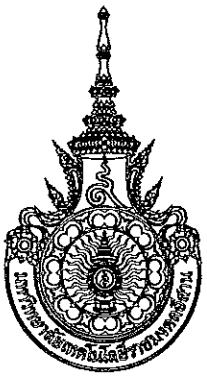

โครงการอาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

เสนอ

ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายการประกอบแบบ

งานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล

อาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ

(ส่วน A และส่วน B)

20 สิงหาคม 2558

DESIGN+DEVELOP

DESIGN+DEVELOP CO.,LTD.

1st Floor No.383 Soi SOONVIJAI 4, RAMA 9 RD. (SOI 13)
BANGKAPI, HUAKWANG, BANGKOK 10310 THAILAND
TEL.+66 (0) 2716 8099, +66 (0) 2716 9787-8
FAX:+66 (0) 2716 8880
E-mail:info@designdevelop.co.th
Web:www.designdevelop.co.th

CA CONSULTANT CO.,LTD.

EEC Engineering Network Co., Ltd.

EEC ACADEMY BUDDING, 40 RAMINTRA 97, RAMINTRA ROAD,
KANNAYAO, BANGKOK 10230 THAILAND
TEL.:+66(0)2005-2900-13
FAX:+66(0)2003-2915
MOBILE:098-271-4315, 098-271-4316
E-Mail :www.eec.co.th

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน ..... 1 / 2
2. สถาบันมาตรฐาน ..... 1 / 2
3. สถาบันตรวจสอบ ..... 2 / 2

หมวดที่ 2 เครื่องสูบน้ำ (Water Supply Pump)

1. รายละเอียดโดยทั่วไป ..... 1 / 5
2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ (Structure of Pump) ..... 2 / 5
3. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) ..... 4 / 5
4. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (Pump Installation) ..... 4 / 5

หมวดที่ 3 เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pump Set)

1. รายละเอียดโดยทั่วไป ..... 1 / 6
2. ลักษณะของเครื่องสูบน้ำ (Type of Pump) ..... 1 / 6
3. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ (Structure of Pump) ..... 2 / 6
4. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) ..... 4 / 6
5. การประกอบชุดเครื่องสูบน้ำ (Factory Prefabrication) ..... 4 / 6
6. การควบคุมแรงดันในระบบท่อน้ำ (System Pressure Control) ..... 5 / 6
7. อุปกรณ์ประกอบและตู้ควบคุม (Instrumentation and Control Panel) ..... 5 / 6
8. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (Pump Installation) ..... 6 / 6

หมวดที่ 4 เครื่องสูบน้ำเสีย (Waste Water Submersible Pump)

1. ข้อกำหนดทั่วไป ..... 1 / 3
2. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ และ Discharge Piping ..... 3 / 3

หมวดที่ 5 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water Treatment)

1. อุปกรณ์ทำน้ำอ่อน (Water Softener) ..... 1 / 7
2. Pre-Screen Filter ..... 2 / 7
3. อัลตราฟิลเตรชั่น (Ultrafiltration System) ..... 3 / 7
4. ถังกรองหลายชั้น (Multimedia Sand Filter) ..... 5 / 7
5. ถังกรองถ่าน (Activated Carbon Filter) ..... 6 / 7

หมวดที่ 6 อุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 15
2. ขอบเขตงาน ..... 1 / 15
3. เครื่องสูบน้ำเสีย (Waste Water Submersible Pump) ..... 4 / 15
4. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ (Submersible Sludge Pump) ..... 6 / 15
5. เครื่องเติมอากาศชนิดแช่ในน้ำ (Submersible Aerator or Ejector) ..... 8 / 15
6. เครื่องมือวัดในระบบบำบัดน้ำเสีย ..... 11 / 15
7. ระบบจ่ายน้ำยาคลอรีน ..... 12 / 15
8. ระบบการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ..... 13 / 15

หมวดที่ 7 ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 5
2. ขอบเขตงาน ..... 1 / 5
3. น้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ที่จะต้องถูกบำบัด ..... 4 / 5
4. ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศแบบสำเร็จรูป ..... 4 / 5

หมวดที่ 8 ระบบก๊าซหุงต้ม (Gas System)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 8
2. การติดตั้งท่อก๊าซ และอุปกรณ์ ..... 6 / 8
3. การทดสอบ ..... 8 / 8

หมวดที่ 9 อุปกรณ์ระบบสระว่ายน้ำ (Swimming Pool Equipment)

1. รายละเอียดทั่วไป ..... 1 / 3
2. ถังกรอง (Filter Tank) ..... 1 / 3
3. เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน(CentrifugalPump) ..... 1 / 3
4. ท่อน้ำและข้อต่อ(Pipes and Fittings) ..... 2 / 3
5. วาล์ว (Valves) ..... 2 / 3
6. อุปกรณ์ประกอบสระว่ายน้ำ (Swimming Pool Accessories) ..... 2 / 3
7. แผงสวิทช์ไฟฟ้า (Control Panel) ..... 3 / 3

หมวดที่ 10 วาล์วระบบสุขาภิบาล (Valves and Accessories)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 5
2. Gate Valve ..... 1 / 5
3. Swing-Check Valves (Spring Loaded) ..... 2 / 5
4. Silent-Check or Duo Disk Valve (Spring Closed Type) ..... 2 / 5
5. Butterfly Valve ..... 2 / 5
6. Ball Valves ..... 3 / 5
7. Float Valves ..... 3 / 5
8. Pressure Reducing Valve ..... 4 / 5
9. Pressure Relief Valve ..... 4 / 5
10. Pump Control Valve ..... 4 / 5
11. Foot Valve ..... 5 / 5

หมวดที่ 11 วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่าง ๆ (Pipes and Fittings Material)

1. ท่อน้ำประปา ท่อน้ำอ่อน และท่อน้ำระบบ นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ..... 1 / 5
(Cold Water Soft Water And Reused Water Pipes)
2. ท่อน้ำโสโครก และท่อน้ำทิ้ง (Soil, Waste Pipe) ..... 2 / 5
3. ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัว (Kitchen Waste Pipe) ..... 2 / 5
4. ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe) ..... 3 / 5
5. ท่อระบายน้ำทิ้งจากห้องเครื่องปรับอากาศ (Air Handling Unit Room) ..... 3 / 5
6. ท่อประปาและท่อดับเพลิงที่เดินในถังน้ำ ..... 4 / 5

7. ท่อระบายน้ำฝน (Rain Water Pipes) ..... 4 / 5
8. ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องสูบระบายน้ำ (Drainage Pumps) ..... 4 / 5
9. ท่อระบายน้ำรอบอาคาร (Drainage Pipes) ..... 4 / 5
10. ระบบท่อน้ำสำหรับระบบรดน้ำต้นไม้ (Irrigation Pipes) ..... 4 / 5

หมวดที่ 12 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล (Piping Accessories)

1. ความต้องการโดยทั่วไป ..... 1 / 8
2. Flexible Pipe Connection (ข้อต่ออ่อน) ..... 1 / 8
3. Expansion Joints (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว) ..... 2 / 8
4. Strainers (อุปกรณ์ดักผง) ..... 2 / 8
5. Automatic Air Vent (อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ) ..... 3 / 8
6. Thermometers (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ) ..... 3 / 8
7. Pressure Gauges (อุปกรณ์วัดความดัน) ..... 4 / 8
8. Flow Measuring Equipment (อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ) ..... 4 / 8
9. Water Meter (มาตรวัดน้ำ) ..... 5 / 8
10. Water Hammer Arrestors (อุปกรณ์ป้องกันการกระแทกของน้ำ) ..... 5 / 8
11. Floor Drain (ช่องระบายน้ำจากพื้น) ..... 6 / 8
12. Roof Drain (ช่องระบายน้ำฝน) ..... 6 / 8
13. Floor Cleanout (ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ) ..... 6 / 8
14. Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ) ..... 7 / 8
15. Bolts, Nuts and Washers (สกรู น็อต และแหวน) ..... 7 / 8
16. สายอ่อนชำระ ..... 7 / 8
17. สายอ่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ ..... 7 / 8
18. Stop Valve ..... 8 / 8

หมวดที่ 13 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง (Piping Installation)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 18
2. การต่อท่อร่วมระหว่างระบบ (Cross Connection and Interconnections) ..... 1 / 18
3. ลักษณะการเดินท่อ (Appearance) ..... 2 / 18
4. ฝีมือการ (Workmanship) ..... 2 / 18
5. การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (Location of Device) ..... 3 / 18

6. การเก็บรักษาท่อน้ำ (Storage and Cleaning) ..... 3 / 18
7. การต่อท่อเข้าอุปกรณ์ (Connections To Equipment) ..... 4 / 18
8. การขยายตัวและการหดตัวของท่อน้ำ (Expansion and Contraction) ..... 4 / 18
9. การทรุดตัวของท่อน้ำ (Differential Settlement) ..... 4 / 18
10. ปลอกท่อลอด แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Sleeves and Escutcheons) ..... 4 / 18
11. การต่อท่อน้ำ (Pipe Joints) ..... 6 / 18
12. ที่แขวนและที่รองรับท่อ (Steel Hangers and Supports) ..... 7 / 18
13. แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน (Floor, Wall and Ceiling Plate) ..... 11 / 18
14. การสกัดเจาะและการซ่อมแซม (Cutting and Repairing) ..... 11 / 18
15. ระดับท่อน้ำ (Invert Elevation) ..... 11 / 18
16. การต่อท่อน้ำออกนอกอาคาร (Termination of Water and Drainage Piping) ..... 11 / 18
17. ท่อใต้ดิน (Underground Pipes) ..... 11 / 18
18. แผ่นปิดกันรั่ว (Flashing) ..... 12 / 18
19. วาล์วน้ำ (Valve) ..... 12 / 18
20. ที่ดักผง (Trap) ..... 14 / 18
21. ช่องทำความสะอาดท่อ (Pipe and Floor Cleanout) ..... 14 / 18
22. ช่องระบายน้ำ (Drain) ..... 15 / 18
23. บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ..... 15 / 18
24. การติดตั้งท่อโสโครกและท่อระบาย (Soil, Waste and Drain Piping) ..... 16 / 18
25. การติดตั้งท่อระบายอากาศ (Vent Line) ..... 17 / 18
26. การติดตั้งท่อน้ำประปา (Water Pipe) ..... 17 / 18

หมวดที่ 14 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 5
2. มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง ..... 1 / 5
3. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส ..... 2 / 5
4. การต่อลงดิน ..... 2 / 5
5. การเดินสายไฟฟ้า ..... 4 / 5
6. แผงควบคุม ..... 5 / 5
7. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ..... 5 / 5

หมวดที่ 15 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Electrical Cable)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 2
2. ชนิดของสายไฟฟ้า ..... 1 / 2
3. การติดตั้ง ..... 1 / 2
4. การทดสอบ ..... 2 / 2

หมวดที่ 16 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 4
2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า ..... 1 / 4
3. รางเคเบิล (Cable Tray) ..... 2 / 4
4. รางเดินสาย (Wireway) ..... 2 / 4
5. กล่องต่อสาย ..... 3 / 4
6. การติดตั้ง ..... 3 / 4
7. การทดสอบ ..... 4 / 4

หมวดที่ 17 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Center)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 7
2. พิกัดของแผงสวิทช์ ..... 1 / 7
3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบตั้งพื้น ..... 1 / 7
4. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง ..... 3 / 7
5. Circuit Breaker ..... 3 / 7
6. Motor Starter ..... 4 / 7
7. มอเตอร์ ..... 5 / 7
8. เครื่องวัดและอุปกรณ์ ..... 5 / 7
9. Busbar และฉนวดยึด ..... 5 / 7
10. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์ ..... 6 / 7
11. Mimic Bus และ Nameplate ..... 6 / 7
12. Remote and Local Control Panel ..... 7 / 7
13. การติดตั้ง ..... 7 / 7
14. การทดสอบ ..... 7 / 7

หมวดที่ 18 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 1
2. คุณสมบัติของวัสดุ ..... 1 / 1
3. การติดตั้ง ..... 1 / 1

หมวดที่ 19 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี (Painting and Colour Code)

1. ความต้องการทั่วไป ..... 1 / 5
2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี ..... 1 / 5
3. การทาหรือพ่นสี ..... 2 / 5
4. รหัสสีและสีสัญลักษณ์ ..... 4 / 5

หมวดที่ 20 ข้อกำหนดภายหลังการติดตั้ง (Test and Sterilizations)

1. การทาสีและรหัสป้ายชื่อ ..... 1 / 4
2. การทดสอบ ตรวจสอบ และทำความสะอาด ..... 2 / 4

หมวดที่ 21 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. วัตถุประสงค์ ..... 1 / 18
2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน ..... 1 / 18

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบสุขาภิบาล ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง

1.2 ระบบสุขาภิบาลประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้.-

ก. ระบบประปา
ข. ระบบท่อโสโครก, น้ำเสียและท่ออากาศ
ค. ระบบระบายน้ำฝนในอาคาร
ง. ระบบรวบรวมน้ำเสีย
จ. ระบบไฟฟ้าสำหรับงานสุขาภิบาล
ฉ. ระบบระบายน้ำภายนอกอาคาร และบริเวณปลูกต้นไม้

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุอุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและราย ละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
ข. American National Standard Institute (ANSI)
ค. American Society of Plumbing Engineers (ASPE)
ง. American Society of Testing Materials (ASTM)
จ. American Water Works Association (AWWA)
ฉ. Bangkok Metropolitan Authority (BMA)
ช. British Standard (BS)
ซ. The Engineering Institute of Thailand (EIT)
ฌ. Factory Mutual (FM)
ญ. National Fire Protection Association (NFPA)
ฎ. Metropolitan Waterworks Authority (MWA)
ฏ. Underwriters' Laboratory Inc. (UL)

3. <u>สถาบันตรวจสอบ</u>

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ง. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
จ. การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้านครหลวง
ฉ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

หมวดที่ 2 เครื่องสูบน้ำ (Water Supply Pump)

1. รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำจะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Centrifugal, Vertical or Horizontal Mounted ใบพัดเป็นแบบ Single or Multi Stage, ขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท โดยผ่านอุปกรณ์ Direct Flexible Coupling ติดตั้งอยู่บนโครงฐานเหล็กชิ้นเดียวกัน

1.2 เครื่องสูบน้ำจะต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีชื่อเสียง และมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นที่เชื่อถือได้

1.3 ในการเสนอขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องแนบ Performance Curve ต้นฉบับ (Original Catalogue) ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธภาพสูงและมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนไปได้มากที่สุด

1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์

1.5 การเลือกมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non Overloading Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำ มอเตอร์ที่เลือกใช้ต้องมี Service Factor ไม่น้อยกว่า 1.15 มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด TEFC (IP54) Insulation Class F

1.6 ให้ติดตั้ง Flexible Connection ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดกลับใกล้ตัวเครื่องสูบน้ำมากที่สุดในลักษณะที่ป้องกันการสั่นสะเทือนจากเครื่องสูบน้ำส่งผ่านไปที่ท่อน้ำของระบบ

1.7 ที่ท่อด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุด ต้องติดตั้งวาล์วควบคุมการปิด-เปิดให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องสูบน้ำ Gate Valve หรือ Butterfly Valve ตามแสดงในแบบ

1.8 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ที่สุด ท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี รายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ

1.9 สเทรนเนอร์ (Strainer) ที่ท่อด้านดูดให้ติดตั้งวาล์วระบายน้ำทิ้งขนาดไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ไว้ที่ฝาปิดไส้กรอง และมีท่อเหล็กอาบสังกะสียาว 10 เซ็นติเมตร (4 นิ้ว) ต่อออกมาจากวาล์วพร้อมทั้งมี Cap ปิดที่ปลาย

1.10 ที่ท่อด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุดต้องติดตั้งวาล์วควบคุม (Pump Control Valve) เพื่อลดปัญหา Water Hammer ที่จะเกิดขึ้นในระบบจากการ Start-Stop เครื่องสูบน้ำ ตามแสดงในแบบรายละเอียด

1.11 ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคงติดกับแท่นแบบ Inertia Block ที่เป็นคอนกรีตเสริมแรงมีโครงสร้างเป็นเหล็ก Vibration Isolator ใต้แท่นเป็นแบบสปริงมีค่าการยุบตัว (Static Deflection) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และสปริงแต่ละชุดต้องรับน้ำหนักไม่เกินน้ำหนักสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดให้ใช้

2. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ (Structure Of Pump)

2.1 Casing

ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) ออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 1,550 กิโลปาสคาล (225 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน Hydrostatic Test ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure)

ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flange Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับ และ ทางด้านส่ง และทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

2.2 Casing Ring

Casing Ring ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย Bronze สามารถถอดเปลี่ยนได้โดย สะดวก

2.3 Impeller

ใบพัด (Impeller) จะต้องเป็นแบบ Enclosed Type ทำด้วย Bronze หรือ Stainless Steel หล่อเป็นชิ้นเดียว ได้รับการปรับ สมดุลย์ทั้งทางด้าน Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิตใบพัด จะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัด หมุนกลับทาง

2.4 Shaft

เพลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบให้มี Safety Factor สูง, ค่า Shaft Deflection ที่ Stuffing Box ไม่ให้เกิน 0.05 มิลลิเมตร

2.5 Bearing

Bearing ต้องเป็นชนิด Heavy Duty Ball Bearing แบบ Grease Lubricate ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life)

2.6 Seal

Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้ใช้ตามมาตรฐานผู้ผลิตที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast-Iron Bronze Fitted

2.7 Coupling

Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ Flexible Coupling ชนิด Urethane หรือ Steel Pin & Bushing มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่าย

2.8 Base Plate

เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์และ Coupling จะต้องประกอบติดตั้งมาบนฐานเหล็กอันเดียวกัน พร้อมทั้งยึดให้แน่นหนาและได้รับการปรับแนวศูนย์กลาง (Alignment) อย่างแน่นอนมาจากโรงงานของผู้ผลิต

2.9 Miscellaneous Fitting

จุดสูงสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องติดติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Shut-Off Valve ไว้สำหรับไล่อากาศออกจากเครื่องสูบน้ำ รายละเอียดของ Automatic Air Vent ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเรื่อง "อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล (Piping Accessories)"
จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง Drain Valve ข้อต่อทางด้านน้ำเข้าและทางด้านน้ำส่งจะต้องติดตั้งเกจ์วัดความดัน
ที่กระเปาะน้ำหยด (Drip Pocket) ของเครื่องสูบน้ำจะต้องต่อออกไปทิ้งยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain or Funnel Drain) หรือรางระบายน้ำทิ้ง

2.10 Anti Vibration

เครื่องสูบน้ำทุกชุดจะต้องติดตั้งบนอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน ซึ่งเลือกและติดตั้งตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต เพื่อมิให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือนรบกวนโครงสร้างข้างเคียง

3. **มอเตอร์ไฟฟ้า** (Electric Motor)

3.1 มอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ Squirrel Cage Induction Motor ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Open Driff Proof)

3.2 มอเตอร์ต้องหมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที หรือความเร็วรอบที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

3.3 มอเตอร์ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท (IP 54) Insulation Class F

3.4 ขนาดของมอเตอร์ต้องไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด

3.5 Bearing ของมอเตอร์ต้องเป็นแบบ Anti-Friction ชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing และ Seal ต้องเป็นชนิดแนบสนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้น

3.6 กล่องขั้วสายของมอเตอร์ (Motor Terminal Box) จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ โดยท่อร้อยสายไฟก่อนเข้ากล่องขั้วสายจะต้องเป็น Flexible Conduit ชนิดกันน้ำด้วย

4. **การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ** (Pump Installation)

4.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

4.2 จัดเตรียมบริเวณรอบ ๆ เครื่องสูบน้ำให้มีพื้นที่พอเหมาะและสะดวกในการที่จะเข้าไปทำการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำได้ ซึ่งไม่น้อยกว่าระยะต่ำสุดที่โรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำได้กำหนดไว้

4.3 ให้แน่ใจว่าได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของ ๆ เหลวนั้นโดยไม่เกิดน้ำหมุนวน (Cavitation) และการสะสมของฟองอากาศ (Vapor Binding) ที่เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำงานเกินพิกัด (Non-Overloading) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียวหรือเดินเครื่องสูบน้ำหลาย ๆ ชุดขนานกัน

4.4 ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ข้อลด (Reducer) เป็นตัวช่วยลดในการติดตั้งและเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ ให้ยึด Support ใต้ข้องอทั้งทางด้านส่งและด้านกลับของเครื่องสูบน้ำติดกับฐานข้างเครื่องสูบน้ำ สำหรับท่อน้ำมีขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า

4.5 ให้ติดตั้ง Line Sized Shut-Off Valve และ Strainer ที่มีขนาดเท่ากับท่อน้ำเข้าทางด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำและติดตั้ง Line-Sized Soft-Seat Check Valve ทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ

4.6 ให้ติดตั้งข้อต่ออ่อน (Flexible Connections) ที่ท่อน้ำด้านส่งและท่อน้ำด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำ

4.7 ให้ติดตั้งอุปกรณ์ไล่อากาศ (Automatic Air Vent) ที่ด้านบนสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและติดตั้งท่อน้ำ และวาล์วที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้ง (Drain Connection)

4.8 ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากรางของฐานแท่นเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain or Gutter)

4.9 อัดจาระบี หรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up)

4.10 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำให้ยึดเครื่องสูบน้ำให้แน่นหนากับฐาน Inertia Base พร้อมทั้งตั้งระดับให้แน่นอนแล้วยกขึ้นตั้งบน Spring Isolator ซึ่งวางยึดติดอยู่กับฐานคอนกรีต (Concrete Foundation)

4.11 ในการตรวจสอบ (Check) ตั้งแนวศูนย์กลาง (Alignment) และรับรอง (Certified) เครื่องสูบน้ำก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up) จะต้องทำโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ (Qualified Engineer)

หมวดที่ 3 เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pump Set)

1. รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันเป็นชนิด Package Constant Pressure Booster Pump เป็นชุดของเครื่องสูบน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่องประกอบเข้าชุดกัน มี Diaphragm Type Pressure Tank พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของชุดเครื่องสูบน้ำโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ชุดของเครื่องสูบน้ำสามารถจ่ายน้ำตามปริมาณความต้องการใช้น้ำในอาคาร และสามารถรักษาความดันของน้ำให้คงที่โดยอาศัย Pilot Operated Pressure Regulating Valve

1.2 เครื่องสูบน้ำทั้งชุดนี้ จะต้องผลิตและประกอบสำเร็จครบชุดมาจากผู้ผลิตหรือตัวแทนของผู้ผลิตและได้รับการทดสอบ พร้อมทั้งได้รับการรับรองการทำงานของชุดเครื่องสูบน้ำนี้จากผู้ผลิต

1.3 ชุดเครื่องสูบน้ำจะต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีชื่อเสียง และมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นที่เชื่อถือได้

1.4 ในการเสนอขออนุมัติผลิตภัณฑ์ชุดเครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างต้องแนบ Performance Curve ต้นฉบับ (Original Catalogue) ของชุดเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควรอยู่ในบริเวณกลางของ Curve ซึ่งเป็นจุดที่ชุดเครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูง และมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (Flow Rate) และความดันเปลี่ยนไปได้มากที่สุด

1.5 สมรรถนะของชุดเครื่องสูบน้ำ จะต้องสามารถสูบจ่ายน้ำให้ระบบได้ด้วยอัตราการไหลและแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (ซึ่งเป็นความดันหลังจากผ่าน Pressure Regulating Valve แล้ว)

1.6 การเลือกมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Non Overloading Perfor-mance Curve ของเครื่องสูบน้ำ มอเตอร์ที่เลือกใช้ต้องมี Service Factor ไม่น้อยกว่า 1.15 มอเตอร์ที่ใช้เป็น Induction Motor ชนิด TEFC (IP 54) Insulation Class F

1.7 ชุดเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคงติดกับแท่นเหล็กวางและยึดอยู่บน Inertia Block ที่เป็นคอนกรีตเสริมแรงมีโครงสร้างเป็นเหล็ก Vibration Isolator ใต้ Inertia Block เป็นแบบสปริง มีค่าการยุบตัว (Static Deflection) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และสปริงแต่ละชุดต้องรับน้ำหนักไม่เกินน้ำหนักสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดให้ใช้

2. ลักษณะของเครื่องสูบน้ำ (Type of Pump)

