รายการประกอบแบบ

งานปรับปรุงระบบประปา
ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

งานอาคารสถานที่
สำนักงานอธิการบดี
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

รายการประกอบแบบ
งานปรับปรุงระบบประปา
ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

หมวดที่ 1 รายการทั่วไป

1. วัตถุประสงค์ และ ขอบเขตของงานจ้าง

1.1 วัตถุประสงค์เพื่อทำการจ้างปรับปรุงระบบประปา บริเวณภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

1.2 ขอบเขตงานปรับปรุงระบบประปาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีรายละเอียดงานประกอบไปด้วย หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร หมวดงานประปาและระบบสุขาภิบาล

2. การดำเนินงาน

2.1 วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่นำมาใช้จะต้องเป็นของใหม่ทั้งหมดและไม่ชำรุดเสียหายผู้รับจ้างจะต้องให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้แทนตรวจสอบก่อน เมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงนำไปติดตั้งได้

2.2 ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับแบบรูปรายการหรือมีอุปสรรคในการดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องสอบถามและขออนุมัติแนวทางแก้ไขผ่านผู้ควบคุมงานก่อสร้างให้แก้ไข และเสนอคณะกรรมการตรวจการจ้างให้แก้ไขประการใดผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติทันที

2.3 ในการดำเนินงานหากเกิดเสียหายใดๆนอกเหนือจากรายการที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนส่งงานงวดสุดท้าย

2.4 วัสดุ อุปกรณ์ที่รื้อถอนออกให้เป็นสมบัติของมหาวิทยาลัย โดยจะต้องไปเก็บไว้ในที่ที่มหาวิทยาลัยจัดไว้ให้

2.5 หากผู้รับจ้างจะใช้น้ำประปาและไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยจะต้องได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยก่อนและจะต้องออกค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

2.6 การใช้วัสดุอุปกรณ์ให้เป็นไปตามแบบรูปรายการโดยนำเสนอผ่านผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

3. มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบแบบ การติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มอก. - สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

AMCA - Air Moving and Conditioning Association

ANSI - American National Standard Institute

ARI - Air conditioning and Refrigeration Institute

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers

ASME - American Society of Mechanical Engineers

ASTM - American Society of Testing Materials

BS - British Standard

FM - Factory Mutual

IEC - International Electro-Technical Commission

MEA - Metropolitan Electricity Authority

NEC - National Electrical Code

NEMA - National Electrical Manufacturer Association

NFPA - National Fire Protection Association

SMACNA - Sheet Metal and Air conditioning Contractors National Association Inc.

UL - Underwriters' Laboratories, Inc.

3.2 ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- การประปาส่วนภูมิภาค
- การประปานครหลวง
- สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

4. พนักงาน

4.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับการลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้างต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรมและเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด

4.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับ งานที่ได้รับมอบหมายเข้าปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงานและทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียง พอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

4.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงาน แทนโดยทันที และ ค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอ ชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคนพร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ใน การปฏิบัติงานโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

4.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใด ๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงาน

5. เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย สำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน เจ้าของโครงการมีสิทธิที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยน แปลงหรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

6. ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายแสดงต่างๆเพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์และการใช้งานโดยใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ

6.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาวขนาดโตอย่างน้อย 1/2'' และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องติดให้มั่นคงถาวร ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหาให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้ คือ

6.2.1 แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด

6.2.2 เครื่องจักร และอุปกรณ์ทั้งหมด

6.3 สีที่พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสีเพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งแล้วสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมายและอักษรอยู่หรือข้อความที่สั้นกะทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจ

7. การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

7.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุและอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้ง รวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

7.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7.4 เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

8. การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือวัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับ จ้างจะต้อง รับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

8.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

8.3 การเก็บรักษาท่อ จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง

9. การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

9.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆจนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ โดยชัดแจ้ง

9.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปนิก และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสุขาภิบาล และไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ

9.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการหรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการให้รีบแจ้งต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลันและการตีความในข้อความขัดแย้งใด ๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่าครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

10. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบข้อกำหนดละวัสดุอุปกรณ์

10.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไข ตามสัญญาด้วย ความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง

10.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะหรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่ จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิตมิฉะนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

10.3 ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้งหรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบและข้อกำหนดหรือ ใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่ว คราวและต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไป หรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

11. แบบใช้งาน (Shop Drawing)

11.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งาน แสดงรายละเอียดการติดตั้งของงานระบบต่างๆ และงานส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ตามที่ได้ตรวจสอบจาก สภาพสถานที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการปรึกษาร่วมกับผู้ว่าจ้างระบบงานอื่นแล้วเป็นแบบ อัตราส่วน1: 100 และถ้าจำเป็นให้ขยายภาพตัดเป็น 1: 25 หรือ 1: 50 ให้แก่ผู้ว่าจ้างพิจารณา อนุมัติอย่างน้อย 1 ชุด แบบใช้งานนี้จะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร

12. แบบสร้างจริง (As - Built Drawings)

12.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามที่สร้างจริง

12.2 อุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ชุดและ แบบพิมพ์เขียวอีก 4 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบหรือแบบใช้งานและแบบ สร้างจริงเป็นแผ่น CD ใน Program Auto cad จำนวน 1 ชุด

หมวดที่ 2 รายการประกอบแบบรูป

1. ข้อกำหนดรายละเอียดงาน ดังนี้

1.1 หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

1.1.1 งานขุดลอกสระน้ำและบ่อผลิตน้ำประปาพร้อมขนทิ้ง ให้ทำการขุดลอกสระน้ำ กำจัดวัชพืชและสิ่งปฏิกูลในสระน้ำทิ้ง โดยขุดลอกด้วยรถขุด ทำการกำจัดวัชพืชและสิ่งปฏิกูลออกจากสระน้ำให้สะอาด แล้วปรับเกลี่ยแต่งและบดอัดคันดินบริเวณขอบสระโดยรอบให้ได้ระดับเรียบร้อยสวยงาม ตามพื้นที่ที่กำหนด ได้แก่ สระเก็บน้ำประปา สระน้ำสวนสามสอ และบ่อผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัย ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.1.2 งานขุดดินพร้อมถมคืน หมายถึง งานขุดลอกดินด้านหลังโรงผลิตน้ำประปา งานขุดดินแนวท่อน้ำประปาเพื่อทำการวางท่อ เชื่อมต่อท่อ ซ่อมแซมท่อ รวมถึงการขุดเปิดหน้าดินสนามหญ้า แล้วปรับพื้นที่คืนสภาพพร้อมทั้งปลูกหญ้าและบำรุงรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติขุดดินแนวท่อ และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

1.1.3 งานเจาะสกัดพื้น พื้นแอสฟัลท์ติก หรือพื้นค.ส.ล. เพื่อทำการวางท่อ เชื่อมต่อท่อ ซ่อมแซมท่อ ให้ใช้คอนกรีตโครงสร้างที่มีกำลังอัด 240 ksc (Cube) ที่อายุ 28 วัน ในงานก่อสร้างนี้ ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติตำแหน่งเจาะสกัด และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ และจะต้องทำการซ่อมแซมพื้นผิวให้กลับสู่สภาพเดิมพร้อมใช้งานได้อย่างปกติ

1.1.4 งานเตรียมผิวพื้นสำหรับงานวางท่อ ให้ทำการปรับระดับดินบริเวณแนววางท่อให้ได้ระดับ และรองพื้นด้วยทรายหยาบรองท้องท่อ เมื่อวางท่อ และเชื่อมต่อท่อแล้วเสร็จ ให้ถมกลบหลังท่อด้วยทรายหยาบพร้อมปรับเกลี่ยให้ได้ระดับ แล้วบดอัดดินหลังท่อให้แน่น พร้อมทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ให้เรียบร้อย

1.1.5 งานอาคารสำหรับเครื่องสูบน้ำดีเซล ให้ก่อสร้างอาคารสำหรับเครื่องสูบน้ำดีเซล เป็นอาคาร ค.ส.ล. ประกอบด้วยโครงสร้างฐานราก เสา คาน พื้น โครงหลังคา ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการ ในบริเวณที่กำหนด

1.1.6 งานถังเก็บน้ำใต้ดิน ให้ก่อสร้างถังเก็บน้ำใต้ดิน ค.ส.ล. ประกอบด้วยโครงสร้างเสาเข็ม พื้น ผนังถังเก็บน้ำ ฝาถังเก็บน้ำ ค.ส.ล. ฝาเหล็กหล่อ และโครงสร้างอาคารประกอบ ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.1.7 งานปรับปรุงอาคารโรงผลิตน้ำประปา ได้แก่ งานเจาะสกัดและเทคอนกรีตพื้นค.ส.ล.ถนนและพื้นระเบียงทางเข้าอาคาร งานขุดลอกร่องระบายน้ำตลอดแนวถนนทางเข้าอาคาร งานวางท่อซีเมนต์ใยหินพร้อมบ่อพักค.ส.ล. งานเทคอนกรีตฝาร่องระบายน้ำค.ส.ล. งานติดตั้งราวกันตก งานโครงสร้างหลังคาอาคารโรงผลิตน้ำประปาพร้อมทั้งติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.2 หมวดงานสถาปัตยกรรม

1.2.1 งานปรับปรุงหอถังสูง ให้ล้างและขัดทำความสะอาดภายนอกตัวถังสูง แล้วทาสีภายนอกตัวถังสูงและปรับปรุงภูมิทัศน์โดยรอบหอถังสูง ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.2.2 งานอาคารสำหรับเครื่องสูบน้ำดีเซล ประกอบด้วย งานก่ออิฐ งานฉาบปูนผนัง งานติดตั้งตะแกรงเหล็กฉีกผนังอาคาร งานติดตั้งประตูทางเข้าอาคาร งานทาสีผนังภายใน-ภายนอก งานมุงหลังคาอาคาร ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.2.3 งานปรับปรุงอาคารโรงผลิตน้ำประปา ประกอบด้วย งานซ่อมแซมประตู-หน้าต่าง และงานทาสีภายนอกอาคารสำนักงานและส่วนประกอบอาคารทั้งหมด ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.2.4 งานปักหมุดเครื่องหมายระบุแนวท่อประปา หมายถึง งานสำรวจและปักหมุดพร้อมทำเครื่องหมายระบุแนวเขตท่อประปา โดยติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรงถาวรตลอด ในตำแหน่งแสดงแนวเขตท่อประปา โดยทำจากเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดไม่น้อยกว่า 100 มม.X100 มม.x500 มม.(กว้างxลึก x สูง) พร้อมทาสีขาว ตัวอักษรปั้มเซาะร่อง ตัวอักษรสีฟ้า ตัวอักษรขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 20 มม. สามารถมองเห็นชัดเจนถาวรไม่หลุดร่อนง่าย เพื่อระบุขนาดท่อประปา โดยมีขุดฝังตามแนวท่อประปาความลึกไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ระยะห่างหลักเครื่องหมายไม่น้อยกว่า 20 เมตร ต่อ หลักหรือตามสภาพพื้นที่การการวางท่อ ตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการและรายการประกอบแบบ ในบริเวณที่กำหนด

1.3 หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.3.1 การติดต่อประสานงาน ผู้รับจ้างและผู้รับจ้างรายอื่นที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการประกอบแบบเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนดติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้ปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงสูง จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ถึงเสาไฟซึ่งติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ารวมการตรวจอุปกรณ์และการติดตั้งระบบไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะต้องจ่ายให้หน่วยงานของรัฐบาล และรัฐวิสาหกิจตามขอบเขตของงาน ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระให้เองโดยตรง แต่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ติดต่อประสานงาน และรับเงินจากผู้ว่าจ้างไปชำระ แล้วนำใบเสร็จรับเงินกลับมามอบให้ผู้ว่าจ้างโดยมิชักช้า

1.3.2 จัดหาและติดตั้งแผงสวิทซ์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า แผงสวิทซ์เมนแรงต่ำ และคาปาซิเตอร์ตามกฎของการไฟฟ้า ดังที่แสดงในแบบ

1.3.3 จัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำดีเซล แผงควบคุมและอุปกรณ์, เครื่องสูบน้ำมัน, ถังน้ำมัน

1.3.4 จัดทำฐานคอนกรีตสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า แผงสวิทซ์เมนแรงต่ำตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.3.5 จัดหาและติดตั้งสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิทซ์ตัดตอน สายป้อน ท่อร้อย สายป้อน แผงสวิทซ์จ่าย และแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน

1.3.6 จัดหาและติดตั้งท่อร้อยสาย, สายไฟฟ้า, เต้ารับไฟฟ้า, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป, Obstruction Light, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน, ชุดแบตเตอรี่สำรองดังที่แสดงในแบบ

1.3.7 จัดหาและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและสายดิน รวมทั้งการเชื่อมเหล็กโครงสร้างอาคารเพื่อใช้เป็นสายดินดังที่แสดงในแบบ

1.3.8 จัดหาและติดตั้งสายป้อนไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งต่อสายไฟเข้าถึงเมนสวิทซ์ของแผงควบคุมของระบบปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาล ดังที่แสดงในแบบ

1.3.9 ทำการจัดวางกรอบหรือท่อสวมทะลุคาน ผนัง พื้น หลังคาตามที่จำเป็นสำหรับท่อร้อยสาย รางร้อย สาย และอื่น โดยให้ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้มีเหตุเสียหายและความล่าช้าขึ้น

1.3.10 ทำการอุดรูภายในท่อร้อยสายใต้ดินของระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำขนาดใหญ่ เพื่อกันสัตว์เล็กเข้าไปในท่อและความชื้นใต้ดิน

1.3.11 ทำการอุดรูรอบท่อร้อยสาย โดยรอบสายไฟและภายในรางร้อยสาย ทั้งที่ ทะลุผนัง หลังคา พื้น โดยใช้สารประเภททนไฟ เพื่อป้องกันเพลิงลามผ่านได้

1.3.12 จัดส่งรายละเอียดของวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้ง เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์

1.3.13 จัดทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือติดตั้ง

1.3.14 จัดทำแบบตามที่สร้างจริง (As built Drawing) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างเมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว

1.3.15 จัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษามอบให้ผู้ว่าจ้างตามรายการในแบบใบเสนอราคา

หมายเหตุ

งานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น

1. งานในรายการที่แสดงนี้เป็นงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น แต่ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบติดต่อและประสานงาน เพื่อให้งานเชื่อมโยงถึงกัน และใช้งานได้โดยสมบูรณ์

2. การปักเสาพาดสายไฟฟ้าจากภายนอกโครงการมาถึงเสาไฟฟ้าซึ่งติดตั้งมิเตอร์ จัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

3. แผงควบคุมระบบสุขาภิบาลจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทซ์ของแผงควบคุม

4. แผงควบคุมระบบปรับอากาศจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายป้อนเข้าถึงเมนสวิทซ์ของแผงควบคุม

5. การจัดหาและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูงก่อนเข้าหม้อแปลง จัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

ข้อกำหนดเพิ่มเติม

1. นอกจากเงื่อนไขทั่วไป ข้อกำหนดอื่น ๆ และรายการในแบบ ให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มเติมนี้ด้วย หากมีข้อความใดในบทอื่นขัดแย้งกับข้อความในบทนี้ให้ถือข้อความในบทนี้เป็นหลักในการปฏิบัติ

2. ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง

2.1 แผงสวิทซ์แรงต่ำต้องประกอบในประเทศไทย โดยผู้ทำที่ผ่านงานด้านการทำแผงสวิทซ์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี

2.2 สวิทซ์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิทซ์เมนแรงต่ำ ต้องใช้ของผู้ทำผลิตภัณฑ์เดียวกันทุกอันขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

2.3 ขนาดตู้แผงสวิทซ์ตามที่กำหนดในแบบเป็นขนาดขั้นต่ำ หากขนาดสวิทซ์ตัดตอนและอุปกรณ์ที่เลือกใช้มีขนาดใหญ่กว่า ให้ผู้รับจ้างขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้นโดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมา และจะไม่มีการเพิ่มราคางานจากราคาเดิมที่เสนอไว้

2.4 ขนาดสวิทซ์ตัดตอนและขนาดสายป้อน อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้าง และจากผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง ก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งสายไฟ

2.5 สายที่ต่อเข้าสวิทซ์ และดวงโคมให้ใช้ขนาดเดียวกับสายวงจรย่อย

2.6 ฝาครอบสวิทซ์และเต้ารับทั้งไฟฟ้าและโทรศัพท์ให้ใช้ชนิด Anodized Aluminium

2.7 หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้หลอดประเภทประหยัดพลังงาน ขนาด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์

2.8 บัลลาสต์ใช้ชนิด Low – Loss ตามมาตรฐาน มอก.33 มีคะปาซิเตอร์ขนาดเหมาะสมต่อคร่อมและสตาร์ทเตอร์ใช้แบบธรรมดา

2.9 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

2.10 ไอเสียและหม้อพักส่วนที่อยู่ในอาคาร ให้หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนและหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.

ระบบและวิธีการติดตั้ง

1. ระบบไฟฟ้า

1.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง ให้ใช้ตามระบบที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด

1.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้ระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิสท์

1.3 ระบบสีของสายไฟและบัสบาร์

1.4 ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

- สายเฟส A ใช้สีดำ
- สายเฟส B ใช้สีแดง
- สายเฟส C ใช้สายสีน้ำเงิน
- สายศูนย์ ใช้สีขาว หรือเทาอ่อน
- สายดิน ใช้สีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย

1.5 ระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้

- สายเฟส ใช้สีน้ำตาล
- สายศูนย์ ใช้สีฟ้า
- สายดิน ใช้สีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย

1.6 สายขนาดใหญ่และสายอื่นที่มีทำเฉพาะสีเดียว ให้ใช้ได้แต่ต้องใช้สี หรือเทปสีทำเครื่องหมายที่สายไฟทุกแห่งที่มีการต่อสาย และการต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.7 บัสบาร์ (Bus bar) ให้ทาสีหรือเทปสีตามระบบสีดังกล่าวข้างต้น

2. การต่อลงดิน (Grounding System)

2.1 การต่อลงดิน ต้องทำให้ได้ครบตามความต้องการของข้อบังคับนี้

2.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยในเรื่อง “ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า” หมวด 6

2.1.2 กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น

2.1.3 มาตรฐานของ NEC ถ้ามีการขัดแย้งกันในข้อบังคับดังกล่าว จะต้องเลือกทำตามข้อบังคับที่เข้มงวดมากที่สุด

2.2 สิ่งที่ต้องต่อลงดิน สิ่งต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน

2.2.1 สายศูนย์ (Neutral)

2.2.2 เปลือก หรือโครง หรือฝาครอบหรือที่ล้อมที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกอย่าง

2.2.3 ทางเดินสายที่เป็นโลหะ ท่อน้ำที่เป็นโลหะ โครงลิฟต์ที่เป็นโลหะกรอบและทางวิ่งของเครื่องยกไฟฟ้าหรือสิ่งอื่นที่เป็นโลหะและไม่ได้ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แต่อาจมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลมาถึงได้

2.3 วัสดุที่ใช้ในการต่อลงดิน

2.3.1 สายดินต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในเรื่องที่กล่าวถึงสายไฟเป็นสายเปลือยหรือหุ้มฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลืองมีขนาดตามที่กำหนด

2.3.2 รางเดินสายไฟและท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ ไม่ให้ใช้เป็นสายดิน

2.3.3 หลักดิน โดยปรกติให้ใช้แท่งเหล็กฉาบทองแดงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (3/4 นิ้ว) มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม ในกรณีที่ต้องการปักหลักดินให้ลึกกว่า 3,000 มม. อาจจะใช้แท่งเหล็กฉาบทองแดงที่มีขนาดความยาวต่าง ๆ ได้ โดยใช้ข้อต่อแบบมีเกลียวต่อให้ได้ความยาวตามต้องการที่ยึดสายดินเข้ากับหลักดินต้องทำด้วยโลหะทีไม่ผุกร่อน และไม่มีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Galvanic Action กับสายดินและหลักดิน ในกรณีที่สภาพดินไม่เหมาะสม อาจใช้แผ่นเหล็กหุ้มทองแดง หรือชุบสังกะสีหนาอย่างน้อย 6.35 มม. ขนาดอย่างน้อย 0.186 ตร.ม.

2.4 วิธีการต่อลงดิน

2.4.1 วิธีการต่อลงดินนี้ใช้กับระบบไฟด้านแรงต่ำ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิสท์ ให้ใช้สายศูนย์ต่อลงดิน

2.4.2 สายดินที่ต่อลงดินจะต้องมีการป้องกันไม่ให้ขาดหรือเป็นอันตรายได้

2.4.3 หลักดินจะต้องปักลึกลงในดินอย่างน้อย 3,000 มม. เมื่อติดตั้งแล้วต้องวัดค่าความต้านทานว่ามีไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าเกินให้ปักหลักดินขนาดเท่าเดิมเพิ่มตามที่จำเป็น โดยอยู่ห่างจากหลักดินอันแรกไม่น้อยกว่า 1,830 มม. แล้วต่อสายดินเชื่อมเข้าหากัน

2.4.4 การเชื่อมต่อสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน ให้ใช้ Exothermic Welding หรือ Compression Connector ที่ทำสำหรับใช้กับระบบสายดิน และรับรองโดยULหรือสถาบันอื่นที่เทียบเท่า

2.4.5 การต่อลงดินกับอุปกรณ์ ให้ใช้หางปลาและสลักเกลียว

มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ทั่วไป

1. สายไฟฟ้าและเคเบิ้ล

1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคาร

1.1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติในการไม่ไหม้ลุกลาม (Fire retardant) เท่ากันหรือดีกว่าตามที่กำหนดไว้สำหรับฉนวนและเปลือกนอกสายไฟฟ้าใน มอก.11

1.1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้สำหรับไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่างต้องผลิตโดยผู้ผลิต ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน มอก.11 สำหรับสายตัวนำทองแดงและตามมาตรฐานมอก.293 สำหรับตัวนำอะลูมิเนียมขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิ้ลนี้ต้องเลือกใช้แบบที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

1.1.3 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้กับการกำลังหรือแสงสว่าง ที่มีลักษณะการสร้างหรือมีคุณสมบัติอื่น เช่น พิกัดอุณหภูมิใช้งานต่างจากที่มาตรฐาน มอก. ได้กำหนดผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบ และรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน UL หรือ IEC นั้น ๆ ที่ใช้ขนาดของตัวนำต้องไม่เล็กกว่ากำหนดในแบบ

1.1.4 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ในอาคารเพื่อกิจการอื่น เช่น การสื่อสาร การควบคุมต้องเป็นของที่ผลิตตามมาตรฐานที่เชื่อถือได้ และเหมาะแก่การใช้งาน เช่น มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, มอก.,UL ต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วโดยผู้มีอำนาจรับผิดชอบสำหรับมาตรฐานนั้นๆ ว่าใช้ได้ ขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคาร

1.2.1 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคาร ถ้าเป็นแบบมีฉนวนและ/ หรือเปลือกนอกฉนวน และ/ หรือเปลือกนอก ต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อการแตกตัวเนื่องจากแสงอาทิตย์ (Sunlight Resistance) และ

ต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อภาวะอากาศ (Weather-Proof) โดยต้องทำให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานนั้น ๆ ที่เลือกใช้ สายที่ใช้ใต้ดินต้องเป็นสายชนิดมีเปลือกนอกหนาพิเศษ (เช่น ตามตาราง 13,14,15,21 มอก.11)

1.2.2 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้นอกอาคารต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ได้รับการทดสอบ และรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ใช้กำกับสายไฟฟ้า หรือเคเบิ้ลที่ใช้นั้นๆ

1.2.3 ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิ้ล และขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.4 ถ้าไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้สายไฟฟ้าและเคเบิ้ล สำหรับไฟฟ้ากำลังและแสงสว่างดังนี้

ประเภทของสายไฟฟ้า / เคเบิ้ล มาตรฐาน

- สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย มอก. 85 , ASTM B 231
- สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก มอก. 86 , ASTM B 232
- สายอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนใช้กับ มอก. 293 แรงดันไม่เกิน 750 V
- สายอะลูมิเนียมแบบ Spaced การไฟฟ้าท้องถิ่น Aerial ใช้กับแรงดันตั้งแต่ 5 KV. ขึ้นไป
    - สายแรงสูงตั้งแต่ 5 KV ขึ้นไปแบบ การไฟฟ้าท้องถิ่นมี Metal Shield
    - สายแรงต่ำ ตัวนำทองแดง มอก. 11
    - สายทองแดงเปลือย มอก. 64
    - สาย Copperweld เปลือย ASTM B 228

1.3 ชนิดสายไฟฟ้าและเคเบิ้ล

สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่ใช้ภายในอาคารให้ใช้สายชนิด THW 750 V. 70"C และที่ใช้ภายนอกอาคารหรือฝังดินโดยตรงให้ใช้สายชนิด NYY แกนเดี่ยว 750 V. 70"C ขนาดของสายที่ใช้เล็กสุดอย่างต่ำ 2.5 ตร.มม. ยกเว้นจะกำหนดได้เป็นอย่างอื่นในแบบ

1.4 การทดสอบสายไฟฟ้า

ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำตัวอย่างจากสายไฟฟ้าที่ส่งไปใช้งาน ไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเลือกทำการทดสอบ ตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้จ่ายค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างนั้นไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้ว่าจ้างจะไม่ยินยอมให้ใช้สายไฟฟ้าของโรงงานนั้นทั้งหมด และผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ทั้งสิ้นโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดเพิ่มขึ้นจากสัญญา และในการนี้ถ้าเกิดความล่าช้าแก่งานผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบด้วย

1.5 สายไฟฟ้าและเคเบิ้ลที่นำมาใช้

ต้องมีลักษณะดีเรียบร้อย หากมีลักษณะไม่ดี เช่น ตัวอักษรแจ้งรายละเอียดของสายไม่ชัดเจน ผิวของสายขรุขระฉนวนหรือเปลี่ยนรอบ ๆ สายมีความหนาต่างกันมาก จะไม่อนุญาตให้ใช้สายของผู้ผลิตนั้น ถึงแม้นว่าจะเป็นสายที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นแล้วก็ตาม

2. แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย (Distribution Panelboard or Load Center)

แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิต ภัณฑ์ที่ทำขึ้น และทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

2.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน NEMA แผงสวิทช์พร้อมอุปกรณ์ในแผงและเมนสวิทช์ต้องได้รับการรับรองหรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

2.2 ชนิดของแผงสวิทช์ ต้องเป็นชนิด Dead - front ทำสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เป็นแผงชนิด 1 เฟส 2 เฟส หรือ 3 เฟส ตามที่กำหนดในแบบและรายการ และมีฝาปิดด้านหน้าหากมีกำหนดไว้แผงสวิทช์และอุปกรณ์ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับ 1 เฟส และ 415 โวลต์ สำหรับ 2 เฟส และ 3 เฟส

2.3 แผงบัสบาร์ บัสบาร์เป็นทองแดงชุบทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 100 แอมแปร์ สำหรับแผงขนาดไม่เกิน 24 ช่อง และไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ สำหรับแผงขนาดเกิน 24 ช่อง บัสบาร์เป็นชนิดที่ถอดและเพิ่มสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ง่ายและใส่จำนวนได้ตามที่กำหนด แผง 3 เฟส ต้องสามารถใส่สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ทั้งชนิด 1 เฟส 2 เฟส และ 3 เฟสปนกัน ที่ขั้วต่อสายป้อนหรือจุดใกล้เคียงให้ทาสีตามระบบสีที่กำหนด แผงบัสบาร์พร้อมฉนวนทั้งชุดต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

2.4 สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติมี Instantaneous short circuit trip, inverse time overcurrent trip ขนาดตามที่กำหนดที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ขนาดเฟรมไม่น้อยกว่า 50 แอมแปร์ หรือตามที่กำหนด และมี Interrupting ratingไม่น้อยกว่า 5,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS หรือตามที่กำหนดที่กำหนดที่แรงดันไฟฟ้าระบุของแผงบัสบาร์

2.5 เมนสวิทช์ แผงที่กำหนดให้มีเมนสวิทช์ ให้ใช้เมนสวิทช์ตามชนิดที่กำหนดดังนี้

2.5.1 สวิทช์ตัดตอน (Molded case switch) ขนาดตามที่กำหนด และสามารถตัดกระแสไฟฟ้าที่ระบุได้ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับ 1 เฟสและ 500 โวลต์ สำหรับ 2 หรือ 3 เฟส

2.5.2 สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติใช้ชนิด Molded - case circuit breakers with hermal overcurrent trip,instantaneous magnetic short circuit trip ; interrupting rating ไม่น้อยกว่า 10,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุหรือตามที่กำหนดขนาด Overcurrent trip ใช้ตามที่กำหนด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียลและขนาดเฟรมต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด

2.6 ตู้แผงสวิทช์ เป็นชนิดฝังหรือติดผนังตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิดเปิดได้ แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบ ถ้าตู้ที่ใช้ไม่มีที่ทำไว้สำหรับติดเมนสวิทช์โดยเฉพาะให้ทำตู้ใส่เมนสวิทช์ขนาดกว้างเท่าแผงแยกต่างหากติดไว้ด้านบนหรือล่างของแผงตามทางเข้าของสายป้อน

2.7 การติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติเข้ากับบัสบาร์ ต้องทำเป็นแบบ plug-in, plug-on หรือ bolt-on และต้องสามารถใส่หรือถอดแต่ละตัวออกได้ โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออกก่อน

3. ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ

ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับดังระบุในเรื่องเงื่อนไขทั่วไป และดังที่จะระบุต่อไปนี้ : -

3.1 ดวงโคม

3.1.1 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและ/หรือรายการต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่กำหนด ขนาดที่กำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร (มม.) ให้ใช้เป็นแนวทางโดยประมาณ ดวงโคมที่ทำในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างได้เล็กน้อยตามความจำเป็น ดวงโคมทำจากต่างประเทศให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิตดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ/และหรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างตรวจให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและ/หรือเริ่มทำ ดวงโคมที่ทำในประเทศไทยต้องเสนอตัวอย่างและทดลองติดตั้งใช้งานก่อนพิจารณาอนุมัติให้เริ่มทำ

3.1.2 ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ชนิดทำในประเทศ

- ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 344 ขั้วรับหลอดใช้ชนิด Heavy duty , springloadedtype ใส่หลอดได้โดยไม่ต้องบิดหลอด

- แผ่นเหล็กให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ทำให้แข็งแรงพอไม่ให้โคมบิดตัวได้ง่ายผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟสพ่นสีชนิดอบความร้อน เช่น Alkydstoved enamel Epoxy เป็นต้น

- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อนตาม มอก. 11 ชนิด 105 องศา เซลเซียส ขนาดไม่เล็กว่า 0.5 ตร.มม. สายไฟฟ้าต้องเดินซ่อนปิดให้เรียบร้อยไม่ให้เห็นสายจากด้านล่าง

- ที่ติดตั้งบัลลาสต์ต้องทำให้เรียบร้อย มองไม่เห็นบัลลาสต์จากด้านล่าสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีพอเพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์เพิ่มขึ้นสูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน

- ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้

- ดวงโคมต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าสามารถทำดวงโคมที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้

3.1.3 ดวงโคมภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศภายนอก (Weather proof)

3.1.4 ดวงโคมใช้หลอดมีไส้หรือหลอดมีก๊าซ แบบติดฝังหรือติดลอยซึ่งติดตั้งกับท่อร้อยสายต้องมีกล่อต่อสายที่เหมาะสมติดอยู่เหนือดวงโคม

3.2 หลอดไฟฟ้า

3.2.1 หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ (Incandescent Llamps)

- หลอดธรรมดา ให้ใช้ตาม มอก. 4 ขั้วหลอด E27 ชนิดใสหรือฝ้าตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ

- หลอดชนิดอื่น ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบ

3.2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์

- หลอดชนิดต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ให้ใช้ตาม มอก. 236 และต้องเป็นหลอดที่ได้ รับการรับรองโดยสมอ. ให้ใช้ตรามาตรฐานได้ สี Cool White หรือ Daylight ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเลือก

- หลอดชนิดไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ให้ใช้หลอดแบบราปิดสตาร์ท (Rapid Start) ขนาด 20 หรือ 40 วัตต์มีอายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 15000 ชั่วโมง หรือ หลอดชนิดมีประสิทธิภาพสูง (18 หรือ 36วัตต์) ที่สามารถใช้กับบัลลาสต์แบบราปิดสตาร์ท 20 หรือ 40 วัตต์ ได้ตามที่กำหนดในรายการหลอดใช้สี Cool White หรือ Daylight หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเลือก

- หลอดชนิดใช้สตาร์ทเตอร์แบบมีประสิทธิภาพสูงให้ใช้หลอด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์

3.3 บัลลาสต์

3.3.1 บัสลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้ตาม มอก. 23

- หลอดขนาด 20 วัตต์ และเล็กกว่า และหลอดดวงกลมชนิดที่ใช้สตาร์ทเตอร์ บัสลาสต์เป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ มีคะแปซิเตอร์ต่อคร่อม ปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85

- หลอดชนิด 40 วัตต์และหลอดมีประสิทธิภาพสูง ให้ใช้หลอดและบัสลาสต์ 2 ชนิดตามที่กำหนด คือ

ก. ชนิดต้องใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลาสต์ เป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูง (ต้องเป็นแบบปิดมิดชิดเทสารเรซิน) หรือเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูง เกิน 0.85

ข. ชนิดไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลาสต์เป็นแบบราปิดสตาร์ท (Rapid Start) ปิดมิดชิดเทสารๆเรซินแบบเพาเวอร์ แฟกเตอร์สูงเกิน 0.85 บัลลาสต์ชนาด 40 วัตต์ สามารถใช้กับหลอดประสิทธิภาพสูงได้ โดยความร้อนไม่สูงเกินมาตารฐาน

- บัลลาสต์แบบราปิดสตาร์ท และแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูงที่ใช้ภายในตัวอาคารต้องเป็นแบบมี Self resetting thermal protector ใส่ฝังไว้ในบัลลาสต์

3.3.2 บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซอื่น ๆ ให้ใช้บัลลาสต์เพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำมีคะแปซิเตอร์คร่อมปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85 บัลลาสต์ทำตามมาตรฐานของประเทศผู้ทำ และได้รับการรับรองโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

3.4 สตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ตาม มอก. 183 หรือ Electronic Starter ตามที่กำหนด

3.5 คะแปซิเตอร์ คะแปซิเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 191 และต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อมเพื่อเป็นเครื่องปล่อยประจุ

4. สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Switch and Receptacles)

สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้น และทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

4.1 สวิทช์ (Switch) สวิทช์สำหรับใช้กับดวงโคม และเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ใช้ได้ดังนี้

4.1.1 สวิทช์ทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ หรือสูงกว่าสามารถใช้กับบัลลาสต์หลอดชนิดมีไส้ และมอเตอร์ขนาดเล็ก

4.1.2 ก้านสวิทช์เป็นกลไกแบบกดปิดเปิดโดยวิธีกระดก (Rocker operated) ทำด้วยพลาสติกแข็ง สีขาว หรือสีตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

4.1.3 ขั้วต่อสายไฟเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริงหรือมีรูเสียบสายอัดด้วยสกรู สามารถกันการแตะต้องขั้วที่เป็นโลหะได้ (ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสายไฟโดยการพันสายใต้หัวสกรูโดยตรง)

4.1.4 สวิทช์อื่น ๆ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

4.2 เต้ารับไฟฟ้า (Receptacles)

4.2.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ชนิดคู่ขนาดไม่ต่ำกว่า 10 แอมป์ 250 โวลต์ มีขาดิน (Grounding Duplex receptacles) และเป็นชนิดใช้ได้ทั้งเต้าเสียบกลมและแบน (Universal)

4.2.2 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นแบบและสีเดียวกัน และทำโดยผู้ผลิตเดียวกันกับสวิทช์ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง

4.2.3 วัสดุฉนวนด้านข้างรอบรูขาเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีความหนาเพียงพอที่จะกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับฝาครอบโลหะได้ง่ายในขณะเสียบหรือถอดเต้าเสียบ หรือเนื่องจากความชื้นหรือมด

4.2.4 เต้ารับอื่น ๆ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

4.3 ฝาครอบสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า (Cover Plate) ฝาครอบสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ ทั่วไปภายในอาคารต้องเป็นแบบเดียวกัน ทำโดยผู้ผลิตเดียวกันทั้งอาคารยกเว้นฝาครอบพิเศษ ฝาครอบให้ใช้ตามที่กำหนดจากชนิดต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 ชนิด hairline finishes stainless steel

4.3.2 ชนิด brushed or anodized aluminum

4.3.3 ชนิดพลาสติกแข็ง สี และแบบตามที่ผู้ว่าจ้างเลือกให้ใช้ชนิดนี้ในกรณีที่กรอบสวิทช์และกล่องไม่มีการต่อลงดิน

5. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์(Inverter) ปั๊มน้ำโรงผลิตน้ำประปา

อินเวอเตอร์ควบคุมความเร็วปั๊มน้ำขนาดไม่น้อยกว่า 30 กิโลวัตต์ หรือ ไม่น้อยกว่า 40 แรงม้า เช่น ผลิตภัณฑ์ FUJI , Mitsubishi หรือเทียบเท่า

- พิกัดแรงดันไฟฟ้า 380 – 480 VAC. กระแส 60 A. ความถี่ 50 Hz/60 Hz
- ค่าทนพิกัดโหลด 150 % ที่ 1 นาที , 200 % ที่ 3.0 วินาที
- หน้าจอมีช่อง USB สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับ คอมพิวเตอร์ได้
- IP 00
- มีพัดลมระบายความร้อนในตัว
- น้ำหนักไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัม
- Dynamic torque-vector control
- A high starting torque of 200% at 0.5Hz.
- Using a high-speed CPU quickly responds
- Protective functions, maintenance
- ได้รับมาตรฐาน UL508C , EN 50178:1997

6.แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวม

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB), แผงสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board,EMDB) และแผงสวิตซ์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตซ์ฯพร้อมอุปกรณ์ต่างๆไว้ในห้องและ/หรือสถานที่ ที่จัดเตรียมไว้การจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย

1.3 การจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตซ์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด

1.4 สวิตซ์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตซ์ ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง

1.5 ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน 1.6 ขนาดของแผงสวิตซ์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตซ์ตัดตอนและอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตซ์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากสัญญาจ้าง

6.1. เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า

1. Instruments และ Metering

1.1 Current Transformer (CT) : เป็นชนิด Encapsulated หรือ Moulded Case ซึ่งมี Primary Rating ตามที่กำหนดในแบบและ Secondary Rated Current : 5A, Accuracy Class : 1.0 หรือ ดีกว่า, Tropical Proof, ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 V.

1.2 Ammeter : เป็นชนิดที่ต่อร่วมกับ Current Transformer ซึ่งมี Secondary Rated Current : 5A, มิเตอร์มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted

1.3 Ammeter Switch (AS) : เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า10 A.

1.4 Voltmeter : เป็นชนิดต่อตรงโดยไม่ผ่าน potential Transformer, มีเสกลอ่านได้ 0-500 V. หรือตามที่ระบุในแบบ,Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted

2. พิกัดของแผงสวิตซ์ฯ

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตซ์ ฯ ที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนดไว้แผงสวิตซ์ ฯ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC CODE ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE : 400/230 VOLT.

SYSTEM WIRING : 3 PHASES,4WIRES. FULL NEUTRAL, 25%G.

RATED FREQUENCY : 50 HZ.

RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ SINGLE LINE DIAGRAM

RATED SHOT CIRCUIT WITHSTAND : ตามระบุในแบบ SINGLE LINE DIAGRAM

RATED PEAK WITHSTAND : 1,000 VOLT.

CONTROL VOLTAGE : 220-240 VAC.

TEMPERATURE RISE : ตาม IEC 60439-1

FINISHING OF CABINET : ELECTRO PLATED ZINC TO BS 1706 and

EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING

TYPICAL FORMS : 3b

TYPE OF CABINET : Dead Front with Rotary Handles.

DEGREE OF PROTECTION : IP 31 สำหรับงานภายในอาคาร : IP 43 สำหรับงานภายนอกอาคาร

3. ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตซ์ฯ

3.1 แผงสวิตซ์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) ชนิด Dead – Front โครงสร้างขอแผงสวิตซ์ ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized Design System, Self – Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตซ์มีหลายส่วน

3.2 ลักษณะของแผงสวิตซ์ ฯต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Verticle Section) อย่างสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังนี้

ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.

ความกว้าง : ระหว่าง 300-1,000 มม.

ความลึก : ระหว่าง 600-1,000 มม.

3.3 ภายในของแผงสวิตซ์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) โดยการแบ่ง Compartment ต้องแบ่งแยกออกเป็นช่องๆ ดังนี้ (ตามข้อกำหนดของแต่ละ Typical Form)

3.3.1 Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ

3.3.2 Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด, อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตซ์ฯ

3.3.3 Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตซ์ฯ

3.3.4 Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (power-Cable) เข้า – ออกจากแผงสวิตซ์ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกั้นแยกกันไว้เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่ายแต่ละส่วนของแผงสวิตซ์ฯ มีแผ่นโลหะกั้นแยกส่วนภายในออกจากกัน (Sheet Metal Safety Partition) แผ่นกั้นช่องและแยกส่วนของแผงสวิตซ์ ฯ ต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

3.4 ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอ ฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

3.5 ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap–On Lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip–Proof Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Pertorated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดด้านข้างและที่ฝาปิดด้านหลัง

3.6 ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตซ์ ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตซ์หลายส่วน (Verticle Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

3.7 ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable – Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตซ์ฯ ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียวขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

3.8 ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และฝาของแผงสวิตซ์ฯ ทุกด้านต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงของแผงสวิตซ์ฯ

3.9 การประกอบแผงสวิตซ์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

3.10 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electro galvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.11 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง

3.12 ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม

3.13 วิธีทำความสะอาดโลหะ

a) ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

b) ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)

c) เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการเกิดสนิม และไม่ใช่แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิม เพื่อให้สนิมเหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของICI หรือเทียบเท่า

3.14 การเคลือบผิวชั้นแรก ให้ใช้วิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบไฟฟ้า หรือ ELECTROPLATED ZINC ตามมาตรฐาน BS 1706

3.15 การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

3.16 กรณีที่ใช้งานและติดตั้งอยู่ใก้ลทะเล หรือมีโอกาสสัมพัดไอเกลือ ผู้ผลิตจะต้องมีผลการทดสอบการคงทนต่อการผุกร่อน หรือ Test certificated โดยการทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

4. Main Circuit Breaker

4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380 V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.2 การติดตั้งเป็นแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนดในแบบ

4.3 Drives เป็นชนิด Mechanically Operated สับเข้าด้วยมอเตอร์ หรือโซลินอยด์ซึ่งบังคับได้โดยการกดปุ่ม

4.4 Main Circuit Breaker เป็นชนิด Salid State Trip ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้

- Ground Fault Protection
- Overcurrent Protection

6.2. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่น ๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า"

6.3. บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC60439 – 1 โดยให้คิดแบบ พ่นสี/ทาสี (Coated/Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด ตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด CIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยทาสีแสดงเฟสเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 10 ซม. โดยกำหนดสีดังนี้

LINE 1 : สีน้ำตาล

LINE 2 : สีดำ

LINE 3 : สีเทา

NEUTRAL : สีฟ้า

GROUND : สีเขียว

ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนดขนาดบัสบาร์เส้นดิน(Ground Bus)ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 2% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้งเส้นเฟส,เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตซ์ฯ ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน 800 แอมแปร์ การติดตั้งเมนบัสบาร์ ให้ใช้แนวนอน และฟีดเดอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้ง การจัด BUSBAR ทั้ง PHASE to PHASE และPHASE to GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตซ์ฯ ให้จัดเรียงตาม LINE 1, 2, 3 โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของสวิตซ์ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตซ์ ทั้งชุดบัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตซ์ฯ ทุกๆส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้ สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์ BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY–RESIN แบบสองชิ้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า BUSBAR และ HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้ากำหนดโดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

6.4. สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตซ์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกันเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโยกย้ายต้องระบุไว้ในแบบ (As built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT : 4.0 ตารางมิลลิเมตร

VOLTAGE CIRCUIT : 2.5 ตารางมิลลิเมตร

CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร

GROUND สำหรับบานประตู : 1.0 ตารางมิลลิเมตร

การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตซ์ฯตัดตอน เป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ที่ 40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบการเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตซ์ฯ ให้เดินในท่อร้อยสาย หรือรางพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้าน ห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอกสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหายขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดงสลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High–Tensile, Electro–Galvanized or Chrome – Plated ให้

ใช้จำนวนสลักและแป้นเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วยTorque Wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้ การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์ หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง ก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณ ผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

6.5. การติดตั้ง

แผงสวิตซ์ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

6.6. การทดสอบ

1 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)
- ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)
- ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

3 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ ทั้งหมด

4 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตซ์ฯ

5 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

6.7 เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้า

1. Instruments และ Metering

1.1 Current Transformer (CT) : เป็นชนิด Encapsulated หรือ Moulded Case ซึ่งมี Primary Rating ตามที่กำหนดในแบบและ Secondary Rated Current : 5A, Accuracy Class : 1.0 หรือ ดีกว่า, Tropical Proof, ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 V.

1.2 Ammeter : เป็นชนิดที่ต่อร่วมกับ Current Transformer ซึ่งมี Secondary Rated Current : 5A, มิเตอร์มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted

1.3 Ammeter Switch (AS) : เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า10 A.

1.4 Voltmeter : เป็นชนิดต่อตรงโดยไม่ผ่าน potential Transformer, มีเสกลอ่านได้ 0-500 V. หรือตามที่ระบุในแบบ, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า, ติดตั้งแบบ Panel Flush Mounted

1.5 Voltmeter Switch (VS) : เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS-ST-TR-O-RO-SO-TO) สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย

6.8. Control Wirring

1.1 สายคอนโทรลที่ใช้เดินภายในตู้ให้ใช้สายทองตีเกลียวชนิดอ่อน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศา ขนาดหน้าตัดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร เดินในรางพลาสติก

1.2 สายคอนโทรลที่ใช้เดินระหว่างตู้ที่ไม่ได้อยู่ติดกัน ให้ใช้สายชนิด Multi-Core Cable (CCV or Equal)

1.3 ต้นสายและปลายสายของสายคอนโทรลทุกเส้นต้องมีปลอกสวม และกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง

1.4 การเข้าสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rail) และจะต้องมีขั้วต่อสาย เหลือสำรองไม่น้อยกว่า 20%

1.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Schematic Wiring Diagram ซึ่งแสดงหมายเลขของสาย, หมายเลขของ Terminal Rail และการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่าง ๆ

6.9 Terminal Rail

ขั้วต่อสายต้องมีพิกัดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V. Rated Current ไม่น้อยกว่า 10 A, เป็นชนิด Molded-Block มีแผ่นฉนวนกั้นระหว่างแต่ละขั้ว, มีช่องสำหรับใส่ป้ายเพื่อแสดงหมายเลขของขั้วต่อสาย

6.10 Symbols และ Mimic Diagram

พ่นด้วยสีลงบนฝาด้านหน้าตู้มีขนาดความกว้างประมาณ 10 มม. เพื่อแสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์และการต่อวงจรในลักษณะ Single line สีที่ใช้ควรใช้สีส้ม หรือสีอื่นที่เห็นได้อย่างชัดเจน

6.11 Name Plate

1 ทำด้วยพลาสติกสีขาวหรือสีดำ ตัวหนังสือแกะสลักบนแผ่นพลาสติก แล้วทาสีที่ตัวหนังสือเป็นสีดำหรือขาว เพื่อให้แตกต่างจากแผ่นพลาสติก

2 Mimic Diagram ให้ติดตั้งที่แผงจ่ายไฟฟ้าแรงสูง, MDP และ EDP เท่านั้น

3 Name Plate ให้ติดตั้งสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ ชื่อหมายเลขแผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงสูง, หม้อแปลงไฟฟ้า,แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารวม (MDP), แผงสวิตซ์จ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน (EDP), แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้ารอง (SDP ,MCC), แผงสวิทซ์จ่ายไฟฟ้าย่อย (LC), ชื่อหมายเลขของอุปกรณ์ตัดตอนเฉพาะที่แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงสูง, MDP, EDP และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

7. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

7.1. ความต้องการทั่วไป

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

1.2 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิต และทดสอบ ตามมาตรฐานของ TIS, ANSI หรือ IEC ฉบับล่าสุด และต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้า

1.3 การแสดงพิกัดต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องอ้างอิงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 50 %

1.4 หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้.-

- Rated Primary Voltage : ตามที่กำหนดในแบบ
- Rated Frequency : 50 Hz
- 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.F1 : ไม่เกิน 1.5% ที่ Full load

1.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดหม้อแปลง ให้วิศวกรของผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และการไฟฟ้าท้องถิ่นพิจารณา ให้ความเห็นชอบก่อนการสั่งซื้อหม้อแปลง โดยในรายละเอียดต้องแสดงข้อมูลให้พิจารณาอย่างน้อย

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
- Vector Group
- noise Level
- Percent Efficency
- Percent Regulation at 100% PF
- ขนาดมิติ และน้ำหนัก

7.2. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

7.2.1 แกนเหล็ก

7.2.1.1 Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Nonaging Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูงและให้ค่า Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ

7.2.2 ขดลวดและฉนวน

7.2.2.1 High Voltage และ Low Voltage Winding โลหะตัวนำทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน CLASS A

7.2.3 Tap Changer

7.2.3.1 ที่ High Vohage Winding ต้องมี Off-Load Tap Changer ตามที่กำหนดในข้อ 1.4

7.2.3.2 ด้ามหมุนของ Tap Changer ต้องสามารถแสดงให้ทราบได้ว่าในขณะนั้นอยู่ในตำแหน่งของ Tap ใด

7.2.4 ขั้วต่อสาย

7.2.4.1 ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิ้ลแรงสูง (โดยให้พิจารณาจากแบบ) เพื่อต่อกับสวิทซ์แรงสูงอย่างเหมาะสม

7.2.4.2 ขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยทองแดง เคลือบทับด้วย High Conductivity Bronze หรือ Hot-Tin dippe จะต้องเหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิ้ล (โดยให้พิจารณาจากแบบ)

7.2.4.3 Bolts, Nuts และ Lock washers ที่ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

7.2.5 ตู้หม้อแปลง

7.2.5.1 ทำด้วยโลหะมีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพการใช้งาน และการเคลื่อนย้าย

7.2.5.2 สีทาภายในตู้เป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการใช้บรรจุน้ำมัน สีทาภายนอกตู้ทารองพื้นด้วย Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้นซึ่งเป็นชนิดที่ทนต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร

7.3. อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง

7.3.1 หม้อแปลงไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยที่สุดดังนี้

7.3.1.1 Drain Valve, Sampling

7.3.1.2 Lifting Lugs

7.3.1.3 Earhting Terminal

7.3.1.4 Oil Level gauge

7.3.1.5 Off Load Tap Changer

7.3.1.6 Thermometer Pocket

7.3.1.7 Pressure relief device

7.4. การติดตั้งหม้อแปลง

7.4.1 ให้ติดตั้งตามลักษณะและตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

7.4.2 การเคลื่อนย้ายหม้อแปลงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อหม้อแปลง

7.5. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

7.5.1 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการทำ Routine Test จากโรงงานผู้ผลิตโดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ และลงนามรับรองโดยวิศวกร ในรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

7.5.1.1 Measurement of Winding Resistance

7.5.1.2 Measurement of Impedance Voltage

7.5.1.3 Measurement of Load Loss

7.5.1.4 Measurement of no Load Loss

7.5.1.5 Measurement of Insulation Resistance

7.5.1.6 Measurement of Voltage Ratio

7.5.1.7 Check of Polarity and Vector Group

7.5.1.8 Induced Voltage Test

7.5.1.9 Applied Voltage Test

7.5.2 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการตรวจสอบ และได้รับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น

7.5.3 เมื่อติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการวัดค่าความต้านทานของฉนวนที่ขั้วต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและทำการตรวจทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ แล้วทำรายงานส่งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

7.5.4 ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 3 ชุด ต่อผู้ว่าจ้าง

7.6. การรับประกัน

1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้เป็นของใหม่ ที่ผลิตจากโรงงานและยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใด หากไม่ถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยน

2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีการเสียหาย เนื่องจากข้อผิดพลาดในการผลิต การขนส่ง และการติดตั้งโดยต้องรับซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ภายในระยะเวลา 2 ปี นับแต่วันที่เริ่มใช้งานหรือวันรับมอบงานทั้งระบบ

3 เมื่อครบกำหนดการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องตรวจ ทำความสะอาด และทำการขันรอยต่อทุกจุด

1.4 หมวดงานประปาและระบบสุขาภิบาล

1.4.1 มาตรฐาน และกฎข้อบังคับ

ในการติดตั้งระบบสุขาภิบาลให้บรรลุผลเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องควบคุมและติดตั้ง ตามมาตร ฐาน และกฎข้อบังคับต่าง ๆ ฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มาตรฐานการเดินท่อภายในอาคารของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
2 การประปานครหลวง (กปน.)
3 สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (สวล)
4 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
5 กระทรวงหรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
6 AMERICAN NATIONAL PLUMBLING CODE
7 THE AMERICAN SOCIETY OF PLUMBLING ENGINEERING (ASPE)
8 FACTORTY MUTUAL ENGINEERING CORP. (FM)
9 UNDERWRITER LABORATORIES INC. (UL)
10 AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI)
11 BRITISH STANDARD (BS)
12 JAPANESE STANDARD (JIS)
13 DEUTSCHE INDUSTRY NORM (DIN)

1.4.2 วัสดุและอุปกรณ์ทั่วไป

1. ท่อเหล็กหล่อเหนียว (Ductile Iron Pipe)

คุณสมบัติทั่วไป

(1) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกอาคาร ท่อเหล็กหล่อเหนียวต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO 2531 หรือ ASTM A377 ต้องรับความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกาปาสกาล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

(2) สำหรับระบบท่อสุขาภิบาล ท่อเหล็กหล่อเหนียวต้องรับความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 0.85 เมกาปาสกาล(8.5กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

(3) ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 6.00 เมตร ให้ต่อบรรจบกันแบบการดัน (Push-on Joint) หรือแบบเชิงกล (Mechanical Joint)

ข้อต่อ

(1) ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อเหนียวและอุปกรณ์ท่อต้องเป็นแบบการดัน (Push-on) หรือแบบเชิงกล (Mechanical) ซึ่งรับมุมเบี่ยงเบนได้ไม่น้อยกว่า 3 องศาสำหรับท่อขนาด 150 ถึง 600 มิลลิเมตร

(2) ท่อเหล็กเหนียวต้องมีปลายท่อเป็นแบบจุกสอด (Spigot-Socket End) อุปกรณ์ท่อต้องมีปลายเป็นแบบปลายสอด (Socket end) และแหวนยางสำหรับกันรั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานAWWA C111

(3) ข้อต่อต้องให้มีคุณสมบัติและความแข็งแรงเช่นเดียวกับตัวท่อ ขนาดมิติของข้อต่อให้เป็นไปตามการกำหนดของผู้ผลิต

อุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อต้องทำจากเหล็กหล่อเหนียวและมีชั้นคุณภาพเช่นเดียวกับท่อ และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO 2531 หรือ AWWA C110

การเคลือบผิวภายนอก

(1) การเคลือบผิวภายนอกของท่อเหล็กหล่อเหนียว และอุปกรณ์ท่อต้องเคลือบด้วยเรซินชนิด Non-Bleeding Type Coal Tar Epoxy หรือใช้เรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ตามมาตรฐาน AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(2) ในบริเวณที่ดินมีความกัดกร่อนสูง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ปลอกโพลิเอทิลีน (Polyethylene Sleeve) สวมหุ้มท่อเหล็กหล่อเหนียว และปลอกต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AWWA C105

การเคลือบผิวภายใน

(1) การเคลือบผิวภายในท่อเหล็กหล่อเหนียว และอุปกรณ์ต้องเคลือบภายในด้วยปูนสอ (Cement Mortar) ตามมาตรฐาน ISO 4179 และ ISO 6600 หรือ ISO 16132 หรือใช้เรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 หรือ AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและ
จะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(2) ความหนาของสารเคลือบปูนสอของท่อและอุปกรณ์มีค่าอยู่ระหว่าง 5 ± 0.5 มิลลิเมตร สำหรับท่อขนาด 150 ถึง 600 มิลลิเมตร สำหรับสารเคลือบปูนสอที่ใช้เคลือบผิวท่อเหล็กหล่อเหนียว และอุปกรณ์ให้ใช้ตามมาตรฐาน AWWA C104 และจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(3) ผิวภายในท่อ และอุปกรณ์ท่อบริเวณปลายสอด (Socket Ends) ให้เคลือบด้วยเรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 หรือ AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อย กว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตาขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

การทดสอบความดันน้ำ

ก่อนเคลือบภายในและภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อ ต้องทดสอบความดันน้ำในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที โดยน้ำไม่รั่วซึม ความดันน้ำทดสอบสำหรับท่อไม่น้อยกว่า 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและความดันน้ำทดสอบสำหรับอุปกรณ์ท่อไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2. ท่อเอชดีพีอี (High Density Polyetylene Pipe)

คุณสมบัติทั่วไป

(1) ท่อเอชดีพีอีต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.982 หรือ DIN 8674 หรือ DIN 8675 หรือ ISO 161

(2) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกอาคาร ท่อเอชดีพีอีต้องรับความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกาปาสกาล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.928 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า PN 10

(3) วัตถุดิบที่ใช้ผลิตท่อเอชดีพีอี ต้องเป็นพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.982 หรือ SFS 4231/32 หรือ DIN 8074/75 หรือ ISO R161 หรือ SFS 2336/37

(4) ท่อเอชดีพีอีต้องเป็นแบบปลายเรียบทั้งสองข้าง

ข้อต่อ

(1) การต่อเชื่อมท่อเอชดีพีอีจะทำโดยใช้วิธีเชื่อมชน (Butt Fusion) หรือใช้วิธีเชื่อมแบบหน้าจาน โดยใช้สตับเอนด์ (Stubend) และแหวนรอง (Backing Ring)

(2) ค่าดัชนีการไหลหลอมเหลว (Melt Flow Index) ของวัสดุที่ใช้ทำท่อและอุปกรณ์ท่อที่นำมาต่อเชื่อมด้วยวิธีเชื่อมชน จะต้องมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.5

(3) สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับใช้กับข้อต่อหน้าจานต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A320 Grade B8 เคลือบด้วยสารโลหะผสมชนิดหล่อลื่นแห้ง (Dry Lubrication High Alloy Metal Coating) เพื่อป้องกันการเกิดกอลลิ่ง (Galling) หรือใช้โลหะผสมทองแดงอะลูมิเนียม (Copper Aluminium Alloy) ตามมาตรฐาน ISO 428 หรือใช้โลหะผสมทองแดง (Copper Alloy) ตามมาตรฐาน ASTM B150

(4) ขนาดมิติของสลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS4190

(5) สลักเกลียวและแป้นเกลียวจะต้องมีคุณสมบัติทางกลเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพ 4.6 และเคลือบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน

(6) ขนาดมิติและการเจาะรูแหวนรอง (Backing Ring) ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานISO 7005 PN10

(7) แหวนรอง (Backing ring) ต้องทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวที่มีคุณสมบัติทางกลเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A283 Grade C หรือ JIS G3457 จะต้องเคลือบด้วยเรซินชนิด Non-Bleeding Type Coal Tar Epoxy หรือใช้เรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coating ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน (0.4 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

อุปกรณ์ท่อ

(1) อุปกรณ์ท่อต้องทำด้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีนชนิดความหนาแน่นสูงซึ่งเป็นชนิดเดียวกับท่อเอชดีพีอี ความหนาของอุปกรณ์ท่อต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าของท่อพีอี

(2) อุปกรณ์ท่อ เช่น ข้องอ สามทาง เป็นต้น จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกับผู้ผลิตท่อ และต้องผลิตจากวัสดุเช่นเดียวกับท่อ

การทดสอบความดันน้ำ

การทดสอบท่อเอชดีพีอี ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.982

3. ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride Pipe)

คุณสมบัติทั่วไป

(1) สำหรับท่อประปาภายนอกอาคาร ให้ใช้ท่อพีวีซีแข็งแบบปลายธรรมดาชนิดปลายเรียบทั้งสองข้าง และต้องเป็นท่อที่สามารถรับความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1.35 เมกาปาสคาล (13.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 17 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 13.5

(2) วัสดุพีวีซีที่ใช้ผลิตท่อพีวีซีแข็ง ต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะไม่มากกว่า 1.43

(3) ท่อพีวีซีแข็งมีความยาวท่อนละ 6 เมตร

ข้อต่อ

(1) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกอาคารและท่อสุขาภิบาล การประกอบต่อเชื่อมท่อพีวีซีแข็งและอุปกรณ์ท่อต้องเป็นแบบต่อด้วยน้ำยาเชื่อมประสานท่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 1032 สำหรับท่อพีวีซีแข็งแบบปลายเรียบทั้งสองข้าง

(2) แคล้มป์รัดท่อจะต้องทำจากวัสดุพีวีซี หรือบรอนซ์ หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า เมื่อใช้กับท่อพีวีซีแข็งจะต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูป และสามารถรับความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกาปาสกาล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

(3) แคล้มป์รัดท่อที่ทำจากวัสดุพีวีซีต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงเทียบเท่า หรือดีกว่าวัสดุพีวีซีที่ใช้ในการผลิตท่อ

อุปกรณ์ท่อ

(1) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกอาคารและท่อสุขาภิบาล อุปกรณ์ท่อจะต้องเป็นแบบปลายเรียบเพื่อสามารถต่อเชื่อมกับท่อได้ด้วยน้ำยาเชื่อมประสานท่อ

(2) อุปกรณ์ท่อทำจากวัสดุพีวีซี หรือเหล็กหล่อ หรือเหล็กหล่อเหนียว

(3) อุปกรณ์ท่อที่ทำด้วยวัสดุพีวีซีจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1131โดยต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่าวัสดุพีวีซีที่ใช้ในการผลิตท่อ

(4) อุปกรณ์ท่อที่ทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อเหนียว ต้องมีคุณสมบัติทางกลดังนี้ เหล็กหล่อที่นำมาผลิตอุปกรณ์ท่อต้องมีค่ากำลังต้านทานแรงดึงต่ำสุดเท่ากับ 200 เมกาปาสกาล (2,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และมีค่าความแข็งสูงสุดเท่ากับ 230 HB หรือใช้เหล็กหล่อเหนียวในการผลิตอุปกรณ์ท่อ ต้องมีความต้านทานแรงดึงต่ำสุดเท่ากับ 420 เมกาปาสกาล (4,200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และค่าความแข็งสูงสุดเท่ากับ 250 HB

(5) เกลียวสำหรับสวมท่อ ต้องเป็นแบบเกลียวมาตรฐาน BS 21 และต้องเสริมด้วยทองบรอนซ์

(6) ยีโบลท์สำหรับท่อพีวีซีแข็ง ต้องทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อเหนียวที่มีคุณสมบัติทางกลเช่นเดียวกับอุปกรณ์ท่ออื่น ๆ

(7) การเคลือบผิวอุปกรณ์ท่อและยีโบลท์ที่ทำจากเหล็กจะต้องเคลือบภายนอกด้วยเรซินชนิดNon-Bleeding Type Coal Tar Epoxy หรือใช้เรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ตามมาตรฐาน AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(8) การเคลือบผิวอุปกรณ์ท่อและยีโบลท์ที่ทำจากเหล็กจะต้องเคลือบภายในด้วยเรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 หรือ AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

การทดสอบความดันน้ำ

(1) ท่อและอุปกรณ์ท่อเมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะต้องสามารถทนต่อความดันน้ำไม่น้อยกว่า 2.5 เมกาปาสกาล (25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที โดยไม่มีการรั่วซึม

(2) การทดสอบท่อพีวีซีแข็งให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก.17

ประตูน้ำ (Gate Valves)

คุณสมบัติทั่วไป

(1) ประตูน้ำที่ใช้ลิ้นโลหะแบบไม่มียางหุ้มลิ้นจะต้องผลิตตามมาตรฐาน มอก. 256

(2) ประตูน้ำที่ใช้ลิ้นโลหะแบบมียางหุ้มลิ้นจะต้องผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1413

(3) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกอาคาร ประตูน้ำต้องทนความดันน้ำใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกาปาสกาล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

(4) ประตูน้ำต้องใช้กับน้ำประปาที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) มากกว่า 6 แต่น้อยกว่า 12 และน้ำประปาต้องมีอุณหภูมิมากกว่า 0.6 องศาเซลเซียส แต่น้อยกว่า 52 องศาเซลเซียส

ส่วนประกอบและวัสดุ

(1) สำหรับระบบท่อประปาภายนอกและภายในอาคาร ประตูน้ำที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่า ต้องมีตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อเหนียว ปลายทั้งสองข้างของประตูน้ำต้องเป็นแบบหน้าจานหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน มีก้านวาล์วทำด้วยทองเหลืองอาร์เซนิก หรือเหล็กกล้าไร้สนิม มีลิ้นปิดเปิดทำด้วยเหล็กหล่อ หรือ เหล็กหล่อเหนียว มีแหวนรองลิ้นในตัวเรือนและแหวนบนลิ้นทำด้วยบรอนซ์ มีสลักเกลียวและแป้นเกลียวทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม หรือโลหะผสมทองแดงอะลูมิเนียม (Copper-Aluminium Alloy) หรือเทียบเท่า มีแหวนยางกันรั่วทีก้าน (O-Ring) ทำด้วยยางสังเคราะห์ และมีปะเก็นหรือแหวนยางสำหรับตัวเรือนอัดด้วยยางที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS 2494 หรือ JIS K6353 CLASS III

(2) สำหรับระบบท่อประปาภายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตรหรือใหญ่กว่า จะต้องมีแป้นประแจขันสำหรับหมุนปิด-เปิดและหีบกุญแจประตูน้ำต้องทำด้วยเหล็กหล่อ หรือมีพวงมาลัยสำหรับหมุนปิด-เปิด

(3) แหวนบ่ากันรุมที่ก้านประตูน้ำ จะต้องเป็นเนื้อเดียวกันกับก้าน ไม่ให้ทำแหวนบ่ากันรุมมาพอกหรือเชื่อมต่อกับก้านวาล์ว

(4) สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับข้อต่อหน้าจาน ต้องทำด้วยเหล็กเหนียวที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 171 ชั้นคุณสมบัติ 4.6 และเคลือบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน

(5) พื้นผิวประตูน้ำที่หล่อ ต้องเรียบปราศจากรูพรุน รอยร้าว หรือรอยตำหนิอื่น ๆ

(6) การหุ้มยางที่ลิ้น ต้องใช้วิธีเชื่อม (Bonding) หรือวิธีอบยาง (Vulcanizing) ซึ่งต้องผ่านการทดสอบความแข็งแรงในการยึดเกาะติดของยางกับผิวเหล็กตามมาตรฐาน ASTM D429

(7) แป้นประแจขัน ต้องยึดติดกับก้านประตูน้ำที่ปลายด้านบนโดยวิธีทางกล ต้องมีขนาด 28 × 28 มิลลิเมตรที่ด้านบน มีขนาด 33 × 33 มิลลิเมตรที่ด้านล่าง และสูง 50 มิลลิเมตร

(8) พวงมาลัยจะต้องมีลูกศรชี้ทิศทางการปิด-เปิด โดยให้หล่อเป็นตัวนูนที่บนพวงมาลัยให้อ่านได้ชัดเจน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของพวงมาลัยเท่ากับ 300 มิลลิเมตร 375 มิลลิเมตร และ 450 มิลลิเมตร สำหรับขนาดระบุ 100 มิลลิเมตร 150 มิลลิเมตร และ 200 ถึง 400 มิลลิเมตร ตามลำดับ

(9) การเคลือบผิวภายนอกประตูน้ำให้ใช้เรซินชนิด Non-bleeding Type Coal Tar Epoxy ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(10) การเคลือบผิวภายนอกประตูน้ำที่อยู่บนดินให้ใช้เรซินชนิด Non-Bleeding Type Coal Tar Epoxy ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 150 ไมครอน (0.15 มิลลิเมตร) และทับหน้าด้วยเรซินชนิด Epoxy Resinous Micaceous Iron Oxide (MIO) โดยได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน (0.06 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

(11) การเคลือบผิวภายในประตูน้ำที่เป็ นเหล็กหล่อและเหล็กหล่อเหนียวให้ใช้เรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 หรือ AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน (0.2 มิลลิเมตร) โดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของผู้ผลิตสารเคลือบและจะต้องเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิต

การทดสอบความดันน้ำ

ประตูน้ำจะต้องได้รับการทดสอบความสามารถในการรับความดันน้ำตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.256 และ มอก.1413

4. มาตรวัดน้ำ (Water Meter)

คุณสมบัติทั่วไป

(1) มาตรวัดน้ำต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1021 สำหรับเกลียวชนิดใบพัด และมาตรฐาน มอก. 1271 สำหรับเกลียวชนิดลูกสูบ

(2) มาตรวัดน้ำจะออกแบบให้ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกาปาสกาล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันน้ำใช้งาน

ส่วนประกอบและวัสดุ

(1) อุปกรณ์มาตรวัดน้ำจะต้องทำด้วยบรอนซ์

(2) เกลียวที่ปลายอุปกรณ์มาตรวัดน้ำทั้งสองข้างจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 21

การทดสอบความดันน้ำ

มาตรวัดน้ำจะต้องทดสอบความสามารถในการรับความดันน้ำตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานมอก.1021 และ มอก.1271

1.4.3 มาตรฐานการติดตั้งท่อประปา

บทนำ

การวางท่อประปาภายนอกอาคาร หมายถึง งานก่อสร้างวางท่อประปาและงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆในระบบท่อประปา ได้แก่ การวางท่อประปา การติดตั้งประตูน้ำและวาล์วชนิดต่าง ๆ การติดตั้งหัวดับเพลิง การติดตั้งมาตรวัดน้ำ การบรรจบท่อประปา การวางท่อบริการแยกจากท่อจ่าย น้ำประปา การวางท่อข้ามหรือลอดท่อระบายน้ำ การวางท่อจ่ายน้ำข้ามคลอง และการวางท่อจ่ายน้ำในคูน้ำ

หลักการวางท่อประปา

หลักการวางท่อประปาภายนอกอาคาร งานวางท่อประปาภายนอกอาคาร ประกอบด้วยงานจัดหาและวางท่อประปาพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการบรรจบท่อเดิมและงานอื่น ๆ การวางท่อและติดตั้งอุปกรณ์ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต หลังจากงานวางท่อประปา งานทดสอบและงานทำความสะอาดท่อประปาเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องจัดซ่อมผิวจราจร เกาะกลาง คันหิน ทางเท้า สนามหญ้า ต้นไม้ ให้อยู่ในสภาพเดิมหรือดีกว่าเดิม ซึ่งจะสามารถรื้อย้ายสิ่งก่อสร้างและสาธารณูปโภคเดิมได้ก็ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ และจะต้องรับผิดชอบในการเปลี่ยนตำแหน่งในการวางท่อเพื่อหลบหลีก อุปสรรคที่พบระหว่างการดำเนินงาน ในการวางท่อประปาที่จะต้องดำเนินการบรรจบท่อเดิมจะต้องป้องกันการหยุดชะงักของระบบการจ่ายน้ำประปาแก่ประชาชนให้น้อยที่สุด หากมีความจำเป็นที่จะต้องปิดประตูน้ำในระบบท่อเดิมจะต้องแจ้งให้หน่วยงานที่รับผิดชอบทราบล่วงหน้า หากปรากฏว่าระบบจ่ายน้ำประปาต้องหยุดชะงักเป็นเวลานาน อาจจะต้องให้หยุดการดำเนินการวางท่อประปาเป็นการชั่วคราวเพื่อให้กระทบกระเทือนการบริการน้ำประปาแก่ประชาชนน้อยที่สุด

การรักษาความสะอาดสถานที่ก่อสร้างและความปลอดภัย

จะต้องดำเนินการรักษาความสะอาดสถานที่ก่อสร้าง ทั้งในระหว่างก่อสร้างและหลังงานก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์อย่างเคร่งครัด จะต้องจัดทำแผนปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณก่อสร้างและแก่ประชาชนที่ใช้ทางเท้า และถนนที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณก่อสร้างโดยละเอียด

การรักษาความสะอาดระหว่างก่อสร้าง

(1) จะต้องขนย้ายดินที่ขุด วัสดุที่ไม่ใช้และสิ่งอื่น ๆ ไปจากบริเวณก่อสร้าง รถบรรทุกที่จะใช้บรรทุกวัสดุต่าง ๆ ต้องมีที่ปิดมิดชิดอย่างแข็งแรงแน่นหนา ไม่ให้เศษวัสดุตกหล่นบนท้องถนน

(2) จะต้องจัดให้มีที่ทำความสะอาดล้อยางและตัวถังรถบรรทุกก่อนออกจากสถานที่ก่อสร้าง เพื่อไม่ให้เศษดิน เศษทรายร่วงหล่นออกไปตามถนน

(3) ในระหว่างการก่อสร้าง จะต้องรักษาความสะอาดสถานที่ก่อสร้างให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย โดยจะต้องเก็บเศษดิน เศษทราย และขยะ เมื่องานก่อสร้างแต่ละวันสิ้นสุดลง

(4) จะต้องดูแลบริเวณก่อสร้างไม่ให้มีสิ่งสกปรก เศษดิน เศษทรายและวัสดุอื่น ๆ ตกอยู่บนถนน หากพบว่ามีสิ่งสกปรกหรือเศษดินถูกบดทับติดบนถนน จะต้องทำความสะอาดถนนโดยทันที

การรักษาความสะอาดหลังงานก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์

ต้องขนย้ายวัสดุก่อสร้างที่หลงเหลือและขยะออกจากสถานที่ก่อสร้างหลังจากงานก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ จะต้องทำความสะอาดจนกระทั่งไม่มีเศษทราย เศษหิน และเศษวัสดุอื่นๆ อยู่บนทางเท้าและบนถนน

ความปลอดภัย

(1) ต้องเตรียมเครื่องมือและของใช้ที่จำเป็นในการปฐมพยาบาลสำหรับพนักงานและคนงานไว้ให้พร้อม

(2) ต้องติดตั้งไฟส่องสว่างให้เหมาะสมกับการทำงานและให้ประชาชนและผู้ขับยานพาหนะที่ผ่านไปมาเห็นได้ชัดเจน

(3) ต้องจัดหาแผงกั้นเขตบริเวณก่อสร้างให้เห็นชัดเจน แผงกั้นเขตต้องใช้สีที่สามารถสะท้อนแสงในเวลากลางคืน เพื่อให้เห็นได้ชัดเจน และต้องไม่กีดขวางการสัญจรของประชาชนและยานพาหนะที่ผ่านไปมา

(4) ห้ามกองเศษวัสดุต่าง ๆไว้กีดขวางการสัญจรของประชาชนที่ใช้ทางเท้าและถนนต้องจัดการขนย้ายไปให้พ้นบริเวณก่อสร้างทันที

(5) ห้ามขุดร่องดินยาวเกินความจำเป็น ในการขุดผ่านทางแยกและทางเข้าบ้านจะต้องจัดหาแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ปูร่องที่ขุดเพื่อให้ยวดยานสามารถผ่านได้ แต่ถ้าไม่มีการปฏิบัติงานต่อเนื่องกันต้องรีบจัดการกลบร่องดินให้แน่นเสียก่อน

(6) ต้องจัดหาเครื่องควบคุมการจราจร ซึ่งประกอบด้วยป้ายสัญญาณจราจร แผงกั้นอุปกรณ์แบ่งช่องทาง อุปกรณ์ไฟส่องสว่าง อุปกรณ์ให้สัญญาณและอื่นๆ ที่จำเป็นในการควบคุมการจราจรในงานก่อสร้างวางท่อประปา

การวางท่อประปาโดยต้องขุดร่องดิน

การจัดเตรียมงานและการประสานงาน

(1) ต้องจัดหาแรงงาน วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมืออื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการขุดร่องดิน การวางท่อ การกลบ การบดอัดให้แน่น การเปิดร่องในทางเท้าและผิวถนน การซ่อมทางเท้าและผิวถนน การกรุแผงกันดิน การค้ำยัน การระบายน้ำ การรองพื้นร่องดินและการค้ำยันเสาไฟฟ้าหรือโครงสร้างอื่น

(2) ต้องแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ทราบล่วงหน้า ก่อนขุดร่องดิน

การเตรียมงานขุดร่องดิน

(1) ต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรขอทำงานก่อสร้างวางท่อประปา พร้อมทั้งจัดส่งแผนการดำเนินงานให้เห็นชอบเสียก่อน

(2) ต้องเตรียมกำลังคน เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมล่วงหน้าก่อนขุดร่องดิน

(3) ต้องติดป้ายประกาศงานก่อสร้าง ป้ายโครงการ ป้ายจราจร และสัญญาณไฟ

(4) ต้องจัดจำนวนรถบรรทุกสำหรับขนย้ายวัสดุที่ขุดขึ้นมาให้เพียงพอกับปริมาณงานโดยต้องให้ขนวัสดุดังกล่าวออกจากบริเวณก่อสร้างภายใน 24 ชั่วโมง

การจัดแนวท่อและระดับท่อ

(1) จะต้องดำเนินงานสำรวจต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวท่อ และระดับการวางท่อของงานก่อสร้างวางท่อประปา โดยต้องให้สอดคล้องกับความลึกหลังท่อที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

(2) เมื่องานก่อสร้างดำเนินการแล้วเสร็จ จะต้องระบุตำแหน่งอ้างอิงทั้งหมด แนวท่อและระดับท่อประปาตามที่ได้ก่อสร้างจริงลงในแบบที่ก่อสร้างจริง (As-Built Drawings)

(3) ต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอกันโดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงโดยกะทันหัน ทั้งนี้ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ต้องวางท่อให้ระดับความลึกหลังท่อไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1 “มาตรฐานความลึกหลังท่อ”

ตารางที่ 1 มาตรฐานความลึกหลังท่อ

ขนาดท่อ (มม.)	ความลึกหลังท่อ (ม.)	หมายเหตุ
100 150 200	0.80 0.80 1.00	1.ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 100 มม. (4 นิ้ว) โดยทั่วไปให้ใช้ความลึกหลังท่อ 0.20 ม. สำหรับท่อพีวีซีแข็งให้ใช้ความลึกหลังท่อ 0.60 ม. 2.ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยยอมให้วางตื้นกว่ากำหนดได้ไม่เกินร้อยละ 10

(4) ระยะความลึกหลังท่อที่กำหนดให้ในตารางที่ 1 จะอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงได้ในกรณีต่อไปนี้

ก. แนวท่อที่วางผ่านบริเวณที่ระดับของพื้นที่เปลี่ยนแปลงโดยกระทันหัน

ข. การวางท่อเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางหรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในแนววางท่อ เช่น รากต้นไม้ใหญ่ หินใหญ่ ฐานรากอาคาร ท่อประปาเดิม ตลอดจนท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำสาธารณะ การวางท่อในช่วงนี้ต้องวางให้มีแนวท่อและความลาดที่เหมาะสม

ค. แนวท่อช่วงที่วางลอดตัดแนวลำคลอง ที่ขังน้ำ แอ่งน้ำ เป็นต้น ท่อลอดถนนที่วางลอดถนน เพื่อเชื่อมท่อ 2 ข้างทาง โดยมีวัตถุประสงค์วางไปเชื่อมกับท่อเดิม หรือวางไปเชื่อมกับท่อที่มีขนาดต่างกัน เป็นต้น

(5) การวางท่อต้องให้ได้แนวตรง การเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่าง ๆ อาจจะกระทำได้ แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อ

(6) การวางท่อที่ขนานกัน ห้ามวางซ้อนกัน และให้วางห่างจากท่อข้างเคียงให้มากที่สุดตามสภาพพื้นที่นั้น ๆ

(7) ฝาครอบหลอดกันดินประตูน้ำจะต้องยกสูงให้ได้ระดับพอดีกับผิวถนน หรือผิวทางเท้า

การเปิดแนวร่องวางท่อ

(1) การเปิดแนวร่องเพื่อวางท่อ จะต้องมีความลึกและความกว้างตามที่ระบุในแบบเพื่อให้วางท่อและอุปกรณ์ข้อต่อต่าง ๆ และต้องพอสำหรับโครงสร้างค้ำยันและเผื่อสำหรับระบบระบายน้ำ เพื่อให้ท้องร่องดินแน่นและแห้งตลอดเวลาทำงาน ถ้าในระหว่างการก่อสร้างพบสิ่งปลูกสร้างสาธารณูปโภคเดิมกีดขวางแนวท่อประปาจะต้องเสนอแนวทางแนวท่อประปา ขนาด และความลึกของแนวร่องเพื่อให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ

(2) การเปิดแนวร่องท่อในผิวถนนแอสฟัลต์ จะต้องตัดแนวก่อนขุดร่องดินโดยใช้เครื่องตัดอัดลมหรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม เพื่อให้ขอบแนวตัดสม่ำเสมอ หากภายหลังพบว่าผิวถนนที่จัดซ่อมแล้วเกิดรอยแตกร้าวที่เกิดจากการทรุดตัวของดินใต้ผิวถนน จะต้องดำเนินการซ่อมใหม่ให้เรียบร้อย

(3) การเปิดแนวร่องท่อในผิวถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องตัดแนวก่อนขุดร่องดินโดยใช้เครื่องตัดอัดลมหรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม ให้ตัดเหล็กเสริมด้านข้างแผ่นพื้นถนนที่กึ่งกลางแนวร่อง และให้พับงอฉากไว้ จะต้องรักษาเหล็กเสริมของเดิมไว้ และต้องรักษาเหล็กยึด (Tie Bar) ของเดิมไว้ เพื่อใช้ต่อเหล็กเสริมในการจัดซ่อมถนนในภายหลัง หากภายหลังพบว่าผิวถนนที่จัดซ่อมแล้วเกิดความเสียหายจะต้องรีบดำเนินการซ่อมใหม่ให้เรียบร้อย

(4) การเปิดแนวร่องดินในพื้นทางเท้าจะต้องย้ายแผ่นที่ปูทางเท้าออกเสียก่อน หลังจากงานวางท่อเสร็จสิ้นจะต้องรับผิดชอบในการปูทางเท้าให้แน่น แข็งแรง และให้ทำความสะอาดพื้นทางเท้าไม่ให้มีเศษวัสดุและขยะเหลืออยู่บนทางเท้าและถนน

(5) การเปิดแนวร่องดินที่ต้องผ่านกำแพงหรือคันหิน อาจใช้วิธีขุดช่องลอด ถ้ามีการรื้อย้ายกำแพงหรือคันหิน จะต้องดำเนินการซ่อมให้เรียบร้อย

การขุดร่องดิน

(1) ในการขุดร่องดินจะต้องกำหนดตำแหน่งความยาวของร่องขุด และระยะเวลาทำงานในการวางท่อให้ชัดเจน

(2) จะต้องขุดร่องดินวางท่อให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ หรือรายการสำหรับการวางท่อและติดตั้งอุปกรณ์ ในกรณีที่ไม่กำหนดความกว้างไว้ ให้มีความกว้างพอที่จะปฏิบัติงานได้โดยสะดวกและปลอดภัย

(3) การขุดร่องดิน ถ้ามีการขุดผ่านถนนหรือผ่านทางหน้าบ้านจะต้องทำสะพานชั่วคราวตามความจำเป็น เพื่อให้การสัญจรมีความปลอดภัย และให้แสดงเครื่องหมายจราจรตามกฎจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

(4) หลังจากที่ได้ขุดร่องดินจนได้ความลึกตามที่กำหนดแล้วหากปรากฏว่าพื้นร่องดินที่ขุดเป็นชั้นของดินอ่อน (Soft Soil) ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ ให้ทำสิ่งก่อสร้างรองรับท่อหรือยึดท่อ หรือใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสม

(5) ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน จะต้องกองไว้โดยไม่ให้กีดขวางทางจราจร

(6) ต้องจัดกั้นคอกสังกะสีปิดล้อมร่องดินที่ต้องเปิดทิ้งไว้ พร้อมติดสัญญาณเตือนภัยหรือติดประกาศให้เห็นชัดเจนตลอดเวลา

การระบายน้ำจากร่องดิน

(1) จะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ในการระบายน้ำ เพื่อสูบน้ำออกจากร่องดินหรือหลุมที่ขุด

(2) ถ้ามีน้ำขังอยู่ในร่องดิน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ภายในท่อสกปรกจะต้องสูบน้ำหรือวิดน้ำออกจนแห้งแล้วจึงต่อท่อหรือติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

(3) ต้องไม่ระบายน้ำทิ้งลงบนผิวจราจร หากจำเป็ นต้องระบายน้ำทิ้งฝั่งตรงข้ามถนนจะต้องทำสิ่งป้องกันสายยางที่จะวางพาดข้ามถนน เพื่อให้ยวดยานสามารถแล่นผ่านไปมาได้สะดวก และจะต้องติดป้ายประกาศและไฟสัญญาณเตือนก่อนถึงบริเวณที่ระบายน้ำเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 20 เมตร

การขนย้ายวัสดุที่ขุดขึ้นมา

(1) จะต้องจัดหารถบรรทุกให้เพียงพอในการขนย้ายวัสดุที่ขุดขึ้นมาออกไปให้พ้นบริเวณก่อสร้างโดยทันที ยกเว้นในกรณีที่จำเป็น อาจอนุญาตให้กองวัสดุไว้ใกล้แนวร่องได้ชั่วคราว อย่างไรก็ตามจะต้องขนย้ายวัสดุดังกล่าวออกไปให้หมดภายใน 24ชั่วโมง ในการกองวัสดุไว้ใกล้แนวร่องจะต้องไม่ทำให้ทางเท้าและถนนสกปรกรวมทั้งไม่ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน หรือสร้างความรำคาญให้แก่ประชาชนที่สัญจรไปมา

(2) จะต้องไม่ขนย้ายวัสดุไปทิ้งแล้วก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมเสียหาย และไปขวางทางน้ำไหลก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในภายหลัง

การปรับพื้นฐานรองท่อ

(1) จะต้องปรับพื้นฐานรองท่อประปาด้วยชั้นทรายบดอัดแน่นความหนาไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร หรือคอนกรีตกำลังต่ำ ความหนาไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร

(2) คุณสมบัติของทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายหยาบสะอาดปราศจากสิ่งปะปนต่าง ๆ เช่น ดิน ดินเหนียว เป็นต้น ขนาดของเม็ดทรายมีขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 6 มิลลิเมตร ทรายที่รองพื้นต้องได้รับการบดอัดจนแน่นก่อนวางท่อ

การวางท่อประปาและติดตั้งอุปกรณ์ท่อ

(1) การวางท่อประปาและติดตั้งอุปกรณ์ท่อต่าง ๆ จะต้องอยู่ห่างจากโครงสร้างเดิม เช่น ท่อระบายน้ำ เสาไฟฟ้า เป็นต้น ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

(2) การยกท่อ การกองท่อ การขนส่งท่อ การขึ้นลงท่อ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ

(3) ต้องใช้เครื่องที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการต่อท่อโดยต้องตรวจท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าไม่แตกหรือชำรุดเสียหายก่อน แล้วจึงวางลงในร่องดิน โดยท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามนำมาใช้งาน

(4) ท่อและอุปกรณ์ที่จะวางในร่องดิน ภายในท่อและอุปกรณ์จะต้องสะอาดปราศจากผง เศษขยะ ดิน หรือสัตว์ เป็นต้น

(5) ต้องวางท่อเอก ท่อรอง ชนิดและขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตูน้ำ ข้อลด ข้อโค้ง และหัวดับเพลิง เป็นต้น ตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้

(6) เมื่อเลิกหรือหยุดงานทุกครั้ง จะต้องอุดหรือปิดปลายสุดของท่อและอุปกรณ์ไว้ให้มิดชิด เพื่อป้องกันผง เศษขยะ ดินหรือสัตว์ เป็นต้น เข้าไปในท่อ

(7) การตัดท่อ จะต้องตัดและแต่งปลายท่อ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ

(8) อุปกรณ์และปลายสุดของท่อ และตามจุดต่าง ๆ ซึ่งอาจถูกน้ำดันจนบิดงอหรือเคลื่อนที่จะต้องเทคอนกรีตเป็นสมอ (Anchorage) หรือทำแท่นยึดอุปกรณ์ตามแบบ ซึ่งอาจทำเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับสภาพแรงดันน้ำและสภาพพื้นที่

(9) การบรรจบท่อใหม่กับท่อเดิม หรือบรรจบกับท่อต่างชนิดกัน จะต้องระมัดระวังไม่ให้ท่อเดิมเกิดความเสียหาย ท่อที่จะตัดบรรจบจะต้องขุดดินออกและทำความสะอาดท่อ ต้องจัดทำแผนการดำเนินการ จัดหาอุปกรณ์ท่อและวัสดุพิเศษที่จำเป็นในการตัดบรรจบท่อทั้งหมดให้พร้อมก่อนการดำเนินการ

(10) ในการวางท่อและอุปกรณ์ จะต้องยึดรั้ง หรือทำแท่นรับแรงดันท่อเอาไว้ให้แข็งแรงตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือตามที่เห็นว่าจำเป็น ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการขยับเขยื้อนจนเกิดการรั่วซึมหรือหลุดที่ข้อต่อขณะจ่ายน้ำในเส้นท่อได้ และในกรณีที่มีสถานที่จำกัดและต้องการข้อต่อที่แข็งแรงเป็นพิเศษการยึดข้อโค้ง หรือข้อต่อสามารถกระทำได้โดยการประกอบติดตั้งเป็นข้อต่อยึดรั้ง (Restrained Joint) ณ จุดนั้น ๆ แทนการทำแท่นยึดตามแบบ และในกรณีที่มีการใช้ข้อต่อยึดรั้ง (Restrained Joint) จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตท่อ

การกลบและการบดอัดวัสดุหลังท่อ

(1) ต้องกลบหลังท่อทันทีภายหลังจากการวางท่อประปาแล้วเสร็จ โดยให้กลบและบดอัดให้แน่นจนถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบแปลน

(2) ในการกลบดินจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว กรรมวิธีการกลบดินและการใช้เครื่องมือสำหรับบดอัดหลังท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ ส่วนดินที่เหลือให้นำไปทิ้งหรือเกลี่ย

(3) วัสดุกลบหลังท่อจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

ก. วัสดุกลบหลังท่อ จะต้องเป็นทรายหรือคอนกรีตกำลังต่ำ ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวัสดุที่ใช้ปรับพื้นฐานรองท่อประปา

ข. ดินที่ขุดขึ้นมาจากร่องดิน ไม่ว่าจะเป็นดินเหนียว ทรายและกรวด สามารถนำมาใช้กลบเสมอหลังท่อประปา หรือทับเหนือท่อประปาได้ แต่ต้องปราศจากอินทรีย์วัตถุ เช่น เศษไม้ ใบไม้หญ้า ขยะ และสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ เป็นต้น สำหรับก้อนหิน หรือ ก้อนกรวดขนาดใหญ่ เศษคอนกรีตจากการทุบผิวถนนที่อาจเป็นอันตรายต่อท่อประปาที่วางไว้ ไม่ให้นำมาใช้เป็นวัสดุกลบหลังท่อ

ค. ชั้นบนสุดของการกลบร่องดิน จะเป็นชั้นทรายบดอัดแน่น ความหนาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร โดยจะต้องบดอัดทรายเป็นชั้น ความหนาชั้นละไม่เกิน 15 เซนติเมตร (ความหนาแต่ละชั้นก่อนการบดอัด) ให้มีความหนาแน่นสูงสุดไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

ง. การทดสอบความหนาแน่นข้างต้น จะต้องนำไปให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ดำเนินการทดสอบ

การซ่อมแซมถนน ทางเท้า สนามหญ้า ต้นไม้และสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ

(1) ในการวางท่อประปา และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้าจำเป็นต้องขุดเจาะถนน ทางเท้า สนามหญ้า ต้นไม้และสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ หรือถ้าปรากฏว่าทำให้ทรัพย์สินของทางราชการชำรุดเสียหาย จะต้องจัดหาและซ่อมแซมให้มีสภาพดีดังเดิมหรือดีกว่าเดิม และถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดให้ของหน่วยงานเจ้าของสิ่งก่อสร้างนั้น

(2) ในบางสถานที่ เช่น ทางแยก ปากซอย ทางเข้าอาคารบ้านเรือน หรือสถานที่ซึ่งมีการจราจรคับคั่ง หากการซ่อมคืนสภาพเดิมไม่สามารถทำได้ทันทีหลังจากการกลบและบดอัดร่องดิน จะต้องรีบซ่อมผิวจราจรชั่วคราวเป็นขั้นตอนแรก หลักจากนั้นให้ซ่อมผิวจราจรถาวรเป็นขั้นตอนที่สอง

(3) หญ้าและต้นไม้ที่จะนำมาปลูกใหม่ทดแทน จะต้องเป็นประเภทไม้ชนิดเดียวกับที่ได้รื้อถอนออก และมีรากไม้ที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ดี ดินที่จะนำมาใช้ปลูกหญ้าหรือต้นไม้ จะต้องเป็นดินชั้นผิวหน้า มีความเหมาะสมที่สามารถให้การเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี จะต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าและต้นไม้จะแข็งแรงจนเป็นที่ยอมรับ

(4) วิธีการรื้อและการซ่อมแซมถนนและทางเท้า หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐานของหน่วยงานเจ้าของถนนและทางเท้า

(5) วัสดุที่ใช้สำหรับชั้นพื้นฐานของถนนให้ใช้หินคลุก หรือวัสดุอื่นโดยให้สอดคล้องกับมาตรฐานของหน่วยงานเจ้าของถนนและทางเท้า

(6) วัสดุที่ใช้สำหรับชั้นพื้นฐานของทางเท้าให้ใช้หินฝุ่น หรือวัสดุอื่นตามที่กำหนด ความหนา 10 เซนติเมตร บดอัดแน่น

(7) วัสดุที่ใช้สำหรับชั้นพื้นฐานของถนนและทางเท้า ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากอินทรียวัตถุ เช่น หญ้า ใบไม้ เศษขยะ เป็นต้น

(8) หลังจากได้ทำชั้นพื้นฐานและบดอัดแน่นเรียบร้อยแล้ว การซ่อมผิวจราจรชั่วคราวจะต้องดำเนินด้วยการราดด้วยวัสดุชนิด Prime Coat บนชั้นพื้นฐาน และ ตามด้วยชั้นคอนกรีตแอสฟัลต์ (Asphaltic Concrete)

(9) การก่อสร้างงานผิวแอสฟัลต์ จะต้องใช้วัสดุที่เป็นแอสฟัลต์ผสมร้อน ซึ่งต้องประกอบด้วยส่วนผสมของแอสฟัลต์ ซีเมนต์และหินคลุก ก่อนปูแอสฟัลต์ผสมร้อนต้องบดอัดชั้นพื้นฐานให้ได้ความหนาแน่นตาม

กำหนด และฉีดพ่นวัสดุชนิด Prime Coat มาแล้วเกินกว่า 24 ชั่วโมง และพื้นที่บริเวณที่จะก่อสร้างจะต้องแห้งตลอดเวลา ผิวจราจรแอสฟัลต์ที่ก่อสร้างใหม่จะต้องเรียบและปราศจากหลุมบ่อ

(10) การก่อสร้างงานผิวทางคอนกรีต จะต้องใช้วัสดุที่เป็นปูนซีเมนต์ชนิดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภท 1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตจะต้องเป็นเหล็กเส้นสำหรับงานโครงสร้าง ได้แก่ เหล็กเส้นกลมตามมาตรฐาน มอก. 20 เหล็กข้ออ้อยตามมาตรฐาน มอก. 24 และตะแกรงลวดผิวเรียบตามมาตรฐาน มอก. 737

การวางท่อประปาโดยไม่ต้องขุดร่องดิน

การจัดเตรียมงานและการประสานงาน

(1) ต้องดำเนินการตามระเบียบข้อบังคับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท กรมชลประทาน เทศบาล การรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นต้น

(2) ต้องรอให้ตกลงกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงจะเข้าดำเนินการใดๆ ในเขตรับผิดชอบของหน่วยงานนั้นได้

(3) ความลึกหลังท่อหรือหลังท่อปลอก จะต้องไม่น้อยกว่าระยะซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้กำหนด

การทดสอบระบบท่อประปาภายนอกอาคาร

การทดสอบระบบท่อประปา ให้กระทำเป็นช่วง หลังจากได้วางท่อประปาพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆพร้อมทั้งได้มีการเทแท่นคอนกรีตรับท่อโค้งสามทาง เป็นต้น ไว้แล้วไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง ในช่วงนั้นแล้วเสร็จ โดยทั่วไปท่อประปาที่วางใหม่รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทดสอบความดันน้ำในท่อและทดสอบการรั่วซึมของท่อ ซึ่งการทดสอบความดันน้ำในท่อและการทดสอบการรั่วซึมของท่อให้กระทำพร้อมกัน เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในการทดสอบดังกล่าวจะต้องอยู่ในการควบคุมและตรวจสอบของเจ้าของงาน จะปฏิบัติงานอื่น ๆ ต่อเช่น บรรจบท่อเข้ากับท่อเดิม ย้ายบรรจบท่อแยกเข้าอาคาร บ้านพัก พร้อมยกเลิกท่อเดิมและซ่อมผิวจราจรทางเท้า ผิวดินเดิม เป็นต้น ไม่ได้จนกว่าจะ
ทดสอบความดันน้ำในท่อและทดสอบการรั่วซึมของท่อได้ผลตามที่กำหนดไว้นี้

ขั้นตอนการทดสอบความดันน้ำและการรั่วซึมของท่อประปา ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) ค่อย ๆ เติมน้ำเข้าเส้นท่อประปาที่วางใหม่อย่างช้า ๆ จนเต็มท่อก่อนล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

(2) ไล่อากาศออกจากเส้นท่อ วาล์ว หัวดับเพลิงและอุปกรณ์ท่อต่าง ๆ ทั้งหมด

(3) อัดความดันด้วยวิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสมตามที่เห็นสมควร ขนาดความดันที่ใช้ ทดสอบท่อประปาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 500 มิลลิเมตร ถึง 1,800 มิลลิเมตร ให้ใช้ไม่น้อยกว่า0.8 เมกาปาสกาล (8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และท่อประปาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่400 มิลลิเมตร ลงมาให้ใช้ไม่น้อยกว่า 0.6 เมกาปาสกาล (6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) โดยต้องคงความดันนี้ไว้ให้คงที่ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง มาตรวัดความดันที่นำมาใช้จะต้องผ่านการสอบเทียบ (Calibration) ด้วย

(4) ตรวจสอบดูการรั่วซึมของท่อประปาและที่ข้อต่อ ถ้าตรวจพบมีการรั่วซึมของท่อ จะต้องดำเนินการซ่อมรอยรั่ว หลังจากท่อประปาได้รับการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่เรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบทั้งความดันน้ำและการรั่วซึมอีกครั้งหนึ่งและจะต้องทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

การทำความสะอาดระบบท่อประปาภายนอกอาคาร

ภายหลังจากที่ได้วางท่อประปาพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และได้ผ่านการทดสอบระบบท่อประปาเรียบร้อยแล้ว จะต้องชะล้างทำความสะอาดท่อและฆ่าเชื้อโรคในท่อนี้จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยจะต้องดำเนินการในช่วงเวลาที่เหมาะสม

ขั้นตอนการรักษาความสะอาดในท่อ

(1) จะต้องระมัดระวังสิ่งสกปรกต่าง ๆ เข้าภายในท่อและอุปกรณ์ท่อในระหว่างขนส่งท่อและอุปกรณ์ท่อเพื่อก่อสร้าง

(2) ปิดช่วงเปิดท่อด้วยปลั๊กขณะที่เก็บไว้เตรียมใช้ในการก่อสร้าง

(3) หากพบภายในท่อสกปรก จะต้องทำความสะอาดและเช็ดบริเวณที่สกปรกด้วยน้ำคลอรีน (Calcium Hypochlorite Solution)

ขั้นตอนการฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อประปา

(1) ก่อนเริ่มงานฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อประปา จะต้องแจ้งให้เจ้าของงานทราบเสียก่อน

(2) ภายหลังจากที่ได้วางท่อและทดสอบท่อผ่านเรียบร้อยแล้ว ให้ปล่อยน้ำสะอาดเข้าสู่เส้นท่อจนเต็มเพื่อไล่อากาศ และชะล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมดจนกว่าน้ำที่ปล่อยออกจากเส้นท่อจะใสไม่มีสี

(3) ให้เติมคลอรีนลงในระบบท่อประปาด้วยการใช้น้ำสะอาดผสมคลอรีนผง (Calcium Hypochlorite) ด้วยวิธีเติมแบบต่อเนื่องด้วยอัตราการเติมคงที่ โดยผ่านเข้าทางท่อแยกที่อยู่ปลายด้านหนึ่งของท่อประปา ในเวลาเดียวกันก็ระบายน้ำออกจากท่อทางปลายอีกด้านหนึ่งในตารางปริมาณคลอรีนผง (Calcium Hypochlorite) สำหรับใช้ล้างท่อประปาภายนอกอาคาร ได้แสดงแนวทางในการคำนวณน้ำหนักของคลอรีน ที่ต้องการใช้ในท่อประปาแต่ละขนาดต่อความยาวท่อ 100 เมตร

(4) รอจนกระทั่งตรวจสอบได้ว่า น้ำในตลอดเส้นท่อมีคลอรีนเหลือในน้ำไม่น้อยกว่า25 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงปิ ดปลายท่อปล่อยให้น้ำคลอรีนขังไว้ในท่อเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงน้ำในเส้นท่อจะต้องมีคลอรีนเหลือตกค้าง (Residual Chlorine) ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร หากพบว่ามีคลอรีนเหลือตกค้างน้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ล้างท่อและฆ่าเชื้อโรคซ้ำตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอีกครั้ง

(5) หลังจากเสร็จสิ้นการฆ่าเชื้อโรคในท่อประปาแล้ว จะต้องชะล้างน้ำคลอรีนออกจากเส้นท่อจนกระทั่งมีคลอรีนเหลือตกค้างในท่อน้ำน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

มาตรการแก้ไขระหว่างการวางท่อ

(1) หากไม่สามารถดำเนินการวางท่อในสภาพแห้งได้ จะต้องปรับสภาพน้ำที่ไหลเข้ามาในท่อให้มีคลอรีนเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

(2) ในกรณีที่เกิดน้ำท่วมขังในบริเวณที่วางท่อ ให้สูบน้ำที่ท่วมออกจากเส้นท่อ รวมทั้งให้ชะล้างทำความสะอาดเส้นท่อ จะต้องเติมน้ำคลอรีนลงในเส้นท่อปล่อยให้น้ำคลอรีนขังในเส้นท่อไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และเมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จะต้องมีคลอรีนเหลือตกค้างในเส้นท่อไม่น้อยกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) ในการตัดบรรจบท่อเดิม หากมีน้ำท่วมบริเวณร่องดินที่วางท่อเป็นเหตุให้สิ่งสกปรกปนเปื้อนเข้าไปในเส้นท่อได้ ให้เติมผงคลอรีนไว้ในท่อก่อนที่จะประกอบและติดตั้งท่อในร่องดิน หรือให้ปรับสภาพน้ำในร่องดินดังกล่าวด้วยคลอรีนเสียก่อน

ตารางปริมาณคลอรีนผงสำหรับใช้ล้างท่อประปาภายนอกอาคาร

ขนาดท่อ มม. (นิ้ว)	ปริมาณคลอรีนผง (คลอรีน 60 %) ที่ใช้ล้างท่อยาว 100 ม. (กรัม)	ปริมาณคลอรีนผง (คลอรีน X%)1) ที่ใช้ล้างท่อยาว 100 ม. (กรัม)
100 (4)	33	1,975/X
150 (6) 74 4,425/X	74	4,425/X
200 (8) 131 7,850/X	131	7,850/X
250 (10) 205 12,275/X	205	12,275/X

1.4.4 เครื่องสูบน้ำต่าง ๆ ในระบบประปา

1. เครื่องสูบน้ำประปา

ข้อกำหนดทั่วไป

ก. เป็น Non-Overloading, Centrifugal, End Suction หรือ Horizontal Split Case, Vertical SplitCase หรือ Vertical Inline Split Coupling, แบบ Single Stage หรือ Multi Stage รายละเอียดจะระบุในแบบขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ ไฟฟ้า 380V / 3Ph / 50Hz. โดยผ่านอุปกรณ์ Flexible Coupling เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่บนโครงฐานเหล็กชิ้นเดียวกันหรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel)

ข. เครื่องสูบน้ำทั้งชุดต้องติดตั้งบนแท่นคอนกรีต (Concrete Foundation) หนา 0.1 เมตร โดยมีอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนและเสียง (Inertia Base and Vibration Isolator) ไปยังอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงรองรับ

ค. ในการขออนุมัติใช้เครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำจากโรงงานของผู้ผลิตมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่บริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นมากที่สุดเมื่อปริมาณน้ำและความดันเปลี่ยนไป ขนาดมอเตอร์ต้องใหญ่พอและทำให้ไม่เกิดOverload ตลอดช่วงการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุไว้ในแบบเป็นแนวทางเท่านั้น หลังจากพิจารณา Performance Curve แล้ว วิศวกรจะเป็นผู้กำหนดขนาดของมอเตอร์ตัวเรือน (CASING) ทำจากเหล็กหล่อ ส่วนประกอบเป็น Bronze มีความดันใช้งาน (Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือ 1.5 เท่าของความดันใช้งานจริง (Actual Working Pressure) โดยใช้ตัวเลขมากกว่าเป็นเกณฑ์ ข้อต่อหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดและด้านส่งต้องทนความดันได้เช่นเดียวกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำใบพัด (IMPELLER) ต้องเป็นโลหะชิ้นเดียวกันทำด้วย Cast Bronze หรือเทียบเท่าได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน Dynamic และStatic มาจากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง CASING WEARING RINGต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย Bronze, Chromed Iron หรือ Nickel Iron สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก เพลา (SHAFT) ทำด้วย Stainless Steel พร้อมด้วย Sleeve ทำด้วย Bronze, Chromed Iron หรือ Nickel Iron สอดผ่านStuffing Box ปลอกหุ้มเพลา (Shaft Sleeve) ยึดติดกับเพลาด้วยสลักและมีความยาวยื่นออกพ้นนอกซีล

มีโอริงปะเก็นตรงระหว่างใบพัดกับปลายปลอกหุ้มเพลาเพื่อกันน้ำเข้าระหว่างเพลากับปลอกหุ้มเพลา BEARING เป็น Heavy Duty Ball Bearing แบบ Dust Seal ในตัวสามารถถอดออกซ่อมโดยง่าย ออกแบบให้ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง SEAL เป็นชนิด Mechanical ทำด้วย Ceramic หรือ Tungsten Carbide สามารถเปลี่ยนซีลได้โดยง่ายและรวดเร็ว COUPLING เป็น Flexible Coupling สามารถทนทานต่อน้ำ น้ำมันเครื่อง สิ่งสกปรกและบรรยากาศ เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาทีให้ใช้ Steel Pin and Bushing Coupling ได้ แต่เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบสูงกว่านี้ให้ใช้เป็นUrethane Flexible Coupling มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และต้องมีฝาครอบป้องกัน(Coupling Guard) ด้วย MOTOR เป็น Squirrel Cage Induction Motor ชนิดปกปิดมิดชิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally Enclosed Fan Cooled Motor) Insulation Class F มีความเร็วรอบและระบบไฟฟ้าที่ใช้ตามที่กำหนดในแบบ ขนาดของมอเตอร์ต้องไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด INERTIA BASEเครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์ต้องติดตั้งบนฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) มีความหนาของConcrete Base ดังนี้

เครื่องสูบน้ำ	**ความหนาของ Concrete Base**
30HP และเล็กกว่า	6 นิ้ว
40HP-75HP	8 นิ้ว
100HP และใหญ่กว่า	12 นิ้ว

FITTING

จุดสูงสุดของเรือนเครื่องสูบน้ำต้องมี Air Vent Cock และจุดต่ำสุดของเรือนเครื่องสูบน้ำต้องมี Drain Cock
และมีท่อระบายน้ำต่อจากที่รองรับของซีล เพื่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังรางระบายน้ำ

2. การควบคุมระดับน้ำประปาในถังเก็บน้ำ

ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำประปาในถังเก็บน้ำประปาซึ่งมี Water Level Controls สายไฟจาก Mounting Connection (Housing) ไปแผงสตาร์ตเตอร์ของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำโดย Water Level Control ต้องเป็นแบบ Floatless หรือ Displacer Type Mercury Switched, Porcelain of Stainless Steel of Equal Displacers, Stainless Steel Suspension Cable, Cast Iron Mounting Connection ทนความดัน 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

การตั้งระดับ Level Controls ตามระบุในแบบ ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำสามารถเลือกการทำงานได้ 3 แบบดังนี้

ก. แบบธรรมดา (Manual) เครื่องสูบน้ำจะทำงานหรือหยุดทำงานเมื่อกดปุ่ม Start หรือ Stop

ข. แบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic) เครื่องสูบน้ำจะทำงานเมื่อกดปุ่ม Start และหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อระดับน้ำในถังน้ำบนหลังคาถึงค่าที่กำหนดไว้

- เมื่อถังน้ำใต้ดินลดลงมาถึงระดับ Low Low Level เครื่องสูบน้ำประปาจะไม่ทำงาน และจะต้องส่งสัญญาณ
ด้วยแสง
- เมื่อถังน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นถึงระดับ Low Level เครื่องสูบน้ำจะทำงานได้เป็นปกติ (ควรปรับตั้งประมาณ 50% ของปริมาตรน้ำ)
- ระดับน้ำเต็มถังสำหรับถังใต้ดินกำหนดระดับจาก Floated Valve
- เมื่อถังน้ำใต้ดินมีระดับสูงกว่าที่กำหนดไว้ High Level ระบบจะต้องส่งสัญญาณด้วยแสงและเสียงไปที่แผงควบคุมและที่ห้องควบคุมกลาง
- เครื่องสูบน้ำจะต้องมีสวิทซ์เลือกเพื่อให้เครื่องมีการสับเปลี่ยนการทำงานโดยอัตโนมัติ ตามรอบการทำงานแต่ละครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้จำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องใกล้เคียงกัน

3. PACKAGE BOOSTER PUMP SET (PBS)

Package Booster Pump เป็นชุดของเครื่องสูบน้ำ โดยใช้เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง End Suction Centrifugal
หรือ Vertical Inline Pump จำนวนไม่ต่ำกว่า 2 เครื่อง หรือตามระบุในแบบแปลน ประกอบเข้าชุดกันมี Pressure

Tank พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดันโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ชุดของเครื่องสูบน้ำสามารถจ่ายน้ำตามปริมาณความต้องการน้ำใช้ในอาคาร ชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดันนี้ต้องประกอบสำเร็จครบชุด
จากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการทดสอบพร้อมทั้งรับรองการทำงานของเครื่องสูบน้ำโดยเรียบร้อย

4. ถังอัดอากาศ (Diaphragm Pressure Tank)

ถังอัดอากาศต้องเป็นชนิด Diaphragm มีแผ่นยางกั้นระหว่างอากาศกับน้ำ และสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10 บาร์

5. อุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบของชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดันอย่างน้อยมีดังนี้คือ

- อุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเครื่องที่ 1, 2 และ/หรือ 3
- Gate valves
- Check valves
- Pressure reducing valves
- Flexible connections
- Anti-vibration pads
- Over temperature protection
- Pump, system and suction gauges
- Standby pump sequence and alarm
- Pump run lights
- Lead-lag pump selector switch
- Thru the door pump disconnecting switch
- External overload reset
- Control power light and switch
- Galvanized system piping
- Audible alarm horn
- High system alarm

6. วาล์วในระบบสุขาภิบาล (SANITARY SYSTEM VALVES)

6.1 ความต้องการโดยทั่วไป

6.1.1 จัดหาและติดตั้งวาล์วในระบบสุขาภิบาลที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการจนสามารถใช้การได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

6.1.2 วาล์วที่ใช้สำหรับปิด หรือ เปิด ที่มิได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็น และทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

6.1.3 วาล์วจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสม ที่ใช้กับของเหลวในระบบ

6.1.4 วาล์วจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (WORING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

6.1.5 พวงมาลัยหมุนวาล์วจะต้องใหญ่พอที่จะสามรถปิด-เปิดวาล์วได้สนิทด้วยมือ

6.1.6 วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะ ไม่สามารถที่จะใช้มือหมุนได้ จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (CHAIN OPERATED HANDWHEELS) พร้อมห่วงกันโซ่หลุด และโซ่นี้จะต้องไม่เป็นสนิม ปลายโซ่จะห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

6.2 GATE VALVE และ GLOBE VALVE

6.2.1 GATE VALVE และ GLOBE VALVE ที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร (½ นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย BRONZE หรือ DZR ชนิด NON-RISING STEM ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED ENDS)

6.2.2 GATE VALVE และ GLOBE VALVE ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON ชนิด RISING STEM หรือ NON-RISING STEM ยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (FLANGED ENDS) ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI

6.2.3 GATE VALVE สำหรับระบบระบายน้ำเสีย (WASTE WATER SYSTEM) ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON ชนิด NONRISING STEM ,RESILIENT WEDGE TYPE ออกแบบมาสำหรับระบบระบายน้ำเสีย (WASTE WATER SYSTEM) ยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (FLANGED ENDS) ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 10 BAR (145 PSI)

6.3 BUTTERFLY VALVE

6.3.1 วาล์วเป็นแบบ WAFER TYPE โดยมี ALIGNMENT HOLES สำหรับเล็งยึดหน้าแปลน

6.3.2 ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON , DISC ทำด้วย ALUMINUM BRONZE หรือ STAINLESS STEEL , SEAT ทำด้วย BUNA-N หรือ EPDM, STEM ทำด้วย STAINLESS STEEL ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI

6.3.3 ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) เป็นแบบ เปิด –ปิด ด้วยด้ามโยก (LEVER OPERATED)

6.3.4 ขนาด 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) และใหญ่กว่า เป็นแบบ เปิด – ปิด ด้วยพวงมาลัย (GEAR OPERATED)

6.4 CHECK VALVEจะต้องเป็นแบบ NON- SLAMMING CHECK VALVE หรือ SPRING LOADED SILENT CHECK VALVE

6.4.1 ขนาด 15 มิลลิเมตร (½ นิ้ว) จนถึงขนาด 40 มิลลิเมตร (1 ½ นิ้ว) เป็นชนิด SINGLE DISC ตัววาล์วทำด้วย BRONZE หรือ BRASS, DISC และ SEAT ทำด้วย TEFLON , SPRING ทำด้วย STAINLESS STEEL ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED ENDS)

6.4.2 ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัววาล์วทำด้วย CAST IRON, DISC ทำด้วย STAINLESS STEEL หรือ ALUMINUM BRONZE, SEAT ทำด้วย BUNA-N หรือ EPDM, SPRING ทำด้วย STAINLESS STEEL เป็นชนิด DUO PLATE DISC, WAFER TYPE

6.4.3 CHECK VALVE สำหรับระบบระบายน้ำเสีย (WASTE WATER SYSTEM) ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON ชนิด SWING TYPE ยึดข้อต่อโดยใช้ หน้าแปลน (FLANGED ENDS) ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 10 BAR (145 PSI)

6.5 AUTOMATIC AIR VENT

6.5.1 AUTOMATIC AIR VENT เป็นแบบ DIRECT ACTING FLOAT TYPE

6.5.2 ลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย STAINLESS STEEL

6.5.3 BODY AND COVER ทำด้วย CAST IRON

6.5.4 ขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (½ นิ้ว) ติดตั้งในตำแหน่ง ที่แสดงไว้ในแบบ

6.5.5 ก่อนต่อเข้า AUTOMATIC AIR VENT จะต้องมี SHUT OFF VALVE ประกอบอยู่ด้วย ส่วนทางด้านอากาศออกจะต้องต่อท่อ ไปทิ้งไว้ ณ จุดหัวรับน้ำทิ้ง (FLOOR DRAIN) ที่ใกล้ที่สุด

6.5.6 AUTOMATIC AIR VENT จะต้องติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำ และในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อหรือตามที่ระบุในแบบ

6.6 STRAINER

6.6.1 STRAINER ใช้สำหรับต่อด้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ และที่อื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเทรนเนอร์ เป็นแบบ Y-PATTERN

6.6.2 STRAINER ขนาด 15 มิลลิเมตร (½ นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRONZE ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED ENDS)

6.6.3 STRAINER ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON ยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (FLANGE ENDS)

6.6.4 แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย STRAINLESS STEEL สามารถถอดล้างได้ ไม่ต้องถอด STRAINER ออกจากระบบท่อน้ำ

6.6.5 STRAINER ต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ WORKING PRESSURE หรือตามที่ระบุในแบบ

6.7 BALL VALVE

6.7.1 BALL VALVE ขนาด 15 มิลลิเมตร (/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย BRONZE หรือ BRASS, BALL ทำด้วย BRASS CHROME PLATED, SEAL ทำด้วย TEFLON ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED ENDS

6.8 PRESSURE GAUGE

6.8.1 PRESSURE GAUGE เป็นแบบ BOURDON TYPE สำหรับวัดความดันของน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบ

6.8.2 ตัวเรือนทำด้วย STAINLESS STEEL หน้าปัทม์กลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2 เท่า ของความดันที่ใช้งานปกติ ACCURACY+ 1% ของสเกลบนหน้าปัทม์

6.8.3 PRESSURE GAUGE ทุกชุดจะต้องมี SHUT – OFF NEEDLE VALVE และ PRESSURE SNUBBER

สำหรับการติดตั้งในตำแหน่งที่มีความสะเทือนสูงเช่นเครื่องสูบน้ำ ให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

TYPE - เป็นแบบ LIQUID FILLED (GLYCERINE)

หน้าปัทม์กลมขนาด 4” หรือใหญ่กว่า

CASE - 304 STAINLESS STEEL

RING - 304 STAINLESS STEEL, CRIMPED TYPE

WINDOW - GRILAMID

BOURDON TUBE - BRONZE TUBE

MOVEMENT - BRASS

SOCKET - BRASS

CONNECTION - ¼” NPT

SCALE RANGE - ต้องเลือก SCAL RANGE ให้เหมาะสมกับการใช้งานที่ตำแหน่งต่าง ๆ หรือประมาณ 1.5 ถึง 2 เท่า ของความดันใช้งานปกติ

ACCURACY - ไม่เกิน + 1.5 % FULL SCALE

ACCESSORIES - PRESSURE GAUGE ทุกชุดจะต้องมี NEEDLE VALVE สำหรับ

SERVICE พร้อม PRESSURE SNUBBER ทำด้วย BRASS,

CONNECTION 1/4" NPT

6.9 FLEXIBLE CONNECTOR

6.9.1 เพื่อป้องกันและลดการสั่นสะเทือนและเสียงดัง สำหรับต่อด้านน้ำ เข้า – ออก จากเครื่องสูบน้ำและตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ

6.9.2 เป็นชนิด REINFORCED RUBBER FLEXIBLE CONNECTOR, ลอนคู่ (TWIN SPHERE) ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI

6.9.3 ขนาด15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED UNION)

6.9.4 ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่ายึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (FLANGED ENDS)

6.10 AUTOMATIC HYDRAULIC CONTROL VALVE เป็นชนิด MODULATING HYDRAULICCALLY OPERATED, DIAPHRAGM ACTUATED ซึ่งประกอบด้วยตัววาล์วหลัก (BASIC VALVE) และวาล์วควบคุม (PILOT VALVE) ซึ่ง PILOT VALVE จะแตกต่าง กันตามลักษณะหน้าที่การทำงานของวาล์ว ตัววาล์วหลัก (BASIC VALVE) เป็นแบบ GLOBE PATTERN, FULL PORT โดยมีแผ่น DIAPHRAGM ยึดติดกับชุดลิ้นวาล์ว (SPOOL) เพื่อควบคุมการทำงานของลิ้นวาล์ววัสดุของวาล์วหลัก (BASIC VALVE) ตัววาล์วทำด้วย CAST IRON หรือ DUCTILE IRON เคลือบ
ด้วย EPOXY COATED, TRIM PARTS ทำด้วย STAINLESS STEEL, DIAPHRAGM ทำด้วย REINFORCED NATURAL RUBBER ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 200 PSI ขนาด 15 มิลลิเมตร (½ นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED ENDS) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) และใหญ่กว่า ยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (FLANGED ENDS)

6.10.1 FLOAT CONTROL VALVE เป็นชนิด MODULATING REMOTE CONTROL PILOT ประกอบด้วย วาล์วหลัก (BASIC VALVE) ตามคุณลักษณะที่กล่าวไว้เบื้องต้น และชุดลูกลอย (FLOAT PILOT) ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานของวาล์วหลัก ชุดลูกลอยทำด้วย BRONZE หรือ BRASS

6.10.2 PRESSURE REDUCING VALVE ประกอบด้วย PRESSURE REDUCING VALVE ชนิด MODULATING TYPE และต่อขนานด้วย PRESSURE REDUCING VALVE ชนิด DIRECT ACTING TYPE เพื่อป้องกันปัญหา LOW FLOW CHATTERING

- PRESSURE REDUCING VALVE ชนิด MODULATING TYPE ประกอบด้วยวาล์วหลัก (BASIC VALVE) และวาล์วควบคุม (PILOT VALVE) ซึ่งสามารถปรับตั้งได้เพื่อควบคุมให้วาล์วหลักหรี่ให้ได้ความดันขาออกคงที่เสมอ แม้ว่าความดันด้านขาเข้าหรือปริมาณน้ำที่ผ่านวาล์วจะเปลี่ยนแปลงไป การเลือกขนาดของวาล์ว (SIZING) จะต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมกับอัตราการไหลที่กำหนด ณ แต่ละจุดการใช้งานโดยจะต้องมีความเร็วของน้ำไหลผ่านวาล์วไม่เกิน 20 ft / sec. และจะต้องทำการคำนวณค่า MINIMUM FLOW ของวาล์วหลัก เพื่อใช้ในการเลือกขนาดของ PRESSURE REDUCING VALVE ชนิด DIRECT ACTING ให้เหมาะสมต่อไป

- PRESSURE REDUCING VALVE แบบ DIRECT ACTING TYPE เป็นวาล์วลดความดันชนิดที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลผ่านวาล์วได้อย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหา LOW FLOW

CHATTERING การเลือกขนาดของวาล์วให้นำค่า MINIMUM FLOW ของ PRESSURE REDUCING VALVE MODULATING TYPE มาเป็นค่า FLOW RATE ที่จะใช้ในการเลือกขนาดของวาล์วโดยกำหนดให้มีค่า FALL - OFF ประมาณ 5 PSI

วัสดุของ PRESSURE REDUCING VALVE DIRECT ACTING TYPE

BODY - BRONZE

SEAT - STAINLESS STEEL

DIAPHRAGM - NYLON REINFORCED BUNA-N

6.11 WATER HAMMER ARRESTOR ตัววาล์วทำด้วย COPPER, PISTON ทำด้วย ACETAL PISTON WITH BUNA-N ORING ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED END) ทนแรงดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่า 150 PSI การเลือกขนาด WATTER HAMMER ARRESTOR ให้พิจารณาตามค่า FIXTURE UNITS ที่ใช้งาน โดยต้องส่งรายละเอียดการเลือกขนาดมาให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้ง

6.12 FOOT VALVE

6.12.1 ใช้สำหรับต่อด้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ หรือตามที่แสดงในแบบ

6.12.2 ขนาด 40 มิลลิเมตร (1 ½ นิ้ว) จนถึงขนาด 225 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย BRASS, ตะแกรงดักผงทำด้วย POLYETHYLENE ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (SCREWED END)

1.4.5 ระบบรดน้ำสนามฟุตบอล 2

หัวฉีดน้ำ (SPRINGER) ใช้ขนาดท่อน้ำเข้า 2” ท่อออก (NOZZLE) 0.8” รัศมีการฉีดน้ำไม่น้อยกว่า 40 เมตร ที่แรงดัน 5.5 บาร์ จำนวน 1 ชุด เช่นผลิตภัณฑ์ของ NALSON รุ่น BIG GUN SR 100 หรือ RAIN BIRD รุ่น SR 2003 หรือเทียบเท่า

- วาล์วสวมเร็ว สำหรับหัวฉีดใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกันกับหัวฉีด จำนวน 6 ชุด
- วาล์วบ๊อกซ์ (VALVE BOX) สำเร็จรูปขนาด 12”X12” พร้อมฝาทำด้วย PVC. จำนวน 6 ชุด หรือเป็นบ่อ คสล. 0.30X0.30 ม. หนา 0.10 ม. ทุกด้าน เสริมเหล็ก RB 6 มม. @ 0.15 ม. ฝา คสล. หนา 0.10 ม. เสริมเหล็ก RB 6 มม. @ 0.15 ม.
- ท่อรดน้ำสนามหญ้า ใช้ท่อ PB สีดำ ชั้น 200 psi. ขนาดท่อตามแบบ
- ก่อสร้างถังเก็บน้ำ คสล. ขนาด ไม่น้อยกว่า 50 ลบ.ม. พร้อมเดินท่อจากท่อซีเมนต์เข้าถังเก็บน้ำ พร้อมระบบควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติ
- ระบบปั๊มน้ำแรงดัน
- เครื่องปั๊มน้ำเทอร์ไบร์ 3 สเตจ ขนาดท่อเข้า-ออก เส้นผ่าศูนย์กลาง 3” มอเตอร์ไม่ต่ำกว่า 15 HP จำนวน 1 เครื่อง เช่นผลิตภัณฑ์ GOLDERHARVEST, KENFLO, THOMPSONS KELLY & LEWIS PUMP หรือเทียบเท่า
- มีถังน้ำแรงดัน ขนาดไม่น้อยกว่า 500 ลิตร จำนวน1ถังพร้อมระบบควบคุมการทำงานครบชุด
- ท่อดูดจากถังเก็บน้ำ เข้าสู่เครื่องสูบน้ำ <u>ให้ใช้ท่อแสตนเลส</u> อย่างหนา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4”
- มีชุดควบคุมไฟฟ้าสำหรับควบคุมระบบปั๊มน้ำครบชุด
- สร้างโรงสูบน้ำ จำนวน 1 หลัง

ข้อกำหนด

1. สิ่งที่ปรากฏในแบบ หรือแบบต่อรายการ ขัดแย้งกัน ให้ถือสิ่งที่ดีกว่าเป็นเกณฑ์เสมอ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ จากผู้ควบคุมงานของมหาวิทยาลัย

2. สิ่งที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในแบบแปลนหรือรายการ แต่เป็นงานที่ต้องดำเนินการ ให้งานนั้นให้เสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามหลักวิชา และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถือว่าผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการโดยปราศจากข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

3. ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบแบบแปลนก่อนดำเนินการก่อสร้างและปรับปรุง หากพบข้อขัดแย้งหรือไม่ถูกต้องใดๆ ต้องรีบแจ้ง ฝ่ายอาคารสถานที่ ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง กำหนดรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง มิฉะนั้นหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จากกรณีนี้ ทางมหาวิทยาลัย สามารถแก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ อันเป็นผลดีแก่ทางมหาวิทยาลัย

4. ผู้ควบคุมงาน, กรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมงาน ทรงซึ่งสิทธิในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อถูกต้องตามหลักวิชาการที่มั่นคง แข็งแรง สวยงาม

5. ผู้รับจ้างต้องนำเสนอนุมัติวัสดุ และ Shop drawing ให้ผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการของมหาวิทยาลัย เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินงานทุกครั้ง

1.4.6 งานระบบให้น้ำแก่พืชอัตโนมัติ พร้อมปรับภูมิทัศน์

- ออกแบบพร้อมติดตั้งระบบปั้มน้ำไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ออกแบบพร้อมติดตั้งระบบท่อ PV C, PE พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ออกแบบพร้อมติดตั้งระบบท่อ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ออกแบบพร้อมติดตั้งระบบสปริงเกอร์ ออกแบบพร้อมปรับปรุงภูมิทัศน์ เช่น ปลูกหญ้า ปรุงปรุงพื้นทีเพื่อให้ภูมิทัศน์เกิดความสวยงาม สอดคล้องกับพื้นที่ให้รวมถึง ระบบให้น้ำให้น้ำแก่พืชอัตโนมัติ สามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการให้น้ำให้น้ำแก่พืชโดยคำนึงถึงการอนุรักษ์การใช้พลังงานและประหยัดน้ำ ในบริเวณหรือพื้นที่ระบุดังนี้

- บริเวณหอประชุมใหญ่
- บริเวณลานอเนกประสงค์
- บริเวณหน้าหอประชุมจันผา
- บริเวณสวนสามสอ

1. สิ่งที่ปรากฏในแบบ หรือแบบต่อรายการ ขัดแย้งกัน ให้ถือสิ่งที่ดีกว่าเป็นเกณฑ์เสมอ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ จากผู้ควบคุมงานของมหาวิทยาลัย

2. สิ่งที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในแบบแปลนหรือรายการ แต่เป็นงานที่ต้องดำเนินการ ให้งานนั้นให้เสร็จสมบูรณ์ ถูกต้องตามหลักวิชา และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถือว่าผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการโดยปราศจากข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

3. ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบแบบแปลนก่อนดำเนินการก่อสร้างและปรับปรุง หากพบข้อขัดแย้งหรือไม่ถูกต้องใดๆ ต้องรีบแจ้ง ฝ่ายอาคารสถานที่ ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง กำหนดรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง มิฉะนั้นหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จากกรณีนี้ ทางมหาวิทยาลัย สามารถแก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ อันเป็นผลดีแก่ทางมหาวิทยาลัย

4. ผู้ควบคุมงาน, กรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมงาน ทรงซึ่งสิทธิในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อถูกต้องตามหลักวิชาการที่มั่นคง แข็งแรง สวยงาม

5. ผู้รับจ้างต้องนำเสนออนุมัติวัสดุ และ Shop drawing ให้ผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการของมหาวิทยาลัย เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินงานทุกครั้ง

1.4.7 มาตรฐานการเจาะน้ำบาดาล

1. บทนำ

การเจาะน้ำบาดาลเป็นวิชาชีพเฉพาะที่ต้องอาศัยวิชาการหลายด้านประกอบด้วยหลัก วิชาการทางด้านวิศวกรรม ธรณีวิทยา และด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งต้องอาศัยประสบการณ์ของ ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องกำหนดเป็นมาตรฐานในการดำเนินงาน

การกำหนดมาตรฐานการเจาะน้ำบาดาลประกอบด้วยการกำหนดรูปแบบมาตรฐานบ่อน้ำ บาดาล รายละเอียดขั้นตอนในการเจาะและพัฒนาบ่อตลอดจนวัสดุในการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล เพื่อให้ได้บ่อน้ำบาดาลที่มีคุณภาพมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้าน ทรัพยากรน้ำบาดาล

2. รูปแบบบ่อน้ำบาดาล

2.1 การแบ่งชนิดน้ำบาดาล

น้ำบาดาล หมายถึง น้ำใต้ดินที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตก รอบแยก หรือโพรงของหิน ลักษณะของน้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ในชั้นน้ำที่อิ่มตัว วัสดุกลางหรือชั้นหินที่กักเก็บ เรียกว่า ชั้นหินอุ้ม น้ำ (Aquifer) ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการพัฒนาน้ำบาดาลออกเป็น 2 ชนิด

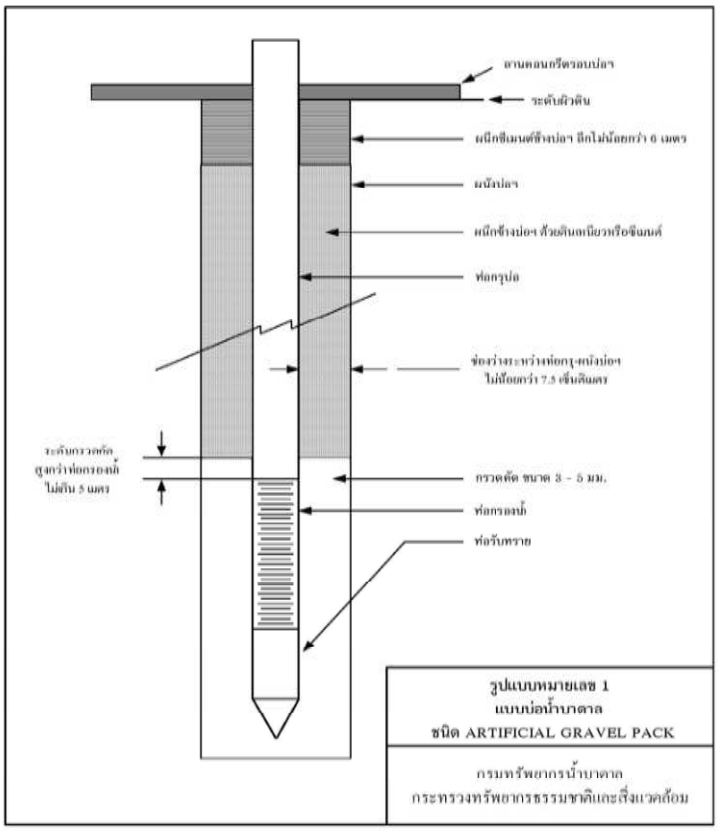
1. ชั้นหินร่วน (Unconsolidated Rooks) หมายถึง หินที่ประกอบด้วยตะกอนต่าง ๆ ที่รวมตัวกันแต่ยังไม่แข็งตัว เช่น กรวด ทราย ดินเหนียว และเศษหินที่สะสมตัวตามแอ่ง ทุ่งราบ หุบเขา ริมแม่น้ำ และทะเลเป็นต้น

2. ชั้นหินแข็ง (Consolidated Rooks) หมายถึง หินที่ประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ รวมตัวกันและมีสารมาเชื่อมประสานจนกลายเป็นหินแข็ว เช่น หินทราย หินดินดาน หินปูน หินกรวด หินแกรนิต หินบะซอลต์เป็นต้น

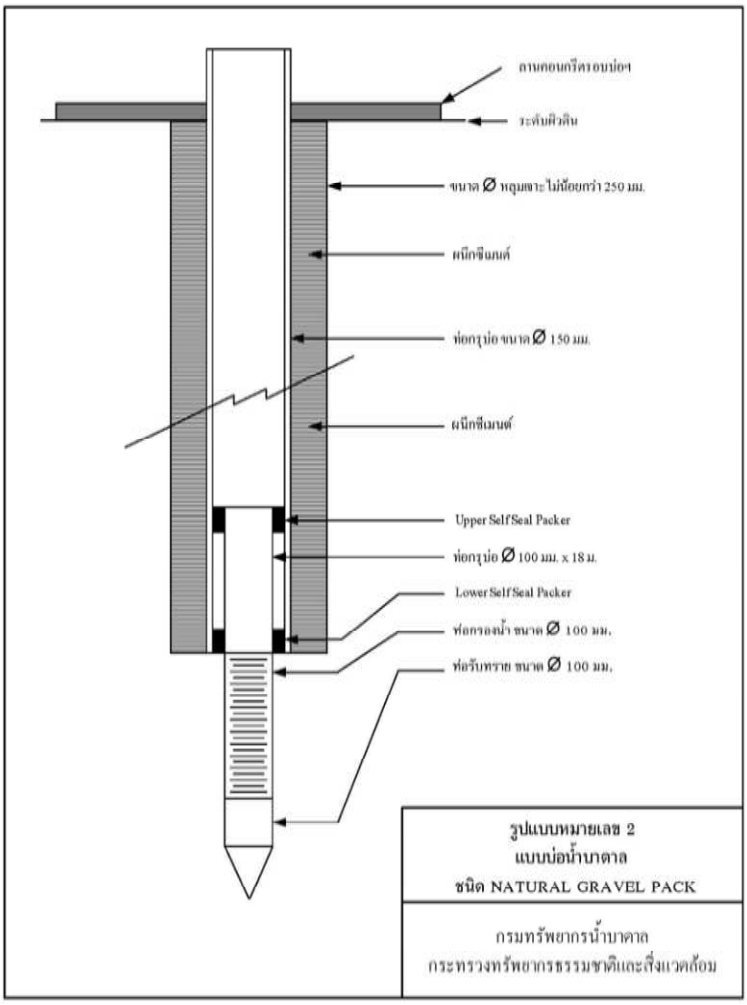
2.2 แบบบ่อน้ำบาดาล

แบบบ่อน้ำบาดาลแบ่งตามการเจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินร่วมและชั้นหินแข็งออกเป็น 3 แบบ คือ

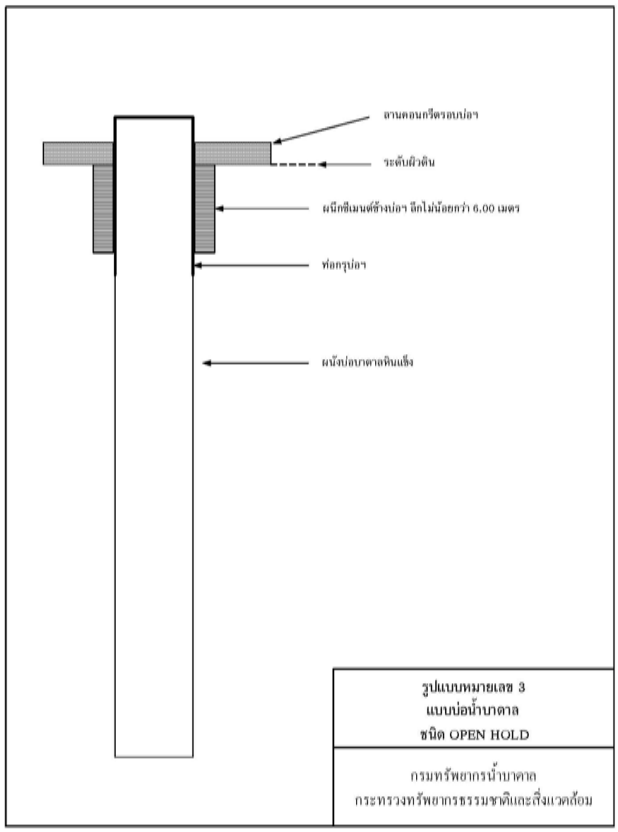
1. การเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วมแบบกรุกรวด (Artificial Gravel Pack) เป็น รูปแบบที่เจาะและใส่ท่อแล้วต้องทำการกรุกรวดด้วยชนิดและขนาดที่เหมาะสมรอบท่อ กรองน้ำเพื่อ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลซึมผ่านของน้ำบาดาลและป้องกันผนังบ่อพัง รายละเอียดรูปแบบ หมายเลข 1



2. การเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบไม่กรุกรวด (Natural Gravel Pack) เป็น การใช้กรวดในชั้นหินอุ้มน้ำที่มีขนาดโตกว่าช่องรูเปิดน้ำเข้าบ่อทำหน้าที่หุ้มโดยรอบท่อกรองน้ำซึ่งจะมี วิธีการทางเทคนิคในการขจัดเม็ดทรายหรือกรวดขนาดเล็กเพื่อเหลือแต่กรวดขนาดใหญ่คงอยู่รองท่อ กรองน้ำ รายละเอียดรูปแบบหมายเลข 2



3. การเจาะบ่อในชั้นหินแข็งแบบบ่อเปิด (Open Hole) เป็นการเจาะบ่อในชั้นหิน แข็งโดยไม่จำเป็นต้องลงท่อกรุและท่อกรองน้ำในช่วงชั้นให้น้ำหรืออาจจะลงท่อเพื่อป้องกันผนังบ่อพัง กรณีที่ชั้นหินให้น้ำอาจไม่แข็งแรงพอหรือมีการเลื่อนตัวของชั้นหิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้าง ของชั้นหิน รายละเอียดรูปแบบหมายเลข 3



3. การดำเนินงาน

3.1 การกำหนดจุดเจาะน้ำบาดาล สถานที่เจาะน้ำบาดาลต้องไม่เป็นที่ลุ่มมีน้ำขัง และห่าง จากแหล่งน้ำเสียแหล่งมลพิษ ส้วมซึม ถังเกรอะหรือทางระบายน้ำโสโครกไม่น้อยกว่า 30 เมตร หาก ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้จะต้องมีมาตรการหรือวิธีการใด ๆ ที่สามารถป้องกันน้ำเสียหรือมลพิษไม่ให้ไหล ลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ สำหรับพื้นที่การปฏิบัติงานต้องมีที่ว่างเพียงพอสำหรับซ่อมเครื่องสูบน้ำและบ่อ น้ำบาดาล

3.2 การกำหนดความลึกและรูปแบบบ่อ การกำหนดความลึกเบื้องต้นต้องใช้ข้อมูลทาง วิชาการในการกำหนด กรณีเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินแข็งอาจจะต้องทำการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์เพื่อ กำหนดจุดเจาะและความลึกที่แน่นอน เมื่อทราบข้อมูลเบื้องต้น จึงกำหนดรูปแบบบ่อได้เหมาะสม ตามชนิดของชั้นน้ำบาดาล

3.3 การเจาะน้ำบาดาล

1) การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาล เป็นการเจาะน้ำบาดาลด้วยหัวเจาะขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของชั้นหินจนถึงความลึกที่ประมาณการไว้

2) การเก็บตัวอย่างดินหรือหินจากการเจาะน้ำบาดาลต้องเก็บตัวอย่างดินหรือหิน ชั้นหินที่เจาะผ่านทุกระยะความลึก 1.50 เมตร หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของชนิดหิน ตัวอย่างดิน ต้องจัดใส่ในกล่อง หรือช่องพร้อมทั้งติดป้าย ทำให้ตัวอย่างดินหรือหินแห้งแล้วบรรจุในถุงพลาสติก หรือภาชนะอื่นๆ ที่เหมาะสมพร้อมทั้งติดป้ายบอกหมายเลขบ่อ และระดับความลึกของตัวอย่างดิน

3) การหยั่งธรณีหลุมเจาะน้ำบาดาล กรณีเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนที่ผ่านชั้นหิน ให้น้ำหลายชั้นหรือผ่านชั้นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพน้ำบาดาลแตกต่างกันต้องทำการหยั่งธรณีหลุมเจาะ เพื่อหาชั้นน้ำบาดาลที่เหมาะสม

4) การเลือกชั้นน้ำบาดาลเป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ เช่นข้อมูลความเร็วในการเจาะ ตัวอย่างชั้นดิน ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะน้ำบาดาล สำหรับพิจารณาชั้นน้ำบาดาลที่เหมาะสมสำหรับ บ่อน้ำบาดาล

3.4 การคว้านหลุมเจาะ เมื่อทำการเจาะสำรวจชั้นน้ำในครั้งแรกก่อนที่จะใส่ท่อเพื่อทำบ่อ น้ำบาดาลต้องทำการคว้านหลุมเจาะให้มีขนาดโตเพียงพอที่จะทำการกรุกรวด ผลึกด้านข้างบ่อ ซึ่ง กำหนดความโตของการคว้านหลุมเจาะดังนี้

1) การเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบกรุกรวด จะต้องมีช่องว่างระหว่างท่อกรุกับ ผนังหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

2) การเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบไม่กรุกรวด จะต้องมีช่องว่างระหว่างท่อกรุ กับผนังหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร โดยรอบตั้งแต่ปากหลุมเจาะจนถึงตำแหน่งติดตั้งท่อกรอง น้ำและช่องว่างระหว่างท่อกรุกับผนังหลุมเจาะต้องผนึกด้วยซีเมนต์เท่านั้น

3) การเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินแข็ง จะต้องมีช่องว่างระหว่างท่อกรุกับผนังหลุมเจาะ ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร หรือถ้ามีการเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนร่วมด้วยขนาดหลุมเจาะต้อง เป็นไปตามข้อ 1)

3.5 การลงท่อ ท่อในการทำบ่อแบ่งตามหน้าที่มี 3 ชนิด คือ

1) ท่อกรุบ่อ เป็นท่อทึบที่ทำหน้าที่ค้ำยันผนังบ่อซึ่งอาจจะเป็นชนิดท่อเหล็ก หรือ ท่อพีวีซีที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานที่กำหนดในการติดตั้ง ในหลุมเจาะต้องเป็นชนิดและมาตรฐานดียวกัน ในบ่อน้ำบาดาลบ่อเดียวจะใช้ท่อกรุหลายขนาดต่อเข้าด้วยกันได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมทางเทคนิค

2) ท่อรับทรายเป็นท่อทึบที่ติดตั้งด้านล่างสุดทำหน้าที่รองรับตะกอนดินหรือตะกอน ทรายชนิดและมาตรฐานการผลิตเหมือนข้อ 1)

3) ท่อกรองน้ำ เป็นท่อที่เจาะ เซาะ หรือทำเป็นช่องให้น้ำบาดาลสามารถไหลผ่านได้ และทำหน้าที่ค้ำยันผนังบ่อ ใช้ได้ทั้งแบบท่อเซาะร่อง (Perforated Pipe) หรือท่อกรอง (Well Screen) ท่อเซาะร่องที่จะติดตั้งในบ่อต้องเป็นชนิดและมาตรฐานเดียวกันตามข้อ 1) ทำการเซาะร่อง ตามแนวยาวของท่อ ขนาดกว้างไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ยาวไม่เกิน 88 มิลลิเมตร และห่างกันไม่น้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร สำหรับท่อกรองต้องเป็นรูปแบบที่ผลิตสำเร็จจากโรงงาน และต้องมีความแข็งแรง เพียงพอที่จะต้านทานแรงดันของน้ำบาดาลและชั้นดิน

3.6 การกรุกรวดรอบบ่อ สำหรับการเจาะบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบกรุกรวด ให้ใช้เม็ด กรวดที่มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะไม่ไหลลอดเข้าไปในท่อกรองน้ำได้เกินร้อยละ 10 ของปริมาณกรวด ที่ใช้ทั้งหมด ในการกรุกรวดต้องทำความสะอาดก่อนใส่ลงในบ่อและระดับกรวดจะต้องสูงไม่เกิน 5 เมตรจากระดับบนของท่อกรองน้ำ

3.7 การผนึกข้างบ่อ วัสดุที่จะใช้อุด หรือผนึกด้านข้างท่อกรุต้องเป็นดินเหนียวน้ำจืดเนื้อ เนียนสะอาด หรือซีเมนต์ เพื่อผนึกรอบ ๆ ท่อกรุไม่ให้น้ำจากชั้นที่อยู่เหนือท่อกรองน้ำไหลไปรวมกับน้ำ ที่อยู่ระดับเดียวกันกับท่อกรองน้ำ การผนึกรอบท่อกรุต้องใช้ซีเมนต์ ผนึกตั้งแต่ระดับพื้นผิวดินลึกลง ไป 6 เมตร

3.8 การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล กรณีน้ำขุ่นข้นมากต้องทำการดักน้ำขุ่นออกจนค่อนข้างใสจึง จะทำการเป่าล้างท่อน้ำบาดาลด้วยเครื่องอัดอากาศและต้องทำการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลจนใส

3.9 การทดสอบปริมาณน้ำบาดาล ทำเมื่อได้พัฒนาบ่อน้ำบาดาลจนน้ำใส การทดสอบสูบ น้ำให้ใช้ได้ทั้งวิธีการสูบน้ำด้วยอัตราการสูบเป็นขั้น ๆ ใช้เวลาในการทดสอบสูบจนระดับน้ำในบ่อ ลดลงไปอยู่ระดับคงที่และทำการบันทึกการทดสอบสูบน้ำที่แสดงอัตราการสูบระยะเวลาการสูบน้ำ

4. วัสดุในการเจาะบ่อน้ำบาดาล

4.1 ท่อกรุและท่อรับทราย

1) ชนิดท่อกรุและท่อรับทรายที่เหมาะสมสำหรับทำบ่อน้ำบาดาลแบ่งเป็นชนิด 2 ชนิด คือท่อเหล็กและท่อพีวีซี

2) มาตรฐานการผลิตของท่อที่จะนำมาทำบ่อน้ำบาดาลมีดังนี้

1. มาตรฐาน APL 5L
2. มาตรฐาน ASTM A-120
3. มาตรฐาน มอก.276 ประเภท 4 ประเภท 3 และประเภท 2
4. มาตรฐาน BS-1387 ชนิด Heavy และ Medium
5. มาตรฐาน มอก.17 (ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม) ชั้นคุณภาพ 13.5

4.2 ท่อกรองน้ำ

1) รูปแบบท่อกรองน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ท่อเซาะร่อง (Perforated Pipe) และท่อกรอง (Screen)

2) ท่อเซาะร่อง เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐาน 4.1 ข้อ 2 นำมาเซาะร่อง

3) ท่อกรอง เป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตที่มีการคำนวณออกแบบ ถึงความแข็งแรง ประสิทธิภาพของการไหลผ่านของน้ำซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น ชนิดพันเส้นลวด (Wire wound Screen) ชนิดลวดตะแกรง (Wire mesh Screen) ชนิดแผ่นเจาะรู (Perforated or Punched)

4.3 กรวดกรุบ่อน้ำบาดาล ต้องเป็นกรวดที่มีรูปร่างลักษณะค่อนข้างกลมมน กรวดที่มาจาก แม่น้ำที่มีการคัดขนาดมีความโตใกล้เคียง ขนาดใหญ่พอที่จะไม่ไหลลอดเข้าไปในท่อกรองน้ำได้เกิน ร้อยละ 10 ของปริมาณกรวดที่ใช้ทั้งหมดและก่อนทำการใส่ลงในหลุมเจาะต้องทำความสะอาดก่อน

5. ปัญหาของการเจาะน้ำบาดาลไม่ได้มาตรฐาน

การเจาะบ่อน้ำบาดาลในราคาต่ำกว่าอัตราค่าใช้จ่ายในการเจาะมาตรฐานที่กำหนดไว้ ทำให้ ได้บ่อน้ำบาดาลที่ไม่ได้คุณภาพ อัตราการให้น้ำน้อยกว่าปกติ อายุใช้งานสั้น เสียค่าใช้จ่ายสูงในการ ต้องซ่อมแซมพัฒนาฟื้นสภาพบ่อมากกว่าปกติ และบ่อน้ำบาดาลอาจได้รับการปนเปื้อนจากน้ำเสียผิวดิน ชั้นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดีอาจเสียหายได้จาการไหลแทรกซึมจากชั้นน้ำอื่นที่มีคุณภาพน้ำไม่ เหมาะสม (กร่อย, เค็ม) ซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญ คือ

1. ขนาดหลุมเจาะ ขนาดหลุมเจาะไม่ได้มาตรฐาน ช่องว่างระหว่างท่อกรุบ่อกับผนัง บ่อน้อยกว่า 7.5 ซม. ทำให้มีช่องว่างสำหรับใส่กรวดกรุบ่อน้อย มีผลต่อประสิทธิภาพการให้น้ำ และทีป้องกันทรายละเอียดไหลเข้าของบ่อ การผนึกข้างบ่อเพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างชั้นน้ำจะทำได้ ไม่ดี

2. วัสดุก่อสร้างบ่อ ท่อกรุและท่อกรองน้ำไม่ได้มาตรฐาน โดยทั่วไปท่อกรุบ่อและท่อ กรองน้ำที่ใช้กับบ่อน้ำบาดาลมีอยู่หลายประเภท ต้องเลือกประเภทที่เหมาะสมกับสภาพชั้นน้ำบาดาล และใช้ชนิดที่ชั้นคุณภาพต่ำ จะทำให้ท่อผุแตก ชำรุดได้ง่าย และอายุการใช้งานของบ่อน้ำบาดาลลดลง

3. เครื่องจักรเจาะบ่อน้ำบาดาล ใช้เครื่องจักรซึ่งดัดแปลง ขาดความปลอดภัยในการ ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน และเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

4. ไม่มีการตรวจสอบชั้นน้ำด้วยเครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electric Well logging) เพื่อตรวจสอบชนิดคุณภาพและช่วงความลึกของชั้นน้ำต่าง ๆ ให้ถูกต้องเพื่อใช้ในการออกแบบและ ก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลที่ดีมีคุณภาพ และป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับชั้นน้ำบาดาล

6. แนวทางการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลบริเวณที่มีชั้นกั้นน้ำหนา

แนวทางการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลบริเวณที่มีชั้นกั้นน้ำหนา (Thick Impermeable bed) หลายพื้นที่ในประเทศไทยที่มีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาที่มีชั้นกั้นน้ำหนา ซึ่งชั้นกั้นน้ำดังกล่าว อาจจะเป็นชั้นดิน

เหนียว ชั้นหินดินดาน ชั้นหินชนวน ชั้นหินควร์อทไซต์ หรือชั้นหินทรายแป้ง เป็นต้น ถ้าชั้นหินกั้นน้ำมีความหนามากกว่า 200 เมตร จะทำให้การเจาะพัฒนาน้ำบาดาลต้องลงทุนสูง แนว ทางการพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่ดังกล่าวมีอยู่ 2 วิธี คือ

1. หาน้ำบาดาลระดับตื้น ความลึกไม่เกิน 30 เมตร โดยอาศัยการหาน้ำบาดาลในชั้นกรวด ทราย หรือรอยแตกในชั้นหินหรือช่วงหินผุ แต่ปริมาณน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะน้อยกว่า 5 ลบ.ม.ต่อ ชั่วโมงและบางทีคุณภาพน้ำจะมีสนิมสูง

2. อีกวิธีคือต้องเจาะทะลุชั้นหินกั้นน้ำลงไป เพื่อไปเอาน้ำบาดาลในรอยแตกของชั้น หินดินดานข้างล่าง แต่ความลึกของดานหินส่วนใหญ่จะลึกเกิน 200 เมตร จึงทำให้การเจาะไม่ สามารถทำได้ เพราะค่าเจาะจะแพง และไม่มีใครกล้าเสี่ยง จึงทำให้หลายพื้นที่ขาดน้ำแบบซ้ำซาก มีหลายพื้นที่ที่มีการนำเอาทฤษฎีในข้อ 2 ไปใช้ และก็ได้ผล อาทิเช่น อ. ดอกคำใต้ จ.พะเยา เมื่อก่อน เคยเจาะไป 200 เมตร แต่ไม่ได้น้ำ เนื่องจากข้างบนเป็นดินเหนียวหนาเกือบ 70 เมตร แต่ตอนหลังมี การเจาะทะลุลงไปเอาน้ำบาดาลในหินปูนที่อยู่ข้างล่างความลึกประมาณ 250 เมตร กลับได้น้ำ 20 ลบ.ม. ต่อชั่วโมง เพียงพอสำหรับการทำประปาได้และหลายพื้นที่ในบริเวณชายฝั่งทะเล มีการเจาะ ทะลุชั้นดินเหนียวลงไป ทั้งๆ ที่อยู่ติดทะเล แต่กลับได้น้ำจืด นอกจากนี้ระดับน้ำยังพุ่งขึ้นมาอีกด้วย ส่วนปริมาณน้ำก็ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายในภาคอีสานมีหลาย พื้นที่ เช่น อ.กระนวน จ.ขอนแก่น ที่รองรับด้วยชั้นหินโคกกรวด แต่ถ้าเจาะทะลุชั้นโคกกรวดแล้วไป เอาน้ำจากรอยแตกของหินชุดภูพาน ก็จะได้น้ำจืด ที่มีปริมาณมาก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ มากมายมหาศาล แต่ต้องเจาะลึกถึง 600 - 1,000 เมตร เลยทีเดียว

7.รายละเอียดรายการงานขุดเจาะน้ำบาดาล 1 บ่อ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีรายละเอียด ดังนี้

7.1 การขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลเป็นแบบ Giravel Packed Well ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว

7.2 ความลึกของบ่อไม่น้อยกว่า 90 เมตร ท่อกรุใช้ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ชั้นความหนาไม่น้อยกว่า 13.5 มม ตลอดระยะเวลาความลึกของบ่อ

7.3 ท่อกรองใช้ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ชั้นความหนาไม่น้อยกว่า 13.5 มีเซาะร่อง ความยาวขึ้นอยู่กับชั้นนำที่ต้องการ

7.4 ท่อกรุ ท่อกรองเป็นท่อพีวีซี ท่อน้ำไทย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ชั้นความหนาไม่น้อยกว่า 13.5 มม ตลอดความลึกของบ่อไม่น้อยกว่า 90 เมตร

7.5 กรวดกรุ Gravel Packed จากแม่น้ำคัดขนาดอย่างดี สำหรับกรุรอบบ่อ

7.6 การพัฒนาบ่อบาดาลใช้วิธี Airlifting เพื่อให้น้ำใสสะอาดปราศจากตะกอนขุ่นข้น

7.7 ทำฐาน ค.ส.ล. ขนาดความกว้าง * ยาว ไม่น้อยกว่า 2*2 เมตร บริเวณปากบ่อ

7.8 คว้านบ่อรูดินความกว้างไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว

7.9 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำพร้อมอุปกรณ์ ดังนี้

7.10 ปั้มน้ำพร้อมมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 5.5 แรงม้า ใช้กับไฟฟ้า 3 เฟส สามารถดูดน้ำสมดุลกับปริมาตรน้ำ โดยต้องขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์จากมหาวิทยาลัย(คณะกรรมการการตรวจการจ้าง)ก่อนติดตั้ง

7.11 มีอุปกรณ์ตู้ควบคุมปั้มน้ำพร้อมสายไฟ

7.12 มีสายสลิง(ที่มีความคงทน และหุ้มฉนวน)สำหรับดึงยึดเครื่องสูบน้ำกันไม่ให้ร่วงลงในบ่อบาดาล

7.13 ถ้าหากบริเวณที่กำหนดเป็นจุดเจาะไม่พบเจอน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการย้ายจุดเจาะใหม่จนกว่าจะเจอน้ำ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายสำหรับหลุมเจาะที่ไม่เจอน้ำ

7.14 ต้องดำเนินการวิเคราะห์การใช้น้ำ การขออนุญาตเจาะบ่อบาดาล จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

7.15 กำหนดเวลาแล้วเสร็จ ภายในเวลา 180 วัน หลังจากทำสัญญาจ้าง

7.16 รับประกันงานเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

2. งานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกัน

งานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกัน ผู้รับจ้างต้องทำการแจ้งมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางก่อนดำเนินการ เพื่อประโยชน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดให้

3. ข้อกำหนด

1. สิ่งที่ปรากฏในแบบ หรือแบบต่อรายการ ขัดแย้งกัน ให้ถือสิ่งที่ดีกว่าเป็นเกณฑ์เสมอ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของมหาวิทยาลัย

2. สิ่งที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในแบบแปลนหรือรายการ แต่เป็นงานที่ต้องดำเนินการ ให้งานนั้นให้เสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามหลักวิชา และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถือว่าผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการโดยปราศจากข้อแม้ใดๆ ทั้งสิ้น

3. ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบแบบแปลนก่อนดำเนินการก่อสร้าง หากพบข้อขัดแย้งหรือไม่ถูกต้องใดๆ ต้องรีบแจ้ง ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง กำหนดรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง มิฉะนั้นหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จากกรณีนี้ ทางมหาวิทยาลัย สามารถแก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ อันเป็นผลดีแก่ทางมหาวิทยาลัย

4. ผู้ควบคุมงาน กรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมงานก่อสร้าง ทรงซึ่งสิทธิในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อถูกต้องตามหลักวิชาการที่มั่นคง แข็งแรง สวยงาม

หมายเหตุ

1. รายการวัสดุที่ปรากฏในรายการประกอบแบบ ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งจะต้องให้ผู้ควบคุมงาน หรือกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบก่อน จึงดำเนินการติดตั้งและก่อสร้างได้

2. กรณีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ระบุไว้ในรายการก่อสร้างมีหมายเลขใดที่มีการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม หรือเปลี่ยนแปลงเลขมาตรฐานภายหลังการทำสัญญาแล้วให้ถือหมายเลขมาตรฐานหรือประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับล่าสุดเป็นเกณฑ์

3. งานทุกงานหากมีการเปลี่ยนแปลงนอกเหนือจากแบบ ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ จากผู้ควบคุมงาน หรือฝ่ายอาคารสถานที่ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่สถาบันฯ และผู้ดำเนินงาน และให้ถูกต้องตามหลังวิชาช่างที่ดีควรได้รับความเห็นชอบและอนุมัติ ดำเนินการก่อสร้างต่อไป

งานอาคารสถานที่

สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง