้โครงเคร่าของฝ้าเพดานเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคมโดยตรง ให้ใช้วิธีการติดตั้งโดยห้อยดวงโคมจากพื้นเพดานด้วยก้านโลหะที่ไม่เป็นสนิมและสามารถปรับสูงต่ำได้โดยง่าย

(3) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์แบบติดห้อยจากฝ้าเพดาน ให้ติดห้อยจากฝ้าเพดานด้วยท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดบางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว

(4) ดวงโคมอินแคนเดสเซนต์หรืออื่นๆ แบบติดลอยบนเพดาน

(5) การติดตั้งดวงโคมชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้แล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอต่อวิศวกรเพื่อให้ความเห็นชอบ

(6) การติดตั้งดวงโคมทั้งหมดต้องทำให้ได้แนวตั้งแนวตั้งและแนวระดับ

(7) การต่อสายไฟฟ้าเข้าดวงโคมทุกแบบ ต้องทำภายในดวงโคมหรือภายในกล่องต่อสายที่ยึดติดกับดวงโคมเท่านั้น

(8) ตำแหน่งดวงโคมที่กำหนดไว้ในแบบบางตำแหน่งอาจทำให้ขัดขวาง หรือถูกขัดขวางจากงานติดตั้งของงานในระบบอื่น ดังนั้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบประสานงานกับผู้รับจ้างระบบอื่นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว และถ้าจำเป็นต้องโยกย้ายตำแหน่งดวงโคม การดำเนินการดังกล่าวต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติจากวิศวกรก่อน

(9) นี้อต สกรู และสลักเกลียวที่ใช้ในการติดตั้งดวงโคมต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสี และพุกที่ใช้ให้ใช้ชนิดพลาสติกขนาดไม่เล็กกว่า S7

### 3. ระบบแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติ

#### 3.1 ทั่วไป

ระบบแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติ ต้องเป็นดวงโคมแบบมีแบตเตอรี่พร้อมชุดควบคุมบรรจุอยู่ในดวงโคมเอง หรือเป็นแบบมีแบตเตอรี่และชุดควบคุมรวมศูนย์ที่แผงควบคุมตามที่แสดงไว้ในแบบตัวโคมทำจาก extrude aluminum เพื่อความคงทน แข็งแรง

#### 3.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

ดวงโคมแสงสว่างฉุกเฉิน และ/หรือแผงควบคุมของระบบแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและข้อกำหนดต่อไปนี้

##### 3.2.1 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบ Sealed Lead-Acid หรือเป็นแบบ Sealed Lead Calcium ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลท์

##### 3.2.2 การอัดประจุ

วงจรอัดประจุแบตเตอรี่ (Battery Charging Circuit) ต้องเป็นวงจรแบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดอัดประจุโดยวิธีจำกัดกระแสและแรงดันที่จุดสูงสุด (Maximum Constant Voltage and Maximum Constant Current Limited Charging Circuit) ที่สามารถควบคุมให้การอัดประจุเข้าแบตเตอรี่เป็นไปโดยอัตโนมัติตามสภาพของแบตเตอรี่ กล่าวคือ ต้องเป็นวงจรที่สามารถตัดการอัดประจุเข้าแบตเตอรี่ออกทันทีเมื่อแบตเตอรี่ถูกอัดประจุเต็มขนาดความจุ และต้องเป็นวงจรที่สามารถรักษาแบตเตอรี่ให้เต็มขนาดความจุได้ตลอดเวลาที่ยังไม่มีการจ่ายโหลดรวมทั้งต้องเป็นวงจรที่สามารถป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าจนเกินพิกัดของแบตเตอรี่

##### 3.2.3 การทำงาน

ในภาวะปกติแบตเตอรี่ต้องถูกอัดประจุ ให้เต็มขนาดความจุพร้อมที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดได้ตลอดเวลา เมื่อไฟฟ้าปกติเกิดบกพร่องตัวเครื่องจะหน่วงเวลาไว้ราว 1 วินาที (เพื่อป้องกันในกรณีเกิดไฟกระพริบ) แบตเตอรี่จึงจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดไฟทั้งหมด ถ้าระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่จ่ายให้โหลดไฟลดลงต่ำกว่า 7.5 โวลท์ จะต้องมียังวงจรตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าโหลดไฟออกทันที และเมื่อไฟฟ้าปกติกลับคืนสู่สภาพที่สามารถใช้งานได้ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดไฟทั้งหมดของแบตเตอรี่ต้องถูกตัดออก และแบตเตอรี่ต้องถูกอัดประจุให้เต็มขนาดความจุพร้อมที่จะจ่ายโหลดได้อีก การทำงานทั้งหมดดังกล่าวต้องเป็นไปโดยอัตโนมัติสำหรับระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบดวงโคม ที่มีแบตเตอรี่พร้อมชุดควบคุมอยู่ใน ดวงโคมนั้นต้องสามารถทดสอบ (Test) ดูการทำงานของระบบและสภาพระดับแรงดันของแบตเตอรี่ได้โดยปุ่มกด (Test) ที่ตัวดวงโคมเองและโดยใช้ Remote Test ชนิดไร้สาย ระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบดวงโคมที่มีแบตเตอรี่และชุดควบคุมอยู่ในดวงโคม และแบบใช้แผงควบคุมรวมต้องมีวงจรทางด้านเข้าที่สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าแบบ 1 ph 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์

##### 3.2.4 อุปกรณ์ป้องกันและช็อบอก

อุปกรณ์ป้องกันและช็อบอกสำหรับระบบแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นไปตามแบบ และข้อกำหนด ต่อไปนี้ ระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบใช้ดวงโคมที่มีแบตเตอรี่ พร้อมชุดควบคุมอยู่ในดวงโคมเองบนด้านหน้าของดวงโคมอย่างน้อยต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

(1) ฟิวส์ สำหรับป้องกันการลัดวงจรของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านเข้า



(2) หลอดไฟสำหรับแสดงสภาพของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้านทางเข้าและหลอดไฟแสดงสภาวะระดับแรงดันของแบตเตอรี่

(3) สวิตช์แบบปุ่มกดสำหรับทดสอบการทำงานของระบบ และสวิตช์เปิด/ปิดวงจรทางด้านออกระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบใช้แผงควบคุมรวม อย่างน้อยต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้และต่อไปนี้

(4) โวลท์มิเตอร์สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

(5) แอมมิเตอร์สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าอัดประจุ

(6) ฟิวส์หรือสวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker) สำหรับป้องกันการลัดวงจรของวงจรทางด้านออก หลอดไฟฟ้าหรือดวงโคม

(7) หลอดไฟสำหรับดวงโคมแบบมีแบตเตอรี่ และชุดควบคุมอยู่ภายในตัวให้ใช้หลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) หรือสปอตไลท์ (Spot Light) ขนาด 35 วัตต์ ชนิดกระจายแสงและมีค่าพิกัดไฟฟ้าเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือเป็นตามพิกัดแรงดันของแบตเตอรี่ หลอดไฟ และดวงโคมไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างฉุกเฉินแบบมีแผงควบคุมรวมให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

#### 4. ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

##### 4.1 ทั่วไป

การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรืออุปกรณ์ที่เป็นโลหะและอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ของระบบอื่นๆ เช่น โครงเหล็กลิฟต์ ท่อน้ำ เป็นต้น ต้องต่อลงดิน การต่อลงดินต้องเป็นไปตามแบบ และ/หรือ ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

##### 4.2 ข้อกำหนด

4.2.1 ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตรสายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนกับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไป ตามตาราง 250-94 ของ National Electrical Code

4.2.2 สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นดินและเส้นศูนย์ต้องไม่ใช่สายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน

4.2.3 กรอบโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องมีการต่อลงดิน

4.2.4 ขนาดของสายดิน ต้องไม่เล็กกว่าครึ่งหนึ่งของสายเฟส

4.2.5 สายต่อหลักดินที่มีขนาดตั้งแต่ 25 Sqmm. ขึ้นไป ถ้าติดตั้งในที่อาจถูกกระทบกระแทกได้ง่าย ต้องมีการป้องกันทางกายภาพ

4.2.6 ถ้าไม่มีกำหนดเป็นอย่างอื่น วิธีเชื่อมต่อระหว่างสายต่อหลักดินกับหลักดินให้ใช้วิธี Exothermic Welding

4.2.7 หลักดิน (Ground Rod) ให้ใช้แบบเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper Clad Steel) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ส่วนบนสุดของแท่งสายดินต้องฝังอยู่ในดินที่ระดับไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตรจากระดับดิน

4.2.8 ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดิน ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม กรณีให้ความต้านทานของระบบมีค่าเกิน 5 โอห์ม ผู้รับจ้างต้องแก้ไข โดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์มยกเว้น พื้นที่ที่ยากในการปฏิบัติและการไฟฟ้าฯ เห็นชอบยอมให้ค่าความต้านทานขอบหลักดินกับดิน ต้องไม่เกิน 25 โอห์ม หากทำการวัดแล้วยังมีค่าเกินให้ปักหลักดินเพิ่มอีก 1 แท่ง

##### 4.3 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบความต้านทานของระบบต่อหน้าวิศวกร



## 5. ระบบสายอากาศลงดินและลดอันตรายจากฟ้าผ่า

### 5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องเป็นผู้รับผิดชอบและสายอากาศกับระบบล่อฟ้า ถึงแม้บางส่วนจะให้ผู้รับเหมาก่อสร้างรายอื่นดำเนินการก็ตาม

### 5.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ของระบบสายอากาศ (CONDUCTOR) สายลงดิน (DOWN, CONDUCTOR) ระบบลากสายดิน (GROUND CONDUCTOR AND GROUND ROD) ตามที่แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดทุกประการ

### 5.3 มาตรฐาน

อุปกรณ์และการติดตั้งให้เป็นตาม

5.3.1 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยของไฟฟ้า ของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ เรื่องมาตรฐานการติดตั้งระบบล่อฟ้า

5.3.2 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION No.78

5.3.3 มาตรฐาน ว.ส.ท.

## 6. การติดตั้ง

### 6.1 ความทั่วไป

6.1.1 วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องส่งถึงสถานที่ติดตั้งในสภาพดีเยี่ยม และติดตั้งเข้าที่ในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลน ผู้ติดตั้งจะเป็นผู้ประกอบติดตั้งต่อเข้ากับระบบตรวจสอบ และทดสอบการใช้งานตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ และตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิตและตามหลักมาตรฐานสากลทางด้านวิศวกรรม

6.1.2 ผู้ติดตั้งจะต้องประสานงานกับผู้ติดตั้งงานระบบอื่นๆ เพื่อให้งานระบบเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดของแบบแปลน อุปกรณ์ ตำแหน่งของ SLEEVE และอุปกรณ์ยึดโยงต่างๆ ให้กับผู้เกี่ยวข้อง โดยประชุมปรึกษาหารือกับผู้เกี่ยวข้องจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว แต่ทั้งนี้ไม่ถือเป็นการปลดภาระความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ให้สอดคล้องกับระบบงานที่เกี่ยวข้อง

### 6.2 งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้า

6.2.1 ตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้าที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ตำแหน่งแน่นอนให้ตรวจสอบกับสถาปนิกหรือแบบตกแต่งภายในหรือแบบใช้งานซึ่งผ่านความเห็นชอบของวิศวกรเป็นที่เข้าใจว่าตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

6.2.2 แผงสวิตช์ไฟฟ้ากำลังและแสงสว่างจะต้องติดตั้ง ณ ตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลนสูง 2.00 เมตร 1.80 เมตร 1.50 เมตร จากพื้นตามระบุ

6.2.3 สวิตช์ดวงโคมไฟฟ้า ติดตั้งสูงจากพื้น 1.20 เมตร

6.2.4 เต้ารับไฟฟ้า และเต้ารับอื่นๆ ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร

6.3.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องติดตั้งตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน ท่อที่ฝังในพื้นที่คอนกรีตใช้ท่อ IMC ส่วนที่เดินลอย แนบผนัง หรือแนบเพดานให้ใช้ท่อ EMT

6.3.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า จะต้องมีความยาวที่เหมาะสมที่จะรับกับตู้หรือกล่องต่อสาย หรือกล่องเอาเลต ในกรณีที่ต้องเข้ากับกล่องต่อสายหรือตู้ CABINET ท่อทุกท่อจะต้องได้ระดับและมีความยาวของปลายท่อเท่ากัน ที่ปลายท่อจะต้องมีปลั๊กอุดป้องกันการอุดตันของปูนหรือเศษผงต่างๆ สำหรับปลายท่อต่อเข้ากับเครื่องยนต์ไฟฟ้าจะต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณี

6.3.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ผ่านการใช้งานแล้ว จะนำมาใช้งานใหม่อีกไม่ได้

6.3.4 ปลายท่อจะต้องทำการลบคมท่อทุกครั้งก่อนการติดตั้งท่อที่ต้องทำเกลียวจะต้องทำเกลียวและทำความสะอาดก่อนที่จะลบคมท่อ

6.3.5 ท่อจะต้องยึดแน่นกับกล่องต่อสายหรือกล่อง OUTLET ต่างๆ ด้วย LOCK NUT และ BUSHING ตามข้อกำหนด NEC CODE ท่อเดินลอยจะต้องยึดกับที่ให้มีน้ํนคงทุกระยะ 2 เมตร และจะต้องยึดบริเวณข้องอปลายท่อทุกแห่ง การยึดท่อต่อท่อจะต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยก่อนที่จะทำการดึงสาย

6.3.6 ภายในท่อจะต้องสะอาดเรียบร้อยไม่มีสิ่งสกปรก หากไม่สามารถทำความสะอาดได้จะต้องทำการเปลี่ยนท่อเสียใหม่

#### 6.4 การติดตั้งเคเบิลสายไฟ

6.4.1 ก่อนการติดตั้งสายเคเบิลหรือสายไฟจะต้องตรวจสอบและแน่ใจว่างานระบบท่อได้ติดตั้งเรียบร้อยโดยไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ ที่จะทำความเสียหายให้กับสายไฟได้

6.4.2 ในการดึงสาย ห้ามใช้จารบีหรือน้ำมันหล่อลื่นใดๆ นอกจาก COMPOUND ซึ่งผลิตสำหรับการดึงสายโดยเฉพาะเท่านั้น การต่อสายจะต้องทำที่กล่องเข้าเลตหรือกล่องต่อสายเท่านั้น โดยใช้ตัวต่อแบบบีบรัดและพันด้วยฉนวนมีคุณสมบัติเปรียบเทียบกับฉนวนของสายไฟฟ้า

6.4.3 ในระหว่างการติดตั้ง หากปรากฏว่าท่อร้อยสายไฟฟ้ามีขนาดเล็กเกินไปไม่เหมาะสมในการติดตั้งสายไฟฟ้าแล้ว ผู้ติดตั้งต้องปรึกษาศิวกรเพื่อเปลี่ยนแปลงแก้ไขในทันที

6.4.4 สายไฟฟ้าจะต้องผ่านการตรวจสอบทั้งขนาดและความยาวก่อนทำการลากสาย สายไฟฟ้าที่มีความยาวสั้นเกินไป จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่สายไฟฟ้าที่ผ่านการใช้ลากสายมาแล้วจะนำกลับมาใช้งานใหม่ไม่ได้ นอกจากนี้จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

#### 6.5 การต่อลงดิน

6.5.1 ปลายแท่นหลักดินจะต้องติดตั้ง ณ ตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลนและติดตั้งในดินอย่างน้อย 60 เซนติเมตร ใต้ผิวดิน

6.5.2 สายทองแดงต่อลงดิน จะต้องจัดวางอย่างเรียบร้อย และฝังลึกไปในดินอย่างน้อย 50 เซนติเมตร จากผิวดิน

6.5.3 จุดต่อของสายดินทุกจุดจะต้องทำความสะอาดก่อนและจะต้องยึดแน่นทุกจุด อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่ร้อยสายไฟ และส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องต่อลงดินเข้ากับระบบสายดินโดยใช้หัวต่อที่เหมาะสม

#### 7. รายการอุปกรณ์วัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้

รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ตามหัวข้อข้างล่างนี้เป็นเพียงแนวทางประกอบการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่ระบุในหัวข้อข้างล่างนี้ได้โดยจะต้องเป็นตามข้อกำหนดของระบบไฟฟ้านี้ และจะต้องส่งรายละเอียดทางเทคนิค แคตตาล็อกพร้อมทั้งระบุรุ่น และขนาดของอุปกรณ์นั้นให้ชัดเจนในระหว่างการเสนอราคา และจะต้องเสนอขออนุมัติก่อนการดำเนินการจัดซื้อ

7.1	LIGHTING LUMINAIRE	PHILIPS, TEI, DELIGHT, HILIGHT, VCK
7.2	LAMP HOLDER	BJB, VS, SIRIJAYA,หรือเทียบเท่า
7.3	BALLAST & LOW LOSS BALLAST	PHILIPS, MK, BOVO, VOSSLOH, VCK
7.4	LAMP STARTER	PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA
7.5	LUMINAIRE : LAMP CAPACITOR	PHILIPS, Electronicon, ATCO
7.6	LUMINAIRE : LAMP	PHILIPS, OSLAM, SYLVANIA, VCK
7.7	CONDUIT	MITSUSHITA, TAS, PAT

---

7.8	CABLE	PHELPS DODGE, THAI YAZAKI,BANGKOKCABLE, MCI
7.9	18EMERGENCY LIGHT	HITIGHT,TEI, VCK

จบหมวดที่ 1

## หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า

### 1. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง

#### 1.1 ความต้องการทั่วไป

(1) หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้งต้องทำและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้องของ IEC Standard และต้องได้รับการรับรองโดยสถาบันที่เชื่อถือได้

(2) หม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นชนิดแห้ง สำหรับใช้ภายในอาคารในที่มีความชื้นสูงฉนวนชนิด Cast-Resin Under Vacuum, Insulation Class F or H สำหรับ HV หรือ LV winding.

(3) ผู้ผลิตต้องรับประกันคุณภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้งไม่ต่ำกว่า 5 ปี หากมีการเสียหาย ผู้ผลิตจะต้องทำการเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าลูกใหม่ให้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

#### 1.2 พิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง

(1) ขดลวดแรงสูง 24kV หรือ 33KV หรือตามที่ระบุในแบบ (Delta-Connection) 3 เฟส 50 Hz ขดลวดต้องมี off-load tap changer, หรือ  $-4 \times 2.5\%$  ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีค่า Dielectric Test Voltage ไม่น้อยกว่ามาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด

(2) ขดลวดแรงต่ำ 416/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 Hz (Y-Connection) ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง และเส้นศูนย์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้เท่าเส้นเฟส

(3) Vector Group ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด

(4) ขดลวด เป็นชนิดอลูมิเนียม หรือทองแดง

(5) ความสูญเสีย (Loss) ความสูญเสียต้องมีค่าต่ำทั้งขณะที่ไม่มีโหลด และขณะมีโหลดเต็มที่ ค่าความสูญเสียรวมต้องไม่เกิน 1% ที่เต็มพิกัด และ  $PF = 1$

(6) Impedance Voltage ประมาณระหว่าง 5.6 - 8% at rated KVA

(7) หม้อแปลงต้องสามารถรับโหลดเต็มที่ต่อเนื่องกันได้ที่อุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$  โดยไม่ต้องใช้พัดลมเป่า

(8) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงสุดขณะใช้โหลดเต็มที่ต่อไม่สูงเกิน 100 K ( $100^{\circ}\text{C}$  วัดจากอุณหภูมิโดยรอบ  $40^{\circ}\text{C}$ )

(9) ระดับเสียงรบกวนต้องต่ำและมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ใน NEMA or IEC Standard ให้ระบุค่าด้วยในการเสนอราคา

(10) ขนาดหม้อแปลงที่ติดตั้งในตู้หม้อแปลงตามที่กำหนดในแบบหรือข้อกำหนดต้องสามารถรับโหลดต่อเนื่องเพิ่มขึ้นได้อีก 40% ของขนาดมาตรฐาน เมื่อมีการติดตั้งพัดลมเป่าหม้อแปลงโดยอัตโนมัติตามมาตรฐานของผู้ผลิต

#### 1.3 โครงสร้างของหม้อแปลง

(1) ตัวขดลวดหม้อแปลงต้องติดตั้งบนโครงเหล็กโดยมีชิ้นส่วนป้องกันความสั่นสะเทือนรองรับ (Vibration Damper) และต้องมีห่วงยกตามที่จำเป็น

(2) ขั้วต่อสายแรงสูง ให้เป็นแบบทำสำหรับต่อกับสายเคเบิลแรงสูง ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

(3) ขั้วต่อสายแรงต่ำ ต้องทำสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ ขั้วต่อสายศูนย์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้เท่าขั้วต่อสายเฟส

(4) ขั้วต่อสายดิน ต้องมีให้ทั้งที่โครงหม้อแปลงและที่ตัวถังปิดหม้อแปลง

(5) ตัวต่อกลางอ่อน (Flexible connector) ที่ขั้วต่อสายแรงสูงและแรงต่ำทุกอันต้องติดตั้งตัวต่อกลางอ่อน ทำด้วยทองแดง ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสไฟสูงสุดที่ระบุสำหรับกรณีใช้พดลมเป่า ให้ต่อระหว่างขั้วต่อสายของหม้อแปลงกับบัสบาร์ที่ต่อเข้าแผงสวิตช์ เพื่อลดความสั่นสะเทือนและรับการขยายตัวของบัสบาร์

(6) ข้างตัวหม้อแปลงต้องมีที่วางเตรียมไว้ให้พร้อมที่จะติดตั้งพดลมเป่าหม้อแปลง เพื่อเพิ่มพิกัดขึ้นได้

(7) ตัวขดลวดแรงต่ำ ต้องสามารถติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) เพิ่มขึ้นได้ทุกเมื่อ เพื่อวัดอุณหภูมิของขดลวดแรงต่ำ

(8) ตัวหม้อแปลงต้องมีตัวถังครอบคลุมปิดเป็นแบบนิรภัยรอบด้าน (Safety Deadfront) ชนิด Class IP21, หรือตามที่กำหนดในแบบ ตัวถังให้ทำในประเทศไทยได้ และได้รับการรับรองจากโรงงานผู้ผลิตหม้อแปลงแหล่งกำเนิด โดยมีลักษณะทั่วไปดังนี้คือ เหล็กที่ใช้ทำตัวถัง หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กต้องขัดสนิม ล้างสนิมและไขมันออกด้วยน้ำยา ฟันสีกันสนิมชนิด Zinc Phosphate ฟันสีรองพื้น (Primer) ฟันสีชั้นสุดท้ายอย่างน้อยสองชั้น โดยใช้สีชนิด Stoved enamel สีเหมือนตู้แผงสวิตช์ หรือสีตามที่กำหนดให้ ระหว่างการฟันสีแต่ละชั้นต้องผ่านการอบด้วยความร้อนสูง

#### 1.4 อุปกรณ์ประกอบ

(1) เครื่องกันฟ้า (Lightning or surge arrester) จำนวนสามอัน ติดตั้งทางด้านแรงสูง เป็นแบบที่ทำสำหรับป้องกันหม้อแปลงชนิดนี้โดยเฉพาะ ต้องเป็นเครื่องกันฟ้าที่ทำตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC ผ่านการทดสอบและรับรองคุณภาพโดยสถาบันที่เชื่อถือได้

(2) เทอร์โมมิเตอร์แบบมีเข็มชี้ (Dial type) สเกลประมาณ 45°C-200°C หรือแบบแสดงผลเป็นตัวเลข (Digital Type) สำหรับวัดอุณหภูมิสูงสุดของขดลวดแรงต่ำทั้งสามชุด โดยใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิฝังในขดลวดทั้งสามชุด

(3) ติดตั้ง Thermister สำหรับวัดอุณหภูมิที่ขดลวดแรงต่ำ ณ จุด HOTEST SPOT ที่ขดลวดแรงต่ำทั้ง 3 ชุด ณ.ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ดังนี้

- ระดับอุณหภูมิ 100°C ส่งสัญญาณบังคับให้พดลมเป่าหม้อแปลงทำงาน
- ระดับอุณหภูมิ 130°C ส่งสัญญาณให้สัญญาณอันตรายทำงาน
- ระดับอุณหภูมิ 150°C ส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ป้องกันตัดไฟทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ

(4) พดลมเป่าหม้อแปลง

- พดลมเป่าหม้อแปลง ต้องประกอบด้วยสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ คอนแทคเตอร์ หลอดไฟสัญญาณ สายไฟหุ้มฉนวนและเปลือกนอก มอเตอร์ชนิดหุ้มปิดพร้อมพดลมประกอบกันเป็นชุด ทำโดยเฉพาะสำหรับใช้กับหม้อแปลงตามข้อกำหนดนี้สามารถเป่าลมได้ปริมาณเพียงพอที่จะเพิ่มพิกัดหม้อแปลงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 หรือตามที่ระบุที่อุณหภูมิโดยรอบ 40°C โดยรายละเอียดของพดลมเป่าหม้อแปลงและช่องอากาศเข้าจากตัวถัง จะต้องทำตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตตัวหม้อแปลง

-พดลมเป่าหม้อแปลงต้องเป็นแบบ CROSS FLOW FAN โดยเป่าลมจากใต้ขดลวดหม้อแปลงขึ้นไปด้านบน

(5) ชุดสัญญาณอันตราย ต้องประกอบด้วยออตหรือกริ่งไฟฟ้า หลอดไฟสัญญาณ คอนแทคเตอร์ ปุ่มกดดับสัญญาณเสียง และมีขั้วต่อสายสำหรับต่อชุดสัญญาณอันตรายระยะไกลไปยังห้องควบคุมกลาง ได้อีก 1 ชุดด้วย

#### 1.5 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

(1) โครงของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อลงดินที่จุดที่อยู่ใกล้ที่สุด สายที่ใช้ต่อลงดินให้ใช้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ

(2) พื้นที่รองรับหม้อแปลงไฟฟ้าต้องมั่นคงแข็งแรง ระหว่างหม้อแปลงและพื้นที่รองรับให้รองด้วยวัสดุที่ช่วยลดการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator)

(3) ในการเข้าสาย หรือบัสบาร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องทำความสะอาดขั้วต่อของหม้อแปลงไฟฟ้าก่อน หลังจากต่อสายหรือบัสบาร์เข้า/ออกแล้ว ต้องฉาบจุดที่ต่อโดยใช้ Lacquer หรือวิธีอื่นที่อนุมัติ

(4) ก่อนจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องทดสอบก่อนว่าค่าทางไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าถูกต้องตามที่ผู้ผลิตแนะนำหรือแจ้งไว้ ลักษณะการต่อสายเข้าและออกถูกต้องตามความต้องการของข้อกำหนดทางไฟฟ้า ในกรณีของหม้อแปลงไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่น จะต้องเป็นผู้ตรวจอนุมัติให้ใช้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ติดต่อประสานงานให้การไฟฟ้าท้องถิ่นตรวจและอนุมัติก่อน จึงจะจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าได้

(5) เมื่อจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจและทดสอบว่าแรงดันด้านแรงต่ำมีค่าตามที่กำหนด ถ้ายังไม่ได้ตามที่กำหนดต้องเปลี่ยน Tap เพื่อปรับแรงดันให้ได้ก่อน จึงจะจ่ายไฟไปสู่วงจรภายนอกได้ นอกจากนี้จะต้องทดสอบระบบควบคุมและระบบสัญญาณอันตรายเตือนตามที่กำหนดไว้ว่าใช้งานได้

#### 1.6 การทดสอบ

(1) หม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตัวหม้อแปลง (มิใช่โรงงานผู้ประกอบตัวถัง) ตามที่กำหนดในมาตรฐาน โดยต้องมีหนังสือรับรองผลการทดสอบระบุ SERIAL NUMBER ออกโดยโรงงานดังกล่าว แสดงรายละเอียดผลการทดสอบ และตรวจพินิจครบถ้วน ให้ส่งหนังสือรับรองดังกล่าว จำนวน 3 ชุด

(2) หม้อแปลงจะต้องผ่านการทดสอบจากสถาบันมาตรฐานตาม IEC 76-5 โดยรวมถึง

- Partial Discharge Measurement
- Noise Level Measurement
- Impulse Test, Heat Run Test และ Ability withstand short circuit (สามารถใช้ Type Test ได้)

(3) เมื่อหม้อแปลงส่งไปถึงสถานที่ติดตั้งแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อนจ่ายไฟ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งสิ้น หากการไฟฟ้าท้องถิ่นไม่ยอมให้ใช้หม้อแปลงที่ส่งมอบ ผู้รับจ้างจะต้องนำหม้อแปลงใหม่ที่ถูกต้องมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น

(4) ผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ในการที่จะขอทดสอบหม้อแปลงตามวิธีการที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ภายหลังเพื่อทดสอบหม้อแปลงในรายละเอียดต่างๆ ของข้อกำหนดรวมทั้งการทดสอบที่ full load และเกิน full load อีกร้อยละ 40 โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

(5) ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้ และการบำรุงรักษา พร้อมทั้งแบบการติดตั้งแปลเป็นภาษาไทย ใช้หน่วย "เอสไอ" แสดงขนาดมิติโดยละเอียด วงจรการต่อสาย และรายการอะไหล่ จำนวนรวม 3 ชุด

## 2. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

### 2.1 ความต้องการทั่วไป

(1) หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) ต้องเป็นชนิดขดลวดจุ่มอยู่ในน้ำมัน (Oil immersed) สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร

(2) หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานของ TIS, ANIS หรือ IEC ฉบับล่าสุด และต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้า

(3) การแสดงพิกัดต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องอ้างอิงที่อุณหภูมิ 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

(4) หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้

- Rated Primary Voltage : ตามที่กำหนดในแบบ
- Rated Frequency : 50 H z

- Number of Phase : 3
- Rated Power Output : ตามที่กำหนดในแบบ
- Vector Group : Dyn 11
- HV. No-Load Tap Changer : - 4x2.5% (MEA)  
: + 2x2.5% (PEA)
- Total loss at P F.1 : ไม่เกิน 1.5% ที่ Full load

(5) ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดหม้อแปลงให้วิศวกรของผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และการไฟฟ้าท้องถิ่นพิจารณา ให้ความเห็นชอบก่อนการสั่งซื้อหม้อแปลงโดยในรายละเอียดต้องแสดงข้อมูลให้พิจารณาอย่างน้อย ดังนี้

- รายละเอียดของวัสดุ, Rated Voltage และ Current ของขดลวดแรงสูง และแรงต่ำ
- Rated Frequency
- Number of Phase
- No Load Loss และ Rated Load Loss
- Tap Changer
- Rated Rasic Impulse Level
- Impedance Voltage
- Impedance Voltage
- Vector Group
- Noise Level
- Percent Efficiency
- Percent Regulation at 100% PF
- ขนาดมิติ และน้ำหนัก

## 2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

(1) แกนเหล็ก Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Nonaging Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูงและให้ค่า Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ

(2) ขดลวดและฉนวน High Voltage และ Low Voltage Winding โลหะตัวนำทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Class A

(3) Tap Changer ที่ High Voltage Winding ต้องมี Off - Load Tap Changer ตามที่กำหนดตามหมูนของ Tap Changer ต้องสามารถแสดงให้ทราบได้ว่าในขณะนั้น อยู่ในตำแหน่งของ Tap ไต

(4) ขั้วต่อสาย ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิลแรงสูง (โดยให้พิจารณาจากแบบ) เพื่อต่อกับสวิตช์แรงสูงอย่างเหมาะสมขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยทองแดง เคลือบทับด้วย High Conductivity Bronze หรือ Hot-Tin dipped จะต้องเหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิล (โดยให้พิจารณาจากแบบ) Bolts, Nuts และ Lock washers ที่ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

(5) ตู้หม้อแปลง ทำด้วยโลหะมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพการใช้งาน และการเคลื่อนย้ายสีทาภายในตู้ เป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการใช้บรรจุน้ำมัน สีทาภายนอกตู้ทารองพื้นด้วย Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้น ซึ่งเป็นชนิดที่ทนต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร

## 2.3 อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง

- (1) หม้อแปลงไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยที่สุดดังนี้
  - Drain Valve, Sampling



- Lifting Lugs
- Earthing Terminal
- Oil Level Gauge
- Off Load Tap Changer
- Thermometer Pocket
- Pressure relief device
- Conservator Tank

(2) สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1000-2500 KVA จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้

- Dial Type Thermometer with adjustable contact
- Buchholz Relay

#### 2.4 การติดตั้งหม้อแปลง

(1) ให้ติดตั้งตามลักษณะและตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

(2) การเคลื่อนย้ายหม้อแปลงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อหม้อแปลง

#### 2.5 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

(1) หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการผ่าน Routine Test จากโรงงานผู้ผลิตโดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ ในรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- Measurement of Winding Resistance
- Measurement of Impedance Voltage
- Measurement of Load Loss
- Measurement of no Load Loss
- Measurement of Insulation Resistance
- Measurement of Voltage Ratio
- Check of Polarity and Vector Group
- Induced Voltage Test
- Applied Voltage Test

(2) หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการผ่าน Type test จากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ ในรายละเอียด ดังนี้

- Temperature Rise Test
- หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการตรวจสอบและได้รับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น
- เมื่อติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการวัดค่าความต้านทานของฉนวนที่ขั้วต่างๆ อย่าง

ครบถ้วน และทำการตรวจทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ แล้วทำรายงานส่งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

- ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษา เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวน

3 ชุด ต่อผู้ว่าจ้าง

### 3. การรับประกัน

3.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่า หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้เป็นของใหม่ที่ผลิตจากโรงงาน และยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใด หากไม่ถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนให้

- 
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีการเสียหาย เนื่องจากข้อผิดพลาดในการผลิตการขนส่ง และการติดตั้งโดยต้องรับซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ภายในระยะเวลา 1 ปี นับแต่วันที่เริ่มใช้งานหรือวันรับมอบงานทั้งระบบ
- 3.3 เมื่อครบกำหนดการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องตรวจ ทำความสะอาด และทำการชั้นรอยต่อทุกจุด

## จบหมวดที่ 2

### หมวดที่ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

#### 1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวทำงานโดยสมบูรณ์ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกเดินให้กำลังไฟฟ้าเป็นแบบ Prime (Prime Rating) โดยมีขนาด kVA. ไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในแบบที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 380/220 V. 3 เฟส4 สาย 50 Hz ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบ/นาที

1.3 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ Radiator ตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน ซึ่งทำด้วยเหล็กประกอบสำเร็จรูป และ Coupling มาจากโรงงานผู้ผลิตและต้องส่ง Test Report ของเครื่องนั้นๆ มาให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาด้วย

1.4 แผนควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นแผนควบคุมที่ประกอบสำเร็จรูป โดยบริษัทผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำทดสอบด้วยโหลดเทียมที่สถานที่ติดตั้ง หรือที่โรงงานผู้จัดจำหน่ายตามรายการทดสอบระบบ

#### 2. เครื่องยนต์

2.1 เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชนิดสี่จังหวะ ทำงานที่พิกัดความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที ขนาดกำลังของเครื่องยนต์จะต้องเป็นขนาดที่เหมาะสมกับขนาดพิกัดของ Generator เป็นเครื่องยนต์ชนิด Low Emissions ได้มาตรฐานเทียบเท่า TA-Luft หรือ TIER-I

2.2 ระบบควบคุมความเร็วรอบใช้ Solid State Synchronous Governor เพื่อให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกอยู่ระหว่าง 50 Hz  $\pm$ 0.25%

2.3 ระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบ Direct Injection น้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้า Fuel injector ต้องผ่านเครื่องกรองน้ำมันชนิดที่สามารถเปลี่ยนไส้ได้ซึ่งติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าบำรุงรักษาได้สะดวก

2.4 ระบบน้ำมันหล่อลื่นเป็นแบบ Gear type lubricating oil pump

2.5 ไส้กรองของน้ำมันหล่อลื่นใช้แบบ Double หรือ Triple Paper Element และมีเครื่องกรองน้ำมันพร้อม Bypass Valve ซึ่งทำงานด้วยสปริงเพื่อให้ น้ำมันสามารถไหลผ่านได้ในกรณีที่ไส้กรองอุดตัน

2.6 การระบายความร้อน จะต้องมียระบบระบายความร้อนซึ่งจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะที่ทำงาน เป็นแบบระบบปิดประกอบด้วยปั้มน้ำซึ่งรับแรงขับจากเครื่องยนต์ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำและพัดลมอาจจะเป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่องหรือติดตั้งแยกกันก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพและสถานที่ติดตั้ง ซึ่งถ้าติดตั้งแยกกันแล้วจะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่มีขนาดเพียงพอที่จะระบายความร้อนสำหรับเครื่องยนต์นั้นๆ ด้วยโดยค่าใช้จ่ายอยู่ในส่วนรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ระบบจ่ายน้ำสำหรับระบายความร้อนต้องอิสระ และให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำน้ำยาที่ใช้เติมในน้ำระบายความร้อนเพื่อป้องกันการผุกร่อนมาด้วย

2.7 ระบบกรองอากาศใช้เครื่องกรองอากาศชนิดแห้ง (Dry type air filter paper element)

2.8 ระบบระบายความร้อนใช้ Radiator with fan guards รับแรงขับจากเครื่องยนต์ผ่านสายพาน ปริมาณ Air Flow และ Air Flow Restriction ต้องเพียงพอกับสภาพการติดตั้งตามแบบ

2.9 สตาร์ทเครื่องยนต์ด้วย 24 VDC Starting Motor โดยใช้กระแสไฟฟ้าจาก Lead-Acid Battery ซึ่งมีความจุไฟฟ้าพอที่จะสตาร์ทเครื่องยนต์ติดต่อกันได้อย่างน้อย 4 ครั้ง พร้อมกันนั้นยังสามารถใช้ได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือนหรือระบบอื่นๆ ที่จำเป็นอย่างเพียงพอ

2.10 การประจุแบตเตอรี่ต้องเป็นระบบ Solid State ซึ่งจะประจุไฟโดยอัตโนมัติด้วยแรงดันคงที่สามารถประจุให้แบตเตอรี่เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง และจะต้องมีไฟสัญญาณแสดงภาวะการทำงานของเครื่องประจุแบตเตอรี่

2.11 ระบบไอเสียให้มีอุปกรณ์ระงับเสียง (Exhaust Silencer) ชนิด Residential หรือดีกว่าและท่ออ่อน (Flexible Exhaust Pipe) เพื่อลดเสียงดังลงมา การติดตั้งท่อไอเสียจะต้องยึดด้วย Vibration Absorber ชนิดสปริง และจะต้องไม่เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้น โดยท่อไอเสียให้ใช้เหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า และติดตั้ง Flexible Exhaust Pipe ความยาวท่อน้อยกว่า 60 ซม. ท่อไอเสียที่เดินภายในอาคารจะต้องหุ้มด้วยฉนวนความร้อน (Calcium Silicate) และแผ่นอลูมิเนียมความหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มม. อีกชั้นหนึ่ง

2.12 จัดให้มีระบบป้องกันเสียง (Sound Attenuator with Aluminium Grill Fixed Type) ที่บริเวณช่องลมเข้าและช่องระบายลมหน้าหม้อน้ำที่ตำแหน่งห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.13 แผงควบคุมเครื่องยนต์ต้องมีอุปกรณ์และเครื่องวัดที่อ่านค่าแบบดิจิตอลอย่างน้อยดังนี้

- (1) โวลท์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์
- (2) เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น
- (3) เครื่องวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดความดันของน้ำมันหล่อลื่น
- (4) เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- (5) Over speed and Under speed
- (6) นาฬิกาจับเวลาการทำงานของเครื่องยนต์
- (7) สัญญาณแจ้งเตือนการทำงานผิดพลาดพร้อมสัญญาณเสียง และหน้าสัมผัส (Normally Open Contact)
- (8) ปุ่มทดสอบสัญญาณแสง
- (9) สวิตช์ Auto – Off –Manual สำหรับระบบสั่งสตาร์ทเครื่องยนต์
- (10) Emergency Stop Switch และ Key switch

2.14 แผงควบคุมเครื่องยนต์ จะต้องมีไฟเตือนที่แผงควบคุมหรือทำให้เกิดเสียงเตือนหรือเพื่อดับเครื่องยนต์ในกรณีที่เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติอย่างน้อยดังนี้

- (1) แรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
- (2) อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงเกิน หรือปริมาณน้ำระบายความร้อนน้อยกว่าปกติ หรือสายพานพัดลมระบายความร้อนขาด
- (3) อุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นสูงกว่าปกติ
- (4) ความเร็วสูงผิดปกติ
- (5) ระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนด
- (6) เครื่องยนต์เกิด Overcrank

2.15 ฐานเครื่องและส่วนที่ยึดกับอาคาร ต้องมีฐานเป็นโครงเหล็กและมีที่รองป้องกันการสั่นสะเทือนเป็นแบบสปริงหรือดีกว่า

### 3. ชุดเครื่องจ่ายไฟฟ้า

3.1 ต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุ เป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 V. 3 เฟส 4 สาย 50 Hz PF = 0.8 เป็นแบบ 4 POLE เป็นแบบ Brushless Rotating Diode, Full Wave Rectifier ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์ต้นกำลังโดยผ่าน Flexible Coupling และต้องติดตั้งบนฐานเหล็กอันเดียวกัน

3.2 ฉนวนของขดลวดทั้ง Rotor และ Stator ให้มีความทนทานต่อ Temperature Rise ตาม NEMA ,IEC,ISO 8528 Standard Class F หรือดีกว่า

3.3 Excitation System เป็นแบบ Self Excited (กระตุ้นด้วยตัวเองโดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากภายนอก)

3.4 เครื่องจ่ายไฟต้องมี Protective Thermister Relay เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องกรณีความร้อนในขดลวดสูงเกินปกติ

3.5 การควบคุมแรงดันไฟฟ้าต้องใช้ Solid State Automatic Voltage Regulator ซึ่งสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ดังนี้

(1) Voltage Regulation ไม่เกิน 1% ของ Rated Voltage จาก no load ถึง full load

(2) Voltage Stability ไม่เกิน 0.5% ของ Rated Voltage ที่ steady state

(3) Voltage Dip ไม่เกิน 20% ของ Rated Voltage เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าทันที 90% ของ rated load และ recovery time ไม่เกิน 3 วินาที

(4) มี Rheostat สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้ 5% ของ Rated voltage

(5) สามารถรับ Automatic Thyristor Load ได้ไม่ต่ำกว่า 70% ของ Output Rating และมี Distortion ของ Waveform น้อยที่สุดที่ยอมรับได้

#### 4. ระบบควบคุม

ระบบควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

4.1 ควบคุมการสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อได้รับสัญญาณจาก Automatic Transfer Switch หรือ ระบบ Fire Alarm หรือ Manual Start ระบบควบคุมจะส่งสัญญาณให้เครื่องยนต์สตาร์ทหากเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติดในครั้งแรก ระบบควบคุมจะส่งสัญญาณให้เครื่องยนต์ สตาร์ทใหม่ติดต่อกันได้อีก 2 ครั้ง เมื่อสตาร์ทครบ 3 ครั้งแล้ว เครื่องยนต์ยังไม่ติดเครื่องยนต์จะหยุดทำงานและส่งสัญญาณ over-crank ให้ทราบ เครื่องยนต์จะสตาร์ทใหม่ได้เมื่อได้รับการแก้ไขเหตุขัดข้องและ reset เสียก่อน

4.2 หยุดการทำงานของเครื่องยนต์เมื่อเกิด High Coolant Temperature, Low Oil Pressure หรือ Over Speed พร้อมทั้งส่งสัญญาณแจ้งให้ทราบ

4.3 ควบคุมการทำงานของระบบเพื่อให้ได้ Frequency Regulation, Voltage Regulation, Voltage Stability ตามที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

4.4 ควบคุมให้เครื่องยนต์เดินต่ออีก 5 นาที (ปรับได้ตั้งแต่ 5-10 นาที) ในช่วง Cool Down Period หลังจาก Transfer Switch ได้สับเปลี่ยน Load ไปรับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟปกติ

4.5 ตรวจสอบการทำงานของระบบต่างๆ พร้อมทั้งมีสัญญาณเตือนเมื่อระบบชำรุด เช่น ระบบประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน อุปกรณ์สำหรับสตาร์ทขัดข้อง เป็นต้น โดยสัญญาณเตือนเหล่านี้จะต้องมีทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณไฟ

4.6 แผงควบคุม Generator เป็นแบบดิจิทัลแสดงค่าเป็นตัวเลขและตัวอักษร โดยที่สามารถแสดงเป็นตัวอักษรภาษาไทยได้ และมี EVENT LOG ได้ถึง 250 ค่าและได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ UL ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

(1) AC แอมมิเตอร์วัดกระแสได้ 3 เฟส

(2) AC โวลท์มิเตอร์สำหรับวัดแรงดัน L to L, L to N

(3) Frequency Meter, Over and Underfrequency

(4) อ่านค่ากำลังไฟฟ้า Kw, Kva, Pf, KVarh, KVah

(5) ตั้งค่าเตือนการซ่อมบำรุงได้

(6) Molded Case Circuit Breaker

4.7 จะต้องมีระบบ Automatic Weekly Exercise โดยมีช่วงเวลา Exercise ในแต่ละสัปดาห์ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4.8 ในกรณีที่มี Standby Generator มากกว่า 1 ชุด และระบุว่าให้มีการเดินจ่ายไฟขนานกันจะต้องมีระบบ Automatic Synchronizing ด้วย

5. ถังน้ำมันเชื้อเพลิงและท่อน้ำมันเชื้อเพลิง

5.1 ถังน้ำมันจะต้องมีปริมาตรเพียงพอ ที่จะบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ที่ full load

5.2 ถังน้ำมันจะต้องทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ทาสีรองพื้นด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น และทาสีทับด้วยสี Epoxy ทั้งด้านในและด้านนอก

5.3 ถังน้ำมันจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับตรวจระดับน้ำมันในถังได้สะดวก กรณีที่อุปกรณ์ตรวจสอบระดับน้ำมันเป็นแบบ Sight Tube ต้องมี Protective Guard และ วาล์วสำหรับเปิดหรือปิดน้ำมันที่เข้าในท่อ และจะต้องมีอุปกรณ์เตือนในกรณีที่ระดับของน้ำมันต่ำกว่าระดับที่กำหนด

5.4 ระดับของท่อน้ำมันที่จ่ายออกจากถังต้องอยู่สูงกว่าระดับปลายท่อที่เติมน้ำมันเข้าถัง

5.5 จัดให้มีท่อระบายอากาศขนาดไม่เล็กกว่า 30 มม. ปลายท่อระบายอากาศต้องสูงกว่าตำแหน่งบนสุดของถังไม่น้อยกว่า 150 มม. ปลายท่อทำเป็น U-Bend และมีตระแกรงลวดปิด

5.6 ก่อนทำการทาสีถังต้องทำ Hydrostatic Test โดยเติมน้ำเต็มถังและต่อปลายท่อสูงเกินระดับถัง 1 เมตร ทำการทดสอบไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

5.7 ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม

5.8 ส่วนของถังน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นโลหะจะต้องต่อลงดิน

5.8.1 ติดตั้ง ท่อน้ำมันจากถังน้ำมันไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ ติดตั้ง มอเตอร์ปั้มน้ำมันและ ปั้มน้ำมันแบบมือหมุนสำหรับเติมน้ำมันเข้าถังพร้อมชุดควบคุมระบบป้องกันอาร์คที่ตู้ ATS ติดตั้งระบบป้องกันอาร์ค (Arc Guard System) ภายในตู้ ATS เพื่อป้องกันความเสียหายเมื่อเกิดอาร์ค ผลิตตามมาตรฐาน IEC 61508 และ IEC 62061 โดยจะต้องมีความสามารถในการสั่งทริป ATS ทั้งสองด้าน หรือ Circuit Breaker (ด้าน Main) โดยทันทีทันใดภายในเวลาไม่เกิน 0.1 วินาที มีเซนเซอร์จับอาร์ค (Lens) และเป็นสายชนิดแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนจากสนามแม่เหล็กติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ ([Surge Protective Device Type I](#)) สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ของตู้เมนแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (ATS) โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Circuit Breaker มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

Max. Continuous ac voltage $U_c$	255 V
Impulse current $I_{imp}$ (10/350 $\mu$ s) $I_{imp}$	25 kA / Pole
Voltage protection level $U_p$	$\leq 2.5$ kV
Follow current extinguishing capability a.c. $I_{fi}$	50 kA <sub>rms</sub>
TOV voltage $U_T$	400 V / 5 sec.

อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ ([Surge Protective Device Type II](#)) เพื่อป้องกันเสิร์จอันเนื่องมาจากเกิดฟ้าผ่าหรือเกิดเสิร์จอื่นๆ ที่จะเข้ามาทางด้านเมนไฟฟ้าที่ต่อกับชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

Poles	:	ชนิด 4Pole
Nominal Voltage	:	230 V
Max. Cont. Operating Voltage	:	275 V
Max. Discharge Current (8/20)	:	40 kA
Voltage Protection Level	:	$\leq 1.5$ kV
TOV Withstand	:	334 V/5sec
Short Circuit Withstand	:	50 kA rms

State Indicator : Included

6. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบป้องกันเสียงรบกวน( SOUNDPROOF SYSTEM )โดยค่าระดับเสียงรบกวน ( NOISE ) จากภายในห้อง สามารถผ่านผนังและช่องเปิดทุกด้านมายังภายนอกที่ระยะห่าง 1.00 เมตร จากผนังห้อง และช่องเปิดใดๆ ต้องมีค่า ไม่เกิน 75 เดซิเบล A โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1.1 โครงสร้างโดยรอบผนังเป็นเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม ขนาด 2x4 นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ผนังด้วยวัสดุซับเสียง ชนิด ROCK WOOL มีความหนาแน่น ( NORMAL DENSITY ) ไม่ต่ำกว่า 80 กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร และบุหนาไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ( 100 มม. ) ปิดทับด้วย GLASS FIBER MAT สีดำ และ WIRE MESH ขนาด # ½ x ½ นิ้ว ยึดติดผนังด้วย PIN LOCK และสามารถให้อากาศไหลผ่านได้ด้วยความเร็ว 300 เมตรต่อวินาที หรือ 5 เมตรต่อวินาที โดยไม่เกิดความเสียหาย

6.1.2 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงรบกวน ( SONUD ATTENUATOR ) ที่ช่องอากาศเข้า ( AIR INLET ) และช่องอากาศออก ( AIR OUTLET ) โดยใช้ ROCK WOOL ชนิดเดียวกันที่บุผนังและห่อหุ้มด้วยเหล็กแผ่นเจาะรู ( PERFORATE GALVANIZED STEELL ) ขนาดและจำนวนของแผง SONUD ATTENUATOR ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องยนต์ฯ

6.2 ขนาดช่องลมออกของห้องเครื่องจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.2 เท่า ของขนาดพื้นที่หน้าหม้อน้ำของเครื่องยนต์

7. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินก่อนส่งมอบงานดังนี้

7.1 ทดสอบเดินเครื่องในลักษณะ Step Load Test

7.2 ทดสอบเดินเครื่องเต็มพิกัดโหลดติดต่อกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการวัดค่าของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า เพาเวอร์แฟกเตอร์ ความเร็วรอบ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในทุกครึ่งชั่วโมง และเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต

7.3 ทดสอบการเดินเครื่อง Overload 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

7.4 ทดสอบการทำงานของอัตโนมัติครบรอบสัปดาห์ทุกชั้นตอนและทดสอบ Weekly Exercise

7.5 ทำการวัดระบบการต่อลงดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.6 Alarm Trouble Test

8. การบริการและการรับประกัน

8.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายที่เกิดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นระยะเวลา 1 ปี ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาประกัน

8.2 บริษัทผู้จำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งในประเทศไทย มีช่างบริการของบริษัทเองที่สามารถจะตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกระยะ 3 เดือน นับจากวันส่งมอบงานเป็นระยะเวลา 1 ปี และบริษัทผู้จำหน่ายต้องเปิดหลักสูตรอบรมช่างผู้ดูแลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

8.2.1 บริษัทที่เสนอราคาต้องแนบผลงานติดตั้งพร้อมสัญญาซื้อขายกับหน่วยงานภาครัฐหรือบริษัทมหาชนที่มาจากรัฐวิสาหกิจที่มีมูลค่างานไม่น้อยกว่ามูลค่าที่เสนอราคา

8.3 การฝึกอบรม ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคและผู้เกี่ยวข้อง ให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง

8.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง ให้แก่ผู้ว่าจ้างเป็นภาษาไทยอย่างน้อย 2 ชุด



- 8.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอะไหล่ ในวันส่งมอบงานให้ผู้ว่าจ้างเก็บไว้ดังนี้
- (1) 2 ชุด ใส์กรองอากาศ ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
  - (2) 2 ชุด ใส์กรองน้ำมันเครื่อง ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
  - (3) 2 ชุด ใส์กรองบายพาส ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
  - (4) 2 ชุด ใส์กรองกรองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
  - (5) 2 ชุด Corrosion Resistor ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

### จบหมวดที่ 3

## หมวดที่ 4

### ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (MDB)

1. ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (MDB) ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบผลิตตามมาตรฐาน ANSI ,IEC มาตรฐานการประกอบและทดสอบตู้สวิตช์บอร์ดตาม IEC 60439-1 แบบ Type Test Assemblies และ Partial Type Assemblies
2. ตัวผู้ผลิตภายในประเทศโดยมีลักษณะดังนี้
  - 2.1 โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากขนาดไม่ต่ำกว่า 50x50x4 มิลลิเมตรยึดติดกันด้วยน็อตและสกรูหรือเชื่อมติดกันตู้ที่ตั้งติดกันให้ยึดถึงกันด้วยน็อตและสกรู
  - 2.2 เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้าด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบและมีร่องสำหรับยึดยากันฝุ่นด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู
  - 2.3 บานประตูของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดได้ใช้บานพับชนิดซ่อน เปิด-ปิดโดยใช้กุญแจสามารถถอดบานประตูออกได้โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น
  - 2.4 ฝาปิดช่องล่างด้านหน้าฝาปิดด้านหลังทั้งหมดและฝาด้านข้างเปิด-ปิดโดยใช้สกรูและให้เจาะช่องระบายอากาศโดยมีมุ้งลวดด้านในตามความเหมาะสม
  - 2.5 เหล็กแผ่นที่ใช้ป้องกันอันตรายภายในตู้เช่นป้องกันอาร์คระหว่างอุปกรณ์หรือระหว่างตู้หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร
  - 2.6 ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาดและ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมและพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบ อีพ็อกซี - โพลีเอสเตอร์ทั้งภายในภายนอกและอบแห้ง
  - 2.7 ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยสกรูขยาย
3. บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงขนาดตามที่กำหนดผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะบัสบาร์ต้องยึดติดกับโครงตู้ด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรงทนกระแสดังวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA หรือตามที่กำหนดในแบบ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นบัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดบดงอได้เพื่อลดแรงบิดและแรงดึงบัสบาร์ต้องพ่นสีทนความร้อนโดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดงต้องเป็นไปตามตารางที่กำหนด
4. สวิตช์อัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKER) ผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC ขนาดตามที่กำหนดเป็นแบบติดตั้งถาวรเปิด-ปิดด้วยมือมี THERMAL และ MAGNETIC TRIP ติดอยู่แต่ละ POLE ของสวิตช์อัตโนมัติมี TRIP UNIT อื่นๆตามที่กำหนดในแบบสามารถทนกระแส ลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือตามความเหมาะสม
5. PROTECTION RELAY
  - 5.1 UNDER VOTAGE RELAY ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ต่อโดยตรงเข้ากับระบบสามารถตัดวงจรเมื่อโวลต์ระหว่างเฟสแตกต่างกันตั้งแต่ 9% ขึ้นไปหรือโวลต์ทั้ง 3 เฟส ลดลงต่ำกว่า 12% หรือเกิดการสลับเฟส โดยสามารถหน่วงเวลาก่อนการทำงานประมาณ 2 วินาที
  - 5.2 GROUND FAULT RELAY ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ทำงานเมื่อมีการลัดวงจรลงดินสามารถหน่วงเวลาการทำงานได้ตามต้องการ
6. เครื่องวัด (METERING) ที่ใช้ติดตั้งกับตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (แรงต่ำ)ต่างๆ ประกอบด้วย
  - 6.1 โวลต์มิเตอร์ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดันความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
  - 6.2 โวลต์มิเตอร์สวิตช์ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 Step คือ Step ปิด 1 Step ระหว่างเฟสกับเฟส 3 Step และระหว่างเฟสกับศูนย์ 3 Step
  - 6.3 แอมมิเตอร์ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดันหรือต่อผ่านหม้อแปลงกระแสความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า

- 6.4 แอมมิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 Step คือ Step ปิด 1 Step และเฟส 3 Step
- 6.5 หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสต้องมีกระแสด้านออก 5 AMP และกระแสด้านเข้าตามที่กำหนดความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 6.6 กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์เป็นชนิด 1 เฟสหรือ 3 เฟสต่อตรงกับระบบแรงดันหรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตามที่กำหนดในแบบความคลาดเคลื่อน 2.5% หรือดีกว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- 6.7 เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟสต่อโดยตรงกับระบบแรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสมีระยะพิกัด LEAD 0.5...1...0.5 LAG หรือความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า
- 6.8 ฟริควนซีมิเตอร์ต้องเป็นชนิด VIBATING REED มี 13 REEDS ต่อเข้ากับระบบแรงดันมีระยะพิกัด 47-53 Hz ความคลาดเคลื่อน 0.5% หรือดีกว่า
7. คะแปซิเตอร์ และชุดควบคุม
- 7.1 คะแปซิเตอร์
- (1) ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐานของ VDE หรือ IEC
- (2) ต้องเป็นชนิดแห้งทำด้วย METALLIZED PLASTIC FILM , NON INFLAMMABLE, ENCLOSURE TYPE พลังสูญเสีย 0.5 W/kVAr หรือน้อยกว่าและต้องมี DISCHARGE RESISTORS ด้วย
- 7.2 AUTOMATIC POWER FACTOR CONTROLLER สามารถสับกะแปซิเตอร์เข้าออกได้ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดในแบบโดยสามารถรักษาระดับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติและควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์สำหรับกะแปซิเตอร์แบบ CYCLIC OPERATION ด้วย(3) ต้องมี ON - OFF PUSH BUTTION และ PILOT LAMP สำหรับ MANUAL OPERATE ตามจำนวนที่กำหนดในแบบ
- 7.3 ต้องมี ON-OFF PUSH BUTTION และ PILOT LAMP สำหรับ MANUAL OPERATE ตามจำนวนที่กำหนดในแบบ
- 7.4 ฟิวส์ สำหรับป้องกันกะแปซิเตอร์ขนาดตามที่กำหนดผลิตตามมาตรฐาน VED หรือ IEC ชนิด HRC ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 KV ที่ 380 V
- 7.5 คอนแทคเตอร์ ขนาดตามที่กำหนดผลิตตามมาตรฐานของ VDE หรือ IEC ชนิด AC 3 DUTY
8. PILOT LAMP หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ชนิดหลอดไส้ 1.2 W หรือมากกว่าแรงเคลื่อน 6V-24V มีหม้อแปลงชนิด ISOLATING ลดแรงดันจาก 230V ฝาครอบด้านหน้าเป็นเลนส์พลาสติกขนาดไม่เล็กกว่า 22 มิลลิเมตรสีของเลนส์ตามที่กำหนด
9. PUSH BUTTON หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ชนิดที่กดปุ่มมี O-RING โลหะล้อมรอบขนาดไม่เล็กกว่า 22 มิลลิเมตรสีของปุ่มกดตามที่กำหนด
10. MAGNETIC CONTACTOR หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ขนาด CURRENT RATING ของ CONTACT ตาม AC 3 DUTY ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า
11. MAGNETIC CONTROL RELAY หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด LOAD ของ CONTACT ต้องไม่น้อยกว่า 10 A ที่ 230 V
12. MIMIC DIAGRAM ต้องติด MIMIC DIAGRAM ขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตรหนา 1 มิลลิเมตร แสดงผังวงจร SINGLE LINE DIAGRAM ของตู้ MDB
13. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER)
- 13.1 ตัวตู้ตามที่กำหนดในแบบผลิตตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC ชนิด DEAD FRONT เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตรผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีและอบแห้งทั้งภายนอกและภายในด้านในของฝาด้านหน้าต้องมียึดแผ่นตารางแสดงการใช้งานของสวิตช์อัตโนมัติแต่ละตัวตารางนี้ทำด้วยกระดาษ

มีขนาดเหมาะสมกับสับบาร์ต้องเป็นทองแดงสำหรับใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะยึดติดบนฉนวนอย่างแข็งแรง สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดหรือตามความเหมาะสม

13.2 สวิตช์อัตโนมัติชนิดและขนาดตามที่กำหนดหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด IC RATING ของวงจรร้อยต้องไม่น้อยกว่า 4.5 kA 240 V และสวิตช์อัตโนมัติเมนต้องไม่น้อยกว่า 14 kA 415 V การวางเรียงสวิตช์อัตโนมัติต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่หยุดการทำงานของสวิตช์อัตโนมัติตัวอื่นๆการติดตั้งเป็นแบบ PLUG IN หรือ BOLT ON

13.3 การต่อสายเข้ากับ BUSBAR ของตู้สวิตช์อัตโนมัติเมนและหรือสวิตช์อัตโนมัติ (CIRCUIT -BREAKER) ที่เป็นลักษณะ BOLT ON ให้ใช้หางปลาที่มีลักษณะเป็นแบบท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (COPPER TUBE- LUGS TERMINAL) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ ELECTROLYTIC และชุบด้วยดีบุกหุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย

#### 14. สวิตช์ตัดตอน

สวิตช์ไม่อัตโนมัติ (SAFETY SWITCH, DISCONNECTING SWITCH, LOAD BREAK SWITCH- OR ISOLATION SWITCH) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบผลิตตามมาตรฐานของ ANSI, NEMA, UL, IEC, BS หรือ VDE

#### 15. ท่อร้อยสายไฟฟ้า (CONDUIT)

15.1 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.ประเภทของท่อเหล็กเคลือบสังกะสี

- (1) ประเภทที่ 1 ผนังท่อบาง ชื่อย่อว่า EMT (ELECTRICAL METALLIC TUBING)
- (2) ประเภทที่ 2 ผนังท่อหนาปานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)
- (3) ประเภทที่ 3 ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

15.2 PVC แข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าหรือสายโทรศัพท์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

15.3 ท่อพีอีให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

15.4 ท่อเอสตีพีพีให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

15.5 ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะที่โค้งงอได้ง่าย ผิวภายในปราศจากคมในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

15.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

(1) ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อก่อนนำมาติดตั้ง

(2) การติดตั้งท่อแข็งต้องใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะและต้องไม่ทำให้ท่อชำรุดหรือตีบรัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

(3) การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตรและต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.90 เมตรจากกล่องต่อสายกล่องดึงสายและแผงสวิตช์

(4) การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.30 เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตรจากกล่องต่อสายกล่องดึงสายและแผงสวิตช์

(5) ปลายท่อ ต้องลบคมออกให้หมด โดยใช้ CONDUIT REAMER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม

(6) ท่อที่วางลอดใต้ถนนต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

(7) ท่อโลหะที่ฝังดินต้องทาฟลัสน้ำโค้ดภายนอกอย่างน้อย 2 ชั้น

(8) ท่อ EMT หรือ FMC ที่ยึดกับกล่องต่อสายกล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ CONECTOR และ BUSHING ประกอบปลายท่อ

(9) ท่อ IMC หรือ RSC ที่ยึดกับกล่องต่อสายกล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ LOCK NUT และ BUSHINGประกอบปลายท่อ

(10) กล่องต่อสายกล่องดึงสาย ให้ทำสีที่กล่องดังนี้

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, เต้ารับ สีส้ม
- ระบบไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ สีเหลือง
- ระบบโทรศัพท์ สีเขียว
- ระบบโทรสื่อสาร สีขาว
- ระบบโทรทัศนังจรรวม สีน้ำเงิน
- ระบบโทรทัศนังจรปิด สีฟ้า
- ระบบภาพ เสียง สีดำ
- ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ สีแดง
- ระบบอื่นๆตามความเหมาะสม

#### 15.7 การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- (1) ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2"
- (2) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สันสะท้อนขณะใช้งานปกติต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่อยู่นอกอาคารหรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ
- (3) ในกรณีที่มีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ IMC หรือ RSC
- (4) ในกรณีที่มีได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มีใช้คอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
- (5) ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 นิ้วให้ใช้ท่อ IMC แทนท่อ EMT ที่กำหนด

#### 16. กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (JUNCTION, OUTLET AND PULL BOXES)

- 16.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องเป็นชนิดเหล็กหล่อสำหรับใช้ภายในและภายนอกอาคารหรือตามที่กำหนดในแบบ
- 16.2 กล่องดึงสายต้องมีฝาปิด-เปิดยึดด้วยสกรู
- 16.3 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายติดตั้งไว้ในฝ้าเพดาน ฝังเรียบผนังฝังเรียบเพดานหรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งานต้องสามารถเข้าไปตรวจสอบได้ง่าย
- 16.4 รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยกล่องทุกกล่องต้องมีฝาปิด

#### 17. รางเดินสาย (WIRE WAY)

- 17.1 รางเดินสายพร้อมฝาครอบรางชนิดกดล้อหรือยึดด้วยสกรู (เฉพาะรางเดินสายในแนวตั้งฝาครอบต้องเป็นชนิดยึดด้วยสกรู)ทำด้วยเหล็กแผ่นขนาดตามที่กำหนดเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้
  - (1) รางเดินสายกว้างตั้งแต่ 6 นิ้วลงมา 1.0 มิลลิเมตร
  - (2) รางเดินสายกว้างตั้งแต่ 6 นิ้วขึ้นไป 1.5 มิลลิเมตร
- 17.2 รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดที่เป็นโลหะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นและอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน
- 17.3 รางเดินสายต้องติดตั้งในที่เปิดโล่งสามารถเข้าไปตรวจสอบได้ง่าย การติดตั้งจะต้องแขวนหรือยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กฉากทุกระยะ 1.50 เมตรในแนวราบและ 2.40 เมตรในแนวตั้งหรือทุกระยะที่ได้จากการคำนวณการรับน้ำหนักของรางเดินสายและสายไฟฟ้ารวมกัน

17.4 พื้นที่หน้าตัดของสายไฟทุกเส้น (รวมฉนวนด้วย) ในรางเดินสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดของรางเดินสายและจำนวนสายไฟในแต่ละรางต้องไม่เกิน 30 เส้น ทั้งนี้ไม่นับสายควบคุมและสายดินและข้อยกเว้นตาม NEC

17.5 รางเดินสายในแนวตั้ง ต้องมีชั้นบันไดทุกระยะไม่เกิน 2.40 เมตรสำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

## 18. สายไฟฟ้า

18.1 สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.11-2553

18.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้า

(1) เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้าให้ใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้าหรือผ้าเทปสีม้วนสายหรืออักษรกำกับสายดังนี้

- สายดิน : G สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
- สายศูนย์ : N สีฟ้า
- สายเฟส A : R สีน้ำตาล
- สายเฟส B : Y สีดำ
- สายเฟส C : B สีเทา

(2) ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟสให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 V
- วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ TYPE - B (VAF)
- สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเต้ารับให้ใช้ TYPE B - G (VAF-GROUND)
- สายไฟฟ้าร้อยท่อในรางเดินสายให้ใช้ TYPE - A (THW)
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ TYPE-CS หรือTYPE - D (NYY)

(3) ขนาดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- สายวงจรย่อย 4 ตารางมิลลิเมตร
- สายวงจรย่อย 6 ตารางมิลลิเมตร

ในกรณีร้อยท่อสายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร TYPE - A ในกรณีเดินสายลอยสายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร TYPE - B

18.3 การเดินสาย

(1) การร้อยสายในท่อต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อหรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(2) การตัดต่อสายต้องทำในกล่องต่อสายกล่องสวิตช์กล่องเต้ารับกล่องดวงโคมหรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสายต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

(3) การเชื่อมต่อสายขนาด 6 ตารางมิลลิเมตรหรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK และการเชื่อมต่อสายขนาด 10 ตารางมิลลิเมตรหรือใหญ่กว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

(4) การดึงสายหากมีความจำเป็นอาจใช้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

(5) สายที่ร้อยในท่อต้องมีอุปกรณ์ยึธรับน้ำหนักสายตามระยะที่กำหนด

(6) สายที่ร้อยในรางเดินสายในแนวตั้งต้องยึดกับชั้นบันได

(7) การเดินสายลอยเกาะผิวอาคารต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน 0.10 เมตร



## (8) การเดินสายใต้ดิน

8.1) ข้อกำหนดขั้นต่ำสุดของการปิดทับสายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรงท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่นที่ได้ออกรับเพื่อจุดประสงค์นั้นแล้วต้องติดตั้งให้เป็นไปตามตารางที่ 1 ยกเว้นในกรณีต่อไปนี้

- เมื่อใช้แผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตรปิดทับตลอดความยาวและยื่นคลุมเลยด้านข้างไม่น้อยกว่า 0.15 เมตรให้ลดค่าได้อีก 0.15 เมตร
- ท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่นที่อยู่ใต้อาคารหรือใต้แผ่นคอนกรีตภายนอกอาคารที่หนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตรและยื่นคลุมท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้าเลยด้านข้างไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร
- บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ไม่ว่าเดินสายไฟฟ้าด้วยวิธีใดๆต้องมีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร (จากผิวจราจร)
- ในกรณีที่เป็นวงจรย่อยสำหรับที่อยู่อาศัยซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 300 โวลท์และมีเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ให้มีความลึกต่ำสุด 0.30 เมตรได้
- ทางวิ่งในสนามรวมทั้งบริเวณหวงห้ามข้างเคียงทางวิ่งให้มีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0.45 เมตรโดยไม่ต้องใช้ช่องเดินสายไฟฟ้าหรือหุ้มคอนกรีต
- ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในหินแข็งให้มีความลึกน้อยกว่าที่กำหนดได้ถ้าปิดทับด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตรและคอนกรีตดังกล่าวต้องเทถึงผิวหินข้างล่าง

8.2) ส่วนที่เป็นโลหะหุ้มสายไฟฟ้าได้แก่ปลอกเปลือกนอกและช่องเดินสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดีและต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง

8.3) สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ในช่องเดินสายไฟฟ้าหากร้อยสายไฟฟ้าไปยังภายนอกอาคารช่องเดินสายไฟฟ้าต้องยื่นออกให้พ้นแนวผนังด้านนอกของอาคารออกไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมหรือตำแหน่งที่คณะกรรมการกำหนด

8.4) ตัวนำที่ไหลพื้นดินต้องอยู่ในที่ล้อมหรือในช่องเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการป้องกันเพื่อจุดประสงค์นั้นสำหรับช่องเดินสายไฟฟ้าที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลางและต้องไหลเหนือดินถึงระดับสูง ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

8.5) สายไฟฟ้าใต้ดินอนุญาตให้ต่อสายต่อแยกสายในรางเดินสายหรือบ่อพักสายโดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้นดำเนินการตามกรรมวิธีและใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการป้องกัน

8.6) การกลบวัสดุที่จะใช้กลบต้องง่ายต่อการบดอัดและต้องไม่มีสิ่งที้นำความเสียหายต่อท่อร้อยสายหรือสายไฟฟ้า

8.7) ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ความชื้นอาจเข้าไปสัมผัสส่วนซึ่งไม่มีฉนวนหุ้มต้องปิดผนึกที่ปลายทั้งสอง

8.8) เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไฟฟ้าไปฝังดินโดยตรงที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกัน

8.9) สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน

(9) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า 60227 IEC01 (THW) ในท่อร้อยสาย

(10) สายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยจากตู้จ่ายไฟย่อย (LOAD CENTER) ไปยังอุปกรณ์ดวงโคมหรือเต้ารับไฟฟ้าอนุญาตให้เดินสายไฟฟ้าในท่อเดียวกันได้ไม่เกิน 3 วงจร (ต่างเฟสกัน) โดยใช้สายไฟฟ้า 60227 IEC01 (THW) ในท่อร้อยสายซึ่งถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

(11) สายไฟฟ้าสำหรับวงจรไฟฟ้ากำลัง เช่นเครื่องปรับอากาศตู้ดูดควัน (HOOD) เต้ารับไฟฟ้ากำลังโคมไฟผ่าตัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เดินสายไฟฟ้าร้อยท่อ CONDUIT แยกเฉพาะแต่ละวงจรเพื่อสะดวกในการใช้งานและซ่อมบำรุง



(12) แผงจ่ายไฟวงจรย่อย (LOAD CENTER, PANEL BOARD) ให้ติดตั้งลอยหรือฝังในผนังตามรูปแบบและรายละเอียดหรือตามความเหมาะสมโดยสูงจากพื้นประมาณ 1.80 เมตร

(13) การต่อเชื่อมสายเมนไฟฟ้าของอาคารที่ทำการก่อสร้างกับสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำภายนอกอาคาร ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

13.1) กรณีที่ 1 กรณีสายเมนภายนอกอาคารอยู่ห่างจากที่ทำการก่อสร้างไม่เกิน 30 เมตร (โดยสายเมนนี้ต้องมีขนาดเพียงพอให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการต่อเชื่อม (ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

13.2) กรณีที่ 2 กรณีสายเมนอยู่ห่างจากอาคารที่กำลังก่อสร้างเกินกว่า 30 เมตร ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมสายเมนไฟฟ้าไว้สำหรับต่อเชื่อมในอนาคตความยาวไม่ต่ำกว่า 30 เมตรและให้ผู้รับจ้างจัดหาไฟฟ้าสำรองชั่วคราวมาต่อเชื่อมทำการทดสอบสำหรับค่าใช้จ่ายเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง(ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

13.3) สายเมนไฟฟ้าควรบ่อนเข้าทางด้านหลังหรือด้านข้างอาคารยกเว้นกรณีที่จะไหลไปทางด้านหน้าควรร้อยท่อ IMC และทาหับด้วย FLINT COAT ฝังจากอาคารไปโผล่ยังเสาไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ หรือตามรูปแบบกำหนด

18.4 สำหรับอาคารดังต่อไปนี้ (ที่ไม่มีรายละเอียดระบบไฟฟ้าระบุไว้)

(1) โรงรถ อาคารพัสดุ ทางเดินเชื่อม รั้ว ป้อมยาม โรงสูบน้ำ

(2) โรงไฟฟ้า โรงเก็บศพ โรงครัว โรงซักฟอก

(3) หรืออาคารที่มีจำนวนการติดตั้งดวงโคมและเต้ารับไม่เกิน 20 จุดให้ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสายไฟตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นโดยต้องปฏิบัติตามรายการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ในแบบรูปและรายการทั่วไป ประกอบแบบก่อสร้างอาคารของกองแบบแผนกระทรวงสาธารณสุข

18.5 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าที่เสาใกล้ที่สุดหรือในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับอาคารบ้านพักระดับ 1-2, 3-4 และเรือนแถวให้ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 5 (15 A) ทุกยูนิตอาคารบ้านพักระดับ 5 - 6 สถานีอนามัย และสำนักงาน ผดุงครรภ์ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 10 (30 A) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบโดยมิเตอร์ต้องผ่านการตรวจสอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบและสายไฟฟ้าเข้ามิเตอร์ให้ใช้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

ตารางที่ 1 ค่าความลึกต่ำสุดสำหรับแรงดันระบุไม่เกิน 600 โวลต์

วิธีการเดินสายไฟฟ้า	ค่าความลึกต่ำสุด (เมตร)
สายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรง	0.60
ท่อโลหะหนา	0.15
ท่อโลหะหนานปานกลาง	0.15
ท่อโลหะหนาซึ่งรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม	0.45
ช่องเดินสายไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งได้รับการรับรองแล้ว	0.45

หมายเหตุ

(1) ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร

(2) ค่าความลึกต่ำสุดวัดจากระดับผิวดินถึงระดับผิวบนของสายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรงหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้า

18.6 บัสบาร์ทำด้วยอลูมิเนียมหรือทองแดง และต้อง ELECTROLYTICALLY PLATED การต่อบัสบาร์ใช้สลักและแป้นเกลียวซึ่งเป็นของผู้ผลิตตลอดความยาวของบัสบาร์แต่ละอันต้องมีฉนวนหุ้มโดยตลอดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นแต่ละจุดของบัสบาร์ต้องไม่เกิน 55°C จากอุณหภูมิแวดล้อมเมื่อรับโหลดเต็มที่

18.7 PLUG IN UNIT ต้องมีระบบ SAFETY DEVICES คือเมื่อสวิตช์หรือเมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง ON จะไม่สามารถเปิดฝา PLUG IN UNIT ได้และไม่สามารถ ON สวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถ้าฝา PLUG IN UNIT เปิดอยู่

18.8 บัสดักจะต้องยึดหรือแขวนกับโครงสร้างทุกระยะ 2.50 เมตรในแนวราบและทุกชั้นของโครงสร้างหรือไม่เกิน 5.0 เมตรในแนวตั้ง

18.9 โวลต์ตกระหว่างเฟสไม่เกิน 3.4 โวลต์ต่อความยาว 30 เมตรที่ RATE CURRENT และ POWER FACTOR ไม่ต่ำกว่า 0.8

18.10 อุปกรณ์ประกอบบัสดักเช่น FLANGE END, END COVER, ELBOW เป็นต้น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับบัสดัก

18.11 อุปกรณ์ประกอบการจับยึดบัสดักต้องแข็งแรงขึ้นส่วนที่เป็นโลหะต้องไม่เป็นสนิมหรือผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

## 19. การป้องกันไฟและควันลาม

บริเวณพื้นหรือกำแพงที่เปิดช่องไว้เป็นทางผ่านของท่อร้อยสายไฟรางเดินสายบริเวณช่อง SHAFT จะต้องอุดด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามซึ่งสามารถป้องกันไฟและควันลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

## 20. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

### 20.1 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

(1) โคมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) ขั้วรับหลอดชนิดเกลียวเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE

(3) หลอดใช้งานที่แรงดัน 220 - 230 V เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายอก.

(4) สายในโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อนขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70°C

### 20.2 โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์

(1) ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายอก.

(2) บัลลาสต์ให้ใช้ชนิด LOW LOSS HIGH POWER FACTOR หรือ ELECTRONIC สามารถแก้ค่า

POWER FACTOR ให้ได้ไม่ต่ำกว่า 0.85 ทั้งนี้ให้ใช้บัลลาสต์ 1 ตัวต่อ 1 หลอด

(3) หลอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายอก. ชนิดให้แสง WHITE, COOL WHITE หรือตามที่กำหนดในแบบ

(4) สตาร์ทเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายอก.

(5) สายในโคมไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตรอุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70°C

(6) โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในฝ้าเพดานต้องยึดกับโครงสร้างด้วยเส้นลวดขนาด 1/8 นิ้วจำนวน 4 มุมพร้อมอุปกรณ์ปรับความสูงต่ำของโคมไฟฟ้าหรือแขวนด้วยโซ่โลหะ(ยึดด้วย EXPANSION BOLT ชนิดโลหะห้ามใช้ชนิดพลาสติก)

(7) ตัวโคมไฟต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตรผ่านกรรมวิธีพ่นสีป้องกันสนิมอย่างดีแล้วพ่นสีอบความร้อน

### 20.3 โคมไฟฟ้าก๊าดิสชาร์จ

(1) โคมไฟฟ้าทำด้วยโลหะหล่อ DI - CAST ALUMINUM หรือไฟเบอร์กลาสตามมาตรฐานผู้ผลิตชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ

(2) อุปกรณ์ประกอบดวงโคมเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตดวงโคมหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตบัลลาสต์เป็นชนิด HIGH POWER FACTOR (BUILT IN CAPACITOR) ให้ค่า POWER FACTOR ไม่ต่ำกว่า 0.85

#### 20.4 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินใช้แบตเตอรี่

- (1) โคมไฟฟ้าต้องติดสว่างโดยอัตโนมัติเมื่อไฟเมนดับและจะดับเองเมื่อไฟเมนเป็นปกติ
- (2) เครื่องประจุแบตเตอรี่เป็นแบบอัตโนมัติ
- (3) แบตเตอรี่ชนิด SEALED LEAD ACID 12 V. DC
- (4) หลอดไฟตามที่กำหนดในแบบ
- (5) แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมงเมื่อหลอดเต็มที่หรือตามที่กำหนดในแบบ
- (6) การควบคุมวงจรเป็นแบบ SOLID STATE ทั้งหมด

### 21. สวิตช์และเต้ารับ

21.1 สวิตช์ให้ติดตั้งสูงจากพื้นประมาณ 1.20 เมตร

21.2 เต้ารับ ให้ติดตั้งสูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตรยกเว้นบริเวณที่มีโต๊ะ เคาน์เตอร์ หิ้งเฟอร์นิเจอร์ กระจก หรืออื่นๆ ให้ติดตั้งอยู่เหนือเฟอร์นิเจอร์นั้น ประมาณ 5 - 10 เซนติเมตรหรือตามตำแหน่งที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

เต้ารับในห้องผ่าตัดและห้องคลอดหรือห้องที่อาจเกิดการระเบิดได้ง่ายให้เดินสายร้อยท่อโลหะเกาะผนังโดยติดตั้งระดับเดียวกับสวิตช์

21.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของสวิตช์และเต้ารับ ต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 15 แอมแปร์และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V.

21.4 รูเสียบของเต้ารับต้องใช้ได้กับทั้งชนิดขากลมและขาแบนพร้อมสายดิน

21.5 เต้ารับต้องมีขั้วดิน ต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดินขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่าดังต่อไปนี้ (หากแบบมิได้กำหนดไว้)

- (1) ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 20 แอมแปร์สายดินขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร
- (2) ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 40 แอมแปร์สายดินขนาด 10 ตารางมิลลิเมตร
- (3) ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 50 แอมแปร์สายดินขนาด 16 ตารางมิลลิเมตร

### 22. การต่อลงดิน

22.1 ชั้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าและอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ระดับต่ำกว่า 2.50 เมตรซึ่งคนสัมผัสได้ต้องต่อลงดินทั้งหมดยกเว้นชั้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตรในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าเรื่องการต่อลงดินของสำนักงานพลังงานแห่งชาติหรือ NEC

22.2 หลักสายดิน (GROUND ROD) ต้องใช้ชนิดทองแดงหรือทองแดงหุ้มเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้วยาว 3.0 เมตรและหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ในในสภาวะดินแห้ง

22.3 สายดินต้องใช้ชนิดสายทองแดงหากมิได้กำหนดไว้ในแบบขนาดของสายดินให้เป็นไปตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ในหมวดงานระบบป้องกันฟ้าผ่า

22.4 การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดินให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดินโดยวิธีหลอมละลาย (EXOTHERMIC WELDING) หรือเชื่อมด้วยความร้อนวิธีอื่นที่เหมาะสม

## จบหมวดที่ 4

## หมวดที่ 5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 1. กฎข้อบังคับ

ถ้าไม่ได้มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งทีใด วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องเป็นไปตามกฎข้อบังคับของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ต่อไปนี้ให้ เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงต่อไปนี้ ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับ ไฟฟ้า หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ TEST 12 - 1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า สำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร National Fire Protection Association No.78

### 2. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าชนิด EARLY STREAMER EMISSION SYSTEM รัศมีมีการป้องกันไม่น้อยกว่าระบุในแบบ ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าต้องสามารถรับประจุที่เกิดจากฟ้าผ่า แล้วนำสู่พื้นดินอย่างรวดเร็ว และจะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟใด ๆ เกิดจากภายนอกทั้งสิ้นผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFC 17- 102

### 3. ส่วนประกอบสำคัญและคุณสมบัติ

3.1 หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL) เป็นชนิดที่สามารถเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และมีอุปกรณ์สะสมพลังงานไว้ใช้ได้ตลอดเวลาอยู่ภายใน และจะปล่อยพลังงานที่สะสมออกมาในรูปประจุ เพื่อล่อและนำล้าฟ้าผ่าลงดินต้องมีแหล่งเก็บสะสมพลังงานไม่น้อยกว่า 2 แหล่ง

หัวล่อฟ้ามีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

- มีวงจร Sensor สั่งงานให้เก็บประจุขณะปกติและสั่งให้ปล่อยประจุไปนำล้าฟ้าผ่าถ่ายเทลงดินขณะเกิดฟ้าผ่า
- Solar และ Wind มีหน้าที่ สร้างพลังงานจากแสงแดด และ ลม
- Impulse Device ทำหน้าที่ สะสมพลังงาน และ ปล่อยประจุเพื่อล่อและนำล้าฟ้าผ่าลงดิน
- Dimensioned Flange มีหน้าที่ป้องกันน้ำฝน เข้าไปทำความเสียหายให้อุปกรณ์

3.2 เสา (ELEVATION ROD) ทำด้วย GALVANIZED STEEL ความสูงของเสากว่า 6 เมตร

3.3 สายนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) เป็น BARE COPPER สายที่ใช้กับไฟฟ้าแรงดันสูง มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 มม. สายนำลงดินจะต้องไม่มีรอยต่อใด ๆ หรือเป็นไปตามที่แบบกำหนด

1.4 ระบบสายดิน (GROUNDING SYSTEM) ใช้ COPPER CHARM STEEL ROD ขนาด 5/8"x10' อย่าง

น้อย 3 แห่ง ปักลึกลงในดินอย่างน้อย 50 ซม. ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

1.5 DISCHARGE COUNTER สำหรับตรวจสอบจำนวนครั้งที่เกิดฟ้าผ่า โดยจะมีตัวเลขบอกจำนวนครั้ง

ซึ่งไม่สามารถ RESET ได้ และต้องไม่ใช่แหล่งพลังงานจากแหล่งจ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

1.6 มี Remote Control ไร้สายสำหรับการ Testสถานะความพร้อมการใช้งานของ หัวล่อฟ้าได้ในระยะไม่น้อยกว่า 90 เมตร

3.7 สถาบัน Test laboratory BAZET (CEB) in compliance with the NFC 17 – 102 standard, and is subject of tests campaign in situ.เป็นผู้ Test

4. การติดตั้ง

หัวล่อฟ้า , เส้า , สายนำลงดิน และระบบดิน ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งเป็นตำแหน่งโดยประมาณตำแหน่งที่แน่นอน ทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ก่อนการติดตั้ง

5. ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน FRANKLIN FRANCE , Duval Messien, Lightning tech

ตารางที่ 1 ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

ขนาดของตัวนำ (ทองแดง) ประธานเข้าอาคาร (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดินทองแดง (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
มากกว่า 500	95

ตารางที่ 2 ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของอุปกรณ์ ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติ ด้านต้นทางของอุปกรณ์ (แอมแปร์)	ขนาดสายดินทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	35
1000	50
1250	70
2000	70
2500	120
4000	150
6000	185

ตารางที่ 3 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย  
 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 ตารางที่ 4 ที่ใช้ในท่อร้อยโลหะตาม มอก.770-2533

ขนาด สายไฟ (ตาราง มิลลิเมตร)	ขนาดระบุของท่อ มิลลิเมตร (นิ้ว)											
	15 (1/2)	20 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	40 (1 1/2)	50 (2)	65 (2 1/2)	80 (3)	90 (3 1/2)	100 (4)	125 (5)	150 (6)
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	26	37
95	-	-	-	1	1	3	5	7	10	12	19	27
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	-	1	1	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15
240	-	-	-	-	-	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
500	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	4	6



ตารางที่ 4 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย  
จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 ตารางที่ 6 ที่ใช้ในท่อร้อยโลหะตาม มอก.770-2533

ขนาด สายไฟ (ตาราง มิลลิเมตร)	ขนาดระบุของท่อ มิลลิเมตร (นิ้ว)											
	15 (1/2)	20 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	40 (1 1/2)	50 (2)	65 (2 1/2)	80 (3)	90 (3 1/2)	100 (4)	125 (5)	150 (6)
1	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-	-	-
1.5	1	1	2	4	7	11	19	30	-	-	-	-
2.5	1	1	2	4	7	10	17	26	33	-	-	-
4	1	1	1	3	6	9	15	23	29	36	-	-
6	-	1	1	3	5	8	13	21	26	33	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	17	22	27	-	-
16	-	1	1	1	3	5	10	15	19	23	36	-
25	-	1	1	1	3	4	8	12	15	19	29	-
35	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15	24	35
50	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	31
70	-	-	-	1	1	2	4	7	8	11	17	24
95	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
120	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	17
150	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	9	13
185	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	7	11
240	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	9
300	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	7
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4

จบหมวดที่ 5

## หมวดที่ 6 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

1. รายการ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2. วัตถุประสงค์

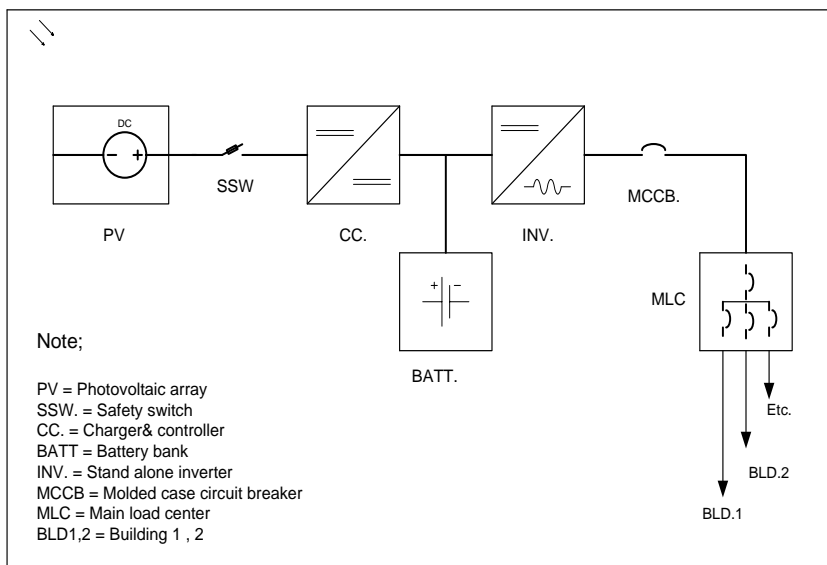
ต้องการก่อสร้างพร้อมติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร สำนักงาน ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,000 Wp.(วัตต์) เพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับสนับสนุน กิจกรรมการในอาคาร

3. เป้าหมาย

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมาย ดังต่อไปนี้  
ดำเนินการก่อสร้างพร้อมติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดไม่น้อยกว่า 2,000 Wp.วัตต์ จำนวน 1 ระบบ ซึ่งมีไดอะแกรมลักษณะของระบบฯ ดังแสดงในรูปที่ 1 และติดตั้ง พร้อมเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าภายในอาคาร สำนักงาน และอื่นๆ โดยใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงเพื่อการประหยัดพลังงานให้กับอาคาร

4. ลักษณะระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วยชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง และจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านชุดควบคุมการประจุ เพื่อประจุแบตเตอรี่ และจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน อินเวอร์เตอร์แบบ Stand Alone Inverter เปลี่ยนเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 Phase 220 V<sub>a.c.</sub> ,50 Hz. ก่อนจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าต่อไป ดังไดอะแกรมแสดงลักษณะของระบบฯในรูปที่ 1



รูปที่ 1. ไดอะแกรม ลักษณะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

## รายละเอียดคุณสมบัติวัสดุ

## 1. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด **ต่อระบบ** มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 3,000 Wp. ต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผง ต้องมีเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เหมือนกัน และขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์ฯ ต่อระบบ หลังจากการทดสอบรวมกันต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,000 Wp.
2. คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด Voc. ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 20 V.แรงดันไฟฟ้าที่กัลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp. ไม่น้อยกว่า 17.0 V.
3. Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 600 Vdc. และ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน  $-(0.5) \% / ^\circ C$  หรือ Temperature coefficient of Voc ไม่เกิน  $-0.15 V/^\circ C$
4. ต้องมีกรอบ (Frame) แผงเซลล์ฯ ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี
5. ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) ที่มีกรปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อคได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันน้ำซึมเข้า ภายในกล่องรวมสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ
6. ภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องมีการฉนวนกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส
7. แผงเซลล์ฯ ทุกแผง ต้องแสดงชื่อ ผู้ว่าจ้าง โดยการสลักตัวอักษรชื่อไว้บนกรอบของแผงเซลล์ฯ หรือ จัดพิมพ์ชื่อหน่วยงานไว้บนแผ่น Sticker ที่ทนแสงแดดและทนความร้อน ปิดทับบนช่องว่างของชั้นเซลล์แสงอาทิตย์ ก่อนปิดทับด้วยแผ่นกระจกใสหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า โดยขนาดของตัวอักษรต้องมีความเหมาะสมสามารถมองเห็นและอ่านได้ชัดเจน

## 1.2 กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Crystalline Silicon

1. มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 50 วัตต์ ต่อแผงฯ ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000  $W/m^2$  อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25  $^\circ C$ , Air mass 1.5
2. เป็นแผงเซลล์ฯ ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline Silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval
3. แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Square Cell หรือ Pseudo Square Cell หรือ Rectangular Cell หรือถ้าเป็นแบบ Round Cell จะต้องมีความหนาผ่านศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร
4. แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์ฯ จะต้องไม่มีตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต
5. ภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องมีการฉนวนกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) ด้านหน้าแผงเซลล์ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า ด้านหลังฉนวนด้วยแผ่นโพลีเมอร์ที่มีคุณสมบัติเหนียวยากต่อการฉีกขาด โดยผ่านการเคลือบให้เป็นชั้นเดียวกัน

6. ต้องมี Integrated Bypass Diode ต่ออยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน

#### 1.3 กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Amorphous Silicon

1. มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 40 วัตต์ ต่อแผงฯ ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 W./m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 °C, Air mass 1.5
2. เป็นแผงเซลล์ฯ ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval
3. ภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องมีการฉีกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า ด้านหน้าแผงเซลล์ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า

#### 1.4 กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิด Hybrid Thin Film หรือ Thin film (ที่ไม่ใช่ Amorphous Silicon)

1. มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 30 วัตต์ ต่อแผงฯ ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 W./m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 °C, Air mass 1.5
2. เป็นแผงเซลล์ฯ ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval
3. ภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องมีการฉีกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือเทียบเท่าหรือเป็นวัสดุชนิดอื่นที่ดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ปิดด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า

### 2. โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ

ต้องจัดทำรายละเอียดแบบของชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมรายการคำนวณตามรายละเอียด ข้อ 2.5 และมีวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป ลงนามรับรอง พร้อมผู้เขียนและผู้ตรวจสอบลงนามใน Title Block (หัวแบบ) ขนาด 9.5 X 5.5 เซนติเมตร ด้านล่างมุมขวามือของแบบทุกแผ่น ในกระดาษขนาด A.3 (เอ.3) อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบระบบและผู้ว่าจ้าง ขอสงวนสิทธิ์ในการปรับปรุงรูปแบบและรายละเอียด หรืออาจเลือกใช้รูปแบบและรายละเอียดตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ก็ได้ รูปแบบชุดโครงสร้างฯ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างต้องเป็นเหล็กไร้สนิม หรือเหล็กเคลือบสังกะสีอย่างหนา (Galvanized Steel) หรือวัสดุอื่นที่มีความมั่นคงแข็งแรงเทียบเท่า

2.2 เสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นท่อเหล็กอย่างหนาเคลือบสังกะสี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

2.3 ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ สามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ และประกอบได้อย่างสะดวก และกำหนดให้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์วางทำมุมกับแนวระนาบ เป็นมุมเอียงประมาณ 20 องศา

2.4 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ทุกตัวจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

2.5 จัดทำรายละเอียดโครงสร้างเชิงวิศวกรรม กำหนดให้โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ มีความแข็งแรงสามารถทนต่อแรงลมที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 20 เมตร ต่อวินาที

### 3. อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 มีระบบป้องกันการเกิด Over Charge และ Over Discharge
- 3.2 มีระบบป้องกัน Lightning Surge

3.3 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสด้านขาเข้า (Input) ที่สามารถรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmp) และกระแสจ่ายออกสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สถานะ STC.