2.1 เครื่องสูบน้ำจะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Centrifugal Type, Vertical or Horizontal Mounted ตามที่ระบุในแบบ ใบพัดเป็นแบบ Single Stage or Multi Stage, ขับโดยตรง ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 โวลท์

3 เฟส 50 เฮิร์ท โดยผ่านอุปกรณ์ Direct Flexible Coupling หรือเป็นแบบ Closed Coupling ติดตั้งอยู่บนโครงฐานเหล็กชิ้นเดียวกัน

2.2 เครื่องสูบน้ำจะต้องหมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที หรือความเร็วรอบที่กำหนด ไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์ หรือควบคุมความเร็วรอบด้วยอุปกรณ์ Variable Speed Drive (VSD)

2.3 เครื่องสูบน้ำจะต้องออกแบบมา ให้สามารถถอด Impeller ออกจากตัวเครื่องสูบน้ำได้ โดยไม่จำเป็นต้องรื้อท่อน้ำออก (Back Pull-Out Pump)

3. วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ (Structure Of Pump)

3.1 Casing

ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) ออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 1,550 กิโลปาสคาล (225 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน Hydrostatic Test ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure)

ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flange Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับ และ ทางด้านส่งและทนแรงดันได้เช่นเดียวกันกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ พร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียวและอุดไว้ (Tapped and Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)

3.2 Casing Ring

Casing Ring ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานทำด้วย Bronze สามารถถอดเปลี่ยนได้โดย สะดวก

3.3 Impeller

ใบพัด (Impeller) จะต้องเป็นแบบ Enclosed Type ทำด้วย Bronze หล่อเป็นชิ้นเดียว หรือ Stainless Steel ได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทางด้าน Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิตใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง

3.4 Shaft

เพลา (Shaft) ทำด้วย Stainless Steel ออกแบบให้มี Safety Factor สูง, ค่า Shaft Deflection ที่ Stuffing Box ไม่ให้เกิน 0.05 มิลลิเมตร

3.5 Bearing

Bearing ต้องเป็นชนิด Heavy Duty Ball Bearing แบบ Grease Lubricate ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life)

3.6 Seal

Seal เป็นชนิด Mechanical Seal และ Seal ที่เลือกใช้ให้ใช้ตามมาตรฐานผู้ผลิตที่ใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ Cast-Iron Bronze Fitted

3.7 Coupling

Coupling ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำ ยกเว้นแบบ Closed Coupling ต้องเป็นแบบ Flexible Coupling ชนิด Urethane หรือ Steel Pin & Bushing มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่าย

3.8 Base Plate

เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์และ Coupling จะต้องประกอบติดตั้งมาบนฐานเหล็กอันเดียวกันพร้อมทั้งยึดให้แน่นหนาและได้รับการปรับแนวศูนย์กลาง (Alignment) อย่างแน่นอนมาจากโรงงานของผู้ผลิต

3.9 Miscellaneous Fitting

จุดสูงสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Shut-Off Valve ไว้สำหรับไล่อากาศออกจากเครื่องสูบน้ำ รายละเอียดของ Automatic Air Vent ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเรื่อง "อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล (Piping Accessories)"
จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง Drain Valve ข้อต่อทางด้านน้ำเข้าและทางด้านน้ำส่งจะต้องติดตั้งเกจ์วัดความดัน

ที่กระเปาะน้ำหยด (Drip Pocket) ของเครื่องสูบน้ำจะต้องต่อออกไปทิ้งยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain or Funnel Drain) หรือรางระบายน้ำทิ้ง

3.10 Anti Vibration

เครื่องสูบน้ำทุกชุดจะต้องติดตั้งบนอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน ซึ่งเลือกและติดตั้งตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต เพื่อมิให้เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือนรบกวนโครงสร้างข้างเคียง

4. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

4.1 มอเตอร์ขับเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ Squirrel Cage Induction Motor ชนิดปกปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally Enclosed Fan Cooled)

4.2 มอเตอร์ต้องหมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที หรือความเร็วรอบที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์ หรือควบคุมความเร็วรอบด้วยอุปกรณ์ Vaviable Speed Drive (VSD)

4.3 มอเตอร์ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท (IP 54) Insulation Class F

4.4 ขนาดของมอเตอร์ต้องไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด

4.5 Bearing ของมอเตอร์ต้องเป็นแบบ Anti-Friction ชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing และ Seal ต้องเป็นชนิดแนบสนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้น

4.6 กล่องขั้วสายของมอเตอร์ (Motor Terminal Box) จะต้องเป็นชนิดกันน้ำโดยท่อร้อยสายไฟก่อนเข้ากล่องขั้วสายจะต้องเป็น Flexible Conduit ชนิดกันน้ำด้วย

5. การประกอบชุดเครื่องสูบน้ำ (Factory Prefabrication)

5.1 ชุดเครื่องสูบน้ำจะต้องประกอบสำเร็จเรียบร้อยมาจากผู้ผลิตหรือตัวแทนของผู้ผลิต ซึ่งอยู่บนฐานโครงเหล็กชิ้นเดียวกันพร้อมต่อท่อน้ำต่าง ๆ ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเดินสายไฟอย่างครบถ้วน และทำการทดสอบการทำงานของชุดเครื่องสูบน้ำอย่างถูกต้องก่อนส่งออก

5.2 ชุดเครื่องสูบน้ำยังประกอบไปด้วย Isolation Valve ทั้งทางด้านดูดกลับและด้านน้ำส่งของเครื่องสูบน้ำแต่ ละชุด, Galvanized Steel Suction and Dicharge Pipe Manifolds, Copper Tubing with Shut-Off Cocks for Gauges and Pressure Switch ต้องประกอบและติดตั้งมาอย่างครบถ้วน

6. <u>การควบคุมแรงดันในระบบท่อน้ำ</u> (System Pressure Control)

ปริมาณน้ำและแรงดันทางด้านน้ำส่งของระบบท่อน้ำ จะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางอุปกรณ์และให้รักษาแรงดันน้ำคงที่ไว้ให้อยู่ในช่วง ± 5% โดยอุปกรณ์ Pilot Operated Diaphragm Type, Combination Pressure Regulating and Non-Slam Check Valve on Each Pump หรือให้ระบบคงที่โดยการควบคุมของ Pressure Reducing Valve Station Using a Small Pressure Regulating Valve for Low Flow Requirements and a Large Valve for Medium to Large Capacity

7. <u>อุปกรณ์ประกอบและตู้ควบคุม</u> (Instrumentation and Control Panel)

ชุดเครื่องสูบน้ำต้องมีอุปกรณ์ประกอบและอุปกรณ์ควบคุมดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำทุกชุด
ข. Gate Valves ที่ด้านดูดและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุด
ค. ข้อต่ออ่อน ที่ด้านดูดและด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุด
ง. อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือน (Anti Vibration Pads)
จ. Pressure Gauge ด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุด
ฉ. Pressure Gauge แสดงแรงดันของระบบ
ช. Pressure Switch
ซ. Over Temperature Protection
ฌ. Flow Sequence
ญ. Standby Pump Sequence and Alarm
ฎ. Lead-Lag Pump Selector Switch
ฏ. Pump Run Light
ฐ. Thru the Door Pump Disconnecting Switch
ฑ. External Overload Reset
ฒ. Control Power Light and Switch
ณ. Audible Alarm Horn
ด. Low Suction System Shut Down
ต. High Suction System Shut Down
ถ. Normally Open Control for Remote Alarm Signal
ท. Standby
ธ. Diaphragm Tank, Precharged Diaphragm Type Closed Pressure Tank

8. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (Pump Installation)

8.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

8.2 จัดเตรียมบริเวณรอบ ๆ เครื่องสูบน้ำให้มีพื้นที่พอเหมาะและสะดวกในการที่จะเข้าไปทำการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำได้ ซึ่งไม่น้อยกว่าระยะต่ำสุดที่โรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำได้กำหนดไว้

8.3 ให้แน่ใจว่าได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของ ๆ เหลวนั้นโดยไม่เกิดน้ำหมุนวน (Cavitation) และการสะสมของฟองอากาศ (Vapor Binding) ที่เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำงานเกินพิกัด (Non-Overloading) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียวหรือเดินเครื่องสูบน้ำหลาย ๆ ชุดขนานกัน

8.4 ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ข้อลด (Reducer) เป็นตัวช่วยลดในการติดตั้งและเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ ให้ยึด Support ใต้ข้องอทั้งทางด้านส่งและด้านกลับของเครื่องสูบน้ำติดกับฐานข้างเครื่องสูบน้ำ สำหรับท่อน้ำมีขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า

8.5 ให้ติดตั้ง Line Sized Shut-Off Valve และ Strainer ที่มีขนาดเท่ากับท่อน้ำเข้าทางด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำและติดตั้ง Line-Sized Soft-Seat Check Valve ทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ

8.6 ให้ติดตั้งข้อต่ออ่อน (Flexible Connections) ที่ท่อน้ำด้านส่งและท่อน้ำด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำ

8.7 ให้ติดตั้งอุปกรณ์ไล่อากาศ (Automatic Air Vent) ที่ด้านบนสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและติดตั้ง ท่อน้ำและวาล์วที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้ง (Drain Connection)

8.8 ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากรางของฐานแท่นเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain or Gutter)

8.9 อัดจาระบี หรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up)

8.10 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำให้ยึดเครื่องสูบน้ำให้แน่นหนากับฐาน Inertia Base พร้อมทั้งตั้งระดับให้แน่นอนแล้วยกขึ้นตั้งบน Spring Isolator ซึ่งวางยึดติดอยู่กับฐานคอนกรีต (Concrete Foundation)

8.11 ในการตรวจสอบ (Check) ตั้งแนวศูนย์กลาง (Alignment) และรับรอง (Certified) เครื่องสูบน้ำก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up) จะต้องทำโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ (Qualified Engineer)

หมวดที่ 4 เครื่องสูบน้ำเสีย (Waste Water Submersible Pump)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 เครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำที่มีลักษณะเป็นน้ำดิบ (Raw Water) ที่มีตะกอนแขวนลอย ซึ่งเป็นน้ำเสียจากห้องน้ำและครัวได้โดยไม่มีการอุดตัน หากจำเป็นต้องใช้ Screen ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งด้วย

1.2 เครื่องสูบน้ำ จะต้องสามารถติดตั้งและถอดออกได้ทั้งชุดจากสถานที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำโดย ไม่จำเป็นต้องสูบน้ำให้แห้งหรือใช้กำลังคนลงไปก้นบ่อที่ติดตั้ง

1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้, จำนวน, สมรรถนะ, ความเร็วรอบ, การต่อเพลา, ชนิดของมอเตอร์ขับ, ฯลฯ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทั่วไปหรือที่กำหนดในแบบ

1.4 เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์แต่ละชุดจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ท่อส่งน้ำออก (Pump Discharge Piping)
(2) ตัวเครื่องสูบน้ำ (Pump Unit)
(3) Guide-Rail Fitting
(4) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ (Control Panels)

1.5 ท่อส่งน้ำออก (Pump Discharge Piping) จะต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบในส่วนที่ไม่ได้แสดงในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้เหมาะสมกับสถานที่และลักษณะการใช้งานและจะต้องยึดท่อให้แน่นหนาตาม มาตรฐานทั่วไปด้วย

ผู้รับจ้าง จะต้องส่งแบบรายละเอียดที่เกี่ยวกับการติดตั้งท่อส่งน้ำออกให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นชอบก่อน

1.6 ตัวเครื่องสูบน้ำ จะต้องแยกเป็นส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องสูบน้ำ (Pump Section) และส่วนที่เป็นตัวขับ (Submersible Driving Unit) แต่ละส่วนจะต้องมีส่วนประกอบดังนี้

(1) ส่วนที่เป็นตัวเครื่องสูบน้ำประกอบด้วยใบพัด (Impeller) ทำด้วย Cast-Iron หรือวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานตามสภาพดังกล่าวข้างต้น ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ (Pump Casing), Suction Cover, Mechanical Seal และตัวยึดระหว่าง Pump Section กับ Driving Unit

(2) ส่วนที่เป็นตัวขับ (Driving Unit) จะต้องเป็นแบบ Submersible Driving Unit มีขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป ส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ จะต้องประกอบด้วย

- Hermatically Seal Motor Terminal Connection Chamber

- Class F Insulated Motor สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงถึง 155° C (155° Total Temperature)
- Oil Chamber will Mechanical Face Seals on Each Side
- Mechanical Seal Unit เป็นชนิดทำด้วย Tungsten Car-Bide/Carbon

1.7 มอเตอร์ต้องเป็นแบบ Squirrel Cage Type มีความเร็วรอบและระบบไฟฟ้าที่ใช้ตามที่กำหนด ขนาดของมอเตอร์จะต้องไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด ภายในมอเตอร์จะต้องมี Monitoring Equipment ที่จะทำหน้าที่ป้องกันการชำรุด เช่น Thermo-Element หรือ Thermal Switch ป้องกันไม่ให้มอเตอร์ทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด, Di-Electrode Probe ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ไม่ทำงานเมื่อมีน้ำรั่วซึมเข้ามาในมอเตอร์เป็นต้น

1.8 การเลือกขนาดของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้ใหญ่พอที่จะไม่ Over-Load ตลอดช่วงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตาม Curve ใน Performance Curve ขนาดของมอเตอร์ที่ระบบเป็นแนวทางขั้นต้นเท่านั้น และหลังจากพิจารณา Performance Curve แล้ว วิศวกรจะเป็นผู้ตัดสินว่าขนาดของมอเตอร์ควรจะเป็นขนาดเท่าใด

1.9 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบติดตั้งอุปกรณ์แผงสวิทช์ สตาร์ทเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ระบบสายไฟและอุปกรณ์ การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไปตามที่ต้องการรายละเอียดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดในหมวดของระบบไฟฟ้า

1.10 การต่อสายไฟฟ้าระหว่าง Pump Cable และมอเตอร์จะต้องต่อใน Hermatically Sealed Junction Box ซึ่งแยกต่างหากจากมอเตอร์, Pump Cable ที่จะใช้ต้องเป็นแบบ Water-Tight ในช่วงที่ต่อเข้ากับตัวมอเตอร์จะต้องมี Cable Grand, Cable Cap และ Strain Relief

1.11 เครื่องสูบน้ำอาจเป็นชนิดที่ขับโดยตรงหรือขับผ่านเกียร์ ถ้าเป็นชนิดที่ขับโดยตรงไม่มีเกียร์จะต้องมี Mechanical Face Seals และ Oil Chamber 2 ชุด แต่ถ้าเป็นชนิดขับผ่านเกียร์จะต้องมี Mechanical Face Seals 3 ชุด, Seal Ring จะต้องเป็นชนิด Tungsten Carbide/Carbon หรือ Tungsten Carbide/ Tungsten Carbide

1.12 Material ที่ใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำควรมีมาตรฐานดังนี้

-	Cast Part	Cast-Iron
-	Shaft	Carbon Steel Or Stainless Steel
-	Impeller	Bronze Astm C-95-500 or Stainless Steel or Cast-Iron Casting
-	Guide-Rail Fittings	Galvanized Sted
-	O-Ring,	Perbunan or Nitrile Rubber
-	Chain, Studs, Nuts, Screws	Stainless Steel

-	Mechanical Shaft Seal	Lower-Tungsten Carbide/Tungsten Carbide
		Upper-Carbon/Tungsten Carbide
-	Surface Treatment	Primer : Epoxy
		Finish : Chlorinated Rubber Paint

2. <u>การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ และ Discharge Piping</u>

2.1 ผู้รับจ้าง จะต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำเสียให้เสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาการและคำแนะนำของผู้ผลิตจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตามจุดประสงค์ และจะต้องสามารถสูบน้ำได้ปริมาณตามที่กำหนด

2.2 ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing แสดงการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

2.3 แบบรายละเอียดที่แนบข้อกำหนดนี้เป็นเพียงแนวทางที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้รับจ้างใช้เป็นแนวทางในการจัดทำรายละเอียดในการติดตั้งจริง

หมวดที่ 5 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water Treatment)

1. อุปกรณ์ทำน้ำอ่อน (Water Softener)

ประกอบด้วยถังเหล็กทรงกระบอกตั้งบรรจุด้วยสารกรอง (Cation Resin) ที่มีคุณสมบัติในการจับประจุของแคลเซี่ยมและแมกนีเซียมที่มากับน้ำซึ่งทำให้เกิดความกระด้าง (Hardness) โดยที่น้ำจะเข้าสู่ถังกรองทางด้านบนผ่านสารกรองลงสู่ด้านล่างที่มีระบบเก็บน้ำติดตั้งอยู่โดยมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1.1	จำนวนถังในแต่ละชุด	ตามที่ระบุในแบบ หรือตารางอุปกรณ์ (List of Equipment
1.2	ความสามารถในการกรอง	ตามที่ระบุในแบบ หรือตารางอุปกรณ์ (List of Equipment
1.3	ลักษณะถัง	เป็นทรงกระบอกตั้ง มีความสูงตรงของถังไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความสูงของชั้นสารกรอง
1.4	วัสดุทำถัง	Carbon Steel ออกแบบตาม ASME Code Section VIII Division 1 เกี่ยวกับ Pressure Vessel
1.5	Design Pressure	690 กิโลปาสคาล (100 ปอนด์/ตารางนิ้ว)
1.6	การป้องกันการกัดกร่อนภายนอก-ภายใน	ก่อนการทาสีผิวเหล็กจะต้องทำความสะอาด โดยการพ่นทรายจนถึง SA 2 1/2 จากนั้นทาสี Primer 1 ชั้น และจะต้องทาสีระบบ Epoxy หรือ Urethane ทับอีก 3 ชั้น ตามความเหมาะสม โดยชนิดของสีแต่ละชั้นให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีที่จะใช้ความหนารวมของสีภายในทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่า 400 ไมครอน (Total Dry Film Thickness)
1.7	น้ำดิบเข้าเครื่อง	น้ำประปามีความกระด้างประมาณ 150 มิลลิกรัม/ลิตร
1.8	ความเร็วของการกรองผ่านถัง (Linear Velocity)	20-30 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/ชั่วโมง
1.9	สารกรอง (Resin)	Cation Exchange Resin ชนิดล้างกลับด้วยน้ำเกลือมี Exchange Capacity ไม่น้อยกว่า 1,059,434 เกรนต่อลูกบาศก์เมตร ที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือ 241 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ให้ส่งรายการคำนวณการเลือกปริมาณสารกรองมาให้พิจารณาประกอบ)
1.10	Regeneration Cycle	ประมาณ 12 ชั่วโมง ที่การใช้งานตลอดเวลาหรือตามคุณภาพของน้ำอ่อน

1.11 อุปกรณ์ควบคุมการล้างกลับ

- Automatic โดยใช้ Reset Water Meter สำหรับวัดปริมาณน้ำที่ผ่านถังกรองแต่ละชุด เมื่อถึงปริมาณที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณให้ควบคุมมการล้างย้อน พร้อมทั้งสลับการทำงานของถังทำน้ำอ่อนด้วย
- Semi-Automatic โดยใช้ Reset Water Meter สำหรับวัดปริมาณน้ำที่ผ่านถังกรองแต่ละชุด เมื่อถึงปริมาณที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณ Alarm ให้ผู้ควบคุมมาทำการสั่งขบวนการล้าง

1.12 อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ขาตั้งเหล็ก, ระบบกระจายน้ำเข้า, ระบบปรับน้ำ, ระบบควบคุมการล้างและ Regeneration, Diaphragm Control Valve (Pneumatic หรือ Hydraulic) with Stager Control or Electronic Control or Multiport Single Lever Control Valve, Brine Ejector, Sampling Cock, Sight Glass, Pressure Gauge Manhole, มาตรวัดน้ำของถังกรองทุกชุด ถังน้ำเกลือรวมทั้ง Mixer และท่อ Bypass พร้อมวาล์ว, ชุดอุปกรณ์ทดสอบหาความกระด้าง

1.13 ถังน้ำเกลือ เป็นถังไฟเบอร์กลาส หรือโพลีเอธทีลีน มีปริมาตรตามที่ระบุในแบบ มีฝาปิด-เปิดสำหรับให้ใส่เม็ดเกลือเข้าไปในถังได้โดยง่าย โดยไม่ต้องเปิดฝาทั้งหมด ถังน้ำเกลือจะต้องมีขีดบอกระดับน้ำและมีสัญญาณเตือนในกรณีน้ำเกลือหมดถังไปที่ตู้ควบคุมของอาคาร ท่อและวาล์วที่ใช้สำหรับถังน้ำเกลือ จะต้องทำจากวัสดุที่สามารถทนการกัดกร่อนของน้ำเกลือเข้มข้นได้เป็นอย่างดี

2. <u>Pre-Screen Filter</u>

ประกอบด้วย

- ชนิด : Automatic screen filter
- วัสดุ : Carbon Steel / Stainless Steel 316
- อัตราการกรอง : ตามที่ระบุในแบบ
- ขนาดรูกรอง : ไม่เกิน 100 ไมครอน
- ความดันขาเข้าอย่างน้อย : 2 Bar
- ความดันขาเข้าอย่างมาก : 10 Bar

- อุปกรณ์อื่นๆ : Inlet - Outlet Pressure gauge
  : Inlet - Outlet Valve

2.1 <u>การติดตั้ง</u>

เครื่องกรองเบื้องต้น (Pre-Screen) ต้องติดตั้งบนแท่นเครื่องคอนกรีต ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้รับเหมา การติดตั้งต้องเป็นไปตามแบบและตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาการและคำแนะนำของผู้ผลิตจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตามจุดประสงค์ และจะต้องสามารถสูบน้ำได้ปริมาณตามที่กำหนด

(2) ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing แสดงการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

3. <u>อัลตราฟิลเตรชั่น</u> (Ultrafiltration System)

ประกอบด้วยเมมเบรน ประเภท ไฟเบอร์กลวง (Hollow fiber) มีขนาดรูกรอง (Pore Size) 0.01-0.1 ไมครอน เป็นประเภทอัลตราฟิวเตรชั่น เยื่อเมมเบรนต้องทำด้วย PES, PS และ PVDF เส้นใยเมมเบรนต้องบรรจุภายในกระบอกโมดุล (Module) ที่ทำจากวัสดุ PVC, UPVC หรือ ABS เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้การรับรองมาตรฐานสากล NSF

การใช้งานของระบบ Ultrafiltration สามารถออกแบบเป็น Dead-End หรือ Cross Flow และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ การล้างกลับเมมเบรน, CEB (แบบอัตโนมัติ) และมีระบบการทดสอบการรั่วของเมมเบรนได้ (Integrity Test)

จะต้องมีลักษณะอุปกรณ์, ระบบควบคุมการทำงานและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดค่าต่างๆ ดังนี้

- Membrane Element : ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- อัตราการกรอง : ตามที่ระบุในแบบ
- มาตราวัดอัตราการไหล : แบบตัวเลขดิจิตอล น้ำไหลเข้า (Feed Water) ระบบเมมเบรน จำนวน 1 ชุด น้ำไหลของน้ำล้างกลับ (Backwash) เมมเบรน จำนวน 1 ชุด

- Pressure Transmitter : จำนวน 2 ชุด ที่ตำแหน่ง Feed Water Header และ Permeate Header
- เกจวัดแรงดันน้ำ : จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด ติดตั้งคือ ตำแหน่งทางน้ำเข้าของ Feed Water, Permeate Water และที่เครื่องสูบน้ำล้างกลับ
- Butterfly Valve with Pneumatic Actuator : สำหรับการควบคุมการทำการกรองและล้างกลับให้เป็นอัตโนมัติ มีจำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชุดที่ตำแหน่งดังต่อไปนี้
  - 1 ชุด สำหรับ Feed Water Top
  - 1 ชุด สำหรับ Feed Water Bottom
  - 1 ชุด สำหรับท่อ Permeate Feed Water Top
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Inlet
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Top Outlet
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Bottom Outlet
- ชุดกรองแบบ Disc Filter : ขนาดช่องเปิดไม่เกิน 100 ไมครอน ชนิดล้างทำความสะอาดด้วยมือ (Manual) สำหรับกรองน้ำดิบก่อนเข้าระบบเมมเบรน
- ระบบควบคุมเป็นแบบอัตโนมัติ (PLC Auto/Semi-Auto Program) : พร้อมระบบ HMI (Touch Screen) สำหรับปรับตั้งค่าและการกรองน้ำ (Filtration) การล้างกลับ (Hydraulic Cleaning) และ CEB (Chemical Enhanced Back Wash) ได้อย่างสะดวก
- อุปกรณ์อื่นๆ : ตามที่ระบุในแบบและเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานสากล เช่น TUV, CE และเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศ สหรัฐอเมริกา หรือญี่ปุ่น หรือยุโรปเท่านั้น

3.1 <u>การติดตั้ง</u>

ชุดอัลตราฟิลเตรชั่น ต้องติดตั้งบนแท่นเครื่องคอนกรีต ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้รับเหมา การติดตั้งต้องเป็นไปตามแบบและตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาการและคำแนะนำของผู้ผลิตจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตามจุดประสงค์ และจะต้องสามารถสูบน้ำได้ปริมาณตามที่กำหนด

(2) ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing แสดงการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

4. ถังกรองหลายชั้น (Multimedia Sand Filter)

4.1 รายละเอียดทั่วไป

ถังกรองแบบ MULTI-MEDIA FILTER ใช้สำหรับ Pre-treatment น้ำประปา พร้อมระบบล้างย้อนอัตโนมัติ ระบบกรอง ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์, ท่อ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบ และใน รายการประกอบแบบ อย่างครบถ้วน

4.2 รายละเอียด

ถังกรองต้องมีลักษณะดังนี้

- ลักษณะถัง : เป็นทรงกระบอกตั้ง ภายในประกอบด้วยทรายและกรวด (Filter Media)
- จำนวนถัง : ตามที่ระบุในแบบ
- ความสามารถในการกรอง : ตามที่ระบุในแบบ
- ระบบการทำงาน : ทำงานโดยอัตโนมัติโดย Hydraulic diaphragm Valve แบะ Stager control
- อุปกรณ์ควบคุมการล้างกลับ : Semi-Automatic โดยใช้ Reset Water Meter สำหรับวัดปริมาณน้ำที่ผ่านถังกรองแต่ละชุด เมื่อถึงปริมาณที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณ Alarm ให้ผู้ควบคุมมาทำการสั่งขบวนการล้าง
- ระบบไฟฟ้า : 380 V/3 ∅/50 Hz.
- วัสดุถัง : Carbon steel ตามมาตรฐาน ASME section VIII, Division 1, ความหนาของถังต้องเพิ่ม Corrosion Allowance (สำหรับ resurfacing) อีก 1.0 มิลลิเมตร แต่ความหนารวมต้องไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร
- Design Pressure : 690 กิโลปาสคาล (100 ปอนด์/ตารางนิ้ว)

- การป้องกันการกัดกร่อนภายนอก-ภายใน : ก่อนการทาสีผิวเหล็กจะต้องทำความสะอาด โดยการพ่นทรายจนถึง SA 2 1/2 จากนั้นทาสี Primer 1 ชั้น และจะต้องทาสีระบบ Epoxy หรือ Urethane ทับอีก 3 ชั้น ตามความเหมาะสม โดยชนิดของสีแต่ละชั้นให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีที่จะใช้ความหนารวมของสีภายในทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่า 400 ไมครอน (Total Dry Film Thickness)
- อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ : ขาตั้งเหล็ก, ระบบกระจายน้ำเข้า, ระบบปรับน้ำ, ระบบควบคุมการล้าง และ Regeneration, Diaphragm Control Valve (Pneumatic หรือ Hydraulic) with Stager Control or Electronic Control or Multiport Single Lever Control Valve, Brine Ejector, Sampling Cock, Sight Glass, Pressure Gauge Manhole, มาตรวัดน้ำของถังกรองทุกชุด

4.3 <u>การติดตั้ง</u>

ถังกรองต้องติดตั้งบนแท่นเครื่องคอนกรีต ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้รับเหมา การติดตั้งต้องเป็นไปตามแบบและตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งถังกรองให้เสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาการและคำแนะนำของผู้ผลิตจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตามจุดประสงค์ และจะต้องสามารถสูบน้ำได้ปริมาณตามที่กำหนด

(2) ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบ Shop Drawing แสดงการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

5. <u>ถังกรองถ่าน</u> (Activated Carbon Filter)

ประกอบด้วยถังไฟเบอร์กลาสทรงกระบอกตั้งบรรจุด้วยสารกรอง (Activated Carbon) ซึ่งใช้สำหรับขจัดกลิ่นและรสของน้ำที่ใช้ดื่ม โดยน้ำที่จะกรองจะเข้าสู่ถังกรองทางด้านบนผ่านสารกรองติดตั้งอยู่ต้องมีความสามารถในการกรองตามที่ระบุในในแบบและมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

- จำนวนถัง : ตามที่ระบุในแบบ
- ความสามารถของสารกรอง : 1,000 mg/1 Iodine Absorbtion

-	อัตราการกรอง	:	ตามที่ระบุในแบบ
-	Design Pressure	:	690 กิโลปาสคาล (100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
-	อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ	:	Pneumatic Valve, Sampling Cock และ Pressure Gauge
-	อุปกรณ์ควบคุมการล้างกลับ	:	Semi operation Semi-Automatic โดยใช้ Reset Water Meter สำหรับวัดปริมาณน้ำที่ผ่านถังกรองแต่ละชุด เมื่อถึงปริมาณที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณ Alarm ให้ผู้ควบคุมมาทำการสั่งขบวนการล้าง Regeneration, Diaphragm Control Valve (Pneumatic หรือ Hydraulic) with Stager Control

หมวดที่ 6 อุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

1. ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ และติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดที่กำหนดไว้ จนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการวัตถุประสงค์ของอุปกรณ์นั้น ๆ แม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้ปรากฏในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางวิศวกรรมที่ดี
- ดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย จนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- ดำเนินการทดสอบเดินระบบบำบัดน้ำเสีย จนสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด หรือกฎหมายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- จัดหาอะไหล่ของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ สำหรับการดำเนินระบบ ตามระยะเวลารับประกันผลงาน
- จัดหาสารเคมีต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินระบบ เป็นระยะเวลาตามระยะเวลารับประกันผลงาน
- จัดหาและติดตั้งป้ายชื่อสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของงาน
- จัดหาคู่มือดำเนินการและบำรุงรักษาให้เป็นไปตามขอบเขตและรายละเอียดที่ระบุอยู่ในข้อกำหนด

2. ขอบเขตงาน

2.1 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้สามารถดำเนินการได้โดยสมบูรณ์ โดยจะต้องมีอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ อย่างน้อยตามรายละเอียดอุปกรณ์

2.2 จัดหาและติดตั้ง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ระบบน้ำประปา ระบบระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำฝน ที่จำเป็นเพื่อให้การดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปโดยสมบูรณ์

2.3 จัดหาและติดตั้ง ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุมสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย

2.4 จัดหาและติดตั้งระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งระบบ โดยติดตั้งไว้ในห้องควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถส่งข้อมูลการควบคุมของระบบไปที่ระบบ BAS ได้

2.5 จัดหาและติดตั้งเครื่องมือวัดต่าง ๆ ที่จำเป็น ตลอดจนเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์

2.6 จัดทำตู้ Annunciator Board เพื่อแสดง Process การทำงานของเครื่องจักรของแต่ละตัวให้สามารถตรวจสอบ และมองเห็นได้ชัดเจน พร้อมไฟสัญญาณแสดงการทำงานด้วย

2.7 จัดทำคู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นภาษาไทย จำนวน 3 ชุด

คู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องประกอบด้วยเนื้อหา อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- คำอธิบายหลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละขั้นตอน
- คำอธิบายกระบวนการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย
- รูปถ่ายการติดตั้งและแบบการติดตั้งจริง (As-Built Drawings) ของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย
- รายละเอียดของชนิด ขนาด รุ่น และผู้แทนจำหน่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ รวมถึงคู่มือการดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร และเครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสียจากผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ
- กรณีปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นของการดำเนินระบบ และแนวทางวิธีการแก้ไข เช่น ปัญหาตะกอนไม่จมตัว น้ำทิ้งขุ่นไม่ใส และอื่นๆ
- รายละเอียดของ Software สำหรับการแสดงผลของระบบควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่
- รายการคำนวณต่างๆ ที่ใช้สำหรับการเติมสารเคมีทุกชนิดในระบบบำบัดน้ำเสีย

2.8 ดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย ให้มีความสามารถในการทำงานได้ตามที่ระบุไว้ใน Specification, ตารางอุปกรณ์และแบบรายละเอียด วิธีการดำเนินการทดสอบให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นรายงานเพื่อประกอบในคู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่

2.9 ตรวจสอบ แก้ไขซ่อมแซม ซ่อมบำรุง งานต่างๆและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียที่ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งตามระยะเวลารับประกันผลงาน

2.10 จัดการอบรมการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียให้กับบุคลากรของเจ้าของงานจนสามารถดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.11 ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ จนกระทั่งระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวิศวกรสิ่งแวดล้อมที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับภาคีวิศวกรเป็นอย่างน้อยและช่างผู้ชำนาญงานมาดำเนินการทดสอบ ควบคุม ดูแลและตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข. การดำเนินการทดสอบระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องดำเนินการจนกระทั่งระบบมีการทำงานคงที่ (Stable) และได้คุณภาพน้ำตามที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้การพิจารณาความคงที่ (Stable) ของระบบจะพิจารณาโดยการวิเคราะห์ความคงที่ของระบบ จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนและได้รับการรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องเป็นระยะเวลาติดต่อกันทุกวัน ไม่น้อยกว่า 15 วัน โดยค่ามาตรฐานและพารามิเตอร์ที่ต้องทำการวิเคราะห์อย่างน้อย ประกอบไปด้วย BOD, SS, pH, Grease&Oil และ TKN

ค. การเก็บตัวอย่างเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ความคงที่ของระบบ จะต้องทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน โดยตัวแทนจากสถาบันหรือบริษัทที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีเจ้าหน้าที่หรือตัวแทนจากเจ้าของงานเข้าร่วมในการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง ทั้งนี้ตัวอย่างที่ทำการเก็บแล้วจะต้องทำการปิดผนึกและทำการเก็บรักษาตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน และทำการส่งวิเคราะห์ทันที

ง. การพิจารณาความคงที่ของระบบ จะทำการพิจาณาเป็น 2 ส่วนประกอบกัน คือ ประสิทธิภาพการบำบัด และค่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

จ. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบ รวมถึงค่าความเสียหายและ/หรือค่าปรับที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของระบบ

ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวิศวกรสิ่งแวดล้อมที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับภาคีวิศวกรเป็นอย่างน้อย และช่างผู้ชำนาญงานมาดำเนินการ ควบคุม ดูแล และตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นเวลา 1 ปี นับจากวันส่งมอบงานงาน (เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่) และมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน และหลังจากเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง โดยเฉพาะใน 3 เดือนแรก จะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบตลอดจนวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง หลังจากครบ 1 ปี จึงส่งมอบระบบให้อยู่ในความดูแลของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ ต่อไป

ช. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินการทำงานของระบบ สภาพปัญหาและวิธีดำเนินการแก้ไข รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เสนอต่อผู้ว่าจ้าง/เจ้าของเป็นประจำทุกเดือนโดยจัดส่งให้ภายใน 15 วัน นับจากวันตรวจสอบครั้งสุดท้ายของแต่ละเดือน

3. เครื่องสูบน้ำเสีย (Waste Water Submersible Pump)

3.1 รายละเอียดทั่วไป (General)

ก. เป็นเครื่องสูบใต้น้ำ ติดตั้งในบ่อน้ำเสีย (Sewage Sump) ออกแบบเหมาะสำหรับสูบน้ำเสียโดยเฉพาะ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ขนาดมอเตอร์มีสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F (ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 120°C) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ โดยมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตอร์คือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Mechanical Seal ใบพัด (Impeller) และ Suction Cover จะต้องออกแบบให้เกิดน้ำวน (Vortex) ภายในเรือนสูบ (Casing) สูบน้ำและตะกอนได้

ข. อัตราการสูบน้ำ (Flow Rate and Head) ให้เป็นไปตามแบบและรายการพร้อมด้วยอุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อ โดยไม่ต้องถอดหรือประกอบท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fitting & Duck Foot Bend)

3.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำเสีย (Structure of Pump)

ก. ใบพัด (Impeller)

ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Non-Clog Type ทำด้วย Gray Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้งทางด้านสถิตย์ศาสตร์และจลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

ข. Suction Cover

Suction Cover ทำด้วย Gray-Iron Casting

ค. Mechanical Seal

Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Cabide หล่อลื่นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber

ง. <u>เพลา</u> (Shaft)

เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel

จ. <u>ลูกปืน</u> (Bearing)

ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing

ฉ. <u>มอเตอร์</u> (Motor)

มอเตอร์ (Motor) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Overheat) ด้วย Motor Protection (Built-In Thermal Protection) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูงและเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง

ช. <u>สกรู</u> (Screw)

สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

3.3 <u>อุปกรณ์ประกอบ</u> (Accessories)

ก. Duck Foot Bend ทำด้วย Gray-Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange มี Anchor Bolts, น็อตและสกรูทำด้วย Stainless Steel

ข. Quick Connector ทำด้วย Gray-Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

ค. Guide Rail Fittings ประกอบด้วย Guide Rail ซึ่งทำด้วยท่อ Stainless Steel, Upper Guide Holder ทำด้วย Gray-Iron Casting สำหรับยึด Guide Rail

ง. โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Structural Steel ชุบ Galvanized ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

3.4 <u>การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย</u> (Controller)

การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียโดยอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ เป็นแบบ Mercury Float Switch ให้เครื่องสูบน้ำทำงานสลับกันในเวลาปกติ และจะทำงานร่วมกันในเวลาน้ำมากกว่าปกติโดยเป็นแบบอัตโนมัติ ระดับของลูกลอยประกอบด้วย ระดับเครื่องสูบ 2 ชุด ทำงานพร้อมกัน, ระดับ

ทำงาน 1 ชุด, ระดับตัดเครื่องสูบทั้งหมด โดยที่ระดับดังกล่าวได้กำหนดไว้ในแบบหรือจะกำหนดให้ในงานสนาม

4. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ (Submersible Sludge Pump)

4.1 รายละเอียดทั่วไป (General)

ก. เป็นเครื่องสูบตะกอน ติดตั้งในบ่อเก็บตะกอน (Sludge Sump) ออกแบบให้สามารถสูบตะกอนข้นได้ไม่น้อยกว่า 2% (20,000 PPM) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่น้ำได้ตลอดเวลา ขนาดมอเตอร์มีสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการ ความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F (ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 120°C) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท D.O.L. Startering ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ โดยมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตอร์คือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Mechanical Seal ใบพัดเป็นชนิด Non-Clog

ข. อัตราการสูบน้ำ (Flow Rate and Head) ให้เป็นไปตามแบบและรายการพร้อมด้วยอุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อโดยไม่ต้องถอดหรือประกอบท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fittings & Duck Foot Bend) สามารถตั้งเวลาการทำงานเครื่องสูบตะกอนนี้ได้ด้วย Timer Switch

4.2 ลักษณะโครงสร้าง (Structure of Pump)

ก. ใบพัด (Impeller)

ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Non-Clog Type ทำด้วย Gray-Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้งทางด้านสถิตย์ศาสตร์และจลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

ข. Suction Cover

Suction Cover ทำด้วย Gray-Iron Casting

ค. Mechanical Seal

Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Cabride หล่อลื่นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber

ง. เพลา (Shaft)

เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอดทำด้วย Stainless Steel

จ. ลูกปืน (Bearing)

ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing

ฉ. มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ (Motor) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Overheat) ด้วย Motor Protection (Built-In Thermal Protection) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูงและเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง

ช. สกรู (Screw)

สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

4.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

ก. Duck Foot Bend ทำด้วย Gray-Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange มี Anchor Bolts, น๊อตและสกรูทำด้วย Stainless Steel

ข. Quick Connector ทำด้วย Gray-Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

ค. Guide Rail Fittings ประกอบด้วย Guide Rail ซึ่งทำด้วยท่อ Stainless Steel, Upper Guide Holder ทำด้วย Gray-Iron Casting สำหรับยึด Guide Rail

ง. โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Structural Steel ชุบ Galvanized ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

4.4 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ (Controller)

ก. การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับให้ใช้ระบบ Timer ชนิด 24 Hours Cycle ปิดและเปิดตามเวลาที่จะกำหนดในภายหลังและควบคุมด้วยระบบ Manual

ข. แผงควบคุมประกอบด้วย Pilot Lamp, Hand-Off-Automation Switch, Running Period Timer, On-Off Button และ ฯลฯ

5. เครื่องเติมอากาศชนิดแช่ในน้ำ (Submersible Aerator or Ejector)

5.1 ความต้องการทั่วไป (General)

5.1.1 เครื่องเติมอากาศชนิดแช่ในน้ำ (Submersible Aerator or Ejector) ที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F (ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 120°C) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับส่วนของตัวเครื่อง โดยมีอุปกรณ์ป้องกันน้ำซึมเข้ามอเตอร์ 2 ชั้น คือ Oil Chamber พร้อมด้วย Silicon Carbide Mechanical Seal และมีอุปกรณ์ประกอบ เช่น Silencer, Valve set, Air Inlet Casing, Guild support และ Lifting chain

5.1.2 อัตราการพ่นอากาศใต้น้ำ (Flow Rate and Head) ให้เป็นไปตามแบบและรายการที่ Standard Con-ditions และความลึกของน้ำที่ระบุ สามารถกวนน้ำได้อย่างสมบูรณ์แบบในบ่อน้ำเสียตามขนาดที่ปรากฏในแบบ ใบพัด (Impeller) และ Suction Cover จะต้องเป็นชนิด Non-Clog กันการอุดตันของเศษผ้าและเศษขยะต่าง ๆ ได้

5.1.3 เครื่องเติมอากาศชนิดแช่ในน้ำจะต้องสามารถติดตั้งและถอดออกได้ทั้งชุดจากสถานที่ติดตั้งโดย ไม่จำเป็นต้องสูบน้ำให้แห้งหรือใช้กำลังคนลงไปก้นบ่อที่ติดตั้ง

5.1.4 การเลือกขนาดของมอเตอร์ต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้ใหญ่พอที่จะไม่ Over-Load ตลอดช่วงการทำงานของเครื่องตาม Curve ใน Performance Curve ขนาดของมอเตอร์ที่ระบุเป็นแนวทางขั้นต้นเท่านั้น และหลังจากพิจารณา Performance Curve แล้ว วิศวกรจะเป็นผู้ตัดสินว่าขนาดของมอเตอร์ควรจะเป็นขนาดเท่าใด

5.1.5 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบติดตั้งอุปกรณ์แผงสวิทช์ สตาร์ทเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ระบบสายไฟและอุปกรณ์ การควบคุมการทำงานต้องเป็นไปตามความต้องการที่ระบุ โดยรายละเอียดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดในหมวดของระบบไฟฟ้า

5.2 ลักษณะโครงสร้าง

5.2.1 ใบพัด (Impeller)

ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Stainless Casting หรือ Gray-Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้งทางด้านสถิตย์ศาสตร์และจลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

5.2.2 Suction Cover

Suction Cover ทำด้วย Gray-Iron Casting หรือ Stainless Iron Casting

5.2.3 Mechanical Seal

Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Cabride หล่อลื่นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber

5.2.4 เพลา (Shaft)

เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel

5.2.5 ลูกปืน (Bearing)

ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing

5.2.6 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ (Motor) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Overheat) ด้วย Motor Protection (Built-In Thermal Protection) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูง และเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง

5.2.7 สกรู (Screw)

สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

5.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

5.3.1 อุปกรณ์กรองเสียง (Silencer)

อุปกรณ์กรองเสียง (Silencer) ทำด้วยวัสดุพีวีซี

5.3.2 วาล์วปรับปริมาณลม (Valve Set)

วาล์วปรับปริมาณลมเป็นแบบ Gate Valve วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าทำด้วย Bronze วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Cast-Iron แบบ Rising Stem

5.3.3 Duck Foot Bend

Duck Foot Bend ทำด้วย Gray-Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange มี Anchor Bolts, น็อตและสกรูทำด้วย Stainless Steel

5.3.4 Quick Connector

Quick Connector ทำด้วย Gray-Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำ ใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

5.3.5 Guide Rail Fittings

Guide Rail Fittings ประกอบด้วย Guide Rail ซึ่งทำด้วยท่อเหล็กอาบสังกะสีหรือวัสดุอื่นที่ไม่เป็นสนิมเมื่อแช่อยู่ในน้ำ

5.3.6 โซ่ (Lifting Chain)

โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Structural Steel Hot-Dip Galvanized ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

5.4 การควบคุมการทำงานของเครื่องพ่นอากาศใต้น้ำ (Controller)

5.4.1 การควบคุมการทำงานของเครื่องพ่นอากาศใต้น้ำ ให้ควบคุมการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์ Timer ทำงานตลอด 24 ชม. โดยทำงานสลับ ทุกๆ 2 ชม. และสามารถควบคุมด้วยระบบ Manual ทั้งนี้อุปกรณ์จะต้องสามารถหยุดการทำงานอัตโนมัติ เมื่อระดับความลึกของน้ำต่ำกว่าค่าแนะนำของผู้ผลิต เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับตัวเครื่อง

5.4.2 แผงควบคุมประกอบด้วย Pilot Lamp, Hand-Off-Automatic Switch, On-Off Button และฯลฯ

6. เครื่องมือวัดในระบบบำบัดน้ำเสีย

6.1 ความต้องการทั่วไป

6.1.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัด ตามที่ระบุในแบบรายละเอียดตารางอุปกรณ์ รายการประกอบแบบ ให้ครบถ้วนและสามารถใช้งานและส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมการทำงานส่วนกลางของโรงบำบัดน้ำเสียได้โดยสมบูรณ์

6.1.2 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างสมบูรณ์และอุปกรณ์ดังกล่าวมิได้ปรากฏในแบบรายละเอียด ตารางอุปกรณ์ รายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

6.1.3 อุปกรณ์เครื่องมือวัดในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องติดตั้งในที่ๆ สามารถเข้าถึงเพื่อทำการซ่อมแซมหรือเพื่อทำการอ่านค่าจาก Local Display ได้

6.1.4 อุปกรณ์เครื่องมือวัดในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องสามารถส่งค่าที่วัดได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบควบคุมการทำงานส่วนกลางของโรงบำบัดน้ำเสีย

6.1.5 อุปกรณ์เครื่องมือวัดในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับวัสดุ ของเหลว อากาศ ที่ทำการวัด

7. ระบบจ่ายน้ำยาคลอรีน

7.1 ระบบจ่ายน้ำยาคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค จะต้องสามารถจ่ายน้ำยาคลอรีนเพียงพอ ให้มีปริมาณ Free Residual Chlorine อยู่ในช่วง 0.1-0.3 PPM

7.2 สำหรับอุปกรณ์จ่ายสารเคมีให้เป็นไปตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ก. ระบบจ่ายน้ำยาคลอรีน

เครื่องจ่ายน้ำยาคลอรีนจะต้องเป็นแบบ Metering Diaphragm Pump มีขนาดความสามารถในการปรับปริมาณการจ่ายน้ำยาคลอรีนได้ โดยการปรับ Height-of-Stroke มีสเกลแสดงตำแหน่งที่ปรับเห็นได้ชัดเจน ทนความดันใช้งานสูงสุด (Maximum Operating Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 3 กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร

โครงสร้างวัสดุต่าง ๆ จะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการกัดกร่อนโดยน้ำยาคลอรีน มีอุปกรณ์ Foot Valve สำหรับต่อกับท่อดูด และ Injection Valve สำหรับต่อกับท่อจ่ายน้ำยาติดประกอบมาด้วยพร้อมกัน มี Motor-Gear Coupling เป็นตัวขับใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท

ข. ถังเก็บสารละลายเคมี (Chlorine Solution Tank) จะต้องมีขนาดความจุไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ ทำด้วยวัสดุ Polyethylene หรือ Fibre Reinforced Plastic (FRP) สามารถมองดูระดับน้ำภายในถังได้ และมีสเกลบอกชัดเจน มีขาตั้งและฝาปิดติดประกอบมาพร้อมกัน ฝาปิดจะต้องเป็นแบบที่มีช่องสำหรับการติดตั้ง Mixer และมีส่วนที่ใช้เปิดสำหรับการตรวจสอบและเติมน้ำยาคลอรีนโดยไม่ต้องทำการเปิดฝาทั้งหมดหรือถอดถอนท่อหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ออกก่อนมีท่อและวาล์วสำหรับระบายน้ำภายในถัง

ค. เครื่องกวนสารละลายเคมี จะต้องเป็นชนิดที่ใช้ใบกวน (Impeller) แบบ Propeller หรือ Axial Flow ใช้วิธีการติดตั้งแบบ Angular Off-Center, Top Entering อัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดต่อถังเก็บสารละลายต้องไม่ต่ำกว่า 20% โครงสร้างวัสดุจะต้องมีเพลาและใบพัดทำด้วยเหล็กเคลือบพลาสติก (Plastic Lined) ที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารละลายคลอรีน ต่อด้วย Geared or Direct Flexible Coupling กับมอเตอร์ ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท ติดตั้งและยึดอยู่กับโครง Mounting Bracket and Shaft Guide ที่ทำด้วยเหล็กหล่อ

8. ระบบการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

ระบบการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- ระบบหรือชุดกรองเบื้องต้นก่อนเข้า UF Unit (Ultrafiltration System)
- UF Unit (Ultrafiltration System)
- ระบบล้างทำความสะอาดและรักษาสภาพ UF Unit (Ultrafiltration System) พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและสามารถทำงานด้วยระบบอัตโนมัติและแบบ manual
- ระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุม ทำงานอัตโนมัติด้วยระบบ Programmable logic controller (PLC)
- เครื่องสูบน้ำ, ท่อและอุปกรณ์ประกอบระบบอื่นๆ เช่น pressure gauge valve, air compressor, check valve, โครงสร้างรองรับ UF unit etc.

8.1 ระบบกรองเบื้องต้นก่อนเข้า UF unit

8.1.1 ผู้เสนอราคาต้องจัดหาและติดตั้งระบบกรองเบื้องต้นพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับกรองน้ำใสส่วนที่ระบายออกจากระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อลดตะกอนที่มีอยู่ ก่อนนำไปไปผ่านหน่วยบำบัดขั้นต่อไป (Ultrafiltration unit_UF)

8.1.2 การทำงานของระบบกรองเบื้องต้นจะควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ

8.1.3 ระบบต้องสามารถกรองอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน

8.1.4 ขนาดการกรองของระบบเหมาะสมกับระบบ UF unit ที่เลือก

8.2 อัลตราฟิลเตรชั่น (Ultrafiltration System)

ประกอบด้วยเมมเบรน ชนิดเส้นใย (Hollow fiber) มีขนาดรูกรอง (Pore Size) 0.01-0.1 ไมครอน เป็นประเภทอัลตราฟิวเตรชั่น เยื่อเมมเบรนต้องทำด้วย PES, PS หรือ PVDF เส้นใยเมมเบรนต้องบรรจุภายในกระบอกโมดุล (Module) ที่ทำจากวัสดุ PVC, UPVC หรือ ABS เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้การรับรองมาตรฐานสากล NSF

การใช้งานของระบบ Ultrafiltration สามารถออกแบบเป็น Dead-End หรือ Cross Flow โดยจะต้องทำงานได้อย่างอัตโนมัติ มีการล้างกลับเมมเบรนเป็นแบบอัตโนมัติ และมีระบบการทดสอบการรั่วของเมมเบรนได้ (Integrity Test) และจะต้องมีลักษณะอุปกรณ์, ระบบควบคุมการทำงานและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดค่าต่างๆ ดังนี้

- Membrane Element : ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- อัตราการกรอง : ไม่ต่ำกว่า 1.5 ลบ.ม./ชม.
- ขนาดช่องเปิด : อย่างน้อย 0.03 ไมโครเมตร
- ความดันที่ใช้ในการกรองต่ำ : อยู่ระหว่าง 0.5-3 บาร์
- แรงดันผ่านเมมเบรน : ควบคุมแรงดันผ่านเมมเบรนไม่ให้สูงเกินกว่า 1.5 บาร์
- อัตรา Total Recovery Rate : มากกว่าหรือเท่ากับ 80 %
- มาตราวัดอัตราการไหล : แบบตัวเลขดิจิตอลแสดงปริมาณน้ำไหลเข้า (Feed Water) ระบบเมมเบรน จำนวน 1 ชุด และแสดงปริมาณน้ำล้างกลับ (Backwash) เมมเบรน จำนวน 1 ชุด
- Pressure Transmitter : จำนวน 2 ชุด ที่ตำแหน่ง Feed Water Header และ Permeate Header
- เกจวัดแรงดันน้ำ : จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด ติดตั้งคือ ตำแหน่งทางน้ำเข้าของ Feed Water, Permeate Water และที่เครื่องสูบน้ำล้างกลับ
- Butterfly Valve with Pneumatic Actuator : สำหรับการควบคุมการทำการกรองและล้างกลับให้เป็นอัตโนมัติ มีจำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชุดที่ตำแหน่งดังต่อไปนี้
  - 1 ชุด สำหรับ Feed Water Top
  - 1 ชุด สำหรับ Feed Water Bottom
  - 1 ชุด สำหรับท่อ Permeate Feed Water Top
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Inlet
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Top Outlet
  - 1 ชุด สำหรับท่อน้ำ Backwash Bottom Outlet
- ระบบควบคุมเป็นแบบอัตโนมัติ (PLC Auto/Semi-Auto Program) : พร้อมระบบ HMI (Touch Screen) สำหรับปรับตั้งค่าและการกรองน้ำ (Filtration) การล้างกลับ (Hydraulic Cleaning) และ CEB (Chemical Enhanced Back Wash) ได้อย่างสะดวก
- อุปกรณ์อื่นๆ : ตามที่ระบุในแบบและเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานสากล เช่น TUV, CE และเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศ สหรัฐอเมริกา หรือญี่ปุ่น หรือยุโรปเท่านั้น และระบบสามารถผลิตน้ำได้ตามคุณภาพที่ต้องการตามตารางข้างล่าง

มาตรฐานคุณภาพน้ำ UF ที่ต้องการ

Items	Max. limit
PH	6.0 – 9.0
BOD	< = 10 mg/l
Turbidity	< = 2 NTU
Cl2 Residual	> = 1 mg/l
Total Coliforms Count/ 100 ml	Non-detectable
Faecal Coliforms	Non-detectable

Note: U.S EPA (1992 a) Reclaimed water quality for urban use.

หมวดที่ 7 ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

1. ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ และติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดที่กำหนดไว้ จนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการวัตถุประสงค์ของอุปกรณ์นั้น ๆ แม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้ปรากฏในแบบและ/หรือรายการประกอบแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางวิศวกรรมที่ดี
- ดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย จนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- ดำเนินการทดสอบเดินระบบบำบัดน้ำเสีย จนสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด หรือกฎหมายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- จัดหาอะไหล่ของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ สำหรับการดำเนินระบบ ตามระยะเวลารับประกันผลงาน
- จัดหาสารเคมีต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินระบบ เป็นระยะเวลาตามระยะเวลารับประกันผลงาน
- จัดหาและติดตั้งป้ายชื่อสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของงาน
- จัดหาคู่มือดำเนินการและบำรุงรักษาให้เป็นไปตามขอบเขตและรายละเอียดที่ระบุอยู่ในข้อกำหนด

2. ขอบเขตงาน

2.1 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้สามารถดำเนินการได้โดยสมบูรณ์ โดยจะต้องมีอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ อย่างน้อยตามรายละเอียดอุปกรณ์

2.2 จัดหาและติดตั้ง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ระบบน้ำประปา ระบบระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำฝน ที่จำเป็นเพื่อให้การดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปโดยสมบูรณ์

2.3 จัดหาและติดตั้ง ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุมสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย

2.4 จัดหาและติดตั้งระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งระบบ โดยติดตั้งไว้ในห้องควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถส่งข้อมูลการควบคุมของระบบไปที่ระบบ BAS ได้

2.5 จัดหาและติดตั้งเครื่องมือวัดต่าง ๆ ที่จำเป็น ตลอดจนเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์

2.6 จัดทำตู้ Annunciator Board เพื่อแสดง Process การทำงานของเครื่องจักรของแต่ละตัวให้สามารถตรวจสอบ และมองเห็นได้ชัดเจน พร้อมไฟสัญญาณแสดงการทำงานด้วย

2.7 จัดทำคู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นภาษาไทย จำนวน 3 ชุด

คู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องประกอบด้วยเนื้อหา อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- คำอธิบายหลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละขั้นตอน
- คำอธิบายกระบวนการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย
- รูปถ่ายการติดตั้งและแบบการติดตั้งจริง (As-Built Drawings) ของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย
- รายละเอียดของชนิด ขนาด รุ่น และผู้แทนจำหน่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ รวมถึงคู่มือการดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร และเครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสียจากผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ
- กรณีปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นของการดำเนินระบบ และแนวทางวิธีการแก้ไข เช่น ปัญหาตะกอนไม่จมตัว น้ำทิ้งขุ่นไม่ใส และอื่นๆ
- รายละเอียดของ Software สำหรับการแสดงผลของระบบควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่
- รายการคำนวณต่างๆ ที่ใช้สำหรับการเติมสารเคมีทุกชนิดในระบบบำบัดน้ำเสีย

2.8 ดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ติดตั้งในระบบบำบัดน้ำเสีย ให้มีความสามารถในการทำงานได้ตามที่ระบุไว้ใน Specification, ตารางอุปกรณ์และแบบรายละเอียด วิธีการดำเนินการทดสอบให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นรายงานเพื่อประกอบในคู่มือการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่

2.9 ตรวจสอบ แก้ไขซ่อมแซม ซ่อมบำรุง งานต่างๆและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียที่ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งตามระยะเวลารับประกันผลงาน

2.10 จัดการอบรมการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียให้กับบุคลากรของเจ้าของงานจนสามารถดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.11 ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำกลับมาใช้ใหม่ จนกระทั่งระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

ก. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวิศวกรสิ่งแวดล้อมที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับภาคีวิศวกร เป็นอย่างน้อยและช่างผู้ชำนาญงานมาดำเนินการทดสอบ ควบคุม ดูแลและตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข. การดำเนินการทดสอบระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องดำเนินการจนกระทั่งระบบมีการทำงานคงที่ (Stable) และได้คุณภาพน้ำตามที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้การพิจารณาความคงที่ (Stable) ของระบบจะพิจารณาโดยการวิเคราะห์ความคงที่ของระบบ จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนและได้รับการรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องเป็นระยะเวลาติดต่อกันทุกวัน ไม่น้อยกว่า 15 วัน โดยค่ามาตรฐานและพารามิเตอร์ที่ต้องทำการวิเคราะห์อย่างน้อย ประกอบไปด้วย BOD, SS, pH, Grease&Oil และ TKN

ค. การเก็บตัวอย่างเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ความคงที่ของระบบ จะต้องทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน โดยตัวแทนจากสถาบันหรือบริษัทที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีเจ้าหน้าที่หรือตัวแทนจากเจ้าของงานเข้าร่วมในการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง ทั้งนี้ตัวอย่างที่ทำการเก็บแล้วจะต้องทำการปิดผนึกและทำการเก็บรักษาตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน และทำการส่งวิเคราะห์ทันที

ง. การพิจารณาความคงที่ของระบบ จะทำการพิจาณาเป็น 2 ส่วนประกอบกัน คือ ประสิทธิภาพการบำบัด และค่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

จ. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบ รวมถึงค่าความเสียหายและ/หรือค่าปรับที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของระบบ

ฉ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งวิศวกรสิ่งแวดล้อมที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับภาคีวิศวกร เป็นอย่างน้อย และช่างผู้ชำนาญงานมาดำเนินการ ควบคุม ดูแล และตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นเวลา 1 ปี นับจากวันส่งมอบงานงาน (เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่) และมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน และหลังจากเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง โดยเฉพาะใน 3 เดือนแรก จะต้องทำการตรวจสอบการทำงานของระบบตลอดจนวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง หลังจากครบ 1 ปี จึงส่งมอบระบบให้อยู่ในความดูแลของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ ต่อไป

ช. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินการทำงานของระบบ สภาพปัญหาและวิธีดำเนินการแก้ไข รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เสนอต่อผู้ว่าจ้าง/เจ้าของเป็นประจำทุกเดือนโดยจัดส่งให้ภายใน 15 วัน นับจากวันตรวจสอบครั้งสุดท้ายของแต่ละเดือน

3. น้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ที่จะต้องถูกบำบัด

น้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ที่จะต้องถูกบำบัดมีดังนี้

3.1 น้ำทิ้งจากครัว

น้ำทิ้งจากครัวจะต้องผ่านถังแยกไขมัน (Grease Trap) ที่ปะปนมากับน้ำทิ้ง ก่อนที่จะเข้าถังบำบัดรวมชนิดเติมอากาศต่อไป

3.2 น้ำทิ้งจากน้ำโสโครก

น้ำทิ้งจากน้ำโสโครกจะต้องผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศแบบสำเร็จรูป

4. ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศแบบสำเร็จรูป

4.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ

- ส่วนพักตะกอน
- ส่วนกรองไร้อากาศ
- ถังเติมอากาศ (เครื่องเติมอากาศและสื่อชีวภาพ)
- ถังตกตะกอน
- ส่วนฆ่าเชื้อโรค

4.2 อุปกรณ์ที่ถูกเลือกใช้งานในระบบบำบัดน้ำเสีย จะต้องมีคุณลักษณะเท่าเทียมกับข้อกำหนดที่กำหนดไว้สำหรับอุปกรณ์ประเภทนั้น ๆ ในรายละเอียดอุปกรณ์หมวดอื่น ๆ

4.3 วัสดุของตัวถังของส่วนต่าง ๆ จะต้องมีความแข็งแรงทนทาน และเหมาะสมสำหรับการติดตั้งในโครงการนั้น ๆ

4.4 ระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดสำหรับอาคารประเภทต่าง ๆ ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ดังต่อไปนี้

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง		
1.	พีเอช	5 – 9
2.	บีโอดี ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	20
3.	ปริมาณสารแขวนลอย ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	30
4.	ปริมาณสารละลายที่เพิ่มขึ้นจากน้ำใช้ ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	500
5.	ปริมาณตะกอนหนัก ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	0.5
6.	ทีเคเอ็น ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	35
7.	ออร์แกนิก – ไนโตรเจน ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	10
8.	แอมโมเนีย – ไนโตรเจน ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	-
9.	น้ำมันและไขมัน ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	20
10.	ซัลไฟด์ ไม่เกิน (มิลลิกรัม / ลูกบาศก์เดซิเมตร)	1.0

หมวดที่ 8 ระบบก๊าซหุงต้ม (Gas System)

1. ระบบประกอบด้วย

1.1 ถังก๊าซขนาด 48 กิโลกรัม

ให้จัดเตรียมถังก๊าซตามจำนวนที่ระบุไว้ในแบบ ถังก๊าซจะต้องได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.2 วาล์วในระบบจ่ายก๊าซ

1.2.1 ความต้องการทั่วไป

ก. จัดหาและติดตั้งวาล์วในระบบจ่ายก๊าซ LPG เหลว และระบบท่อไอก๊าซ LPG ที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้การได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

ข. วาล์วที่ใช้ปิด หรือเปิด ที่มิได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็น และทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

ค. วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

ง. วาล์วจะต้องเป็นแบบ มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลว และก๊าซในระบบ

จ. วาล์วที่ติดตั้งบริเวณสถานีจ่ายก๊าซ (Gas Station) จะต้องสามารถทนแรงใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 4,137 กิโลปาสคาล (600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ฉ. พวงมาลัยหมุนวาล์ว หรือก้านวาล์ว จะต้องใหญ่พอที่สามารถปิดวาล์วได้สนิทด้วยมือ

ช. วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะ ไม่สามารถที่จะใช้มือหมุนพวงมาลัยได้จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Handwheels) พร้อมห่วงโซ่หลุด และโซ่นี้จะต้องไม่เป็นสนิม ปลายโซ่จะต้องลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

ซ. วาล์วในระบบก๊าซ จะต้องเป็นวาล์วที่ได้รับการรับรองให้ใช้สำหรับระบบก๊าซเท่านั้น

1.2.2 Ball Valve

ก. Ball Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า Body เป็น Carbon Steel หรือ Malleable Iron, Teflon Soft Seated, Stainless Steel Ball and Trim, Pressure Class 300 Fire Safe Design, Finished Ends เป็นไปตามอุปกรณ์ประกอบท่อในหมวดวัสดุท่อก๊าซ และข้อต่อ

ข. Ball Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ขึ้นไป Body เป็น Cast Steel, A216WCB, Soft Seated, Swing Disc Type, Flanged Ends, Rating และ Class เป็นตามอุปกรณ์ประกอบในหมวดวัสดุท่อก๊าซ และข้อต่อ

1.2.3 Check Valve

ก. Check Valve จะต้องเป็นแบบ Lift Check มี Body เป็น Forged Steel หรือ Malleable Iron วัสดุที่ใช้ทำ Disk และ Packing จะต้องเหมาะสมกับการใช้งานในระบบก๊าซ LPG โดยเฉพาะ

1.3 วัสดุท่อก๊าซ และข้อต่อ

1.3.1 ความต้องการทั่วไป

ก. การติดตั้งท่อก๊าซ ในระบบท่อก๊าซ LPG เหลว และระบบท่อไอก๊าซ LPG จะต้องติดตั้งให้ได้แนวขนาน และแนวตั้งฉากกับกำแพงหรือผนังกั้นของอาคาร โดยให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500 ในทิศทางการไหลเพื่อระบายน้ำทิ้งได้ในตำแหน่งต่ำสุด

ข. การต่อท่อแยก ให้ต่อท่อแยกออกจากด้านบนหรือด้านข้างเสมอ

ค. การลดขนาดของท่อให้ใช้ Eccentric Reducer เป็นตัวลด โดยให้ด้านล่างเป็นแนวตรง และด้านบนเป็นแนวลด สำหรับการติดตั้งท่อก๊าซในแนวนอนหรือแนวระนาบ

ง. การติดตั้งท่อก๊าซในแนวตั้งหรือแนวดิ่งให้ใช้ Concentric Reducer เป็นตัวลดได้

จ. การติดตั้งท่อก๊าซในระบบก๊าซ LPG เมื่อติดตั้งครบวงจรหรือติดตั้งเสร็จแล้ว ลักษณะของวงจรท่อก๊าซนั้น จะต้องมีจุดที่สามารถระบายน้ำออกจากวงจรหรือระบบได้จนหมดสิ้น ไม่มีส่วนของน้ำค้างอยู่ในท่อก๊าซ

ฉ. การติดตั้งท่อก๊าซหรือการต่อท่อก๊าซ จะต้องติดตั้งท่อก๊าซที่มีความยาวต่อเนื่องให้ได้ความยาวของท่อก๊าซยาวมากที่สุด ไม่ควรใช้เศษท่อสั้น ๆ นำมาต่อ ยกเว้นการ

ต่อท่อเข้าอุปกรณ์หรือการต่อเข้ากับข้อต่อต่าง ๆ (Fittings or Outlets) จึงจะอนุญาตให้ใช้ท่อสั้นได้

1.3.2 วัสดุท่อก๊าซ (Gas Pipes)

ก. ท่อที่ใช้ในระบบ LPGที่ Station จ่ายแก๊สด้านก่อน First Stage Regulator ให้ใช้ Carbon Steel, API 5L, Grade-B, Seamless, Schedule 80

ข. ท่อที่ใช้ในระบบ LPGที่ Station จ่ายแก๊สด้านหลัง First Stage Regulator ให้ใช้ Carbon Steel, API 5L, Grade-B, Seamless, Schedule 40

ค. ท่อทุกเส้นจะต้องมีปลายท่อเป็นแบบ Bevel End

1.3.3 ข้อต่อท่อก๊าซ (Gas Pipe Fittings)

ก. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ให้ใช้ Forged Steel, A105, สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 4,137 กิโลปาสคาล (600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) Socket Weld หรือ Screw Ends

ข. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ให้ใช้ Cast Steel, A234WPB, Seamless, Buttweld, Schedule 40

ค. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ขึ้นไปให้ใช้ Cast Steel, A234WPB, Seamless, Buttweld, Schedule 40

1.3.4 หน้าแปลน (Flanges)

ก. หน้าแปลนที่ใช้กับท่อก๊าซ LPG เหลว ให้ใช้เป็น Forged Steel, A105, Raised Face, Pressure Class 300, Weld Neck หรือ Slip-on Type

ข. หน้าแปลนที่ใช้กับท่อก๊าซ LPG เหลว ให้ใช้เป็น Forged Steel, A105, Raised Face, Pressure Class 150, Slip-on Type ได้

1.3.5 ปะเก็น (Gasket)

ประเก็นจะต้องเป็นแบบ Self-Centering, Graphite Sheet ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซ

1.4.1 ความต้องการทั่วไป

ก. ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซ LPG เหลว และระบบไอท่อก๊าซ LPG ที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบ และรายการจนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

ข. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซต่าง ๆ ที่มิได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็น และทำให้ระบบสมบูรณ์ดียิ่งขึ้นจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

ค. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

ง. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซ จะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะ และคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับระบบก๊าซ จะต้องสามารถทนแรงดันไอก๊าซ LPG ไม่มีการรั่วซึม

จ. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซในบริเวณสถานีจ่ายก๊าซ (Gas Station) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 4,137 กิโลปาสคาล (600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ฉ. อุปกรณ์ประกอบท่อก๊าซที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่า หรือบำรุงรักษาเป็นประจำ จะต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่าย และสะดวก

1.4.2 Strainer

ก. Strainer ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า Body เป็น Carbon Steel หรือ Malleable Iron, Screen ทำด้วย Strinless Steel 100-Mesh, Finished Ends เป็นไปอุปกรณ์ประกอบในหมวดวัสดุท่อก๊าซ และข้อต่อ

ข. Strainer ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ขึ้นไป Body เป็น Cast Steel, A216WCB, Screen ทำด้วย Stainless Steel 100-Mesh, Flanged Ends

1.4.3 เกจ์วัดความดัน (Pressure Gauges)

เกจ์วัดความดัน เป็นแบบ Bourdon Tube, Stainless Steel Movement ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel, Liquid Filled, หน้าปัทม์เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มี Accuracy $\pm$ 1% เกจ์วัดแต่ละตัวจะต้องมี Shut-Off Valve ทำด้วย Stainless Steel ขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

1.4.4 Safety Relief Valve

Safety Relief Valve เป็นแบบ Hydrostatic Relief, Stainless Steel Body, Pop-up Type, ขนาด 6 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว)

1.4.5 Vaporizer

Vaporizer จะต้องมีลักษณะ และส่วนประกอบดังนี้ :-

ก. เป็นแบบ Electric Power Heater, 380 Volt, 3 Phase, 50 Hertz
ข. Indirect Heater โดยใช้ Hot Water เป็น Heating Media หรือ Factory Mutual Approved-No Flame Heater
ค. Explosion-Proof Configuration with Rain-Tight Enclosure
ง. Two Independent Safety Devices to Protect Over Pressure
จ. Float Activated Liquid Level Safety Switch
ฉ. External Safety Relief Valve to Protect Over Pressure
ช. Vertical Installation
ซ. สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่เป็น Class, Division 1, Group D

1.4.6 วาล์วปรับความดันชุดแรก (First Stage Regulator)

วาล์วปรับความดันชุดแรกจะต้องเป็น High Pressure Industrial Diaphragm Type สามารถใช้ได้กับก๊าซ LPG เหลว มี Handle สำหรับความดันให้เป็นไปตามที่ต้องการ พร้อมอุปกรณ์ Lock Connection ทั้งด้านเข้า และด้านออก จะต้องมีขนาดเดียวกับท่อก๊าซที่มาต่อด้วย

1.4.7 Gas Meter

Gas Meter จะต้องเป็นแบบ Diaphragm Type Positive Displacement ซึ่งออกแบบมาสำหรับวัดปริมาณไอก๊าซเพื่อการขายโดยเฉพาะ ค่าความผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 3% ทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 100 เมกะปาสคาล (14.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สามารถวัดปริมาณการใช้ก๊าซได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุในแบบ

1.4.8 Gas Detector

Gas Detector จะต้องเป็นแบบที่ใช้กับก๊าซ LPG โดยเฉพาะมี 2 ส่วน ส่วนแรกเป็น Sensor สามารถติดตั้งในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 1 และ 2 ตามประกาศกรมโยธาธิการได้ และเป็น Explosion Proof Type ส่วนแรกนี้จะส่งสัญญาณไปยังส่วนที่สอง ซึ่งเป็น Indicator Unit ที่ติดตั้งห่างออกไปจากส่วนแรก ในพื้นที่อันตรายประเภทที่ 3 ตามประกาศกรมโยธาธิการ Gas Detector ที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นที่ได้รับการทอสอบ และยอมรับจากกรมโยธาธิการแล้วเท่านั้น

1.4.9 ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าภายในบริเวณเก็บถังก๊าซ จะต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้า และ Fitting ทั้งหมดเป็นแบบ Explosion Proof, UL Listed, การเดินสายให้เดินในท่อ IMC ด้วยสายไฟฟ้าที่มีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531

2. การติดตั้งท่อก๊าซ และอุปกรณ์

2.1 การติดตั้งท่อก๊าซ

2.1.1 ต้องใช้ท่อเหล็กกล้าชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ และไม่มีตะเข็บตามที่กำหนดในหัวข้อ 1.3.2

2.1.2 ให้ใช้ท่ออ่อนในระบบท่อก๊าซได้เฉพาะช่วงที่จำเป็นต้องให้ระบบท่อก๊าซมีการขยับตัวได้ และท่ออ่อนต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

2.1.3 การต่อท่อให้ต่อโดยวิธีเชื่อม วิธีการต่อท่อต้องต่อให้มีรอยต่อชนิดที่ขยับตัวได้อยู่ด้วยและต้องจัดให้มีสื่อไฟฟ้าที่รอยต่อดังกล่าว เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ตลอด ข้อต่อที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะ

2.1.4 ท่อที่วางไว้เหนือพื้นดินหรือฝังไว้ใต้พื้นดินให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ท่อที่วางไว้เหนือพื้นดินต้องทาสีรองพื้นกันสนิมไม่น้อยกว่าสองครั้งแล้วทาทับหน้าด้วยสีซึ่งมีอัตราการดูดซับความร้อนต่ำไม่น้อยกว่าสองครั้ง และต้องมีการป้องกันมิให้ยานพาหนะหรือสิ่งอื่นมากระทบ

ข. ท่อที่ฝังไว้ใต้พื้นดินต้องทาทับด้วยวัสดุป้องกันการผุกร่อน เช่น ฟลิ้นท์โค้ท หรือยางแอสฟัลท์ หรือวัสดุอื่นที่ใช้แทนกันได้ไม่น้อยกว่าสองครั้ง และท่อต้องอยู่ต่ำกว่าผิว

ดินไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร และต้องจัดให้มีเครื่องหมายถาวรไว้เหนือพื้นดิน แสดงตำแหน่งและแนวของท่อให้เห็นได้ชัดเจน

2.1.5 ท่อที่วางทะลุผ่านกำแพงคอนกรีต หรือกำแพงอิฐต้องวางในปลอก (Sleeve) ที่ฝังไว้ในกำแพงนั้น และสามารถเอาท่อเข้าออกได้โดยสะดวก

2.1.6 ต้องติดตั้งวาล์วควบคุมการไหลที่ท่อจ่ายก๊าซของถังเก็บ และมีขนาดที่เหมาะสมกับการจ่ายก๊าซ

2.1.7 วาล์วปิดเปิดทุกตัวต้องติดตั้งอยู่ ณ ตำแหน่งที่สามารถเข้าไปปิดเปิดได้สะดวก

2.1.8 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันที่ใช้กับก๊าซโดยเฉพาะและการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนด ดังนี้.-

ก. อุปกรณ์ปรับความดันจะต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร ในกรณีที่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันไว้ภายในอาคารต้องทำท่อหรือรางระบายก๊าซจากอุปกรณ์ปรับความดันนี้ออกไปภายนอกอาคาร โดยต่อท่อจากกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายของอุปกรณ์ปรับความดัน

ข. ต้องติดตั้งวาล์ว ปิด-เปิด อยู่หน้าอุปกรณ์ปรับความดัน

ค. ในกรณีที่ระบบก๊าซมีอุปกรณ์ปรับความดันตัวเดียวต้องติดตั้งให้ใกล้กับภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งต้องไม่เกิน 60 เซนติเมตร

ในกรณีที่ระบบท่อก๊าซมีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันหลายตัว อุปกรณ์ปรับความดันตัวแรกต้องติดตั้งให้ใกล้ภาชนะบรรจุก๊าซซึ่งต้องไม่เกิน 60 เซนติเมตร

2.1.9 ท่อส่วนที่เห็นจากภายนอกได้ให้ทำความสะอาดและทาด้วยสีรองพื้น 2 ชั้น ตามด้วย Enamel Lacqure อีก 2 ชั้น

2.2 <u>การติดตั้งและเก็บถังก๊าซหุงต้ม</u>

2.2.1 ต้องตั้งถังก๊าซหุงต้มในที่ที่จัดไว้สำหรับตั้งถังก๊าซหุงต้มโดยเฉพาะเท่านั้น

2.2.2 ต้องไม่ตั้งถังก๊าซหุงต้มซ้อนกัน

2.2.3 ต้องตั้งถังก๊าซหุงต้มไว้ในที่ที่มีการระบายอากาศ หรือถ่ายเทอากาศได้ดี

2.2.4 ต้องมีอุปกรณ์ยึดถังก๊าซหุงต้ม เพื่อไม่ให้ถังก๊าซหุงต้มเคลื่อนหรือล้ม

2.2.5 ถ้าตั้งถังก๊าซหุงต้มไว้เป็นกลุ่ม ต้องตั้งไว้ในที่ที่สามารถจะเข้าไปปิดหรือเปิดวาล์วของถังก๊าซหุงต้มได้สะดวก

3. การทดสอบ

3.1 การทดสอบด้วยความดัน

หลังจากที่ติดตั้งเสร็จแล้วให้ทดสอบด้วยลมอัดความดัน 1,034 เมกะปาสคาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) การทดสอบนี้ต้องกระทำก่อนที่จะทาสีหรือฝังในคอนกรีตหรือฝังใต้ดิน การทดสอบด้วยลมอัดนี้จะต้องสามารถรักษาความดันไว้ได้เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย

3.2 การทดสอบสมรรถนะประกอบด้วย

- ความดันในท่อเมนหลังจากวาล์วลดความดัน
- ความดันในท่อส่งก๊าซย่อยหลังจากวาล์วลดความดันชุดที่สอง

หมวดที่ 9 อุปกรณ์ระบบสระว่ายน้ำ (Swimming Pool Equipment)

1. รายละเอียดทั่วไป

อุปกรณ์ระบบสระว่ายน้ำภายในห้องเครื่องกรองน้ำ (Filter Plant) ประกอบด้วยเครื่องกรองน้ำ (Diatomaceous Earth Filter), เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน (Centrifugal Pump), ท่อน้ำ (Piping), วาล์วควบคุม (Valves) และแผงไฟฟ้าควบคุม (Electrical Control Panel) ที่มีจำนวนและขนาด ซึ่งมีความสามารถในการกรองน้ำในสระทั้งหมดได้ภายใน 6 ชั่วโมง

2. ถังกรอง (Filter Tank)

ถังกรองเป็นแบบ Vertical Grid Filter ทำด้วย Stainless Steel Heavy Gauge ผิวภายนอกขัดมันในลักษณะ Machine Pulished to a Mirror Bright Finish ถังกรองจะต้องสามารถเปิดฝาครอบบนได้ง่าย และสะดวกในการเติมผง Diatomaceous Earth ภายในถังประกอบด้วย Filter Element Assembly และ Spriral Grid Assembly and Manifold น้ำจะหมุนเวียนจากด้านล่างสู่ด้านบนและสามารถล้างทิ้ง (Backwash) ได้ ข้อต่อท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกจะต้องเป็นวัสดุประเภททนต่อการกัดกร่อนได้ดี

เครื่องกรองน้ำเป็นชนิด Diatomaceous Earth Filter สามารถกรองน้ำได้ในอัตรา 1.35 ลิตร/วินาที/ตารางเมตร (2 แกลลอน/นาที/ตารางฟุต) และสามารถทนแรงดันของน้ำได้ในอัตราที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ และจะต้องติด Pressure Gauge with Cock ไว้ที่ด้านบนของถัง

3. เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน (Centrifugal Pump)

เครื่องสูบน้ำหมุนเวียนจะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Self-Priming Centrifugal Pump) ตัวเรือนทำด้วย Bronze, ใบพัด (Impeller) ทำด้วย Brass ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุลย์ทั้งทางด้านสถิตย์ศาสตร์และจลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิตประกอบติดกับมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นหน่วยเดียวกัน แกนเพลา (Shaft) ของมอเตอร์ทำด้วย Stainless Steel Shaft, Oversized Ball Bearings, Built-In Overload Protection ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท

ทางด้านดูดเข้าของเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้ง Strainer Basket ประกอบติดมาเป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ Strainer Basket ทำด้วย Bronze หรือวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำยาเคมี ตะแกรงกรองผงทำด้วย Special High Density Polyethylene

Strainer Basket, Pump, and Motor จะต้องประกอบเข้าเป็นชุดเดียวกัน

4. <u>ท่อน้ำและข้อต่อ</u> (Pipes and Fittings)

ท่อน้ำและข้อต่อ (Swimming Pool Pipes and Fittings) สำหรับสระว่ายน้ำให้ใช้เป็นท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532, Class 13.5
ข้อต่อ (Fittings) สำหรับใช้กับท่อพีวีซีเป็นแบบ Injection Molded ใช้กับท่อพีวีซี โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อต่าง ๆ จะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำ

การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียว จะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น

ข้อต่อจำพวกยูเนียน (Union) จะต้องมี Rubber "O" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย ห้ามต่อยูเนียนฝังดินหรือฝังผนังคอนกรีตโดยเด็ดขาด

ข้อต่อชนิดที่ไม่มีเกลียว แต่เป็นการต่อสวมเข้ากับท่อโดยปลายท่อที่จะสวมใส่จะต้องทำความสะอาดและขัดให้ผิว หน้าหยาบเสียก่อน แล้วทาด้วยน้ำยาทาท่อพีวีซีตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วจึงต่อท่อเข้าและกดให้แน่น รอจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัวจึงปล่อยมือ

5. <u>วาล์ว</u> (Valves)

วาล์วที่ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องกรองน้ำและเครื่องสูบน้ำให้ใช้ Gate Valve ซึ่งมีตัวเรือนวาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw End, Class 125 ปอนด์ Steam Pressure Rating

6. <u>อุปกรณ์ประกอบสระว่ายน้ำ</u> (Swimming Pool Accessories)

อุปกรณ์ประกอบสระว่ายน้ำประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Main Drain of Frame and Grate
- Adjustable Inlet Fittings
- Vacuum Fitting with Plug
- PH & Chlorine Test Kit
- Algae Brush, 100 mm. Stainless Steel
- Combination Wall & Floor Brush, 0.45 m. Nylon

- Vacuum Head 0.35 m.
- Vacuum Hose 15 m. , 40 mm. Sunking
- Aluminum Handle 5.5 m.
- อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ

7. <u>แผงสวิทซ์ไฟฟ้า</u> (Control Panel)

แผงสวิทซ์ไฟฟ้าต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร นำไปชุบ Electro-Galvanized ฝาด้านหน้าของแผงสวิทซ์ต้องพับขอบพร้อมกุญแจแบบ Flush Lock ด้านข้างของแผงสวิทซ์จะต้องมีเกล็ดระบายความร้อนพร้อมตะแกรงกันแมลง

การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในแผงสวิทซ์ เช่น Circuit Breaker and Motor Starter พร้อม Overload Protection, Timer, Push-Button, Pilot Lamp, Relay, Wiring จะต้องจัดวางและติดตั้งให้เรียบร้อยก่อนนำไปใช้งาน

หมวดที่ 10 วาล์วระบบสุขาภิบาล (Valves and Accessories)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

1.2 วาล์วที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้น

1.3 วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน และต้องเป็นแบบที่มีลักษณะ คุณสมบัติเหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ

1.4 วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่าแรงดันใช้งานในระบบ โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต

1.5 วาล์วทุกชนิด ยกเว้นวาล์วควบคุม (Control Valve) ต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่

1.6 โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อน้ำในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวดิ่ง เว้นแต่จะมีสาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณา และอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน เป็นแต่ละกรณีไป

1.7 วาล์วที่ต้องเปิด-ปิดขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ต้องติดตั้งให้วาล์วอยู่สูงไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) จากพื้น

1.8 วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะไม่สามารถใช้มือหมุนพวงมาลัยได้จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Handwheels) พร้อมห่วงกันโซ่หลุดทำจากวัสดุไม่เกิดสนิม ปลายโซ่ห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร (3 ฟุต) พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

2. Gate Valve

2.1 Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw Ends

2.2 Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron, Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

3. Swing-Check Valves (Spring Loaded)

ใช้สำหรับเครื่องสูบน้ำเสียเท่านั้น

3.1 Check Valves เป็นแบบ Swing Type Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง การทำงานของลิ้นวาล์วเป็นแบบ Spring Loaded Swing Type Disk และสามารถใช้งานได้ดีโดยลิ้นวาล์วไม่ติดขัดหรือค้างอยู่และต้องปิดสนิทเมื่อมีการไหลย้อนกลับของน้ำ โดยไม่เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน

3.2 Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กว่าทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Ends) ลักษณะตัววาล์วเป็นแบบ Full Area Globe-Pattern

3.3 Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron Swing Pattern Stainless Steel and Disk ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

4. Silent-Check or Duo Disk Valve (Spring Closed Type)

4.1 Silent-Check or Duo Disk Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและในตำแหน่งที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังหรือการกระแทกของน้ำ โดยปกติแล้วให้ติดตั้งที่ทางด้านน้ำส่งของเครื่องสูบน้ำ ลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type) **ออกแบบเป็นลักษณะ** Globe Pattern

4.2 ลิ้นวาล์วทำด้วย Aluminium Bronze ปาวาล์วทำด้วย Buna-N และสปริงทำด้วย Bronze หรือ Stainless Steel

4.3 Silent-Check Valves ที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)

4.4 Silent-Check Valve ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron หรือ Cast-Steel ชนิดยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

5. Butterfly Valve

5.1 Butterfly Valve สำหรับใช้กับท่อน้ำระบบประปาที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว) หรือใหญ่กว่า

5.2 ใช้ Butterfly Valve แทนวาล์วประตูน้ำ (Gate Valve) ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งได้หรือพื้นที่ไม่เพียงพอ ใช้งานไม่สะดวกหรือติดตั้งไม่สะดวก

5.3 ตัววาล์ว (Body) ทำด้วย Cast-Iron หรือ Ductile Iron เป็นแบบ Fully Lug Type Body หรือ Groove Joint

5.4 Disc ทำด้วย Stainless Steel หรือ Aluminium Bronze ที่มีความแข็งแรงไม่ทำให้เสียรูปง่าย หรือบิดงอ

5.5 Shaft เป็นแบบ Through-Shaft Design, ทำด้วย Stainless Steel

5.6 Compound Rubber Seat Ring จะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นดีและทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท

5.7 Molded-In "O" Ring จะต้องออกแบบมาใช้กับการประกอบหน้าแปลนโดยไม่ต้องใช้ปะเก็น (Gaskets) และไม่มีการรั่วไหล

5.8 วัสดุประกอบที่เป็นยางทุกส่วนจะต้องใช้งานเหมาะสมกับของเหลวที่อยู่ในระบบ

5.9 Lever Operated Valve ใช้กับวาล์วขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และเล็กกว่า

5.10 Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับวาล์วที่มีขนาดใหญ่กว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป

5.11 Position Indicator จะต้องประกอบติดมากับตัววาล์วเพื่อแสดงตำแหน่งของลิ้นวาล์ว

6. Ball Valves

6.1 Ball Valves มีลักษณะเป็นแบบ Ball Pattern Full Bore Type

6.2 Ball ทำด้วย Brass Chromium Plated

6.3 Ball Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ตัวเรือนทำด้วย Bronze มีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) ตามมาตรฐาน ASTM B62

6.4 Ball Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Carbon Steel ตามมาตรฐาน ASTM A-216

6.5 ก้านหมุนขณะเปิดให้น้ำผ่านได้เต็มที่ ต้องอยู่ในแนวขนานกับท่อน้ำเข้า-ออก

6.6 Ball Valves ต้องเป็นชนิด สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 862 กิโลปาสคาล (125 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

7. Float Valves

7.1 Float Valves จะต้องติดตั้งตามที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ลักษณะของวาล์วเป็นแบบ Hydralically Operated, Diaphragm Actuated Globe or Angle Pattern Valve มีลูกลอยเป็นแบบ modulating Float Control สามารถควบคุมให้ตัว Main Valve ปิด-เปิดได้เองโดยอัตโนมัติ

7.2 ตัวเรือนวาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Ductile Iron มีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection) ตัววาล์วจะต้องเป็นชนิด Full Port

7.3 Float Valves จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1206 กิโลปาสคาล(175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

7.4 ตัวลูกลอย (Float) จะต้องติดตั้งควบคุมอยู่ในบริเวณน้ำนิ่ง หรืออยู่ใน Stilling Well ซึ่งสามารถป้องกัน น้ำวนหรือการกระเพื่อมขึ้น-ลงของระดับผิวน้ำ ผู้รับจ้างต้องจัดหา Stilling Well และติดตั้งให้ด้วย

8. Pressure Reducing Valve

8.1 Pressure Reducing Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบหรือในตำแหน่งที่ต้องการปรับลดความ ดันใต้วาล์วให้มีความดันคงที่ ถึงแม้ว่าทางด้านเหนือวาล์วจะมีความดันเปลี่ยนแปลงไปก็ตาม

8.2 Pressure Reducing Valve เป็นแบบ Diaphragm Type Modulating Valve with Hydraulically Operated Pilot Control, Single Seat, Globe or Angle Valve Pattern, Full Port

8.3 Pilot Control เป็นแบบ Direct-Acting, Adjustable, Spring Loaded, Normally Open, Diaphragm Type Valve

8.4 Pressure Reducing Valve ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Ductile Iron ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

9. Pressure Relief Valve

9.1 Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่รักษาความดันของน้ำในระบบให้คงที่ในพิกัดที่ต้องการ และสามารถปล่อยน้ำออกจากระบบได้โดยอัตโนมัติในเมื่อความดันของน้ำในระบบสูงเกินกว่าพิกัดที่ตั้งไว้ และยังคงรักษาระดับความดันของน้ำในระบบให้คงที่อยู่ตลอดเวลา

9.2 Pressure Relief Valve เป็นแบบ Hydraulically Operated, Pilot Control, Diaphragm-Type, Globe or Angle Valve Pattern, Full Port

9.3 Pilot Control เป็นแบบ Direct-Acting, Adjustable, Spring Loaded, Diaphragm-Type Valve

9.4 Pressure Relief Valve ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Ductile Iron ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

10. Pump Control Valve

10.1 Pump Control Valve ใช้สำหรับติดตั้งทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำที่จ่ายขึ้นถังหลังคา เพื่อลด Surge Pressure ที่จะเกิดขึ้นในระบบจากการ Start & Stop เครื่องสูบน้ำ

10.2 Pump Control Valve เป็นแบบ Hydraulic Operated, Diaphragm Type ทำงานด้วย Diaphragm โดยมี Solenoid Valve สำหรับควบคุมการทำงาน และสามารถตั้งอัตราการเปิด-ปิดของวาล์วได้ ที่ตัววาล์วจะ ต้องมี Self-Cleaning Strainer, Limit Switch และ Lifting Type Check สำหรับป้องกันการไหลกลับ

11. Foot Valve

11.1 Foot Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ โดยปกติแล้วติดตั้งที่ปลายท่อทางด้านดูด (Suction) ของเครื่องสูบน้ำในกรณีที่เครื่องสูบน้ำติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับน้ำ เพื่อป้องกันมิให้น้ำในระบบไหลย้อนกลับลงสู่ถัง ลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type)

11.2 Body, Disc, Seat ทำด้วย Cast-Iron หรือ Bronze

11.3 Spring ทำด้วย Stainless Steel

11.4 Foot Valve จะต้องมีแผ่นตะแกรงดักผง (Galvanized Steel Plate Strainer) ประกอบติดมาด้วย

11.5 Foot Valve สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1,030 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว)

หมวดที่ 11 วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่าง ๆ (Pipes and Fittings Material)

1. <u>ท่อน้ำประปา ท่อน้ำอ่อน และท่อน้ำระบบ นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Cold Water Soft Water And Reused Water Pipes)</u>

1.1 ท่อเมนน้ำประปาในแนวดิ่ง และแนวราบ ได้แก่ ท่อเมนประปาจ่ายขึ้นถังสูง, ท่อเมนประปาที่จ่ายลงจากถังสูง ท่อเมนประปาแนวราบ

ท่อเมนน้ำอ่อนในแนวดิ่ง และแนวราบ ได้แก่ ท่อเมนน้ำอ่อนจ่ายขึ้นถังสูง ท่อเมนน้ำอ่อนแนวราบ

ท่อเมนน้ำระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในแนวดิ่ง และแนวราบ ได้แก่ ท่อเมนน้ำระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่จ่ายขึ้นถังสูง ท่อเมนน้ำระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่แนวราบ

ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (ERW Galvanized Steel Pipes) ตามมาตรฐาน ASTM A-53 Grade A Schedule 40 W/ PE Lining.

ข้อต่อ (Fittings) สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสี (ERW Galvanized Steel Pipes) ทำด้วย Wrought Carbon and Alloy Steel with Hot-Dip Galvanized ตามมาตรฐาน ASTM A234 หรือ ต่อท่อแบบหน้าแปลน (Galvanized Steel Flange Joints) ข้อต่อจะต้องมีการทำ PE Lining ตามมาตรฐานผู้ผลิต

1.2 ท่อประปา ท่อน้ำอ่อน และท่อน้ำระบบนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ในส่วนของระบบท่อจ่ายหลังวาล์วลดแรงดัน (Pressure reducing valves -PRV value) และวาล์วควบคุมประจำชั้น

ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 13.5

1.3 ท่อประปาในส่วนที่ฝังในผนังเพื่อจ่ายลงสุขภัณฑ์และเดินฝังในผนัง

ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 13.5

1.4 ท่อประปาในส่วนที่ฝังดิน

ให้ใช้ท่อ High Density Polyethylene Pipe (HDPE) ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075 หรือมาตรฐาน มอก. 982-2548 ต่อแบบหน้าแปลน Minimum Class PN. 10 (Rasin Class PE 100) น๊อต, สกรู, แหวนจะต้องทำด้วย Stainless Steel กรณีที่ติดตั้งใต้ดิน

1.5 ท่อน้ำประปาที่ติดตั้งภายนอกอาคารที่ฝังดินจากมิเตอร์การประปาภูมิภาค

ให้ใช้ท่อ High Density Polyethylene Pipe (HDPE) ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075 หรือมาตรฐาน มอก. 982-2548 ต่อแบบหน้าแปลน Minimum Class PN. 10 (Rasin Class PE 80)
น๊อต, สกรู, แหวนจะต้องทำด้วย Stainless Steel กรณีที่ติดตั้งใต้ดิน

1.6 หน้าแปลน (Galvanized Steel Flanges) ที่นำมาใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสม และทนแรงดันใช้งานได้ สูงสุดของระบบ

1.7 น๊อต, สกรู, และแหวน จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel

2. <u>ท่อน้ำโสโครก และท่อน้ำทิ้ง</u> (Soil, Waste Pipe)

2.1 ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง **สำหรับท่อเมนในแนวดิ่ง และ ท่อรวบในแนวนอน** ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 13.5

2.2 ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง สำหรับท่อแยกในแนวราบ ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 8.5

3. <u>ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัว</u> (Kitchen Waste Pipe)

ท่อน้ำทิ้งจากห้องครัวให้ใช้เป็นท่อ PP (Poly Propylene) Class B สำหรับใช้เป็นท่อน้ำตามมาตรฐาน BS 4991 ข้อต่อ (Fittings) เป็นแบบต่อด้วย Mechanical Joint หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
และให้ใช้ท่อและข้อต่อจากผู้ผลิตรายเดียวกัน

4. <u>ท่อระบายอากาศ</u> (Vent Pipe)

4.1 ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe) ท่อเมนในแนวดิ่ง และท่อเมนแนวนอนให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC Pipe) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ที่ มอก. 17-2532 Class 8.5 และ Class 5 สำหรับท่อที่ติดตั้งในห้องน้ำ

4.2 ข้อต่อ (Fittings) สำหรับใช้กับท่อ PVC เป็นแบบ Injection Molded ชนิดหนา ใช้กับท่อ PVC โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อ ต่าง ๆ จะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำ

4.3 การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียวจะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น

4.4 ข้อต่อ จำพวกยูเนี่ยน (Unions) จะต้องมี Rubber "0" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย

4.5 ข้อต่อชนิดที่ไม่มีเกลียว แต่เป็นการต่อสวมเข้ากับท่อโดยปลายท่อที่จะสวมใส่จะต้องทำความสะอาดและขัดให้ผิวหน้าหยาบเสียก่อนแล้วทาด้วยน้ำยาทาท่อพีวีซี ตามคำแนะนำของผู้ผลิตแล้วจึงต่อท่อเข้าและกดให้แน่นรอจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัวจึงปล่อยมือ

4.6 การต่อท่อระบายอากาศเข้ากับท่อน้ำโสโครก หรือท่อน้ำทิ้ง (ชนิดท่อเหล็กหล่อปากระฆัง) ให้ใช้ข้อต่อหรือ ข้อลดทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Malleable Cast-Iron) เป็นตัว Adapter

5. <u>ท่อระบายน้ำทิ้งจากห้องเครื่องปรับอากาศ</u> (Air Handling Unit Room)

5.1 ท่อระบายน้ำทิ้งจากห้องเครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit Room) ของระบบปรับอากาศกำหนดให้ใช้ เป็นท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532 Class 8.5

5.2 ท่อระบายน้ำทิ้งจากห้องเครื่องเป่าลมเย็นที่ติดตั้งในแนวนอน จะต้องห่อหุ้มด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Foamed Plastic Insulation หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) แล้วพันทับด้วย PVC Tape สำหรับท่อที่ปรากฏแก่สายตาส่วนท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งไม่จำเป็นต้องหุ้มฉนวน

5.3 ข้อต่อ (Fittings) สำหรับใช้กับท่อพีวีซีเป็นแบบ Injection Molded ชนิดหนาใช้กับท่อพีวีซี โดยเฉพาะวัสดุข้อต่อต่าง ๆ จะต้องเป็นวัสดุประเภทเดียวกับวัสดุท่อน้ำ

5.4 การต่อท่อเข้ากับข้อต่อที่เป็นชนิดเกลียวจะต้องพันเกลียวด้วย PTFE (Teflon) Tape เท่านั้น

5.5 ข้อต่อจำพวกยูเนี่ยน (Unions) จะต้องมี Rubber "O" Ring Seals ประกอบอยู่ด้วย

5.6 ข้อต่อชนิดที่ไม่มีเกลียว แต่เป็นการต่อสวมเข้ากับท่อโดยปลายท่อที่จะสวมใส่จะต้องทำความสะอาดและ ขัดให้ผิวหน้าหยาบเสียก่อน แล้วทาด้วยน้ำยาทาท่อพีวีซี ตามคำแนะนำของผู้ผลิตแล้วจึงต่อท่อเข้าและ กดให้แน่นรอจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัวจึงปล่อยมือ

6. <u>ท่อประปาและท่อดับเพลิงที่เดินในถังน้ำ</u>

ท่อน้ำประปาที่ติดตั้งภายถังน้ำ ให้ใช้ท่อ High Density Polyethylene Pipe (HDPE) ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075 หรือมาตรฐาน มอก. 982-2548 ต่อแบบหน้าแปลน Minimum Class PN. 10 (Rasin Class PE 100)

7. <u>ท่อระบายน้ำฝน</u> (Rain Water Pipes)

7.1 ท่อระบายน้ำฝนเมนในแนวดิ่งที่ติดตั้งใน อลูมิเนียม Cladding ให้ใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ **มอก.** 17-2532 Class 13.5

7.2 ท่อระบายน้ำฝนสำหรับท่อแยกแนวนอนใช้ท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532 Class 8.5 **กาวพีวีซีที่ใช้เป็นแบบงานที่สามารถทนแรงดันได้**

7.3 ท่อน้ำฝนที่ติดตั้งฝังดินภายนอกอาคาร ให้ใช้ท่อ High Density Polyethylene Pipe (HDPE) ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075 หรือมาตรฐาน มอก. 982-2533 ต่อแบบหน้าแปลน Minimum Class PN. 6 กรณีที่มิได้เดินผ่านถนน และ PN 10 กรณีลอดใต้ถนน (PE 80)

8. <u>ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องสูบระบายน้ำ</u> (Drainage Pumps)

ท่อน้ำทิ้งและอุปกรณ์ข้อต่อ (Drain Pipes and Fittings) ที่ต่อจากเครื่องสูบน้ำให้ใช้เป็นท่อ Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 17-2532 Class 13.5

9. <u>ท่อระบายน้ำรอบอาคาร</u> (Drainage Pipes)

ท่อระบายน้ำรอบอาคาร ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) และใหญ่กว่าให้ใช้เป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็กปากลิ้นราง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 128-2523 ประเภท ค.ส.ล.3

10. <u>ระบบท่อน้ำสำหรับระบบรดน้ำต้นไม้ (Irrigation Pipes)</u>

10.1 ท่อเมนระบบรดน้ำต้นไม้ ได้แก่ท่อเมนขึ้นถังสูง ที่เมนที่จ่ายลงจากถังสูง ท่อเมนในแนวดิ่งที่ผ่านชุดลดความดัน ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี (ERW Galvanized Steel Pipes) ตามมาตรฐาน ASTM A-53 Grade A Schedule 40

10.2 ข้อต่อ (Fitting) สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสี (ERW Galvanized Steel Pipes) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ขนาด 100 มิลลิเมตร (4นิ้ว) ทำด้วย Wrought Carbon and Alloy Steel with Hot-Dip Galvanized ตามมาตรฐาน ASTM A234 หรือ ต่อท่อแบบหน้าแปลน (Galvanized Steel Flange Joints)

10.3 ท่อน้ำและอุปกรณ์ข้อต่อ (Irrigation Pipe and Fittings) ในส่วนที่ติดตั้งที่ระเบียงอาคารรวมส่วนที่ติดตั้งในกระบะต้นไม้และส่วนที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ใช้

10.3.1 ท่อโพลีเอทีลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) ชั้นแรงดันไม่ต่ำกว่า PN.6 ตามมาตรฐาน มอก. 982-2548

10.3.2 ท่อโพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ชั้นแรงดัน PN 4 มาตรฐาน มอก. 982-2548 (ในส่วนหลัง Control Valve)

10.3.3 การต่อแบบเชื่อมความร้อน (Butt Weld) และแบบสวมอัด (Compression)

หมวดที่ 12 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำระบบสุขาภิบาล (Piping Accessories)

1. ความต้องการโดยทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบสุขาภิบาลที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูก ต้องทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบ และรายการจนสามารถใช้การได้ดีและสมบูรณ์ตาม ที่ต้องการ

1.2 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่าง ๆ ที่มิได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ดียิ่งขึ้นจะ ต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

1.3 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้กับของเหลวในระบบ

1.5 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบ หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ

1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่า หรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่ง สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก

2. Flexible Pipe Connection (ข้อต่ออ่อน)

2.1 ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 2,068 กิโลปาสคาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)

2.2 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)

2.3 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)

2.4 การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อน

2.5 ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่น ๆ สำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่อาคารเกิดทรุดตัวไม่ เท่ากัน (Differential Settlement) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม

2.5.1 สำหรับระบบท่อน้ำประปาใช้เป็นชนิดสเตนเลสถัก (Stainless Flexible Joint) และมี Bellow ภายใน

2.5.2 สำหรับระบบท่อส้วม ท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำฝน ให้ใช้เป็นแบบ Flexible Rubber Joint หรือแบบอื่น ที่สามารถ ให้ระยะการเคลื่อนตัวได้ไม่น้อยกว่า 5 เซ็นติเมตร (Axial Movement) โดยถ้าท่อเดิน ฝังดินให้ใช้เป็นชนิด Underground มีวงแหวนเสริมความแข็งแรง (Reinforced Ring) และ สามารถทนแรงกดทับของดินได้ลึกไม้น้อยกว่า 1 เมตร โดยไม่เสียรูป

3. Expansion Joints (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว)

3.1 Expansion Joints เป็นชนิด Packless Construction Externally Pressurized Guide Expansion Connector

3.2 Expansion Joints ใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยืดตัวและหดตัวของท่อน้ำ และในระบบท่อนั้นซึ่งไม่ สามารถติดตั้ง Expansion Loops หรือ Offsets ได้ **ในกรณีที่มีการเดินท่อเมนผ่านรอยต่ออาคาร** (Building expansion Joint)

3.3 จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (Anchors and Pipe Guides) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

3.4 Expansion Joints เป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ

3.5 ท่อน้ำแรงดัน เช่น ท่อประปา ที่ยาวต่อเนื่องกันเกิน 50 เมตร และมิได้ติดตั้งแบบฝังในดิน ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งข้อต่อแบบยืด และหดตัว เพื่อรองรับการขยายหรือหดตัวของท่อ อันเนื่องจากอุณหภูมิภายนอก ทั้งที่แสดงในแบบ หรือไม่ได้แสดงในแบบก็ตาม ทุกระยะไม่เกิน 100 เมตร หรือตามหลักวิศวกรรมที่ดี

4. Strainers (อุปกรณ์ดักผง)

4.1 Strainers ใช้สำหรับต่อด้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเทรนเนอร์เป็นแบบ Y- Pattern

4.2 Strainers ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End

4.3 Strainer ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flanged End

4.4 แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจาก ระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่

กว่าต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบายตะกอนทิ้งขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อสั้นและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทิ้งไว้ด้วย

4.5 Strainers ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุใน แบบ

4.6 ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-

ขนาดสเทรเนอร์ มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดรู มิลลิเมตร
20 ถึง 50 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว)	0.75
65 ถึง 150 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว)	1.50
200 ถึง 300 มิลลิเมตร (8 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว)	3.00
ใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร (ใหญ่กว่า 12 นิ้ว)	6.00

5. Automatic Air Vent (อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ)

5.1 Automatic Air Vent เป็นแบบ Direct Acting Float Type

5.2 ลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel

5.3 Body and Cover ทำด้วย Cast-Iron

5.4 ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

5.5 Automatic Air Vent ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ

5.6 ก่อนต่อเข้า Automatic Air Vent จะต้องมี Shut off Valve ประกอบอยู่ด้วย ส่วนทางด้านอากาศออกจะ ต้องต่อท่อไปทิ้งไว้ ณ จุดหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain)

5.7 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Automatic Air Vent ที่จุดสูงสุดของระบบท่อน้ำในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อ แม้ว่าจะไม่มีการแสดงในแบบก็ตาม แต่หากพบว่าที่จุดใดมีอากาศสะสมอยู่ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้ง Automatic Air Vent เพื่อระบายอากาศออกจนหมด และทำให้ระบบใช้งานได้สมบูรณ์

6. Thermometers (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ)

6.1 Thermometers เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Adjustable Angle มีกรอบสเกลยาว 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) เทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่ด้านเข้า-ออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่ แสดงไว้ในแบบ

6.2 Thermometers ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminium มีก้านวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (3 1/2 นิ้ว) และจะต้องเลือกช่วงสเกล (Scale Range) ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่จะวัดอ่านค่ามีความแม่นยำ (Accuracy) $\pm$ 1/2 °C

6.3 มีอุปกรณ์สำหรับปรับให้หน้าปัทม์ของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องการได้

6.4 Thermometers จะต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับน้ำหรือของเหลว และอุณหภูมิของเหลวนั้น ๆ

6.5 Thermometers จะต้องเป็นแบบ Dual Scale with °C and °F

6.6 Thermometers แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกัน Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่า ให้ขยายท่อโดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่าง ๆ ประกอบในการ ติดตั้งตำแหน่งที่ติดตั้งควรอยู่ระดับสายตาเพื่อง่ายต่อการอ่านค่า

7. Pressure Gauges (อุปกรณ์วัดความดัน)

7.1 Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Type สำหรับวัดความดันของน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบและรายการ

7.2 Pressure Gauges ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทม์กลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติมี Accuracy 1% ของสเกลบนหน้าปัทม์

7.3 มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้

7.4 สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (kg/cm^2) ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) หรือบาร์ (Bar) หรือกิโลปาสคาล (KPa) หรือมิลลิเมตรปรอท (mm Hg.) สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ

7.5 Pressure Gauges แต่ละชุดจะต้องมี Shut off Valve และ Pressure Snubber ประกอบร่วมอยู่ด้วย

7.6 ความดันใช้งานต้องไม่เกินกว่าความดันสูงสุดที่ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม์

7.7 Pressure Gauges ที่ใช้กับของเหลวที่กัดกร่อน (Corrosive Liquid) จะต้องเป็นชนิด Chemical Type with Diaphragm Liquid Separator

8. Flow Measuring Equipment (อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ)

8.1 Flow Measuring Equipment หรืออุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นแบบ Annubar Flow Measuring Station และมีกล่องเครื่องมือสำหรับวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำ (Portable Meter Set) พร้อมทั้ง Master Chart ซึ่งสามารถอ่านค่าที่ออกมาได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงหรือแกลลอนต่อนาที กล่องเครื่องมือนี้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยมีสายวัดสำหรับต่อระหว่างเครื่องวัดและ

Annubar มีความยาว 4 เมตร จำนวน 2 เส้นพร้อมยางกันรั่วรวมอยู่ในกล่องเครื่องวัดนี้สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีจะต้องมีคู่มือการติด ตั้งและวิธีการใช้เครื่องวัดนี้รวมอยู่ในกล่องด้วย

8.2 ภายหลังการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องมอบเครื่องวัดนี้ให้เป็นสมบัติของเจ้าของโครงการ

8.3 เครื่องมือวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Eagle Eye Flow Meter หรือเทียบเท่า

8.4 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องติดตั้งวาล์วสำหรับปิด-เปิดพร้อม Quick Connect Coupling Connection ติดตั้งอยู่ด้วย

8.5 Annubar Elements ทำด้วย Stainless Steel สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 2,068 กิโลปาสคาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 204 องศาเซลเซียส (400 องศาฟาเรนไฮท์)

8.6 อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Annubar by Ellison Instrument Division Dieterich Standard Corp หรือเทียบเท่า

8.7 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องมีป้ายทองเหลืองแขวนด้วยโซ่แขวนอยู่ และ ป้ายนี้จะต้องแสดง Station Number, Meter Setting และค่าที่อ่านได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m^3/Hr) หรือแกลลอนต่อนาที (GPM) หรือลิตรต่อวินาที (l/sec)

8.8 ข้อต่อที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งควบคู่กับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องส่งมาพร้อมกับอุปกรณ์ วัดปริมาณการไหลของน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน

9. Water Meter (มาตรวัดน้ำ)

Water Meter เป็นมาตรวัดน้ำแบบใบพัด (Turbine Type) Multi Jet Magnetic Drive ตามมาตรฐานของการประปา ท้องถิ่นและผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงโดยมีหนังสือรับรองจากการประปาท้องถิ่น เป็นแบบที่สามารถติดตั้งในแนวนอนหรือแนวดิ่งได้ตามที่ระบุในแบบ

10. Water Hammer Arrestors (อุปกรณ์ป้องกันการกระแทกของน้ำ)

10.1 Water Hammer Arrestors เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในระบบท่อน้ำสำหรับลดการกระแทกของน้ำหรือกำจัดการกระแทกของน้ำในวงจรระบายท่อน้ำ ป้องกันมิให้เครื่อง, อุปกรณ์, วาล์วและข้อต่อต่าง ๆ เกิดการ เสียหาย

10.2 Water Hammer Arrestors ติดตั้งที่ท่อน้ำทางด้านน้ำส่งของเครื่องสูบน้ำ, ส่วนที่ใกล้กับวาล์วหรือส่วน ปลายท่อซึ่งเกิดการกระแทกของน้ำหรือติดตั้งตามแบบ

10.3 Water Hammer Arrestors ตัวเรือน (Body) ทำด้วย Copper Tube Type K หรือ Type L ภายในบรรจุ One Moving Part เป็นแบบ Spherical Piston which Floats Inside the Surge Chamber และมี Rubber "O" Rings ป้องกันมิให้อากาศที่อัดไว้ภายในรั่วออกมาได้และน้ำไม่สามารถผ่านเข้าใน Chamber ได้

10.4 Water Hammer Arrestors สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1,034 กิโลปาสคาล (150 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว)

10.5 Water Hamer Arrestors ต่อกับท่อน้ำโดยใช้เกลียว

11. Floor Drain (ช่องระบายน้ำจากพื้น)

11.1 Floor Drain หรือช่องระบายน้ำจากพื้น ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่ว จากพื้นและมีฝาปิดหรือช่องระบายน้ำ ทำด้วยทองเหลืองขัดมัน หรือทองเหลืองชุบโครเมียม ผู้รับจ้างต้อง ส่งตัวอย่างขออนุมัติ

11.2 ลวดลายของช่องระบายน้ำจากพื้น จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

11.3 ฝาปิดช่องระบายน้ำจากพื้น จะต้องมีเกลียวยาวพอที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำให้เข้ากับพื้นตามความต้อง การได้

11.4 Floor Drain หรือช่องระบายน้ำจากพื้นให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งานเทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

12. Roof Drain (ช่องระบายน้ำฝน)

12.1 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝน ตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีปีกโดยรอบป้องกันน้ำรั่วจาก พื้นมีช่องระบายน้ำทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) เช่นเดียวกัน

12.2 ลวดลายของช่องระบายน้ำฝน จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง

12.3 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝนจะต้องทำการติดตั้งให้เรียบร้อยและได้ระดับถูกต้องก่อนการเทคอนกรีต

12.4 Roof Drain หรือช่องระบายน้ำฝนให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งานเทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

13. Floor Cleanout (ช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ)

13.1 Floor Cleanout หรือช่องสำหรับทำความสะอาดท่อตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มีฝาปิดทึบ แบบเกลียวทำด้วยทองเหลืองขัดมันหรือทองเหลืองชุบโครเมี่ยม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างขออนุมัติ

13.2 ฝาปิดช่องสำหรับทำความสะอาดท่อ จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

13.3 ฝาปิดช่องสำหรับทำความสะอาดท่อจะต้องมี 2 รูตื้น ๆ แบบไม่ทะลุหรือแบบสี่เหลี่ยมนูนไว้ สำหรับในการใช้เครื่องมือเปิด-ปิดฝาได้

13.4 Floor Cleanout หรือช่องสำหรับทำความสะอาดท่อให้ใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่มีคุณภาพการใช้งาน เทียบเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

14. Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ)

14.1 Drain Valves เป็นแบบ Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำไว้ สำหรับเปิดไล่ผงและ ตะกอนออกจากระบบท่อน้ำหรือเมื่อมีความจำเป็นอื่น ๆ

14.2 Drain Valves จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและสะดวกในการบำรุงรักษา

14.3 Drain Valves จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับระบบท่อนั้น ๆ

14.4 จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและไม่เป็นอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง , รางระบายน้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

14.5 ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้จะต้องจับยึดให้แน่นหนาไม่ให้เกิดการสะบัดของท่อเมื่อปล่อยน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว

15. Bolts, Nuts, and Washers (สกรู น๊อต และแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่าง ๆ ที่มีการต่อกันท่อแบบหน้าแปลนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ ร่วมอยู่ด้วย กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Cadmium-Plated Steel ระหว่างหน้าแปลนทั้งสอง ประกบอยู่จะต้องมีประเก็นยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย

16. สายอ่อนชำระ

ตัวสายทำด้วยพลาสติกเสริมความแข็งแรงด้วยใยไนล่อน อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นชุดของสายอ่อนชำระเช่น Spray Head, ตัวสาย, Fittings ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโลปาสคาล (80 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว)

17. สายอ่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์

ตัวสายทำด้วยยางสังเคราะห์แล้วถักเพื่อเสริมความแข็งแรงด้วย Stainless Steel Braiding ขนาดของสายต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) และสามารถทนแรงดันใช้งานในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโลปาสคาล (80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

18. Stop Valve

วาล์วเป็นแบบ Angle Valve ชุบด้วยโครเมี่ยม ตัววาล์วต้องสามารถทนแรงดันในระบบได้ไม่น้อยกว่า 550 กิโลปาสคาล (80 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

หมวดที่ 13 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง (Piping Installation)

1. ความต้องการทั่วไป

การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องติดตั้งให้แนวท่อน้ำมีแนวขนานและตั้งฉากกับอาคาร แนวผนังของอาคารและแนวผนังของ ฝากั้นเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร ทิศทางการไหลของน้ำหรือการระบายน้ำทิ้งจะต้องให้ท่อน้ำมีความ ลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500 ท่อแยกที่ต่อแยกออกจากท่อเมนจะต้องต่อท่อแยกออกในลักษณะที่สามารถระบายน้ำ ทิ้งและไล่อากาศออกจากท่อได้ทั้งหมด การเปลี่ยนขนาดของท่อน้ำ ณ จุดใด ให้ใช้ข้อลดแบบเฉียงเพื่อการระบาย อากาศออกได้ยกเว้นท่อน้ำที่ติดตั้งในแนวดิ่ง (Vertical Pipes) ให้สามารถใช้ข้อลดแบบกลมได้

การติดตั้งท่อน้ำ เมื่อติดตั้งท่อน้ำครบวงจร (Water Circuits) แล้วทุกวงจร (All Circuits) จะต้องสามารถระบายน้ำ ทิ้งออกจากวงจรนั้นได้ทั้งหมด และหรือสามารถไล่อากาศออกจากระบบท่อน้ำของวงจรเหล่านั้นได้ทั้งหมดอีกด้วย

ช่องว่างระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์หรือเครื่องจักร จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา ช่องว่าง เหนือท่อน้ำและช่องเปิดบริการจะต้องมีที่ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และที่ซึ่งติดตั้งวาวล์ควรหลีกเลี่ยง ไม่ให้ก้านวาวล์กีดขวางทางขึ้นช่องเปิดบริการ (Access Ways) การติดตั้งท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้งและจัดให้มีระยะพอเพียงสำหรับเข้าไปเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำออกมาซ่อมแซมแก้ไขได้ เพื่อให้การใช้งานของ ระบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพที่ดีควรตระเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ และข้อต่อท่อน้ำติดตั้งไว้ด้วย

การติดตั้งท่อน้ำให้ได้ท่อน้ำที่ตรงและต่อเนื่องยาวที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ ยกเว้นจะมีข้อต่อหรือท่อแยกหรือท่อ รวม (Headers) ซึ่งจะทำการต่อท่อด้วยวิธีเชื่อมไฟฟ้า เชื่อมแก๊สหรือต่อด้วยเกลียว แล้วแต่กรณีซึ่งได้รับการอนุมัติ แล้วหรือได้แสดงไว้ในข้อกำหนดนี้

2. การต่อท่อร่วมระหว่างระบบ (Cross Connection and Interconnections)

ข้อห้ามในการต่อท่อร่วมระหว่างระบบท่อ ระบบท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคนั้นห้ามต่อบรรจบกับระบบท่อโสโครกและ ท่อน้ำทิ้งเป็นอันขาด หากแนวของท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องเดินขนานหรือตัดแนวท่อโสโครก หรือท่อระบายน้ำ ทิ้งแล้วแนวที่ขนานหรือตัดกันนั้น ท่อน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องอยู่เหนือท่อโสโครกหรือท่อระบายน้ำทิ้งเป็นระยะไม่ น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)

3. <u>ลักษณะการเดินท่อ</u> (Appearance)

ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา การ เลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสม ให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วน นั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมิได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อน การติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

4. <u>ฝีมือง่าน</u> (Workmanship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภทมาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติดังต่อไปนี้

ก. การตัดท่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกันแล้ว ต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดและคลาดเคลื่อนจากแนวไป

ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเอง หรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม

ค. การตัดท่อ ให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อขูดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน

ง. ทันทีที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใดให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

5. <u>การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ</u> (Location of Device)

การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ บรรดาส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น วาล์วน้ำ มาตรวัดน้ำ เกจ์วัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อม บำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย

6. <u>การเก็บรักษาท่อน้ำ</u> (Storage and Cleaning)

การเก็บรักษาและการป้องกันการชำรุดบุบสลายของท่อน้ำและสุขภัณฑ์ระหว่างการติดตั้งให้ ผู้รับจ้างปฏิบัติตาม แนวทางดังต่อไปนี้

ก. ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิดไม่ควรวางกองกับพื้น เพื่อ ป้องกันการเกิดสนิมและมีเศษวัสดุอยู่ภายในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Pipe) ควรทาสีป้อง กันสนิมด้วย Red Lead Primer

ข. ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องทะลวงภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดถูภายนอกท่อให้สะอาด

ค. ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อในส่วนนั้นไปชั่วคราว

ง. ระหว่างการติดตั้งท่อ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่าง ๆ ตกหล่นเข้าไปในท่อ และผู้ รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น

จ. หลังจากการติดตั้งแล้ว ถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือโผล่ออกมาจากข้อต่อต่าง ๆ จะต้องทาสีที่เกลียวนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเคาะตะกรันออก ใช้แปรงลวดขัด รอยเชื่อมและทาสีรอยเชื่อมนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อ น้ำภายในท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วยน้ำให้ใสสะอาด

ฉ. วาล์วน้ำข้อต่อ และส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อให้ตรวจดูภายในและทำความสะอาดภายในให้ทั่ว ถึงก่อนนำมาประกอบติดตั้ง

ช. เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ ให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบุบสลาย

ซ. เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วต้องตรวจดูความเรียบร้อย และทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์เหล่านี้อย่างทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและข้อ บกพร่องและใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี

7. <u>การต่อท่อเข้าอุปกรณ์</u> (Connections to Equipment)

การต่อท่อเข้าเครื่องสูบน้ำ ถังน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องต่อท่อเข้าในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมีแรงกดหรือแรงดึงระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูเนียนหรือหน้าแปลนต่อก่อนเข้าอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อการถอดอุปกรณ์ออกหรือ เคลื่อนย้าย

8. <u>การขยายตัวและการหดตัวของท่อน้ำ</u> (Expansion and Contraction)

การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือการขยายตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหด ตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม

9. <u>การทรุดตัวของท่อน้ำ</u> (Differential Settlement)

การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อภายหลังเกิดการทรุดตัวของเหล็กยึดท่อ น้ำหรือการทรุดตัวของ ระดับพื้นที่ไม่เท่ากัน จะต้องไม่เกิดอันตรายหรือความเสียหายกับท่อน้ำนั้น และปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยติด ตั้งอุปกรณ์เพิ่ม เช่น Flexible Connections หรือการเดินท่อ Offsets หรือการทำ Loops ในจุดที่คาดว่าจุดนั้นจะมี การทรุดตัวในอนาคต

10. <u>ปลอกท่อลอด แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน</u> (Sleeves and Escutcheons)

10.1 <u>ปลอกท่อลอด</u> (Sleeve and Block Out)

ก. การวาง Sleeve การตัดเจาะและการซ่อมแซมสิ่งกีดขวางหากมีสิ่งก่อสร้างใด ๆ กีดขวางแนว ของท่อแล้วผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่เจ้าของโครงการทราบพร้อมกับเสนอวิธีการตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้นกับวิธีการซ่อมแซมกลับคืนด้วย และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุม งานก่อน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนั้นโดยเฉพาะ และต้องกระทำด้วยความ ระมัดระวัง

ข. Sleeves, Block Out, Cutting and Patching ท่อที่เดินผ่านฐานรากหรือผนัง ฝากั้น และเพดาน นอกอาคารต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด

ค. ตรงตำแหน่งที่ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านพื้น หรือกำแพง หรือคอนกรีต ให้เป็นหน้าที่ของ ผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้ง Sleeve หรือ Block Out ต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น

ง. ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างทำการเจาะ ตัด ปะ เพื่อติดตั้งใด ๆ เกี่ยวกับงานของตนต้องขอความเห็นชอบ ต่อวิศวกรควบคุมงานก่อนเสมอ

จ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายนอกต้องป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านได้ และทำด้วยเหล็กดำ (Standard Weight Black Steel Pipes) พร้อมทั้งมี Water Stop Ring กว้าง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

ฉ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐภายใน ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

ช. Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐ หรือคอนกรีตที่ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบกันซึมให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

ซ. Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายในที่ทำด้วยวัสดุอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกำแพงอิฐทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี

ฌ. Sleeves ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ (รวม ฉนวนหุ้มถ้ามี) ที่ลอดผ่านภายในไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และผู้รับจ้างต้องใช้ Mineral Fiber อัดช่องว่างระหว่างท่อกับ Sleeves ให้แน่นทุกแห่ง ถ้าเป็นผนังกันไฟต้องอุดแน่นด้วย วัสดุทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

ญ. Sleeves ที่พื้นอาคารต้องฝังให้ปลอกสูงกว่าระดับพื้นที่ตกแต่งแล้ว 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) เมื่อเดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดช่องระหว่างท่อกับปลอกท่อลอดด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนให้ แน่นและเรียบร้อยจนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้

10.2 <u>แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน</u> (Escutcheon)

ก. ทุก ๆ จุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนัง ฝากั้น เพดาน และพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้งทางเข้า-ออกของท่อที่สามารถมองเห็นด้วยสายตาด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมี่ยม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะ ปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็กชุบโครเมี่ยมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วย สลักเกลียวแบบเซ็ทสกรู ห้ามใช้คลิปสปริง

ข. ขนาดท่อ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซ็นติเมตร

ค. ท่อขนาด 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) และใหญ่กว่า ความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซ็นติเมตร

ง. แผ่นปิด (Escutcheon) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องแลดูสวยงาม เรียบปราศจากรอยบุบ และรอยขีดข่วน

11. การต่อท่อน้ำ (Pipe Joints)

11.1 การต่อท่อน้ำแบบเกลียว (Joint for Threaded Pipe)

ก. เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว Taper Thread ตามมาตรฐาน BS 21 หรือ ISO R7 ซึ่งได้ระบุไว้ เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่ มอก. 281-2521

ข. การเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มี Threaded Ends เช่น วาล์วและข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าระบุการสั่ง ทำประเภทเกลียวได้ให้เลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR (ISO R7) หรือ BS 21 (ISO R 228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ Thread Conversion Fitting ร่วมในการประกอบท่อได้

ค. ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด

ง. ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้ เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

11.2 การต่อท่อน้ำแบบหน้าแปลน (Joint for Flanged Pipe)

ก. เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลน และการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Outside Diameter) ที่เลือกใช้งานและหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อ โดยทั่วไปต้องเป็นแบบเชื่อม

ข. การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวขนานกัน การเชื่อมหน้าแปลนกับตัวท่อ ให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านใน ยกเว้นหน้าแปลนชนิด Neck Flange ที่ เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ

ค. สลักเกลียว (Bolt) และน๊อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปใช้เป็น Galvanized or Cadmium Plated Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียว ต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วปลายโผล่จากน๊อตไม่น้อย กว่า 1/4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว

11.3 การต่อท่อน้ำแบบบัดกรี (Soldered Joint for Copper Pipe)

ก. ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาด ปลายท่อภายนอกและภายใน Fitting

ข. ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสานอุณหภูมิ การเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

โดยเฉพาะการ ใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินต้องเช็ดออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง เปอร์เซ็นต์เงินเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 5%

11.4 <u>การต่อท่อน้ำแบบใช้น้ำยาเชื่อมประสาน</u> (Cemented Joint for PVC Pipe)

ก. เตรียมผิวท่อที่จะต่อโดยการลบมุมปลายท่อโดยรอบ และทำความสะอาดท่อและเตรียมผิวท่อ รวมถึงข้อต่อที่จะนำมาต่อให้สะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดท่อตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตท่อระบุไว้

ข. ทาน้ำยาเชื่อมประสานภายในข้อต่อ และภายนอกท่อที่จะต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต เมื่อสรวม ต่อท่อเข้ากับข้อต่อแล้ว ให้เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมาให้หมดก่อนที่จะทิ้งไว้เพื่อให้น้ำยาเชื่อมแข็งตัว ประมาณ 5 นาที แล้วจึงจะนำไปติดตั้งต่อไป

11.5 <u>การต่อท่อน้ำแบบเชื่อม</u> (Welded Pipe Joint)

ก. ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายท่อที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้ได้ แนวที่นำมาเชื่อม ให้ลบปลายเป็นมุม (Bevel) ประมาณ 20 องศา-40 องศา โดยการกลึงหรือ ใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ม้อนเคาะอ๊อกไซด์และสะเก็ดโลหะออก พร้อมทั้งเจียรให้เรียบร้อยก่อน การเชื่อม

ข. การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt-Welding ใช้วิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC Welding) แผลเชื่อม ต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อมให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

ค. ช่างเชื่อมที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นช่างเชื่อมที่มีฝีมือดี และผู้ควบคุมงานสามารถให้ช่างเชื่อมมา ทดสอบฝีมือเชื่อมที่หน่วยงานได้ ถ้าหากผู้ควบคุมงานตรวจสอบฝีมือแล้วเห็นว่าฝีมือยังไม่ดีพอ ก็สามารถเปลี่ยนช่างเชื่อมผู้นั้นได้ โดยผู้รับจ้างต้องจัดหา ช่างเชื่อมมาเปลี่ยนให้ใหม่ผู้ควบคุม งานสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างตัดรอยเชื่อม เพื่อตรวจสอบได้ไม่เกิน 1% ของรอยเชื่อมทั้งหมด หรือตามคำวินิจฉัยของผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างต้องตัดส่วนที่พบเห็นว่าไม่ดีออก แล้วติดตั้งให้ใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

12. <u>**ที่แขวนและที่รองรับท่อ**</u> (Steel Hangers and Supports)

12.1 การแขวนโยงท่อและยึดท่อ ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝังต้องแขวนโยง หรือยึดติดไว้กับโครงสร้าง ของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยง ท่อที่เดินตามแนวราบ ให้ใช้ เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้และที่แขวน ที่รับ หรือที่ยึดท่อ ซึ่งทำขึ้นนี้ต้องเป็น

ชนิดที่ทำขึ้นเพื่อการ นี้โดยเฉพาะ เพื่อการแขวนการรับ การยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้นำวัสดุมาดัดแปลงต่อกันเข้าเป็นการแก้ ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอันขาดที่แขวนรองรับ หรือที่ยึดนี้ต้องมีลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ของ Grinnel หรือ Unistrut ที่แขวนยึด ถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีต และต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หรืออาจใช้ Expansion Bolt แทนก็ได้ หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกับเป็นแพ จะใช้สาแหรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง อุปกรณ์ การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสี ภายนอกอาคารหรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized หรือ Stainless Steel แล้ว ทาสีตามรหัสและสัญญลักษณ์สีในหมวด "การทาสีป้องกันการ ผุกร่อนและรหัสสี"

ถ้าการแขวนท่อเป็นแบบสาแหรกจะต้องใช้ Expansion Bolt 2 จุดตามขนาดของท่อและขนาดของ Expansion Bolt ดังนี้

Norminal Pipe Size mm (Inches)	Fixing Size mm (Inches)
Up to 65 (2 1/2)	6 (1/4)
80 (3) to 150 (6)	9 (3/8)
200 (8) to 300 (12)	12 (1/2)

12.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและแรงงาน ในการติดตั้งที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ

12.3 ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing อธิบายถึงลักษณะ ขนาด และความหนาของเหล็กที่ใช้ตามขนาด ต่าง ๆ กัน เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ

12.4 ที่แขวนและที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอ ภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้องและสามารถใช้การได้ ดีในสภาพการใช้งานปกติ

12.5 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ จะต้องสามารถปรับให้สูง-ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม

12.6 ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง Expansion Joints หรือ Expansion Loops จะต้องมีอุปกรณ์ยึดท่อไว้ให้แน่น หนาแข็งแรง ในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อน้ำ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อน้ำและ อุปกรณ์

12.7 ที่แขวนท่อที่รองรับท่อ และที่ยึดท่อจะต้องได้รับการทาสีกันสนิมและสีจริง โดยให้เป็นไปตามหมวด "การ ทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี"

12.8 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ใกล้ Cooling Towers หรือบริเวณ Cooling Tower จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized.

น๊อต, สกรู แหวน และเหล็กรัดท่อจะ ต้องทำด้วย Stainless Steel.

บริเวณใดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของที่แขวนท่อหรือที่รองรับท่อ ถูกเจาะรู ถูกตัดขาด หรือถูกกระแทกจน Galvanized ฉีกขาด หรือหลุดออก บริเวณนั้นหรือส่วนนั้น ๆ จะต้องทาด้วย Zinc-Rich Paint 2 ชั้น

12.9 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพาน เดินท่อ จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized.
น๊อต, สกรู แหวน และเหล็กรัดท่อ จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel.

12.10 ที่แขวนท่อ, ที่รองรับท่อ, น๊อต, สกรู, แหวน และที่รัดท่อ ซึ่งติดตั้งฝังอยู่ใต้ดิน ทั้งหมดนี้จะต้องทำด้วย Stainless Steel.

12.11 ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (Concrete Trench) จะต้องเป็นเหล็ก Hot-Dip Galvanized
น๊อต, สกรู แหวน และเหล็กรัดท่อจะ ต้องทำด้วย Stainless Steel.

12.12 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารแต่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความชื้น และการกัดกร่อน เช่น (ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องทำความเย็น, ห้องล้างจาน, ห้องครัว, และห้อง ซักรีด) เป็นต้น ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องทาสี Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภาย นอกอีก 1 ชั้นด้วย Epoxy Black Finishing Paint
ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารทั่ว ๆ ไปจะต้องทาสี Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย Alkyd Grey Finishing Paint.
น๊อต, สกรู แหวน และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ จะต้องทำด้วย Cadmium-Plated Steel.

12.13 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องจักรต่าง ๆ จะต้องติดตั้ง Spring Vibration Isolator ประกอบเข้าไปอีกด้วย เพื่อป้องกันเสียงและการสั่นสะเทือนที่จะไปรบกวนกับห้องหรืออาคารข้าง เคียง

12.14 Anchor รองรับท่อในแนวดิ่งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support

12.15 Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrough Iron Clamped ยึดอย่างแน่นหนา

12.16 ท่อในแนวตั้งจะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย

12.17 ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ฝังดิน ต้องวางอยู่บนที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลบดินแล้วต้อง อัดดินให้แน่น โดยการบดอัดดินเป็นชั้น ๆ ตามที่ระบุในแบบ

12.18 ระหว่าง Expansion Joints หรือ Expansion Loops ต้องมี Anchor ติดตั้งไว้ตำแหน่งของ Expansion Joints หรือ Loops จะได้กำหนดในภายหลัง

12.19 ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่น ๆ เช่น ลวด เชือก ไม้ โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาใช้รองรับท่อ

12.20 ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่าง ๆ

12.21 ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิด ชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็กเพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่ จำเป็น

12.22 ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับให้ยึดแขวนตามระยะ และขนาดเหล็กที่ ระบุในตารางต่อไปนี้

12.23 จัดเตรียมแท่นคอนกรีต (Concrete Plinth) สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ระบบสุขาภิบาล โดยทำการประสานงานในภาพรวมกับผู้รับจ้างหลัก

ตารางสำหรับการยึดแขวนท่อ

ระยะห่างระหว่างจุดยึดแขวน

(เมตร)

ขนาดท่อ (Nominal Pipe Size)	ขนาดของเหล็กเส้น	ท่อเหล็กดำหรือท่อเหล็กอาบสังกะสี		ท่อพีวีซี		ท่อโพลีเอธทีลีน / ท่อเหล็กหล่อ	
มิลลิเมตร (นิ้ว)	มิลลิเมตร	แนวราบ	แนวดิ่ง	แนวราบ	แนวดิ่ง	แนวราบ	แนวดิ่ง
15 (1/2)	9	2.0	2.4	0.9	1.2	ทุก ๆ	ทุก ๆ
20 (3/4)	9	2.4	3.0	1.0	1.2	ระยะ 1.0	ชั้นของ
25 (1)	9	2.4	3.0	1.0	1.2	เมตรหรือ	อาคาร
32 (11/4)	9	2.4	3.0	1.2	1.8	ทุกช่วงข้อ	หรือทุก
40 (11/2)	9	3.0	3.6	1.3	1.8	ต่อ	ช่วงข้อ
50 (2)	9	3.0	3.6	1.5	1.8		ต่อ
65 (2/2)	12	3.0	4.5	1.8	2.4		
80 (3)	12	3.6	4.5	2.0	2.4		
100 (4)	15	4.0	4.5	2.4	2.4		
125 (5)	15	4.8	4.5	2.4	3.0		
150 (6)	15	4.8	4.5	2.4	3.0		
200 (8)	25	6.0	4.8	3.0	3.6		
250 (10)	25	6.0	4.8				
300 (12)	25	6.0	4.8				

13. <u>แผ่นปิดพื้น ผนังและเพดาน</u> (Floor, Wall and Ceiling Plate)

ทุก ๆ จุดที่เดินทะลุผ่านผนัง ฝากั้น เพดานและพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้ง ทางเข้า-ออกของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมี่ยม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็ก ชุบโครเมี่ยมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วยสลักเกลียวแบบเซ็ทสกรู ห้ามใช้คลิบสปริง

14. <u>การสกัดเจาะและการซ่อมแซม</u> (Cutting and Repairing)

การติดตั้งท่อน้ำต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ควรจะวาง Sleeve ก่อนเสมอ เพื่อหลีกเลี่ยงการสกัดเจาะส่วนที่ เป็นโครงสร้างของอาคาร การสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคาร จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้ ควบคุมงานโดยเฉพาะเสียก่อนความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการสกัดเจาะนี้ ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้ถูกวิธีและเรียบร้อยด้วยช่างที่มีฝีมือดีเพื่อการนี้โดยเฉพาะ

15. <u>ระดับท่อน้ำ</u> (Invert Elevation)

ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยาย การจัดระดับท่อน้ำต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจึงจะทำการติดตั้งได้

16. <u>การต่อท่อน้ำออกนอกอาคาร</u> (Termination of Water and Drainage Piping)

ปลายทางของท่อน้ำและท่อระบายน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำหรือท่อระบายน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติมขยายออกไปในอนาคตแล้วจะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากตัวอาคารไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร แล้วใช้ปลั๊กอุด หรือฝาครอบเกลียวปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อน ก็อาจจะทำได้โดยตอกหลักและติดป้าย แสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้ไว้

17. <u>ท่อใต้ดิน</u> (Underground Pipes)

ท่อเหล็กดำที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินจะต้องได้รับการเคลือบผิวภายนอกด้วยวัสดุและสารกันการกัดกร่อนตามกรรมวิธี และมาตรฐานของ AWWA C203, Section 2 Application, การทดสอบและการตรวจสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C203 ด้วย

ลำดับการเคลือบสารกันการกัดกร่อนเป็นดังนี้

ก. Sandblast

ข. Apply Coat of Plasticized Coal Tar Primer

ค. Apply Flood Coat of Hot Plasticized Coal Tar Enamel 2.4 mm Minimum Thickness

ง. Apply Spiral Wrap with 20 Mil Fibreglass

จ. Apply Flood Coat of Hot Plasticized Coat for Enamel 2.4 mm Mimimum Thickness

ฉ. Apply Spiral Wrap with 6.8 Kg Asbestos Felt

ช. Apply Spiral Wrap with Kraft Paper

ซ. After the Top Coat Has Been Cured at Approximately 20°C for Not Less Than 16 Hours, the External Protective Coating Shall be Tested Electrically Using an Approved Holiday Detector and Shall be Free of Missed Spots

ฌ. วัสดุและอุปกรณ์ที่ยึดหรือรองรับท่อที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินจะต้องเป็นเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel Supports and Hangers)

ญ. ตลอดแนวของท่อจะต้องรองรับด้วยทรายและกลบทับด้วยทรายเช่นกัน

18. <u>แผ่นปิดกันรั่ว</u> (Flashing)

แผ่นปิดกันฝนรั่วรอบ ๆ ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งผ่านทะลุหลังคาให้ใช้แผ่นตะกั่วขนาด 1.8 กิโลกรัม (4 ปอนด์) ปิดโดยรอบท่อระบายอากาศ ให้มีความกว้างโดยรอบท่อระบายอากาศไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) และยกขอบตามท่อขึ้นไปอีกสูงไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ส่วนท่ออากาศให้ต่อขึ้นไปและทำหมวกกันฝนอีกชั้นหนึ่ง

19. <u>วาล์วน้ำ</u> (Valve)

19.1 วาล์วน้ำ ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกแห่ง และตามตำแหน่งที่ได้ แสดงไว้ในแบบโดยกำหนดชนิดของวาล์วไว้ดังนี้.-

ก. Gate Valve, วาล์วตัดตอนน้ำให้ใช้ Gate Valve ทุกแห่ง วาล์วขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และ เล็กกว่าให้ใช้วาล์วทองเหลืองหรือบรอนซ์ชนิดเกลียวขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าให้ใช้วาล์วเหล็กหล่อหน้าแปลน

ข. Globe Valve ในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและอัตราการไหลของน้ำให้ติดตั้ง Globe Valve ไว้ทุกแห่งและให้ใช้วาล์วทองเหลืองหรือบรอนซ์ชนิดเกลียว

ค. วาล์วกันน้ำกลับ (Check Valve) ในระบบท่อที่จำเป็นและไม่ต้องให้น้ำไหลกลับต้องติดตั้งวาล์ว กันน้ำกลับไว้ทุกแห่ง สำหรับวาล์วกันกลับของท่อส่งน้ำขึ้นถังเก็บน้ำบนหลังคาให้ใช้ชนิด Silent Check Valve

ง. ยูเนี่ยนให้ติดตั้งยูเนี่ยนไว้ทางด้านใต้น้ำของวาล์วทุกตัวและก่อนท่อเข้าเครื่องสุขภัณฑ์นั้น ๆ ยก เว้นเครื่องสุขภัณฑ์นั้นมีข้อต่อชนิดที่สามารถถอดท่อออกได้ง่ายติดมาด้วยแล้ว การติดตั้งยูเนี่ยน นั้นห้ามติดตั้งฝังไว้ในกำแพงเพดานหรือฝากั้น

19.2 ในจุดที่มีน้ำไหลได้ และถ้าการไหลกลับของน้ำจะนำสิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบของท่อน้ำหรือไม่ก็ตาม จะต้องติดตั้ง Vacuum Breakers ไว้ด้วยสำหรับ Flush Valve จะต้องมี Vacuum Breakers เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่ง

19.3 การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้.-

ก. วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ

ข. ท่อน้ำที่แยกหรือตรงเข้าอาคารทุก ๆ ท่อผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Gate Valve ให้ ณ บริเวณ จุดที่ท่อเข้าอาคารแห่งละตัวทั้งนี้ไม่ว่าจะแสดงไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม

ค. วาล์วทุกตัวต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยน หรือมิฉะนั้นก็ต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้

ง. การติดตั้งวาล์วทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อวาล์วและอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำเว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

19.4 วาล์วและลิ้นต่างๆ ต้องมีแผ่น Laminate Plastic ขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) พร้อมตัวหนังสือแสดงชนิดและหน้าที่ของวาล์วหรือลิ้นนั้นด้วยตัวอักษรสีดำ ป้ายต้องผูกเข้ากับวาล์วด้วยตะขอแบบ "S" ทำด้วยทองเหลือง

19.5 ท่อน้ำทิ้งต้องเดินให้มีความลาดเอียงลงสู่ทางระบายน้ำทิ้ง ถ้ามีท่อแยกออกจากท่อเมนซึ่ง ติดตั้งไว้ในแนว ดิ่งก็ให้ต่อท่อแยกนี้เอียงลงสู่ท่อเมน ณ จุดที่มีระดับต่ำที่สุดในระบบท่อน้ำนี้ ให้ติดตั้งวาล์วสำหรับเปิด ระบายน้ำทิ้งไว้เพื่อจะได้ระบายน้ำจากระบบได้หมดสิ้น

19.6 ท่อแยกซึ่งแยกจากท่อเมนนั้นจะต่อจากส่วนบนตอนกลางหรือใต้ท้องของท่อเมนก็ได้โดยใช้ข้อต่อประกอบ ให้เหมาะสมแล้วแต่กรณี

19.7 Air Chambers

ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง Air Chamber ไว้ที่ปลายสุดของท่อแยกที่จ่ายให้กับเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งน้ำร้อนและน้ำ เย็น, Air Chamber ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าท่อที่แยกไปเข้าเครื่องสุขภัณฑ์นั้น ๆ และต้องมีขนาดไม่เล็ก กว่า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) ที่ปลายของ Air Chamber ให้ใส่ Cap อุดเพื่อกันลมรั่วจาก Chamber

20. <u>ที่ดักผง</u> (Trap)

การติดตั้งที่ดักผงซึ่งหมายรวมถึงคอห่านและถ้วยสำหรับระบายน้ำมีข้อกำหนดดังนี้

ก. ที่ดักผงต้องติดตั้งใกล้เคียงกับเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ข. เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์แต่ละชุดห้ามมิให้ติดเครื่องดักผงมากกว่า 1 แห่ง

ค. ที่ดักผงซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายนั้น และติดปลั๊กหรืออุปกรณ์อื่นใดที่วิศวกรควบคุมงานเห็น เหมาะสมในการถอดออกเพื่อถ่ายผงทิ้ง และทำความสะอาดภายในได้สะดวก

ง. ข้อต่อแบบสวมจะนำมาใช้ต่อเข้ากับที่ดักผงได้ก็เฉพาะเมื่อต่อที่ดักผงขึ้นมาเท่านั้น

จ. Trap Seal ของเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดจะต้องมี Liquid Seal ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และไม่ มากกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) นอกจากในจุดเฉพาะที่ต้องการ Seal มากกว่านั้น

21. <u>ช่องทำความสะอาดท่อ</u> (Pipe and Floor Cleanout)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดสำหรับท่อสวมหรือท่อระบายน้ำตามจุดต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ ดังนี้

ก. มีช่องทำความสะอาดที่พื้น (Floor Cleanout) ทุก ๆ ระยะ 15 เมตรสำหรับท่อสวมหรือท่อน้ำทิ้งในแนว นอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หรือเล็กกว่าและติดตั้งทุก ๆ ระยะ 30 เมตร สำหรับท่อสวมหรือท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไป

ข. ในกรณีที่ท่อหรือท่อน้ำทิ้งเปลี่ยนทิศทางเกินกว่า 45 องศา

ค. ที่ฐานของท่อสวม หรือท่อน้ำทิ้งในแนวดิ่ง (Base of Stacks)

ง. ในส่วนที่ใกล้ส่วนต่อระหว่างท่อสวม ท่อน้ำภายในอาคาร Drain และส่วนที่นอกอาคาร Building Sewer

จ. ท่อสวมหรือท่อน้ำทิ้งที่ฝังดินต้องมีช่องทำความสะอาด (Service Cleanout or Yard Cleanout) ต่อขึ้นมา จนถึงระดับดิน

ฉ. ช่องทำความสะอาดต้องมีขนาดเท่ากับท่อสวมหรือท่อน้ำทิ้งสำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิ- เมตร (4 นิ้ว) และต่ำกว่า สำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไปช่องทำความสะอาดจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)

22. ช่องระบายน้ำ (Drain)

22.1 Floor Drain

ก. ตัวเรือนของช่องระบายน้ำจากพื้น (Floor Drain) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast-Iron) มี Trap กันกลิ่นในตัว ฝาช่องระบายน้ำจากพื้นเป็นฝากลมขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ถึง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ ฝาช่องระบายน้ำทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมี่ยม สามารถเปิดทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนภายในมีตะแกรงดักผง (Cast-Brass Strainer) ประกอบอยู่ด้วย

ข. การต่อท่อจาก Floor Drain ให้ใช้ท่อ Galvanized หรือท่อพีวีซี ตามแต่จะระบุไว้ในแบบ ถ้าหาก Floor Drain ไม่มี Trap กันกลิ่นประกอบติดมาด้วย จะต้องติดตั้ง Trap เพิ่มในส่วนนี้ และจะต้อง ป้องกันกลิ่นได้อย่างสมบูรณ์

22.2 Area Drain

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตัวเรือนและฝาช่องระบายน้ำให้ทำด้วยเหล็กหล่อขนาดของ Area Drain ถ้ามิได้กำหนดไว้ ก็ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของท่อแยกที่ต่อออกมารับหัว Area Drain นั้น ๆ

22.3 Roof Drain

Roof Drain ทำด้วยเหล็กหล่อ ออกแบบสำหรับใช้งานหนัก โดยรอบตัวเรือนจะต้องมีปีกสำหรับฝังในพื้น คอนกรีตบนหลังคาเพื่อป้องกันฝนรั่วผ่านพื้นที่ติดตั้ง Roof Drain ได้ช่องเปิดรับน้ำฝนจะต้องออกแบบเป็นตะแกรงนูนสูงขึ้นเพื่อให้ได้พื้นที่ช่องเปิดเมื่อรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดท่อน้ำฝน ขนาดข้อต่อของ Roof Drain จะต้องเท่ากับขนาดท่อน้ำฝนและต่อแบบเกลียว

23. บ่อดักไขมัน (Grease Trap)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบ่อดักไขมันตามขนาดและรูปร่างที่แสดงไว้ในแบบ บ่อดักไขมันสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก แบ่งออกเป็นช่อง ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ และช่องเหล่านั้นมีฝาปิดมิดชิดทำด้วย Check-Plate

24. การติดตั้งท่อโสโครกและท่อระบาย (Soil, Waste and Drain Piping)

24.1 ท่อใต้ดิน ท่อโสโครก ท่อระบายและข้อต่อต่าง ๆ ที่ฝังใต้ดินให้ใช้วิธีการและวัสดุตามที่กำหนดไว้ในหมวด วัสดุท่อ และข้อต่อ การติดตั้งให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้.-

ก. ก้นร่องต้องกระทุ้งดินให้แน่นโดยตลอด ถ้าดินเดิมไม่ดีต้องขุดออกให้หมด แล้วนำวัสดุอื่น ซึ่งได้ รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานมาใส่แทน แล้วกระทุ้งให้แน่น

ข. แนวต่อต้องตรงไม่คดไปมาความลาดต้องถูกต้องตามแบบ

ค. รอยต่อทุกรอยต่อต้องแน่นสนิทน้ำซึมไม่ได้ เมื่อหยุดพักงานต้องปิดปากท่อ เพื่อป้องกันมิให้น้ำทราย ดิน เข้าไปในท่อ

ง. ท่อลอดถนน ท่อลอดถนนต้องเทหุ้มด้วยคอนกรีตหยาบ หนาไม่น้อยกว่า 10 เซ็นติเมตร และดิน ที่อยู่ใต้และเหนือท่อส่วนนี้จะต้องกระทุ้งให้แน่นเป็นชั้น ๆ ไป

24.2 ท่อเหนือพื้นดินสำหรับท่อระบาย ท่อโสโครกให้ใช้ท่อ และอุปกรณ์ตามข้อกำหนด การใช้ข้อต่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อแต่ละชนิดแนะนำการหักมุมให้ใช้ข้อโค้งเสมอ เว้นไว้แต่กรณีพิเศษซึ่งระบุให้ใช้ข้องอ การต่อในระยะสั้น ๆ อาจใช้ต่อด้วยข้อต่อเหล็กเหนียว หรือด้วยข้อต่อเหล็กหล่อ ประเภทที่ใช้กับระบบท่อระบายน้ำก็ได้

24.3 ท่อโสโครกและท่อระบายขนาดที่เล็กกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ลงมา ต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียงลงไป สู่ปลายท่อ 20 มิลลิเมตรต่อเมตร เว้นไว้แต่จะแสดงไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น สำหรับขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หรือใหญ่กว่าจะต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรต่อเมตร

24.4 การประกอบท่อให้กระทำตามข้อกำหนดดังนี้.-

ก. การลดขนาดของท่อให้ใช้ข้อลดด้วยขนาดและแบบที่เหมาะสม

ข. การหักเลี้ยวให้ใช้ข้อต่อรูปตัว Y ประกอบกับข้อโค้ง เพื่อให้ได้แนวตามความต้องการเว้นไว้แต่

(1) การหักเลี้ยวอาจใช้สามตาก็ได้

(2) ในกรณีที่น้ำโสโครกไหลจากแนวราบลงสู่แนวดิ่ง จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้หรือ

(3) การหักเลี้ยวของท่อส่งน้ำโสโครกจากหม้อส้วม จะใช้ข้อโค้งสั้น 90 องศาก็ได้

25. <u>การติดตั้งท่อระบายอากาศ</u> (Vent Line)

การจัดระบบท่อระบายอากาศให้อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้.-

ก. ท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกนั้น ต้องต่อท่อให้ออกสู่ภายนอกอาคารเสมอเว้นไว้แต่จะปรากฏในแบบ เป็นอย่างอื่น

ข. หากกระทำได้ถ้ามีท่อระบายอากาศจากท่อโสโครกมากกว่าท่อเดียว ให้ต่อท่อเหล่านั้นรวมเป็นท่อเดียวกันเสียแล้วต่อท่อให้สูงพ้นระดับหลังคาอาคาร

ค. ท่อระบายอากาศที่ติดตั้งแนวดิ่งเหนือเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหลายอาจต่อรวมเข้าเป็นท่อเดียวกันได้

ง. ท่อรับน้ำโสโครกซึ่งรับจากเครื่องสุขภัณฑ์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปจะต้องต่อท่อระบายอากาศออกทางปลาย ข้างหนึ่งของท่อเว้นไว้แต่จะปรากฏว่าเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละเครื่องมีท่อระบายอากาศของตนเองแล้ว

จ. การต่อท่ออากาศเข้ากับท่อระบายที่วางตามแนวนอนนั้นให้ต่อที่ด้านบนของท่อระบายอากาศ

ฉ. ปลายล่างของท่ออากาศนั้นให้ต่อในลักษณะที่ว่าหากเกิดสนิมหรือคราบเกาะติดข้างในท่อแล้ว จะถูกน้ำชะ ให้ไหลออกไปทางท่อระบายได้

ช. ในกรณีที่ท่อระบายอากาศจำเป็นต้องทะลุหลังคา จะต้องติดตั้งให้ปลายท่อบนอยู่สูงกว่าหลังคาขึ้นไปเป็น ระยะไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) และต้องมีแผ่นกั้นหลังคารั่วตามความเห็นชอบของวิศวกร

26. <u>การติดตั้งท่อน้ำประปา</u> (Water Pipe)

26.1 <u>ความลาดเอียง</u> (Slope)

การติดตั้งท่อน้ำทุกชนิดจะต้องติดตั้งให้มีความลาดเอียงไปในทิศทางที่สามารถระบายน้ำออกจากระบบได้จนหมด

ท่อแยกที่ต่อออกจากท่อแนวตั้ง (Vertical Riser) จะต้องสามารถปล่อยน้ำระบายย้อนกลับลงสู่ท่อแนวตั้ง ได้ และที่จุดต่ำสุดของระบบท่อจะต้องติดตั้งวาล์วระบายน้ำทิ้ง (Drain Valve) ไว้สำหรับระบายน้ำออก จากระบบได้จนหมดสิ้น

26.2 <u>ท่อแยก</u> (Take-Off)

การต่อท่อแยกออกจากท่อเมนที่มีความดัน สามารถต่อท่อแยกออกจากด้านบนด้านล่างหรือด้านข้างได้ โดยใช้ข้อต่อที่เหมาะสม เช่น สามทาง สี่ทาง แล้วแต่กรณีให้เป็นไปตามแบบ

26.3 ข้อต่อยูเนี่ยน (Union)

การติดตั้งข้อต่อแบบยูเนี่ยน ไม่ควรติดตั้งฝังในกำแพง ผนังฝากั้นหรือมีสิ่งห่อหุ้มใด ๆ ทั้งสิ้น

หมวดที่ 14 ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้ง ระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

2. มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐาน ของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้.-

ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
ง. มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
ฉ. ANSI : American National Standards Institute
ช. ASTM : American Society of Testing Material
ซ. BS : British Standard
ฌ. DIN : Deutsche Industrienormen
ญ. IEC : International Electrotechnical Commission
ฎ. JIS : Japanese Industrial Standard
ฏ. NEC : National Electrical Code
ฐ. NEMA : National Electrical Manufacturers Association
ฑ. NESC : National Electrical Safety Code
ฒ. NFPA : National Fire Protection Association
ณ. UL : Underwriters Laboratories, Inc.
ด. VDE : Verband Deutscher Electrotechniker

3. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 415/240 โวลท์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิร์ท, Y-Connection, Solid Ground

3.2 กำหนดให้ใช้รหัสสีของ Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-

ก. สีดำสำหรับเฟส A (R)
ข. สีแดงสำหรับเฟส B (S)
ค. สีน้ำเงินสำหรับเฟส C (T)
ง. สีขาวสำหรับสายศูนย์ (Neutral)
จ. สีเขียวสำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอกพีวีซี สีตามกำหนด สวมไว้ที่ปลายสายทั้ง สองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

3.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่าง ๆ ต้องมีรหัสสีแสดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้.-

ก. สีแดงสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
ข. สีฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยให้ทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุก ๆ กล่อง

4. การต่อลงดิน

4.1 วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ อันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้.-

ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลง ดิน"
ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "Tses 24-1984 การต่อลงดิน"

ค. National Electrical Code (NEC) Article 250

ง. National Fire Protection Association (NFPA) No. 78

4.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจร ไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้น ๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
20	4
30 ถึง 60	6
100	10
200	16
400	35
600	50
800 ถึง 1,000	70
1,200	95
1,600	120
2,000	150
2,500	185
3,000	240
4,000	300
5,000	400
6,000	500

5. <u>การเดินสายไฟฟ้า</u>

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีต หรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณี สำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อ ๆ ไป

6. แผงควบคุม

แผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดต่อ ๆ ไป

7. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้.-

7.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด

7.2 ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน

7.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ

7.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ

7.5 จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

หมวดที่ 15 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Electrical Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทน แรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531

2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531

2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ชนิด NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้.-

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ ทำปฏิกริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้าม ต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4. <u>การทดสอบ</u>

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้.-

4.1 สำหรับวงจรย่อยทั่ว ๆ ไปให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้าน ทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 16 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบ่งออกตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อโลหะต้องเป็นตามมาตรฐาน มอก.770-2533

2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358

2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342

2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท, NEC Article 344

2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท., NEC Article 350 และ NEC Article 360

2.5 ท่ออโลหะแข็งชนิด High-Density Polyethylene : HDPE ตามมาตรฐาน มอก.982-2533, Class ไม่ต่ำกว่า PN 6.3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ฝังดินโดยตรงหรือมีคอนกรีตหุ้มตามที่ระบุในแบบ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 353

2.6 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน ต้องเป็นชนิดกันน้ำ สำหรับท่อที่ต้องฝังในคอนกรีต

2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท., NEC

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.9 เมตร

ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

ซ. หากไม่ได้ระบุเป็นอื่น ท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในผ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

3. <u>รางเคเบิล (Cable Tray)</u>

3.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า

3.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. <u>รางเดินสาย (Wireway)</u>

4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิม และพ่นสีฝุ่นทับ

4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทซ์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้.-

5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้อง กันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312

5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม มาตรฐานของวสท., การไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง "ความปลอดภัยทาง ไฟฟ้า"

6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 17 แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Center)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และสร้างแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor Control Center) แบบตั้งพื้น (Floor Standing) และแบบติดผนัง (Wall Mounted)

2. พิกัดของแผงสวิทช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิทช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้าง และทดสอบตาม NEMA-, ANSI-, IEC-, DIN- หรือ VDE-Standard แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการ ไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

Rate System Voltage	:	415V/240V
System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Effectively Grounded
Rated Frequency	:	50 Hz.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
Rate Short-Time Withstand	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Time Circurrent (0.5 Second) Cuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.2 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุใน แบบ
Rated Withstand Voltage	:	2,200V, 1-Minute (Phase-to-Ground)
Rated Insulation Level	:	1,000V
Control Voltage	:	200-240V
Finishing	:	Electrostatic Epoxy Powder Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบตั้งพื้น

3.1 ลักษณะของแผงสวิทช์ ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์ สามารถแยกออก จากกันให้เป็นอิสระได้ง่ายแต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้.-

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร
ความกว้าง	:	ระหว่าง 600-1,300 มิลลิเมตร
ความลึก	:	ระหว่าง 600-1,200 มิลลิเมตร

3.2 แผงสวิทช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในเป็นช่อง ๆ (Compartment) อย่างน้อย 2 ช่อง (Form 2b) ดังนี้.-

- Busbars Compartment ให้รวมถึงช่องทั้งของ Horizontal Busbars และ Vertical Busbars โดย ส่วนนี้ควรจัดให้อยู่ด้านหลังและด้านข้างในแต่ละส่วนของตู้
- Cable Compartment และ Terminal Compartment เป็นส่วนสำหรับเดินสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ และส่วนติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมที่ต้องต่อกับตู้ส่วนอื่นหรือต่อออกไปภายนอก ควรจัดให้อยู่ส่วนล่างหรือส่วนบนของตู้แล้วแต่กรณีเพื่อให้การเดินสายได้สะดวก Unit Compartment เป็นส่วนสำหรับติดตั้งสวิทช์ตัดวงจร สตาร์ทเตอร์ อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง อุปกรณ์เครื่องวัดต่าง ๆ ส่วนนี้ให้แบ่งเป็น Module โดยแต่ละ Module ให้บรรจุอุปกรณ์ควบคุม และป้องกันของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นชุด ๆ

3.3 โครงสร้างของแผงสวิทช์ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compart- ment ต้องเป็นแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทช์แต่ละด้านต้องเป็นไป ตามกำหนดดังนี้.-

ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง

ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชิ้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ให้มีลักษณะ เช่นเดียวกับฝาด้านบน

ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้าง แผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้ แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบ แทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

ง. Degree of Protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC สำหรับติดตั้งภายในอาคาร และ IP 54 สำหรับตู้ติดตั้งภายนอกอาคาร หรือบริเวณที่มีฝุ่นหรือความชื้นสูง

จ. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges เพื่อสะดวกใน การเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ Screw Lock หรือ Key Lock ก็ได้

ฉ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ เป็นฝาของแต่ละ Compartment และฝาของแต่ละ Module ของ Unit Compartment อย่างเป็นอิสระ แต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock

3.4 การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของ อากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

3.5 การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electrogal-Vanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อน และ รหัสสี

หมายเหตุ: ในกรณีที่แผงสวิทช์แบบตั้งพื้น ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูง เช่น พื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ให้ใช้โครงสร้าง, ฝา ทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compartment เป็นแผ่นสแตนเลส (SS 304) โดยมีความหนาตามรายละเอียดข้างต้น

4. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง

4.1 แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร

4.2 แผงสวิทช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร และในกรณีที่แผงสวิทช์มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง

4.3 ฝาด้านหน้าของแผงสวิทช์ต้องพับขอบพร้อมกุญแจแบบ Flush Lock

4.4 การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในแผงสวิทช์ ให้ยึดถือลักษณะเดียวกับแบบตั้งพื้นเป็นเกณฑ์ การออกแบบ และสร้าง

4.5 การระบายความร้อนภายในแผงสวิทช์ตลอดจนการป้องกันสนิมและการทาสี ให้กระทำเช่นเดียวกับแบบ ตั้งพื้น

หมายเหตุ: ในกรณีที่แผงสวิทช์แบบติดผนัง ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูง เช่น พื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ให้ใช้โครงสร้าง, ฝา ทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compartment เป็นแผ่นสแตนเลส (SS 304) โดยมีความหนาตามรายละเอียดข้างต้น

5. Circuit Breaker

5.1 Circuit Breaker ที่ใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC

5.2 Main Circuit Breaker ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้.-

ก. Overcurrent Protection

ข. Phase Failure Protection

ค. 3 เฟส Over- and Undervoltage Protection โดยตั้งได้ที่ ± 10 % ของ Rated Voltage พร้อม ด้วยระบบ Instantaneous Trip และ Long Time and Short Time Delay Setting โดยมี Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ให้เป็นไปตามระบุในแบบ

ง. Auto Reclose สำหรับการ Reclose Circuit Breaker กรณีเกิดการ Trip โดยต้องจัดเตรียม Pilot Lamp และ Buzzle Alarm พร้อมทั้งสามารถเลือกการทำงานเป็นแบบ Auto หรือ Manual ได้

5.3 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case, Toggle Operating Mechanism ทำ งานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make และ Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ต้องเป็นไปตาม กำหนดในแบบ

5.4 ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก Busbar เข้าด้าน Primary ของ Circuit Breaker ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 Ampere Frame ยอมให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน พีวีซี ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ (THW) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร นอกนั้นให้ต่อด้วย Busbar

6. Motor Starter

Motor Starter ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ Direct-On-Line, Star-Delta, Two-Speed และ Reversible ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

6.1 Contactor ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้.-

ก. ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า

ข. อุปกรณ์ภายใน เช่น Holding Coil, Moving Contact ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด

ค. ต้องมี Auxiliary Contact อย่างน้อย Normally-Opened (NO) 2 ชุด และ Normally-Closed (NC) 2 ชุด หรือมี Changeover Contact 2 ชุด

ง. Starter สำหรับแบบ Star-Delta ต้องใช้ชนิด 3-Contactor

จ. ขนาดต้องมีความเหมาะสมสามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะสตาร์ท ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6.2 Delayed Thermal Overload Relays ต้องเป็นชนิด 3 เฟส และมี Auxiliary Contact อย่างน้อย 1-NO และ 1-NC หรือ 1-Changeover เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก

6.3 Pushbutton ต้องเหมาะสม และผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม

6.4 มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 กิโลวัตต์ ใช้ Starter แบบ Direct On Line, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 7.5 กิโลวัตต์ ขึ้นไปใช้ Starter แบบ Star-Delta

7. มอเตอร์

มอเตอร์จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC เป็นแบบ Totally Enclosed Fan Cooled, Squirrel Cage Screen, IP55, Weather Proof ออกแบบมาให้ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ท

ก. มอเตอร์ขนาด 0.55 กิโลวัตต์และเล็กกว่าเป็นชนิด 1 เฟส

ข. มอเตอร์ขนาด 0.75 กิโลวัตต์และใหญ่กว่าเป็นชนิด 3 เฟส

8. เครื่องวัดและอุปกรณ์

8.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ท โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1

8.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร, Scale ชนิด 90^{o} Angle และ Accuracy Class 1.5

8.3 Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็ก กว่า 96 x 96 มิลลิเมตร, Scale ชนิด 90^{o} Angle และ Accuracy Class 1.5

8.4 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6W 6V พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลท์ เป็น 6 โวลท์ เพื่อใช้กับหลอดไฟฝา ครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

8.5 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

9. Busbar และฉนวนยึด

9.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98 % มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับ กระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

9.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้ม ด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม Busbar โดยเฉพาะและมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Busbar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Busbar ที่อาจลดลง

9.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชิ้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

9.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรง ใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนแรง เหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน Bolts & Nuts ต้องเป็นแบบที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ

10. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์

10.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper Wire 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้.-

Current Circuit	:	4 ตารางมิลลิเมตร
Voltage Circuit	:	2.5 ตารางมิลลิเมตร
Control Circuit	:	1.5 ตารางมิลลิเมตร
Ground ระหว่างตัวแผงกับบานประตู	:	10 ตารางมิลลิเมตร

10.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการต่อต่อโดยเด็ดขาด

10.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

11. Mimic Bus และ Nameplate

11.1 ที่หน้าแผงสวิทช์ควบคุมต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับ แผงสวิทช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

11.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว มีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

12. Remote and Local Control Panel

Remote และ Local-Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในหัวข้อลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์

Remote Control Panel จะต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อ ความเหมาะสม

12.1 Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน

12.2 Remote Control Panel จะต้องมี On-Off Pushbutton พร้อม Indicating Lamp (On-Off-Trouble) และ Remote-Local Indicating Lamp

12.3 การจัดสร้าง Remote และ Local-Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้แผงเสนออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

12.4 กรณีที่มีเครื่องวัดและอุปกรณ์อื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดเช่นเดียวกับ Motor Control Center

13. การติดตั้ง

13.1 แผงสวิทช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุม ทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่นคอนกรีตสูงประมาณ 10~15 เซ็นติเมตร

13.2 ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น๊อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

14. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

14.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด

14.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิทช์

14.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทดสอบความถูกต้อง

หมวดที่ 18 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไป ยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินท่อหรือช่องเจาะ จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนด ใน NEC Article 300-21 และ ASTM

2. คุณสมบัติของวัสดุ

2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง

2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้

2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

2.6 ติดตั้งง่าย

2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้

2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และชาฟท์ท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ

ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต

ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่ แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม

ง. ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลาม ตามท่อ

3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน