

### การบรรจุหีบห่อ

ประตุน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตุน้ำ โดยปิดหน้างานหรือทางเข้าออกประตุน้ำด้วยแผ่น Sticker พลาสติก ไม้อัด หรือวัสดุอื่น

### หนังสือรับรอง

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตุน้ำและวัสดุที่ใช้ผลิตมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียด และประตุน้ำได้ผ่านการทดสอบตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

๑.๕. ประตุน้ำกันน้ำกลับแบบลิ้นยาง (Rubber Flapper Check Valve)

### คุณสมบัติทั่วไป

- นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้วประตุน้ำจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.๓๘๓ หรือ BS ๕๑๕๓
- ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก. / ซม.๒
- ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน มีอายุไม่เกิน ๑ ปี นับแต่วันที่ผลิต
- ผู้ผลิตประตุน้ำต้องได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑ และต้องมีประสบการณ์การผลิตประตุน้ำไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี

### วัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบ

๑. ตารางแสดงส่วนประกอบและวัสดุ

รายการส่วนประกอบ	วัสดุ
ตัวเรือน (Body) ฝาปิดตัวเรือน (Cover)	เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม (Ductile Iron)
สลักเกลียวและแป้นเกลียวปิดฝาครอบตัวเรือน (Bolts and Nuts for Body and Cover)	เหล็กเหนียวเคลือบสังกะสี
ลิ้น (Disc)	ยางสังเคราะห์ (Buna-N)

- ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว หรือรอยตำหนิอื่นๆ
- ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc Welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิใดๆ

### รูปแบบของประตุน้ำ

- ชิ้นส่วนประตุน้ำรุ่นเดียวกันและขนาดเดียวกัน ต้องสามารถ interchangeable (Interchangeable)
- ปลายตัวเรือนทั้งสองข้างของประตุน้ำเป็นแบบหน้างาน ขนาดของหน้างานและขนาดรูหน้างานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO ๗๐๐๕ PN ๑๐
- เสริมความแข็งแรงของลิ้นด้วยเหล็กเหนียว
- ตารางแสดงขนาดความยาวตัวเรือน

ช ๑.๑๒-๗

(ช.๑.๑๒ ประตุน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

ช-๒ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

ขนาดระบุ เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มม.)	ความยาวตัวเรือน (มม.)
๘๐	๒๔๑ + ๒
๑๐๐	๒๗๒ ± ๒
๑๕๐	๓๘๑ ± ๒
๒๐๐	๔๙๕ ± ๓
๒๕๐	๖๒๒ ± ๔
๓๐๐	๖๙๘ ± ๔
๓๕๐	๗๘๗ ± ๔
๔๐๐	๘๑๔ + ๕

### การเคลือบผิว

๑. เคลือบผิวทั้งภายนอกและภายในที่เป็นเหล็กหล่อ
๒. สีที่ใช้เป็นสีฟ้า
๓. ประตุน้ำขนาดไม่เกิน ๕๐๐ มม. เคลือบด้วย Powder Epoxy Resin
๔. ประตุน้ำขนาด ๕๐๐ มม. ขึ้นไป เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy
๕. มีความหนาผิวเคลือบรวมเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ไมครอน

### การทดสอบการผลิต

๑. ต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถเปิด-ปิด ใช้งานได้อย่างดี ปรากฏจากข้อบกพร่อง
๒. ตัวเรือนประตุน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า ๑๕ กก. / ซม.<sup>๒</sup> ในตำแหน่งลิ้นเปิดสุด โดยไม่มีการรั่วซึมที่ผิวโลหะ (ระยะเวลาทดสอบไม่น้อยกว่า ๑ นาที)
๓. ลิ้นประตุน้ำต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก. / ซม.<sup>๒</sup> โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้น (ระยะเวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า ๑ นาที)

### ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง

๑. ใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
๒. เอกสารอ้างอิงประสบการณ์ การเป็นผู้ผลิตประตุน้ำ
๓. แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)
๔. แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม (ก.ว.) เซ็นต์ชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดง
  - ขนาดมิติที่สำคัญของประตุน้ำ
  - ส่วนประกอบ และวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบ
  - มาตรฐานอ้างอิง(Reference Standard)

5/1/2

เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตูน้ำตามแบบดังกล่าวโดย  
เคร่งครัด

๕. คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตูน้ำ

#### การทำเครื่องหมาย

- ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือน หรือตัวเรือน  
ดังนี้
  - ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
  - ปีที่ทำการผลิต
  - มาตรฐานที่ใช้ผลิต
  - ขนาดระบุ
  - ชั้นคุณภาพความดัน
  - ทิศทางการไหลของน้ำ
- อักษร หรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า ๑๕ มม. และนูน  
ไม่น้อยกว่า ๓ มม.

#### การบรรจุหีบห่อ

ประตูน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตูน้ำ โดยปิดหน้า  
งานหรือทางเข้าออกประตูน้ำด้วยแผ่น Sticker พลาสติก ไม้อัด หรือวัสดุอื่น

#### หนังสือรับรอง

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตูน้ำและวัสดุที่ใช้ผลิตมีคุณสมบัติตามที่  
กำหนดไว้ในรายละเอียด และประตูน้ำได้ผ่านการทดสอบตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

#### ๑.๖. แอร์วาล์ว (High Speed Air Valve)

##### คุณสมบัติทั่วไป

- นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว ประตูน้ำจะต้องผลิตตามมาตรฐาน  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ JIS B ๒๐๖๓ หรือ มอก. ๑๓๖๘-๒๕๓๙
- ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก. / ซม.<sup>๒</sup>
- ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน มีอายุไม่เกิน ๑ ปี นับแต่วันที่ผลิต
- ผู้ผลิตประตูน้ำต้องได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑ และต้องมี  
ประสบการณ์การผลิตประตูน้ำไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี

##### วัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบ

- ตารางแสดงส่วนประกอบและวัสดุ

รายการส่วนประกอบ	วัสดุ
ตัวเรือน (Body)	เหล็กหล่อ (Cast Iron, Ductile Iron)
ฝาครอบ (Cover)	
ฝาปิดตัวเรือน (Gland)	

หน้างาน (Flange)	
ลูกลอย (Float) นำร่องลูกลอย Float Guide)	พลาสติก (ABS)
ร่องลิ้นระบายอากาศเล็ก (Small Orifice)	ยาง (Rubber)
สลักเกลียวและแป้นเกลียวฝาครอบ(Cover Bolt and Nut)	เหล็กเหนียวเคลือบสังกะสี
แผ่นกันเฉื่อย	โพลีเอทิลีน

- ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากกรูพูน(Blowholes) รอยร้าว หรือรอยตำหนิอื่นๆ
- ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc Welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิใดๆ

#### รูปแบบของประตูน้ำ

- ชิ้นส่วนประตูน้ำรุ่นเดียวกันและขนาดเดียวกัน ต้องสามารถใช้แทนกันได้ (Interchangeable)
- ลูกลอยมีค่าความถ่วงจำเพาะ ๐.๗๕ - ๐.๘
- การติดตั้งประตูระบายอากาศเป็นแบบหน้างาน ขนาดและมิติของหน้างานเป็นไปตามมาตรฐาน ISO ๗๐๐๕-๒ PN ๑๐

#### การเคลือบผิว

- เคลือบผิวทั้งภายนอกและภายใน
- สีที่ใช้เป็นสีฟ้า
- ประตูน้ำขนาดไม่เกิน ๒๐๐ มม. เคลือบด้วย Powder Epoxy Resin
- ประตูน้ำขนาด ๒๐๐ มม. ขึ้นไป เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy
- มีความหนาผิวเคลือบรวมเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ไมครอน

#### การทดสอบการผลิต

- ต้องผ่านการทดสอบการระบายและการทำงานของลูกลอย ว่าใช้งานได้อย่างดี ปราศจากข้อบกพร่อง
- ตัวเรือนประตูน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ กก. / ซม.<sup>๒</sup> โดยไม่มีการรั่วซึม (ระยะเวลาทดสอบไม่น้อยกว่า ๑ นาที)
- ลิ้นประตูน้ำต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก. / ซม.<sup>๒</sup> โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้น (ระยะเวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า ๑ นาที)

#### ประตูระบายอากาศสำหรับน้ำเสีย (Sewage Air Valve)

ประตูระบายอากาศใช้สำหรับงานระบบน้ำเสีย (Sewage and Waste Water) มีการทำงานแบบ Air Valve with Valve Lever Triple Function (One Large Orifice and Two Small Orifices) สำหรับมาตรฐานของวัสดุประตูระบายอากาศจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ได้แก่ ISO, ASTM, Din, BS เป็นต้น ประตูระบายอากาศจะต้องสามารถทำการระบายอากาศเข้า-ออกเส้น

ข ๑.๑๒-๑๐

(ข-๑.๑๒ ประตูน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

๑-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

ท่อได้อย่างรวดเร็ว และระบายได้ทีละจำนวนมาก ๆ โดยจะต้องมีคุณสมบัติจำเพาะของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้คือ

๑. ความดันใช้งานอยู่ในระหว่าง ๐.๔ – ๑.๖ บาร์
๒. โครงสร้างของตัวเรือน (Body) เป็นแบบทรงกลมและมี Valve Lever
๓. ระยะห่างจากลูกลอย (Float) ถึงผนังตัวเรือนไม่น้อยกว่า ๖๐ มิลลิเมตร
๔. มีอุปกรณ์ (Yoke) ป้องกันไม่ให้ระดับน้ำเสียสัมผัสกับ Valve Lever
๕. ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา (No Backwash)
๖. สามารถปรับอัตราการระบายอากาศได้
๗. ประตูระบายอากาศต้องมีหูยก (Lifting Lug)
๘. ร่องลื่นระบายอากาศมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร
๙. ลูกลอย (Flange) ทำจาก Stainless Steel
๑๐. หน้างาน (Flange) ตามมาตรฐานเดียวกันกับหน้างานของ Sluice Gate Valve
๑๑. การเคลือบผิวของประตูระบายอากาศจะต้องเคลือบผิวภายนอกและภายในด้วย Fusion Bond Epoxy ให้ได้ความหนาารวมไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ไมครอนเมตร ซึ่งการเคลือบผิวของประตูระบายอากาศจะต้องให้เสร็จเรียบร้อยก่อนส่ง

ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง

๑. ใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑
๒. เอกสารอ้างอิงประสบการณ์ การเป็นผู้ผลิตประตูน้ำ
๓. แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)
๔. แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม(ก.ว.) เซ็นต์ชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดง
  - ขนาดมิติที่สำคัญของประตูน้ำ
  - ส่วนประกอบ และวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบ
  - มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)

เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตูน้ำตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด

๕. คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตูน้ำ

การทำเครื่องหมาย

๑. ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือน หรือตัวเรือน ดังนี้
  - ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
  - ปีที่ทำการผลิต
  - มาตรฐานที่ใช้ผลิต

ข ๑.๑๒-๑๑  
(ข-๑.๑๒ ประตูน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(ข-๑.๑๒ ประตูน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

- ขนาดระบุ
- ชั้นคุณภาพความดัน
- ทิศทางการไหลของน้ำ

๒. อักษร หรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า ๑๕ มม. และสูงไม่น้อยกว่า ๓ มม.

### การบรรจุหีบห่อ

ประตูน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตูน้ำ โดยปิดหน้างานหรือทางเข้าออกประตูน้ำด้วยแผ่น Sticker พลาสติก ไม้อัด หรือวัสดุอื่น

### หนังสือรับรอง

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตูน้ำและวัสดุที่ใช้ผลิตมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียด และประตูน้ำได้ผ่านการทดสอบตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

### ๑.๗. ประตูน้ำปีกผีเสื้อโลหะ(Metal Seated Butterfly Valve)

#### คุณสมบัติทั่วไป

๑. นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว ประตูน้ำปีกผีเสื้อต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS ๕๑๕๐ PN ๑๐ หรือมาตรฐาน มอก.๓๘๖๒ ชั้นคุณภาพ ๑๐
๒. ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก. / ซม.<sup>๒</sup> อัตราการรั่วซึมไม่เกิน ๐.๑ ลิตร / นาที
๓. ผู้ผลิตประตูน้ำต้องได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑ และต้องมีประสบการณ์ในการผลิตประตูน้ำไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี

#### วัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบ

๑. ตารางแสดงส่วนประกอบและวัสดุ

รายการส่วนประกอบ	วัสดุ
ตัวเรือน(Body) ล้น(Disc) แป้นประแจขัน(Operating Nut) พวงมาลัย (Hand wheel)	เหล็กหล่อ(Cast Iron)
แหวนบนล้น(Disc Seat) แหวนรองล้นในตัวเรือน(Body Seat) เพลา(Shaft) สลักเกลียว(Bolt) แป้นเกลียว(Nut)	เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)
ชุดปลอกอัด(Gland Assemblies)	ทองบรอนซ์(Bronze)
แหวนยางกันรั่ว(O-ring)	ยางสังเคราะห์

ข ๑.๑๒-๑๒  
(ข-๑.๑๒ ประตูน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)  
1/1

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
1/1

๒. ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว หรือรอยตำหนิอื่น
๓. ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc Welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิใดๆ

**รูปแบบของประตุน้ำ**

๑. ชิ้นส่วนของประตุน้ำรุ่นเดียวกันและขนาดเดียวกัน ต้องสามารถใช้แทนกันได้ (Interchangeable)
๒. ตารางแสดงขนาดความยาวตัวเรือน (Valves Bodies)

ขนาดระบุ (มม.)	ความยาวตัวเรือน (มม.)
๔๐๐	๒๑๖ ± ๒
๕๐๐	๒๒๙ ± ๒
๖๐๐	๒๖๗ ± ๒
๗๐๐	๒๙๒ ± ๓
๘๐๐	๓๑๘ ± ๓
๙๐๐	๓๓๐ ± ๓
๑,๐๐๐	๔๑๐ ± ๓
๑,๒๐๐	๔๗๐ ± ๔
๑,๕๐๐	๕๖๕ ± ๔
๑,๘๐๐	๖๗๐ ± ๔

๓. ตารางแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา

ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาต่ำสุด (มม.)
๔๐๐	๕๑
๕๐๐	๖๑
๖๐๐	๗๐
๗๐๐	๘๓
๘๐๐	๙๓
๙๐๐	๑๐๒
๑,๐๐๐	๑๑๑
๑,๒๐๐	๑๓๐
๑,๕๐๐	๑๕๙
๑,๘๐๐	๑๙๑

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลาประตุน้ำส่วนที่สวมผ่านร่องสิ้นเพลลา (Valve Bearings) เข้าไปในลิ้นประตุน้ำต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตาราง

เพลลาประตุน้ำต้องเป็นแบบเพลลาชิ้นเดียว (One-Piece Unit) สวมทะลุผ่านลิ้นประตุน้ำโดยตลอดส่วนของเพลลาประตุน้ำที่ต่อจากลิ้นถึงกลไกควบคุมลิ้น (Valve Operator) ต้องเป็นชิ้นเดียวตลอด (One-Piece Unit)

ข ๑.๑๒-๑๓

(ข-๑.๑๒ ประตุน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำดิบ และระบบบำบัดน้ำเสีย)

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

๔. ลื่นประตุน้ำต้องไม่มีสันหรือริ้ว ซึ่งจะทำได้ทำการไหลของน้ำ  
ขนาดความหนาของลื่นประตุน้ำต้องไม่มากกว่า ๒.๒๕ เท่าของขนาดเส้นผ่าน  
ศูนย์กลางเพลาลื่นประตุน้ำต้องออกแบบมาให้สามารถรับความดันแตกต่างกัน ที่เกิดขึ้นที่ลื่นทั้งสอง  
ด้านในขณะที่ลื่นอยู่ในตำแหน่งปิด โดยก่อให้เกิดความเครียดในการใช้งาน(Working Stress) ไม่เกิน  
๐.๒๐ เท่า ของความแข็งแรงในการต้านแรงดึง(Tensile Strength) ของวัสดุที่ใช้ผลิตลื่น
๕. ประตุน้ำที่มีขนาดระบุตั้งแต่ ๗๐๐ มม. ขึ้นไป แหวนบนลื่นหรือแหวนรองลื่นในตัว  
เรือน ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดประตุน้ำออกจากเส้นท่อ
๖. ประตุน้ำจะต้องมีกันรั้วที่บริเวณเพลาลื่นประตุน้ำผ่านเพื่อต่อกับชุดกลไกขับเคลื่อน  
กันรั้วเพลาดังกล่าวต้องออกแบบสำหรับใช้กับกันรั้วแบบโอ-ริง (O-Ring) หรือวัสดุอัดแบบ  
แหวนขึ้น(Pulldown Packing)

หากใช้กันรั้วแบบโอ-ริง ร่องบรรจุโอ-ริงต้องทำจากวัสดุที่สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดี  
(Corrosion-Resistant Materials)

กันรั้วเพลาดังกล่าวต้องออกแบบมาให้สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องถอดเพลารอก  
กันรั้วเพลารอบเรือนอัด(Stuffing Box) ต้องออกแบบให้สามารถปรับแต่งความแน่นของปะเก็นได้  
หรือถอดออกได้โดยไม่ต้องถอดเพลาลื่น

เรือนอัดต้องมีความลึกเพียงพอสำหรับใส่วัสดุอัดแบบแหวนได้ไม่น้อยกว่า ๔ วง (Four  
Rings of Packing)

๗. กลไกควบคุมลื่นต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงบิด ซึ่งใช้ในการปิดเปิดลื่น  
หรือเปิดลื่นค้างไว้ในตำแหน่งระหว่างเปิดสุดและปิดสุด
- กลไกควบคุมลื่นต้องเป็นแบบปิด-เปิดด้วยมือ (Manual Type) โดยมีเฟืองขับเคลื่อน  
ตั้งอยู่ภายในตัวเรือนกลไกควบคุมลื่น และออกแบบมาให้สามารถปิด-เปิดประตุน้ำ โดยใช้แรงบิดที่  
พวงมาลัยหรือที่เป็นประแจขันไม่เกิน ๒๑ กิโลกรัม-เมตร

กลไกควบคุมลื่นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งเปิดสุดและปิดสุด (Stop Limiting  
Devices) และสามารถทนทานต่อแรงบิดที่เป็นประแจขันได้ไม่น้อยกว่า ๔๒ กิโลกรัม-เมตร โดยไม่  
ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนใดๆ ของกลไกควบคุมลื่น

ชุดกลไกควบคุมลื่นจะต้องเป็นแบบปิดสนิท เพื่อกันน้ำเข้าโดยใช้แหวนยางหรือปะเก็น  
ยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าชนิดทนน้ำมัน ภายในจะต้องอัดจารบีปริมาณไม่น้อยกว่า ๙๐% ของเนื้อ  
ที่ภายในชุดกลไกควบคุมลื่น

ชุดกลไกควบคุมลื่นต้องมีอุปกรณ์แสดงตำแหน่งลื่น(Position Indicator) ติดตั้งอยู่  
บนด้านบนของตัวเรือน

กลไกควบคุมลื่น อุปกรณ์แสดงตำแหน่งลื่นต้องสามารถปรับได้เพื่อให้ตรงกับตำแหน่ง  
ที่แท้จริงของลื่นประตุน้ำ

จำนวนรอบการหมุนปิด-เปิด สำหรับประตุน้ำขนาดเดียวกันจะต้องเท่ากันหรือ  
แตกต่างกันไม่เกิน ๒%

ข ๑.๑๒-๑๔

(๕-๑.๑๒ ประตุน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์



๘. ทิศทางการเปิดประตูน้ำต้องเป็นทศวนเข็มนาฬิกา (Counter-Clockwise)
๙. ปลายทั้งสองด้านต้องเป็นแบบหน้างาน(End Flanges) ขนาดและมิติของหน้างานให้  
เป็นไปตามมาตรฐาน ISO ๗๐๐๕-๒ PN ๑๐

#### การเคลือบกันสนิม

๑. เคลือบผิวทั้งภายนอกและภายใน
๒. สีที่ใช้ต้องเป็นสีฟ้า
๓. ประตูน้ำขนาดน้อยกว่า ๕๐๐ มม. เคลือบด้วย Powder Epoxy Resin
๔. ประตูน้ำขนาด ๕๐๐ มม. ขึ้นไป เคลือบด้วย Non Toxic Liquid Epoxy
๕. มีความหนาผิวเคลือบรวมเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ไมครอน

#### การทดสอบการผลิต

๑. ต้องได้รับการทดสอบในโรงงานผู้ผลิตโดยทำการเปิดลิ้นให้สุดจากตำแหน่งปิดสุด โดยให้แกนประตูน้ำอยู่ในแนวเดียวกับสภาพการใช้งาน และทำในทางกลับกันเป็นจำนวน ๓ ครั้งในขณะที่ไม่มีน้ำผ่าน เพื่อแสดงว่าประตูน้ำสามารถเปิด-ปิดใช้งานได้
๒. ตัวเรือนประตูน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ กก./ซม.<sup>๒</sup> โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านผิวโลหะ หน้างาน กันรั่วเพลา และต้องไม่ทำให้ชิ้นส่วนใดๆ ของประตูน้ำเกิดความเสียหาย (ระยะเวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า ๑๐ นาที)
๓. ลิ้นประตูน้ำทั้งสองด้านผ่านการทดสอบว่าสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ กก./ซม.<sup>๒</sup> โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้น (ระยะเวลาในการทดสอบไม่น้อยกว่า ๕ นาที)

#### การแสดงเครื่องหมาย

๑. ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นรูปตัวนูนบนตัวเรือน ดังนี้
  - ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
  - มาตรฐานที่ใช้ผลิต
  - ขนาดระบุ
  - ชั้นคุณภาพความดัน
  - จำนวนรอบหมุนปิด-เปิด
๒. การหมุนแป้นประแจขึ้นเพื่อเปิดลิ้นให้จัดแสดงไว้บนแผ่น Index Plate หรือบนฝาครอบตัวเรือนชุดกลไกควบคุมลิ้น โดยทำเป็นเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการเปิดลิ้น พร้อมคำว่า "เปิด"
๓. อักษรหรือเครื่องหมายดังกล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า ๒๕ มม. และนูนไม่น้อยกว่า ๓ มม.

ข ๑.๑๒-๑๕

(ข-๑.๑๒ ประตูน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย)

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

### ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง

๑. เอกสารอ้างอิงประสบการณ์ การเป็นผู้ผลิตประตุน้ำ
๒. แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)
๓. แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม(ก.ว.) เซ็นต์ชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดง
  - ขนาดมิติที่สำคัญของประตุน้ำ
  - ส่วนประกอบและวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบ
  - มาตรฐานอ้างอิง(Reference Standard)

เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตุน้ำตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด

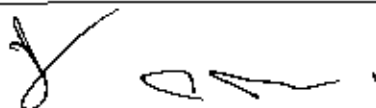
๔. คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตุน้ำ

### การบรรจุหีบห่อ

ประตุน้ำแบบลิ้นปีกผีเสื้อแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตุน้ำ โดยปิดหน้างานทั้งสองด้านด้วยไม้อัดหรือวัสดุอื่น

### หนังสือรับรอง

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตุน้ำและวัสดุที่ใช้ผลิตมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียด และประตุน้ำได้ผ่านการทดสอบตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้




ป ๑.๑๒-๑๖

(๒-๑.๑๒ ประตุน้ำสำหรับสถานีสูบน้ำเสีย และระบบยกน้ำเสีย)



๒-๓ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์



ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ข-๑.๑๓  
ประตुरะบายน้ำ และกันน้ำย้อนกลับแบบมีบาน

๑. คุณสมบัติทั่วไป

ประตुरะบายน้ำ และกันน้ำย้อนกลับจะมีลักษณะเป็นบานสี่เหลี่ยม ซึ่งทำจากวัสดุประเภทไฟเบอร์กลาสเสริมแรง โดยตัวบานจะถูกยึดเข้ากับแขนหมุน ซึ่งทำหน้าที่ให้บานสามารถเปิด/ปิดได้ในลักษณะคล้านบานพับ ซึ่งแขนหมุนนี้จะทำจากวัสดุที่มีความคงทนต่อการกัดกร่อน การติดตั้งกระทำโดยยึด และทำการอุดรูเพื่อกันรั่วหลังติดตั้ง