3.4 สามารถป้องกันไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่หรือมีอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่ เมื่อด้าน Input อยู่ในสถานะเปิดวงจร (Open circuit)

3.5 แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage) สามารถประจุไฟฟ้าเข้าชุดแบตเตอรี่ได้ และมีค่าสอดคล้องกับ Nominal Input Voltage ของอินเวอร์เตอร์

3.6 มีหลอดสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานภาพการทำงานของอุปกรณ์

3.7 มีระบบปรับการประจุได้ ตามสถานะค่าความจริงของแบตเตอรี่ เช่น Boost Charge, Float Charge

3.8 มีหน้าจอแบบ LCD หรือแบบอื่นที่สามารถค่าแบบตัวเลข ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า กระแสตรงแบบสะสม (DC kWh) ค่าชั่วขณะของกระแสและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Volt, DC Amp.) ในขณะประจุแบตเตอรี่

หากอุปกรณ์ควบคุมฯ ไม่สามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าดังกล่าว ผู้เสนอราคาต้องจัดหาเครื่องมือแสดงข้อมูลดังกล่าวที่มีคุณภาพดีและเสนอรูปแบบการติดตั้งให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. พิจารณาให้ความเห็นชอบ ก่อนนำไปติดตั้งประกอบกับอุปกรณ์ควบคุมฯ ให้สามารถแสดงค่าได้จริง

4. อินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่อง ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 เป็นชนิดอิสระ Stand Alone Inverter, 1 Phase 2 wires

4.2 แรงดันไฟฟ้า Nominal Input Voltage เป็นชนิด 24 V<sub>d.c.</sub> หรือ 48 V<sub>d.c.</sub>

4.3 แรงดันไฟฟ้า Nominal Output Voltage 220 V<sub>a.c.</sub> 50 Hz (+/- 2%)

4.4 Output Voltage Regulation ไม่เกิน 5% ที่ Steady State Load

4.5 Total Harmonic Distortion (THD) ไม่เกิน 4% เมื่อจ่ายภาระไฟฟ้าที่ 0.8 Lagging Power Factor

4.6 ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 2.0 kVA หรือไม่น้อยกว่า 2.0 kW. (ที่ Unity Power Factor)

4.7 Maximum Surge Power ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง

4.8 รูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า Out put เป็นแบบ Real Sine wave

4.9 ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 % ที่พิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด และประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 % เมื่อจ่ายไฟฟ้าที่ 25% ของพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ภาระไฟฟ้าเป็น Unity Power Factor (Pf. = 1)

4.10 มีระบบป้องกัน Over Load, Short circuit, Over input voltage และ Under input voltage

5. อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge Protector) จำนวน 1 เครื่อง ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

5.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ Single phase 220 V<sub>a.c.</sub> , 50 Hz.

5.2 พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V<sub>a.c.</sub> หรือดีกว่า

5.3 สามารถป้องกันเนื่องจากคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำเนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 15 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20  $\mu$ Sec.

5.4 ระดับการป้องกัน อย่างน้อยต้องสามารถป้องกัน L-N, L-G และ N-G

5.5 Response time ไม่เกิน 50 nSec.

5.6 มีหลอดไฟสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานภาพการทำงานของอุปกรณ์

5.7 เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ ที่ได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEEE หรือ ANSI หรือเทียบเท่า

6. แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 เป็นแบบ Stationary Vented Lead Acid ชนิด OPzS และ Nominal Voltage 2 V/Cell

6.2 มีขนาดความจุพลังงานไฟฟ้ารวม ไม่น้อยกว่า 20 kWh ณ อัตราการคายประจุ 100 ชั่วโมง (Capacity at  $C_{100}$ )

6.3 ทดสอบค่าความจุแบตเตอรี่ตามข้อ 6.2 ที่อัตราการคายประจุไฟฟ้าคงที่ 100 ชั่วโมง (Discharge current at 100 hrs.) ตามรุ่นแบตเตอรี่ ที่สภาวะอุณหภูมิน้ำกรด 20 °C โดยที่แรงดันไฟฟ้าสุดท้ายไม่น้อยกว่า 1.80 V/Cell (ตามมาตรฐาน BS EN 60896-11:2003 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า)

6.4 แผ่น Plate ที่ขั้วบวกเป็นแบบ Tubular

6.5 Cycle life ไม่น้อยกว่า 4,000 ครั้ง ที่ค่า DOD 20 %

6.6 Self Discharge Rate ไม่เกิน 3 % ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 20 °C หรือไม่เกิน 5 % ต่อเดือน ที่อุณหภูมิแวดล้อม 30 °C

6.7 ตัวถังแบตเตอรี่ (Container) ผลิตจากวัสดุโปร่งแสงที่ทนทานต่อการกระแทก และทนสภาพกรด (High grade acid resistance) เช่น SAN เป็นต้น สามารถมองเห็นระดับน้ำกรดที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ได้ชัดเจน

6.8 มีเครื่องหมายบอกระดับน้ำกรดที่ระดับสูงสุด (Max.) และระดับต่ำสุด (Min.) มีช่องเติม น้ำกลั่นติดตั้ง Vent plug ที่มีคุณสมบัติ Proof flame arrestor สามารถระบายอากาศได้ดีและสามารถป้องกันฝุ่นละอองสิ่งแปลกปลอมเข้าภายในแบตเตอรี่ได้

6.9 มีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะน้ำกรด 2 ชุด (Hydrometer) และน้ำกลั่นสำหรับเติมแบตเตอรี่ จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ลิตร

6.10 มีชุดขาตั้งรองรับชุดแบตเตอรี่ที่ทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นกรด มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักชุดแบตเตอรี่ได้อย่างปลอดภัย

7. ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่าง จำนวน ตามระบุในรูปแบบ ต่อระบบ

มีส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้

7.1 โคมไฟฟ้า มีรายละเอียด ดังนี้

7.1.1 ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1 หลอด

7.1.2 มีแผ่นสะท้อนแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวม (Total reflectance) ไม่น้อยกว่า 95 % ตามมาตรฐาน DIN 5036-3 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

7.1.3 มีขีดยึดหลอดเป็นแบบสปริงกอดมีคุณสมบัติได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มอก. 344-2530

7.1.4 ติดตั้งสตาร์ทเตอร์ (Starter) ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มอก. 183-2528 หรือ มอก. 183-2547 เพื่อใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

7.1.5 โครงขาหลอดเป็นวัสดุที่ผลิตจากโลหะ

7.2 หลอดไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

7.2.1 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Day light ขนาด 36 W. 220 V<sub>a.c.</sub>, 50 Hz.

7.2.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.236-2533 และได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัย มอก. 956-2533

7.3 Low Loss Ballast มีรายละเอียดดังนี้

7.3.1 เป็น Low Loss Ballast ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองตาม มอก. 23 -2521

7.3.2 บนตัวถัง Ballast แสดงเครื่องหมายการค้า เครื่องหมายที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และค่ากำลังไฟฟ้าเป็นวัตต์ อย่างชัดเจน



7.3.3 สามารถใช้ได้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W. 220 V<sub>a.c.</sub> 50 Hz. จำนวน 1 หลอด

7.3.4 มีค่าความสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 6 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 20 °C

7.4 สวิตช์ มีรายละเอียดดังนี้

7.4.1 เป็นชนิดสวิตช์เดี่ยว ขนาดไม่เกิน 10 A. 220 V<sub>a.c.</sub> 50 Hz

7.4.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มอก. 824-2531

7.4.3 ใช้ติดตั้งกับกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดแบบ 1 ช่อง ที่ใช้สำหรับติดตั้งสวิตช์หรือเต้ารับ

8. อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

8.1 ต้องสามารถตรวจการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากระบบโดยอัตโนมัติเมื่อแบตเตอรี่จ่ายพลังงานไฟฟ้า จนค่า DOD ของแบตเตอรี่ลดลงถึง 30 % หรือเมื่อแรงดันขั้วแบตเตอรี่ลดลงถึง 1.95-1.97 V/cell

8.2 ระบบตัดวงจรต้องสามารถปรับตั้งค่า DOD หรือปรับตั้งการตัดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างสะดวก หลังจากติดตั้งใช้งานแล้ว โดยใช้ระดับค่าแรงดันไฟฟ้าขั้วแบตเตอรี่เป็นสัญญาณทำงานได้

8.3 เป็นอุปกรณ์ที่อาจติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ หรือติดตั้งอยู่ในอินเวอร์เตอร์ซึ่งมีอยู่จริงและสามารถปรับตั้งการทำงานได้จริง

8.4 ในกรณีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้า ติดตั้งรวมอยู่ในอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่หรือติดตั้งภายในอินเวอร์เตอร์ ต้องระบุข้อมูลดังกล่าวใน Catalogue และแสดงวิธีการปรับตั้งค่า DOD หรือปรับค่าระดับแรงดันขั้วแบตเตอรี่สำหรับควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้อย่างสะดวก

9. อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ แบ่งออกเป็น 4 รายการ มีรายละเอียดดังนี้

9.1 **Safety Switch** เป็นชนิดมีฟิวส์ (Fusible type) โดยมีขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไหลผ่านวงจร ใช้สำหรับการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า กระแสตรงระหว่างชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

9.2 **Main Circuit Breaker** ชนิด Molded Case Circuit Breaker, MCCB. ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 947-2: 1989 มีคุณลักษณะการทำงานตัดวงจร Thermal magnetic Tripping characteristic curve แบบ Type B ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ BS EN 60898:1991 เป็นชนิด 2 Poles 220 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส Icu ไม่น้อยกว่า 10 kA. มีพิกัดกระแส Ampere Frame, AF ไม่น้อยกว่า 50 A. และมีพิกัดกระแส Ampere Trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุดจ่ายออกของอินเวอร์เตอร์ ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า กระแสสลับระหว่างอินเวอร์เตอร์กับภาระไฟฟ้าทั้งหมด

9.3 แผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Load Center หรือ Consumer unit) เป็นกล่องทำด้วยโลหะ ใช้ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องตัด-ต่อวงจรกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วย

9.3.1 Miniature circuit breaker , MCB. ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 947-2: 1989 มีคุณลักษณะการทำงานตัดวงจร Thermal magnetic Tripping characteristic curve แบบ Type B ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ BS EN 60898:1991 เป็นชนิด 1 pole หรือ 2 poles, 220-240 V.50 Hz มีพิกัดกระแส Icu ไม่น้อยกว่า 5 kA. มีพิกัดกระแส AF ไม่น้อยกว่า 50 A. และมีพิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุดจ่ายออกของอินเวอร์เตอร์ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าทั้งหมดทุกอาคาร

9.3.2 Miniature circuit breaker, MCBs. ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 947-2: 1989 มีคุณลักษณะการทำงานตัดวงจร Thermal magnetic Tripping characteristic curve แบบ Type B ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ BS EN 60898:1991 เป็นชนิด 1 pole หรือ 2 poles, 220-240 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส Icu ไม่น้อยกว่า 5 kA มีพิกัดกระแส AF. ไม่น้อยกว่า 30 A และมีพิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสไหลรวมของแต่ละอาคาร ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าเฉพาะของแต่ละอาคาร ที่ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า

9.4 แผงควบคุมระบบไฟฟ้าอาคาร (Load center) ของแต่ละอาคารทุกหลัง (ยกเว้น อาคารที่ติดตั้ง Main Load center ใช้อุปกรณ์ข้อ 9.3.2) เป็นกล่องทำด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็ง ใช้ติดตั้ง Miniature Circuit Breaker, MCB. ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 947-2: 1989 มีคุณลักษณะการทำงานตัดวงจร Thermal magnetic Tripping characteristic curve แบบ Type B ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ BS EN 60898:1991 เป็นชนิด 2 poles, 220-240 V. 50 Hz, Icu ไม่น้อยกว่า 5 kA, AF ไม่น้อยกว่า 30 A. และมีพิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของพิกัดกระแสโหลดแสงสว่างและกระแสไฟฟ้าวงจรเต้ารับทั้งหมด ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารที่ติดตั้ง

10. ตู้แสดงค่าทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

10.1 เป็นตู้โลหะขนาด 50x60 เซนติเมตร ทำจากแผ่นโลหะความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทาสีกันสนิมและพ่นสีพื้นเป็นสีเทาหรือสีโทนสีอ่อน ด้านหลังตู้เป็นโครงเหล็กเจาะรูสำหรับใช้ยึดติดตั้งกับผนัง

10.2 ด้านหน้าตู้โลหะเป็นฝาเปิด - ปิดด้านเดียว มีตัวล็อกฝาปิดเป็นแบบกดปุ่ม ฝาตู้ตัดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า โดยติดกรอบยางหรือวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณภาพดีกว่าหรือเทียบเท่าที่ขอบช่องสำหรับติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า พร้อมแสดงชื่อของเครื่องมือต่างๆ โดยพิมพ์ชื่อลงบน Sticker อย่างหนาที่ทนต่อการฉีกขาด ติดในบริเวณใต้เครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้าอย่างครบถ้วน

10.3 ติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า บนฝาตู้และเดินสายวงจรไฟฟ้าภายในตู้เป็นระเบียบแข็งแรง และปลอดภัย โดยมีเครื่องมือดังนี้

10.3.1 DC Volt meter, DC Amp meter แสดงค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงชั่วขณะ ที่ออกจากชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชุด

10.3.2 AC Volt meter, AC Amp meter แสดงค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่าชั่วขณะที่ออกจากอินเวอร์เตอร์

10.3.3 Frequency meter or Hertz meter แสดงค่าความถี่ไฟฟ้าที่ Output อินเวอร์เตอร์

10.3.4 Power factor meter แสดงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ Output อินเวอร์เตอร์

10.3.5 AC Watt meter แสดงค่ากำลังไฟฟ้าจ่ายออกค่าชั่วขณะที่ Output อินเวอร์เตอร์

10.3.6 AC kWh meter แสดงค่าพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับสะสม ที่อินเวอร์เตอร์จ่ายให้แก่ภาระไฟฟ้าทั้งหมด

10.4 เครื่องมือที่ใช้แสดงค่าทางไฟฟ้าตามข้อ 10.3 กำหนดให้มี Accuracy class ไม่เกิน 2.5 มีพิกัดทางไฟฟ้าและช่อง Scale ที่เหมาะสมกับขนาดทางไฟฟ้าที่ตรวจวัด เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพได้รับการรับรองหรือผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ JIS หรือ IEC หรือ IEEE เป็นต้น

11. ส่วนควบคุมระบบและเก็บแบตเตอรี่ จำนวน 1 แห่งต่อระบบ

ต้องจัดทำรายละเอียดแบบของพื้นที่ห้องหรือส่วนควบคุมระบบฯ และเก็บแบตเตอรี่ที่ต้องก่อสร้าง พร้อมรายการคำนวณโครงสร้าง และมีวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป ลงนามรับรอง พร้อมผู้เขียนและผู้ตรวจสอบลงนาม ในใตเต็ลบล็อก(หัวแบบ)ขนาด 9.5 X 5.5 ซม ด้านล่างมุมขวามือของแบบทุกแผ่น ในกระดาษขนาด เอ.3 เสนอให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการก่อสร้าง อย่างไรก็ตาม ผู้ว่าจ้าง ขอสงวนสิทธิ์ในการปรับปรุงรูปแบบและรายละเอียด หรืออาจเลือกใช้รูปแบบและรายละเอียดตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดภายหลังก็ได้ รูปแบบชุดโครงสร้างฯ มีรายละเอียดดังนี้

- ขนาดของอาคารมีเนื้อที่ใช้สอยไม่น้อยกว่า 7.5 ตารางเมตร
- โครงสร้างของอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ผนังคอนกรีตบล็อกพร้อมฉาบภายในและภายนอกและทาสี

- โครงหลังคาเหล็กทาสีกันสนิมและทาห้ด้วยสีน้ำมัน 2 ครั้ง มุงด้วยกระเบื้องลอนคู่

ขนาด 0.50 x 1.20 ม.หนา 5 มม. มาตรฐาน มอก

12. แผ่นป้าย จำนวน 3 รายการ ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

12.1 แผ่นป้ายชื่อโครงการพร้อมเสาป้าย จำนวน 2 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

12.1.1 แผ่นป้ายทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบ ขนาด 120 x 240 เซนติเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

12.1.2 ขัดพื้นและพ่นสีกันสนิมคุณภาพดี 2 ครั้ง ก่อนพ่นสีพื้นเป็นสีเขียว ชนิดที่มีคุณภาพสูงใช้งานกลางแจ้ง สามารถทนแดดและฝนอย่างน้อย 2 ครั้ง

12.1.3 ขนาดตัวอักษรในแต่ละป้ายชื่อโครงการให้ มีความเหมาะสมกับขนาดของแผ่นป้าย โดยมีข้อความตามตัวอย่างในรูปที่ 2 ซึ่งตัวอักษรเป็น Sticker สีขาวชนิดใช้งานกลางแจ้ง มีความทนทานต่อแดดและฝนได้นาน ไม่น้อยกว่า 2 ปี

12.1.4 ด้านหลังของป้ายเชื่อมติดกับโครงเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 1x1 นิ้ว ความหนา 2.3 มิลลิเมตร พ่นสีกันสนิมคุณภาพดี 2 ชั้น ก่อนพ่นสีพื้นเป็นสีเขียวอย่างน้อย 2 ครั้ง มีลักษณะเป็นไปตามแบบในรูปที่ 3

12.1.5 เสาป้าย จำนวน 2 ต้น ทำด้วยท่อเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาวท่อนละ 3.50 เมตร พ่นหรือทาด้วยสีขาวที่มีคุณสมบัติใช้งานกลางแจ้งสามารถทนต่อแดดและฝนจำนวนอย่างน้อย 3 ชั้น หัวเสาด้านบนสวมด้วยไม้กลึง หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ตามแบบรูปที่ 3 ทาด้วยสีขาวยัดด้วยตะปูเกลียว

12.1.6 วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับยึดเสาป้ายและแผ่นป้ายเป็นวัสดุทำจากสแตนเลส

12.2 แผ่นป้ายอธิบายข้อมูลทางเทคนิค พร้อมเสาป้าย จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

12.2.1 แผ่นป้ายทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบ ขนาดไม่น้อยกว่า 80x120 เซนติเมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร ขัดพื้นก่อนพ่นสีกันสนิมคุณภาพดี 2 ครั้ง และพ่นสีพื้นเป็นสีเขียวอย่างน้อย 2 ครั้ง ชนิดคุณสมบัติใช้งานกลางแจ้ง สามารถทนต่อแดดและฝน

12.2.2 ข้อความอธิบายข้อมูลทางเทคนิคของระบบฯ อย่างน้อยต้องระบุ ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ข้อมูลทางเทคนิคของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ลักษณะการต่อวงจรชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอื่นๆ เป็นต้น

12.2.3 ขนาดตัวอักษรต้องมีความเหมาะสม สามารถมองเห็นได้ชัดเจนที่ระยะห่างไม่ต่ำกว่า 5 เมตร ตัวอักษรและลายเส้นเป็น Sticker สีขาวชนิดใช้งานกลางแจ้ง สามารถทนแดดและฝนได้

12.2.4 แผ่นป้ายติดตั้งบนเสาท่อเหล็กอาบสังกะสีทาสีขาว เชื่อมปิดปลายหัวเสาจำนวน 2 ต้น โดยความสูงของเสาและแผ่นป้ายอยู่ในระดับสายตา กำหนดตำแหน่งติดตั้งโดยผู้ควบคุมงานหรือกรรมการตรวจการจ้าง

12.2.5 วัสดุ อุปกรณ์สำหรับยึดเสาและแผ่นป้ายเป็นวัสดุทำจากสแตนเลส

12.3 แผ่นป้ายแสดงขั้นตอนการใช้งาน จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียด ดังนี้

12.3.1 แผ่นป้าย มีขนาดไม่น้อยกว่า 30x40 เซนติเมตร ทำจากแผ่นพลาสติกแข็งมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า ใช้ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมภายในโรงคลุมอุปกรณ์

12.3.2 ข้อความบนแผ่นป้าย ประกอบด้วย ขั้นตอนการใช้งานเปิด-ปิดเครื่อง การดูแลบำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์ ข้อควรระวังและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่สำคัญ และอื่นๆ โดยมีข้อความอธิบายและรูปภาพแสดงประกอบ

13. อุปกรณ์อื่นๆ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 13.1 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อกำหนด ก. ข้อ 3 จำนวน 2 เครื่อง
  - 13.2 อินเวอร์เตอร์ มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับ ข้อกำหนด ก. ข้อ 4 จำนวน 2 เครื่อง
  - 13.3 อุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อกำหนด ก. ข้อ 5 จำนวน 2 เครื่อง
  - 13.4 Safety Switch มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อกำหนด ก. ข้อ. 9.1 จำนวน 2 ตัว
14. ชุดอุปกรณ์ซ่อมบำรุงรักษาระบบฯ แบบกระเป๋าหิ้ว (Tool Kit) จำนวน 1 ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้
- 14.1 มีอุปกรณ์และเครื่องมือซ่อมบำรุงทางไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงอย่างครบถ้วน ดังนี้
    - 14.1.1 คีมผลิตจากเหล็ก Carbon Steel หรือดีกว่านั้น ประกอบด้วยคีมอเนกประสงค์ ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว คีมปอกสายไฟ ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว คีมปากแหลม ขนาดไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
    - 14.1.2 ไชคองงานช่าง ผลิตจากเหล็กคุณภาพสูง Chrome Vanadium Molybdenum Alloy Steel ประกอบด้วย ไชคองสลัดด้ามชนิดปลายแบนและปลายแฉก มีความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 1 ชุด
    - 14.1.3 ไชคองงานไฟฟ้า ประกอบด้วย ไชคองทดสอบไฟฟ้า มีพิกัดแรงดันทดสอบ ไม่น้อยกว่า 600 V<sub>a.c.</sub> ไชคองแบบปลายแฉก ขนาด 8 นิ้ว และขนาด 10 นิ้ว และแบบปลายแบน ขนาด 8 นิ้ว และขนาด 10 นิ้ว จำนวนแบบละ 1 ชุด และค้อนช่างไฟฟ้า ขนาดน้ำหนักหัวค้อนไม่น้อยกว่า 300 กรัม
    - 14.1.4 ประแจปากตาย ผลิตจากเหล็ก Chrome Vanadium Steel หรือดีกว่านั้น ประกอบด้วยประแจขนาดตั้งแต่ 6 - 19 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด หรือไม่น้อยกว่า 6 ตัว ต่อชุด
  - 14.2 มีเครื่องมือวัดไฟฟ้า Digital Multimeter อย่างน้อยต้องมีคุณสมบัติ ประกอบด้วย
    - 14.2.1 พิกัดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสูงสุด ไม่น้อยกว่า 600 V.
    - 14.2.2 พิกัดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุด ไม่น้อยกว่า 600 V.
    - 14.2.3 พิกัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับ ไม่น้อยกว่า 10 A.
    - 14.2.4 พิกัดวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง ไม่น้อยกว่า 10 A.
    - 14.2.5 พิกัดวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 30 เมกกะโอห์ม (M ohm)
    - 14.2.6 พิกัดวัดความถี่ไฟฟ้าสูงสุด ไม่น้อยกว่า 100 กิโลเฮิร์ต (100 kHz)
    - 14.2.7 มีสวิทช์ปิด - เปิดเครื่อง และใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
  - 14.3 มีกระเป๋าหรือกล่องสำหรับใส่อุปกรณ์ซ่อมบำรุงทั้งหมดได้อย่างเป็นระเบียบ และมีความแข็งแรงทนทานยากต่อการฉีกขาด
15. อุปกรณ์บันทึกและประมวลผลข้อมูล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 15.1 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติ มีรายละเอียดดังนี้
    - 15.1.1 เป็นอุปกรณ์บันทึกและประมวลผลข้อมูลทางด้านวิศวกรรมที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากผู้ผลิตที่มีเครื่องหมายการค้าจดทะเบียน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า รุ่น (Model) ซึ่งมีจำหน่ายในท้องตลาด
    - 15.1.2 มีหน้าจอชนิด TFT Color Liquid Crystal Displays ขนาดไม่น้อยกว่า 8.5 นิ้ว แสดงผลข้อมูลเป็นภาพสี สามารถแสดงผลการปรับตั้ง การตรวจวัดข้อมูลต่าง ๆ
    - 15.1.3 เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลที่รับสัญญาณ Analog มีช่อง Universal Input ไม่น้อยกว่า 12 Channels
    - 15.1.4 มีหน่วยความจำภายใน Internal Memory ไม่น้อยกว่า 50 MB พร้อม Recycling Mode
    - 15.1.5 มีช่องบันทึกข้อมูล Removable Storage Media เช่น Compact Flash ขนาด 100 MB หรือดีกว่า สามารถบันทึกผลข้อมูลได้ทันทีหรือบันทึกจาก Internal Memory อย่างต่อเนื่องโดยอัตโนมัติ
    - 15.1.6 สามารถบันทึกข้อมูลเก็บภายในเครื่องโดยไม่สูญหายหากไฟฟ้ามดับ

15.1.7 มี Standard Software เฉพาะรุ่นของอุปกรณ์บันทึกฯ สำหรับบันทึกและประมวลผลข้อมูล มีฟังก์ชันการคำนวณ และสามารถแสดงผลในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อมูลแบบตัวเลข รูปภาพแบบต่างๆ และสามารถใช้ Standard Software เฉพาะของอุปกรณ์บันทึกฯ ติดตั้งบน Personal Computer สำหรับการประมวลผลและแสดงผลข้อมูลได้

15.1.8 มีฟังก์ชันที่สามารถกำหนดบันทึกข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยที่อ่านจากค่าชั่วขณะ ในช่วงเวลาต้องการได้อย่างต่อเนื่อง ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

15.1.9 เป็นอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานความปลอดภัยตาม EN Standard และ Front panel สามารถป้องกันสิ่งรบกวนจากภายนอก ตามมาตรฐาน IEC 529 ที่ Index of Protection, IP 65 หรือดีกว่า

15.1.10 มีอุปกรณ์สำรองประกอบด้วย สื่อบันทึกข้อมูล Removable Storage Media ขนาด ไม่น้อยกว่า 100 MB จำนวน 2 ชุด และอุปกรณ์ในการต่อเชื่อม Port ถ่ายโอนข้อมูลเข้า Personal Computer ครบถ้วน

15.1.11 มีระบบพลังงานสำรอง (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 วัตต์ ทำงานอย่างอัตโนมัติ กรณีระบบไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ขัดข้อง โดยสามารถ Back up การทำงานอุปกรณ์บันทึกฯ และประมวลผลและไพราโนมิเตอร์ได้

15.2 อุปกรณ์รับและแปลงสัญญาณ (Sensor & Transducer) ประกอบด้วย

15.2.1 ตัวรับสัญญาณวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer) เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์บนแผงเซลล์ฯ จำนวน 1 จุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เป็นชนิด Thermopile ที่มี Thermocouple Sensor เคลือบฝังบน Thick film substrate ไม่น้อยกว่า 100 ตัว
- 2) ด้านบนประกอบด้วยโดมแก้ว 2 ชั้น
- 3) สามารถวัดค่า Solar Irradiance ได้ในช่วง 0-1400 W/m<sup>2</sup>
- 4) มี Flat Response ต่อสเปกตรัม ในช่วง 310-2800 nm. หรือดีกว่า
- 5) มีค่า Sensitivity ไม่น้อยกว่า 4  $\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^2$

15.2.2 Ambient temperature sensor & transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิแวดล้อม จำนวน 1 จุด

15.2.3 Front PV panel temperature sensor & transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิผิวด้านหน้าแผงเซลล์ฯ จำนวน 1 จุด

15.2.4 Back PV panel temperature sensor & transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิผิวด้านหลังแผงเซลล์ฯ จำนวน 1 จุด

15.2.5 DC Current transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากชุดแผงเซลล์ฯ จำนวน 1 จุด และกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 จุด

15.2.6 DC Voltage transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกจากชุดแผงเซลล์ฯ จำนวน 1 จุด และแรงดันไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 จุด

15.2.7 AC Current transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 จุด

15.2.8 AC Voltage transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกจากอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 จุด

15.2.9 Power Factor transducer เป็นเครื่องวัดพร้อมสายนำสัญญาณ สำหรับตรวจวัดค่า Power factor ด้านจ่ายออกของอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 จุด



15.2.10 อุปกรณ์ตามข้อ 15.2.2 – 15.2.9 เป็นชนิดที่สามารถแปลงสัญญาณตรวจวัดและส่งสัญญาณ Output เป็นชนิดกระแสมาตรฐาน 4-20 mA

15.2.11 เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณ Output เพื่อบันทึกและประมวลผลในอุปกรณ์ตามข้อ 15.1 ได้

15.3 มีไดอะแกรมที่แสดงรายละเอียดวงจรการติดตั้งอุปกรณ์ ข้อ 15.1 และข้อ 15.2 ที่ถูกต้องสมบูรณ์

รายการข้อกำหนดประกอบการก่อสร้างอื่น

1. ผู้รับจ้างต้องเสนอรายชื่อผู้จัดการโครงการ จำนวน 1 คน ต้องเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีประสบการณ์เคยผ่านงานบริหารโครงการในลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกับโครงการนี้ ไม่น้อยกว่า 3 ปี เป็นเจ้าหน้าที่ประจำของผู้รับจ้าง เสนอให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาให้ความเห็นชอบ โดยแนบประวัติการศึกษา พร้อมสำเนารายงานผลการศึกษา รายละเอียดผลงานประสบการณ์ และหนังสือยืนยันรับเป็นผู้จัดการโครงการ เพื่อปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้กำกับ ดูแลการดำเนินงานโครงการและประสานงานกับผู้ว่าจ้าง

2. ผู้รับจ้างต้องเสนอรายชื่อวิศวกรควบคุมโครงการ ต้องเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า อย่างน้อย 1 คน และสาขาวิศวกรรมโยธา อย่างน้อย 1 คน และเป็น ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป เป็นเจ้าหน้าที่ประจำของผู้รับจ้าง เสนอให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณาให้ความเห็นชอบ โดยแนบประวัติการศึกษาพร้อมสำเนารายงานผลการศึกษา สำเนาใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ และหนังสือยืนยันรับเป็น วิศวกรควบคุมโครงการ เพื่อปฏิบัติหน้าที่ในการควบคุมการดำเนินโครงการให้เป็นไปตามแบบ รูปแบบและรายการข้อกำหนดของสัญญา

3. ผู้รับจ้างต้องเสนอรายชื่อช่างควบคุมงาน ต้องเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) ขึ้นไป สาขาช่างไฟฟ้า อย่างน้อย 1 คน และสาขาช่างโยธา อย่างน้อย 1 คน กำหนดให้รับผิดชอบควบคุมงาน เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ โดยจัดทำตารางแสดงรายละเอียดระบุชื่อช่างควบคุมงาน พร้อมแนบสำเนาใบรายงานผลการศึกษา หนังสือยืนยันรับเป็น ผู้ควบคุมงาน เพื่อปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ควบคุมงานฝ่ายผู้รับจ้าง และจัดทำสรุปรายงานความก้าวหน้าการดำเนินงาน ปัญหาและอุปสรรค (ถ้ามี) พร้อมแนวทางแก้ไขเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทุกสัปดาห์ ตั้งแต่เริ่มดำเนินงานก่อสร้างติดตั้งระบบฯ จนแล้วเสร็จพร้อมส่งมอบ

4. ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดด้านการติดตั้งให้ครบถ้วนก่อนการดำเนินการ

5. ผู้รับจ้างต้องมอบหมายวิศวกรโยธาที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป ตรวจสอบสภาพพื้นที่ ที่จะทำการก่อสร้างพื้นที่ห้องหรือส่วนควบคุมระบบฯและเก็บแบบเตอร์พร้อมทั้งออกหนังสือรับรองการรับน้ำหนักของพื้นที่และต้องเสนอแนวทางปรับปรุง แก้ไขพื้นที่ก่อสร้างให้สามารถรองรับน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างได้อย่างปลอดภัย ในกรณีพื้นที่ไม่สามารถรับน้ำหนักการก่อสร้างได้อย่างปลอดภัย เสนอต่อผู้ว่าจ้าง พิจารณาให้ความเห็นชอบ ก่อนดำเนินการก่อสร้างทุกแห่ง กรณีมีข้อสงสัยที่อาจเข้าใจคลาดเคลื่อนในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นและข้อเสนอแนะก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6. ผู้รับจ้างไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างและติดตั้งระบบฯ ก่อนได้รับความเห็นชอบในรายงานผลการสำรวจพื้นที่ตามข้อกำหนด ข. ข้อ 3 และก่อนได้รับอนุมัติในแผนปฏิบัติงานตามข้อกำหนด ข. ข้อ 5 จากผู้ว่าจ้าง มิฉะนั้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขหรือรื้อถอน เปลี่ยนแปลงวัสดุ อุปกรณ์ที่ก่อสร้างและติดตั้งไปแล้วทั้งหมด โดยที่ผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าชดเชยจากกรมแต่อย่างใด

7. ผู้รับจ้างต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือ ผู้ได้รับมอบหมายจากผู้ควบคุมงานของกรม เป็นผู้กำหนดตำแหน่งและแผนผังการก่อสร้างและติดตั้งระบบฯ ในพื้นที่จริงแต่ละแห่ง และเป็นผู้กำหนดรูปแบบการปรับปรุงสภาพพื้นที่ เพื่อความเหมาะสมในการก่อสร้างและติดตั้งระบบฯ



8. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบอุปกรณ์หลัก จำนวน 4 รายการ ประกอบด้วย 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2) อินเวอร์เตอร์ 3) แบตเตอรี่ 4) ชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ โดยผู้รับจ้างต้องแจ้งต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อมอบหมายเจ้าหน้าที่ผู้ว่าจ้าง ดำเนินการสุ่มตัวอย่างอุปกรณ์ จำนวนร้อยละ 3 ของแต่ละชนิดอุปกรณ์ (ยกเว้น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำหนดตามข้อกำหนด ข.ข้อ16)

9. ผู้รับจ้างต้องติดต่อจัดหาหน่วยงานที่จะทดสอบอุปกรณ์หลัก โดยต้องเป็นมหาวิทยาลัย หรือหน่วยงานในกำกับมหาวิทยาลัยของรัฐ หรือหน่วยงานของรัฐ ที่มีห้องทดสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้า และมีเครื่องมือ อุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลที่มีความพร้อมสามารถดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ได้ โดยให้เสนอรายชื่อหน่วยงานจะทดสอบอุปกรณ์ดังกล่าวพร้อมแสดงรายละเอียดการทดสอบ ประกอบด้วย 1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ 2) วิธีการและขั้นตอนการทดสอบตรวจวัดคุณสมบัติอุปกรณ์ตามระบุในข้อกำหนด 3) มาตรฐานอ้างอิง (ถ้ามี) 4) ข้อมูลที่แสดงในรายงานผลทดสอบ เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ ภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดส่งอุปกรณ์ที่สุ่มตัวอย่างแล้วตามข้อกำหนด ข. ข้อ 13 ให้หน่วยงานทดสอบดำเนินการตามรายละเอียดการทดสอบที่ได้รับความเห็นชอบ และให้หน่วยงานทดสอบรายงานผลการทดสอบ ซึ่งลงนามรับรองโดยผู้มีอำนาจลงนามของหน่วยงาน แจ้งต่อผู้ว่าจ้างโดยตรง

10. การพิจารณาผลการทดสอบอุปกรณ์หลัก (ยกเว้นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำหนดตามข้อกำหนด ข.ข้อ ) มีเงื่อนไขประกอบด้วยกัน ดังนี้

10.1 อุปกรณ์หลักที่สุ่มตัวอย่างตามเงื่อนไขกำหนด ข. ข้อ 13 จะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์แต่ละรายการ ถูกต้องครบถ้วนและเป็นไปตามเงื่อนไขกำหนดทุกข้อ

10.2 กรณีผลการทดสอบอุปกรณ์หลักรายการใด มีคุณสมบัติเฉพาะไม่เป็นไปตามเงื่อนไขกำหนดข้อใดข้อหนึ่ง จะถือว่าอุปกรณ์รายการนั้นมีคุณสมบัติไม่ผ่านเกณฑ์และไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้างจัดหาอุปกรณ์ชุดใหม่ ซึ่งเป็นชนิดและรุ่นเดียวกันพร้อมทั้งแจ้งผู้ว่าจ้างดำเนินการสุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบโดยหน่วยงานและวิธีการตามเงื่อนไขเดิมจนผ่านเกณฑ์กำหนด โดยผู้รับจ้างไม่สามารถใช้ระยะเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการจัดหาและทดสอบอุปกรณ์ชุดใหม่เป็นข้ออ้างในการขอขยายอายุสัญญา

กรณีอุปกรณ์หลักรายการใด มีผลการทดสอบคุณสมบัติไม่ผ่านเกณฑ์และไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในครั้งที่ 2 ผู้รับจ้างสามารถเปลี่ยนยี่ห้อ รุ่น อุปกรณ์โดยเสนอให้กรมพิจารณาให้ความเห็นชอบ แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องได้รับความเห็นชอบในคุณสมบัติเบื้องต้นอุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยนใหม่ และต้องดำเนินการทดสอบคุณสมบัติตามข้อกำหนด ข. ข้อ 13 และข้อ 14 เช่นกัน และกำหนดเกณฑ์พิจารณาผลการทดสอบเช่นเดียวกับข้อกำหนด ข. ข้อ 15.1 และข้อ 15.3 โดยผู้รับจ้างไม่สามารถอ้างระยะเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากการจัดหาอุปกรณ์ยี่ห้อใหม่ รุ่นใหม่และการดำเนินการทดสอบ เป็นเหตุในการขอขยายอายุสัญญา

10.3 ผู้รับจ้างสามารถนำอุปกรณ์หลักที่ต้องทดสอบคุณสมบัติเฉพาะและอยู่ระหว่างการพิจารณาผลการทดสอบ นำไปติดตั้งในพื้นที่เป้าหมายได้หากประสงค์จะดำเนินการ แต่ทั้งนี้ หากผลการทดสอบอุปกรณ์ใดที่นำไปติดตั้งแล้ว มีคุณสมบัติไม่ผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเปลี่ยนและติดตั้งอุปกรณ์ชุดใหม่ที่ได้รับความเห็นชอบในผลการทดสอบแล้ว โดยที่ผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เพิ่มขึ้นจากการดำเนินงานดังกล่าวจากผู้ว่าจ้างได้

11. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบคุณสมบัติแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยหน่วยงานที่ได้รับความเห็นชอบตามข้อกำหนด ข.ข้อ 14 และดำเนินการสุ่มตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามข้อกำหนด ข.ข้อ 13 จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของจำนวนแผงเซลล์ฯ ทั้งหมดของโครงการ โดยผู้ว่าจ้าง กำหนดให้ดำเนินการทดสอบและกำหนดเกณฑ์พิจารณาผลการทดสอบ ทุกข้อประกอบด้วยกัน ดังนี้

11.1 การทดสอบหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power determination) ตามมาตรฐาน IEC 61215 ข้อ 10.2 หรือ IEC 61646 (กรณีเป็นแผงเซลล์ฯ ประเภทฟิล์มบาง ชนิด Amorphous silicon หรือฟิล์มบางชนิดอื่นที่มีใช้ Amorphous silicon) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

11.1.1 ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากการทดสอบแผงเซลล์ฯ ที่สุ่มตัวอย่างแต่ละแผง กำหนดให้มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในรายละเอียดผลิตภัณฑ์ **ไม่เกินร้อยละ 10** หากพบว่าแผงที่สุ่มตัวอย่างแผงใดแผงหนึ่ง ทดสอบแล้วแสดงค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่าร้อยละ 10 กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบแผงเซลล์ฯ ของโครงการทุกแผง และคัดเลือกเอาเฉพาะแผงเซลล์ฯ ที่ผ่านตามเงื่อนไขที่กำหนดนี้เท่านั้นจนครบจำนวนที่ต้องการ

11.1.2 ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์ฯ ที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างแผงเซลล์ฯ กำหนดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์ฯ ชนิดและรุ่นนั้น ๆ เฉพาะในโครงการนี้เท่านั้น เช่น ผู้รับจ้างเสนอแผงเซลล์ฯ ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด 100 วัตต์ แต่ผลจากการทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดแผงเซลล์ฯ ที่สุ่มตัวอย่างจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 พบว่า มีค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดเพียง 95 วัตต์ (ลดลงร้อยละ 5) กรมจะกำหนดให้แผงเซลล์ฯ ที่ผู้รับจ้างเสนอมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 95 วัตต์ เท่านั้น มิใช่ 100 วัตต์ ตามที่ผู้รับจ้างเสนอ

11.1.3 ในกรณีค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดของตัวอย่างแผงเซลล์ฯ ที่ได้จากการทดสอบนี้ มีผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบฯ ตามข้อกำหนด ก. ข้อ 1.1 ลดลง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา แผงเซลล์ฯ ที่เป็นชนิดและรุ่นเดียวกันติดตั้งเพิ่มเติมให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบฯ ทุกระบบไม่น้อยกว่าข้อกำหนดดังกล่าว พร้อมทั้งต่อวงจรอนุกรมชุดแผงเซลล์ฯ ทุกสาขา (String) ให้ครบถ้วน ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานดังกล่าว โดยไม่สามารถเรียกร้องเอาจากกรมและไม่สามารถอ้างเอาระยะเวลาที่สูญเสียชีวิตในการจัดหาแผงเซลล์ฯ เพิ่มเติม มาเป็นข้ออ้างในการขอขยายอายุสัญญา **ผู้ว่าจ้างจะถือเอาค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างแผงเซลล์ฯ เป็นค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดแผงเซลล์ฯ สำหรับการคำนวณขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบฯ ตามข้อกำหนดในการติดตั้ง**

11.2 การทดสอบความสามารถรับแรงทางกล (Mechanical load test) กำหนดให้แผงเซลล์ฯ จำนวน 1 แผง จากจำนวนแผงเซลล์ฯ ที่สุ่มตัวอย่างทั้งหมด ต้องดำเนินการทดสอบความสามารถรับแรงทางกล ตามเงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61215 ข้อ 10.16 และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการทดสอบ โดยแผงเซลล์ฯ ที่ทดสอบความสามารถรับแรงทางกล ต้องผ่านหลักเกณฑ์การพิจารณาตามมาตรฐาน IEC 61215 ข้อ 7 ความชำรุดเสียหายหลักที่สังเกตได้ (Major visual defects) จึงถือว่าแผงเซลล์ฯ ยี่ห้อ และรุ่น ที่เสนอมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด

11.3 การทดสอบรับแรงกระแทกลูกเห็บ (Hail Test) กำหนดให้แผงเซลล์ฯ จำนวน 1 แผงจากแผงเซลล์ฯ ที่สุ่มตัวอย่างทั้งหมดและมีใช้แผงเซลล์ฯ ที่ทดสอบตามข้อ 16.2 ต้องดำเนินการทดสอบความสามารถรับแรงกระแทกจากลูกเห็บ ตามเงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61215 ข้อ 10.17 และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนดเกณฑ์การพิจารณาผลการทดสอบ โดยแผงเซลล์ฯ ที่ทดสอบความสามารถรับแรงกระแทกลูกเห็บ ต้องผ่านหลักเกณฑ์การพิจารณาตามมาตรฐาน IEC 61215 ข้อ 7 ความชำรุดเสียหายหลักที่สังเกตได้ (Major visual defects) จึงถือว่าแผงเซลล์ฯ ยี่ห้อ และรุ่น ที่เสนอมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด

12. ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มิได้เป็นชนิด Crystalline Silicon ผู้รับจ้างจะต้องนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สุ่มตัวอย่างมาทั้งหมด ให้ผู้ทดสอบติดตั้งไว้กลางแจ้งเป็นระยะเวลา **ไม่น้อยกว่า 30 วัน ก่อนดำเนินการทดสอบ** โดยดำเนินการตามขั้นตอนเช่นเดียวกับตามข้อกำหนด ข.ข้อ 16 และใช้เงื่อนไขการพิจารณาคุณสมบัติเช่นเดียวกับ ข้อ 16.1 ข้อ 16.2 และข้อ 16.3

13. ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องติดตั้งบนตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความมั่นคงแข็งแรงและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ขนาดตอม่อ ต้องสอดคล้องกับการรับน้ำหนักตามรายการคำนวณข้อกำหนด ก. ข้อ 2 และพื้นบนเสาตอม่อสอดคล้องกับหน้าแปลนล่างของเสารองรับชุดโครงสร้าง

14. การติดตั้งชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์ฯ และชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กำหนดให้ติดตั้งหันด้านหน้ารับแสงอาทิตย์ทางทิศใต้ และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 15 องศา ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องอยู่ในที่โล่งไม่เกิดการบังเงาเนื่องจากต้นไม้ อาคารหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดบนแผงเซลล์ฯ ตั้งแต่เข้าจรดเย็น และต้องปรับระดับพื้นดินบริเวณใต้ชุดแผงเซลล์ฯ ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ โดยให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

15. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และที่ใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีความเหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส และผู้รับจ้างต้องเชื่อมชุดน็อตที่ใช้สำหรับยึดแผงเซลล์ฯ ทุกตัว โดยเชื่อม BOLT และ NUT ให้ยึดติดกัน

16. ที่ฐานเสาโลหะของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ แต่ละชุดจะต้องต่อหลักดิน (Grounding System) โดยใช้ Ground Rod ชนิดแท่งเคลือบทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 5 ฟุต จำนวน 1 อันต่อ 1 ชุดโครงสร้าง ตอกฝังดินในแนวตั้งโดยระยะห่างระหว่างฐานเสากับ Ground Rod กำหนดรัศมีไม่เกิน 1 เมตร และสายไฟที่ใช้ต่อจาก Ground Rod ไปยังฐานเสา ต้องเป็นสายทองแดง หุ้มฉนวน ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร การยึดข้อสายไฟกับฐานเสาและข้อหลักสายดินต้องมั่นคง แข็งแรง

17. อุปกรณ์หลักของระบบฯ ทุกรายการที่มีส่วนประกอบโครงสร้างเป็นโลหะ จะต้องต่อ หลักดิน (Grounding Equipment) ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

18. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Single line diagram, Wiring diagram แผนผังการเดินสายไฟฟ้า แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ระบบภายในโรงคลุมอุปกรณ์ และแผนผังการติดตั้งภาระไฟฟ้าภายในอาคารแต่ละหลัง ที่เป็นระเบียบสวยงาม ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมีรายละเอียดตามข้อกำหนด ข. ข้อ 30 และจัดส่งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง

19. ผู้รับจ้างต้องแสดงรายละเอียดวงจรการเดินสายระบบไฟฟ้าและการคำนวณแรงดันสูญเสียในสายไฟฟ้า (Voltage drop) เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการติดตั้งระบบฯ โดยกำหนดให้ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC side) มีค่าแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายรวมตลอดวงจรไม่เกินร้อยละ 2 ที่พิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Rated Current หรือ Peak Power point) ที่ผลิตได้จากการต่อวงจรชุดแผงเซลล์ฯ ใช้งานทั้งหมด โดยพิจารณาเทียบกับ Operating Voltage ณ Standard Test Condition ด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC side) กำหนดให้มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียใน สายรวมของแต่ละวงจรไม่เกินร้อยละ 2 เมื่อเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ของอินเวอร์เตอร์ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าตามพิกัด

20. การเดินสายต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ แต่ละแผง จะต้องต่อวงจรแบบอนุกรมและขนานให้พิกัดแรงดันไฟฟ้า Output และกระแสไฟฟ้ามีค่าเหมาะสมสอดคล้องกับ Nominal input voltage และ Input current ของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ โดยให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด THW. แกนเดี่ยว หุ้มฉนวน PVC ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งมีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 โดยต้องแยก Code สีของสายไฟฟ้าให้ถูกต้อง

21. การเดินสายไฟฟ้าระหว่างชุดแผงเซลล์ฯ กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด NYY แกนคู่ หุ้มฉนวน PVC ซึ่งมีคุณสมบัติใช้งานที่แรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร โดยให้เดินสายภายในท่อพลาสติกอย่างหนาชนิดสำหรับงานเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก. 216-2524 ฝังอยู่ใต้ดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดินเดิม จุดต่อสายไฟฟ้าจะต้องต่อบนข้อต่อสายภายในกล่องรวมสายที่ติดตั้งอย่างมั่นคง แข็งแรงและปลอดภัยตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า

22. การเดินสายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ประกอบระบบฯ แต่ละชนิดภายในอาคารโรงคลุมอุปกรณ์ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด THW หรือ VCT มีขนาดทนพิกัดกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของกระแสสูงสุดผ่านวงจร โดย

ต้องเดินสายไฟฟ้าภายในท่อหรือราง Wire way ชนิดสำหรับเดินสายไฟฟ้าที่มีขนาดเป็นไปตามหลักวิชาการเดินสายไฟฟ้าในท่อหรือรางฝาปิด

23. การเดินสายไฟฟ้าระหว่างโรงคลุมอุปกรณ์กับอาคารที่ติดตั้ง Main Load Center กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด NYY แกนคู่ หุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานที่แรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 เดินสายภายในท่อพลาสติกอย่างหนาที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 216-2524 โดยฝังอยู่ใต้ดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดินเดิมโดยจัดทำเครื่องหมายที่แข็งแรง ทนทานระบุแนวท่อสายไฟฟ้าอย่างชัดเจน การต่อสายไฟฟ้าต้องต่อบนขั้วต่อสายภายในกล่องรวมสายที่ติดตั้งอย่างมั่นคง แข็งแรงและปลอดภัยตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า ห้ามต่อสายไฟฟ้าช่วงอยู่ในท่อร้อยสายไฟอย่างเด็ดขาด และเมื่อเดินสายไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วต้องปิดผนึกปลายท่อ PVC ทั้งสองด้าน ด้วยกาวซิลิโคนป้องกันน้ำและสิ่งแปลกปลอมเข้าในท่อร้อยสาย

กรณีพื้นที่ระหว่างอาคารโรงคลุมอุปกรณ์และอาคารที่ติดตั้ง Main Load Center เป็นพื้นที่คอนกรีตหรือลาดยางแอสฟัลท์ หรือเป็นพื้นหิน ตลอดแนวการเดินสายไฟฟ้า ผู้รับจ้างสามารถเดินสายในอากาศแทนการเดินสายฝังดินได้ โดยให้ใช้สายไฟฟ้า THW ชนิดแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 โดยจุดยึดโยงต้องแข็งแรงและปลอดภัยตามหลักการยึดโยงสายไฟฟ้าระหว่างอาคาร และต้องมีเสาคอนกรีตหรือเสาโลหะติดตั้งลูกถ้วยยึดสายไฟฟ้าทุกระยะ 20 เมตร

24. การเดินสายไฟฟ้าระหว่างอาคารที่ติดตั้ง Main Load Center กับอาคารอื่นๆ กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้า THW ชนิดแกนเดี่ยว หุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 เดินสายในอากาศโดยจุดยึดโยงต้องแข็งแรงและปลอดภัยตามหลักการยึดโยงสายไฟฟ้าระหว่างอาคาร และต้องมีเสาคอนกรีตหรือเสาโลหะติดตั้งลูกถ้วยยึดสายไฟฟ้าทุกระยะ 20 เมตร หรือให้ใช้สายไฟฟ้า NYY ชนิดแกนคู่หุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรอง มอก. 11-2531 เดินสายในท่อพลาสติกอย่างหนาที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 216-2524 และวางท่อร้อยสายฝังดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดินเดิมตลอดระยะทางระหว่างอาคารและให้จัดทำเครื่องหมายที่แข็งแรง ทนทานระบุแนวท่อสายไฟฟ้าอย่างชัดเจน

25. การติดตั้งระบบไฟฟ้าและการเดินสายภายในอาคาร มีรายละเอียดดังนี้

25.1 ติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Load Center) จำนวน 1 จุด เฉพาะอาคารที่กำหนดเดินสายจ่ายกระแสไฟฟ้าจากโรงคลุมอุปกรณ์ ประกอบด้วยรายละเอียดตามเงื่อนไขข้อกำหนด ก. ข้อ 9.3

25.2 ติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย (Sub-load center) ทุกอาคาร ยกเว้นอาคารที่ติดตั้ง Main Load Center ประกอบด้วยรายละเอียดตามเงื่อนไขข้อกำหนด ก. ข้อ 9.4

25.3 ติดตั้งชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมอุปกรณ์ตามข้อกำหนด ก. ข้อ 6 ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

25.4 ติดตั้งสวิทช์ 1 ตัว เพื่อควบคุมชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่าง จำนวน 1 ชุด

25.5 ติดตั้งเต้ารับไฟฟ้า จำนวน 10 จุด ต่อระบบ โดยเป็นชนิดเต้ารับเดี่ยว ขนาดไม่น้อยกว่า 10 A. 220 V<sub>a.c.</sub> 50 Hz เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 166-2549 กำหนดให้ติดตั้งกับกล่องพลาสติกพร้อมฝาปิดแบบ 1 ช่อง กำหนดตำแหน่งติดตั้งโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

25.6 สายไฟฟ้าประธานภายในอาคารแต่ละอาคาร กำหนดเป็นสายไฟฟ้าชนิด THW ชนิดแกนเดี่ยวฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร

25.7 สายไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้งสำหรับหลอดไฟฟ้าแสงสว่างหรือวงจรถ้ารับภายในห้องแต่ละอาคาร กำหนดเป็นสายไฟฟ้าชนิด VAF ชนิด 2 แกน มีคุณสมบัติใช้งานที่แรงดัน 300 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐานตาม มอก. 11-2531 โดยกำหนดให้สายไฟฟ้าที่ใช้กับชุดหลอดไฟฟ้าแสงสว่างมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อย



กว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตร หรือ 2x1.0 sq.mm สายไฟฟ้าที่ใช้กับเต้ารับแต่ละจุด ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร หรือ 2x1.5 sq.mm โดยวิธีการติดตั้งสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามแนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2537 ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัยตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า

25.8 การเดินสายไฟฟ้าแต่ละวงจรหรือแต่ละช่วงระยะทาง ต้องเป็นสายไฟฟ้าชนิดที่กำหนดและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าที่กำหนดเฉพาะในแต่ละข้อเป็นสำคัญและต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนด ข. ข้อ 24

25.9 การติดตั้งชุดโคมไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้าในโรงคลุมอุปกรณ์ ไม่นับรวมกับชุดโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในอาคารต่างๆ

26. ผู้รับจ้างต้องเติมน้ำกรดแบตเตอรี่ให้ถูกต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนดของยี่ห้อและรุ่นแบตเตอรี่ที่เสนอและต้องดำเนินการประจุแบตเตอรี่ครั้งแรกโดยเครื่องประจุแบตเตอรี่ (Battery charger) ตามเงื่อนไขการประจุแบตเตอรี่ครั้งแรก จนความจุพลังงานไฟฟ้าเต็มตามพิกัด (Full capacity) ก่อนนำแบตเตอรี่ไปติดตั้งใช้งานในพื้นที่เป้าหมายแต่ละแห่ง โดยก่อนดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งกำหนดการเติมน้ำกรดและการประจุแบตเตอรี่ครั้งแรกให้ประธานกรรมการตรวจการจ้างทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 วัน ทำการ เพื่อมอบหมายเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างร่วมตรวจสอบและบันทึกข้อมูลการประจุแบตเตอรี่

27. ผู้รับจ้างต้องติดตั้งแบตเตอรี่บนชุดขาตั้งหรืออุปกรณ์รองรับชุดแบตเตอรี่ ตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบ การต่อวงจรระหว่างแบตเตอรี่ให้ใช้แท่งทองแดง (Bus bar) ที่มีฉนวนหุ้มตลอดแนวหรือสายทองแดงสำเร็จรูปแบบ Insulated Copper Cables ชนิดเฉพาะต่อเชื่อมขั้วของแบตเตอรี่เท่านั้น

28. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบ เช่น แบตเตอรี่ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์ ตู้แสดงค่าทางไฟฟ้า รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า ตามข้อกำหนด ก. ข้อ 9.1 Safety switch, ข้อ 9.2 Main circuit breaker ให้ติดตั้งอยู่ภายในบริเวณโรงคลุมอุปกรณ์ ตามรูปแบบที่ได้รับความเห็นชอบและการเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนด ข. ข้อ 28

29. ผู้รับจ้างต้องจัดทำรูปแบบและข้อความแผ่นป้ายทุกรายการ ตามข้อกำหนด ก. ข้อ 12 เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ ก่อนดำเนินการจัดทำ และผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไข ปรับปรุง เพิ่มเติมรายละเอียดข้อความของแต่ละแผ่นป้ายได้ตามความเหมาะสม และการติดตั้งแผ่นป้ายทุกรายการ กำหนดตำแหน่งติดตั้งโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างของผู้ว่าจ้าง

30. ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลและประมวลผลข้อมูลตามข้อกำหนด ก. ข้อ 15 แสดงการตรวจวัดข้อมูล บันทึกผลและประมวลผลข้อมูลให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและผู้เกี่ยวข้องเห็นว่า สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดก่อนนำไปติดตั้งใช้งานจริงในพื้นที่เป้าหมาย

การติดตั้งอุปกรณ์บันทึกและประมวลผลข้อมูลในพื้นที่ก่อสร้างต้องสามารถตรวจวัดข้อมูลบันทึกและประมวลผลข้อมูลการทำงานของระบบฯ ได้จริง สามารถแสดงการตรวจวัดและแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ได้ตามผู้ใช้งานกำหนด โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาคู่มือการใช้งานและเอกสารแสดงรายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอย่างครบถ้วน พร้อมทั้งชี้แนะและแนะนำขั้นตอนการใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาแก่ผู้เกี่ยวข้องจนเข้าใจสามารถใช้งานได้จริง สำหรับจุดติดตั้งให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

31. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานประจำเดือน (Activity report) ทุกเดือน นับตั้งแต่ลงนามในสัญญาจ้างจนกระทั่งส่งมอบงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยแสดงความก้าวหน้าในการดำเนินงานโครงการ ปัญหาและอุปสรรค (ถ้ามี) พร้อมแนวทางแก้ไข ให้เสนอรายงานต่อประธานคณะกรรมการตรวจการจ้างผ่านผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

32. ผู้รับจ้างต้องจัดทำร่างเอกสารประกอบการฝึกอบรมที่ระบุถึงข้อมูลอุปกรณ์หลัก ขั้นตอนการใช้งาน เปิด-ปิดระบบ การดูแลและบำรุงรักษาระบบ และจัดทำร่างเอกสารคู่มือระบบฯ โดยมีรายละเอียดและเนื้อหาตาม

ข้อกำหนด ข. ข้อ 39 เสนอผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ ก่อนดำเนินการจัดทำบัญชีทั้งสองฉบับ โดยผู้ว่าจ้าง ขอสงวนสิทธิ์ ในการแก้ไข ปรับปรุง เพิ่มเติมข้อความหรือรูปแบบเอกสารได้ตามความเหมาะสม

33. ผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมการใช้งาน ดูแลและบำรุงรักษาตามเงื่อนไขลักษณะเฉพาะของระบบฯ แก่เจ้าหน้าที่ของสถานีนอนามัยผู้รับผิดชอบดูแลระบบฯ โดยมีเอกสารประกอบการฝึกอบรมที่จัดทำขึ้นหลังจากได้รับความเห็นชอบแล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด ต่อแห่ง และมีเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงานร่วมเป็นผู้สังเกตการณ์

3.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารคู่มือระบบฯ ทุกหน่วยฯในรูปของสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ (CD ROM) จำนวน 3 ชุด ต่อระบบ ข้อมูลอย่างน้อยประกอบด้วย 1) ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ก่อสร้าง 2) แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคม 3) แผนผังแสดงรายละเอียดบริเวณก่อสร้าง 4) แผนผังแสดงรายละเอียดการ ติดตั้งอุปกรณ์ 5) แบบการเดินสายไฟของสถานีนอนามัย 6) Wiring Diagram วงจรไฟฟ้าของระบบ 7) รายละเอียดการคำนวณกำหนดขนาดวัสดุ อุปกรณ์ 8) รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ เช่น สายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า และอื่นๆ 9) แบบชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์ฯ แบบชุดขาตั้งรองรับแบตเตอรี่ พร้อม รายละเอียดการคำนวณและอื่นๆ 10) ชนิด ยี่ห้อ รุ่นหมายเลขหรือ Serial Number ของอุปกรณ์แต่ละรายการ พร้อม Catalogue 11) ขั้นตอนการทำงานของระบบฯ การใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาระบบฯ เป็นต้น

3.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดรายละเอียด แต่ไม่ได้กำหนดแยกจากรายการใน ใบตารางแสดงปริมาณงานและราคา อาทิเช่น การสำรวจ การจัดทำรายละเอียดของระบบ การทดสอบอุปกรณ์และ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ฯ โรงเก็บวัสดุอุปกรณ์ชั่วคราวก่อนติดตั้ง เป็นต้น ให้ถือรวมอยู่ในรายการต่างๆ ที่ กำหนดในการเสนอราคาด้วยแล้ว

## จบหมวดที่ 6



งานระบบสื่อสาร  
หมวดที่ 7  
ระบบโทรศัพท์และระบบสื่อสารภายใน  
(TELEPHONE SYSTEM AND INTERCOM SYSTEM)

1. ระบบโทรศัพท์
  - 1.1 ตู้สาขาอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)
    - 1.1.1 ตู้สาขาอัตโนมัติ จะต้องเป็นแบบ FULLY DIGITAL STORED PROGRAM CONTROL (SPC) ควบคุมด้วยระบบบรรจุคำสั่ง ตามมาตรฐาน CCITT และมาตรฐานของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (TOT) ระบบของสวิทช์ตู้สาขาจะต้องสามารถใช้งานในลักษณะเดียวกันทั้งระบบ VOICE และ DATA
      - 1.1.2 ตู้สาขาอัตโนมัติจะต้องสามารถใช้งานได้ ดังนี้
        - (1) สามารถขยายระบบโดยการเพิ่มแผงวงจร (CARD) เข้าไปในระบบโดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนโครงสร้างหลักของระบบ
        - (2) สามารถใช้งานกับเครื่องรับโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มความถี่เสียง (DTMF) หรือชนิด DIGITAL
        - (3) สามารถใช้โทรศัพท์ภายในประชุมพร้อมกันได้ ไม่ต่ำกว่า 4 เครื่อง
        - (4) ชุดพนักงานรับสายโทรศัพท์ (OPERATOR) สามารถพักสายได้ ทั้งสายภายใน และสายภายนอก โดยมีเสียงสัญญาณแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ
        - (5) สามารถกำหนดความสามารถในการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ภายในได้ เช่น
          - ใช้ติดต่อภายในได้
          - ใช้ติดต่อได้ทั้งภายในและภายนอก
          - ใช้ติดต่อโทรทางไกลภายในประเทศได้
          - ใช้ติดต่อโทรทางไกลต่างประเทศได้ เป็นต้น
        - (6) สามารถกำหนดรับสายแทนกันได้ โดยกดรหัสที่กำหนดและสามารถเรียกสายกลับได้ในกรณีที่สายของผู้ถูกเรียกว่าว่าง
        - (7) ต้องมีระบบตัดสายออกชั่วคราวในกรณีที่สายโทรศัพท์ลัดวงจรและสามารถกำหนดเวลาไม่ให้ใช้สายนานเกินควรและวางหูเครื่องรับไม่สนิท
        - (8) สามารถบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ (BILLING RECORD SYSTEM) ในการต่อออกภายนอกของเครื่องภายใน โดยพิมพ์รายละเอียดได้เมื่อต้องการ เช่น
          - เป็นระบบคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์
          - วัน เดือน ปี ที่โทรออก (DATE)
          - เลขหมายภายในที่โทรออก (EXTENSION NUMBER)
          - เลขหมายที่โทรไป (DESTINATION NUMBER)
          - ระยะเวลาที่ใช้ (DURATION TIME)
          - คำนวนค่าใช้จ่ายของแต่ละเลขหมายที่โทรออก (EXTENSION EXPENSE)
        - (9) ต้องมีอุปกรณ์สำหรับตอบรับสายโทรศัพท์เข้าโดยอัตโนมัติ (AUTO-ATTENDANT) พร้อมกันได้อย่างน้อย 8 วงจร โดยมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้
          - เป็นแบบระบบคอมพิวเตอร์
          - โอนสายอัตโนมัติไปยังเลขหมายภายใน
          - ตอบรับได้ทั้งใน และนอกเวลาทำการ หรือตลอด 24 ชั่วโมง

- มีระบบโอนสายไป OPERATOR โดยอัตโนมัติ
- แจ้งให้ทราบได้ทั้งสายไม่ว่างและไม่มีผู้รับสาย
- เลือกโอนสายไปยังหมายเลขอื่นๆ ได้ในกรณีเลขหมายที่โอนไปไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสาย

(10) สามารถจำกัดเวลาการติดต่อสื่อสารระหว่างสายภายในกับสายภายนอกได้ เช่น สามารถสนทนาได้ไม่เกินครั้งละ 30 นาที หรือไม่เกินกว่าช่วงเวลาที่มีผู้ว่าจ้างจะกำหนด

(11) ต้องติดตั้งอุปกรณ์ SURGE PROTECTION ไว้ในทุกจุดที่ต้องเชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์อื่นๆ คือ CO. LINE, EXTENSION LINE, POWER SUPPLY และทุกคู่สายที่เดินอยู่ภายนอกอาคาร

(12) ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง เครื่องรับโทรศัพท์ภายในต้องสามารถติดต่อสายภายนอกได้โดยตรง

(13) ข้อมูลที่ถาวร หรือกึ่งถาวรของตู้สาขา เช่น โปรแกรมคำสั่งการทำงานของระบบหรือข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับเลขหมายเครื่องภายใน เป็นต้น จะต้องมีการป้องกันการสูญหายของข้อมูลซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีไฟฟ้าดับ โดยตู้สาขาจะต้องทำงานได้ทันทีหลังจากที่มีไฟฟ้าจ่ายให้ระบบ

(14) มีชุดคอมพิวเตอร์ สำหรับโปรแกรมข้อมูลของระบบหรือแก้ไขการทำงานของระบบได้

(15) สามารถเชื่อมต่อกับระบบ ISDN ของบริษัทผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานทั้งแบบ BAI และ PRI ได้

(16) ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อรองรับระบบ VOICE OVER IP แบบ VOICE OVER IP EXTENSION พร้อมทั้งต้องเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าสู่ PATCH PANEL ของระบบคอมพิวเตอร์ ให้สามารถพร้อมใช้งานได้ทันที

(17) สามารถรองรับระบบโทรศัพท์ไร้สายได้ภายในระบบโดยการเพิ่มแผงวงจรเข้าไปในตู้สาขาและเชื่อมต่อแผงวงจรเข้ากับอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณเท่านั้น

#### 1.1.3 คุณลักษณะของชุดพนักงานโทรศัพท์ (ATTENDANT OR OPERATOR CONSOLE)

ชุดพนักงานรับโทรศัพท์เป็นระบบคอมพิวเตอร์แต่ละชุดมีอุปกรณ์บังคับการทำงานในหน้าที่ต่างๆ ประกอบด้วย VISUAL DISPLAY UNIT, KEYBOARD และ HEADSET สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และติดตั้งห่างจากตู้สาขาโทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 800 เมตร โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์ใดๆ อีกรวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX)

#### 1.1.4 อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้า (POWER SUPPLY)

(1) อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าประกอบด้วยเครื่องแปลงกระแสและประจุไฟฟ้า (RECTIFIER) ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายให้ระบบโทรศัพท์และประจุเข้าแบตเตอรี่

(2) แบตเตอรี่เป็นแบบ MAINTAINANCE FREE ชนิด SEALED LEAD-ACID ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น จำนวน 1 ชุด พร้อมตู้บรรจุ

(3) จัดทำระบบ GROUND ที่ดี สามารถป้องกันไฟฟ้ารั่ว ไฟผ่า และสัญญาณรบกวน

(4) ขนาดของเครื่องแปลงกระแส ประจุไฟฟ้าและขนาดของแบตเตอรี่จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับความต้องการของตู้สาขาโทรศัพท์และตู้สาขาโทรศัพท์ สามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ดับ

#### 1.2 ตู้กระจายสาย (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

1.2.1 แผงต่อภายในตู้กระจายสายต้องใช้แผงชนิด MODULES, DISCONNECTION TYPE ที่สามารถเสียบเครื่องมือตรวจสอบสายภายในและภายนอกได้ และต้องสามารถต่อสายเข้าแผงด้วยเครื่องมือเข้าสายโดยเฉพาะเท่านั้น

1.2.2 DISCONNECTION MODULES ที่ใช้งานแต่ละชุดสามารถต่อใช้งานได้ชุดละ 10 คู่สาย และจำนวน MODULES จะต้องติดตั้งให้เพียงพอสำหรับจำนวนคู่สายที่ต่อเข้า และออกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตาราง

1.2.3 DISCONNECTION MODULES จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับที่มีความแข็งแรงทนทานในด้านเชิงกล และไฟฟ้า โดยทำขึ้นสำหรับ MDF โดยเฉพาะเท่านั้น

1.2.4 ชุด DISCONNECTON MODULES จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจนเพื่อเป็นการป้องกันของเทียม หรือทำเลียนแบบ และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่นฯ โดยมีเอกสารอ้างอิง

1.2.5 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางคู่สายโทรศัพท์ (SURGE PROTECTOR FOR TELEPHONE LINE) ติดตั้งที่คู่สายที่เดินอยู่ภายนอกอาคารทุกคู่สาย โดยที่อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกจะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง และมีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) คุณสมบัติทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันไฟกระชอกที่เหนี่ยวนำเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ในรูปของ OVER-VOLTAGE และ OVER-CURRENT โดยทำให้เกิดความปลอดภัยกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่ต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์นั้นๆ และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ มาตรฐาน ISO 9001 จากสถาบันรับรองระบบงานของต่างประเทศ และจากคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการรับรองระบบงาน (NAC)

(2) ลักษณะภายนอกโดยทั่วไป

- HOUSING หรือ BODY ของตัวอุปกรณ์ป้องกัน ถ้าทำด้วยพลาสติกต้องเป็นพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V-0 (FLAME RESISTANCE PLASTIC) หรือทำด้วยโลหะ
- ตัวอุปกรณ์ป้องกัน 1 ตัวสามารถป้องกันได้ 1 คู่สาย เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนหรือซ่อมบำรุงคู่สาย

(3) รายละเอียดทางเทคนิค

- มี DC SPARK-OVER VOLTAGE อยู่ในช่วง 190 ถึง 250 VOLT เมื่อทดสอบด้วยรูปคลื่น 100 VOLT/SEC
- มี OUTPUT VOLTAGE น้อยกว่า 250 VOLT เมื่อทดสอบด้วยรูปคลื่น 1 kV /  $\mu$ SEC
- มี CAPACITANCE น้อยกว่า 50 pF ที่ความถี่ 1 kHz
- มี OPERATING TEMPERATURE อยู่ในช่วง 0OC ถึง 60 OC
- มี DC RESISTANCE น้อยกว่า 30  $\Omega$
- มี NOMINAL CURRENT น้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 mA ที่อุณหภูมิ 25 OC
- มี TRIP TIME น้อยกว่า 3 SEC ที่กระแส 500 mA, 50 Hz
- มี SURGE CURRENT มากกว่าหรือเท่ากับ 10 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20  $\mu$ SEC

(4) การทดสอบอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารผลการทดสอบคุณสมบัติทางเทคนิคในข้อที่ 3.1, 3.2 และ 3.7 จากโรงงานผู้ผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ซึ่งเอกสารผลการทดสอบนี้จะต้องทดสอบมาแล้วไม่เกิน 6 เดือนนับจากวันที่เสนอขออนุมัติเพื่อประกอบการพิจารณา

- ตู้ใส่แผงต่อสาย ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 MM. ตัวตู้ต้องพันด้วยสีกันสนิมก่อนพ่นสีทับและอบให้แห้ง

- ตู้ใส่แผงต่อสายจะต้องมีที่ยึดสายต่างๆ ให้เรียบร้อย มีที่ติดม้วนสาย JUMPER มีที่ติดเครื่องมือเข้าสาย เครื่องมือเสียบทดสอบสาย และสามารถที่จะติดตั้งระบบ GROUNDING ได้
- ตู้กระจายสายจะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง โดยใช้ TERMINATOR ต่อสายชั้นด้วยสกรูที่ไม่ขึ้นสนิมอย่างดี โดยขนาดของสายไฟและแท่งหลักดินที่ใช้มีระบุไว้ในแบบ

MDF-1 SCHEDULE		
DESCRIPTIONS	INCOMING (PAIRS)	OUTGOING (PAIRS)
TOT OR TT&T	300	-
MDF	300	-
TC	-	260
SPARE	-	40
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

### 1.3 TELEPHONE CABINET (TC)

1.3.1 TERMINALS ต่างๆ ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานในระบบโทรศัพท์เท่านั้น โดยเป็นแบบ MODULES แต่ละชุดสามารถต่อใช้งานกับสายป้อนกลุ่มละ 10 คู่สาย และสำหรับ 10 คู่สายนอก ติดตั้งบนฐานรองรับอยู่ในกล่องต่อสายโดยเฉพาะ (ขนาดและจำนวนคู่สายดูรายละเอียดจากแบบ)

1.3.2 ตัวกล่องต่อสายจะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนัง ในกรณีที่กล่องต่อสายมีขนาดใหญ่จะต้องมี WIRE RETAINER และ WIRE GUIDE เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายโทรศัพท์ที่ TERMINALS จะต้องสามารถจัดทำด้วยเครื่องมือต่อสายด้วยวิธีเชิงกลโดยเฉพาะเท่านั้น

1.3.3 แผง MODULES ที่ใช้กับตู้ TC เป็นชนิด DISCONNECTION TYPE

1.3.4 แผง MODULES จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจนเพื่อเป็นการป้องกันของเทียมหรือทำเลียนแบบ และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่นฯ โดยมีเอกสารอ้างอิง

### 1.4 TELEPHONE CABLE AND WIRES

สายโทรศัพท์ที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. มีจำนวนคู่สายระบุในรูปแบบ การจัดสายโทรศัพท์ทั้งหมดห้ามมิให้ทำการตัดต่อระหว่างทาง และนอกจากระบุเป็นอย่างอื่นสายโทรศัพท์ที่ใช้ให้เป็นไปตามนี้

1.4.1 สายที่ใช้เชื่อมต่อกับสายของบริษัทผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานไปยัง MDF และระหว่าง MDF ให้ใช้สาย AP : ALPETH SHEATHED CABLE

1.4.2 สายที่ใช้จาก MDF ไปยัง TC ให้ใช้สาย TPEV : POLYETHYLENE INSULATED AND PVC. SHEATHED TERMINATING CABLE

1.4.3 สายที่ใช้งานกับเต้ารับโทรศัพท์ภายในอาคารให้ใช้สาย TIEV : INSIDE-OUTSIDE STATION WIRE

## 2. ระบบสื่อสารภายใน

### 2.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และติดตั้งระบบสื่อสารภายใน ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ โดยระบบสื่อสารภายใน ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

2.1.1 MASTER INTERCOM STATION WITH POWER SUPPLY

2.1.2 INTERCOM SUB STATION

2.1.3 INTERCOM STATION

2.1.4 CABLE AND ACCESORIES

2.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

2.2.1 MASTER INTERCOM STATION เป็นแบบที่มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการเรียก และหมายเลข หรือชื่อห้องที่เรียกมา มีลำโพง, ไมโครโฟน และชุด HAND SET สำหรับสนทนา รวมทั้งมีปุ่ม ALL CALL เพื่อประกาศรวม และสามารถเร่ง-ลด ความดังของเสียงได้

2.2.2 INTERCOM SUB STATION เป็นแบบที่มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการเรียก มีปุ่มกดเรียกและมีลำโพงพร้อมไมโครโฟนสนทนา

2.2.3 INTERCOM STATION เป็นแบบที่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้หลายจุด โดยสามารถกดเลือก STATION ปลายทางได้

2.2.4 CABLE สายที่ใช้ในระบบสื่อสารภายใน ให้ใช้สายชนิด และขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์สื่อสารภายในระบุ

2.3 การทำงานของระบบสื่อสารภายใน ใช้ไฟกระแสตรง 12 หรือ 24 โวลต์ ด้วยระบบแปลงไฟที่เหมาะสมจากไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส การทำงานจะเป็นดังนี้

2.3.1 เมื่อเจ้าหน้าที่กดปุ่มที่ SUB STATION จะมีสัญญาณไฟและเสียงที่ MASTER STATION พร้อมกับมีไฟสัญญาณที่ SUB STATION

2.3.2 เมื่อเจ้าหน้าที่ที่ MASTER STATION กดปุ่มตอบรับ และ/หรือ ยกหูจะสามารถพูดโต้ตอบกับเจ้าหน้าที่ที่ SUB STATION ได้ โดยเจ้าหน้าที่ไม่ต้องกดปุ่มใดๆ ทั้งสิ้น

2.3.3 กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ MASTER STATION สามารถแจ้งให้กับเจ้าหน้าที่ทั้งหมดได้รับทราบ เพื่อเตรียมรับสถานการณ์ โดยใช้ปุ่ม ALL CALL บน MASTER STATION

## จบหมวดที่ 7

## หมวดที่ 8

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายไอพี  
(COMPUTER NETWORK AND IP TELEPHONY SYSTEM)

## 1. ทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อการใช้งานกับระบบเครือข่ายหลักของผู้ว่าจ้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งเครื่องโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายไอพี (IP PHONE) พร้อมลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์เพื่อให้ระบบโทรศัพท์ที่ติดตั้งในโครงการนี้สามารถใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายไอพีของผู้ว่าจ้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ

1.3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งในโครงการนี้จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่ใช่ของเก่าเก็บ และไม่ใช่ของเลียนแบบโดยผู้ติดตั้งจะต้องทำการติดตั้งระบบให้เป็นไปตามวิธีการปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรม (Good Engineering Practices) และรับประกันอุปกรณ์หลังการส่งมอบไม่น้อยกว่า 2 ปี

1.4 ผู้รับจ้างต้องทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอกับคุณสมบัติทางเทคนิคตามข้อกำหนดรายการประกอบแบบ

## 2. ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดมีสาย เครือข่ายคอมพิวเตอร์ชนิดไร้สาย ระบบโทรศัพท์ผ่านเครือข่ายไอพี อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ข่ายสายใยแก้วนำแสง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ ตู้ Rack และอุปกรณ์ทุกรายการเพื่อให้ทำงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง โดยอุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังต่อไปนี้

## 3. สวิตช์แกนหลักของอาคาร (Core Switch)

3.1 มีขนาดของ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 192 Gbps

3.2 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล layer 3 Forwarding throughput อย่างน้อย 142 Mpps

3.3 รองรับการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย Gigabit Ethernet และ 10 Gigabit Ethernet ได้โดย interface เหล่านี้สามารถที่จะต่อเพิ่มได้ในภายหลัง

3.4 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ1000BaseX (GBIC หรือ SFP) อย่างน้อย 4 สล็อต พร้อม Transceiver แบบ 1000BaseLX จำนวน 2 พอร์ต

3.5 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000 BaseT อย่างน้อย 20 พอร์ต

3.6 รองรับการเพิ่มพอร์ตแบบ 10Gigabit ได้ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ตได้โดยไม่ต้องถอดอุปกรณ์ใดๆ ออก และรองรับการเพิ่มคุณสมบัติการจ่ายไฟแบบ Power Over Ethernet ได้ในอนาคตโดยการเพิ่มหรือแหล่งจ่ายไฟ

3.7 สามารถสนับสนุนจำนวน MAC Addresses ไม่น้อยกว่า 16,000 Addresses

3.8 สนับสนุนการทำ VLAN ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q

3.9 สนับสนุนการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN (Active VLAN)

3.10 สนับสนุนการทำ spanning tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1D และ IEEE802.1wและ IEEE802.1s

3.11 สนับสนุนการทำ Port Mirror โดยสามารถ Mirror Traffic ได้มากกว่า 2 พอร์ต พร้อมๆ กัน

3.12 สนับสนุนการทำ Port Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ระหว่างพอร์ตที่อยู่ข้ามโมดูลกันได้ (ในกรณีที่เสนอโครงสร้างแบบ Modular Chassis) หรือระหว่างพอร์ตที่อยู่ข้ามอุปกรณ์กันได้ (ในกรณีที่เสนอโครงสร้างแบบ Stacking)



- 3.13 รองรับการให้บริการ User Based VLAN assignment และ Guest VLAN ได้โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x ได้เป็นอย่างดี
- 3.14 สนับสนุน routed protocol ได้แก่ IPv4 และ IP Multicast ได้เป็นอย่างดี
- 3.15 สนับสนุน IP Multicast routing protocol ได้แก่ PIM Sparse Mode และ PIM Dense Mode ได้เป็นอย่างดี
- 3.16 สนับสนุน IP routing protocol ได้แก่ Static Route, RIPv1/2 และ OSPF ได้เป็นอย่างดี
- 3.17 สนับสนุน Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) หรือ Hot Standby Router Protocol (HSRP)
- 3.18 สามารถกำหนดการป้องกันการส่งผ่านข้อมูลด้วย Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-4 ได้
- 3.19 มีฟังก์ชันที่สามารถป้องกันการโจมตี หรือบุกรุก ด้วย ARP Inspection, IP Source Guard และ DHCP Rogue Server ได้เป็นอย่างดี
- 3.20 มีพอร์ต Console เพื่อต่อ Terminal กำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ และสำหรับตรวจสอบระบบได้
- 3.21 สนับสนุน Secure Shell (SSH)
- 3.22 สนับสนุนระบบ Network Management ตามมาตรฐาน SNMP, RMON และ Web-based
- 3.23 อุปกรณ์ ฯ ต้องสามารถติดตั้งบน RACK 19” ได้
- 3.24 สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยแบบ 220 VAC, 50 Hz ได้
- 3.25 ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, FCC และ UL
- 3.26 บริษัทฯ ที่นำเสนอ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
4. สวิตช์กระจายสัญญาณประจำชั้น (10/100 Layer 2 POE Switch)
- 4.1 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ Core Switch ในข้อที่ 3
- 4.2 มี Switching Fabric ขนาดไม่น้อยกว่า 8.8 Gbps
- 4.3 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Forwarding throughput ไม่น้อยกว่า 6.5 Mpps
- 4.4 มีพอร์ต Fast Ethernet แบบ 10/100BaseTX จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต ที่สามารถจ่ายไฟแบบ PoE ตามมาตรฐาน IEEE802.3af โดยสามารถจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 15.4 watt ทุกพอร์ต หรือไม่น้อยกว่า 370 watt ต่อหนึ่งอุปกรณ์
- 4.5 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยสามารถเลือกใช้งานแบบ 1000BaseX ได้
- 4.6 สามารถสนับสนุนจำนวน MAC Addresses ไม่น้อยกว่า 8,000 Addresses
- 4.7 สนับสนุนการทำ VLAN ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q
- 4.8 สนับสนุนการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 256 VLAN
- 4.9 สนับสนุนการทำ spanning tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1D, IEEE802.1w และ IEEE802.1s
- 4.10 สนับสนุนการทำ Port Mirror ได้
- 4.11 สนับสนุนการทำ Port Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- 4.12 รองรับการให้บริการ User Based VLAN assignment และ Guest VLAN ได้โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x ได้เป็นอย่างดี
- 4.13 สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของข้อมูลด้วยมาตรฐาน IEEE 802.1p ได้
- 4.14 สามารถทำการ Clustering ร่วมกับอุปกรณ์ Core Switch ได้
- 4.15 มี Console port เพื่อต่อ Terminal กำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ และสำหรับตรวจสอบระบบได้



- 4.16 สนับสนุนระบบ Network management ตามมาตรฐาน SNMP, RMON และ Web-based
- 4.17 อุปกรณ์ฯ ต้องสามารถติดตั้งบน Rack 19” ได้
- 4.18 สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยแบบ 220 VAC 50 Hz ได้
- 4.19 ผ่านรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, FCC และ UL
- 4.20 บริษัทฯ ที่นำเสนอ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
  5. สวิตช์กระจายสัญญาณสำหรับห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (10/100 Layer 2 Switch)
    - 5.1 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันกับอุปกรณ์ Core Switch ในข้อที่ 3
    - 5.2 มี Switching Fabric ขนาดไม่น้อยกว่า 8.8 Gbps
    - 5.3 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Forwarding throughput ไม่น้อยกว่า 6.5 Mpps
    - 5.4 มีพอร์ต Fast Ethernet แบบ 10/100BaseTX จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยสามารถเลือกใช้งานแบบ 1000BaseX ได้
    - 5.5 สามารถสนับสนุนจำนวน MAC Addresses ไม่น้อยกว่า 8,000 Addresses
    - 5.6 สนับสนุนการทำ VLAN ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q
    - 5.7 สนับสนุนการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 256 VLAN
    - 5.8 สนับสนุนการทำ spanning tree ตามมาตรฐาน IEEE802.1D, IEEE802.1w และ IEEE802.1s
    - 5.9 สนับสนุนการทำ Port Mirror ได้
    - 5.10 สนับสนุนการทำ Port Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
    - 5.11 รองรับการให้บริการ User Based VLAN assignment และ Guest VLAN ได้โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x ได้เป็นอย่างดี
    - 5.12 สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของข้อมูลด้วยมาตรฐาน IEEE 802.1p ได้
    - 5.13 สามารถทำการ Clustering ร่วมกับอุปกรณ์ Core Switch ได้
    - 5.14 มี Console port เพื่อต่อ Terminal กำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ และสำหรับตรวจสอบระบบได้
    - 5.15 สนับสนุนระบบ Network management ตามมาตรฐาน SNMP, RMON และ Web-based
    - 5.16 อุปกรณ์ฯ ต้องสามารถติดตั้งบน Rack 19” ได้
    - 5.17 สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยแบบ 220 VAC 50 Hz ได้
    - 5.18 ผ่านรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, FCC และ UL
    - 5.19 บริษัทฯ ที่นำเสนอ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
  6. อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณระบบเครือข่ายชนิดไร้สาย (Wireless Controller)
    - 6.1 เป็นอุปกรณ์ Hardware appliance ที่สามารถควบคุมและบริหารจัดการอุปกรณ์ Wireless Access Point ที่นำเสนอได้ไม่น้อยกว่า 48 อุปกรณ์ และรองรับการขยายได้เพิ่มอีกไม่น้อยกว่า 72 อุปกรณ์โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์
    - 6.2 มีพอร์ตแบบ 1000BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต และ พอร์ตแบบ 10/100BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
    - 6.3 ต้องมีแหล่งจ่ายไฟจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด และสามารถทำงานได้แบบ Redundant Power Supply
    - 6.4 สามารถทำ Centralized Policy and Configuration Management ได้
    - 6.5 สามารถทำ Fast Roaming ระหว่าง Wireless Access Points ได้
    - 6.6 สามารถทำ Rogue Detection ได้

- 6.7 สามารถทำ RF Control/Management ได้
  - 6.8 สามารถทำ Load Sharing ระหว่าง Access Points ได้
  - 6.9 สามารถทำงานแบบ Web Portal หรือ Web Authentication ได้
  - 6.10 สามารถทำ Security ตามมาตรฐาน AES, TKIP, WEP Encryption, WPA และ 802.1x login ได้
  - 6.11 สามารถทำการ บริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI (Command Line Interface), Web-Based Management และ โปรแกรมสำหรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ควบคุม Wireless Access Point แบบรวมศูนย์
  - 6.12 รองรับการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RFID tag ได้
  - 6.13 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC, UL และ EN เป็นอย่างน้อย
  - 6.14 เป็นอุปกรณ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณที่นำเสนอ
  - 6.15 อุปกรณ์รุ่นที่เสนอ ต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตในวันที่ทำการติดตั้ง และต้องเป็นเครื่องใหม่ที่ยังมิได้ทำการติดตั้งใช้งาน ณ ที่ใดมาก่อน และไม่เป็นเครื่องที่ถูกนำมาปรับปรุงสภาพใหม่ (Reconditioned หรือ Rebuilt)
7. อุปกรณ์กระจายสัญญาณระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point)
    - 7.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่วิทยุในการรับส่งข้อมูลโดยใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHz
    - 7.2 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE802.11g และ IEEE802.11b
    - 7.3 มีพอร์ตชนิด Fast Ethernet 10/100 BASE-TX อย่างน้อย 1 พอร์ต ซึ่งสนับสนุน power over Ethernet โดยอุปกรณ์ระบบเครือข่ายไร้สายทุกชุดที่เสนอตามโครงการนี้จะต้องติดตั้งโดยรับกำลังไฟฟ้าผ่านทางสายระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เท่านั้น
    - 7.4 รองรับการติดตั้งเสาอากาศภายนอกได้ (External Antenna)
    - 7.5 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.1x และสามารถตรวจสอบสิทธิ์เข้ามาใช้งานโดยดูจาก MAC Address ได้
    - 7.6 สนับสนุนการเข้ารหัสแบบ WEP และ WPA2
    - 7.7 สามารถสร้าง VLAN ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้
    - 7.8 รองรับการใช้งานแบบ Multiple SSID
    - 7.9 รองรับการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมแบบรวมศูนย์ในอนาคตได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์
    - 7.10 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ด้วยผ่านทาง Web-based และ SNMP ได้
    - 7.11 ผ่านรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC FCC และ UL
    - 7.12 บริษัทฯ ที่นำเสนอ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขาของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
  8. เครื่องโทรศัพท์ผ่านระบบเครือข่าย (IP Phone) พร้อมลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์
    - 8.1 เชื่อมต่อกับระบบด้วยมาตรฐาน SIP และสามารถทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ Call Processor หรือ SIP Server ของผู้ว่าจ้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ
      - 8.2 มี Interface แบบ 10/100BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ports และสามารถเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบ Power over Ethernet (PoE) ตามมาตรฐาน IEEE802.3af หรือดีกว่าได้
      - 8.3 มีจอแสดงผล Display ได้ไม่น้อยกว่า 2 บรรทัด (160x33 pixels) พร้อมปุ่มควบคุมแบบสี่ทิศทาง
      - 8.4 มี Speaker Phone
      - 8.5 มี Message waiting light สำหรับแสดงสถานะของฝากข้อความ Voice mail และมีปุ่มสำหรับเรียกฟัง Voice mail
      - 8.6 สามารถทำการบีบอัดข้อมูลเสียง (Voice Codec) แบบ G.711หรือ G.729 ได้
      - 8.7 มีคุณสมบัติในการทำ Quality of Service ดังต่อไปนี้

- (1) Adaptive Jitter Buffer
- (2) IP-ToS
- (3) IEEE802.1p
- 8.8 สามารถปรับเปลี่ยน Ring Tone ได้
- 8.9 สามารถตัดเสียงพูด (Mute) เพื่อป้องกันเสียงออกไปยังปลายทางได้
- 8.10 สามารถปรับระดับเสียง (Volume) ดัง/เบา ได้
- 8.11 สามารถรองรับระบบเสียงชนิด Wideband Audio ได้
- 8.12 จะต้องทำการติดตั้งโดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับ Certificate ด้านการติดตั้งระบบ IP Telephony จากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามรายการนี้
- 8.13 บริษัทฯ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
9. อุปกรณ์เชื่อมโยงเครื่องโทรสารขนาด 2 พอร์ต (2-Port FXS)
- 9.1 เชื่อมต่อกับระบบด้วยมาตรฐาน SIP และสามารถทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ Call Processor หรือ SIP Server ของผู้ว่าจ้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ
- 9.2 มี Interface แบบ 10/100BaseT หรือดีกว่าเพื่อการต่อเชื่อมระบบเครือข่าย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 9.3 มีพอร์ต FXS จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต พร้อม License การใช้งานสำหรับ อุปกรณ์ Call Processor หรือ SIP Server ของผู้ว่าจ้าง
- 9.4 ระบบสามารถทำการบีบอัดข้อมูลเสียง (Voice Codec) แบบ G.711, G.729 ได้
- 9.5 รองรับมาตรฐาน T.38 สำหรับการทำงานของ Fax
- 9.6 สามารถบริหารจัดการระบบ ผ่าน Web-Based Management ได้
- 9.7 จะต้องทำการติดตั้งโดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับ Certificate ด้านการติดตั้งระบบ IP Telephony จากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ติดตั้งตามรายการนี้
- 9.8 บริษัทฯ จะต้องได้รับการรับรองอุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน จากบริษัทที่เป็นบริษัทสาขา ของบริษัทผู้ผลิตฯ ที่ประจำในประเทศไทยเท่านั้น
10. เครื่องสำรองไฟฟ้า
- 10.1 เป็นชนิด True Online มีขนาดไม่น้อยกว่า 10,000VA/700Watt ติดตั้งโดยเชื่อมต่อกันเพื่อทำงานในลักษณะ Share Load Redundancy
- 10.2 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO-9001
- 10.3 รองรับ แรงดันขาเข้า 220 V  $\pm$ 20% หรือดีกว่า
- 10.4 รองรับ ความถี่ขาเข้า 50 Hz  $\pm$ 10%
- 10.5 มี Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.97 ที่ Full Load
- 10.6 แรงดันขาออก สภาวะปกติ และ สภาวะสำรองไฟฟ้า 220V  $\pm$ 2%
- 10.7 ความถี่ขาออก 50 Hz  $\pm$  ไม่เกิน 1%
- 10.8 Output Receptacles เป็นแบบ IEC320-C13 หรือ Terminal ที่ติดกับตัวเครื่องเท่านั้น
- 10.9 มี Wave Form เป็นชนิด Pure Sine Wave
- 10.10 มี Battery แบบ Sealed Lead Acid ชนิด Maintenance Free สำรองไฟฟ้าได้ ไม่น้อยกว่า 7 นาที ที่ Full Load (7000W)
- 10.11 มีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรจาก Input, Output

10.12 มีสัญญาณแสดงสถานะต่างๆรวมทั้งสัญญาณเสียงเพื่อเตือนผู้ใช้งานอย่างน้อยดังนี้ Battery Low, Over Load และ Fault

10.13 มีระบบป้องกันแบตเตอรี่เสียหาย (Low Battery shutdown)

10.14 มี Efficiency AC to AC ที่ Full Load ไม่น้อยกว่า 90%

10.15 สามารถติดตั้งใน Rack 19" ได้

10.16 ต้องได้รับมาตรฐาน CE, TUV, EN

11. เดินสายระบบเครือข่ายภายในอาคาร

11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ต่างๆ ตามขอบเขตที่กำหนด ในแบบหรือในข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานและตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

11.2 การติดตั้งสาย LAN ห้ามมีการต่อสายโดยเด็ดขาด และระยะสายแต่ละจุดจะต้องไม่เกิน 90 เมตร

11.3 ติดตั้งโดยใช้สายสัญญาณเครือข่ายชนิดเส้นทองแดงตีเกลียวไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน CAT6 ซึ่งมีคุณสมบัติขั้นต่ำ ตามข้อกำหนดมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียวแบบ 4 คู่สาย ขนาด 24 AWG ชนิด Solid Bare Copper wire และมี Rip Cord อยู่ภายใน โดยมี Insulation ทำด้วย Polyethylene

(2) ฉนวนที่หุ้มต้องเป็น PVC และต้องได้มาตรฐาน Flame Rating: UL(CM) หรือ CMR

(3) มีค่า Conductor DC Resistance ที่อุณหภูมิ 20°C สูงสุด 9.38 Ohm/100m

(4) สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -15°C ถึง +70°C

(5) สามารถทนแรงดึง (pulling tension) ได้ไม่น้อยกว่า 108N

(6) มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 20.0dB/100m ที่ความถี่ 100MHz และไม่น้อยกว่า 17.0dB/100m ที่ความถี่ 250MHz

(7) มีอัตราการทอนสัญญาณมากที่สุดไม่เกิน 20.0dB/100m ที่ความถี่ 100MHz และไม่เกิน 33.0dB/100m ที่ความถี่ 250MHz

(8) มีค่า Pr-Pr ACR เทียบกับระยะทาง 100 เมตร ที่ความถี่ 100MHz ไม่น้อยกว่า 24.0 dB และที่ความถี่ 250MHz ไม่น้อยกว่า 5.0dB

(9) มีค่า Power Sum NEXTเทียบกับระยะทาง 100m ไม่น้อยกว่า 42.0dB ที่ความถี่ 100 MHz และไม่น้อยกว่า 36.0dB ที่ความถี่ 250MHz

(10) มีค่า Power Sum ELFEXTเทียบกับระยะทาง 100 m ไม่น้อยกว่า 24.0dB ที่ความถี่ 100 MHz และไม่น้อยกว่า 16.0dB ที่ความถี่ 250MHz

(11) มีค่า Pr-Pr ELFEXTเทียบกับระยะทาง 100m ไม่น้อยกว่า 27.0dB ที่ความถี่ 100 MHz และไม่น้อยกว่า 19.0dB ที่ความถี่ 250MHz

(12) มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801, TIA/EIA 568-B.2 และ IEC60332.1

(13) อุปกรณ์ประกอบอื่นในระบบสายสัญญาณ UTP CAT6 เช่น Patch Panel, Patch Cord และ Modular Jack/Plug เป็นต้น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

12. ระบบสายใยแก้วนำแสง

12.1 สายใยแก้วนำแสงที่ใช้ต้องเป็น สายใยแก้วนำแสงชนิด Single Mode 9/125  $\mu\text{m}$

12.2 สายใยแก้วนำแสงที่ใช้ในนั้น ในแต่ละแกนจะต้องมีกำหนดมาตรฐานรหัสสี (Core Color) แตกต่างกัน

12.3 สายใยแก้วนำแสงที่ใช้จะต้องได้การรับรองการตรวจสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

(1) TIA/EIA-455-33 Tensile Loading and Bending Test

- (2) TIA/EIA-455-85 Twist Test
- (3) TIA/EIA-455-3 Temperature Cycling
- (4) TIA/EIA-455-3 Cable Aging
- (5) TIA/EIA-455-82 Water Penetration

12.4 การติดตั้งเดินสายต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องรัศมีความโค้ง และการออกแรงดึงสายใยแก้วนำแสงต้องไม่เกินที่ระบุโดยผู้ผลิต โดยต้องส่งเอกสารที่เป็นรายละเอียดของเคเบิลที่จัดทำโดยผู้ผลิตให้กับผู้ว่าจ้างเพื่อใช้ควบคุมการติดตั้ง

12.5 ระหว่างจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางใดๆ สายเคเบิลต้องไม่มีการต่อระหว่างทางเด็ดขาด

12.6 ในการติดตั้งสายเคเบิล บริเวณที่ใกล้ปลายสายทั้งสองด้านต้องมีที่มั่นคงแข็งแรงปลอดภัยสำหรับพักสายเคเบิลที่มีความยาวไม่น้อยกว่าที่มาตรฐานระบุไว้หรือไม่น้อยกว่า 5 เมตร และต้องมีอุปกรณ์และวิธีการพักสายที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถปลดสายที่พักอยู่นี้ไปใช้ในกรณีสายขาดโดยไม่กระทบต่อปลายสายที่ติดตั้งในตู้พักสาย

12.7 ต้องมีชุดจับยึดปลายสายเคเบิลเข้ากับตู้ RACK ทำด้วยโลหะ มีเข็มขัดโลหะสำหรับยึดสาย ตัวยึดโลหะสำหรับ grounding และหลักยึด strength member ของเคเบิล ตามแบบ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือตามวิธีการที่ระบุไว้ตามเอกสารของผู้ผลิตตู้พักสาย ให้เสนอวิธีการพักสาย รูปตัวอย่างของการพักสายและชุดจับยึดปลายสายที่จะใช้ในส่วนนี้มาเพื่อพิจารณา

12.8 สายเคเบิลหากเป็นชนิดที่มีชั้นในเป็นโลหะ ต้องมีการติดตั้งระบบต่อลงดินที่เหมาะสม

12.9 การเดินสายลักษณะเดินในอากาศต้องต่อสายสะพานลงดิน(Grounding) ทุกๆ 250 เมตร

12.10 ในการต่อปลายสายเข้ากับขั้วต่อสาย (connector) จะต้องกระทำอย่างประณีต โดยให้มีความสูญเสียของสัญญาณไม่เกิน 0.5 dB ต่อหนึ่ง ขั้วต่อสาย

12.11 การตัดต่อสายแบบถาวรโดยวิธี fusion splicing นั้นจะต้องวัดค่าความสูญเสียได้ไม่เกิน 0.02 dB

12.12 การเข้าหัวสายสำหรับสายเคเบิลชนิด loose-tube และ “tight-buffer non-break out” ให้ใช้ pigtail ชนิด breakout cable ที่เข้าหัวสายมาอย่างดีจากโรงงานด้วย epoxy ทำ automatic fusion splicing กับสายจากเคเบิล และพักจุดต่อไว้ใน splice holder ที่วางบน organizer tray ที่อยู่ในตู้พักแล้วจึงนำส่วนปลายอีกข้างของ pigtail ที่เป็น SC ต่อเข้ากับ adapter plate ทั้งหมดติดตั้งในตู้ RACK 19” ต้องมีเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างคอยสังเกตการทำงานนี้ด้วย

12.13 การเข้าหัวสายสำหรับสายเคเบิลชนิด “tight-buffer breakout cable” ให้เข้าหัวสายแบบใช้กาว epoxy ตามวิธีการที่แนะนำโดยผู้ผลิต โดยต้องส่งเอกสารที่เป็นรายละเอียดของวิธีการเข้าหัวสายที่จัดทำโดยผู้ผลิตให้กับผู้ซื้อเพื่อใช้ควบคุมการติดตั้ง

12.14 ปลายแต่ละข้างของเส้นใยแก้วนำแสงใช้ขั้วต่อสายแบบ simplex SC connector ตามสีที่และทำเครื่องหมายที่กำหนดโดยผู้ว่าจ้างเพื่อใช้อ้างอิงในการทดสอบ ครอบคลุมจำนวนเส้น (core) ทุกเส้นและติดตั้งในตู้พักสายที่มี duplex SC coupling ตามสีที่กำหนด

12.15 สายเคเบิลทุกเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายถาวรด้วยการติดแผ่นอะลูมิเนียมที่ต่อกรหัสสาย หรือใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมกว่า ติดในตำแหน่งที่สามารถแยกแยะสายทุกเส้นได้ชัดเจนเมื่อสายอยู่รวมกลุ่มกัน โดยทำเครื่องหมายที่สายเคเบิลที่ทุกจุดยึดสายเคเบิลเข้ากับเสา ทุกจุดยึดเข้ากับอาคาร และทุกจุดที่มีกล่องต่อท่อร้อยสายแบบเปิดได้ ที่ตรงกับเลขหมายบอกความยาวสายบนเปลือกสายเคเบิล

12.16 ในการติดตั้งสายเคเบิลจะต้องมีการพันเทป PVC สีส้ม ความกว้าง 1.5 นิ้ว บนผิวเคเบิล บริเวณห่างจากจุดที่มีการติดตั้งเคเบิลเข้ากับเสาหรือตัวอาคาร 15 เซนติเมตร ทั้งสองข้างของจุดที่ติดตั้งเคเบิล โดย เทป PVC ที่ใช้ต้องมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ของ 3M



12.17 มีการบันทึกเลขหมายบอกความยาวสายที่จุดทำเครื่องหมายทุกจุด และทุกตำแหน่งของจุดที่มีเครื่องหมายนั้นประกอบในรายงานการติดตั้งเพื่อใช้ในการหาจุดเสียของสายเคเบิลแต่ละเส้น

12.18 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับร้อยสาย จับยึดสายเข้ากับเสาและตัวอาคาร ต้องคำนึงถึงการติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อให้ติดตั้งสายเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์นั้นอีก

12.19 การติดตั้งภายในท่อร้อยสายต้องติดตั้งภายในท่อร้อยสายย่อย (Sub-duct) เท่านั้น

12.20 ระบบสายใยแก้วนำแสงตอนนอกเป็นการเดินสายแบบผสม ได้แก่การเดินสายลอย (Aerial Cable) และการเดินร้อยท่อสาย ติดตั้งภายในรางร้อยสายภายในอาคาร ต้องติดตั้งด้วยอุปกรณ์ที่เป็นมาตรฐานการติดตั้ง

12.21 สายสัญญาณ ท่อร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ในระบบข่ายสายตอนนอก จะต้องเป็นประเภทที่ออกแบบให้ใช้กับสภาพแวดล้อมตอนนอก (Out-door Environment)

#### การทดสอบ

12.22 สำหรับระบบสายใยแก้วนำแสง ผู้ขายจะต้องทำการทดสอบสายใยแก้วนำแสง หลังการติดตั้งแล้วด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทดสอบที่ได้มาตรฐาน และต้องเสนอวิธีการทดสอบพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้

(1) การทดสอบการสูญเสียกำลัง (attenuation or loss test)

(2) การทดสอบด้วย OTDR

(3) การทดสอบความต้านทานลงดิน (ground resistance test) ที่จุดต่อลงดินทุกจุด

12.23 ในขณะที่ทดสอบจะต้องมีเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างคอยสังเกตการทำงานนี้ด้วย

12.24 หลังจากการติดตั้งผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบสายทุกเส้น หากมีสายเส้นใดไม่ผ่านการทดสอบต้องแก้ไขให้ผ่านการทดสอบทุกเส้น และส่งผลการทดสอบในรายงาน เพื่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างใช้เป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบแบบสุ่มอีกจำนวนไม่น้อยกว่า 10% ของจำนวนสายทั้งหมด

12.25 หากการตรวจรับงานไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีสายจำนวนหนึ่งไม่ผ่านการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบวิธีการชดเชยอันเนื่องมาจากความบกพร่องดังกล่าวต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

13. อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge Protection Device 3 Phase 100KA)

13.1 เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากฟ้าผ่าและไฟกระชอกหรือการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ซึ่งปนเข้ามาหรือเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้า AC Power Line ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์

13.2 จะต้องทำงานด้วยการติดตั้งในลักษณะต่อขนานกับสายจ่ายไฟฟ้าของระบบงาน

13.3 ต้องสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้ากระชอก (Surge) และแรงดันไฟเกินชั่วขณะ (TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าในรูปของไฟกระชอกแบบช่วงยาวตามมาตรฐาน ANSI/ IEEE C62.41.1-2002 ได้

13.4 ชิ้นส่วนภายในที่มีหน้าที่รับ Surge หรือไฟกระชอก เช่น Metal Oxide Varistor (MOV) จะต้อง มี 1 ตัว ต่อ 1 วงจร ตามขนาดของ Surge Current ที่กำหนดเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการรับไฟกระชอก โดยห้ามนำ MOV ขนาดเล็กกว่าหลายๆ ตัวมาต่อขนานกัน

13.5 จะต้องมีส่วนแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ เช่น หลอดไฟแสดงสถานะการต่อกับระบบไฟฟ้าและหลอดไฟแสดงสภาพการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันว่าทำงานปกติ หรือผิดปกติ ในกรณีผิดปกติจะต้องมีสัญญาณเสียงเตือนด้วย

13.6 มีตัวนับการกระชอกของกระแสไฟฟ้า (Surge Counter) ซึ่งจะทำการนับจำนวนครั้งที่มีการกระชอกของกระแสไฟฟ้าเกิน 1 kA โดยมีจำนวนหลักในการนับไม่น้อยกว่า 3 หลัก

13.7 เป็นอุปกรณ์ที่สามารถลดแรงดันอันเนื่องมาจากฟ้าผ่าได้ตามรูปคลื่นมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41.1-2002

13.8 ใช้กับ Line Voltage หรือแรงดันของระบบไฟฟ้าที่อุปกรณ์จะต่อใช้งานแบบ Three Phase Four Wire 380/220 Volt

- 13.9 ใช้กับ Line Frequency หรือความถี่ของระบบไฟฟ้าแบบ 50 Hz
- 13.10 มี Leakage Current หรือกระแสรั่วไหลของตัวอุปกรณ์ป้องกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 mA เมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volt, 50 Hz โดยไม่รวมกระแสส่วนแสดงผล
- 13.11 สามารถรับ Surge Current หรือกระแสไฟฟ้ากระชอกได้ไม่น้อยกว่า 100 kA/Phase ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20  $\mu$ Sec.
- 13.12 ต้องมี Clamping Voltage หรือแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ป้องกันเริ่มทำงาน หรือเริ่มทำการป้องกันที่ 285 Volt  $\pm$ 10%, 50 Hz (ที่กระแสไม่น้อยกว่า 5 A)
- 13.13 ต้องมี TOVs surge protection หรือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากแรงดันไฟเกินชั่วขณะ (TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าในรูปของไฟกระชอกแบบช่วงยาวตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41.1-2002 โดยมีค่าน้อยกว่า 285 Volt ที่ค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวอุปกรณ์ป้องกันมากกว่า 10 A, 50 Hz ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 3 วินาที
- 13.14 ต้องมี Let Through Voltage หรือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากกระแสไฟกระชอกแบบช่วงสั้น (Transient) ตามรูปคลื่นมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41.1-2002 ขนาด 6 kV (1.2/50  $\mu$ Sec) และ 3 kA (8/20  $\mu$ Sec.) น้อยกว่า 900 Volt
- 13.15 ต้องมี Response Time หรือเวลาตอบสนองของอุปกรณ์ป้องกันในการทำงานที่น้อยกว่า 25 nSec.
- 13.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001
14. เ้ารับสัญญาณคอมพิวเตอร์และระบบโทรศัพท์บนเครือข่ายไอพี
- 14.1 สำหรับสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ชนิด UTP CAT6 4 Pairs ซึ่งเดินมาจาก Patch Panel Rack โดยใช้ปลั๊กชนิด RJ 45
- 14.2 สำหรับสายสัญญาณโทรศัพท์บนเครือข่ายไอพีชนิด UTP CAT6 4 Pairs ซึ่งเดินมาจาก Patch Panel Rack โดยใช้ปลั๊กชนิด RJ 45
15. กล่องเชื่อมต่อสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (Patch Panel)
- ใช้สำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณในแนวตั้ง (Riser) และในแนวนอน โดยมีชนิดของขั้วต่อที่เหมาะสมกับชนิดของสายสัญญาณ โดยใช้ Rack ตามมาตรฐาน EIA ติดตั้งในกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสม และต้องจัดให้มี Cable Management Accessories ต่างๆ ให้ครบถ้วน เพื่อให้จัดสายได้ อย่างเป็นระเบียบสวยงาม

## จบหมวดที่ 8



## หมวดที่ 9

## เครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน (Uninterruptible Power Supply : UPS)

1. ความต้องการทั่วไป
  - 1.1. ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดคุณสมบัติและการติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินUPS, อุปกรณ์ควบคุม , Bypass Switch ตลอดจน Battery Backup
  - 1.2. เครื่องUPS เป็นแบบ Double Conversion On-line UPS with Parallel Redundancy Configuration ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าเกิดขัดข้องโดยขนาดกำลังไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบเพื่อจ่ายโหลดที่ Power Factor 0.8Lagging, 380/220V, 3-Phase, 4-Wire, 50 Hz. และจะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 %
  - 1.3. เครื่อง UPS จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถมอนิเตอร์การทำงานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้
  - 1.4. เครื่อง UPS และอุปกรณ์ประกอบต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC, EN, VDE, BS, ANSI,UL, ISO หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
  - 1.5. เครื่อง UPS จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่างๆของ UPS ตามข้อกำหนดณโรงงานผู้ผลิตก่อนการจัดส่งพร้อมด้วยรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง
  - 1.6. เครื่อง UPS ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศสหรัฐอเมริกาหรือกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น
  - 1.7. ผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นถึงแม้ว่าจะไม่ระบุไว้ในแบบหรือข้อกำหนดก็ตามเพื่อให้เครื่อง UPS ทำงานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของวิศวกร
2. เครื่อง UPSขนาด 20kVA
  - 2.1. เครื่อง UPS จะต้องมีการทำงานในสภาวะการณดังต่อไปนี้
    - ก. ในภาวะการณปกติ

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับเครื่อง UPS ตามปกติชุด Rectifier จะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่สม่ำเสมอเพื่อจ่ายให้กับชุด (Inverter) และพร้อมกันนี้ก็จะประจุแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพเต็มตลอดเวลา (Fully Charge) ชุด Inverterเมื่อได้รับไฟฟ้ากระแสตรงแล้วก็สามารถเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่คงที่เพื่อจ่ายให้กับLoad ต่อไป
    - ข. ในภาวะการณฉุกเฉิน

เมื่อกระแสไฟฟ้าเกิดขัดข้องชุด Rectifier จะหยุดทำงานและแบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับชุด Inverter เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและจ่ายให้กับ Load ได้ทันทีโดยไม่ขาดตอนเป็นเวลาไม่น้อยกว่า5 นาทีหรือตามที่กำหนดหลังจากนั้นถ้ากระแสไฟฟ้าตามปกติยังไม่จ่ายไฟมาเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ (Automatic Shutdown) พร้อมสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)
    - ค. ในภาวะการณ Bypass

Automatic Bypass  
เมื่อเครื่อง UPS ทำงานขัดข้องหรือใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง (Overload) ชุด Bypass Switch ต้องสามารถย้าย Load จากชุด Inverter ไปต่อเข้ากับไฟฟ้าด้าน Reserve ไว้ได้โดยอัตโนมัติโดยไม่ขาดตอนและ

เมื่อทุกอย่างอยู่ในภาวะปกติชุด Bypass Switch ก็ต้องสามารถย้าย Loadกลับมาต่ออย่างเดิมได้ โดยอัตโนมัติและไม่ขาดตอนเช่นกัน

#### Manual Bypass

ในกรณีต้องการซ่อมหรือบำรุงรักษา UPS ให้มีอุปกรณ์ Manual Bypass เพื่อป้องกันอันตราย ในขณะที่ปฏิบัติงานกับ UPS การ Transfer หรือ Retransfer โดยอุปกรณ์ ManualBypass ต้องสามารถ Synchronize ด้าน Power Supply ทุกสถานะได้และไม่ทำให้โหลดขาดตอน

2.2. เครื่อง UPS จะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมสำหรับเครื่อง UPS เพื่อความปลอดภัยดังนี้

#### ก. อุปกรณ์ป้องกัน

ต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังรายละเอียดข้างล่างหรือที่กำหนดไว้ในแบบ

- อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านเข้า
- อุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้ากระแสตรง
- อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านนอก

#### ข. การเตือน

ต้องมีสัญญาณแสดงภาวะการทำงานและการเตือน

2.3. เครื่อง UPS จะต้องมีความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาโดยต้องมีแผงแสดงการเตือนสภาวะการทำงานและการวัดแสดงบน Screen และควบคุมโดย Keyboard อีกทั้งสามารถเก็บบันทึกเหตุการณ์ของการเตือนและความผิดปกติได้อีกด้วย

#### ก. การวัดจะต้องสามารถวัดค่าได้อย่างน้อยดังนี้

- Output Voltage
- Output Current
- Output Frequency
- Output Power
- Input Voltage
- Input Current
- Input Frequency
- Battery Voltage
- Battery Current

#### ข. ภาวะการทำงานและการเตือนจะต้องสามารถแสดงได้อย่างน้อยดังนี้

- Rectifier On/Off
- Input Power Supply Fail
- Rectifier / Input Fuse Fail
- Rectifier /Over Temperature
- Inverter On/Off
- Inverter Relay Fail
- Inverter / Over Temperature
- Battery On

- Battery Low Pre Warning
- Bypass On
- Main Frequency Abnormal

กำหนดให้มีแผง Remote Indicator ที่ห้องควบคุมกลางด้วย

#### 2.4. เครื่อง UPS จะต้องมียารละเอียดอย่างน้อยดังนี้

##### ก. Rectifier/Charger

Rectifier/Charger ชนิด IGBT สามารถจ่ายกระแส DC ให้ Inverter และ Battery โดย Rectifier/Chargerต้องมีขนาดเพียงพอที่จะ

จ่ายไฟให้ Inverter ขณะ Full Load และต้องสามารถประจุกำลังไฟฟ้าให้ Battery ได้ 4.5 KW

- Number of phase : 3 Phase + Neutral (3Phase , 4Wire System)
- Input Voltage : 380/220V  $\pm$ 20%
- Input Frequency : 50Hz  $\pm$  10%
- Input Power Factor :  $\geq$  0.99at Full Load
- Surge Protection : Provided
- Adjustable Current Limit : 110 – 115% at Full Load

##### ข. Inverter

Inverter แปลงไฟ DC จาก Rectifier หรือ Battery เป็นไฟ AC 380/220 Volt 3 Phase 4 Wire 50 Hz. โดยมี Output Power ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบที่ 0.8 PF Lagging

- Output Voltage Regulation :  $\pm$ 1% Balance Load
- Frequency Stability :  $\pm$  0.25%
- Over Load Capability : 105% - 125% 5 min , 125% - 150% 1 min, 150% 200ms
- Transient Voltage Variation :  $\leq$ 60ms to Steady-State Voltage
- Load Power Factor Permitted : 0.9
- Output Voltage Distortion (THDU) :  $\leq$ 2% Linear Load  
 $\leq$  5% Non-linear Load

##### ค. Static Bypass Switch

Static Bypass Switch (SBS) ต้องมียารละเอียดดังนี้

- Static Bypass Switch จะต้องมียารละเอียดและจำนวนตามที่ระบุในแบบ
- ระบบควบคุมการจ่ายไฟของ UPS และการทำงานของ Static Bypass Switch

ต้องสามารถควบคุมการจ่ายไฟในภาวะปกติและการ Bypass เมื่อ UPS เกิดปัญหาโดยไม่มีผลกระทบต่อจ่ายไฟของ Load

#### 4 แบตเตอรี่

##### 4.1 แบตเตอรี่จะต้องมีรายละเอียดและคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ก. แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS., IEC, ANSI และ UL ซึ่งออกแบบให้ใช้งานร่วมกับระบบ UPS ได้เป็นอย่างดี
- ข. แบตเตอรี่เป็นแบบ Free Maintenance Stationary Seal Lead Acid (Valve Regulated)
- ค. แบตเตอรี่ต้องสามารถจ่าย Load Output ให้กับ UPS ขนาดตามที่ระบุในแบบที่ Power Factor 0.8 ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาทีที่พิกัดโหลดในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ
- ง. ต้องแสดงรายการคำนวณในการเลือกแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ต้องกำหนดค่า Float Voltage เท่ากับ 2.25 VDC/Cell และ End Voltage เท่ากับ 1.75 VDC/Cell (การเลือกขนาดแบตเตอรี่ให้คำนวณที่อุณหภูมิ 25°C)
- จ. อายุการใช้งานต้องไม่น้อยกว่า 10 ปีขึ้นไปที่อุณหภูมิ 25°C
- ฉ. ขั้วแบตเตอรี่ต้องทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นอย่างดีและต้องมีฉนวนหุ้มป้องกันการลัดวงจร
- ช. Connectors และ Busbar ต้องเป็นทองแดงหรือนิกเกิลเพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากกรด และเคมีพร้อมมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันการลัดวงจร
- ซ. Battery Container ต้องทำจากวัสดุทนไฟและทนต่อแรงกระแทกได้ดี
- ณ. Safety Valve ในแต่ละ Cell จะถูกออกแบบให้มี Safety Valve เพื่อป้องกันแรงดันภายใน Cell กรณี Over Charge

##### 4.2 แบตเตอรี่จะต้องติดตั้งบนชั้นวางซึ่งอยู่ภายใน Battery Cabinet ติดตั้งติดกันกับเครื่อง UPS หรือติดตั้งบน Rack ภายในห้องแบตเตอรี่ที่ใกล้กันกับเครื่อง UPS (ตามที่ระบุในแบบ) การติดตั้งแบตเตอรี่และส่วนประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตกำหนดไว้และมีความสะอาดและปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- ก. ตู้ Cabinet ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและมีช่องสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ
- ข. ชั้นวางแบตเตอรี่ต้องทำด้วยเหล็กซึ่งผ่านกรรมวิธีเคลือบสีกันกรด
- ค. บนคานรับเซลล์แบตเตอรี่ต้องมีฉนวนรองรับและขาปรับระดับต้องมีฉนวนเช่นกันเพื่อป้องกันการกระแสไฟรั่วลง Ground
- ง. การขันนอต Bolts & Nuts ของขั้วแบตเตอรี่ต้องใช้แรงขันแรงตามระบุในคู่มือการติดตั้งอย่างเคร่งครัด

#### 5. Acoustic Noise

UPS ต้องมีค่า SPL น้อยกว่าหรือเท่ากับ 58dBA วัดที่ 1 เมตรห่างจากตู้ UPS

#### 6. การต่อลงดิน

AC Output Neutral ของ UPS ต้อง Isolate แยกจาก Equipment Ground ของ UPS

#### 7. การติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินและแบตเตอรี่ให้ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุดังนี้

- ก. การเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบหรือตามมาตรฐานวสท.

- ข. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินต้องแข็งแรงและเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางและ  
สะดวกในการบำรุงรักษา
- ค. การติดตั้งตู้ UPS, แผงควบคุมและแบตเตอรี่ต้องมีระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างเพียงพอ  
และให้มีสัญญาณ Alarm กรณีอุณหภูมิภายในตู้สูงเกินที่กำหนดไว้
- ง. ในการติดตั้งจะต้องประสานงานการทำงานร่วมกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่าง  
สมบูรณ์

#### 8. การทดสอบ

จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่างๆของ UPS ตามข้อกำหนดณโรงงานผู้ผลิตก่อนการจัดส่งพร้อมด้วย  
รายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง

#### 9. การบริการ

- 9.1 จัดเตรียมหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและรายละเอียดของวงจรที่สมบูรณ์ (Circuit Diagram) พร้อมทั้ง  
Component จำนวน 3ชุด
- 9.2 จัดเตรียมชุดบำรุงรักษาแบตเตอรี่และคู่มือการบำรุงรักษาแบตเตอรี่จำนวน 1 ชุด
- 9.3 จัดส่งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิตมาฝึกอบรมช่างเทคนิคหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการจน  
สามารถที่จะทำการตรวจซ่อมและบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง
- 9.4 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่อง UPS และแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่องในระยะเวลา 5 ปีให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของ  
โครงการเพื่อพิจารณาและถือว่าเป็นสาระสำคัญของการเสนอราคาและพิจารณา
- 9.5 จัดส่งรายชื่อและหนังสือรับรองซึ่งแสดงว่าเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการบำรุงรักษาได้เคยรับการอบรม  
เกี่ยวกับการบำรุงรักษาจากผู้ผลิต

### Surge Protective Device (SPD)

#### 1. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อใช้ลดผลกระทบที่เกิดจากสนามและ  
คลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าอันเป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคารรวมทั้ง Surge ต่างๆที่ผ่านเข้ามาทาง  
สายไฟฟ้ากำลังหรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้าโดย Surge Protective Device (SPD) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์  
จากประเทศสหรัฐอเมริกาหรือกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น

#### 2. มาตรฐาน

SPD จะต้องได้รับการออกแบบและรับรองตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ANSI/IEEE C62.11, C62.41, and C62.45: American National Standards Institute and  
Institute of Electrical and Electronic Engineers
- FIP PUB 94: Federal Information Processing Standards Publication 94
- NEMA LS-1 1992: National Electrical Manufacturer Association
- NFPA 20, 70, 75 and 780: National Fire Protection Association
- UL 1449, UL1283: Underwriters Laboratories
- ISO 9001:2000

- กล่องบรรจุจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA 12

### 3. ความต้องการทางเทคนิค

- 3.1. อุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องเป็น Metal Oxide Varistor มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย surge current จำนวนหลายชุดต่อขนานเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถรองรับค่ากระแสที่มีค่าสูงที่ไหลผ่านได้และ surge current แต่ละชุดที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องมีความสมดุลงันของแรงดันที่ทำงาน
- 3.2. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (MCOV) ที่ตัวอุปกรณ์ทำงานเป็นเวลาต่อเนื่องจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 115% ของแรงดันไฟฟ้าของระบบปกติ
- 3.3. อุปกรณ์จะต้องผ่านการทดสอบ Life Cycle Testing ที่ 10kA (8x20 microsec.), 20kV (1.2x50microsec.) ตามมาตรฐาน IEEE C62.41 Category C3
- 3.4. ความถี่ของระบบไฟฟ้าในการทำงานจะต้องอยู่ในช่วง 47-63 Hz หรือดีกว่า
- 3.5. การป้องกันกระแสเกินจะต้องเป็นฟิวส์ที่มีคุณสมบัติรองรับค่ากระแสลัดวงจรได้สูงถึง 200 kA ที่ระบบแรงดันไฟฟ้า 480Vac
- 3.6. จะต้องมีการป้องกันแบบ All mode protection Line-Line, Line-Neutral, Line-Ground, Neutral –Ground
- 3.7. คุณสมบัติของอุปกรณ์จะต้องเป็นไปตาม UL 1449 ระดับของแรงดันไฟฟ้าที่ 277/480V อุปกรณ์ TVSS ทำงานจะต้องมีค่าไม่สูงกว่า 700Vac ที่ mode protection Line-Neutral, Line-Ground, Neutral –Ground และมีค่าไม่สูงกว่า 1500Vac mode protection Line-Line
- 3.8. อุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติในการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ได้สูงถึง 63 dB ในช่วงความถี่จาก 10 KHz-100MHz ต่อความต้านของระบบ 50 โอห์ม (MIL 220A) และสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ถึง 120 dB ในช่วงความถี่จาก 100 KHz-100MHz สำหรับระบบไฟฟ้าทั่วไปที่มีความต้านทานของระบบที่มีค่าต่ำ
- 3.9. อุปกรณ์ TVSS จะต้องมีความไม่ต่ำกว่า 160kA Surge Rating per Phase
- 3.10. เวลาในการทำงาน (Response time)  $\leq$  0.5 nanosecond
- 3.11. การแสดงผลสถานะการทำงานและการส่งสัญญาณเตือน
  - อุปกรณ์จะต้องมี LED แสดงสถานะในการตรวจสอบสถานะการทำงานได้ของ MOV ภายในโดยในภาวะปกติ LED จะแสดงสีเขียว แล้วถ้ามี MOV mode ไต Mode หนึ่งได้รับความเสียหาย LED จะแสดงสีแดง
  - มี dry contact สำหรับต่อเข้ากับ remote alarm เพื่อตรวจสอบสถานะ



- มีการตรวจเช็ค Under-voltage detection หากแรงดันไฟฟ้าตกลงต่ำกว่า 70%
- มีการแสดงผลของการขาดหายไปของเฟสของระบบไฟฟ้า
- มีการแสดงผลของ Power loss monitoring
- จะต้องต้องมี Audible Alarm เพื่อแจ้งเป็นเสียงเมื่ออุปกรณ์มีปัญหาพร้อมด้วยปุ่มทดสอบ
- จะต้องต้องมีตัวตรวจนับจำนวน Transient ที่เกิดขึ้นและแสดงผลที่หน้าจอ LCD โดยที่ชุด Counter ต้องมีแบตเตอรี่สำรองชนิด Lithium battery

#### 4. สภาวะแวดล้อมในการทำงาน

- อุณหภูมิทำงาน : -40 ถึง 60 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 0-95%, non-condensing
- ความสูง : 18,000 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเล
- ระดับของ Noise Level : < 45 dBA ที่ระยะ 1.5 เมตร

#### 5. การติดตั้ง

อุปกรณ์ต่างๆจะต้องติดตั้งอยู่ภายในตู้หรือกล่องแยกต่างหากจากแผงไฟฟ้าอื่นๆโดยมีป้ายแสดงชนิดของ

อุปกรณ์ติดตั้งให้เห็นอย่างชัดเจนกล่องจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อรับแรงต่างๆที่เกิดขึ้นขณะอุปกรณ์ทำงาน

และจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้ทดสอบให้การรับรอง

#### 6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดระบบการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์และพร้อมจะรับเหตุต่างๆที่

จะเกิดขึ้นตามการออกแบบ

### 1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1. ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดคุณสมบัติและการติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน UPS, อุปกรณ์ควบคุม, Bypass Switch ตลอดจน Battery Backup
- 1.2. เครื่อง UPS เป็นแบบ Double Conversion On-line UPS with Parallel Redundancy Configuration ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าเกิดขัดข้องโดยขนาดกำลังไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบเพื่อจ่ายโหลดที่ Power Factor 0.8 Lagging, 380/220V, 3-Phase, 4-Wire, 50 Hz. และจะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 %
- 1.3. เครื่อง UPS จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถมอนิเตอร์การทำงานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้
- 1.4. เครื่อง UPS และอุปกรณ์ประกอบต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC, EN, VDE, BS, ANSI, UL, ISO หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- 1.5. เครื่อง UPS จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่างๆของ UPS ตามข้อกำหนดณโรงงานผู้ผลิตก่อน

การจัดส่งพร้อมด้วยรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง

- 1.6. เครื่อง UPS ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศสหรัฐอเมริกาหรือกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น
- 1.7. ผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นถึงแม้ว่าจะไม่ระบุไว้ในแบบหรือข้อกำหนดก็ตามเพื่อให้เครื่อง UPS ทำงานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของวิศวกร

## 2 เครื่องสำรองไฟฟ้า(UPS)ขนาด 30 kVA

- 2.1. เครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ ต้องเป็น แบบ True online double conversion (VFI claified) ตรงตามมาตรฐาน EN50091-3/IEC 62040-3 (VFI SS 111)
- 2.2. ต้องสามารถสำรองไฟฟ้าต่อเนื่องได้อย่างน้อยเป็นเวลา 5 นาที
- 2.3. ต้องมีความสามารถจ่ายโหลดอย่างน้อย 30 kVA ที่ Power Factor 0.9
- 2.4. มีส่วนประกอบอุปกรณ์ภายใน อย่างน้อยดังนี้
  - 2.4.1. ชุด rectifier เป็นแบบชนิด insulated gate bipolar transistors (IGBT)
  - 2.4.2. ชุด Inverter เป็นชนิด insulated gate bipolar transistors (IGBT) ทำงานโดยใช้เทคโนโลยี Vector Controlled
  - 2.4.3. ชุดสแตติกสวิตช์บายพาส (Static switch bypass)
  - 2.4.4. ชุด Maintenance bypass switch
- 2.5. ต้องสามารถต่อขนานกันได้เป็นจำนวน 4 ชุด โดยไม่ต้องใช้ Main static switch
- 2.6. ต้องสามารถทำงานในลักษณะ Dual bus ระหว่างอุปกรณ์สำรอง 2 ระบบที่รับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายต่างกัน โดยที่เครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบ จะต้องซิงโครไนซ์ กันได้ได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ
- 2.7. คุณลักษณะไฟฟ้าด้านขาเข้า (Input rectifier characteristic)
  - 2.7.1. แรงดันไฟฟ้า (voltage) : 380VAC +25% , -19% หรือ 305 ถึง 477V ที่พิกัดโหลด 100% 3 เฟส 4 สาย
  - 2.7.2. ความถี่ไฟฟ้า (Frequency) : 50 Hz +20% -20%
  - 2.7.3. ตัวประกอบกำลังด้านขาเข้า (Power factor) > 0.99
  - 2.7.4. ความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิกส์ (THDI) : <4% output (linear load) และ <6% output (Non-linear load) ช่วยลดขนาด Cable ,Generator and Transformer
  - 2.7.5. ต้องมีชุดตรวจสอบความถูกต้องของลำดับเฟสของระบบไฟฟ้าทางด้านขาเข้า (Phase sequence reverse protection) โดยหากลำดับเฟสขาเข้าผิดชุด Rectifier ต้องไม่สตาร์ทเพื่อป้องกันความเสียหายกับอุปกรณ์
  - 2.7.6. Power walk in ต้องสามารถตั้งค่าได้ระหว่าง 5-30 ms
- 2.8. คุณลักษณะไฟฟ้าด้านขาออก (Output inverter characteristic)
  - 2.8.1. แรงดันไฟฟ้าสภาวะปกติ (Steady state voltage) : 380V ไม่เกิน +1% , -1% 3เฟส 4 สาย
  - 2.8.2. ความถี่ไฟฟ้าในสภาวะ Steady state frequency : 50 Hz +1% , -1%
  - 2.8.3. แรงดันไฟฟ้าในสภาวะ unbalance load +2% , -2% ที่ unbalance load 100%

- 2.8.4. แรงดันไฟฟ้าในสภาวะ Dynamic load : unbalance +5% , -5% (0-100% และ 100%-0% โหลด)
- 2.8.5. Phase imbalance : 120 องศา +1.5% , -1.5% องศา ที่ load unbalance 100% ค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้า (Voltage harmonic distortion : THDU)
- 2.8.5.1. THDU น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2% สำหรับ load 100% linear load
- 2.8.5.2. THDU น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5% สำหรับ 100% non linear load
- 2.8.5.3.
- 2.9. คุณลักษณะการประจุกระแสแบตเตอรี่ (Charger)
- 2.9.1. ค่าแรงดัน ripple voltage มีค่า +1% , -1% ของแรงดันไฟฟ้าที่ประจุแบตเตอรี่
- 2.9.2. ภาคนประจุแบตเตอรี่สามารถชดเชยค่าแรงดันประจุแบตเตอรี่ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้อง
- 2.10. คุณลักษณะ Static switch bypass
- 2.10.1. ช่วงของแรงดันไฟฟ้าทางด้าน Static switch bypass : 380V +15% , -20% สามารถปรับตั้งได้ ที่ +10% , +15% , +20% , -10% , -20% , -30% หรือ -40% ,
- 2.10.2. ช่วงของความถี่ไฟฟ้าด้าน Static switch bypass : 50Hz +20% , -20% สามารถปรับตั้งได้ ที่  $\pm 10%$  ,  $\pm 20%$
- 2.11. คุณลักษณะความสามารถในการรับกระแสเกิน (Overload capacity)
- 2.11.1. ต้องมีความสามารถในการรับกระแสเกินของภาคอินเวอร์เตอร์ (Inverter overload capacity) โดย
- 2.11.1.1. 105% ของพิกัดที่เวลาไม่จำกัด
- 2.11.1.2. 125% ของพิกัดที่เวลา 5 นาที
- 2.11.1.3. 150% ของพิกัดที่เวลา 1 นาที
- 2.11.2. ต้องมีความสามารถในการรับกระแสเกินของ Static switch (Static switch overload capacity) โดย
- 2.11.2.1. 105% ของพิกัดที่เวลาไม่จำกัด
- 2.11.2.2. 400% ของพิกัดที่เวลา 200 มิลลิวินาที
- 2.12. เวลาในการโอนย้ายโหลดระหว่างภาค อินเวอร์เตอร์ และ ภาค สเตติกสวิตช์ (Transfer time characteristic)
- 2.12.1. เวลาในการ transfer ในสภาวะ Synchronous transfer : 0 ms
- 2.12.2. เวลาในการ transfer ในสภาวะ Asynchronous transfer : น้อยกว่า 15 ms
- 2.13. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ
- 2.13.1. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ มากกว่าเท่ากับ 94.5% ที่ 100% Load , 94% ที่ 50% Load

- 2.13.2. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ มากกว่าเท่ากับ 98% เมื่อเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ ทำงานผ่านทาง Static switch (Eco mode)
- 2.14. สภาพแวดล้อมในการทำงาน
- 2.14.1. อุณหภูมิในการทำงานขณะจ่ายโหลดเต็มพิกัดได้ต่อเนื่องที่ 30 องศาเซลเซียส
- 2.14.2. ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 0-95% (non-condensing)
- 2.14.3. ระดับความสูงในการใช้งาน 1000 เมตร
- 2.15. ระบบการควบคุมและแสดงผล (operator control and display panel) ต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
- 2.15.1. ต้องมีระบบการควบคุมและแสดงผลที่เป็น mimic LED display ,LCD display & menu keys และ control keys
- 2.15.2. Mimic LED ต้องแสดงการทำงานของภาค rectifier ,inverter ,static switch ,battery ,output
- 2.15.3. ต้องมีการแสดงผลจอแสดงผล LCD ในส่วนของการวัดค่าจะแสดงผลเป็นค่า RMS ซึ่งมีความถูกต้อง +2% ,-2% การแสดงสัญญาณเตือน และการแสดงสถานะการทำงานของส่วนต่างๆของอุปกรณ์สำรองไฟทั้งหมด จะต้องแสดงผลที่แผงด้านหน้าของตัวเครื่องและสามารถเก็บ log alarm ได้ไม่ต่ำกว่า 1000 เหตุการณ์

### 3. การต่อลงดิน

AC Output Neutral ของ UPS ต้อง Isolate แยกจาก Equipment Ground ของ UPS

### 4. การติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินและแบตเตอรี่ให้ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุดังนี้

จ. การเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบหรือตามมาตรฐานวสท.

ฉ. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องสำรองไฟฟ้าฉุกเฉินต้องแข็งแรงและเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางและสะดวกในการบำรุงรักษา

ช. การติดตั้งตู้ UPS, แผงควบคุมและแบตเตอรี่ต้องมีระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างเพียงพอและให้มีสัญญาณ Alarm กรณีอุณหภูมิภายในตู้สูงเกินที่กำหนดไว้

ซ. ในการติดตั้งจะต้องประสานงานการทำงานร่วมกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

### 5. การทดสอบ

จะต้องทำการทดสอบรายละเอียดต่างๆของ UPS ตามข้อกำหนดผโรงงานผู้ผลิตก่อนการจัดส่งพร้อมด้วยรายงานการทดสอบซึ่งได้รับการรับรอง

### 6. การบริการ

6.1 จัดเตรียมหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและรายละเอียดของวงจรที่สมบูรณ์ (Circuit Diagram) พร้อมทั้ง Component จำนวน 3 ชุด

6.2 จัดเตรียมชุดบำรุงรักษาแบตเตอรี่และคู่มือการบำรุงรักษาแบตเตอรี่จำนวน 1 ชุด

- 6.3 จัดส่งผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิตมาฝึกอบรมช่างเทคนิคหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการจนสามารถที่จะทำการตรวจซ่อมและบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง
- 6.4 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่อง UPS และแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่องในระยะเวลา 5 ปีให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการเพื่อพิจารณาและถือว่าเป็นสาระสำคัญของการเสนอราคาและพิจารณา
- 6.5 จัดส่งรายชื่อและหนังสือรับรองซึ่งแสดงว่าเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการบำรุงรักษาได้เคยรับการอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษาจากผู้ผลิต

## 7. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อใช้ลดผลกระทบที่เกิดจากสแนมและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอันเป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคารรวมทั้ง Surge ต่างๆที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลังหรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้าโดย Surge Protective Device (SPD) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศสหรัฐอเมริกาหรือกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น

## 8. มาตรฐาน

SPD จะต้องได้รับการออกแบบและรับรองตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ANSI/IEEE C62.11, C62.41, and C62.45: American National Standards Institute and Institute of Electrical and Electronic Engineers
- FIP PUB 94: Federal Information Processing Standards Publication 94
- NEMA LS-1 1992: National Electrical Manufacturer Association
- NFPA 20, 70, 75 and 780: National Fire Protection Association
- UL 1449, UL1283: Underwriters Laboratories
- ISO 9001:2000
- กล่องบรรจุจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA 12

## 9. ความต้องการทางเทคนิค

- 9.1. อุปกรณ์ที่นำเสนอมจะต้องเป็น Metal Oxide Varistor มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วย surge current จำนวนหลายชุดต่อขนานเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถรองรับค่ากระแสที่มีค่าสูงที่ไหลผ่านได้ และ surge current แต่ละชุดที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องมีความสมมูลย์กันของแรงดันที่ทำงาน
- 9.2. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (MCOV) ที่ตัวอุปกรณ์ทำงานเป็นเวลาต่อเนื่องจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 115% ของแรงดันไฟฟ้าของระบบปกติ
- 9.3. อุปกรณ์จะต้องผ่านการทดสอบ Life Cycle Testing ที่ 10kA (8x20 microsec.), 20kV (1.2x50 microsec.) ตามมาตรฐาน IEEE C62.41 Category C3
- 9.4. ความถี่ของระบบไฟฟ้าในการทำงานจะต้องอยู่ในช่วง 47-63 Hz หรือดีกว่า
- 9.5. การป้องกันกระแสเกินจะต้องเป็นฟิวส์ที่มีคุณสมบัติรองรับค่ากระแสแล้ดวงจรได้สูงถึง 200 kA ที่

ระบบแรงดันไฟฟ้า 480Vac

- 9.6. จะต้องมี การป้องกันแบบ All mode protection Line-Line, Line-Neutral, Line-Ground, Neutral –Ground
- 9.7. คุณสมบัติของอุปกรณ์จะต้องเป็นไปตาม UL 1449 ระดับของแรงดันไฟฟ้าที่ 277/480V อุปกรณ์ TVSS ทำงานจะต้องมีค่าไม่สูงกว่า 700Vac ที่ mode protection Line-Neutral, Line-Ground, Neutral –Ground และมีค่าไม่สูงกว่า 1500Vac mode protection Line-Line
- 9.8. อุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติในการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ได้สูงถึง 63 dB ในช่วงความถี่ จาก 10 KHz-100MHz ต่อความต้านของระบบ 50 โอห์ม (MIL 220A) และสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ถึง 120 dB ในช่วงความถี่จาก 100 KHz-100MHz สำหรับระบบไฟฟ้าทั่วไปที่มีความต้านทานของระบบที่มีค่าต่ำ
- 9.9. อุปกรณ์ TVSS จะต้องมีความไม่ต่ำกว่า 160 kA Surge Rating per Phase
- 9.10. เวลาในการทำงาน )Response time) ≤ 0.5 nanosecond
- 9.11. การแสดงผลสถานะการทำงานและการส่งสัญญาณเตือน
  - อุปกรณ์จะต้องมี LED แสดงสถานะในการตรวจสอบสถานะการทำงานได้ของ MOV ภายใน โดยในภาวะปกติ LED จะแสดงสีเขียว แล้วถ้ามี MOV mode ไต Mode หนึ่งได้รับความเสียหาย LED จะแสดงสีแดง
  - มี dry contact สำหรับต่อเข้ากับ remote alarm เพื่อตรวจสอบสถานะ
  - มีการตรวจเช็ค Under-voltage detection หากแรงดันไฟฟ้าตกลงต่ำกว่า 70%
  - มีการแสดงผลของการขาดหายไปของเฟสของระบบไฟฟ้า
  - มีการแสดงผลของ Power loss monitoring
  - จะต้องต้องมี Audible Alarm เพื่อแจ้งเป็นเสียงเมื่ออุปกรณ์มีปัญหาพร้อมด้วยปุ่มทดสอบ
  - จะต้องต้องมีตัวตรวจนับจำนวน Transient ที่เกิดขึ้นและแสดงผลที่หน้าจอ LCD โดยที่ชุด Counter
 ต้องมีแบตเตอรี่สำรองชนิด Lithium battery

#### 10. สภาวะแวดล้อมในการทำงาน

- อุณหภูมิทำงาน : -40 ถึง 60 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 0-95%, non-condensing
- ความสูง : 18,000 ฟุตเหนือระดับน้ำทะเล
- ระดับของ Noise Level : < 45 dBA ที่ระยะ 1.5 เมตร

#### 11. การติดตั้ง

อุปกรณ์ต่างๆจะต้องติดตั้งอยู่ภายในตู้หรือกล่องแยกต่างหากจากแผงไฟฟ้าอื่นๆโดยมีป้ายแสดงชนิดของอุปกรณ์ติดให้เห็นอย่างชัดเจนกล่องจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อรับแรงต่างๆที่เกิดขึ้นขณะอุปกรณ์ทำงาน



---

และจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้ทดสอบให้การรับรอง

## 12. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดระบบการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์และพร้อมจะรับเหตุต่างๆที่จะเกิดขึ้นตามการออกแบบ

### จบหมวดที่ 9

## หมวดที่ 10

### ระบบเสียง

1. ความต้องการทั่วไป
 

ระบบเสียงตามแผนผังที่แสดงในแบบ เป็นเพียงแนวทางซึ่งแสดงชนิดและจำนวนขั้นต่ำของอุปกรณ์ เพื่อกำหนดวิธีการในการออกแบบรายละเอียด และเลือกอุปกรณ์เพื่อการเสนอราคาเท่านั้น ผู้เสนอราคาจะต้องออกแบบรายละเอียดแสดงรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ส่งพร้อมใบเสนอราคา
2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง
  - 2.1 อุปกรณ์ระบบเสียงที่ห้องควบคุม (Sound Control Panel) ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด แต่ผู้รับจ้างอาจใช้อุปกรณ์บางเครื่องที่เป็นผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันก็ได้ ถ้าอุปกรณ์เครื่องนั้นมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานมากกว่า
  - 2.2 เครื่องขยายเสียง เครื่องเล่นเทป วิทยู Mixer และ Patch Panel ต้องติดตั้งบน Steel Rack อยู่ในตู้โลหะ ด้านหน้ามีฝาเปิดด้วยพลาสติกใสสามารถมองเห็นการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน
  - 2.3 คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ระบบเสียงต้องเป็นไปตามรายการดังนี้
    - (1) Power Amplifier
 

Rated output	:	400 W. RMS.
Output voltage	:	100 V/25 ohms.
Input impedance	:	high Impedance (bal.)
Frequency response	:	25-20000Hz
Harmonic distortion	:	less than 0.5% at 1 kHz
Signal to noise ratio (S/N)	:	more than 70 dB
    - (2) Power Amplifier
 

Rated output	:	100 W. RMS.
Output voltage	:	100 V./100 ohms.
Input impedance	:	high Impedance (bal.)
Frequency response	:	50-20000Hz
Harmonic distortion	:	less than 0.5% at 1 kHz
Signal to noise ratio (S/N)	:	more than 70 dB
    - (3) Cassette Tape Deck Physical : Double cassette tape recorder/Player, Automatic deck changeover and end-of
    - (4) Tape auto reverse
 

Frequency response	:	40 - 12000 Hz
Distortion	:	less than 3% at 1 kHz
Signal to noise ratio (S/N)	:	more than 50 dB
Tape speed	:	4.75 cm/sec. +- 0.5%
Wow and flutter	:	less than 4%
Power supply	:	220 V. 50 Hz
    - (5) FM Tuner
 

Frequency	:	87.5 - 108 MHz
Frequency response	:	40 - 12000 Hz

- Sensitivity : less than 2 mV.
- Selectivity : more than 60 dB.
- Signal to noise ratio (S/N) : more than 57 dB.
- Distortion : less than 1%
- (6) Paging Microphone
- Physical : Desk top paging microphone with pre-amplifier and built-in 2-tone chime
- Type : Dynamic microphone
- Sensitivity : 74 dB. SPL. for 1 V input.
- Pre-Amp. Output Impedance : 600 ohms. (bal)
- Pre-Amp. Output level : 0 dB. 1 V (no load)
- Frequency response : 50 - 20000 Hz
- (7) Accessories
- Monitor panel
- Relay override and zone selector control
- Rack mounting and cabinet
- (8) Flush - mounted Ceiling Loudspeaker
- Physical : Full range cone speaker 6 inches diameter
- Power rating : 6 watts / 100 V.
- Frequency response : 60 - 14000 Hz
- Sensitivity : 90 dB/w/1 m.
- (9) Wall - mounting box loudspeaker
- Physical : Wooden or molded plastic wall mounting box loudspeaker
- Power rating : 6 watts / 100 V.
- Frequency response : 60 - 14000 Hz
- Sensitivity : 90 dB/w/1 m.
- (10) Paging horn Speaker
- Physical : Square or round shape horn speaker
- Power rating : 15 watt / 100 V.
- Frequency response : 250 - 10000 Hz
- Sensitivity : 100 dB/w/1 m.

### จบหมวดที่ 10

## หมวดที่ 11

## ระบบเสาอากาศวิทยุ – โทรทัศน์รวม (SMATV SYSTEM)

## 1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสาอากาศวิทยุ-โทรทัศน์รวม (SATELITE MASTER ANTENNA TELEVISION - SMATV) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบในระบบที่สำคัญ ซึ่งเป็นระบบโทรทัศน์รวมโดยใช้จานรับดาวเทียมเพียง 1 ชุด เพื่อรับสัญญาณ FREE TV (จานดาวเทียม) ไทยคมแล้วป้อนให้แก่สมาชิกที่ต้องการรับชมรายการวิทยุโทรทัศน์ได้เป็นจำนวนมากตามที่กำหนดในแบบ โดยระบบจะประกอบด้วย จานรับดาวเทียม สายอากาศ CHANNEL AMPLIFIER, TAP-OFF, SPLITTER, DISTRIBUTION, BOX, TV OUTLET และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้สัญญาณที่ได้รับอยู่ระหว่าง 60-84 DECIBEL MICROVOLT โดยไม่เกิดสัญญาณภาพซ้อนหรือเงาหรือสัญญาณรบกวนในจอเครื่องรับทุกเครื่อง และแบบที่แสดงเป็นเพียงแนวทางในการติดตั้งเท่านั้นสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขแบบตามคำแนะนำของผู้ผลิตหรือผู้มีความชำนาญเฉพาะด้าน ในกรณีที่สัญญาณที่ได้รับมีเงาภาพซ้อนหรือสัญญาณภาพหรือเสียงไม่ชัดเจน ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเพื่อให้เป็นไปตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างและตามข้อกำหนดนี้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมทั้งสิ้น

## 2. จานรับสัญญาณดาวเทียม และอุปกรณ์ประกอบ

## 2.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม (ANTENNA DISH)

ผลิตจากอลูมิเนียมทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมโดยใช้หลักการสะท้อนที่พื้นผิวรูปโค้งพาราโบลา แล้วรวมสัญญาณที่จุดโฟกัส (FOCAL POINT) คุณสมบัติของจานรับสัญญาณดาวเทียมมีดังต่อไปนี้

(1) DIAMETER	:	10 FT. (3 M.)
(2) F/D RATIO	:	0.4
(3) FOCAL LENGTH	:	48"
(4) MOUNTING	:	AS PER MANUFACTURER STANDARD
(5) GAIN	:	39.40 dB for C.BAND at FREQ. 4.2 GHz.
	:	47.85 dB for KU-BAND at FREQ. 12.75 GHz.

## 2.2 FEED HORN

เป็นอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณที่สะท้อนจากผิวจานซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ FOCAL POINT โดยมีคุณสมบัติดังนี้

(1) FREQUENCY	:	3.7 - 4.2 GHz
(2) ISOLATION	:	> 30 dB

## 2.3 LOW NOISE BLOCK DOWN CONVERTER (LNB)

เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณดาวเทียม ซึ่งทำหน้าที่แปลงความถี่และขยายสัญญาณที่รวบรวมได้จาก FEED HORN ให้สูงขึ้น เพื่อต่อเข้าเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต่อไป โดยมีคุณสมบัติดังนี้

(1) INPUT FREQUENCY	:	3.7 - 4.2 GHz
(2) OUTPUT FREQUENCY RANGE	:	850 - 1450 MHz
(3) NOISE TEMPERATURE	:	17 - 35 K
(4) GAIN	:	60 dB (min)
(5) OUUPUT VSWR	:	15-24 Vdc
(6) POWER SUPPLY	:	15-24 Vdc

2.4 SATELLITE TV DEMODULATOR/MODULATOR

ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ขยายแล้วจาก LNB และปรับหาช่องสัญญาณความถี่รายการโทรทัศน์ที่ต้องการรับชมและให้สัญญาณออกมาเป็นช่องความถี่ย่าน VHF หรือ UHF โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) INPUT FREQUENCY : 920-2050 MHz
- (2) INPUT LEVEL : 43-80 dB
- (3) STATIC THRESHOLD : 6 dB
- (4) FORMAT : PAL/SECAM/NTSC
- (5) AUDIO SUBCARRIER FREQUENCY : 5.5-9 MHz
- (6) OUTPUT LEVEL : 85-95 dB
- (7) OUTPUT FREQUENCY : 47-68, 118-350 MHz หรือ 470-862 MHz

3. ชุดขยายสัญญาณ (AMPLIFIER)

3.1 ชุดขยายสัญญาณประกอบด้วย Channel Amplifier และในกรณีที่สัญญาณซึ่งได้รับจากเสาอากาศมีกำลังอ่อน มีความเพี้ยน และ/หรือมีคลื่นรบกวน อาจมีความจำเป็นต้องใช้ preamplifier, filter และ/หรือ automatic gain control (AGC.)

3.2 CHANNEL AMPLIFIER ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

DESCRIPTIONS	FM	BAND 1	BAND III	UHF
Frequency Range	88-108 MHz	47-68 MHz	179-230 MHz	470-862 MHz
TV Channel	FM	2-4	5-12	21-69
No. of Outputs	1-2	1-2	1-2	1-2
System Gain (min)	35 dB	55 dB	55 dB	55 dB
Auto Gain				
Connector (Output)	+/- 25 dB	+/- 25 dB	+/- 25 dB	+/- 25 dB
Attenuation	- 15 dB	- 15 dB	-15 dB	- 15 dB
Flatness	-	≤ 1 dB	≤ 1 dB	≤ 1 dB
Max. output level (dBuV)	≥ 118x2 or 120 x 1	≥ 118x2or 120 x 1	≥ 118x2 or 120 x 1	≥ 118x2 or 120 x 1
Noise Figure	≤ 6 dB	≤ 6 dB	≤ 6 dB	≤ 6 dB

3.3 นอกจากนั้นให้มี channel converter เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณโทรทัศน์เป็นช่องที่เหมาะสม และไม่มีสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (interference) โดย channel converter ของแต่ละช่องสัญญาณต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

SPECIFICATION OF CHANNEL CONVERTER

- (1) Input Frequency Range : One TV Channel
- (2) Output Frequency Range : One TV Channel
- (3) Gain : 15 - 25 dB

- (4) Max. Noise Figure : < 6 dB
- (5) Min Output level : 85 - 90 dB
- (6) Input/Output Impedance : 75 ohms.
- 3.4 POWER SUPPLY สำหรับชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ร่วมที่กล่าวแล้วต้องเป็นอุปกรณ์เฉพาะที่แปลงระบบ ไฟฟ้าจาก main supply 220V, 1 phase 50 Hz เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24 - VOLT โดยที่ชุด Power supply นี้ต้องมี Overload protection สมบูรณ์ในตัวเอง
- 3.5 การติดตั้งชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องเป็นแบบ rack mounting หรือลักษณะคล้ายคลึงกันรวมอยู่ในตู้โลหะมีฝาปิดและมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- 4. ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (TAP-OFF AND SPLITTER OR DISTRIBUTION BOX)  
ชุดแยกสัญญาณ (TAP-OFF) และชุดกระจายสัญญาณ (SPLITTER OR DISTRIBUTION BOX) เป็น PASSIVE EQUIPMENT ที่มีความสำคัญในระบบ คุณสมบัติของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องทำให้ได้สัญญาณที่จุดรับต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนด
- 5. เต้ารับสัญญาณ (TV OUTLET)  
5.1 โดยทั่วไปเป็นแบบ Flush Mounting ในกล่องโลหะที่เหมาะสมโดยที่เต้ารับนี้ต้องมีทั้งจุดจ่ายสัญญาณวิทยุ และจุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องเดียวกันและมีฝาครอบปิด (cover-plate) ขึ้นเดียว
- 5.2 เต้ารับที่ใช้อาจเป็นชนิด loop-through network (loop-wired system) หรือ tap-off network ก็ได้ โดยต้องใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งโครงการและมีอุปกรณ์ประกอบการใช้เพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วน
- 6. สายตัวนำสัญญาณ (COAXIAL CABLE)  
สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น COAXIAL CABLE ชนิดที่เหมาะสมกับการร้อยในท่อโลหะ มีใช้งานด้วยกัน 2 แบบ ถ้ามีได้ระบุเป็นอื่นใดในแบบสายนำสัญญาณจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

SPECIFICATION OF SMATV CABLE

DESCRIPTIONS	MAIN	BRANCH
Impedance	75 Ohm	75 Ohm
Attenuation per 100 m at 47 - 230 MHz	< 7 dB	< 17.5 dB
- 700 MHz	< 11.6 dB	< 17.5 dB
Shield (Double)	Foil and Copper / Tinned Copper Braid	
Dielectric	Polyethylene	
Jacket Cover	PVC	

- 7. การติดตั้ง
  - 7.1 งานดาวเทียมและชุดขยายสัญญาณตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบแต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมทั้งทางเทคนิคและทางสถาปัตยกรรม
  - 7.2 สายสัญญาณโดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ การวางสายในรางร้อยสาย (WIREWAY) อาจกระทำได้ถ้าได้รับอนุมัติจากผู้คุมงานและเป็นสถานที่ซึ่งเข้าถึงรางร้อยสายได้สะดวก



7.3 ชุดแยกและกระจายสัญญาณ ให้บรรจุในกล่องโลหะที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดีโดยเลือกขนาดของกล่องให้เหมาะสมและให้ยึดกล่องนี้กับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือในตำแหน่งที่สมควร

7.4 การติดตั้งอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เน้นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ

#### 8. การทดสอบระบบ

ให้ทำการตรวจสอบการทำงานของระบบโดยการวัดและบันทึกค่าต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

8.1 สัญญาณที่ได้รับจากเสาอากาศรับสัญญาณ

8.2 สัญญาณที่ได้รับจาก ชุดขยายสัญญาณ

8.3 สัญญาณที่จุดแยก จุดออกจากชุดแยกและกระจายสัญญาณ

8.4 สัญญาณที่เต้าเสียบจ่ายสัญญาณตามสมควร

8.5 การทดสอบอื่นๆ ที่จำเป็นตามคำแนะนำของผู้ผลิต

### จบหมวดที่ 11

## หมวดที่ 12

### ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV SYSTEM)

#### 1. ความเป็นมา

ผู้ว่าจ้างประสงค์ที่จะดำเนินการติดตั้งติดตั้งระบบเฝ้าระวังและรักษาความปลอดภัยด้วยระบบโทรทัศน์วงจรปิด อาคารที่ก่อสร้างตามรูปแบบรายการ เพื่อบริการแก่เจ้าหน้าที่และใช้อาคารอย่างเหมาะสม และครอบคลุม

#### 2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

- 2.1 เพื่อใช้ในอาคารที่ก่อสร้างตามรูปแบบและรายการ
- 2.2 เพื่อการสอดส่อง ควบคุมดูแลความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน บริเวณพื้นที่ที่กำหนด
- 2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความปลอดภัย บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยประจำอยู่
- 2.4 เพื่อการป้องปรามเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ
- 2.5 เพื่อช่วยในการติดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
- 2.6 เพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยในการประชาสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในกรณีที่มีเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้น
- 2.7 เพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นพยานหลักฐาน

#### 3. สถานที่ดำเนินการ

ติดตั้งในอาคารและนอกอาคารตามรูปแบบกำหนด

#### 4. ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1 อุปกรณ์ของระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่ ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน และยังอยู่ในสายงานการผลิต พร้อมทั้งแนบรายละเอียดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาติดตั้งสำหรับโครงการและการทำงานของระบบประกอบการพิจารณาอนุมัติด้วย โดยแนบเอกสารที่ระบุแหล่งผลิต อุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าสินค้าและมาตรฐานต่างๆที่รับรองคุณภาพของอุปกรณ์นั้น
- 4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิดพร้อมอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้ง Software ต่างๆ ตามข้อกำหนด เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.3 Software ที่ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆในโครงการนี้จะต้องเป็น Software ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องจากบริษัทผู้ผลิต
- 4.4 ระบบที่นำเสนอต้องรองรับการเพิ่มขยายระบบให้ครอบคลุมความต้องการของหน่วยงานในอนาคตได้
- 4.5 ผู้รับจ้างจะต้องแนบรายละเอียด (Catalog) ของอุปกรณ์ที่เสนอ เพื่อประกอบการพิจารณา โดยจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละรายการให้พิจารณา
- 4.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบการติดตั้งระบบให้เป็นไปตามแบบหรือข้อกำหนด โดยให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและผู้ควบคุมงาน เห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง กรณีจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจุดติดตั้งเพื่อความเหมาะสมต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน
- 4.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี ตลอดเวลารับประกัน พร้อมทั้งให้การอบรมการใช้อุปกรณ์ต่างๆ แก่พนักงานผู้ดูแลรับผิดชอบของโครงการจนสามารถเข้าใจระบบการทำงานต่างๆ ได้ดี

#### 5. ขอบเขตของการดำเนินงาน และคุณลักษณะเฉพาะ

##### 5.1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับดูแลบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆ และติดตั้งบน Top-Desk Rack ในห้อง

รักษาความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV ได้แก่ กล้องและ CCTV Controller (Digital Video Recorder) ต้องได้รับการรับรองจาก UL หรือ CE

- (2) ระบบ CCTV ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
  - กล้อง (Camera)
  - เลนส์ (Lens)
  - จอภาพ (Monitor)
  - เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิทัล CCTV Controller (Digital Video Recorder, DVR)
  - Cabling System
  - Storage Backup
  - โปรแกรมบริหารจัดการ

### 5.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Camera)

- (1) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งต่อให้อุปกรณ์ปลายทาง โดยที่การทำงานของวงจรภายใน
- (2) เป็นแบบสัญญาณดิจิทัล มีความสามารถต้านทานต่อการสั่นสะเทือนและต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ด้วยการป้องกัน 3D-DNR, ปรับการย้อนแสงอัตโนมัติด้วย WDR และมีอายุการใช้งานนาน
- (3) เป็นกล้องโทรทัศน์สี ระบบ PAL มี Imager เป็นแบบ Interline Transfer CCD ขนาดหน้ากล้อง 1/3 นิ้ว Resolution up to 700 TVL หรือ 1/4 นิ้ว Image Format โดยมี Picture Element ไม่น้อยกว่า 752H x 582V
- (4) ประกอบด้วย Gain Control : AGC (High/Mid/Low 6db~40db), Automatic White Balance, Shutter Speeds 1/50~1/100,000s, Automatic Light Control, Min.illumination 0.6 lux/F1.0, LED IR Distance <2lux ON, >5lux Off, 40 m. และประกอบด้วยวงจร Flickerless ลดการกระพริบของภาพ
- (5) เป็นกล้องชนิด Night Scene ให้ภาพเป็นระบบสีเมื่อแสงมีระดับสูง และสามารถเปลี่ยนการแสดงผลภาพเป็น ขาว-ดำ เมื่อระดับแสงลดลง เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดเจนในเวลากลางคืน
- (6) อัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (S/N) ไม่ต่ำกว่า 40 dB
- (7) ช่วงอุณหภูมิใช้งาน 0 ถึง 40°C หรือดีกว่า
- (8) ความไวแสงต่ำสุดของกล้อง 0.2 Lux สำหรับ Color Mode และความไวแสงต่ำสุดของกล้อง 0.06 Lux สำหรับ Night Scene (Monochrome)
- (9) ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 700 TV-Line Horizontal
- (10) Synchronization สามารถใช้ Line Lock หรือ Internal Crystal ได้
- (11) ใช้ระบบไฟฟ้าที่แรงดันสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต หรือ 12 โวลต์ 50 เฮิร์ต
- (12) หรือมี Housing สำหรับครอบหรือบรรจุกล้องและเลนส์
  - Housing ชนิด Mini Dome ใช้ในลิฟต์โดยสาร และลิฟต์บรรทุกของ
  - Housing เป็นแบบ weatherproof ใช้ในบริเวณภายนอกอาคาร หรือบริเวณที่ฝนสาดถึง
  - Housing ชนิด Dome ใช้ในพื้นที่ทั่วไป

### 5.3 เลนส์ (Lens)

เป็นอุปกรณ์รับแสงเพื่อให้ CCD ในกล้อง แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยที่สามารถปรับสภาพช่องรับแสงโดยอัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- (1) Fixed Lens - Fixed Focal Length Type
  - Auto Iris Lens
  - Format Size 1/3-inch
  - Mount Type CS หรือ C
  - Focal Length 3-8 mm. (ประมาณ) หรือดีกว่า
  - F 1.4 - 1.8 (ประมาณ) หรือดีกว่า
  - Angle of View Horizontal > 30°
- (2) เลนส์ ที่ใช้ในลิฟต์ ให้ใช้เลนส์ขนาด (ประมาณ) 3.8 mm. หรือดีกว่า เพื่อให้การจับภาพในห้องโดยสารลิฟต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5.4 จอภาพ (Monitor)

เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นภาพที่สามารถดูได้

- (1) ชนิด LCD (Colour Monitor) ขนาดไม่ต่ำกว่า 21 นิ้ว
- (2) ภาพที่แสดงออกทางจอภาพ ต้องมีหมายเลขกล้อง วัน และเวลา ฯลฯ เพื่อให้ผู้ควบคุมทราบตำแหน่งภาพบนจอภาพ
- (3) แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์, 50 เฮิร์ต

#### 5.5 เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิทัล CCTV Controller (Digital Video Recorder, DVR)

- (1) เป็น Digital Video Recorder และ Multiplex ในเครื่องเดียวกัน
- (2) บันทึกภาพเหตุการณ์เป็นแบบดิจิทัลลงใน Hard Disk ที่อยู่ภายในตัวเครื่อง โดยสามารถบันทึกเฉพาะภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงและภาพขณะที่เกิด Alarm ขึ้น
- (3) สามารถทำการบันทึกภาพของกล้องแต่ละกล้องได้อย่างอิสระทั้งอัตราการบันทึกภาพและ ความละเอียดของภาพ
- (4) สามารถแสดงภาพที่บันทึกไว้พร้อม ๆ กับทำการบันทึกภาพปัจจุบันได้โดยไม่รบกวนกัน
- (5) สามารถแสดงภาพที่บันทึกไว้ในอดีตได้โดยการกำหนด Time/Date Search หรือ Event Search หรือ Alarm Search ได้
- (6) สามารถแสดงผลของภาพได้ถึง 400(PAL) fps. ต่อ 16 กล้อง
- (7) สามารถแสดงผลการบันทึกภาพได้ถึง 400(PAL) fps. ต่อ 16 กล้อง
- (8) สามารถเชื่อมต่อกับระบบ Network ต่างๆ เช่น PSTN, ISDN, Standard LAN (Ethernet TCP/IP), ADSL, WAN ได้
- (9) สามารถควบคุมการทำงานของกล้อง (หมุน-สาย, ก้ม-เงย, การซูมภาพ) จากตัวเครื่อง DVR หรือจากระยะไกลโดยผ่านทาง Network ได้
- (10) สามารถควบคุมและตั้งค่า Configuration ต่างๆ จากอุปกรณ์ควบคุมที่ส่วนกลางได้ เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน
- (11) สามารถรองรับการแสดงผลบนจอภาพ แบบ 2D/3D
- (12) ระดับแรงดันขาเข้าอยู่ระหว่าง 220 – 230 โวลต์กระแสสลับ 50 Hz
- (13) ระดับสัญญาณภาพ (Composite Video) ขาเข้า 0.5 Vp-p ถึง 2.0 Vp-p
- (14) ขนาดของ Hard Disk ไม่น้อยกว่า 40 GB และรองรับการขยายได้ไม่น้อยกว่า 320 GB
- (15) สามารถเลือกอัตราการบันทึกภาพได้หรือการบันทึกภาพแบบ Real Time

#### 5.6 Cabling System

เป็นระบบสายสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากกล้องไปยัง DVR ที่อยู่ห่างออกไป โดยใช้สาย Coaxial Cable หรือตามที่ผู้ผลิตกำหนด

#### 5.7 Storage Backup

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งมีพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลไม่ต่ำกว่า 1.6 TB และรองรับการเชื่อมต่อระหว่าง Storage Backup กับเครื่องบันทึกภาพแบบดิจิทัล

#### 5.8 อุปกรณ์อื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบ CCTV ที่เสนอ ในห้อง Control Room ทั้งหมด โดยมีพิกัดขนาดของแบตเตอรี่สำรองไม่น้อยกว่า 15 นาที

### 6. การติดตั้ง

6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้อื่นๆ ทั้งหมด ให้เป็นไปตามรูปแบบและรายการข้อกำหนดของสัญญา ตำแหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหาและติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อให้งานระบบโทรทัศน์วงจรปิดและระบบควบคุมการเข้าออกเรียบร้อยสมบูรณ์เป็นไปตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.2 ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้างอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และงานระบบอื่นๆ ของเดิม ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละระบบและสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่น ซึ่งตำแหน่งของวัสดุและอุปกรณ์ที่ปรากฏในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม โดยความยินยอมจากคณะกรรมการตรวจรับงานจ้าง

6.3 การติดตั้งในพื้นที่ที่ต้องดำเนินการรื้อถอน เปลี่ยนแปลง หรือเคลื่อนย้าย วัสดุอุปกรณ์ของเดิม เช่นผนัง ฝ้าเพดาน ครัวภัณฑ์สำนักงาน ฯลฯ ผู้รับจ้าง ต้องปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย ทั้งนี้ ภายหลังการติดตั้งผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการดำเนินการซ่อมแซมผนัง ฝ้า เพดาน สี ของผนังและฝ้าเพดาน รวมถึงวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้เรียบร้อยตามความเห็นของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

6.4 ก่อนการดำเนินการ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบทำงานแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) รายละเอียดตามตำแหน่งแนวท่อร้อยสาย วางเดินสาย ชนิด ขนาด จำนวนสายและท่อร้อยสาย และรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมวิศวกรลงนามเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง จำนวน 3 ชุด หรือจำนวนตามผู้ว่าจ้างกำหนด

6.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบแสดงการติดตั้งจริง (As built Drawing) โดยมีวิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้ขายลงนามรับรองในแบบประกอบด้วยกระดาษไข 1 ชุด สำเนา 3 ชุด พร้อม CD ส่งมอบผู้ซื้อก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

6.6 ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

6.7 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรควบคุมการติดตั้งที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตาม พรบ.วิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง หรือไฟฟ้าสื่อสารอย่างน้อย 1 คน

6.8 สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด ให้ใช้สายชนิด RG – 6 และ/หรือ UTP Cat 6 หรือดีกว่า ชนิดใช้ภายในอาคารหรือชนิดภายนอกอาคารตามลักษณะของงาน เดินร้อยในท่อร้อยสายโลหะ (EMT) และ/หรือ ท่อโลหะอ่อน (Flexible Conduit) และหรือรางเดินสาย ท่อร้อยสาย ข้อต่อท่อและกล่องต่อสาย ที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ใช้ชนิดกันน้ำ โดยลักษณะการติดตั้งให้ยึดถือและปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด

- 6.9 กรณีที่มีเหตุสุดวิสัย มีความจำเป็นต้องใช้สายสัญญาณอื่นนอกเหนือจากข้อกำหนด เช่น สัญญาณภาพไม่คมชัด ระยะสายยาวกว่ามาตรฐานของสายสัญญาณที่รับได้ ให้ผู้รับจ้างชี้แจงเหตุผลพร้อมแสดงเอกสารการเปรียบเทียบเสนอผู้ซื้อเพื่อพิจารณาอนุมัติเป็นกรณีไป โดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 6.10 สายไฟฟ้าให้ใช้สาย THW หรือดีกว่า ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. พร้อมสายดินขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. เดินร้อยในท่อร้อยสายโลหะ (EMT) และ/หรือ ท่อโลหะอ่อน (Flexible Conduit) และหรือรางเดินสาย ท่อร้อยสาย ข้อต่อท่อและกล่องต่อสาย ที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ใช้ชนิดกันน้ำ โดยลักษณะการติดตั้งให้ยึดถือและปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด
- 6.11 สายสัญญาณของระบบควบคุมการเข้าออก (Access Control System) ให้ใช้ตามี่ผู้ผลิตแนะนำ (ถ้ามี)
- 6.12 สายสัญญาณและสายไฟฟ้า ของระบบโทรทัศน์วงจรปิดและระบบควบคุมการเข้าออก ห้ามเดินรวมในท่อร้อยสายและรางเดินสายเดียวกัน
- 6.13 ผู้ขายต้องจัดทำ WIRE MARKER ในการต่อเชื่อมสายกับอุปกรณ์ที่ตู้แร็คทั้งหมด พร้อมรัดสายให้เรียบร้อยตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง

#### 7. การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างตามวิธีการและรายละเอียดที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมดเอง

#### 8. หนังสือคู่มือและการฝึกอบรมการใช้งาน

- 8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือในการใช้งานและการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์เป็นภาษาไทยพร้อมกับฝึกอบรมให้ผู้ซื้อมีความสามารถในการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง
- 8.2 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมผู้ดูแลระบบ (Admin) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 คน เพื่อดูแลปรับปรุงแก้ไขระบบ รวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ
- 8.3 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมการใช้งานแก่ผู้ใช้ระบบจำนวนไม่น้อยกว่า 2 คน ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

#### 9. การจัดทำเอกสารและป้ายชื่อก่อนส่งมอบงาน

- 9.1 จัดทำรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ รหัส หมายเลขเครื่อง รุ่น ผลิตภัณฑ์ จำนวน ผลการทดสอบ ส่งมอบผู้ว่าจ้างก่อนส่งมอบงาน โดยรหัสหมายเลขเครื่องให้แสดงในแบบ As built drawing ด้วย
- 9.2 รวบรวมและจัดทำเอกสารแสดงการนำเข้าของสินค้าและเสียภาษีอย่างถูกต้องรายชื่อตัวแทนจำหน่ายในประเทศ และอื่นๆ ตามที่ผู้ซื้อกำหนด
- 9.3 ทำป้ายชื่อติดแสดงที่ตัวอุปกรณ์หลัก ภายในห้องควบคุมทั้งหมด

#### 10. ข้อขัดแย้ง

- 10.1 หากรูปแบบ และ/หรือ รายการประกอบแบบมีข้อขัดแย้งกัน การตีความในข้อขัดแย้งใดๆ จะตีความไปในแนวทางวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และ/หรือมีจำนวนสมบูรณ์ครบถ้วนกว่า ตามข้อวินิจฉัยของผู้ซื้อเป็นข้อยุติ
- 10.2 การเสนอราคาและเอกสารเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง กรณีภายหลังพบว่าผู้รับจ้างเสนอวัสดุอุปกรณ์จำนวนไม่ครบถ้วนตามรูปแบบและรายการ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งให้ครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไข

### จบหมวดที่ 12



## หมวดที่ 13

## ระบบควบคุมการเข้าออก (ACCESS CONTROL SYSTEM)

## 1. ความเป็นมา

ผู้ว่าจ้างประสงค์ที่จะดำเนินการติดตั้งติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออก ณ อาคารที่ก่อสร้างตามรูปแบบรายการ เพื่อบริการแก่เจ้าหน้าที่และผู้ใช้อาคารอย่างเหมาะสม และครอบคลุม

## 2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

- 2.1 เพื่อใช้ในอาคารที่ก่อสร้างตามรูปแบบและรายการ
- 2.2 เพื่อการสอดส่อง ควบคุมดูแลความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน บริเวณพื้นที่ที่กำหนด
- 2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความปลอดภัย
- 2.4 เพื่อการป้องปรามเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ
- 2.5 เพื่อช่วยในการติดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

## 3. สถานที่ดำเนินการ

ติดตั้งในอาคารและนอกอาคารตามรูปแบบกำหนด

## 4. ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1 อุปกรณ์ของระบบควบคุมการเข้าออก จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่ ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน และยังคงอยู่ในสายงานการผลิต พร้อมทั้งแนบรายละเอียดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาติดตั้งสำหรับโครงการและการทำงานของระบบประกอบการพิจารณาอนุมัติด้วย โดยแนบเอกสารที่ระบุแหล่งผลิต อุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าสินค้าและมาตรฐานต่างๆ ที่รับรองคุณภาพของอุปกรณ์นั้น
- 4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออก พร้อมอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้ง Software ต่างๆ ตามข้อกำหนด เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.3 Software ที่ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในโครงการนี้จะต้องเป็น Software ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องจากบริษัทผู้ผลิต
- 4.4 ระบบที่นำเสนอต้องรองรับการเพิ่มขยายระบบให้ครอบคลุมความต้องการของหน่วยงานในอนาคตได้
- 4.5 ผู้รับจ้างจะต้องแนบรายละเอียด (Catalog) ของอุปกรณ์ที่เสนอ เพื่อประกอบการพิจารณา โดยจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละรายการให้พิจารณา
- 4.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบการติดตั้งระบบให้เป็นไปตามแบบหรือข้อกำหนด โดยให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและผู้ควบคุมงาน เห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง กรณีจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจุดติดตั้งเพื่อความเหมาะสมต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน
- 4.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี ตลอดเวลารับประกัน พร้อมทั้งให้การอบรมการใช้อุปกรณ์ต่างๆ แก่พนักงานผู้ดูแลรับผิดชอบของโครงการจนสามารถเข้าใจระบบการทำงานต่างๆ ได้ดี

## 5. ขอบเขตของการดำเนินงาน และคุณลักษณะเฉพาะ ระบบควบคุมการเข้าออก

## 5.1 ชุดอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมการเข้าออก

- (1) เครื่องควบคุมหัวอ่าน (Controller) มีรายละเอียดดังนี้
- (2) สามารถต่อพ่วงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โดยผ่านช่องทาง Port RS485 และ RS232 สามารถต่อเชื่อมหัวอ่านชนิด Magnetic Strip หรือ Proximity หรือ Keypad หรือ Biometric และหัวอ่านที่มีสัญญาณออกแบบ Wiegand ทุกชนิดได้
- (3) สามารถเก็บข้อมูลบัตรได้ในตัวไม่น้อยกว่า 1,000 บัตร
- (4) สามารถเพิ่มอุปกรณ์เชื่อมต่อกับ Controller อื่นๆ
- (5) อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -20°C ถึง 75°C หรือดีกว่า

- (6) ผู้ขายต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย
- 5.2 เครื่องอ่านบัตรระบบไร้สัมผัส พร้อม Keypad มีรายละเอียดดังนี้
  - (1) สามารถอ่านบัตรได้ในระยะไม่น้อยกว่า 15 ซม.
  - (2) มี Key สำหรับกดตัวเลข ประกอบในตัวเดียวกัน
  - (3) มีไฟแสดงสถานะพร้อมเสียง Beep ในตัว
  - (4) สามารถตั้งค่าใช้งานบัตรผ่านเข้า – ออก ร่วมกับ Keypad ได้
  - (5) อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง -20°C ถึง 75°C หรือดีกว่า
  - (6) ผู้ขายต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย
- 5.3 ชุดโปรแกรม สำหรับควบคุมระบบ Access Control มีรายละเอียดดังนี้
  - (1) โปรแกรมที่ใช้จะต้องสามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการ Window XP หรือ Window 2000 Window NT
  - (2) สามารถยกเลิกสิทธิการเข้า – ออกพื้นที่ทั้งหมดหรือเฉพาะพื้นที่ได้
  - (3) สามารถกำหนด Time Zone ได้
  - (4) สามารถตั้งนาฬิกาให้ตรงกับอุปกรณ์ตัว Controller ที่ต่อพ่วงในระบบได้
  - (5) ผู้ขายต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย
- 5.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้
  - (1) สามารถแปลงสัญญาณจาก RS485 เป็น RS232 ได้
- 5.5 ชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับติดตั้งประตู มีรายละเอียดดังนี้
  - (1) เป็นชุดกลอนระบบ Electromagnetic
  - (2) มีแรงดึงของสนามแม่เหล็กไม่น้อยกว่า 600 ปอนด์
  - (3) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 12 VDC
- 5.6 เครื่องเก็บบันทึกข้อมูลบัตร มีรายละเอียดดังนี้
  - (1) CPU Pentium D หรือสูงกว่า ความเร็วนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
  - (2) มีหน่วยความจำสำรอง ไม่น้อยกว่า 1 GB
  - (3) Hard Disk ชนิด SATA ความจุไม่ต่ำกว่า 500 GB ความเร็ว 7200 รอบ
  - (4) มี DVD-RW
  - (5) มี Network Interface มาตรฐาน 10/100 Base-T Ethernet
  - (6) มีจอสีชนิด LCD/TV หรือ LCD/VGA หรือ LCD WXGA ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง
  - (7) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC 50 Hz
  - (8) มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional หรือ สูงกว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 5.7 บัตรผ่านประตูแบบ Proximity จำนวน 2,000 ใบ
  - (1) สามารถใช้งานกับระบบที่มีอยู่เดิมได้
  - (2) เป็นบัตรชนิดไม่มีแบตเตอรี่ในตัว
  - (3) ย่านความถี่ใช้งาน 125 kHz
  - (4) อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง 0°C – 60°C หรือดีกว่า
  - (5) ผู้ขายต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย

**จบหมวดที่ 13**

## หมวดที่ 14

## ระบบชุดกุญแจ อัจฉริยะ (SMART ELECTRONIC DOOR LOCK SYSTEM)

## 1. ความเป็นมา

ผู้ว่าจ้างประสงค์ที่จะดำเนินการติดตั้งติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออก ประตูห้องพัก ตามรูปแบบรายการ เพื่อบริการด้านความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้อาคารอย่างครอบคลุม และสูงสุด

## 2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

- 2.1 เพื่อใช้ในอาคารที่ก่อสร้างตามรูปแบบและรายการ
- 2.2 เพื่อการสอดส่อง ควบคุมดูแลความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน บริเวณพื้นที่ที่กำหนด
- 2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความปลอดภัย
- 2.4 เพื่อการป้องปรามเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ
- 2.5 เพื่อช่วยในการติดตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

## 3. สถานที่ดำเนินการ

ติดตั้งตำแหน่งประตูหลักของห้องพัก ภายในอาคารตามรูปแบบกำหนด

## 4. ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1 อุปกรณ์ของระบบควบคุมการเข้าห้องพัก จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่ ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน และยังคงอยู่ในสายงานการผลิต พร้อมทั้งแนบรายละเอียดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาติดตั้งสำหรับโครงการและการทำงานของระบบประกอบการพิจารณาอนุมัติด้วย โดยแนบเอกสารที่ระบุแหล่งผลิต อุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าสินค้าและมาตรฐานต่างๆ ที่รับรองคุณภาพของอุปกรณ์นั้น
- 4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบควบคุมการเข้าห้องพัก พร้อมอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้ง Software ต่างๆ ตามข้อกำหนด เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.3 Software ที่ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในโครงการนี้จะต้องเป็น Software ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องจากบริษัทผู้ผลิต
- 4.4 ระบบที่นำเสนอต้องรองรับการเพิ่มขยายระบบให้ครอบคลุมความต้องการของหน่วยงานในอนาคตได้
- 4.5 ผู้รับจ้างจะต้องแนบรายละเอียด (Catalog) ของอุปกรณ์ที่เสนอ เพื่อประกอบการพิจารณา โดยจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละรายการให้พิจารณา
- 4.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบการติดตั้งระบบให้เป็นไปตามแบบหรือข้อกำหนด โดยให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและผู้ควบคุมงาน เห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง กรณีจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจุดติดตั้งเพื่อความเหมาะสมต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน
- 4.7 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี ตลอดเวลารับประกัน พร้อมทั้งให้การอบรมการใช้อุปกรณ์ต่างๆ แก่พนักงานผู้ดูแลรับผิดชอบของโครงการจนสามารถเข้าใจระบบการทำงานต่างๆ ได้ดี

## 5. ขอบเขตของการดำเนินงาน และคุณลักษณะเฉพาะ

ระบบควบคุมการเข้าห้องพัก Smart Electronic Door Lock

## 5.1 ข้อมูลทั่วไป

ระบบการผ่านเข้าออกประตูจะเป็นการปิดล็อกแบบอิเล็กทรอนิกส์ไร้สาย (WIRELESS ELECTRONIC LOCK) ซึ่งจะควบคุมการผ่านเข้าออกในบริเวณพื้นที่ที่ถูกกำหนดไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถไว้วางใจได้อย่างสูงสุด และ FRONT DESK UNIT(FDU) สำหรับการลงและอ่านรหัสบัตรก็จะสามารถใช้งานร่วม (INTERFACE) กับระบบ PROPERTY MANAGEMENT SYSTEM (PMS) ของระบบคอมพิวเตอร์ของโรงแรมได้

ระบบจะประกอบไปด้วยสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นอย่างน้อย

- CARD AND ELECTRONIC DOOR LOCK
- FRONT DESK UNIT

## 5.2 CARD AND ELECTRONIC DOOR LOCK

- (1) CARD บัตรจะเป็นชนิดส่งคลื่นความถี่ตรงตาม ISO/IEC14443 Type A Standard โครงสร้างของบัตรจะเป็นโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วยไวเนลและมีวงจรรภายในที่มีกำลังสูงหรือมีแรงบีบบังคับสูงซึ่งจะปฏิเสธการแก้ไขตัดแปลงหรือลบข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ ขนาดของบัตรจะเป็นขนาดมาตรฐานเดียวกันกับบัตรเครดิต และจะมีเครื่องอ่านและเขียนสำหรับบัตรแต่ละบัตร
- (2) ELECTRONIC DOOR LOCK ล็อคประตูอิเล็กทรอนิกส์จะใช้กับบัตรส่งคลื่นความถี่ ซึ่งจะทำการอ่านโดยการทาบบัตร (Mifare RF Card) โดยจะมี LED ACCESS INDICATOR เป็นชุดอ่านข้อมูลจากบัตร ประตูอิเล็กทรอนิกส์นี้จะทำงานประสานกับ DOOR STRIKE หรือ TURNSTILE

### รายละเอียดของล็อคประตูอิเล็กทรอนิกส์มีดังนี้

Door thickness	40-50 mm.
Backset	65 mm
Power supply	4 alkaline batteries
Alarm voltage	DC 4.2V+0.2V
Working temperature	-10'C~55'C
Working humidity	20%~93%+-2RH

#### Features :

- Classic shape and fashion
- Reaching the requirement of GB374-2001 for material thickness,new double complex structure is applied It is firm and resists corrosion.
- Stainless steel handle with reasonable structure,good holding and durable.
- Us standard lock case with reasonable structure and security.
- Don't disturb function ,when guest turn on the dead bolt the LED flash and red light indicate"do not disturb"
- Rotary structure makes the handle feel more comfortable for using.

#### Surface finishing:

- Brushed stainless steel
- PVD Brushed Zirconium

## 5.3 FRONT DESK UNIT (FDU)

FRONT DESK UNIT (FDU) สำหรับการลง และอ่านรหัสบัตรจะเป็นระบบที่ตั้งอยู่เดี่ยว ๆ และสามารถใช้งานร่วมกับระบบ PROPERTY MANAGEMENT SYSTEM (PMS) ของระบบคอมพิวเตอร์ของโรงแรมได้ สำหรับ อุปกรณ์ Access Controls ,Lift Controller,Energy Saving Switch สามารถใช้ Software ร่วมกันได้

รายละเอียดของ FRONT DESK UNIT (FD8) มีดังนี้

#### Features :

- MULTI TRACK ENCODING AND READING
- DROP AND SWIPE READER TRACK WITH ALIGNMENT GUIDE

- MENU DRIVEN SOFTWARE
- COMPUTER FEEL KEYPAD
- ADJUSTABLE AUDIBLE FEEDBACK LEVEL
- LOW BATTERY ALARM
- COMPATIBLE WITH PARALLEL (DB25) AND SERIAL PRINTERS (DB9)
- COMPATIBLE WITH PC (DIRECT LINK TO PC FOR SOFTWARE & CONFIGURATION UPGRADE)
- 2 SERIAL COMMUNICATION PORTS, ONE DB9-MALE, ONE DB9-FEMALE, FOR CONNECTION TO : LOCK, SERIAL PRINTER, ANOTHER FDU OR A PC)
- MOLDED TRANSPARENT DISPLAY LENS
- CASING OF IMPACT RESISTANT,INFECTION MOLDED,BLACK PLASTIC WITH ANTI-SLIP PAD
- LOW COERCIVITY KEYCARD ENCODING
- REAL TIME CLOCK

**FUNCTIONS:**

- ENCODES, READS AND VERIFIES KEYCARDS
- SYSTEM TIME KEEPING
- LOCK / FDU AUDIT VIEWING AND PRINTING
- AUDIT MEMORY OF LAST 4,000 TRANSACTIONS
- 15 ACCESS LEVEL KEYCARDS FROM GUEST TO EMERGENCY
- 10 SPECIAL PURPOSE KEYCARDS
- LOCK PROGRAMMING
- PMS COMPATIBLE
- POS COMPATIBLE
- MULTILINGUAL SOFTWARE (ENGLISH, CHINA)
- SUPPORTS 8 GUESTS AND 16 STAFFS COMMON AREAS
- ACCOMMODATE UP TO 99,999 GUEST ROOMS

**POWER:**

- AC POWERED (240V.)
- 8 HOUR BATTERY BACK UP
- EASY TO ACCESS RECHARGEABLE BATTERY
- POWER SUPPLIES AVAILABLE FOR THE US AND CANADA, AUSTRALIA, UNITED KINGDOM AND EUROPE
- SUPPORTS 8 GUESTS AND 16 STAFFS COMMON AREAS
- ACCOMMODATE UP TO 99,999 GUEST ROOMS

## 5.4 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตและตามกำหนดในแบบ

5.5 การทดสอบ

ต้องทดสอบอุปกรณ์ตามหน้าที่ของแต่ละระบบ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามความต้องการ

จบหมวดที่ 14



## หมวดที่ 15

### ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BUILDING AUTOMATION SYSTEM)

#### 1. ขอบเขตงาน

- 1.1 ผู้ว่าจ้างจะต้องจัดหาและจัดทำแบบรายละเอียด ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติและอื่นๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งและจัดการระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ให้ทำงานได้ตามที่ระบุในข้อกำหนดทั่วไปทุกประการ
- 1.3 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติต้องติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol แบบเปิด (Open Protocol) ได้แก่ LonTalk™ หรือ BACnet เพื่อสั่งงาน และตรวจสอบระบบดังนี้
  - (1) ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ควบคุม และ/หรือ ตรวจสอบการทำงานของ Heat rejection plant, Chilled water plant, General air condition unit, Exhaust system และ Ventilation system
  - (2) ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ควบคุม และ/หรือ ตรวจสอบการทำงานของ Standby generator system และ Power distribution system
  - (3) ระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง ตรวจสอบสถานะ และ/หรือ สั่งงาน Main water supply, Fire protection system, Waste treatment plant, Drainage sump
  - (4) ระบบแจ้งเหตุและเตือนภัยเพลิงไหม้ ตรวจสอบสถานะของ ALARM
  - (5) ระบบ Environmental conditions ตรวจสอบ และ/หรือ สั่งงาน โดยการอ่านค่าของอุณหภูมิ ความชื้น แล้วสั่งงานอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อคงสถานะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการทำงานต่อไป
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและประสานงานกับระบบไฟฟ้า เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าตามขนาด, ชนิด และตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรือตามความต้องการของอุปกรณ์นั้นๆ เพื่อให้ระบบทำงานอยู่ตลอด 24 ชั่วโมง
- 1.5 การทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในกรณีติดต่อด้วย Low level interface (AI, AO, DI, DO) ให้ตัดความรับผิดชอบของการติดตั้งตามที่ระบุใน Summation BAS point schedule
- 1.6 การปรับแต่งและ Test ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ จัดปรับแต่ง และทดสอบตามเอกสารข้อกำหนด

#### 2. รายละเอียดการเสนอราคา

- 2.1 ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคา โดยชี้แจงแสดงรายละเอียดอุปกรณ์ลงใน Technical Data และระบุบริษัทผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ทุกประเภทและประเทศผู้ผลิต ให้เสนออุปกรณ์มากที่สุดไม่เกิน 3 ผลิตภัณฑ์
- 2.2 ผู้เสนอราคาต้องเสนอ Catalog หรือ Brochure ประกอบกับใบเสนอราคาในวันเสนอราคา
- 2.3 ผู้เสนอราคาต้องส่งประวัติผลงานการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่เคยติดตั้งไว้ ณ สถานที่ใดแล้วบ้าง
- 2.4 ผู้เสนอราคาจะต้อง จัดส่งรายละเอียดแสดงระบบการทำงานเป็นขั้นตอนของอุปกรณ์ แต่ละชนิดมีรายละเอียดการบำรุงรักษา
- 2.5 ผู้เสนอราคาต้องเสนอประเภท และจำนวนของอุปกรณ์ อะไหล่ (Spare parts) เครื่องมือ (Tool) และเครื่องทดสอบที่จำเป็นตามข้อแนะนำของโรงงานผู้ผลิต

#### 3. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อความที่ระบุในหัวข้อนี้เป็นข้อความสรุปความต้องการขั้นต่ำของระบบหากจะต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบของระบบ หรือเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่นใด เพื่อให้เป็นไปตามรายละเอียดข้างล่างนี้ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบ

ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการ ซึ่งหากไม่มีการแจ้งให้ทราบ ให้ถือว่ารายละเอียดต่อไปนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยไม่อาจคิดค่าใช้จ่ายจากผู้ว่าจ้างได้

### 3.1 GENERAL

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ต่างๆ ที่จำเป็นในระบบ BAS ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วย Direct Digital Controller (DDC) ที่สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ด้วยความเร็วสูงแบบ Peer-to-peer, Network Controller และ Workstation with Graphical User Interface (GUI) ที่สามารถแสดงผลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายอื่นๆ โดยเครือข่าย LAN
- (2) BAS. มีหน้าที่รายงานผลและควบคุมระบบทางวิศวกรรมต่างๆ ของอาคารที่ถูกระบุให้ทำการรายงานผลและควบคุม
- (3) การติดต่อสื่อสารในระดับอุปกรณ์ DDC จะต้องเป็นระบบเปิด (Open Protocol) ตามมาตรฐาน EIA standard 709.1, LonTalk™ protocol หรือมาตรฐาน ANSI/ASHRAE™ standard 135-1995, BACnet minimum level 3 compliance โดยที่ระบบจะต้องสามารถสื่อสารกับทั้งสองมาตรฐานได้ เพื่อความสะดวกในการ Integrate กับระบบอื่นๆ
- (4) Local Area Network (LAN) ในระบบ BAS จะต้องเป็นระบบ Ethernet ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 10/100 Mbps และ สนับสนุน BACnet, HTTP, HTML และ XML เพื่อความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกับ Controller และเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ที่เชื่อมต่อกับระบบ โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์เฉพาะที่เป็น Proprietary Gateway
- (5) PC Workstation ประกอบด้วย CPU, Monitor, Keyboard, Disk-drive และ Printer ติดตั้งอยู่ที่ Control room และให้มี Portable Operator's Terminal ใช้ติดต่อกับ DDC และ NC ต่างๆ ได้
- (6) การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์ สามารถแสดงได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- (7) การรับรู้สถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการแจ้ง Alarm ให้กระทำผ่าน Keyboard ได้
- (8) ระบบจะต้องยินยอมให้ ผู้ควบคุมระบบสามารถเปลี่ยนแปลงสูตรคำนวณต่างๆ ได้จาก PC Workstation หรือ Portable Operator's Terminal (POT)
- (9) ผู้ใช้ต้องสามารถเข้าสู่ระบบได้โดยใช้ Internet Browser ที่มีมากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นเข้ามาเสริม
- (10) การเก็บข้อมูลต่างๆ จะต้องถูกจัดเก็บในรูปแบบมาตรฐานเท่านั้น ได้แก่ Open Database Connectivity (ODBC) หรือ Structure Query Language (SQL)

### 3.2 OPERATOR PRIVILEGE

ระบบจะต้องแยกระดับความสำคัญ ขอบเขตการเข้าถึงระบบในระดับต่างๆ กันดังนี้

- (1) ระบุ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องใดที่อนุญาตให้สามารถเรียกหรือสั่งงานระบบได้
- (2) แบ่งแยกระดับของผู้ควบคุม เพื่อระบุขอบเขตของอุปกรณ์ที่สามารถสั่งงานและตรวจสอบรายงานได้
- (3) Function ใดบ้าง ของระบบที่ผู้ควบคุมสามารถสั่งงานได้
- (4) แก๊วระดับของผู้ควบคุม หรือยกเลิกได้

### 3.3 MONITORING SYSTEM

การแสดงผลและรายงานของ BAS จะต้องแสดงรายละเอียด ดังนี้

- (1) สถานะของอุปกรณ์ต่างๆ
- (2) แสดงชนิด ประเภทของปัญหาขัดข้องที่เกิดขึ้นขณะ Alarm

- (3) แสดงตำแหน่งของเหตุการณ์โดยละเอียด เป็นตัวอักษร (แสดงห้อง พิกัดตำแหน่ง) หรือรูปภาพ แผนภูมิ ตามที่ระบุในแต่ละระบบ ขณะที่เกิด Alarm
  - (4) แนะนำ ขั้นตอน วิธีปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
- 3.4 GENERAL AIR CONDITONING UNITS
- (1) FCU., AHU., Split-type ทุกตัว ต้องถูกควบคุมหรือตรวจสอบสถานะโดย BAS.
  - (2) การปรับตั้งค่าอุณหภูมิ SET POINT ของเครื่อง FCU., AHU., (ส่วนกลาง) ให้ทำได้ที่ Keyboard ของ Workstation
  - (3) BAS. สามารถสั่งเปิด/ปิดอุปกรณ์ตามตารางเวลา (Time schedule)
  - (4) ในบางห้อง เช่น ห้องประชุม ให้ติดตั้งอุปกรณ์ Manual On/Off เพื่อ คำสั่งจากระบบ BAS.
- 3.5 EXHAUST AND VENTILATION SYSTEM
- BAS. ทำหน้าที่แสดงสถานะเปิด/ปิด และ Alarm
- 3.6 STANDBY GENERATOR SYSTEM
- BAS ต้องสามารถรับทราบสัญญาณที่ส่งมาจาก GENERATOR ดังนี้
- (1) Generator ไม่สามารถ Start ได้ (Over crank)
  - (2) สถานะของ Generator
  - (3) สัญญาณ General alarm
  - (4) น้ำมันใน Dry tank ระดับต่ำกว่ากำหนด
  - (5) แสดงค่า Voltage ทุก Phase ในแต่ละเครื่อง (Generator)
  - (6) แสดงค่า AMP. ทุก Phase ในแต่ละเครื่อง
  - (7) แสดงค่า ความถี่ของทุกเครื่อง
  - (8) แสดงค่า Power factor ของทุกเครื่อง
- 3.7 POWER DISTRIBUTION SYSTEM
- BAS. จะต้องรายงานสถานะของ Circuit Breaker ทุก Main Switchboard
- 3.8 MAIN WATER SUPPLY
- (1) ตรวจสอบระดับและปริมาตรของ Storage tank
  - (2) ตรวจสอบสถานะของ Pump น้ำ
- 3.9 SYSTEM OPERATION
- 3.10 ACKNOWLEDGABLE EVENTS
- เมื่อมีการรับรู้ Alarm แล้ว สิ่งที่ BAS.จะต้องรายงานและเก็บบันทึกให้ทราบคือ
- (1) ชนิดของเหตุการณ์
  - (2) ตำแหน่งเกิดเหตุ
  - (3) บันทึกชื่อของคนที่รับทราบเหตุการณ์
  - (4) บันทึกเวลาที่ผู้ใช้งานรับทราบเหตุที่เกิดขึ้น โดยอัตโนมัติ
- 3.11 HISTORICAL ARCHIVES
- ข้อมูลที่บันทึกไว้ของ BAS จะต้องจัดทำได้ทั้งแบบที่เรียกได้จาก PC.(เก็บใน DISK) และทั้งแบบที่เป็นเอกสาร (โดย Printer)
- 3.12 ALARM PRIORITIES
- เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน ต้องมีระดับความสำคัญที่จะต้องยังคงแสดงบนจอภาพก่อนเสมอ
- 3.13 UNATTENDED ALARM ANNUNCIATION

เมื่อเหตุการณ์เกิดขึ้นและ BAS แจ้งให้ Operator ทราบ แต่ BAS ไม่ได้รับการรับรู้เหตุการณ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ BAS สั่งให้ระบบเสียงสัญญาณเตือน, แสงไฟสัญญาณในบริเวณ Console ทำงานจนกว่าจะมีการรับรู้เหตุการณ์

### 3.14 BAS COMPONENT

ผู้ประมูลจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบ BAS โดยมีส่วนประกอบของระบบและคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- (1) PC Workstation 1 เครื่อง ติดตั้งอยู่ใน Control Room ประกอบด้วย CPU, Monitor, Mouse, Keyboard และ Printer 2 ชุด ได้แก่ Alarm Printer และ Logging data Printer
- (2) Uninterrupted Power Supply (UPS) 1 ชุด สำหรับสำรองไฟของคอมพิวเตอร์
- (3) Graphical User Interface (GUI) Software 1 ชุด
- (4) Portable Operator's Terminal (POT) 1 ชุด
- (5) Direct Digital Controller (DDC) ติดตั้งตามตำแหน่งของอุปกรณ์ ที่จะทำการควบคุม และต้องได้รับมาตรฐาน UL-916 Energy Management Systems
- (6) Network Controller (NC) สำหรับการเชื่อมโยงระบบ LAN ของ PC Workstation กับ BAS communication BUS และต้องได้รับมาตรฐาน UL-916 Energy Management Systems
  - สายสัญญาณที่ใช้ติดต่อ สื่อสาร ระหว่าง DDC และ NC
  - สายสัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆ
  - อุปกรณ์ ในการติดตั้งอื่นๆ เช่น ท่อ สายไฟ ตู้คอนโทรล
  - การรับประกัน อุปกรณ์ ของระบบ BAS ทั้งหมดเป็นเวลา 1 ปี หลังจากการติดตั้ง รวมถึง การตรวจเช็คการทำงานของอุปกรณ์ สม่ำเสมอตามความเหมาะสม ในช่วงระยะเวลาการรับประกัน

### 3.15 PC WORKSTATION

ผู้ประมูลต้องจัดหาคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ ส่งงาน แสดงผล เก็บค่า ที่ Control room คอมพิวเตอร์ที่ใช้ ต้องเป็นของ IBM หรือ Compaq และต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- (1) Processor: Intel Pentium IV, 2.4 GHz., or faster
- (2) Random-Access Memory (RAM): 1 GB (min)
- (3) Memory: 256 KB
- (4) Graphics: Super video graphic adapter (SVGA), minimum 1024x768 pixels, 32 MB video memory
- (5) Monitor LCD : 19 inches, color, high resolutions, control of contrast, brightness, etc
- (6) Keyboard: 101/102 key with Thai input
- (7) Floppy-Disk Drive: 1.44 MB
- (8) Hard-Disk Drive: 40.0 GB., minimum
- (9) CD-ROM Drive: 50x, minimum
- (10) Mouse: 2 button with wheel
- (11) Backup: 8x CD writer, minimum
- (12) Operating System: Microsoft Windows 2000/XP or later
- (13) Color, ink-jet type, Print Header: 1440 x 1440 dpi photo-quality color resolution for logging data

(14) Dot-matrix Printer 9 x 11 quality print character of an Alarm message

### 3.16 GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

GUI Software จะต้องสามารถแสดงค่าและควบคุม ระบบ BAS ทั้งหมดได้ ซึ่งแต่ละจุดที่แสดงผลจะต้องมีชื่อ และคำอธิบายชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้จะสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ ทางด้าน Hardware และตำแหน่ง ของตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

- (1) GUI ต้องสามารถทำงานได้บน ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows NT/2000/XP
- (2) GUI ต้องถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่าย เช่น ควรจะมี Tree view (คล้ายกับ Windows Explorer), Menu-pull down และ Toolbars เพื่อสะดวกในการค้นหาและเข้าถึงอุปกรณ์ต่างๆ
- (3) GUI ต้องแสดงผลเป็นแบบ Real-Time Display โดยไม่จำเป็นต้อง คลิก Update/Refresh
- (4) รูปภาพที่นำมาใช้ในการแสดงผล ต้องเป็นชนิด GIF, BMP หรือ JPG เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้รูปแบบอื่น ๆ เพื่อความสะดวกในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงรูปภายหลัง
- (5) หน้าจอแสดงผลต้องแสดงในรูปแบบ HTML หรือ XML ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบได้โดยใช้โปรแกรม Web Browser ที่มีมากับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น Internet Explorer (IE), Netscape Navigator หรือ Opera Browser
- (6) การเข้าสู่ระบบจะต้องสามารถเข้าได้จากทุกๆ คอมพิวเตอร์ที่อยู่บน LAN เดียวกันกับ PC Workstation โดยจะต้องมี Username และ Password เพื่อจำกัดระดับการใช้งาน
- (7) การเก็บข้อมูล Database ของ GUI ต้องสามารถเก็บให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน เช่น ODBC, SQL เท่านั้นเพื่อให้มี ความสามารถในการเรียกดูค่าได้จากผู้ใช้หลายคนพร้อมกัน
- (8) ในสถานะที่เกิด Alarm หน้าจอที่แสดงสถานะ Alarm จะต้องถูกเปิดขึ้นมา เป็นอีกหนึ่งหน้าต่าง แยกจากหน้าจอปกติ และสามารถส่งผ่านการเตือน Alarm ไปยังคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ระบุไว้ อื่นๆ ได้
- (9) PC workstations ต้องสามารถแก้ไขและ Download โปรแกรมของ DDC ใน Network ได้ เหมือนกับการ Download จากอุปกรณ์ POT ที่หน้าตู้ DDC
- (10) Alarm pop-up สามารถส่งไปยังเครื่อง BAS Operator Workstation และ PC ลูกข่ายที่กำหนดได้
- (11) เมื่อเกิด Alarm ระบบต้องส่ง Email ไปยังเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เจ้าหน้าที่ๆ เกี่ยวข้องได้ทราบถึงปัญหาและหาวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาต่อไป

### 3.17 PORTABLE OPERATOR'S TERMINAL (POT)

ผู้ประมวลผล จะต้องจัดหา Portable Operator's Terminal (POT) เพื่อใช้ในการ Upload และ Download โปรแกรมของ DDC ในกรณีที่ Network ของ BAS Offline POT จะต้องสามารถเรียกดูค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของอุปกรณ์ รวมทั้งต้องสามารถแก้ไข และ Override ค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นได้ เช่น ค่า Set Point

### 3.18 DIRECT DIGITAL CONTROLLER (DDC)

DDC จะต้องสามารถ รับค่าและสั่งงานของทุก point ที่จำเป็นในการควบคุม โดย DDC 1 ชุด จะต้องสามารถควบคุม AHU หรือระบบ HVAC อื่นๆ ได้อย่างน้อย 1 ตัว โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- (1) DDC จะต้องสามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำในช่วง 0°C ถึง 5°C และ 5 ถึง 95 %RH
- (2) DDC แต่ละตัวต้องมี หน่วยความจำแบบ EPROM/EEPROM เพื่อใช้เก็บโปรแกรมการทำงาน โดยที่ไม่สูญหายในกรณีที่ ไฟดับ
- (3) อุปกรณ์ DDC ทุกตัว ต้องสามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมลอจิกในตัวได้ (Freely programmable)

- (4) DDC ต้องสามารถประมวลผล สั่งงาน ได้ทั้งแบบ On/Off Control และแบบ PID Control
- (5) DDC ต้องมีฟังก์ชันการทำงานในโหมดของ Energy Management เช่น Enthalpy, Optimize Start/Stop ได้ โดยสามารถโปรแกรมได้ที่ตัว DDC ดังนั้น DDC จะยังสามารถทำงาน Energy Management Function ได้ในกรณีที่ Network Fail
- (6) DDC ต้องสามารถตั้ง Time schedule เพื่อควบคุมการปิดเปิด ของอุปกรณ์ได้
- (7) ในกรณีที่ Network offline และไม่มีสัญญาณจาก NC และ PC DDC ต้องสามารถรับค่าประมวลผล และสั่งงานได้ด้วยตัวเอง (Stand alone)
- (8) การติดต่อสื่อสาร ระหว่าง DDC ด้วยกัน ต้องเป็นแบบ peer-to-peer
- (9) Protocol ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ระหว่าง DDC ต้องเป็นแบบเปิด (Open Protocol) เช่น LonWork™, BACnet
- (10) DDC ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL-916 Energy management systems

### 3.19 NETWORK CONTROLLER (NC)

NC มีหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่าง Ethernet LAN ของ PC กับ field device (DDC) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ BAS ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ได้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- (1) NC ต้องมีพอร์ตกับต่อเชื่อมต่อกับ Ethernet LAN อย่างน้อย 1 พอร์ต และต้องมีพอร์ตสำหรับต่อกับ BAS Open Protocol Bus อีกอย่างน้อย 1 พอร์ต โดยไม่จำเป็นต้องผ่านอุปกรณ์เฉพาะที่เป็น Proprietary Gateway
- (2) คุณสมบัติสำคัญของชุดควบคุม จะต้องไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังต่อไปนี้
  - CPU ความเร็วต้องไม่ต่ำกว่า 200 MHz
  - RAM ต้องไม่ต่ำกว่า 128 MB
  - MAIN MEMORY ขนาดไม่ต่ำกว่า 40 MB เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ
- (3) NC จะต้องสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เครื่องอื่นๆ ได้โดยตรงผ่านทาง Ethernet LAN
- (4) NC 1 ตัวจะต้อง สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ DDC ได้อย่างน้อย 60 ตัว
- (5) NC จะต้อง มี Battery Backup และ Flash memory สำหรับเก็บโปรแกรม ในกรณีที่ไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน
- (6) NC จะต้อง มีฟังก์ชันเกี่ยวกับ ปฏิทินและการตั้งเวลา โดยมี Real-time Clock
- (7) NC จะต้อง มีฟังก์ชันการจัดการ Alarm
- (8) NC ต้องสามารถสนับสนุน LonTalk, HTTP, HTML, XML และ BACnet โดยไม่ต้องต่อ Module อื่นๆ เพิ่มเติม
- (9) NC ต้องสามารถประมวลผลเพื่อทำการ แลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่าง Protocol ในตัวเองได้
- (10) NC ต้องสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน เช่น OBDC หรือ SQL และสามารถนำเสนอในรูปแบบของ HTTP และ XML
- (11) NC จะต้อง มีระบบป้องกันการเข้าถึง โดยใช้ Password
- (12) ไม่จำเป็นต้องใช้ Software อื่นๆ เพิ่มเติม ในการเพิ่ม อุปกรณ์ Lonwork
- (13) NC ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL-916 Energy management systems

## 4. TRANSMISSION CABLE

- 4.1 สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์, NC และ HUB ควรจะใช้สายชนิด UTP-8 wire, category 5 ยกเว้นใน กรณีที่กำหนดในแบบให้เป็นสายประเภท Fiber optic



4.2 สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง NC ไปยัง DDC ควรจะใช้สายชนิด Twisted pair with shield ขนาดไม่เล็กกว่า 18 AWG

- (1) สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง DDC ไปยัง Sensor/Actuator ควรจะใช้สายชนิด Twisted pair with shield ขนาดไม่เล็กกว่า 18 AWG
- (2) สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง DDC ไปยัง Relay/Voltage Free Contact ควรจะใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 Sq.mm.

## 5. SENSORS AND TRANSMITTERS

ผู้ประมูจะต้องจัดหา Sensor, Transmitters และ Relay ทั้งหมดที่จำเป็น รวมทั้งวัสดุอื่นๆ เช่น ท่อ สายไฟ ตู้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- 5.1 Temperature Sensor: ต้องเป็นชนิด Thermistor, Platium หรือ Balco, มี accuracy บวกหรือลบ 0.2% ที่ calibration point
- 5.2 Humidity Sensor: ต้องเป็นชนิด Thin-film polymer capacitive, มี accuracy 3%, ให้ค่า Output ออกมาเป็น Linear และมีช่วงการวัดอยู่ที่ 0-100%RH  
Static-Pressure Transmitter: ต้องเป็นแบบ Nondirectional sensor, มีค่า accuracy 2% of full scale, ให้ค่า Output เป็น 4-20 mA และมีช่วงการทำงานอยู่ที่ 0 -5 Inch WC.
- 5.3 Filter Clog Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อม Filter ได้สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-1000 Pa
- 5.4 Air-Flow Status Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อม พัดลม ได้ สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-1000 Pa
- 5.5 Water Flow Status Sensor : ต้องเป็นแบบ Differential Pressure Switch, NEMA4 Enclosure Standard โดยเลือกใช้ Normally Open Contact Output ซึ่งหน้าสัมผัสของสวิทช์จะต่อ เมื่อ Sensor ตรวจวัดค่าความดันตกคร่อม pump ได้สูงกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ในช่วง 0-250 Psi
- 5.6 Carbon-Monoxide Sensor: ต้องเป็นแบบ Single หรือ multi-channel ชนิด metal oxide semiconductor ที่มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0°C - 50°C สามารถวัดค่าได้ในช่วง 0 - 200 ppm และส่งค่า output เป็น 4-20 mA
- 5.7 Carbon-Dioxide Sensor: ต้องเป็นแบบ Single หรือ multi-channel ชนิด non dispersive infrared ที่มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0°C - 50°C สามารถวัดค่าได้ในช่วง 0 - 2000 ppm และส่งค่า output เป็น 4-20 mA
- 5.8 Electrical Power Meter : สำหรับ วัดค่า KW, Current, Voltage ต้องให้สัญญาณ ออกมาในรูปแบบมาตรฐาน ที่สามารถติดต่อกับ ระบบ BAS โดย MODBUS หรือ LonTalk Protocol

## 6. PROGRAM DESCRIPTION

โปรแกรมต่อไปนี้เป็นความต้องการขั้นต่ำที่ระบบ BAS ต้องทำได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 6.1 DL : DEMAND LIMITING

เป็นการเก็บค่าการใช้พลังงานขณะนั้นๆ และประมาณการในช่วงต่อไป ถ้าหากค่าประมาณการมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนด จะมีคำสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีความจำเป็นใช้ ณ ขณะนั้น เช่น PUMP น้ำ หรือ พัดลมบางตัว

### 6.2 TP : TIME PROGRAM

- เปิด-ปิด อุปกรณ์ภายในอาคารตามเวลาที่กำหนดให้ โดยให้สามารถกำหนดรายละเอียดในแต่ละวันของสัปดาห์ใน 1 ปี
- 6.3 LC : LOAD CYCLING  
เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของอาคาร อุปกรณ์บางชนิด เช่น AHU., FCU. สามารถปิดเป็นช่วงได้โดยที่ไม่ทำให้อุณหภูมิ ความชื้น หรือค่าอื่นเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าที่ทำให้เกิด ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน
- 6.4 RT : RUN TIME TOTALIZED  
เป็นการบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ที่กำหนดเพื่อประโยชน์ในการจัดการบำรุงรักษาและบันทึกชั่วโมงทำงานในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อประโยชน์ในการคิดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลานั้นได้
- 6.5 AL : ANALOG ALARM LIMIT  
เป็นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับสัญญาณ ANALOG และเมื่อค่าดังกล่าวมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดให้แจ้งสัญญาณ ALARM แก่ผู้ปฏิบัติการตามระดับความสำคัญที่โปรแกรมไว้
- 6.6 HD : HISTORICAL DATA REPORT  
เก็บรวบรวมข้อมูลเหตุการณ์และค่าที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษาและใช้สำหรับเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำในอนาคต
- 6.7 MP : MAINTENANCE PROGRAM  
ทำตารางแสดงระยะเวลา ส่งสัญญาณเตือนรวมถึงแนะนำขั้นตอน การบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละตัวในอาคาร เมื่อถึงเวลาต้องตรวจสอบ หรือเมื่อเกิดความเสียหาย โดยการรับข้อมูลจาก RUN TIME TOTALIZED และ สัญญาณ ALARM ต่างๆ
- 6.8 GM : GRAPHIC MONITORING  
แสดงเหตุการณ์และจุดเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ในรูปแบบแผนภาพ บนจอภาพ
- 6.9 AP : AUTOMATIC PROGRAM CONTROL  
เก็บรวบรวมข้อมูลจาก SENSOR ต่างๆ เปรียบเทียบกับ SET POINT ที่ตั้งไว้เพื่อคำนวณและประมวลผลสั่งการ ตามความสัมพันธ์ที่โปรแกรมไว้ รวมถึงการจัดการเรียงลำดับการเปิด-ปิด อุปกรณ์เพื่อเฉลี่ยเวลาการทำงานด้วย
- 6.10 AR : ALARM REPORT  
เมื่ออุปกรณ์ต่างๆ ส่งสัญญาณ ALARM แก่ระบบ ให้จัดการแจ้งเหตุไปยังอุปกรณ์ที่กำหนด เช่น เครื่องพิมพ์ ลำโพง หรือดวงไฟฉุกเฉิน รวมถึงบันทึกเหตุการณ์, ตำแหน่งเกิดเหตุ รวมถึงชื่อผู้ปฏิบัติงานลงในรายงานด้วย
- 6.11 OS : OPTIMUM START/STOP  
อุปกรณ์ปรับอากาศทุกชนิดต้องเปิด-ปิด ระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้
- (1) การเปิดระบบในช่วงเช้า ให้อาศัยข้อมูลอุณหภูมิแตกต่างกันและภายนอกเพื่อให้เปิดระบบก่อนเวลาเริ่มงาน โดยเวลาที่เปิดก่อนพอดีที่จะทำให้อุณหภูมิ ความชื้น ถึงค่าที่ SET POINT
  - (2) การปิดระบบ เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้น มีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ฉะนั้นโปรแกรมสามารถตรวจสอบค่าอุณหภูมิแตกต่างกันและภายนอกและภายในเพื่อปิดระบบก่อนเวลา โดยที่อุณหภูมิได้ตาม SET POINT

## จบหมวดที่ 15

## หมวดที่ 16

## อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ SPD (Surge Protection Device)

## 1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากแรงดันเสิร์จที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ตู้เมนไฟฟ้าของอาคาร (MDB)
- 1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, DIN, UL, VDE หรือ ANSI (IEEE)
- 1.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน
- 1.4 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- 1.5 อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ 100% ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 1.6 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) เป็นการติดตั้งแบบขนาน ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในระบบ (Load)

## 2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

## 2.1 SPD1

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I+II / B+C สำหรับเมนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารโดยติดตั้งที่ตู้ MDB มีคุณสมบัติดังนี้

- (1) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I/B เป็นสปาร์กแก๊ป สามารถรับกระแสอิมพัลส์ของฟ้าผ่า (Lightning Impulse Current) ได้ไม่น้อยกว่า 50kA ต่อเฟส ที่รูปคลื่นทดสอบ 10/350 us สำหรับการติดตั้งระหว่าง L-N และสามารถรับกระแสอิมพัลส์ของฟ้าผ่า (Lightning Impulse Current) ได้ไม่น้อยกว่า 100 kA ต่อเฟส ที่รูปคลื่นทดสอบ 10/350 us สำหรับการติดตั้งระหว่าง N-PE
- (2) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class II/C เป็น MOV สามารถดิสชาร์จกระแสฟ้าผ่าสูงสุด (Maximum Discharge Current) ได้ไม่น้อยกว่า 40kA ต่อเฟส ที่รูปคลื่นทดสอบ 8/20 us สำหรับการติดตั้งระหว่าง L-N
- (3) อุปกรณ์ทั้ง 2 Class ต้องสามารถถอด-เปลี่ยน แยกออกจากกันได้ทีละเฟส เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- (4) มีแรงดันตกคร่อมรวมหลังจากอุปกรณ์เสิร์จทำงาน (Voltage Protection Level) ไม่เกิน 900V(L-N) /1500V (N-PE)
- (5) สามารถทนแรงดัน (Arrester Rated Voltage  $U_c$ ) ได้ไม่ต่ำกว่า 275V สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จระหว่าง L-N เพื่อป้องกันอุปกรณ์เสิร์จเสียหายกรณีเกิดแรงดันเกินในระบบ
- (6) ติดตั้งฟิวส์ขนาด 125A หรือขนาดตามแบบ ที่หน้าอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ โดยฟิวส์ที่ใช้เป็นชนิดที่มีฝาครอบปิดตัวฟิวส์อย่างมิดชิด หรือติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- (7) การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ ให้ต่อระบบสายดิน (กราวนด์) ของระบบ หากบริเวณนั้น ๆ ไม่มีระบบสายดินให้ทำการติดตั้งใหม่เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.2 SPD2

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II/C สำหรับเมนไฟฟ้าย่อยที่จ่ายให้กับอาคาร โดยติดตั้งที่ตู้ DB มีคุณสมบัติดังนี้

- (1) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class II/C เป็น MOV สามารถดิสชาร์จกระแสฟ้าผ่าสูงสุด (Maximum Discharge Current) ได้ไม่น้อยกว่า 40kA ต่อเฟส ที่รูปคลื่นทดสอบ 8/20 us สำหรับการติดตั้งระหว่าง L-N

- (2) อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จต้องสามารถถอด-เปลี่ยนแยกออกจากกันได้ทีละเฟส เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- (3) แรงดันตกคร่อมรวมหลังจากอุปกรณ์เสิร์จทำงาน (Voltage Protection Level) ไม่เกิน 1500V(L-N)/1500V (N-PE)
- (4) สามารถทนแรงดัน (Arrester Rated Voltage  $U_c$ ) ได้ไม่ต่ำกว่า 275V สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จระหว่าง L-N เพื่อป้องกันอุปกรณ์เสิร์จเสียหายกรณีเกิดแรงดันเกินในระบบ
- (5) ติดตั้งฟิวส์ขนาด 125A หรือขนาดตามแบบ ที่หน้าอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ โดยฟิวส์ที่ใช้เป็นชนิดที่มีฝาครอบปิดตัวฟิวส์อย่างมิดชิด หรือติดตั้งสวิตซ์ตัดตอนอัตโนมัติ

### 3. โครงสร้างและการติดตั้ง

- 3.1 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในกล่องที่แข็งแรงและมีฝาปิด-เปิดที่แข็งแรง พร้อมทั้งล๊อคฝาหรืออาจติดตั้งภายใน MDB หรือ DB ที่มีอยู่
- 3.2 กรณีติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป สามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก
- 3.3 การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ป้องกันเข้ากับระบบไฟฟ้านั้นต้องต่ออยู่หลัง Main Circuit Breaker ในตู้จ่ายไฟฟ้า MDB
- 3.4 Housing หรือ Body ของตัวอุปกรณ์ป้องกันต้องทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V-0 (Flame Resistance Plastic)

## จบหมวดที่ 16

งานระบบลิฟต์โดยสาร  
หมวดที่ 17  
ระบบลิฟต์โดยสาร

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้ดีตามรูปแบบรายการและเป็นไปตามจุดประสงค์ของการใช้งาน

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมช่องลิฟต์ บ่อลิฟต์ และห้องเครื่องลิฟต์ให้ถูกต้องและสอดคล้องตามขนาดลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

1.3 ลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จะต้องผลิตตามมาตรฐาน JIS, ISO, TIS หรือ EN 81

1.4 ลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ใช้ผลิตภัณฑ์ของ MITSUBISHI, HITACHI, OTIS, หรือเทียบเท่า

1.5 ลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และต้องเป็นรุ่นใหม่ล่าสุดของผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนั้น โดยทำเอกสารยืนยันเป็นลายลักษณ์อักษร

1.6 อุปกรณ์ขับเคลื่อน ระบบควบคุม และอุปกรณ์มาตรฐานอื่นๆ จะต้องผลิตสำเร็จจากโรงงานของผู้ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น เยอรมัน สหรัฐอเมริกา ฟินแลนด์ สวิตซ์เซอร์แลนด์ หรืออิตาลี อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุข้างต้นให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศได้

1.7 ในกรณีที่ขอเทียบเท่าลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้ผู้รับจ้างทำรายการเปรียบเทียบรายละเอียดลิฟต์ และคุณสมบัติระหว่างลิฟต์ตามรูปแบบรายการกำหนดและลิฟต์ที่ขออนุมัติใช้ โดยเปรียบเทียบทุกๆ รายการถึงข้อแตกต่าง

2. คุณสมบัติของผู้รับจ้างติดตั้งลิฟต์

2.1 จะต้องเป็นผู้ผลิตโดยตรงหรือตัวแทนจำหน่ายที่ถูกต้องตามกฎหมาย และมีผลงานการติดตั้งลิฟต์มาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี นับจากวันพิจารณาผล พร้อมทั้งมีผลงานการติดตั้งและบำรุงรักษาลิฟต์ของหน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจมาแล้วอย่างน้อย 500 ชุด ทั้งนี้จะต้องแนบรายชื่อลูกค้ามาแสดงในวันส่งเอกสารขออนุมัติด้วย

2.2 ผู้ผลิตจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองระบบจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งจากมาตรฐานต่อไปนี้

(1) ISO-9001 ระบบบริหารงานคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องได้รับมาตรฐานทั้งการ DESIGN และการผลิต

(2) ISO-9002 ระบบคุณภาพแบบการประกันคุณภาพในการผลิต การติดตั้ง และการบริการ

(3) ISO-14001 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

3. รายละเอียดวัสดุลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

3.1 ลิฟต์เป็นโครงเหล็กแข็งแรง ผลิตจากโรงงานผู้ผลิตลิฟต์อย่างเรียบร้อย ขนาดภายในไม่เล็กกว่ามาตรฐานของ JIS, ANSI, ISO, TIS หรือ EN-81

3.2 ประตูลิฟต์เป็นชนิดบานเลื่อนเปิด-ปิด โดยอัตโนมัติใช้ระบบ AC-MOTOR ขับเคลื่อนชุดประตูมีระบบ SAFETY RAY ซึ่งเป็นแสงอินฟราเรด จะทำงานเมื่อมีผู้โดยสารหรือมีสิ่งกีดขวางแนวลำแสงเพื่อป้องกันประตูหนีบผู้โดยสาร

3.3 ประตูและผนังของตัวลิฟต์ทำด้วยแผ่นเหล็กพ่นสีอย่างดี (เลือกสีโดยสถาปนิกผู้ออกแบบ)

3.4 ฝ้าเพดานทำด้วยเหล็ก SITE SHEET IN BLACK (CENTER) WITH ANODIZED ALUMINIUM TRIM BLACK AND STAINLESS STEEL HAIRLINE (BOTH SIDES) พร้อมด้วยทางออกฉุกเฉิน และช่องระบายอากาศ รายละเอียดตามรูปแบบกำหนด

- 3.5 พื้นปูด้วยหินแกรนิตหรือตามทีรูปแบบระบุ ตรงจุดที่ชนกับผนังให้ติดตั้งแผ่นกันเท้ากระแทก (KICK PLATE)
- 3.6 ติดตั้งพัดลมเพื่อดูดอากาศที่ช่องดูดอากาศของเพดานห้องโดยสารลิฟต์และมีระบบซึ่งสามารถตัดการทำงานของพัดลมดูดอากาศได้ เมื่อลิฟต์หยุดวิ่งเกินกว่าเวลาที่กำหนด
- 3.7 ติดตั้งไฟแสงสว่างแบบ FLUORESCENT หรือหลอดประหยัดไฟ ให้มีสว่างเหมาะสมและมีระบบดับไฟแสงสว่างอัตโนมัติเมื่อลิฟต์หยุดวิ่งเกินกว่าเวลาที่กำหนด
- 3.8 ติดตั้งแสงสว่างฉุกเฉินซึ่งทำงานโดยแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จไฟได้ด้วยตนเอง และจะทำงานทันทีที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง
- 3.9 แผงควบคุมในตัวลิฟต์ส่วนหน้าของแผงเป็น STAINLESS STEEL HAIRLINE FINISH ปุ่มกดเป็นแบบ MICRO STROKE BUTTON โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
- |  |   |      |
|--|---|------|
| (1) ปุ่มกดไปตามชั้นต่างๆ พร้อมเลขและไฟแสดงสถานะ ตามจำนวนชั้น |   |      |
| (2) ปุ่มกดให้ประตูเปิด (DOOR OPEN)                           | 1 | ปุ่ม |
| (3) ปุ่มกดให้ประตูปิด (DOOR CLOSE)                           | 1 | ปุ่ม |
| (4) ปุ่มกดให้ลิฟต์หยุดฉุกเฉิน (EMERGENCY STOP)               | 1 | ปุ่ม |
| (5) ปุ่มกดแจ้งเหตุ (EMERGENCY ALARM)                         | 1 | ปุ่ม |
| (6) ปุ่มกดปิด-เปิดพัดลมดูดอากาศ                              | 1 | ปุ่ม |
| (7) ปุ่มกดปิด-เปิดไฟแสงสว่าง                                 | 1 | ปุ่ม |
| (8) โทรศัพท์ภายในหรือระบบติดต่อภายใน                         | 1 | ปุ่ม |
| (9) ไฟแสดงทิศทางการทำงานของลิฟต์                             | 1 | ปุ่ม |
- (10) ไฟแสดงตำแหน่งลิฟต์ทั้งหมดเป็นแบบ DOT MATRIX DIGITAL DISPLAY แสดงตำแหน่งของลิฟต์และมองเห็นได้อย่างชัดเจน

#### 4. ระบบควบคุมความปลอดภัยป้องกันเครื่องลิฟต์

- 4.1 มีอุปกรณ์และระบบตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน ป้องกันมอเตอร์เสียหาย (OVERLOAD CURRENT RELAY)
- 4.2 มีระบบป้องกันไฟฟ้าผัดเฟส หรือแรงดันไฟฟ้าไม่ครบวงจรไฟฟ้า (REVERSE PHASE RELAY)
- 4.3 มีระบบป้องกันมอเตอร์เสียหายจากอุณหภูมิสูงเนื่องจากมอเตอร์หมุนเกินกำลัง
- 4.4 ไฟฟ้าระบบลิฟต์ 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 ไซเคิล
- 4.5 ไฟฟ้าระบบแสงสว่าง 220 โวลต์ เฟส 50 ไซเคิล
- 4.6 มีระบบ SECRET CALL SERVICE สามารถล็อกชั้นการกดเรียกภายในตัวลิฟต์ได้ 3 ชั้น โดยการกด CODE 3 ตัวเลข บนแผงปุ่มกดก่อนถึงจะกดเรียกชั้นที่ล็อกได้ ซึ่งสามารถเปลี่ยน CODE ได้ตลอดเวลาโดยผู้ใช้งานที่ทราบระบบ
- 4.7 มีระบบช่วยเหลือฉุกเฉินเมื่อไฟฟ้าขัดข้อง ARD (AUTOMATIC RESCUE DEVICE)
- 4.7.1 ระบบช่วยเหลือฉุกเฉินในกรณีทีระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ระบบจะขับลิฟต์ไปชั้นที่ใกล้ที่สุดโดยใช้ความเร็วต่ำ และช่วยเปิดประตูลิฟต์ให้ผู้โดยสารออกมาได้โดยปลอดภัย ทำให้ลิฟต์ไม่ติดค้างระหว่างชั้น โดยระบบสำรองไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ และลิฟต์จะทำงานต่อโดยอัตโนมัติเมื่อระบบไฟฟ้าเป็นปกติ
- 4.7.2 ระบบชาร์จไฟเข้าเองโดยอัตโนมัติ โดยใช้ SEALED LEAD-ACID BATTERY ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น



## 5. ระบบช่วยการวิ่ง

5.1 น้ำหนักถ่วง (COUNTERWEIGHT) เป็นเหล็กหล่อติดตั้งซ้อนกันในโครงเหล็กแข็งแรงให้ได้น้ำหนักเหมาะสม เพื่อช่วยให้ลิฟต์วิ่งได้นุ่มนวลการเคลื่อนขึ้นลงจะต้องมี SLIDING GUIDES บังคับในรางเหล็กแข็งแรงให้ได้ น้ำหนักเหมาะสมที่จะช่วยให้ลิฟต์วิ่งได้นุ่มนวลการเคลื่อนขึ้นลงจะต้องมี SLIDING GUIDES บังคับในรางเหล็ก

5.2 รางลิฟต์ใช้รางเหล็กผิวหน้าใสเรียบผลิตจากโรงงานลิฟต์ให้มีขนาดปลอดภัยที่จะรับน้ำหนักของตัวลิฟต์ พร้อมน้ำหนักบรรทุกตามความเร็วที่กำหนด

5.3 การหล่อลิฟต์ และรางลูกถ่วงจะต้องหล่อขึ้นได้ตลอดเวลาจากส่วนเก็บน้ำมันหล่อลื่นที่ติดกับตัวลิฟต์ ลวดสลิงที่จะใช้จะต้องเป็นลวดสลิงสำหรับลิฟต์โดยเฉพาะมี SPRING BUFFER รองรับการกระแทกของตัวลิฟต์ และลูกถ่วงน้ำหนักที่กั้นบ่อลิฟต์

## 6. ระบบพิเศษ

- 6.1 เหล็กส่วนที่ไม่ได้พ่นสี จะต้องมียาระบบป้องกันสนิมอย่างดี
- 6.2 มีกระจกเงาติดตั้งผนังด้านในของตัวลิฟต์ขนาดไม่น้อยกว่า 1000x1100 มิลลิเมตร
- 6.3 ปุ่มกดเป็นแบบ MICRO STROKE BUTTON พร้อมเสียงและอักษรเบรลล์
- 6.4 ปุ่มกดชั้นต่างๆ ตามจำนวนชั้นที่จอด ชนิดกดแล้วมีแสงแสดงการตอบรับคำสั่ง
- 6.5 มีตัวเลขและเสียงบอกตำแหน่งชั้นต่างๆ เมื่อลิฟต์หยุดและขึ้นหรือลง
- 6.6 ราวมือจับโดยรอบภายในตัวลิฟต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 40

มิลลิเมตร สูงจากพื้นไม่เกิน 900 มิลลิเมตร

## 7. ความเร็วลิฟต์

ความเร็วลิฟต์ไม่น้อยกว่า 60 เมตรต่อนาที ปรับความเร็วอัตโนมัติ หรือความเร็วตามรูปแบบกำหนด

## 8. ระบบขับเคลื่อน

ระบบขับเคลื่อนแบบ TRACTION DRIVE (ROPE DRIVE) ใช้เครื่องขับเคลื่อนลิฟต์ชนิดไม่มีเกียร์ (GEARLESS)

## 9. ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม ประกอบด้วย

- 9.1 เครื่องอ่านบัตรแบบมีปุ่มกด
- 9.2 เครื่องอ่านบัตรแบบไม่มีปุ่มกด
- 9.3 เครื่องอ่านบัตรสำหรับลิฟต์
- 9.4 เครื่องอ่านลายนิ้วมือ
- 9.5 รายละเอียดของระบบ
  - จำนวนผู้ถือบัตรสูงสุด 5,000 คน/ระบบ
  - จำนวนลายนิ้วมือสูงสุด 2,000 ลายนิ้วมือ/ระบบ
  - จำนวนตู้ควบคุมระบบสูงสุด 20 ตู้/ระบบ
  - จำนวนประตูสูงสุด 4 ประตู/ตู้ควบคุม
  - จำนวนคอมพิวเตอร์จัดการระบบสูงสุด 5 เครื่อง/ระบบ
  - จำนวนบันทึกการใช้งานสูงสุด 20,000 เหตุการณ์/ตู้ควบคุม/1,000,000 เหตุการณ์/ระบบ
  - จำนวนบันทึกการแจ้งเตือนสูงสุด 1,000 เหตุการณ์/ตู้ควบคุม/100,000 เหตุการณ์/ระบบ

## 10. เงื่อนไขพิเศษสำหรับ ที่จัดไว้สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา ตามกฎกระทรวงฯ 2548

ลิฟต์สำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพ และคนชราใช้ได้ที่มีลักษณะเป็นห้องลิฟต์ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

- (1) ขนาดของห้องลิฟต์ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1,100 มิลลิเมตร และยาวไม่น้อยกว่า 1,400 มิลลิเมตร

- (2) ช่องประตูลิฟต์ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และต้องมีระบบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้ประตูลิฟต์หนีผู้โดยสาร
- (3) มีพื้นผิวต่างสัมผัสบนพื้นบริเวณหน้าประตูลิฟต์กว้าง 300 มิลลิเมตร และยาว 900 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ห่างจากประตูลิฟต์ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 600 มิลลิเมตร
- (4) ปุ่มกดเรียกลิฟต์ ปุ่มบังคับลิฟต์ และปุ่มสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้
- (ก) ปุ่มล่างสุดอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร ปุ่มบนสุดอยู่สูงจากพื้นไม่เกินกว่า 1,200 มิลลิเมตร และห่างจากมุมภายในห้องลิฟต์ไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร ในกรณีที่ห้องลิฟต์มีขนาดกว้างและยาวน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร
- (ข) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร มีอักษรเบรลล์กำกับไว้ทุกปุ่มเมื่อกดปุ่มจะต้องมีเสียงดังและมีแสง
- (ค) ไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณที่กดปุ่มลิฟต์
- (5) มีราวจับโดยรอบภายในลิฟต์ โดยราวมีลักษณะตามที่กำหนดในข้อ 8 (๗) (ก) (ข) (ค) และ (ง)
- (6) มีตัวเลขและเสียงบอกตำแหน่งชั้นต่าง ๆ เมื่อลิฟต์หยุด และขึ้นหรือลง
- (7) มีป้ายแสดงหมายเลขชั้นและแสดงทิศทางบริเวณโถงหน้าประตูลิฟต์และติดอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้

## ชัดเจน

- (8) ในกรณีที่ลิฟต์ขัดข้องให้มีทั้งเสียงและแสงไฟเตือนภัยเป็นไฟกะพริบสีแดง เพื่อให้คนพิการทางการมองเห็นและคนพิการทางการได้ยินทราบ และให้มีไฟกะพริบสีเขียวเป็นสัญญาณให้คนพิการทางการได้ยินได้ทราบว่าผู้ที่อยู่ข้างนอกทราบแล้วว่าลิฟต์ขัดข้องและกำลังให้ความช่วยเหลืออยู่
- (9) มีโทรศัพท์แจ้งเหตุฉุกเฉินภายในลิฟต์ซึ่งสามารถติดต่อกับภายนอกได้ โดยต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 มิลลิเมตร
- (10) มีระบบการทำงานที่ทำให้ลิฟต์เลื่อนมาอยู่ตรงที่จอดชั้นระดับพื้นดินและประตูลิฟต์ต้องเปิดโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าดับ

## 11. การรับประกันและบำรุงรักษา

- 11.1 เพื่อให้การรับประกันและบำรุงรักษาลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ มีคุณภาพดีตลอดไปผู้รับจ้างต้องจัดซื้อจัดหาลิฟต์ที่มีคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายที่มีคุณภาพดีเชื่อถือได้
- 11.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดซื้อจัดหาจากผู้แทนจำหน่ายโดยตรง และบริการในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 11.3 ผู้รับจ้างหรือบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ถูกต้องจะต้องรับประกันลิฟต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เป็นเวลา 2 ปี นับตั้งแต่วันรับมอบงาน ถ้าอุปกรณ์ส่วนหนึ่งส่วนใดเกิดชำรุดเสียหายจากการทำงานของผู้ขายจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่โดยจะคิดเงินเพิ่มไม่ได้
- 11.4 ผู้รับจ้างหรือบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ถูกต้องจะต้องให้บริการดูแลบำรุงรักษาความสะอาดและซ่อมแซมการเสียหายต่างๆ โดยไม่คิดค่าบริการเป็นเวลา 2 ปี นับตั้งแต่วันส่งมอบงานอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้งและจะต้องมีช่างพร้อมตลอด 24 ชั่วโมง

## จบหมวดที่ 17

## งานระบบป้องกันเพลิงไหม้

## หมวดที่ 18

## ระบบดับเพลิง

## 1. เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (FIRE PUMP)

ใช้สูบน้ำส่งไปยังตู้ดับเพลิงสายฉีด (FHC) และระบบดับเพลิงชนิดโปรยน้ำฝอย (SPRINKLER) เครื่องสูบน้ำชนิดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล มีแผงควบคุม (CONTROL PANEL) แยกออกเป็นเอกเทศของตัวเองชนิด และขนาดความสามารถของเครื่องสูบน้ำ รายละเอียดข้อกำหนดของเครื่องสูบน้ำมีดังนี้

## 1.1 รายละเอียดทั่วไป

(1) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 20-STANDARD FOR THE INSTALLATION OF CENTRIFUGAL FIRE PUMP

(2) เครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด HORIZONTAL SPLIT CASE CENTRIFUGAL PUMP

(3) เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากยุโรปหรืออเมริกา

(4) เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องผลิตได้มาตรฐาน UL และ/หรือ FM ของสหรัฐอเมริกา

## 1.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (FIRE PUMP)

(1) เครื่องสูบน้ำ (CASING) ทำด้วยเหล็กหล่อ (ASTM A48) สามารถทนแรงดันใช้งานปกติ (WORKING PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(2) ใบพัด (IMPELLER) ต้องเป็นโลหะขึ้นเดียวทำด้วย BRONZE

(3) CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย BRONZE สอดผ่าน (ASTM B145)

(4) เพลา (SHAFT) ทำด้วย HIGH TENSILE STEEL หรือ STAINLESS STEEL พร้อมด้วย SLEEVES ทำด้วย BRONZE สอดผ่าน STUFFING BOXES

(5) ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT SLEEVES) ยึดติดกับเพลาด้วยสลัก และมีความยาวยื่นออกพ้นนอกซีล มีोरริงปะเก้นตรงระหว่างใบพัดกับปลายปลอกหุ้มเพลา เพื่อกันน้ำเข้าระหว่างเพลา กับปลอกหุ้มเพลา

(6) BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY BALL BEARING เป็น DUST SEAL ในตัวสามารถถอดออกซ่อมโดยง่ายออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง

(7) SEAL เป็นชนิด PACKING SEAL ทำจาก GRAPHITE ASBESTOS

(8) เครื่องสูบน้ำ มีขนาดของหน้าแปลนตามมาตรฐาน ANSI 250 PSI

## 1.3 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีกำลังขับเคลื่อน ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้โดยวัดที่ STANDARD SEA CONDITIONS ที่ระดับ 152.5 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล (29.4 องศาเซลเซียส) กำลังขับเคลื่อน (BRAKE HORSE POWER) ของเครื่องยนต์จะต้องสูงกว่ากำลังขับเคลื่อนที่เครื่องสูบน้ำต้องการสูงสุด ไม่ต่ำกว่า 20% ข้อกำหนดและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ของชุดเครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้

(1) การต่อเครื่องยนต์กับเครื่องสูบน้ำใช้เป็นไปตามมาตรฐาน UL/FM

(2) GOVERNOR สำหรับปรับรอบของเครื่องยนต์ให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% ทุกสภาวะการทำงานของเครื่องสูบน้ำและจะต้องสามารถช่วยคงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้ได้ที่ RATED SPEED เมื่อเครื่องสูบน้ำใช้กำลังสูงสุด

(3) OVER SPEED SHUT-DOWN DEVICE สำหรับหยุดเครื่องยนต์ เมื่อระบบของเครื่องยนต์เกิน 20% ของ RATED SPEED

(4) TACHOMETER พร้อมหน้าปัทม์ เพื่อแสดงรอบของเครื่องยนต์  
 (5) HOUR METER สำหรับบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์  
 (6) OIL PRESSURE GAUGE สำหรับแสดงความดันของน้ำมันหล่อลื่น  
 (7) TEMPERATURE GAUGE สำหรับแสดงอุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำ  
 (8) แผงควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE PANEL) ติดตั้งตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ประกอบด้วยแผงสำหรับติดตั้งเกจต่างๆ หลอดสัญญาณและชุดสตาร์ทเครื่องยนต์ โดยอัตโนมัติการเดินทางภายในแผงควบคุมจะต้องทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต

(9) BATTERIES AND BATTERY CHARGER สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ แบตเตอรี่จะประกอบด้วยแบตเตอรี่จริง 1 ชุด และแบตเตอรี่สำรอง 1 ชุด มีกำลังพอที่จะหมุนเพลาค้อเหวี่ยงให้ได้รอบที่ผู้ผลิตแนะนำเป็นเวลานาน 6 นาที ที่ 40°C

(10) ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบ CLOSED CIRCUIT TYPE ประกอบด้วยปั้มน้ำระบายความร้อนขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เอง และ HEAT EXCHANGER พร้อม COOLING PIPING ซึ่งประกอบด้วย STRAINER, REGULATOR, SOLENOID VALVE, BY PASS VALVE และ SERVICE VALVE

(11) ท่อ EXHAUST ต้องเป็นแบบ MUFFLERS สำหรับ RESIDENTIAL SILENCING และ FLEXIBLE EXHAUST FITTING พร้อม INSULATION

(12) ถังน้ำมันดีเซลมีขนาดความจุพอที่จะเก็บน้ำมันสำหรับใช้ในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลได้ 8 ชั่วโมง ติดตั้งอยู่เหนือดินใกล้กับเครื่องยนต์ มีอุปกรณ์ประกอบครบชุด เช่น ทางเติมน้ำมัน ทางจ่ายน้ำมัน ทางน้ำมันล้นกลับ ทางระบายอากาศ ทางครน ช่องทำความสะอาดถัง และ SIGHT GLASS ดูระดับน้ำมัน

## 2. เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (JOCKEY PUMP)

ใช้สำหรับรักษาแรงดันในเส้นท่อระบบน้ำดับเพลิง มีแผงควบคุม (CONTROL PANEL) แยกออกเป็นเอกเทศของตัวเองชนิด และขนาดความสามารถของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดข้อกำหนดของเครื่องสูบน้ำมีดังนี้

2.1 เครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด NON-OVERLOADING HORIZONTAL GENERATIVE TURBINE หรือ MULTI STAGE IN LINE CENTRIFUGAL PUMP ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานเดียวกัน

2.2 CASING ทำด้วยเหล็กหล่อ หรือ STAINLESS STEEL ใบพัดทำด้วยบรอนซ์ หรือ STAINLESS STEEL เพลลาทำด้วย STAINLESS STEEL

2.3 ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำสามารถใช้งานปกติที่แรงดันสูงสุด (MAX.WORKING PRESSURE) ได้ 300 PSI

2.4 เครื่องสูบน้ำจะต้องมี RELIEF VALVE เพื่อระบายความดันของน้ำ

2.5 มอเตอร์ขับ เป็นชนิดปกปิดมิดชิด TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED (TEFC) TYPE ใช้ไฟ 3 PHASE/50 Hz/380 V.

2.6 เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์ จะต้องประกอบจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

## 3. อุปกรณ์ประกอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและเครื่องสูบน้ำรักษาความดัน

3.1 ECCENTRIC REDUCER

3.2 MAIN RELIEF VALVE (UL OR FM LABELED)

3.3 ENCLOSED WASTE CONE

3.4 AIR VENT ต่อเครื่องสูบน้ำทุกชุด (FM LABELED)

3.5 SUCTION & DISCHARGE PRESSURE GAUGE (UL OR FM LABELED)

## 4. อุปกรณ์ระบบดับเพลิง

4.1 ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง ( FIRE HOSE CABINET ) สามารถผลิตและประกอบภายในประเทศได้ อุปกรณ์โดยทั่วไปในระบบที่ไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (WORKING PRESSURE)

ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง เป็นตู้เหล็ก หรือ แสตนเลสพ่นสีแดง ต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 มม. และเมื่อพ่นสีจริงแล้วจะต้องนำไปอบสีจริงที่อุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อให้สีมีความทนทานต่อการขีดข่วน ประตูตู้จะต้องสามารถเปิดได้ 180° การติดตั้งจะเป็นชนิดลอย ชนิดฝัง หรือตั้งพื้น ตามที่แสดงไว้ในแบบ อุปกรณ์ประกอบตู้ มีดังนี้คือ

- ที่ล็อกประตูชนิดกดแล้วดึง พร้อมกุญแจ
- บานพับประตูแบบซ่อนในยาวตลอดความยาวประตู
- กระจกเป็นแบบนิรภัยชนิดแตกเป็นเมล็ดข้าวโพด ( CLEAR SAFETY GLASS ) หนาไม่น้อยกว่า 4 มม.
- ตู้ดับเพลิงต้องมีขนาด กว้าง x สูง x ลึก เท่ากับขนาดที่ระบุในแบบ
- เป็นผลิตภัณฑ์ประกอบภายในประเทศ

#### 4.2 กงล้อสายฉีดน้ำดับเพลิง ( HOSE REEL ) ประกอบด้วยอุปกรณ์มาตรฐานดังนี้

- เป็นชนิด AUTOMATIC SWING HOSE REEL ถูกรับรองโดยมาตรฐาน BRITISH STANDARD ( EUROPEAN STANDARD ) BS EN 671-1
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสาย 1 นิ้ว ยาว 100 ฟุต ( 30 เมตร ) ทนแรงดันทดสอบ ( PROOF PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 24 BAR ( 348 PSI ), ทนแรงดันระเบิด ( BURSTED PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 42 BAR ( 600 PSI ) และทนแรงดันขณะใช้งาน ( WORKING PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 12 BAR ( 174 PSI )
- วาล์วควบคุมแบบ อัตโนมัตี เมื่อดึงสายออกประมาณ 3 รอบวาล์วสามารถเปิดให้น้ำไหลออกมายังหัวฉีดได้และปิดเมื่อสายถูกม้วนกลับ
- สายทำด้วย RUBBER IN RED COLOR เป็นชนิด THREE PLY WITH TWO SYNTHETIC RUBBER LAYERS AND TEXTILE REINFORCEMENT ผลิตตามมาตรฐาน EN 694
- BALL VALVE & NIPPLE ขนาด 25 มิลลิเมตร ( 1 นิ้ว ) ทำด้วย BRASS
- หัวฉีดเป็นชนิดปรับฟอยได้ ( ADJUSTABLE FOG NOZZLE ) เป็นชนิดที่ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียม หรือ RIGID PLASTIC FAST OPENING

#### 4.3 แองเกิ้ลโฮสวาล์ว ( ANGLE HOSE VALVE )

- ทำด้วยทองเหลือง ( BRASS ) ขนาด 2 ½ นิ้ว ได้รับรองมาตรฐานโดย UL หรือ FM พร้อมข้อต่อ, ฝาปิดและโซ่
- ทนแรงดันใช้งาน ( WORKING PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 300 PSI

#### 4.4 บอลวาล์ว ( BALL VALVE )

- ทำด้วยบรอนซ์ ( BRONZE ) ขนาด 1 นิ้ว ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว ( SCREWED ENDS )
- ทนแรงดันใช้งาน ( WORKING PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 500 PSI

#### 4.5 เครื่องดับเพลิงชนิดมือถือ ( PORTABLE FIRE EXTINGUISHER )

- เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC ได้รับรองมาตรฐานโดย มอก. 332 - 2537 ( TIS. 332-1994 ) ขนาด 10 ปอนด์ ( 4.5 กิโลกรัม ) ความสามารถดับไฟไม่น้อยกว่าระดับ 6A : 10B
- ทนแรงดันทดสอบ ( TESTED PRESSURE ) ได้ไม่ต่ำกว่า 500 PSI

4.6 สายฉีดน้ำดับเพลิง ( SYNTHETIC FIRE HOSE ) สำหรับ HOSE VALVE ขนาด 65 มิลลิเมตร ( 2 ½ นิ้ว ) เป็นสายที่ถักจากเส้นใย HIGHT TENACITY SYNTHETIC YARN เคลือบด้วย RED ELASTOMERIC สีแดงสวมอยู่บนท่ออย่างสังเคราะห์ ( EPDM RUBBER LINED ) ขนาด 64 มิลลิเมตร ( 2 ½ นิ้ว ) ความยาว 30 เมตร ( 100 ฟุต ) ทนแรงดันขณะใช้งาน ( WORKING PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 260 PSI ทนแรงดันระเบิด

( BURSTED PRESSURE ) ได้ไม่น้อยกว่า 550 PSI ได้รับรองมาตรฐานโดย UL หรือ FM หรือ LLOYD'S REGISTER , ผลิตตาม BS : 6391 TYPE 2 มีข้อต่อพร้อมมากับสาย การมัดสายกับข้อต่อให้ใช้ลวดที่มีความแข็งแรงเป็นเครื่องมัด หัวฉีดขนาด 2 ½ นิ้ว เป็นชนิดปรับฝอยได้ ( ADJUSTABLE FOG NOZZLE ) เป็นชนิดที่ทำด้วยทองเหลือง

4.7 ถังมือทนความร้อน สามารถทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 200°C ขนาด 10 นิ้ว

4.8 ขวัญผจญเพลิง ขนาด 6 ปอนด์ ยาว 36 นิ้ว ทาสีแดง

## 5. เครื่องดับเพลิงชนิดมือถือ ( PORTABLE FIRE EXTINGUISHER )

5.1 เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC ได้รับรองมาตรฐานโดย มอก. 332 - 2537 ( TIS. 332-1994 ) ขนาด 10 ปอนด์ ( 4.5 กิโลกรัม ) ความสามารถดับไฟไม่น้อยกว่าระดับ 6A : 10B

5.2 ทนแรงดันทดสอบ ( TESTED PRESSURE ) ได้ไม่ต่ำกว่า 500 PSI

5.3 ไม่มีสารที่เป็นอันตรายตกค้างอยู่หลังจากใช้งาน

## 6. ระบบดับเพลิงแบบโปรยน้ำฝอย ( SPRINKLER SYSTEM )

### 6.1 ท่อไป

ระบบโปรยน้ำฝอยทำงานร่วมกับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดันภายในท่อเพลิง ( WETSTAND PIPE ) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งหัว SPRINKLER พร้อมทั้งตรวจสอบและปรับแต่งให้ระบบทำงานได้โดยอัตโนมัติ ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของอาคารตามแบบ โดยอิงมาตรฐาน NFPA 13, UL LISTED และ FM

### 6.2 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบ

(1) ชุด CONTROL VALVE และ ALARM DEVICE ติดตั้งตำแหน่งตามแบบตัว CONTROL VALVE ประกอบด้วย STOP, ALARM, DRAIN และ TEST VALVE RETARDING CHAMBER, WATER MOTOR ALARM, PRESSURE GAUGE และอุปกรณ์อื่นๆ ในการตรวจสอบและการทำงานของระบบอย่างสมบูรณ์ ALARM VALVE จะต้องเป็นชนิด FULL GATE TYPE ทำด้วยเหล็กหล่อชนิดหน้าแปลน NON RISING SPINDLE RUBBER FACED CLAPPER ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวนอนของท่อเมน

(2) PRESSURE SWITCHES ควบคุมความดันในการทำงานของระบบเมื่อความดันตก

(3) FLOW SWITCH ทำงานด้วยระบบไฟ DC เพื่อแสดงการไหลของน้ำ

(4) TEST VALVE ขนาด 1 นิ้ว และ SIGHT GLASS สำหรับ FLOW SWITCH ( WATER FLOW INDICATOR ) ของแต่ละตัวตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

(5) PRESSURE GAGES จำนวน 3 ตัว ติดตั้งเหนือ ALARM VALVE เพื่ออ่านค่าความดันในระบบหนึ่งตัวติดตั้งที่ MANIFOLD หนึ่งตัว และที่ END TEST อีกหนึ่งตัวเพื่ออ่านค่าแรงดันทางด้านจ่ายตัว PRESSURE GAUGE จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมโดยต้องขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

(6) SPRINKLERS เป็นชนิดมาตรฐาน โดยทั่วไปติดตั้งตามตำแหน่งในแบบหัว SPRINKLER เป็นชนิดกระเปาะแก้ว โดยมีอัตราการทำงานที่อุณหภูมิ 68°C สำหรับพื้นที่ทั่วไป และมีอัตราการทำงานที่อุณหภูมิ 79 °C สำหรับติดตั้งในครัว และห้องเตรียมอาหาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งหัว SPRINKLER เป็นตัวอย่างและ CATALOGE เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

- UPRIGHT SPRINKLER

ใช้สำหรับติดตั้งในบริเวณห้องเครื่อง, บริเวณที่ไม่มีฝ้าและที่อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ

มีรายละเอียดดังนี้

- FRANGIBLE BULB TYPE

- ½" DIA. NOMINAL ORIFICE

- ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียมทั้งชุด



- อุณหภูมิใช้งาน 68° C ( 155 °F )
- PENDENT SPRINKER

ใช้สำหรับติดตั้งในส่วนงานสำนักงาน, ทางเดิน และที่อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ มีรายละเอียดดังนี้

- FRANGIBLE BULB TYPE
- ½” DIA. NOMINAL ORIFICE
- ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียมทั้งชุด
- อุณหภูมิใช้งาน 68° C ( 155 °F )
- CEILING PLATE FINISHED

(7) END TEST ติดตั้ง TEST VALVE ขนาด 1 นิ้วพร้อม SIGHT GLASS ของแต่ละ END TEST ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

(8) GRAPHIC ANNUNCIATOR แสดงสถานการณ์ทำงานของวาล์วและ FLOW SWITCH พร้อม RESET เป็นตู้เหล็กแผ่นหรืออลูมิเนียม ขนาดเหมาะสมกับอาคาร ติดตั้งตำแหน่งตามแบบ เดินสายสัญญาณด้วยสาย THW ขนาด 2.5 SQ.MM. ในท่อ EMT. ส่งขออนุมัติรูปแบบก่อนการติดตั้ง

(9) TESTING และ COMMISSIONING ภายหลังจากติดตั้งระบบ หรือระหว่างการติดตั้งจะต้องทำการตรวจสอบรอยรั่วของท่อด้วยความดัน 300 PSI เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยปราศจากการรั่ว ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ

## จบหมวดที่ 18

## หมวดที่ 19 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

### 1. ความต้องการทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉินนี้ต้องเป็นระบบ Non – Coded Presignal ระบบการรับส่งสัญญาณเข้าสู่ส่วนกลาง (Control Panel) ให้เป็นแบบ Supervised Data Communications พร้อมกับ Individual Zone Supervision ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

- a. Central Fire Alarm Control Panel (FCP)
- b. Local and Remote Graphic Annunciators
- c. Sub Fire Alarm Control Panel (SFCP)
- d. Manual Stations and Alarm Key Switches
- e. Smoke Detectors or Heat Detectors
- f. Alarm Bell
- g. 14" Colour Monitor (CRT) with Keyboard and Printers

### 2. มาตรฐาน

สายสัญญาณและอุปกรณ์เดินสาย พร้อมทั้งวิธีการติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, 72 และกฎการไฟฟ้าอุปกรณ์ที่ใช้งานเกี่ยวกับระบบการตรวจจับและรับส่งสัญญาณจะต้องให้การยอมรับโดยได้ UL Listed

### 3. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ Presignal System ให้เป็นดังนี้ เมื่อมีการแจ้งเหตุโดย Manual Station หรือการตรวจจับสัญญาณจาก Detectors ที่ขึ้นหรือโซนใด ๆ ระบบจะแจ้งสัญญาณไปที่ FCP เพื่อให้หลอดไฟของ Annunciator หรือ Remote Annunciator กระพริบพร้อมส่งเสียงสัญญาณเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบจนกว่าจะกดสวิทช์ ACKNOWLEDGE เสียงสัญญาณจะเงียบแต่หลอดไฟจะยังคงติดสว่างอยู่จนกว่าระบบจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้ใดกดสวิทช์ ACKNOWLEDGE ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด (0 – 5 นาที ซึ่งสามารถตั้งได้) จึงส่งสัญญาณเตือนไปยังขึ้นหรือโซนนั้น ๆ โดยจะรวมถึงขึ้นหรือโซนใกล้เคียงหรือสามารถจัด Program ภายหลังได้ และภายใน 5 – 10 นาทีถัดไป ซึ่งจะสามารถกระทำได้โดยตรง โดยใช้ Key Switch ที่ Manual Station เมื่อเจ้าหน้าที่ได้ไปตรวจสอบสถานที่แล้ว หลังจากมีสัญญาณแจ้งเหตุที่แผงควบคุมลำดับการทำงานและลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉินจะเป็นดังนี้

- 3.1. เมื่อ FCP ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน ดวงไฟสัญญาณของโซนนั้น ๆ จะแสดงขึ้นที่ Annunciator หรือ Remote Annunciator พร้อมทั้งขึ้นรายละเอียดบนจอ CRT พร้อมทั้งเปลี่ยนสีของโซนที่เกิดเหตุบนภาพ Graphic ของผังชั้นนั้น ๆ และทำการบันทึกเข้ายังหน่วยความจำหรือหน่วยเก็บข้อมูลของระบบ Event Printer จะทำการพิมพ์รายละเอียดของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถเรียกจากหน่วยเก็บข้อมูลเพื่อทำการพิมพ์รายงานในภายหลังได้
- 3.2. Alarm Bell ในบริเวณที่กำหนดหรือบริเวณทั่วไป ที่ตั้ง Program ไว้จะทำงานตามลำดับของระบบ Presignal
- 3.3. เมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานต้องมี Alarm Relay Contact เพื่อส่งสัญญาณให้แผงควบคุมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
  - แผงควบคุมลิฟต์ทุกตัว เพื่อให้ระบบควบคุมลิฟต์เข้าสู่สภาวะการทำงานฉุกเฉิน เนื่องจากเพลิงไหม้
  - แผงควบคุมของ AIR Handling Unit ทุกตัวเพื่อให้ AHU หยุดทำงานเป็นโซน ๆ หรือหยุดทำงานทั้งหมด
  - แผงควบคุมของ Pressurised Fan ทุกตัว เพื่อให้พัดลมทำงาน

- เมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบสัญญาณ แจ้งเหตุเพลิงไหม้ เช่น สายสัญญาณขาดหรือลัดวงจร แผงควบคุมภายในชำรุด ฯลฯ ให้มีการรายงานแบบเดียวกันกับ ข้อ 3.1 แต่แสดงด้วยดวงไฟ ต่างกันในลักษณะ Trouble พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงเตือน
- การทำงานของ Switch ต่าง ๆ บนแผง FCP
- Acknowledge Switch จะเป็นการรับทราบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และจะทำการหยุดเสียงเตือนของสัญญาณนั้น ดวงไฟ LED ที่กระพริบเมื่อเกิดเหตุจะกระพริบและจะสว่างตลอดเวลา กรณีที่สัญญาณแจ้งเหตุชุดที่ 2 ถูกส่งเข้ามาที่ FCP การทำงานจะเกิดขึ้น เช่นเดียวกับสัญญาณชุดที่ 1 เวลาของการรับทราบเหตุโดยการกด Acknowledge Switch และอื่น ๆ จะถูกบันทึกเข้าหน่วยความจำ พร้อมทั้งรายงานโดย Printer
- System Switch การทำงานเพื่อให้ระบบและสัญญาณต่าง ๆ Reset เข้าสู่สภาวะปกติ
- Test Switch การทำงานเพื่อทดสอบระบบ
- Lamp Test Switch เพื่อทำการทดสอบหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ

#### 4. อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

Fire Alarm Control Panel (FCP) เป็นแผงควบคุมส่วนกลาง มีหน้าที่ในการควบคุม การสื่อสาร ข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างอุปกรณ์ ทั้งภายในห้องควบคุมและในสนาม รวมทั้งควบคุมการรายงานเหตุการณ์และสัญญาณเตือนต่าง ๆ อุปกรณ์ที่สำคัญของ FCP ที่ใช้ในการควบคุม ได้แก่ Central Processing Unit พร้อมทั้ง Data Storage Unit Printer ที่จัดหาจะให้แบบ Hard Copy Print Out ขนาดความกว้างเท่ากับ 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด และเป็นชนิด Pin Feed Paper จะต้องเป็นแบบตั้งโต๊ะ

Annunciator และ Remote Annunciator เป็นแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่าง ๆ เป็น Graphic ให้ทำด้วยแผ่น Stainless กัดเจาะร่องพร้อมติด LED และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น Acknowledge Switch, Test Switch, Reset Switch เป็นต้น

Power Supply Unit ประกอบด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้ Battery เป็นชนิด Sealed Lead Acid มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี เพียงพอสื่อไฟฟ้ดับนาน 4 ชั่วโมง ขนาดแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

CRT with Keyboard เป็นชนิด Colour Monitor 14" เพื่อใช้ในการตรวจสอบแก้ไข Program ต่าง ๆ เรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบตลอดจนแสดงผลทาง Graphic ทั้งนี้ Software ของระบบต้องสามารถรองรับการสร้างงาน Graphic แผนผังตัวอาคารไม่น้อยกว่า 100 ภาพ

Addressable Peripheral Devices แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ คือ Sub Control Panel (SFCP), Detector or Switch ชนิดกำหนดตำแหน่งได้ (Addressable) SFCP เป็นชนิด Microprocessor-base ต้องเป็นชนิด Stand Alone ได้กรณีขาดการติดต่อกับ FCP พร้อมส่งสัญญาณเตือนกรณีเกิด Power Failure จะต้องส่งสัญญาณแจ้ง FCP

SFCP เป็นหน่วยรับส่งสัญญาณ Digital Signal จาก Detector หรือ Switch แล้วแปลงเป็น Multiplexing Signal ส่งไป และ ในอีกทางหนึ่ง สัญญาณคำสั่งจาก FCP สามารถส่งไป SFCP ไปใช้สั่งงานต่อไป

SFCP จะต้องมีการ Address-setting เพื่อกำหนดที่อยู่ของ Detector และ Switch แต่ละตัว Control Module จะต้องเป็นชนิด Supervised Zone เพื่อตรวจสอบการทำงานของ Detector, Switch Loop หรือ Loop ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

---

5. Conventional Pesipheral Devices

ตัวตรวจจับความร้อนเป็นแบบ Addressable และสามารถตรวจจับควันได้ ภายในเดียวกัน และตัวจับควันเป็นแบบ Addressable และสามารถตรวจจับความร้อนได้ ภายในตัวเดียวกัน

Manual Pull Station เป็นชนิด Single Station, Non – Coded, Pull Lever Type W/ Key Switch For Presignal or General Alarm โครงสร้างเป็นโลหะหล่อพ่นสีแดง มีแท่งแก้วหรือกระจกประกอบ มี Key Switch ต้องประกอบสำเร็จพร้อมตัว Pull Station

Audible Alarm Devices เป็นกระดิ่งทำด้วยโลหะหล่อสีแดงแบบติดผนัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 ซม.ทำงานด้วยกระแสไฟตรง 24 โวลต์ สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เท่านั้น

6. สามารถต่อ Printer

ตู้ Fire alarm control panel ต้องสามารถต่อ Printer ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

7. การแจ้งเหตุ

ต้องใช้งานง่าย กรณี มีการแจ้งเหตุ FCP จะต้องมีไฟกระพริบให้รู้ว่าจะต้องกดสวิทช์อะไร

8. ความสามารถในการรองรับ Class ต่างได้

FCP ต้องสามารถรองรับ Class A ได้ไม่ต่ำกว่า 2 loop

9. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ยี่ห้อ SECUTRON , WILL , PYROTRONICS , C-TEC , MIRCOM

### จบหมวดที่ 19

## หมวดที่ 20 การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม

### 1. วัสดุป้องกันไฟลาม

เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศ ที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ทั่วไปเช่น UL โดยส่งเอกสารขออนุมัติจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1.1 ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
- 1.2 เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไม้ พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
- 1.3 สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี
- 1.4 สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มท่อ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและท่อต่าง ๆ ได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้เพื่อป้องกันไฟลามและควันลามได้
- 1.5 สามารถขยายทนความร้อนได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
- 1.6 ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้
- 1.7 สามารถถอดประกอบใหม่ เพื่อง่ายต่อการเพิ่มท่อต่าง ๆ และสายไฟได้ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพการทนไฟเปลี่ยนไป
- 1.8 สามารถทนทานต่อสภาพความชื้นสูง มีคุณสมบัติในการยึดเกาะพื้นผิวได้ดีและสามารถที่จะทนต่อแรงดันน้ำในสายฉีดน้ำดับเพลิงได้ โดยจะต้องไม่มีการหลุ่ดร้อนหรือเปลี่ยนสภาพคุณสมบัติการทนไฟและควันลามหลังจากฉีดน้ำดับเพลิงแล้ว

### 2. การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลาม

ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้รับจ้าง และ/หรือ ไม่ได้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม

### 3. สถานที่ติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลาม

- 3.1 ใช้อุดรอบท่อน้ำ ท่อลมและภายในท่อร้อยสาย รางร้อยสาย รางวางสาย สายเดินลอย บัสดักท์ของช่องท่อต่าง ๆ ช่วงที่เดินทะลุพื้น ผนังระหว่างชั้นทั้งหมด ตามความเห็นชอบของผู้ออกแบบและ/หรือผู้ควบคุมงาน
- 3.2 ช่องเปิดที่เปิดไว้สำหรับท่อน้ำ ท่อลม สายไฟ ราง และท่อร้อยในอนาคต ให้อุดช่องดังกล่าวเพื่อป้องกันไฟลามด้วย
- 3.3 ช่องเปิดบริเวณตู้ไฟฟ้า
- 3.4 ช่องว่างที่เกิดจากการเจาะผ่านผนังหรือกำแพงกันไฟ เช่นผนังบันไดหนีไฟ , ผนังลิฟท์ดับเพลิง เป็นต้น

## จบหมวดที่ 20