โครงสร้างของประตुरะบายน้ำฯ จะประกอบไปด้วย ตัวบาน กรอบประตู, แขนหมุน, ซีลกรอบประตู, อุปกรณ์สลักและน๊อต ตามที่กำหนดในรายละเอียดข้างล่างนี้ ประตुरะบายน้ำจะต้องถูกออกแบบมาให้มีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน โดยต้องสามารถรับแรงได้มากกว่า ๒.๕ เท่าของแรงที่กระทำทั้งหมดต่อบาน หรือเทียบเท่าระดับความดันของน้ำลึก ๔ เมตร โดยที่บานจะไม่บิดงอเกินกว่า ๑/๓๖๐ ของความกว้าง

ประตुरะบายน้ำฯ จะต้องประกอบสำเร็จทั้งหมดจากโรงงานผู้ผลิต โดยไม่ต้องนำมาประกอบที่หน้างาน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตुरะบายน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

๒. วัสดุ และอุปกรณ์

๒.๑ กรอบประตู


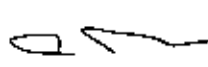

กรอบประตูจะต้องเป็นลักษณะประกอบขึ้นมาเป็นชิ้นเดียวเพื่อความแข็งแรง และมีความหนาไม่ต่ำกว่า ๖.๐ มิลลิเมตร วัสดุที่ทำกรอบประตูจะต้องทำจากเหล็กไร้สนิมเกรด ๓๐๔ หรือดีกว่า

๒.๒ บานประตู

บานประตูจะต้องขึ้นรูปจากวัสดุประเภทไฟเบอร์กลาส เสริมแรง เป็นชิ้นเดียวโดยตลอดเพื่อความแข็งแรงและสามารถทนแรงดันโดยไม่บิดตัวเกิน ๑/๓๖๐ เท่าของความกว้างของบาน เรซินที่ใช้เคลือบผิวของบานประตู จะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อรังสียูวีในแสงแดด บานประตูจะต้องเรียบสนิท ไม่มีรอยต่อชน

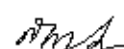
๒.๓ แขนหมุน

แขนหมุนจะต้องเป็นแบบสองจุดหมุน โดยมีจุดหมุนแรกต่อเข้ากับส่วนบนบริเวณที่แขนหมุนต่อกับกรอบประตู และจุดหมุนที่สองที่บริเวณส่วนกลางของบาน โดยจุดหมุนแรกจะทำหน้าที่เปิดปิดบานเมื่อมีแรงดันน้ำ และจุดหมุนที่สองเพื่อให้บานสามารถปรับตัวได้เล็กน้อยเพื่อให้ปิดสนิทได้มากขึ้น ส่วนของแขนหมุนทั้งหมดจะต้องทำจากเหล็กไร้สนิม เกรด ๓๐๔ หรือดีกว่าที่บริเวณแขนหมุนจะต้องมีรูเจาะไว้ เพื่อให้สามารถถ่วงน้ำหนักเพื่อเพิ่มน้ำหนักของบานในการกดทับซีลกรอบประตูได้

ข ๑.๑๓-๑

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(ข-๑.๑๓ ประตुरะบายน้ำ และกันน้ำย้อนกลับแบบมีบาน)





#### ๒.๔ ซีลกรอบประตู

ซีลกรอบประตูจะต้องเป็นซีลที่ทำจากยางสังเคราะห์ประเภท นีโอพรีนที่จะทนต่อการกัดกร่อนของน้ำ และสภาพภูมิอากาศ ค่าความแข็ง (Hardness) ของซีลควรอยู่ที่ประมาณ ๔๕-๖๕ Shore A ตามข้อกำหนดในการวัดของ ASTM D-๒๐๐๐ ซีลจะต้องถูกยึดด้วยแถบประกบซีล ซึ่งทำจากเหล็กไร้สนิม เกรด ๓๐๔ หรือดีกว่า

#### ๒.๕ อุปกรณ์สลักยึด และน๊อต

อุปกรณ์สลักยึดทั้งหมดจะต้องทำจากเหล็กไร้สนิม เกรด ๓๐๔ หรือดีกว่า สลักและน๊อตที่ใช้ยึดกรอบประตูเข้ากับผนังคอนกรีต จะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า M๑๒ เป็นแบบเคมี หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

#### ๓. การติดตั้งและการทดสอบ

การติดตั้งประตูระบายน้ำฯ จะต้องติดตั้งให้ได้ระนาบระหว่างกรอบประตูกับผนังคอนกรีต และให้แขนหมุนอยู่ที่ระดับเดียวกันให้ได้มากที่สุด และทำการปรับซีลกรอบประตูให้สัมผัสบานประตูให้เสมอกันตลอดรอบบาน การทดสอบควรกระทำที่สถานที่จริง โดยที่มียน้ำปะทะท่วมหน้าบาน ในขณะที่หลังบานไม่มีน้ำ ประตูควรมีอัตราการรั่วไม่มากกว่า ๑.๕ ลิตร/นาที ต่อความยาวของซีลกรอบประตู ๑ เมตร ในกรณีที่ไม่มีน้ำให้สมมุติแรงกระทำโดยการดันบานที่จุดกึ่งกลางบาน และตรวจดูว่าซีลกรอบประตูเมื่อมองจากด้านในจะต้องปิดสนิทโดยไม่เห็นแสงลอดผ่าน

ข ๑.๑๓-๒

๗-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(๗-๑.๑๓ ประตูระบายน้ำ และกันน้ำย้อนกลับแบบมีบาน)

๗/๗

๗/๗

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ช-๑.๑๔  
SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS

PART ๑ GENETAL

๑.๑ SCOPE

This section covers Flow Control Sluice Gates and Operations, Weir Gates and Stop Logs.

๑.๒ GENERAL

The equipment provided under this section shall be fabricated, assembled, erected, and placed in proper operating condition in full conformity with the drawings, specifications, engineering data, instructions and recommendations of the equipment manufacturer unless exceptions are noted by the engineer.

Gates and operations shall be supplied with all the necessary parts and accessories indicated on the drawings, specified, or otherwise required for a complete, properly operation installation, and shall be the latest standard products of a manufacturer regularly engaged in the production fabricated gates.

๑.๓ GOVERNING STANDARDS

Except as modified or supplemented therein, all gates and operations shall conform to the applicable requirements of AWWA standards for open-channel, fabricated-metal sluice gates, fabricated-metal weir gates and shop logs.

๑.๔ QUALITY ASSURANCE

๑.๔.๑ The manufacturer shall have experience in the production of substantially similar equipment, and shall show evidence of satisfactory operation in at least ๕๐ installations.

๑.๔.๒ The fully assembled gates shall be shop inspected, tested for operation and leakage, and adjusted before shipping. There shall be no assembling or adjusting on the job sites other than for the lifting mechanism.

ช ๑.๑๔-๑

๗-๓ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

(ช-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)

5/3/08

## ๑.๕ SUBMITTALS

๑.๕.๑ The Contractor shall submit for approval by the Engineer, drawings showing the principal dimensions, general construction and materials used in the gate and lift mechanism.

๑.๕.๒ The Contractor shall submit for approval by the Engineer, complete engineering design calculations in compliance with AWWA standards.

## ๑.๖ PERFORMANCE

### ๑.๖.๑ Leakage

Sluice gates shall be substantially watertight under the design head conditions. Under the design seating head, the leakage shall not exceed ๐.๐๕ US gallons per minute per foot (๐.๐๑ V/s per meter) of seating perimeter. Under the design unseating head, the leakage for heads of ๒๐ feet (๖ m.) or less shall not exceed ๐.๑ US gallon per minute per foot (๐.๐๒ V/s per meter) of perimeter. For unseating heads greater than ๒๐ feet (๖ m.), the allowable leakage shall not exceed the rate per foot (meter) of perimeter specified by the following equations:

Maximum allowable leakage

Gallons per minute per foot of perimeter:

$$= 0.10 + (0.0025 \times (\text{unseating head in feet} - 20))$$

Liters per second per meter of perimeter:

$$= 0.02 + (0.0075 \times \text{unseating head in meter} - 6.1)$$

Example: If we have a gate with ๓๕ feet head, the leakage for the unseating head will be:  $0.1 + (0.0025 \times (๓๕ - ๒๐)) = 0.๐๓๗๕$  USGPM/ft of perimeter.

ข ๑.๑๔-๒

(ข-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)

ข-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

## PART ๒ MATERIALS AND CONSTRUCTION

### ๒.๑ SLUICE GATES

#### ๒.๑.๑ General Design

Gates shall be either self-contained of the rising stem, non-rising or telescopic stem configuration as indicated on the drawing

#### ๒.๑.๒ Wall Thimble

Wall thimbles shall be stainless steel and supplied by the gate manufacturer. Refer to the gate schedule for types and applicable locations. Material thickness should be according to the manufacturer's recommendations and be to sufficient resistance to handle to operating forces.

#### ๒.๑.๓ Frame

The gate frame shall be constructed of structural members or formed plate welded to form a rigid one-piece frame. The frame shall be of the integral flange back design suitable for mounting on a concrete wall (CW), concrete wall with extra-wide flange (CWX), round manhole (RM), round manhole with extra-wide flange (RMX), wall thimble (WT), or a standard flange (SF).

The frame configuration shall be of the flush-bottom type and shall allow the replacement of the top and side seal without removing the gate frame from the wall of wall thimble.

#### ๒.๑.๔ Slide

The slide shall consist of a flat plate reinforced with formed plates of structural members to limit its deflection to  $\frac{1}{100}$  of the gate's span under the design head.

#### ๒.๑.๕ Guides and Seals

The guides shall be made of the ultra high molecular weight polyethylene (or equivalent) and shall be of such length as to retain and support at least two thirds ( $\frac{2}{3}$ ) or the vertical height of the slide in the fully open position.

Side and top seals shall made of the ultra high molecular weight polyethylene (or equivalent) of the self-adjusting type. A continuous compression cord shall ensure contact between the UHMWPE guide and the gate in all positions.

ป ๑.๑๔-๓

(๒-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)

๒-๓ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

The sealing system shall maintain efficient sealing in any position of the slide and allow the water to flow only below the slide plate.

The flush bottom seal shall be made of resilient neoprene set into the bottom member of the frame.

#### ๒.๑.๖ LIFT ASSEMBLIES

##### Stem and Couplings

The operation stem shall be of stainless steel designed to transmit in compression at least ๒ times the rated output of the operating manual mechanism with a ๔๐ lb (๑๗๘ N) effort on the crank of hand wheel.

Gates having a width equal to or greater than two times their height shall be provided with two lifting mechanisms connected by a tandem shaft.

##### Stem Guides

Stem Guides shall be equipped with a UHMWPE bushing. Guides shall be adjustable and spaced in accordance with the manufacturer's recommendation. The L/R ratio shall not be greater than ๒๐๐.

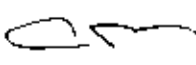
##### Stem Cover

Rising stem gates shall be provided with a clear polycarbonate stem cover. The stem cover shall have a cap and condensation vents and a clear mylar position indication tape. The tape shall be field applied to the stem cover after the gate has been installed and positioned.

#### ๒.๑.๗ LIFTING MECHANISM

Operators of the types listed in the schedule shall be provided by the gate manufacturer. Each manual operator shall be designed to operate the gate under the maximum specified seating and unseating heads by using a maximum effort of ๔๐ lb (๑๗๘ N) on the crank or hand wheel, and shall be able to withstand, without damage, an effort of ๘๐ lb (๓๕๖ N).

Gearboxes shall be provided when required to maintain the operating force below ๔๐ lb. All bearings and gears shall be totally enclosed in a weather tight housing. The pinion shaft to crank-operated mechanisms shall be constructed of stainless steel and supported by roller or needle bearings. The operation shaft shall be fitted with a ๒ inch square operating nut and removable crank. The crank shall be fitted with a corrosion-resistant rotating handle. The maximum crank radius shall be

๗ ๑.๑๔-๔

(๗-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)

๗-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์







๑๕ inches (๓๘๐ mm) and the maximum hand wheel diameter shall be ๒๔ inches (๖๐๐ mm.)

**Yoke**

Self-contained gates shall be provided with a yoke made of structural member.

**MATERIALS**

Part	Material
Frame, yoke, stem guides, slide, stem extension	Stainless steel ๓๑๖
Side and top seals, stem guide liner	Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) or Equivalent
Compression card	Nitrile or Equivalent
Bottom seal	Neoprene or Equivalent
Threaded stem	Stainless steel ๓๑๖
Fasteners	Stainless steel ๓๑๖
Pedestal, hand wheel, crank	Aluminum Alloy or Equivalent
Gasket (between frame and wall)	EPDM or Equivalent
Stem cover	Polycarbonate
Lift nut, couplings	Manganese bronze or Equivalent

**๒.๒ WEIR GATES**

**๒.๒.๑ General Design**

Weir gates shall be either self-contained or non self-contained of the rising stem or non-rising stem configuration as indicated on the gate schedule.

**๒.๒.๒ Frame**

The gate frame shall be constructed of structural members or formed plate. The frame shall be suitable for mounting on a concrete wall (CW) at the end of a channel, embedded inside a channel (FE) or mounted on the channel surface (EC). The frame bottom configuration shall be of the flush-bottom type.

**๒.๒.๓ Slide**

The slide shall consist of a flat plate reinforced with formed plates or structural members to limit its deflection to ๑/๗๐๐ of the gate's span under the design head.

๒ ๑.๑๔-๕

(๒-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOSS)

๒-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

#### ๒.๒.๔ Guides and Seals

The guides shall be made of the ultra high molecular weight polyethylene (or equivalent) and shall be of such length as to retain and support at least two thirds (๒/๓) of the vertical height of the slide in the fully open position.

The bottom and side seals shall be made of the ultra high molecular weight polyethylene (or equivalent) or the self adjusting type. A continuous compression cord shall ensure contact between the UHMWPE guide and the gate in all positions. The sealing system shall maintain efficient sealing in any position of the slide.

Seals shall maintain the specified leakage rate in both seating and unseating conditions.

#### ๒.๒.๕ LIFT ASSEMBLIES

##### Stem and couplings

The operating stem shall be of stainless steel designed to transmit in compression at least ๒ times the rated output of the operating manual mechanism with a ๔๐ lb (๑๗๘ N) effort on the crank or hand wheel.

Gates having a width equal to or greater than two times their height shall be provided with two lifting mechanisms connected by a tandem shaft.

##### Stem Guides

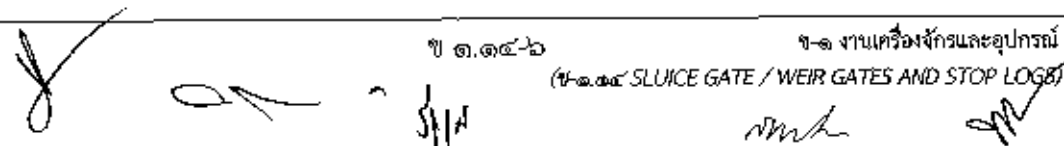
Stem Guides shall be equipped with a UHMWPE bushing. Guides shall be adjustable and spaced in accordance with the manufacturer's recommendation. The L/R ratio shall not be greater than ๒๐๐.

##### Stem cover

Rising stem gates shall be provided with a clear polycarbonate stem cover. The stem cover shall have a cap and condensation vents and a clear mylar position indicating tape. The tape shall be field applied to the stem cover after the gate has been installed and positioned.

---

๒ ๑.๑๔-๖  
งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(๒.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)



**๒.๒.๖ LIFTING MECHANISM**

Operators of the types listed in the schedule shall be provided by the gate manufacturer. Each manual operator shall be designed to operate the gate under the maximum specified seating and unseating heads by using a maximum effort of ๔๐ lb (๑๗๘ N) on the crank or hand wheel, and shall be able to withstand, without damage, on effort of ๘๐ lb (๓๕๖N).

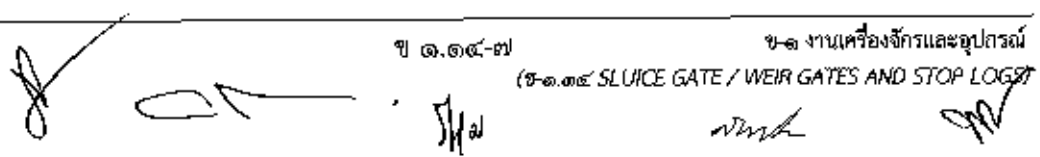
Gearboxes shall be provided when required to maintain the operation force below ๔๐ lb. All bearings and gears shall be totally enclosed in a weather tight housing. The pinion shaft to crank-operated mechanisms shall be constructed of stainless steel and supported by roller or needle bearings. The operating shaft shall be fitted with a ๒ inch square operation nut and removable crank. The crank shall be fitted with a corrosion-resistant rotation handle. The maximum crank radius shall be ๑๕ inches (๓๘๐ mm) and the maximum hand wheel diameter shall be ๒๔ inches (๖๐๐ mm.).

**Yoke**

Self-contained gates shall be provided with a yoke made of structural member or formed plates. The maximum deflection of the yoke shall be ๑/๓๖๐ of the gate's span.

**MATERIALS**

Part	Material
Frame, yoke, stem guides, slide, stem extension	Stainless steel ๓๑๖
Guides, side and bottom seals, stem guide liner	Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) or Equivalent ASTM D-๕๐๒๐-๘๖
Compression card	Nitrile or Equivalent
Threaded stem	Stainless steel ๓๑๖
Fasteners	Stainless steel ๓๑๖
Pedestal, hand wheel, crank	Aluminum Alloy or Equivalent
Gasket (between frame and wall)	EPDM or Equivalent
Stem cover	Polycarbonate
Lift nut, couplings	Manganese bronze or Equivalent


 ๗ ๑.๑๔-๗ ๗-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
 (๗-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)

๒.๓ STOP LOGS

๒.๓.๑ *General Design*

Stop logs shall be constructed entirely of Marine Grade Aluminum.

๒.๓.๒ *Frame*

The frame shall be made of stainless steel channels. The frame shall be suitable for mounting on a concrete wall (CW), embedded in a channel (FE) or installation inside and existing channel (EC).

๒.๓.๓ *Logs*

The logs shall consist of a flat plate reinforced with formed plates of structural members to limit their deflection to  $1/360$  of the gate's span under the design head. Each end of the log shall have a ultra high molecular weight polyethylene (or equivalent) guide block to ensure proper alignment of the log, to reduce friction and to prevent metal-to-metal contact.

๒.๓.๔ *Seals*

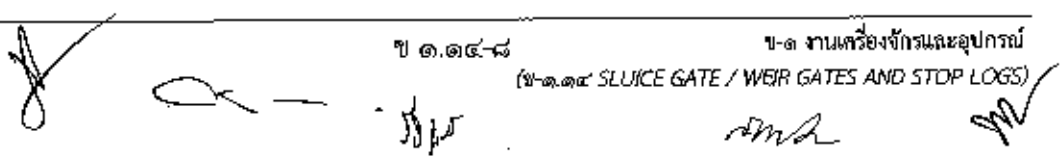
Seals shall be made of EPDM (or Equivalent). The end seals shall be attached to the logs by means of a UHMWPE guide block. The bottom seal is attached to the log with a stainless steel retainer.

๒.๓.๕ *Lifting Device*

When required, a stainless steel lifting device shall be supplied for each log width. The width of the lifting device shall be the same as the log channel. The lifting device shall be equipped with a device to allow releasing of the log from the operation floor. This device shall grab the log automatically when lowered into the guides.

๒.๓.๖ *MATERIALS*

Part	Material
Frame,	Stainless steel ๓๑๖
Gate	Marine Grade Aluminium
Gate	Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE), or Equivalent
Gate Seal and Bottom Seal	EPDM / Neoprene / Polyurethane or Equivalent
Fasteners	Stainless steel ๓๑๖



PART ๓ EXECUTIONS

๓.๑ INSTALLATION

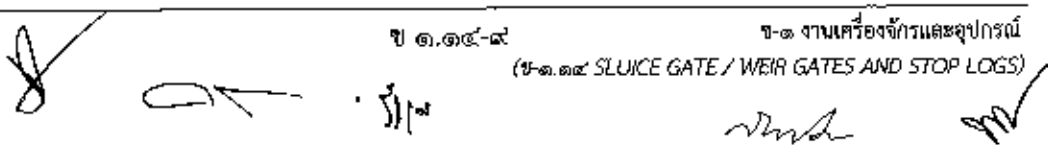
Sluice gates, weir gates and stop logs and appurtenances shall be handled and installed in accordance with the manufacturer's recommendations.

๓.๒ FIELD TESTS

๓.๓.๑ Following the completion of each gate installation, the gates shall be operated through at least two complete open/close/open cycles. If and electric or hydraulic operator is used, limit switches shall be adjusted following the manufacturer's instructions.

๓.๓.๒ Gates shall be checked for leakage by the contractor after installation (refer to the Performance section for approval criteria).

๗ ๑.๑๔-๔ ๗-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(๗-๑.๑๔ SLUICE GATE / WEIR GATES AND STOP LOGS)



ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ช-๑.๑๕  
เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ

๑. ความต้องการโดยทั่วไป

- ๑.๑. เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ (Submersible Mixer) ต้องเป็นชนิดที่สามารถใช้งานภายในบ่อปรับสภาพ และบ่อเติมอากาศ โดยจะทำหน้าที่อากาศเพื่อให้ออกซิเจนกับจุลินทรีย์ที่บำบัดน้ำเสียและ/หรือกวนผสมน้ำเสียไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็น และการตกตะกอนในบ่อปรับสภาพน้ำเสีย
- ๑.๒. เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา
- ๑.๓. เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ ต้องมีขนาดและรายละเอียดตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างและตารางอุปกรณ์
- ๑.๔. การติดตั้งเครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ ให้ติดตั้งโดยใช้ชุดติดตั้งแบบ Automatic Coupling ตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยเครื่องพ่นอากาศใต้น้ำจะต้องสามารถติดตั้งและถอดออกได้ทั้งชุดจากบ่อเติมอากาศ โดยไม่จำเป็นต้องสูบน้ำในบ่อให้แห้งก่อนหรือใช้คนลงไปบ่อที่เครื่องพ่นอากาศใต้น้ำติดตั้งอยู่  
ชุดติดตั้งแบบ Automatic Coupling จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
  - ฐานติดตั้งแบบ Automatic Coupling (ขาตั้งเปิด) ทำจากเหล็กหล่อ (Cast Iron)
  - Guide Rail ทำจาก Stainless steel
  - Lifting Chain ทำจาก Stainless Steel
- ๑.๕. เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ จะต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีการบริการด้านเทคนิคและด้านอะไหล่เป็นที่เชื่อถือได้

๒. รายละเอียดของอุปกรณ์

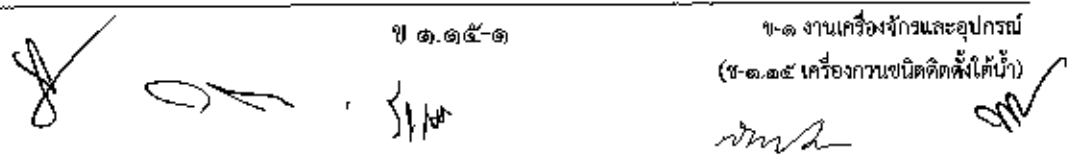
๒.๑. วัสดุโครงสร้างของเครื่องพ่นอากาศใต้น้ำ ต้องเป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้

- |                                   |   |                                 |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| - เลื่อนมอเตอร์ (Motor housing)   | : | Cast Iron เทียบเท่าหรือดีกว่า   |
| - เลื่อนปั๊ม (Pump housing)       | : | Cast Iron เทียบเท่าหรือดีกว่า   |
| - ใบพัด (Impeller)                | : | Cast Iron เทียบเท่าหรือดีกว่า   |
| - เพลา (Shaft)                    | : | Stainless Steel                 |
| - น็อต สกรู (Nuts, Screws, Studs) | : | Stainless Steel                 |
| - ซีล (Seal)                      | : | Double Mechanical Seal          |
| - Silencer                        | : | PVC หรือเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต |

๒.๒. มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อน จะต้องเป็นชนิด Squirrel cage Induction Motor ๓ Phase, ๓๘๐ V, ๕๐ Hz, Insulation Class F. โดยขนาดเครื่องเติมอากาศตั้งแต่ ๒.๒ kw. ขึ้นไป มีความเร็วรอบไม่เกิน ๑,๕๐๐ รอบต่อนาที, ขนาดเครื่องเติมอากาศ ๐.๗๕ kw. – ๑.๕ kw. มีความเร็วรอบไม่เกิน ๓,๐๐๐ รอบต่อนาที

ช ๑.๑๕-๑

ช-๑ งานเครื่องจักรและอุปกรณ์  
(ช-๑.๑๕ เครื่องกววนชนิดติดตั้งใต้น้ำ)



๒.๓. มอเตอร์จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน ( Thermal Protector ) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้ เมื่อมอเตอร์เกิดความร้อนสูงและเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้ด้วยตัวเอง โดยที่ไม่ต้องนำเครื่องเติมอากาศใต้น้ำขึ้นจากบ่อ

๒.๔. สายไฟ (Cable) ของมอเตอร์ จะต้องมียระบบ SEALED CONDUCTOR ภายในสายไฟ โดยการใช้ข้อต่อชนิดพิเศษเป็นตัวต่อสายไฟ และตรงรอยต่อจะถูกรัดจนแน่นอากาศเข้าไม่ได้โดยกลายเป็นสุญญากาศโดย Rubber เพื่อป้องกันน้ำเข้าสู่ตัวมอเตอร์

๒.๕. ต้องมีตัว Silencer เป็นตัวลดเสียงและแผ่นกรองอากาศอยู่ในตัว Silencer และสามารถถอดทำความสะอาดได้

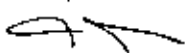
### ๓. จำนวน และขนาดอุปกรณ์

#### ๑. จำนวน และขนาดอุปกรณ์

๑.๑. ตำแหน่งติดตั้ง :- บ่อปรับสภาพ (Equalizing Tank)  
จำนวน :- ๒ ตัว  
Tag No. :- SM - ๐๑, SM - ๐๒  
ขนาด :- ๒.๒ KW

๓.๒ ตำแหน่งติดตั้ง :- บ่อเติมอากาศ (Anoxic-Oxic Tank)  
จำนวน :- ๒ ตัว  
Tag No. :- SM - ๐๓, SM - ๐๔  
ขนาด :- ๒.๒ KW

หมวด ข-๒  
งานระบบไฟฟ้า





ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ข-๒.๑  
ข้อกำหนดทั่วไป

๑. ขอบเขตความรับผิดชอบ

หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้อื่น ๆ ทั้งหมดให้เป็นไปตามแบบ รายการข้อกำหนดของสัญญา ตำแหน่งติดตั้งตามที่ กำหนดในแบบอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้อง จัดหาติดตั้งเพิ่มเติมให้งานไฟฟ้าเรียกบร็อยสมบูรณ์ และเป็นไปตามหลักวิชาการยิ่งขึ้น

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

๒. วัสดุและอุปกรณ์

ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และต้อง เป็นผลิตภัณฑ์แบบล่าสุด ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่าง และ/หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ไปให้ ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำมาติดตั้งได้ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์ และ/ หรือรายละเอียดต้องนำไปเก็บแสดงไว้ที่หน่วยงานก่อสร้างดังต่อไปนี้

- ดวงโคมและส่วนประกอบของดวงโคม
- เต้ารับและฝาครอบ
- สายไฟฟ้าและหัวต่อสาย
- ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ
- รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบราง
- รายละเอียดทางเทคนิคของสวิตซ์อัตโนมัติ, แผงสวิตซ์อัตโนมัติ, หม้อแปลง , บัส ดัก, อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์, อุปกรณ์ระบบแจ้งเพลิงไหม้ ฯลฯ
- และอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

๒.๑. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ได้กำหนดข้อมูลความต้องการไว้ในแบบ และ/หรือรายการประกอบ แบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

๑. ถ้าวัสดุ หรืออุปกรณ์ดังกล่าว (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) มีประกาศ มอก. โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว (ให้ถือตามที่ปรากฏในบัญชี) คู่มือผู้ซื้อหรือใบแทรกคู่มือผู้ซื้อที่กระทรวงอุตสาหกรรมจัดทำขึ้นเดือนก่อนหน้าเดือนที่ ประกาศจ้าง) และมีผู้ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ตั้งแต่สามรายขึ้นไป ให้ใช้ เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ทำในประเทศไทย และได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ดังกล่าว
๒. ถ้าวัสดุ หรืออุปกรณ์ดังกล่าว (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) มีประกาศ มอก. แล้ว แต่ผู้ไม่ได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ไม่ถึงสามราย จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำ ในประเทศไทยและมีรายละเอียดตาม มอก. หรือตามที่ปรากฏในบัญชีคู่มือผู้ซื้อหรือใบ

แทรกคู่มือผู้ซื้อ ที่กระทรวงอุตสาหกรรมจัดทำขึ้นถึงเดือนก่อนหน้าเดือนที่ประกาศจ้างก็ได้

๓. ถ้าวัสดุ หรืออุปกรณ์ดังกล่าว (ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกัน) มี ประกาศ มอก. หากมีผู้ได้รับการจดทะเบียนไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมแล้ว จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำในประเทศไทย และมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่ระบุไว้ในบัญชีมือผู้ซื้อหรือใบแทรกคู่มือผู้ซื้อ ถึงเดือนก่อนหน้าเดือนที่ประกาศจ้างก็ได้
๔. ในกรณีที่กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศเปลี่ยนแปลง มอก. ของวัสดุ หรืออุปกรณ์ ในประเภท ชนิด และขนาดเดียวกันภายหลังจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอราคาวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ไว้แล้ว อนุโลมให้ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. เดิมที่เคยเสนอไว้แล้วได้ โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงสัญญาจ้าง

## ๒.๒. มาตรฐานทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นไปตามข้อ ๑.๒.๑ ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES INC
IPCEA	INSULATED POWER CABLE ENGINEERING ASSOCIATION
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
VDE	VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER
DIN	DEUTSCHER INDUSTRIAL NORMEN
BS	BRITISH STANDARD
JIS	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
CSA	CANADIAN STANDARD ASSOCIATION

## ๒.๓. ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ได้มาตรฐานทั้งนี้คุณสมบัตินี้ของวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะ ที่ได้กำหนดไว้

๑. สายไฟฟ้า : มอก.๑๑-๒๕๓๑ อาทิ เฟลคอตจ, ยาชากิ บางกอกเคเบิล หรืออนุมิติ เทียบเท่า
๒. ท่อร้อยสายไฟฟ้า : มอก.๗๗๐-๒๕๓๓ อาทิ MATSUSHITA, BSM, TSP, ABSO หรือเทียบเท่า
๓. สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง : ABB, F&G, RITTER, NEBB, MERLIN GERIN
๔. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน : มอก.๓๘๔-๒๕๒๕ อาทิ SIEMENS, ABB, STARK STORM, SCHNEIDER หรือเทียบเท่า

๕. CIRCUIT BREAKER ในตู้แผงสวิตช์อัตโนมัติเมน : SQUARE-D, GE, SIEMENS, MITSUBISHI, ABB, MERLIN GERIN หรืออนุมัติเทียบเท่า
๖. ตู้แผงสวิตช์อัตโนมัติเมน : ผลิตภายในประเทศ เช่น TIC, PMK, SMD, ASEFA หรืออนุมัติเทียบเท่า
๗. รางเดินสายไฟฟ้า : ผลิตภายในประเทศ เช่น TIC, BSM, ESI, SMC, SCI, SIM หรือเทียบเท่า
๘. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยและ CIRCUIT BREAKER ประกอบแผง : SQUARE - D, GE., , MERLINGERIN, ABB, FEDERAL , SIEMENS หรือเทียบเท่า
๙. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
  - หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ : GE., OSRAM, PHILIPS, SYLVANIA
  - หลอดไฟฟ้าชนิดฟลูออเรสเซนต์ : GE., OSRAM, PHILIPS, SYLVANIA
  - บัลลาสต์ : มอก.๒๓๓-๒๕๓๑ อาทิ BOVO, MK, PHILIPS, MAY & CHRISTE
  - สตาร์ทเตอร์ : มอก.๑๘๓-๒๕๒๘ อาทิ PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA
  - ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ : มอก.๓๔๔-๒๕๓๐ อาทิ BJB, GE, PHILIPS, VOSSLOH
  - คะแบจเตอร์ (CAPACITOR) ต้องเป็นชนิดแห้ง : ABB, BOSCH, NOKIA,NATIONAL
๑๐. ดวงโคมก๊าซดิสชาร์จ : PHILIPS, SYLVANIA, EYE, OSRAM
๑๑. สวิตช์, เต้ารับไฟฟ้าและเต้ารับโทรศัพท์ : TICINO, CLIPSAL, NATIONAL, MK

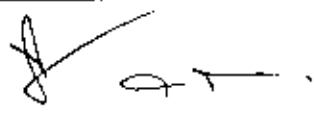
#### ๒.๔. การเทียบเท่าวัสดุและอุปกรณ์

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างต้องเสนอขอใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เทียบเท่า โดยชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์เพื่อขอเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

การยื่นเสนอขอเทียบเท่าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเร่งดำเนินการโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างต้องใช้ในการพิจารณา และระยะเวลาในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์เพื่อให้การก่อสร้างเสร็จตามสัญญา

#### ๓. การติดตั้ง

- ๓.๑. ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้างอาคารระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาลและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ที่กำหนดไว้โดยสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่นซึ่งตำแหน่งขอวัสดุอุปกรณ์ที่ปรากฏในแบบเป็นตำแหน่ง โดยประมาณสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม



ช ๒.๑-๓

ช-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(ช-๒.๑ ข้อกำหนดทั่วไป)



๓.๒. ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

๓.๓. มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งต้องเป็นไปตามกฎการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ มาตรฐานการติดตั้งของกรมโยธาธิการ (มยธ.) ในกรณีที่กฎดังกล่าวไม่ครอบคลุมถึง ให้เป็นไปตามกฎหรือมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งดังต่อไปนี้.-

วสท	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ทศท	กฎองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
FOC	FIRE OFFICE COMMITTEE

#### ๔. วิศวกรไฟฟ้า

ผู้รับจ้างต้องมีและเสนอชื่อวิศวกรไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแขนงไฟฟ้ากำลัง พร้อมหลักฐานให้กับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบ และรายการประกอบแบบ

#### ๕. แบบทำงาน SHOP DRAWING

ก่อนการดำเนินการ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบทำงานแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน หากผู้รับจ้างไม่จัดทำ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขงานในส่วนที่ดำเนินการไปแล้ว ซึ่งไม่ถูกต้องให้เป็นไปตามวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

#### ๖. แบบแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING)

ผู้รับจ้างต้องทำแบบแสดงการติดตั้งจริง เสนอต่อผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

#### ๗. ป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อบนแผ่นอลูมิเนียมแกะตัวอักษรติดตั้งที่อุปกรณ์ต่างๆตามที่กำหนด และสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

#### ๘. หนังสือคู่มือและการฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องหาหนังสือคู่มือในการใช้งาน และบำรุงรักษาวัสดุและอุปกรณ์เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย ๓ ชุด พร้อมฝึกอบรมให้พนักงานของผู้ว่าจ้างมีความสามารถในการใช้ และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง

ข ๒.๑-๔

๓/๑๕

mark

๒-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(๒-๒.๑ ช้อกว่าหนดทั่วไป)

#### ๙. การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการ และรายละเอียดที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายจากทดสอบทั้งหมด

#### ๑๐. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด ยกเว้นหลอดไฟฟ้าเป็นเวลา ๑ ปี นับตั้งแต่วันรับมอบงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลาประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งาน โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

#### ๑๑. การประสานงานกับการไฟฟ้า

๑๑.๑. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อการไฟฟ้า เพื่อดำเนินการให้อาคาร และบริเวณนี้มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึงจัดหาและติดตั้ง เสา มิเตอร์ ค่าตรวจสอบและอื่นๆ ที่การไฟฟ้า ต้องเป็นผู้ดำเนินการให้ทันการตรวจรับงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระให้การไฟฟ้า ทั้งหมดให้เป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

๑๑.๒. วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า เช่น สวิตช์เกียร์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้จากการไฟฟ้า

#### ๑๒. การประสานงานกับองค์การโทรศัพท์

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อองค์การโทรศัพท์ เพื่อดำเนินการจัดหา ติดตั้งเสา และคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ให้ระบบโทรศัพท์สามารถใช้งานได้ ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระตามใบสำคัญเรียกเก็บเงินขององค์การโทรศัพท์ เป็นภาระของผู้รับจ้าง

#### ๑๓. ข้อขัดแย้ง

ถ้าในกรณีที่แบบ และรายการประกอบแบบมีข้อขัดแย้งกัน ให้ยึดถือแบบและข้อความในแบบเป็นข้อยุติ

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ข-๒.๒  
ข้อกำหนดเฉพาะงาน

๑. ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (แรงต่ำ)

๑.๑ ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (แรงต่ำ) ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC

๑.๒ ตัวตู้ผลิตภายในประเทศ โดยมีลักษณะดังนี้

๑. โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากขนาด ๕๐x๕๐x๓ มม. ยึดติดกันด้วยน็อตและสกรูหรือเชื่อมติดกันตู้ที่ตั้งติดกันให้ยึดถึงกันด้วยน็อตและสกรู
๒. เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า ๑.๖ มม. ส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้า ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบ และมีร่องสำหรับยึดยางกันฝุ่น ด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู
๓. บานประตูของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดได้ ใช้บานพับชนิดอ่อน เปิดปิดโดยใช้กุญแจชนิดฝึ้งเรียบ สามารถถอดบานประตูออกได้โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น
๔. ฝาปิดช่องล่างด้านหน้า ฝาปิดด้านหลังทั้งหมดและฝาด้านข้างเปิดปิดโดยใช้สกรู และให้เจาะช่องระบายอากาศ โดยมีมุ้งลวดด้านในตามความเหมาะสม
๕. เหล็กแผ่นที่ใช้ป้องกันอันตรายภายในตู้ เช่นป้องกันอาร์คระหว่างอุปกรณ์หรือระหว่างตู้หนาไม่น้อย ๑.๒ มม.
๖. ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาด และ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบอีพ็อกซี-โพลีเอสเตอร์ทั้งภายในภายนอกและอบแห้ง
๗. ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยสกรูขยาย

๑.๓ บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงขนาดตามที่กำหนด ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ บัสบาร์ต้องยึดติดกับโครงตู้ด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรง ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ KA หรือตามที่กำหนดในแบบ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นบัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดปิดงอได้ เพื่อลดแรงบิดและแรงดึงบัสบาร์ ต้องพ่นสีทนความร้อนโดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้า ขนาดกระแสของบัสบาร์ ทองแดงต้องเป็นไปตามตารางที่กำหนด

ข ๒.๒-๑

ข-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(ข-๒.๒ ระบบไฟฟ้า)

ตารางที่ ๑ ขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง (อุณหภูมิแวดล้อม ๔๐°C)

ขนาด มม.	น้ำหนัก กก./ม.	บัสบาร์ฟอสไฟ (แอมป์)		บัสบาร์เปลือย (แอมป์)	
		๑ บาร์	๒ บาร์	๑ บาร์	๒ บาร์
๑๒ X ๒	๐.๒๐๙	๑๒๓	๒๐๒	๑๐๘	๑๘๒
๑๕ X ๒	๐.๒๖๒	๑๕๘	๒๔๐	๑๒๘	๒๑๒
๑๕ X ๓	๐.๓๙๖	๑๘๗	๓๑๖	๑๖๒	๒๘๒
๒๐ X ๒	๐.๓๕๑	๑๘๙	๓๐๒	๑๖๒	๒๖๔
๒๐ X ๓	๐.๕๒๙	๒๓๗	๓๙๔	๒๐๔	๓๕๘
๒๐ X ๔	๐.๘๘๒	๓๑๙	๕๖๐	๒๗๔	๕๐๐
๒๕ X ๓	๐.๖๖๓	๒๘๗	๔๗๐	๒๔๕	๔๑๒
๒๕ X ๔	๑.๑๑๐	๓๘๔	๖๖๒	๓๒๗	๕๘๖
๓๐ X ๓	๐.๗๙๖	๓๓๗	๕๔๔	๒๘๕	๔๗๖
๓๐ X ๔	๑.๓๓๐	๔๔๗	๗๖๐	๓๗๙	๖๗๒
๔๐ X ๓	๑.๐๕๐	๔๓๕	๖๙๒	๓๔๖	๖๐๐
๔๐ X ๔	๑.๗๗๐	๕๗๓	๙๕๒	๔๘๒	๘๓๖
๕๐ X ๔	๓.๕๕๐	๘๕๐	๑๔๗๐	๗๑๕	๑๒๙๐
๕๐ X ๕	๒.๒๒๐	๖๙๗	๑๑๔๐	๕๘๓	๙๙๔
๕๐ X ๑๐	๔.๔๔๐	๑๐๒๐	๑๗๒๐	๘๕๒	๑๕๑๐
๖๐ X ๕	๒.๖๖๐	๘๒๖	๑๓๓๐	๖๘๘	๑๑๕๐
๖๐ X ๑๐	๕.๓๓๐	๑๑๘๐	๑๙๖๐	๙๘๙	๑๗๒๐
๘๐ X ๕	๓.๕๕๐	๑๐๗๐	๑๖๘๐	๘๘๕	๑๔๕๐
๘๐ X ๑๐	๗.๑๑๐	๑๕๐๐	๒๔๑๐	๑๒๔๐	๒๑๑๐
๑๐๐ X ๕	๔.๔๔๐	๑๓๐๐	๒๐๑๐	๑๐๘๐	๑๗๓๐
๑๐๐ X ๑๐	๘.๘๘๐	๑๘๑๐	๒๘๕๐	๑๔๙๐	๒๔๘๐
๑๒๐ X ๑๐	๑๐.๗๐๐	๒๑๐๐	๓๒๘๐	๑๗๔๐	๒๘๖๐
๑๖๐ X ๑๐	๑๔.๒๐๐	๒๗๐๐	๔๔๓๐	๒๒๒๐	๓๕๙๐
๒๐๐ X ๑๐	๑๗.๘๐๐	๓๒๙๐	๕๔๗๐	๒๖๙๐	๔๓๑๐

๑.๔ สวิตช์อัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKER) ผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC ขนาดตามที่กำหนดเป็นแบบติดตั้งถาวร เปิด-ปิด ด้วยมือมี THERMAL และ MAGNETIC TRIP ติดอยู่แต่ละ POLE ของ สวิตช์อัตโนมัติมี TRIP UNIT อื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบ สามารถทนกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนดหรือตามความเหมาะสม

ข ๒.๒-๒

๑-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(ข-๒.๒ ระบบไฟฟ้า)

### ๑.๕ เครื่องช่วยการเริ่มต้นเดินของมอเตอร์ (MOTOR STARTERS)

๑. DIRECT-ON-LINE (DOL) STARTER ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
  - TROPICALIZED AIR BREAK CONTACTOR WITH THERMAL OVERLOAD RELEASE FOR ALL PHASE ตามมาตรฐาน VDE, IEC หรือเทียบเท่า
  - COIL VOLTAGE ตามที่จำเป็นต้องใช้หรือตามที่กำหนดในแบบ
  - AC ๓ DUTY
  - CONTACT RATING ตามขนาดของมอเตอร์ที่กำหนดในแบบ
  - AUXILIARY SWITCH อย่างน้อย ๑ NO
๒. AUTOMATIC STAR-DELTA STARTERS ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้
  - TROPICALIZED AIR-BREAK AUTOMATIC STAR-DELTA CONTACTORS WITH THERMAL OVERLOAD RELEASE FOR ALL PHASE
  - COIL VOLTAGE ตามที่กำหนดหรือตามที่จำเป็นต้องใช้
  - AC ๓ DUTY
  - CONTACT RATING ตามขนาดของมอเตอร์ที่กำหนดในแบบ
  - AUXILIARY SWITCH อย่างน้อย ๑ NO ที่ MAIN CONTACTOR และอื่นๆ ตามความจำเป็นที่ต้องใช้สำหรับ AUTOMATIC STAR-DELTA CONTACTORS
  - PROTECTION GRADE :IP 00 (DIN STANDARD OR BETTER)

### ๑.๖ PROTECTION RELAY

๑. UNDER VOLTAGE RELAY ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ต่อโดยตรงเข้ากับระบบ สามารถตัดวงจรเมื่อโวลต์ระหว่างเฟสแตกต่างกัน ตั้งแต่ ๙% ขึ้นไปหรือโวลต์ทั้ง ๓ เฟส ลดลงต่ำกว่า ๑๒% หรือเกิดจากสลับเฟส โดยสามารถหน่วงเวลาก่อนการทำงานประมาณ ๒ วินาที
๒. GROUND FAULT RELAY ต้องเป็น SOLID STATE CONTROLLED ทำงานเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน สามารถหน่วงเวลาการทำงานได้ตามต้องการ

### ๑.๗ เครื่องวัด (METERING) ที่ใช้ติดตั้งกับตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (แรงต่ำ) ต่าง ๆ

๑. โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน ๑.๕ % หรือดีกว่า
๒. โวลต์มิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ ๗ จังหวะ คือ จังหวะปิด ๑ จังหวะ ระหว่างเฟสกับเฟส ๓ จังหวะ และระหว่างเฟสกับศูนย์ ๓ จังหวะ
๓. แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลง กระแสความคลาดเคลื่อน ๑.๕% หรือดีกว่า



๔. แอมมิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ ๔ จังหวะ คือ จังหวะปิด ๑ จังหวะ และเฟส ๓ จังหวะ
๕. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสต้านออก ๕ AMP และกระแสต้านเข้า ตามที่กำหนดความคลาดเคลื่อน ๑.๕ % หรือดีกว่า
๖. กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮิวมิเตอร์ เป็นชนิด ๑ เฟส หรือ ๓ เฟส ต่อตรงกับระบบ แรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบความคลาดเคลื่อน ๒.๕% หรือดีกว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
๗. เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า ๓ เฟส ต่อโดยตรง กับระบบแรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส มีระยะพิคกิ้ง LEAD ๐.๕..๑..๐.๕ LAG หรือมากกว่าความคลาดเคลื่อน ๑.๕% หรือดีกว่า
๘. TIME COUNTER วัดการทำงานของ MOTOR ต้องเป็นชนิดติดตั้งบนผนัง ตู้ควบคุม (SURFACE MOUNTED) มีช่วงการวัด ๙๙๙๙.๙ HOUR และสามารถ RESET ตัวเลขได้
๙. สวิตช์ลูลอย (FLOAT SWITCH) ชนิดภายในบรรจุปรอท ภายนอกต้องไม่มี ส่วนของโลหะเพื่อป้องกันการลึกร้อน และต้องมีคุณสมบัติใช้กับน้ำเสียได้ดี ขนาด CONTACTOR ตามกำหนดในแบบ

#### ๑.๘ PILOT LAMP

หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดหลอดไส้ ๑.๒ W หรือมากกว่า ๒-๒๔ V มีหม้อแปลงชนิด ISOLATING ลดแรงดันจาก ๒๓๐ V ฝาครอบด้านหน้าเป็นเลนส์พลาสติก ขนาดไม่เล็กกว่า ๒๒ มม. สีของเลนส์ตามที่กำหนด

#### ๑.๙ PUSH BUTTON

หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่ปุ่มกดมี O-RING โลหะล้อมรอบขนาดไม่เล็กกว่า ๒๒ มม. สีของปุ่มกดตามที่กำหนดของ CONTACT ตาม AC<sub>๓</sub> DUTY ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า ๒.๕.๑๑ MAGNETIC CONTACTOR หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาด CURRENT RATING ของ CONTACT ตาม AC<sub>๓</sub> DUTY มาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

#### ๑.๑๐ MAGNETIC CONTROL RELAY

หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด RESISTIVE LOAD ของ CONTACT ต้องไม่น้อยกว่า ๑๐ A ที่ ๒๓๐ V

๑.๑๑ MIMIC DIAGRAM BOARD และ DISPLAY BOARD ทำจากอลูมิเนียมลายกัลดงดำ แสดง SINGLE LINE และการทำงานของจุดต่าง ๆ โดยมี PILOT LAMP หรือ INDICATOR LAMP ๒๔ VDC ขนาดตามแบบหรือตามความเหมาะสม (หากระบุความต้องการ)

ข ๒.๒-๔

ข-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(ข-๒.๒ ระบบไฟฟ้า)

### ๑.๑๒ ระบบการป้องกันมอเตอร์และการป้องกันภายในตัว Soft Starter

- ๑) Electronics Over Load : Trip เมื่อเกิดภาวะโหลดเกินกว่าพิกัดที่กำหนด โดยสามารถปรับตั้งค่าได้
- ๒) Under / Over Voltage : Trip เมื่อเกิดภาวะแรงดันของระบบไฟฟ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
- ๓) Under / Over Frequency : Trip เมื่อเกิดภาวะความถี่ของระบบไฟฟ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่าปกติ
- ๔) Phase Loss / Phase Sequence : Trip เมื่อเกิดภาวะเฟสของระบบไฟฟ้าเกิดการสลับหรือเฟสใดเฟสหนึ่งขาดหายไป
- ๕) Under Current : Trip เมื่อเกิดภาวะกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้
- ๖) Trip เมื่อเกิดภาวะ Lock Rotor ขณะสตาร์ท และขณะเดินเครื่องปกติโดยสามารถปรับตั้งค่าได้
- ๗) Trip เมื่อสายไฟฟ้าที่ต่อไปจ่ายกระแสให้มอเตอร์ขาดหรือไม่ได้ต่อให้ครบสมบูรณ์ขณะสตาร์ท
- ๘) ป้องกันการสตาร์ทมอเตอร์บ่อยเกินไปกว่าที่กำหนด (Start Inhibit)
- ๙) Short SCRs : Trip เมื่อเกิดภาวะ SCRs ในเฟสใดเฟสหนึ่งเสีย
- ๑๐) Heatsink Over Temperature : Trip เมื่อ Soft Starter มีอุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนด

#### ๑.๒๑.๑ การติดตั้ง

- ๑) Soft Starter จะต้องออกแบบให้ทำงานต่อเนื่องได้ไม่ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ  $-๑๐$  ถึง  $+๕๐$  °C ที่กระแสพิกัดของ Soft Starter

#### ๑.๒๑.๒ การใช้งาน

สามารถปรับตั้งค่าการใช้งานทุกชนิดได้โดยตรงจากปุ่มควบคุมและหน้าจอแสดงผลแบบ LCD บนตัวเครื่องและ / หรือปรับตั้งผ่านทางพอร์ทสื่อสาร MODBUS (RS๔๘๕)

### ๒. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER)

- ๒.๑ ตัวตู้ตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC ชนิด DEAD FRONT เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า ๑.๖ มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีและอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน ด้านในของฝาด้านหน้าต้องมียึดแผ่นตารางแสดงการใช้งานของสวิตช์อัตโนมัติแต่ละตัว ตารางนี้ทำด้วยกระดาษแข็งมีขนาดเหมาะสม บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงสำหรับใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ ยึดติดบนฉนวนอย่างแข็งแรงสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดหรือตามความเหมาะสม

๒.๒ สวิตช์อัตโนมัติ ชนิดและขนาดตามที่กำหนด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด IC RATING ต้องไม่น้อยกว่า ๔.๕ kA ๒๔๐ V และสวิตช์อัตโนมัติเมน ต้องไม่น้อยกว่า ๑๐ kA ๔๑๕V การวางเรียง สวิตช์อัตโนมัติต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่หยุดการทำงานของ สวิตช์อัตโนมัติตัวอื่น ๆ การติดตั้งเป็นแบบ PLUG IN หรือ BOLT ON

๓. **สวิตช์ไม่อัตโนมัติ** (SAFETY SWITCH, DISCONNECTING SWITCH, LOAD BREAK SWITCH OF ISOLATING SWITCH) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐานของ ANSI, NEMA หรือ IEC

#### ๔. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๔.๑ ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๗๗๐-๒๕๓๓ ประเภทของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี

ประเภทที่ ๑ ผนังท่อบางชื่อย่อว่า EMT (ELECTRICAL METALLIC TUBING)

ประเภทที่ ๒ ผนังท่อนานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE METAL

CONDUIT)

ประเภทที่ ๓ ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

๔.๒ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๒๑๖-๒๕๒๐

๔.๓ ท่อพีอี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๙๘๒-๒๕๓๓

๔.๔ ท่อพีบี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.๓๑๐-๒๕๓๒

๔.๕ ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะที่โค้งงอได้ง่าย ผิวภายในปราศจากคมในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

๔.๖ การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

๑. ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อ ก่อนนำมาติดตั้ง

๒. การค้ำท่อแข็ง ต้องใช้เครื่องมือสำหรับค้ำท่อโดยเฉพาะ และต้องไม่ให้ท่อชำรุด หรือตีบ รัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า ๖ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

๓. การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน ๓ เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน ๐.๙๐ เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์

๔. การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน ๑.๓๐ เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน ๐.๓๐ เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์

๕. ปลายท่อ ต้องลบคมออกให้หมด โดยใช้ CONDUIT REAMER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม

๖. ท่อที่วางลอดใต้ถนน ต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า ๐.๖๐ เมตร

๗. ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทาฟิล์มโค้ดภายนอกอย่างน้อย ๒ ชั้น
๘. ท่อ EMT และ FMC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ ต้องใช้ CONNECTOR และ BUSHING ประกอบปลายทาง
๙. ท่อ IMC หรือ RSC ที่ยึดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสายหรือแผงสวิตช์ ต้องใช้ LOCK NUT และ BUSHING ประกอบปลายท่อ
๑๐. กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย ให้หาสีที่กล่องดังนี้

ระบบไฟฟ้า	สีส้ม
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้	สีแดง
ระบบอื่น ๆ	ตามความเหมาะสม

๔.๗ การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๑. ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ๑๒.๕ มม.
๒. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่ติดกับอุปกรณ์ที่สิ้นสະเทือนขณะใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่มีอยู่นอกอาคาร หรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ
๓. ในกรณีที่มีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ IMC หรือ RSC
๔. ในกรณีที่มีได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดาน หรือฝังในผนังที่มีไซคอนกรีต ให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้
๕. ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า ๕๐ มม. ให้ใช้ท่อ IMC แทนท่อ EMT ที่กำหนด

๕. กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (JUNCTION, OUTLET AND PULL BOXES)

- ๕.๑ กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องเป็นชนิดเหล็กอบสังกะสีทั้งภายนอกและภายใน ความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า ๑.๒ มม. สำหรับใช้ภายในอาคาร และชนิดโลหะหล่อสำหรับใช้ภายนอกอาคาร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- ๕.๒ กล่องดึงสายต้องมีฝาปิด-เปิดยึดด้วยสลัก ความหนาของเหล็กแผ่นประกอบกล่องต้องไม่น้อยกว่า ๑.๖ มม. ขนาดของกล่องที่ใช้เป็นไปตาม NEMA การเลือกใช้เป็นไปตาม NEC
- ๕.๓ กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ฝังเรียบผนัง, ฝังเรียบเพดานหรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งาน สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ง่าย
- ๕.๔ กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานหรือติดตั้งลอย ต้องยึดตรึงให้แข็งแรงกับโครงสร้างของอาคารห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- ๕.๕ รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย กล่องทุกกล่องต้องมีฝาปิด

## ๖. สายไฟฟ้า

๖.๑ สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.๑๑-๒๕๓๑

### ๖.๒ การเลือกใช้สายไฟฟ้า

๑. เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้า ให้ใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีฉนวนสายหรืออักษรกำกับสาย ดังนี้

สายดิน	-G-	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
สายศูนย์	-N-	สีขาวหรือสีเทา
สายเฟส	A-A-	สีแดง
สายเฟส	B-B-	เหลือง
สายเฟส	C-C-	สีน้ำเงินหรือสีดำ

๒. ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ ๑ เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน ๓๐๐ V
- วงจรไฟฟ้าระบบ ๓ เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน ๗๕๐ V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ตามตารางที่ ๒ และตารางที่ ๑๑ มอก. ๑๑-๒๕๓๑
- สายไฟฟ้าร้อยท่อ ในรางเดินสายหรือใน CABLE TRAY ให้ใช้ตามตารางที่ ๔ มอก. ๑๑-๒๕๓๑
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ TYPE-CS หรือตามตารางที่ ๖,๗,๘ มอก. ๑๑-๒๕๓๑

๓. ขนาดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย ๒.๕ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๑๐ AT
- สายวงจรย่อย ๔ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๑๖ AT
- สายวงจรย่อย ๖ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๒๐ AT

ในกรณีร้อยท่อ สายแยกจากวงจรย่อยเข้าตัวรับให้ใช้สาย ๒๕/G๑.๕ (ตามตารางที่ ๔) มอก. ๑๑-๒๕๓๑ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด ๒.๕ ตร.มม.

ในกรณีเดินสายลอย สายแยกจากวงจรย่อยเข้าตัวรับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด ๑.๕ ตร.มม. ตามรายละเอียดในตารางที่ ๑๑ มอก. ๑๑-๒๕๓๑

### ๖.๓ การเดินสาย

๑. การร้อยสายในท่อ ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

๒. การตัดต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตช์, กล่องเต้ารับ, กล่องดวง โคมหรือเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบ หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย
๓. การเชื่อมต่อสายขนาด ๖ ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK และการเชื่อมต่อสายขนาด ๑๐ ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า
๔. การดึงสายหากมีความจำเป็นอาจให้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
๕. สายที่ร้อยในท่อต้องมีอุปกรณ์ยึดรับน้ำหนักสายตามระยะที่กำหนดใน มยธ. ๔๐๒
๖. สายที่ร้อยในรางเดินสายในแนวตั้ง ต้องยึดกับชั้นบันได ตามข้อ ๒.๘.๕
๗. การเดินสายลอยเกาะผิวอาคารต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน ๐.๑๐ ม.
๘. การเดินสายใต้ดิน
  - ก. ข้อกำหนดต่ำสุดของการปิดทับสายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่นที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้นแล้วต้องติดตั้งให้ยกเว้นในกรณีดังต่อไปนี้
    - เมื่อใช้แผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า ๐.๐๕ เมตร ปิดทับตลอดความยาวและยื่นคลุมเลยด้านข้างไม่น้อยกว่า ๐.๑๕ เมตร ให้ลดค่าได้อีก ๐.๑๕ เมตร
    - ท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่น ที่อยู่ในอาคารหรือใต้แผ่นคอนกรีตภายนอกอาคารที่หนาไม่น้อยกว่า ๐.๑๐ เมตร และยื่นคลุมท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือช่องเดินสายไฟฟ้าเลยด้านข้างไม่น้อยกว่า ๐.๑๕ เมตร
    - บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ไม่ว่าจะเดินสายไฟฟ้าด้วยวิธีใด ๆ ต้องมีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า ๐.๖๐ เมตร
    - ในกรณีที่เป็นวงจรร้อยสำหรับที่อยู่อาศัย ซึ่งมีแรงดันไม่เกิน ๓๐๐ โวลท์ และมีเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน ๓๐ แอมแปร์ให้มีความลึกต่ำสุด ๐.๓๐ เมตรได้
    - เมื่อสายไฟฟ้าเลี้ยวขึ้นบนเพื่อต่อสาย หรือเพื่อให้เข้าถึงได้ระยะความลึกให้ลดลงได้
    - ทางวิ่งในสนามบิน รวมทั้งบริเวณหวงห้ามข้างเคียงทางวิ่งให้มีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า ๐.๔๕ เมตร โดยไม่ต้องใช้ช่องเดินสายไฟฟ้าหรือหุ้มคอนกรีต

- ช่องเดินสายไฟฟ้า ที่ติดตั้งในหินแข็ง ให้มีความลึกน้อยกว่าที่กำหนดได้ ถ้าปิดทับด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า ๐.๐๕ เมตร และคอนกรีตดังกล่าวต้องยันถึงผิวหินข้างล่าง
- ข. ส่วนที่เป็นโลหะห่อหุ้มสายไฟฟ้า ได้แก่ ปลอก เปลือกนอก และช่องเดินสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดี และต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง
- ค. สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ในช่องเดินสายไฟฟ้า หากร้อยสายไฟฟ้าไปยังภายนอกอาคาร ช่องเดินสายไฟฟ้าต้องยื่นแนวผนังด้านนอกของอาคารออกไป
- ง. ตัวนำที่โผล่พื้นดิน ต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองเพื่อจุดประสงค์นั้น สำหรับช่องเดินสายไฟฟ้าที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องโผล่เหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า ๒.๔๐ ม.
- จ. สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสาย หรือต่อแยกสายในรางเดินสาย โดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้น ดำเนินการตามกรรมวิธี และใช้อุปกรณ์การต่อและการต่อแยกที่ได้รับการรับรอง
- ฉ. การกลบ วัสดุที่จะใช้กลบต้องง่ายต่อการบดอัด และต้องไม่มีสิ่งที่น่าสนใจเสียหายต่อท่อร้อยสาย สายไฟฟ้า
- ช. ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ความชื้นอาจเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า ซึ่งไม่มีฉนวนหุ้มได้ต้องปิดผนึกที่ปลายทั้งสอง
- ซ. เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไฟฟ้าไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกันฉนวน
- ฅ. สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน
- ๙. จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าตามตารางที่ ๔ มอก. ๑๑-๒๕๓๑ ในท่อร้อยสายให้เป็นไปตามตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒  
จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าตามตารางที่ ๔ มอก. ๑๑-๒๓๕๑ ในท่อร้อยสาย

ขนาด สายไฟ ตร.มม.	ขนาดระบุของท่อ (มม., นิ้ว)									
	๑๒.๗ (๑/๒) "	๑๙ (๓/๔) "	๒๕ (๑)"	๓๒ (๑ ๑/๔)"	๓๘ (๑ ๑/๒)"	๕๐ (๒)"	๖๐ (๒ ๑/๒)"	๗๕ (๓)"	๙๐ (๓ ๑/๒)"	๑๐๐ (๔)"
	๑	๖	๑๐	๑๘	๓๑	๔๕	-	-	-	-
๑.๕	๕	๑๐	๑๔	๒๕	๓๕	-	-	-	-	-
๒.๕	๓	๕	๙	๑๖	๒๒	๓๘	-	-	-	-
๔	๓	๕	๗	๑๓	๑๘	๓๐	๔๗	-	-	-
๖	๒	๔	๕	๑๐	๑๔	๒๓	๓๖	๔๘	-	-
๑๐	๑	๓	๔	๖	๙	๑๕	๒๒	๓๒	๔๔	๕๐
๑๖	๑	๒	๓	๔	๕	๙	๑๔	๒	๒๘	๓๗
๒๕	-	-	-	๓	๔	๗	๑๑	๑๖	๒๒	๒๘
๓๕	-	-	-	๒	๓	๕	๘	๑๓	๑๘	๒๓
๕๐	-	-	-	๑	๒	๔	๖	๙	๑๓	๑๖
๗๐	-	-	-	๑	๑	๓	๕	๘	๑๐	๑๓
๙๕	-	-	-	๑	๑	๒	๓	๖	๘	๑๐
๑๒๐	-	-	-	๑	๑	๒	๓	๖	๘	๑๐
๑๕๐	-	-	-	๑	๑	๒	๓	๕	๗	๙
๑๘๕	-	-	-	๑	๑	๑	๒	๔	๕	๗
๒๔๐	-	-	-	๑	๑	๑	๑	๓	๔	๖
๓๐๐	-	-	-	๑	๑	๑	๑	๓	๔	๕
๔๐๐	-	-	-	-	-	๑	๑	๑	๓	๔
๕๐๐	-	-	-	-	-	๑	๑	๑	๒	๓



## ๗. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

### ๗.๑ โคมไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์

๑. โคมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ
๒. ขั้วรับหลอดชนิดเกลียวเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE
๓. หลอดใช้งานที่แรงดัน ๒๒๐ - ๒๓๐ V เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ๔-๒๕๒๘
๔. สายในโคมไฟฟ้าชนิดอ่อน ขนาดไม่เล็กกว่า ๑.๐ ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า ๗๐°C

### ๗.๒ โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์

๑. ตัวกล่องทำด้วยเหล็กแผ่น ผ่านการทำความสะอาดพื้นทับด้วยสีจริง และอบความร้อนเหล็กแผ่นต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- โคมไฟฟ้าขนาด ความกว้างน้อยกว่า ๐.๓๐ ม. ใช้เหล็กแผ่นหนา ๐.๕๕ มม.
- โคมไฟฟ้าขนาด ๐.๓๐ x ๐.๖๐ ม. ๐.๖๐ x ๐.๖๐ ม. และ ๐.๓๐ x ๑.๒๐ ม. ใช้เหล็กเพิ่ม ๐.๗๕ มม.
- โคมไฟฟ้าขนาด ๐.๖๐ x ๑.๒๐ ม. ใช้เหล็กแผ่นหนา ๐.๙๕ มม. เพิ่ม ๐.๗๕ มม.
- โคมไฟฟ้าขนาด ๐.๖๐ x ๑.๒๐ ม. ใช้เหล็กแผ่นหนา ๐.๙๕ มม.

๒. กรองแสงทำด้วยแผ่น ACRYLIC PLASTIC หนาไม่น้อยกว่า ๒ มม. ลักษณะการขึ้นรูปตามที่กำหนด หรือทำด้วยอลูมิเนียม รายละเอียดตามที่กำหนดในแบบ

๓. ขั้วรับหลอด และขั้วรับสตาร์ทเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ๓๔๔-๒๕๓๐

๔. บัลลาสต์ ให้ใช้ชนิด BUILT-IN HIGH POWER FACTOR

- ในกรณีที่ใช้แบบระบุให้ใช้บัลลาสต์ชนิด LOW POWER FACTOR มีกะแปซิเตอร์ต่อรวมต้องสามารถแก้ค่า POWER FACTOR ให้ได้ไม่ต่ำกว่า ๐.๘๕

๕. หลอด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ๒๓๖-๒๕๓๓ ชนิดให้แสง WHITE, COOL WHITE หรือตามที่กำหนดในแบบ

๖. สตาร์ทเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก. ๑๘๓-๒๕๒๘

๗. สายในโคมไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า ๑.๐ ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า ๗๐°C

๘. โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในเพดานต้องยึดกับโครงสร้างด้วยเส้นลวดขนาด ๑/๘ นิ้ว จำนวน ๔ เส้น พร้อมอุปกรณ์ปรับความสูงต่ำของโคมไฟฟ้าได้ หรือแขวนด้วยโซ่โลหะ

### ๗.๓ โคมไฟฟ้าก๊วยดิสซาร์จ

๑. โคมไฟฟ้าทำด้วยโลหะ, โลหะหล่อ หรือไฟเบอร์กลาส ตามมาตรฐานผู้ผลิต ชนิด และขนาดตามที่กำหนดในแบบ

๒. อุปกรณ์ประกอบดวงโคม เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตดวงโคม หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต ถ้าบัลลาสต์เป็นชนิด LOW POWER FACTOR จะต้องต่อร่วมกับคัปเปซีเตอร์ให้ค่า POWER FACTOR มากกว่า ๐.๘๕

### ๘. สวิตช์และเต้ารับ

๘.๑ ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ติดตั้งในกล่องโลหะ หรือพลาสติกตามความเหมาะสม

๘.๒ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสวิตช์และเต้ารับ ต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า ๑๐ แอมแปร์ และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า ๒๕๐ V.

๘.๓ รูเสียบของเต้ารับ ต้องใช้ได้กับทั้งชนิดขากกลมและขาแบน

๘.๔ เต้ารับชนิดที่กำหนดให้มีขั้วดิน ต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดิน ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่า ดังต่อไปนี้

- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน ๑๕ แอมแปร์ สายดินขนาด ๒.๕ ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน ๒๐ แอมแปร์ สายดินขนาด ๔ ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน ๖๐ แอมแปร์ สายดินขนาด ๖ ตร.มม.

### ๙. การต่อลงดิน

๙.๑ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า และอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า ๒.๕๐ เมตร ซึ่งคนสัมผัสได้ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าว อยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร ในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า เรื่องการต่อลงดินของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ หรือ NEC

๙.๒ หลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง หรือเหล็กสเตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕/๘" ยาว ๓.๐ ม. ปักจมลงในดิน โดยให้ส่วนปลายบนของหลักสายดินต่ำกว่าระดับดิน ๐.๓๐ เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน ๕ โอห์มในสถานะดินแห้ง

๙.๓ สายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง หากมิได้กำหนดไว้ในแบบ ขนาดของสายดินให้เป็นไปตามตารางที่ ๓

๙.๔ การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน ให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดิน โดยวิธี EXOTHERMIC WELDING หรือเชื่อมด้วยความร้อนวิธีอื่นที่เหมาะสม

ตารางที่ ๓ ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

ขนาดของตัวนำ (ทองแดง) ประธาน เข้าอาคาร ใหญ่สุดหรือพื้นที่รวมของตัวนำต่อขนาน กัน (ตร.มม.)	ขนาดสายดิน ทองแดง (ตร.มม.)
๓๕ หรือเล็กกว่า	๑๐
๓๕ - ๕๐	๑๖
๗๐ - ๙๕	๒๕
๙๕ - ๑๘๕	๓๕
๑๘๕ - ๓๐๐	๕๐
๓๐๐ - ๕๐๐	๗๐
มากกว่า ๕๐๐	๙๕

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข ข-๒.๓  
หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers)

๑. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงชนิดน้ำมัน (Oil immersed type) พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดต่อหม้อแปลง ตามที่ระบุในแบบและข้อกำหนด

๒. หม้อแปลงไฟฟ้า

ขตลวดหม้อแปลงไฟฟ้าทำจากทองแดงพันรอบแกนเหล็กที่ทำจากแผ่นซิลิกอนคุณภาพสูง ผ่านกระบวนการผลิตและการทดสอบมาตรฐาน ANSI, C๕๗, IEC, VDE, NEMA และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม ภายใต้หมายเลข มอก. ๓๘๔-๒๕๒๕ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

๒.๑ ข้อกำหนดทางเทคนิค

- Rated Primary Voltage: ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นหรือตามที่ระบุในแบบ
- Rated Secondary Voltage : ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นหรือตามที่ระบุในแบบ
- Tapping Range :  $-๔ \times ๒.๕\%$  ของ Primary voltage สำหรับในเขตการจ่ายไฟของกฟน.  $\pm ๒ \times ๒.๕\%$  ของ Primary voltage สำหรับในเขตการจ่ายไฟของกฟภ.
- Rated Power : ตามที่ระบุในแบบ
- Frequency : ๕๐ Hz
- Impedance Voltage : ๔ - ๘%
- Vector Group : ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น
- Loss ต่างๆ : ไม่เกิน ๑.๕% ที่ full load และ PF = ๑
- Temperature Rise : ไม่เกิน ๖๕ องศาเซลเซียส
- Sound Level : ตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA
- Basic Impulse Level : ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

๒.๒ Oil immersed type transformer ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- HV. bushing with terminals connector
- LV. bushing with terminals connector
- Tap changer
- Lifting lugs
- Name plate with connection diagram
- Corrugated tank or radiator fins

- Earth terminal
- Dial Plug
- Mechanical Pressure release พร้อมด้วย Auxiliary contact สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ ๘๐๐ KVA. ขึ้นไป
- อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ รวมถึง special tool (ถ้ามี) ที่จำเป็นตามมาตรฐานของผู้ผลิต

### ๓. การตรวจสอบและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

๓.๑ ผู้รับจ้างต้องมอบข้อมูลการทดสอบจากโรงงาน (Shop test report) ของหม้อแปลงที่จะนำเข้ามาใช้งานในโครงการนี้ทุกตัวต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อให้มั่นใจว่าหม้อแปลงเหล่านั้นได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นแล้ว โดยมีหัวข้อการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ratio tests
- resistance measurement of all windings
- polarity and phase relation tests
- excitation (no-load) loss tests
- impedance and load-loss tests
- applied potential tests
- insulation resistance test
- oil test
- leakage test

๓.๒ หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองให้ใช้งานได้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น

### ๔. การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

๔.๑ ให้ติดตั้งหม้อแปลงตามแบบ และตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

๔.๒ ให้ติดตั้ง Cable Box สำหรับสายไฟทั้งด้านสายแรงสูงและสายแรงต่ำ

ช ๒.๓-๒

ช-๒ งานระบบไฟฟ้า  
(๒-๒.๓ หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSOMES))