# โครงการจ้างออกแบบ
# อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑
# พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
# (โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

## รายการประกอบแบบวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

กันยายน ๒๕๖๑

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| หมวดที่ 1 ขอบเขตของงาน | 1/2 |
| หมวดที่ 2 มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ในการออกแบบ | 1/1 |
| หมวดที่ 3 ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง | 1/2 |
| หมวดที่ 4 คุณสมบัติของผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล และคำแนะนำสำหรับคนงาน | 1/1 |
| หมวดที่ 5 ตัวอย่าง | 1/1 |
| หมวดที่ 6 ระบบควบคุมส่วนกลางและป้ายชื่อต่าง ๆ | 1/2 |
| หมวดที่ 7 ปลอก การตัด การปะ การป้องกันการรั่วซึม | 1/1 |
| หมวดที่ 8 ข้อต่อและการต่อท่อ | 1/3 |
| หมวดที่ 9 ที่แขวนท่อ ที่ยึดท่อและที่รัดท่อ | 1/1 |
| หมวดที่ 10 ช่องทำความสะอาด ตะแกรงระบายน้ำ และแทรป | 1/2 |
| หมวดที่ 11 การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ | 1/1 |
| หมวดที่ 12 ระบบประปา | 1/1 |
| หมวดที่ 13 ระบบระบายน้ำเสีย | 1/1 |
| หมวดที่ 14 ระบบระบายน้ำฝน | 1/1 |
| หมวดที่ 15 ระบบป้องกันอัคคีภัย | 1/7 |
| หมวดที่ 16 เครื่องสูบน้ำเสีย | 1/2 |
| หมวดที่ 17 ระบบเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันแบบปรับความเร็วรอบ | 1/2 |
| หมวดที่ 18 วาล์วและอุปกรณ์ | 1/4 |
| หมวดที่ 19 ท่อและอุปกรณ์ประกอบ | 1/2 |
| หมวดที่ 20 ฐานรองรับและการขจัดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกล | 1/1 |
| หมวดที่ 21 วัสดุอุปกรณ์ และคุณภาพฝีมือ | 1/2 |
| หมวดที่ 22 ถังเก็บน้ำประปา บ่อสูบ และการควบคุมระดับ | 1/2 |
| หมวดที่ 23 ระบบไฟฟ้า | 1/7 |
| หมวดที่ 24 แผงควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า | 1/6 |
| หมวดที่ 25 การทาสีป้องกัน | 1/4 |
| หมวดที่ 26 การทดสอบระบบ | 1/1 |
| หมวดที่ 27 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนและการทำความสะอาด | 1/1 |
| หมวดที่ 28 การส่งมอบและการรับประกัน | 1/1 |
| หมวดที่ 29 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน | 1/7 |
| หมวดที่ 30 ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ | 1/4 |

# หมวดที่ 1
# ขอบเขตของงาน

1. งานในแต่ละภาครวมถึงการจัดหา ติดตั้ง ทดสอบ และตรวจรับ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ รวมทั้งการบริการดูแลการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อให้งานก่อสร้างระบบสุขาภิบาลเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ดังแสดงไว้ในแบบแปลน หรือรายการประกอบแบบ หรือแบบไดอะแกรม และรายการที่มิได้แสดงไว้ในแบบแปลน หรือรายการประกอบแบบ แต่จำเป็นต้องมี เพื่อให้การทำงานของระบบสุขาภิบาลถูกต้องสมบูรณ์โดยมิรายละเอียด ดังนี้

1.1 งานระบบประปา และระบบระบายน้ำเสีย

1.1.1 ท่อและอุปกรณ์ต่อเชื่อมระหว่างท่อน้ำประปาของการประปานครหลวงหรือภูมิภาคหรือประปาของโครงการ กับถังเก็บน้ำประปาของโครงการ

1.1.2 ท่อ เครื่องจักร และอุปกรณ์ สำหรับการสูบน้ำเพื่อระบบประปา สำหรับการระบายน้ำออกจากถังเก็บน้ำ

1.1.3 ท่อและอุปกรณ์ สำหรับระบบประปา และการระบายน้ำเสียภายในห้องน้ำ ท่อในแนวดิ่ง ท่อเชื่อมต่อระหว่างห้องน้ำกับท่อในแนวดิ่ง ปลอกร้อยท่อผ่านพื้น กำแพง และถังเก็บน้ำ

1.1.4 ท่อและอุปกรณ์ในถังเก็บน้ำทุกถัง เพื่อระบบประปา

1.1.5 งานไฟฟ้าระหว่างเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องควบคุมต่างๆ และแผงควบคุม งานจัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงควบคุมและอุปกรณ์ควบคุมในถังเก็บน้ำ

1.1.6 งานอื่น ๆ ดังที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

1.2 งานระบบรวบรวมน้ำเสีย

1.2.1 งานเดินท่อระบายน้ำเสียและน้ำทิ้ง จากท่อในแนวดิ่งของระบบระบายน้ำเสียและน้ำทิ้งของอาคารมายังระบบบำบัดน้ำเสีย

1.2.2 งานเดินท่อระบายน้ำเสียและน้ำทิ้ง จากถังบำบัดของระบบระบายน้ำเสียเชื่อมต่อไปยังมายังระบบระบายน้ำรวมของโครงการ

1.2.3 งานอื่น ๆ ดังที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

1.3 งานเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

1.3.1 จัดหาและติดตั้ง เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งการทำแท่นเครื่อง ทางระบายน้ำลงสู่บ่อพักน้ำภายในหรือภายนอกบริเวณห้องเครื่องสูบน้ำ

1.3.2 งานเดินท่อและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เชื่อมระหว่าง ถังเก็บน้ำ บ่อพักน้ำ เข้ากับเครื่องสูบน้ำและเชื่อมต่อระหว่างเครื่องสูบน้ำกับท่อน้ำในแนวดิ่ง

1.3.3 งานไฟฟ้าระหว่างเครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องควบคุมต่างๆ กับแผงควบคุม จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงควบคุม และเครื่องควบคุมในถังเก็บน้ำ

1.3.4 ดูหัวข้องานไฟฟ้าสำหรับระบบสุขาภิบาลประกอบด้วย

1.3.5 งานอื่น ๆ ที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

1.4 ระบบป้องกันอัคคีภัย

1.4.1 งานเดินท่อน้ำดับเพลิงทั้งหมด ตลอดจนการวางปลอกร้อยท่อผ่านถังเก็บน้ำ กำแพงหรือพื้น ซึ่งให้ยึดถือตามแบบแปลนของระบบป้องกันอัคคีภัย

1.4.2 อุปกรณ์ระบบดับเพลิงทั้งหมด

1.4.3 งานไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Flow Switch Supervisory Switch มายังแผงควบคุมระบบดับเพลิงกลาง และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 ดูหัวข้องานไฟฟ้าสำหรับระบบสุขาภิบาล ประกอบด้วย

1.4.5 งานอื่นๆ ที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

1.5 งานระบบอื่น ๆ ที่ปรากฏในแบบแปลน

2. งานที่ไม่อยู่ในขอบเขต งานต่อไปนี้ไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานสุขาภิบาลในภาคนี้

- ถังเก็บน้ำประปาคอนกรีตบนดินและใต้ดิน
- แท่นสำหรับรองรับอ่างล้างมือในห้องส้วม
- กระจกเงา
- ห้องส้วมและประตู
- สาย Feeder จาก Main Switch Board ในห้องไฟฟ้าไปยัง Load Centers ของระบบสุขาภิบาล แต่เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาลที่จะต้องติดตาม และให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างทางด้านสถาปัตยกรรม โยธา เครื่องกล ไฟฟ้า และระบบอื่นๆ ในการก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลทั้งหมด

3. ให้ผู้รับจ้างงานสุขาภิบาลยึดถือแบบแปลน (Drawings) รายการประกอบแบบ (Specifications) ข้อกำหนดเพิ่มเติม (Addendum) ในการก่อสร้างงานสุขาภิบาล ถ้ามีข้อขัดแย้งใด ๆ ของแบบแปลน รายการประกอบแบบหรือข้อกำหนดเพิ่มเติม ให้ยึดถือคำตัดสินชี้ขาดของผู้ว่าจ้างอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร

4. ให้ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล มีหน้าที่ในการประสานงาน ติดต่อกับหน่วยงานราชการ เช่น การประปานครหลวง กรุงเทพมหานคร หรือหน่วยงานราชการอื่นที่เกี่ยวข้อง ในการจัดหาสาธารณูปโภคเข้ามาในโครงการ เช่น การติดต่อขอมิเตอร์น้ำประปา หรือการขออนุญาตระบายน้ำทิ้ง โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อดำเนินงาน รวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานราชการ ทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายให้ตามหลักฐานการรับเงินของหน่วยงานราชการนั้น

# หมวดที่ 2
# มาตรฐาน และกฎเกณฑ์ในการออกแบบ

งานก่อสร้างระบบสุขาภิบาล ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน และกฎเกณฑ์ล่าสุดของสถาบันวิชาชีพและสมาคมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่น

| | |
|---|---|
| ANSI | American National Standards Institute |
| API | American Petroleum Institute |
| ASME | American Society of Mechanical Engineer |
| ASPE | American Society of Plumbing Engineer |
| ASSE | American Society of Sanitary Engineer |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| AWWA | American Water Works Association |
| AS/NZS | Australian/New Zealand Standard (AS/NZS 2243.3:2002) |
| FM | Factory Mutual |
| IEC | Intemational OElectrotechnical Commission |
| NEC | National Electrical Code, U.S.A. |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association, U.S.A. |
| NFPA | National Fire Protection Association, U.S.A. |
| UL | Underwriters' Laboratories, Inc. |
| ULC | Underwriters' Laboratories of Canada |
| IBC | International Building Code |
| BS | British Standard |
| WPCF | Water Pollution Control Federation, U.S.A. |
| กปน. | การประปานครหลวง |
| กปภ. | การประปาส่วนภูมิภาค |
| วสท. | สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ |
| มอก. | สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |
| สวสท. | สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย |

# หมวดที่ 3
# ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1. ผู้รับจ้าง จะต้องทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในสนาม ตรวจสอบโครงสร้าง และสาธารณูปโภค ตรวจสอบแบบแปลนและรายประกอบแบบ ต้องหาข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานก่อสร้างระบบสุขาภิบาลจากผู้ว่าจ้างก่อนยื่นของประกวดราคา โดยเฉพาะแบบแปลนของระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสุขาภิบาล

2. การติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล จะต้องกระทำด้วยความประณีต และเป็นไปตามข้อกำหนด วัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้มาตรฐาน และผลิตจากโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์นั้นต้องเป็นผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ล่าสุด วัสดุ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสียหาย เนื่องจากการติดตั้งหรือการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี

3. แบบแปลน (Drawings) ต่างๆ ที่แสดง เป็นเพียงแนวทางในการติดตั้งโดยประมาณเท่านั้น และรายการประกอบแบบ (Specifications) ใช้เป็นเพียงแนวทางช่วยอธิบายและช่วยทำให้งานเสร็จสมบูรณ์ การวางแนวทางกำหนดขนาดและการจัดระยะการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้อง ร่วมมือกับผู้ผลิตให้เป็นไปตามแบบแปลน และจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ถ้าผู้รับจ้างไม่สามารถทำตามจุดประสงค์ที่กำหนดได้ จะต้องทำแบบสำหรับติดตั้ง (Shop Drawings) เพื่อแสดงระยะและขนาดที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะต้องเปลี่ยนไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากการขัดขวางการใช้งานอื่นๆ

4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและส่งมอบแบบสำหรับติดตั้ง (Shop Drawings) จำนวน 4 ชุด หรือมากกว่า ให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและขออนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ในการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการติดตั้ง แบบสำหรับติดตั้ง (Shop Drawings) ในระบบสุขาภิบาล จะต้องระบุรายละเอียดวิธีการติดตั้ง การรองรับและระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่างๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุ เครื่องจักรและอุปกรณ์ Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง มีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วน และเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด โดยไม่สามารถเรียกร้องจากผู้ว่าจ้างได้ การอนุมัติรูปแบบและเอกสารต่างๆ จากผู้ว่าจ้าง จะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียงแต่เป็นการแสดงกรรมวิธีการก่อสร้างและการติดตั้ง ซึ่งงานต่างๆ ที่ได้กระทำลงไป ก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แบบแล้ว Shop Drawings จะต้องได้รับการแก้ไขและเขียนใหม่เป็นแบบ "As Built Drawings" โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งต้นฉบับและสำเนา 3 ชุด ให้กับผู้ว่าจ้าง

5. รายการประกอบแบบ หรือแบบแปลนที่เขียนไว้สำหรับงานนี้ ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวัสดุ เครื่องจักรอุปกรณ์ทุกชนิด หรือแสดงการติดตั้งทั้งหมด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องคำนึงถึงเครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับงานแต่ละชิ้น เพื่อให้งานชิ้นนั้นๆ เสร็จสมบูรณ์ วัสดุ เครื่องจักร อุปกรณ์ใดๆ ก็ตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน แต่ไม่ได้กำหนดหรือชี้บ่งในรายละเอียด ถ้าจำเป็นที่จะต้องใช้เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ และ/หรือให้ระบบสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอด และจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นนี้ด้วย

6. การคลาดเคลื่อน การตกหล่น หรือความผิดพลาดอื่น เนื่องมาจากแบบแปลนหรือรายการประกอบ จะต้องถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องติดต่อ สอบถามผู้ว่าจ้าง เพื่อชี้แจงหรือแก้ไขแบบแปลนให้ถูกต้อง ก่อนที่จะลงมือทำการก่อสร้างหรือติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสุขาภิบาล ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานทั้งหมดที่ได้กำหนดในแบบแปลนและรายการประกอบแบบ จะต้องดำเนินการก่อสร้างงานที่ จำเป็นสำหรับระบบสุขาภิบาล แต่ไม่ได้กล่าวแน่ชัดในสัญญาว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ใช้ความคลาดเคลื่อน การตกหล่นหรือข้อผิดพลาดในแบบแปลน หรือรายการประกอบแบบเป็นข้ออ้างในการเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากผู้ว่าจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียด เกี่ยวกับงานที่จะทำการก่อสร้างและ/หรือติดตั้ง

7. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานโดยประสานงานกับผู้รับจ้างด้านอื่น เช่น สถาปัตยกรรม โครงสร้าง ไฟฟ้า ปรับอากาศ และด้านอื่น เพื่อให้งานดำเนินไปได้ด้วยดีและรวดเร็ว โดยมีลำดับก่อนหลังของงานอย่างถูกต้อง

8. แบบสำหรับติดตั้ง (Shop Drawings)

8.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเตรียม Shop Drawings ซึ่งเขียนโดยใช้โปรแกรม Autocad 2000 สำหรับผลิตภัณฑ์จากโรงงานและการติดตั้ง รวมถึงบริการทั้งหมด ภายใต้ขอบเขตสัญญานี้ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชิ้น และถ้าเป็นไปได้ให้ทำการวัดในงานก่อสร้าง หรือเทียบกับแบบแปลนก่อสร้างเพื่อที่จะได้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม งานโยธา และงานระบบอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ใด ๆ จากโรงงาน จนกว่า Shop Drawings จะได้รับการอนุมัติอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง Shop Drawings ทั้งหมดจะต้องส่งมอบให้ผู้ควบคุมงานในรูปสำเนา จำนวน 5 ชุด

8.2 ผู้ว่าจ้าง ไม่ใช่เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ตรวจแบบให้ผู้รับจ้าง การอนุมัติ Shop Drawings เป็นเพียงการอนุมัติในหลักการเท่านั้น โดยไม่ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากสภาพการรับผิดชอบต่อการ ติดตั้งและการบริการต่าง ๆ เพื่อให้งานเสร็จตรงกับจุดประสงค์ของแบบแปลน และรายการประกอบแบบได้ จะไม่มีการอนุมัติให้ดำเนินงานต่อไปก่อนที่จะมีการจัดเตรียมและจัดส่ง Shop Drawings มาให้ตรวจ การจัดเตรียม Shop Drawings จะต้องกำหนดตารางเวลา เพื่อที่จะรอการอนุมัติ และจะต้องเป็นไปตามตารางการก่อสร้างให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม งานโยธา และงานระบบอื่น ๆ

# หมวดที่ 4
# คุณสมบัติของผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล และคำแนะนำสำหรับคนงาน

1. คุณสมบัติของผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล

   1.1 ผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล จะต้องเลือกและอนุมัติโดยผู้ว่าจ้าง

   1.2 ผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล จะต้องส่งประวัติผลงานของงานสุขาภิบาลมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา

   1.3 ผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล จะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับงานก่อสร้างในขอบข่ายของงานระบบสุขาภิบาลทุกด้าน ตามที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบของระบบสุขาภิบาล เช่น งานเกี่ยวกับระบบน้ำประปา ระบบระบายน้ำเสีย ระบบระบายน้ำฝน ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี ระบบป้องกันอัคคีภัย และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องมีประกาศนียบัตรใบรับรองผลงานที่ผ่านมา โดยผู้รับจ้างจะต้องมีผลงานระบบสุขาภิบาลที่เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์แล้วมูลค่ารวมไม่ต่ำกว่า 7 ล้านบาท

   1.4 ผู้รับจ้างงานสุขาภิบาล จะต้องจ้างวิศวกรที่มีใบรับรองจาก กว. และมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี ในงานด้านก่อสร้างระบบสุขาภิบาลมาควบคุมงาน

   1.5 ผู้รับจ้างงานระบบสุขาภิบาล จะต้องไม่มีชื่อในบัญชีละทิ้งงาน หรือมีผลงานที่ไม่ดีในงานระบบสุขาภิบาลที่ผ่านมา

2. การจ้างผู้รับจ้างรายย่อย

   ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการจ้างช่วงงานในระบบสุขาภิบาล ยกเว้นในกรณีที่มีการตกลงกันตามสัญญาว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำการจ้างช่วงงานส่วนหนึ่งส่วนใดในระบบสุขาภิบาล โดยไม่ได้รับการเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องมีเหตุผลเพียงพอ ข้อตกลงต่างๆ ที่ได้กระทำจะไม่ทำให้ผู้รับจ้างหลุดพ้นพันธะผูกพันจากหน้าที่และความรับผิดชอบภายใต้สัญญาที่ได้กระทำ

   ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการกระทำ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายจากการละทิ้งงานของผู้รับจ้างช่วงหรือคนงานในสังกัดของผู้รับจ้างช่วง เสมือนเป็นการกระทำของผู้รับจ้างเอง และพึงสังวรไว้เสมอว่าการจัดหาแรงงานสำหรับปฏิบัติการในชิ้นงานหนึ่งไม่ถือว่าเป็นการจ้างช่วงภายใต้ข้อสัญญานี้

3. ผู้รับจ้างจะต้องให้คำแนะนำแก่คนงาน ในการก่อสร้างและติดตั้งวัสดุ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ อย่างสม่ำเสมอตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานแล้วเสร็จสมบูรณ์โดยถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้าง

   ผู้รับจ้างจะต้องใช้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมงาน และคนงานชุดเดิม ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยที่หากมีการเปลี่ยนแปลงคนงานชุดเดิม จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนที่จะดำเนินการ

# บทที่ 5
# ตัวอย่าง

1. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างของวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง แล้ว ให้กับผู้ควบคุมงาน เพื่อใช้เป็นมาตรฐานตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะทำการติดตั้ง

2. รายการวัสดุ เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ระบุต่อไปนี้ จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนการติดตั้ง
   - 2.1 ท่อ ข้อต่อท่อ และอุปกรณ์ประกอบท่อทุกชนิด
   - 2.2 ตะแกรงระบายน้ำฝน ตะแกรงระบายน้ำพื้น ช่องทำความสะอาด แทรป
   - 2.3 Valves, Vacuum Breakers, Shock Absorbers
   - 2.4 ที่แขวน ที่รองรับท่อ และฐานรองรับวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ
   - 2.5 เครื่องสูบน้ำต่างๆ เครื่องจักรกล เครื่องกรองน้ำทุกชนิด วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนระบบควบคุมและอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด ที่ใช้ในงานระบบสุขาภิบาล
   - 2.6 วัสดุ อุปกรณ์ระบบดับเพลิงทั้งหมด

3. รายการที่ต้องการประกาศนียบัตรหรือใบรับรองแนบมา คือ ท่อทุกชนิด ข้อต่อต่างๆ Valves เครื่องจักรกล อุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ และอุปกรณ์อื่นที่ผู้ว่าจ้าง เห็นควร จะต้องมีประกาศนียบัตรและใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต หรือสถาบันที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

# บทที่ 6
# ระบบควบคุมส่วนกลางและป้ายชื่อต่าง ๆ

1. ป้ายบอกชื่อวาล์ว แผนภูมิ และไดอะแกรม
   1.1 เมื่องานติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องติดป้ายชื่อบอกขนาด ตำแหน่ง ชนิด และลักษณะการใช้งานของวาล์ว ยกเว้นวาล์วที่ติดมากับสุขภัณฑ์ ป้ายจะต้องทำด้วยทองเหลือง ขนาด 2 นิ้ว สี่เหลี่ยม ซึ่งจะต้องจารึกชนิดและลักษณะการใช้งานของวาล์วด้วยตัวเลข ขนาด 3/4 นิ้ว สีดำ
   1.2 ป้ายบอกชื่อวาล์วสำหรับท่อระบบป้องกันอัคคีภัย ให้ใช้ป้ายทองเหลือง ขนาด 3 นิ้ว สี่เหลี่ยม ซึ่งจะต้องจารึกชนิดและลักษณะการใช้งานตลอดจนตัวเลข ขนาด 2 นิ้ว พื้นป้ายทองเหลืองจะต้องทาด้วยสีแดง
   1.3 ระบบที่ใช้ระบุตัวเลขแผ่นป้าย จะต้องบ่งแสดงถึงความแตกต่างของชนิดและการใช้งาน และจะต้องระบุชื่อของตำแหน่งที่วาล์วตัวนั้นติดตั้งอยู่
   1.4 ป้ายบอกชื่อวาล์ว จะต้องผูกให้แน่นหนาเข้ากับมือจับหรือมือหมุนของวาล์ว โดยใช้โซ่ ทองเหลืองขนาดพอเหมาะ
   1.5 แผนภูมิ ไดอะแกรม และรายการต่างๆ จะต้องระบุจำนวน ตำแหน่ง และลักษณะการใช้งานของวาล์วตลอดจนขนาดท่อและอื่นๆ

2. ป้ายบอกชื่ออุปกรณ์อื่นๆ ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อของอุปกรณ์ ทำด้วยทองเหลือง ใช้ตัวอักษรสีดำ โดยตัวอักษรแต่ละตัวต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 3 x 2 นิ้ว มองเห็นได้ชัดเจนทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษและคำย่ออุปกรณ์ที่จะต้องมีป้ายแสดง ได้แก่
   - ถังเก็บน้ำประปาและถังเก็บสารเคมีทุกถัง
   - เครื่องสูบน้ำ และเครื่องจักรกลทุกเครื่อง
   - แผงควบคุม
   - Siamese Connection
   - Roof Manifold
   - Fire Hydrant

3. ระบบควบคุมส่วนกลาง ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งแผงควบคุมส่วนกลาง ควบคุมด้วย PLC เพื่อทำหน้าที่แสดงสัญญาณการทำงานต่างๆ ของระบบสุขาภิบาลทั้งหมด โดยแยกออกเป็นแต่ละระบบ แผนภูมิแสดงแนวการเชื่อมโยงท่อและถังเก็บน้ำต่างๆ เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ของระบบที่เกี่ยวข้อง เช่น
   - แสดงแนวท่อประปาจาก กปน. มายังถังเก็บน้ำ ผ่านเครื่องสูบน้ำ จนไปเก็บน้ำในถังเก็บน้ำต่างๆ
   - แนวท่อระบบดับเพลิงจากเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และเครื่องสูบน้ำรักษาความดัน ผ่านวาล์วต่างๆ แสดงความดันน้ำในระบบ และสถานะของวาล์วทุกตัว

โดยอุปกรณ์ที่ต้องควบคุมและสั่งงานด้วย PLC พร้อมส่งสัญญาณไปแสดงผลที่แผงควบคุมนี้ ที่ห้อง ควบคุม รายละเอียดดังรายการต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย ได้แก่

3.1 ระบบประปา

- ระดับน้ำที่ระดับต่างๆ 6 ระดับในถังเก็บน้ำประปาทุกถัง
- สถานะของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง (CWP-01,02)
- ความดันน้ำของเครื่องสูบน้ำเพิ่มความดันทุกเครื่อง (BP-01)

3.2 ระบบป้องกันอัคคีภัย

- ระดับน้ำสำรองสำหรับดับเพลิง 2 ระดับ
- สถานะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทุกเครื่อง (DFP-01, JP-01)
- ความดันน้ำในท่อระบบดับเพลิง
- สถานะของ Flow Switch ทุกตัว
- สถานะของ Supervisory Switch Valve และ Selector Valve ทุกตัว
- Alarm Valve

แผงควบคุมดังกล่าว จะต้องทำด้วยแผ่นเหล็ก และมีส่วนแสดงสัญญาณ (Pilot Lamp) แนวท่อหลักและสัญญาณอุปกรณ์ เช่น Overflow Level เป็นต้น ต้องมีป้ายแสดงความหมายของสัญญาณเป็นข้อความอธิบายและไฟกระพริบพร้อมกระดิ่งเตือน (Alarm Bell) ขนาดของแผง ควบคุม จะต้องมีขนาดรวมประมาณ 1 x 2 เมตร หรือขนาดอื่นที่เหมาะสมกว่า ไฟสัญญาณต่างๆ จะต้องถอดเปลี่ยนได้สะดวก แผงควบคุมนี้มีทั้งประจำที่ (Local) และส่งสัญญาณไปห้องควบคุมส่วนกลาง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายการกับตาราง POINT LIST SCHEDULE ในภาคผนวกท้ายรายการประกอบแบบฉบับนี้และหมวดงานระบบไฟฟ้าสื่อสาร

# หมวดที่ 7
# ปลอก การตัด การปะ การป้องกันการรั่วซึม

1. เมื่อมีการติดตั้งหรือวางท่อ Duct, Conduits และอื่นๆ ผ่านพื้นหรือผนังคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและทำการติดตั้ง Sleeves ทำด้วยท่อ PVC ชั้นมาตรฐาน 13.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Sleeves ภายใต้ขอบเขตของงานนั้นๆ ที่ระบุไว้ในงานทั่วไป

2. ท่อต่างๆ ที่ผ่านผนัง ฝา และพื้นที่กันน้ำซึม จะต้องติดตั้งให้ลอดผ่านปลอกท่อที่ใช้กันน้ำซึม ในกรณีของท่อเข้าออกบ่อเก็บกักน้ำ อนุญาตให้ใช้ท่อที่มีคอลลาร์ (Water Stop) ตามแบบ ฝังไว้ในผนังและใช้เป็นส่วนของท่อได้

3. เมื่อมีท่อต่างๆ ที่โผล่หรือทะลุผ่าน ผนัง ฝา พื้น แผงกั้นห้อง จะต้องติดตั้งท่อและครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยทองเหลืองขัดมัน โดยยึดด้วยสกรูทองเหลืองหรือทองเหลืองชุบโครเมี่ยมให้แน่นหนา หรือทำด้วยวัสดุและวิธีการเช่นเดียวกับท่อแล้วแต่กรณี

4. Flashing สำหรับพื้นและหลังคา ผู้รับจ้างจะต้องใช้ Flashing Rings ที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

5. ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัด ปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อและตะแกรงระบายน้ำ ให้เป็นไปตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วนั้นได้ แต่ห้ามทำการตัด ปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเว้นแต่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง แล้วเท่านั้น

6. ผู้รับจ้างจะต้องต่อท่อน้ำล้นจากถังเก็บน้ำ ให้ปล่อยออกสู่ช่องหรือรางระบายน้ำฝน โดยปลายท่อน้ำล้น จะต้องอยู่สูงกว่าระดับพื้นไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และให้ติดตั้งลวดตาข่ายช่วยกันแมลงด้วย

7. หลังจากติดตั้งท่อแนวดิ่งทั้งหมดในช่องท่อตามแบบที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างทำการปิดพื้นในบริเวณช่องท่อทุกช่องท่อ ที่ระดับพื้นทุกชั้นด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม รายละเอียดของงานโครงสร้างส่วนนี้ จะต้องสัมพันธ์กับงานโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียง เช่น คาน เป็นต้น และจะต้องได้รับอนุมัติจากก่อนทำการติดตั้ง ท่อแนวดิ่งที่ระดับพื้น จะต้องหุ้มด้วย Sleeves เช่นเดียวกับการวาง Sleeves ผ่านพื้นหรือผนังคอนกรีตในหัวข้อ 1 ให้ผู้รับจ้างทำการอุดช่องระหว่าง Sleeves และท่อด้วยวัสดุประเภท Fire Seal ที่ได้ UL Listed และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการติดตั้ง

# หมวดที่ 8
# ข้อต่อและการต่อท่อ

ข้อต่อระหว่างท่อต่างๆ และข้อต่อระหว่างท่อกับอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ จะต้องต่อโดยไม่ให้ลมรั่วหรือน้ำรั่วได้ ก่อนที่จะใช้งานให้มีการเผื่อสำหรับการยืดหดระหว่างท่อต่างๆ และระหว่างงานท่อกับเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

1. การต่อท่อแบบเกลียว (Threaded Joint)
   - 1.1 เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว Taper Thread ตามมาตรฐาน BS 21 TR หรือ ISO R7 ซึ่งระบุไว้เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม
   - 1.2 การเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่มี Thread end เช่น วาล์ว และข้อต่อต่างๆ ถ้าระบุการสั่งทำประเภทเกลียวได้ ให้ผู้รับจ้างเลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR(ISO R7) หรือ BS 21(ISO R228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSE B2.1) อาจใช้ Thread Conversion Fitting ร่วมในการประกอบท่อได้
   - 1.3 ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้ว ต้องคว้านปาก ปาดเอาเศษโลหะที่ติดอยู่โดยรอบออกทิ้งให้หมดเกลียวของท่อจะต้องเกลาให้เรียบ ไม่มีรอยขุย
   - 1.4 ใช้ Pipe joint compound หรือ Teflon tape หรือสารประกอบที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้ ห้ามใช้เชือกปอในการต่อท่อแบบเกลียว เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม

2. การต่อท่อแบบเชื่อม (Welded Joint)
   - 2.1 ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้ได้แนวที่นำมาเชื่อม ให้ลบปลายมุม (bevel) ประมาณ 20 ถึง 40 องศา โดยการกลึงหรือใช้หัวเชื่อมอัด แต่ต้องใช้ค้อนเคาะออกไซด์และสะเก็ดโลหะออก พร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อยก่อนทำการเชื่อม
   - 2.2 การเชื่อมท่อโดยทั่วไปเป็นแบบ Butt Welding ใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding) แผลเชื่อมต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดแนวเชื่อม โลหะที่นำมาเชื่อมต้องละลายเข้ากันได้อย่างทั่วถึง

3. การต่อท่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joint)
   - 3.1 เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลนและการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Outside diameter) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่างๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไปต้องเป็นแบบเชื่อม
   - 3.2 การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวขนานกัน การเชื่อมหน้าแปลนกับตัวท่อให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านใน ยกเว้นหน้าแปลนชนิด Neck Flange ที่เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ

3.3 สลักเกลียว (Bolt) และน็อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปเป็น Carbon Steel ยกเว้นที่ใช้กับท่ออาบสังกะสี จะต้องใช้ Galvanized หรือ Cadmium plate bolt and nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินให้ใช้แบบที่เป็น Stainless Steel สลักเกลียวต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วให้ปลายโผล่จากน็อตไม่น้อยกว่า 1/4 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียว

3.4 จะต้องต่อโดยใช้ปะเก็นยางแบบเต็มหน้า

4. การต่อท่อแบบบัดกรี (Soldered Joint)

4.1 ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน Fitting

4.2 ใช้แปลงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อ แล้วทำการเชื่อมประสานอุณหภูมิเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing จะต้องเช็ดน้ำบัดกรีส่วนเกินออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง

5. การต่อท่อแบบปากระฆัง

5.1 ก่อนตัดท่อเหล็กหล่อต้องคำนวณเผื่อความยาวของปากระฆังไว้ด้วยค่าความยาวของปากระฆังของท่อแต่ละขนาด ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5.2 การตัดท่อให้ใช้เครื่องตัดชนิดแผ่นไฟเบอร์กลม

5.3 การอัดหมัน ให้ใช้เชือกป่านอัดลงในช่องว่างโดยรอบของปากระฆังกับท่อที่สวมเข้าไป แต่ให้เว้นระยะจากขอบปากระฆังไว้ประมาณ 1 นิ้ว เพื่ออัดหมันตะกั่ว

5.4 การเทตะกั่ว ต้องเทตะกั่วที่หลอมเตรียมไว้เต็มปากระฆังให้ครั้งเดียว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาตะกั่วไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อันเป็นสาเหตุของการรั่วซึมได้

5.5 การย้ำตะกั่ว เมื่อตะกั่วเย็นลงได้ที่แล้ว ให้สกัดตะกั่วส่วนที่ล้นออก แล้วจึงใช้เหล็กย้ำตะกั่วโดยรอบให้เย็นบานเกาะสนิทแน่นกับตัวท่อปากระฆัง

6. การต่อท่อแบบปลอกรัด

6.1 นำปลอกยางมาสวมกับปลายด้านหนึ่งของท่อหรืออุปกรณ์ที่จะต่อเชื่อม โดยบ่าด้านในของปลอกยางจะต้องแนบขอบโดยรอบของท่อหรืออุปกรณ์

6.2 พันปลายอีกด้านหนึ่งของปลอกยางออกด้านนอก โดยพันให้อยู่ในระดับเดียวกับบ่าด้านในของปลอกยาง

6.3 นำปลายของท่อหรืออุปกรณ์ที่จะต่อเชื่อมมาประกบกับบ่าขอบยางให้แนบโดยรอบ พันปลอกยางกลับให้เข้าที่

6.4 นำปลอก Stainless มาสวมให้เข้าที่ ใส่สกรูและสลับขันสกรูให้แน่น โดยให้เพลาทั้งสองขนานกัน

7. การต่อท่อแบบใช้น้ำยาเชื่อมท่อ PVC
   - 7.1 ใช้ตะไบละเอียดลบมุมปลายท่อโดยรอบ ให้มีความลาดเอียงประมาณ 15 องศา เพื่อให้ท่อสวมเข้ากับข้อต่อได้ง่ายขึ้น
   - 7.2 การดันท่ออัดประสานเข้ากับข้อต่อ ต้องดันปลายท่อสุดถึงก้นข้อต่อ (Stopper) เพื่อให้การหลอมอัดประสานสมบูรณ์สูงสุด กรณีท่อขนาดใหญ่ตั้งแต่ dia 4 นิ้ว ขึ้นไป การต่อต้องใช้เครื่องมือดันท่อด้วย
   - 7.3 ควรใช้ท่อ ข้อต่อ และน้ำยาเชื่อมท่อ ของผู้ผลิตรายเดียวกัน เพื่อให้มั่นใจการประกอบต่อท่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

8. การต่อท่อแบบ Mechanical Joint ของท่อ PP
   - 8.1 ตัดปลายท่อให้ตรง จากนั้นนำฝา cap แหวนจับ แหวนรอง และแหวนกันรั่วประกอบเข้ากับตัวท่อ
   - 8.2 ดันท่อสอดเข้าภายในข้อต่อจนสุดบ่าที่อยู่ภายในของข้อต่อ
   - 8.3 ขันฝา cap เข้าไปด้วยมือ
   - 8.4 ใช้ประแจขันฝา cap ขันอัดให้พอตึงมือ

9. การต่อท่อแบบ Mechanical Coupling
   - 9.1 ตรวจสอบปลายท่อก่อนทำการรีดร่อง (Grooved) ไม่ให้มีรอยขรุขระบนท่อในช่วงตั้งแต่ปลายท่อจนถึงร่องที่ Grooved ไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดรอยรั่วที่ปะเก็นยาง (Gasket)
   - 9.2 ตรวจสอบให้ปะเก็นยางที่จะใช้เหมาะสมกับจุดประสงค์ในการใช้งาน โดยตรวจสอบจากข้อมูลที่ผู้ผลิตแนะนำ ทาสารหล่อลื่นบางๆ ที่ปะเก็นยางทั้งด้านในและผิวนอก
   - 9.3 สอดปะเก็นยางเข้าไปในท่อที่ Grooved ไว้แล้ว โดยเลื่อนปะเก็นยางให้เลยพ้นขอบท่อ
   - 9.4 นำท่อที่ Grooved แล้วอีกเส้นมาจัดแนวให้ตรงกัน แล้วเลื่อนปะเก็นยางมาอยู่ระหว่างรอยต่อระหว่างท่อทั้งสองในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรอย Grooved ของท่อทั้งสองเส้น โดยไม่มีส่วนใดของปะเก็นยางเกยทับร่องที่ Grooved ไว้ ของท่อ
   - 9.5 ประกอบ Coupling เข้ากับรอยต่อที่บริเวณปะเก็นยาง ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

10. การต่อท่อด้วยวิธีอื่น ๆ ตามระบุในแบบก่อสร้างให้ผู้รับจ้างศึกษาทำความเข้าใจแล้วเสนอ SHOP DRAWING เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

# หมวดที่ 9
# ที่แขวนท่อ ที่ยึดท่อและที่รัดท่อ

1. ที่แขวนยึดท่อ และที่รัดท่อ จะต้องมีขนาดเหมาะสมและแข็งแรง เพื่อรองรับน้ำหนักอันเกิดจากท่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ และของเหลวในท่อ ที่แขวนท่อ ที่ยึดท่อ และที่รัดท่อ จะต้องเป็นแบบที่ผลิตจากโรงงานโดยตรง และได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการติดตั้ง โดยที่แขวนท่อ ที่ยึดท่อ และที่รัดท่อทุกชิ้น จะต้องทำการชุด Galvanized มาจากโรงงาน
2. ท่อเหนือเพดานในแนวระดับ จะต้องมีที่รองรับทำด้วยเหล็กหนาชนิดปรับระดับได้และมีขาฝังอยู่ในพื้นคอนกรีตท่อใกล้ผนังหรือพื้นจะต้องรองรับด้วยเหล็กฉากหล่อหรือใช้แบรคเก็ตติดเข้ากับผนัง ท่อที่เดินในแนวระดับหลายท่อจะต้องรองรับด้วยที่รองรับแบบ Trapeze ซึ่งทำด้วยเหล็กตัว "U" พร้อมด้วยเหล็กเส้นเป็นขารองรับฝังเข้าไปในคอนกรีต
3. ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง และท่อแนวราบหรือแนวระดับ ให้ยึดแขวนตามระยะและขนาดเหล็ก ตามที่ระบุในตารางข้างล่างนี้

| ขนาดท่อ (นิ้ว) | ขนาดของเหล็กเส้น (มิลลิเมตร) | ท่อ BSP,GSP,CI,SS (เมตร) | | ท่อ PVC (เมตร) | | ท่อ PE,PB,PP,PP-R | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แนวราบ | แนวดิ่ง | แนวราบ | แนวดิ่ง | แนวราบ | แนวดิ่ง |
| 1/2 | 9 | 2.0 | 2.4 | 0.9 | 1.2 | ทุกๆ | ทุกๆ |
| 3/4 | 9 | 2.4 | 3.0 | 1.0 | 1.2 | ระยะ | ชั้นของ |
| 1 | 9 | 2.4 | 3.0 | 1.0 | 1.2 | 1 เมตร | อาคาร |
| 1 1/4 | 9 | 2.4 | 3.0 | 1.2 | 1.8 | หรือ | หรือ |
| 1 1/2 | 9 | 3.0 | 3.0 | 1.3 | 1.8 | ทุกช่วงข้อ | ทุกช่วง |
| 2 | 9 | 3.0 | 3.6 | 1.5 | 1.8 | ต่อ | ข้อต่อ |
| 2 1/2 | 12 | 3.0 | 3.6 | 1.8 | 2.4 | | |
| 3 | 12 | 3.6 | 4.5 | 2.0 | 2.4 | | |
| 4 | 15 | 4.0 | 4.5 | 2.4 | 2.4 | | |
| 6 | 15 | 4.8 | 4.5 | 2.4 | 3.0 | | |
| 8 | 25 | 6.0 | 4.8 | 3.0 | 3.6 | | |
| 10 | 25 | 6.0 | 4.8 | | | | |
| 12 | 25 | 6.0 | 4.8 | | | | |

4. ที่แขวนท่อ ที่รองรับท่อ น็อต สกรู แหวน และที่รัดท่อ ซึ่งติดตั้งฝังอยู่ใต้ดิน ในระบบบำบัดน้ำเสีย ในห้องอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย ในห้องเก็บสารเคมี ทั้งหมดนี้จะต้องทำด้วย Stainless steel
5. ท่อในแนวตั้ง จะต้องเพิ่มการยึดตรงฐานของบริเวณหักเลี้ยวทุกตำแหน่งด้วย
6. จะต้องไม่ทำการแขวนท่อเข้ากับท่ออื่นๆ หรือเครื่องมืออุปกรณ์อื่นๆ

# หมวดที่ 10
# ช่องทำความสะอาด ตะแกรงระบายน้ำ และแทรป

1. ช่องทำความสะอาด

1.1 ช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็กหล่อ จะต้องเป็นชนิดที่เกลียวมาตรฐาน อัดเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์ของท่อเหล็กหล่อ สกรูเทเปอร์มีหัวน็อตชนิดหกเหลี่ยมตันทำด้วยทองเหลือง

1.2 ช่องทำความสะอาดสำหรับท่อเหล็กจะต้องมีหัวน็อตทองเหลืองอุดไว้

1.3 จะต้องติดตั้งช่องทำความสะอาดพร้อมจุกอุดตรงฐานและทุกๆ 3 ชั้นของท่อระบายน้ำทิ้ง น้ำเสียและน้ำฝนในแนวดิ่งทุกท่อ และต้องมีทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางของท่อ และทุกๆ ระยะ 15 เมตร สำหรับท่อน้ำเสียและท่อน้ำทิ้งในแนวนอนที่มีขนาด dia 4 นิ้ว หรือเล็กกว่า และทุกๆ ระยะ 30 เมตร สำหรับท่อน้ำเสียและท่อน้ำทิ้ง ในแนวที่มีขนาดใหญ่เท่า dia 4 นิ้ว ขึ้นไป ช่องทำความสะอาดที่วิ่งผ่านกำแพงหรือหันเข้าหาพื้นต้องใช้ตัว "Y" ชนิดยาวหรือ "Y" + 1/8 bend ขึ้นไปพร้อมจุกอุด และแผ่นฝาครอบตามรายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมในแต่ละห้อง แผ่นฝาครอบสำหรับพื้น จะต้องเป็นบรอนซ์หรือทองเหลืองชนิดที่มีคุณภาพดี เว้นแต่ระบุให้ใช้ทองเหลืองชุบโครเมี่ยม

2. แทรป

แทรปต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อ เหล็กหล่อ และ/หรือเหล็กอาบสังกะสี หรือ PVC (ดูรายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมประกอบด้วย) โดยทำเป็นชิ้นเดียวกันตลอด และต้องมี Liquid Seal ไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว แต่ไม่มากกว่า 4 นิ้ว นอกจากในจุดเฉพาะที่ต้องการ Seal มากกว่านั้น ต้องทำด้วยวัสดุและหุ้มด้วยวัสดุและ/หรือกรรมวิธีเช่นเดียวกับท่อที่ต่อเข้าด้วยกัน ทั้งนี้ นอกจากแทรปขนาด 2 นิ้ว I.P.S. หรือเล็กกว่าซึ่งไม่ฝังดินจะต้องเป็นทองเหลืองหล่อเท่านั้น แทรปสำหรับสุขภัณฑ์ทั้งหมดต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อเป็นชิ้นเดียวแบบตัว "P" พร้อมช่องทำความสะอาดและจุกที่มีประเก็น ซึ่งทำด้วยเหล็กชุบโครเมี่ยมหรือนิกเกิล เว้นแต่รายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

3. ช่องระบายน้ำ

ช่องระบายน้ำจะต้องทำด้วยทองเหลืองหรือเหล็กหล่อชั้นดี แข็งแรงและเหนียว การหล่อจะต้องได้เนื้อโลหะที่ดีไม่มีรูพรุนหรือแข็งเป็นจุดแตกร้าวหรือข้อบกพร่องอื่นใด จะต้องเรียบและสะอาดทั้งด้านในและด้านนอก ผิวต้องไม่มีคม และต้องเกลาผิวให้เรียบ เหล็กหล่อต้องไม่เป็นชนิดที่นำมาตกแต่งรูพรุน เพื่อทำให้อยู่ในลักษณะดีขึ้น ความหนาของเหล็กหล่อ ต้องไม่น้อยกว่า 1/4 นิ้ว ขนาดของท่อระบายน้ำ ให้เป็นไปตามระบุไว้ในแบบ Flashing ที่ทะลุขึ้นไป บนหลังคาทำด้วยทองแดงหรือตะกั่วขนาด 2 ฟุต สี่เหลี่ยม จะต้องรัดหรือเชื่อมเข้ากับตัวท่อระบายน้ำ เพื่อที่จะกันน้ำซึมหรือลมรั่วหรือวิธีการอื่นที่ผู้ว่าจ้าง เห็นชอบ ช่องทำความสะอาดและตะแกรงระบายน้ำทั้งหมด จะทำเครื่องหมายเพื่อให้สังเกตได้ชัดเจน

3.1 ตะแกรงระบายน้ำพื้น

ตะแกรงระบายน้ำพื้น จะต้องเป็นเหล็กหล่อหรือทองเหลืองทั้งตัวโดยที่ส่วนบนเป็นทองเหลืองขัดมัน Double Drainage Flange and Weep-Holes, ตะกร้าที่เก็บผงถอดออกได้ ซึ่งอาจเป็นแบบตะแกรงลาดเอียง เมื่อใช้ติดตั้งกันน้ำซึมจะต้องใช้ Flashing Clamp

3.2 ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัว

ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัวจะต้องเป็นแบบกลมราบกับพื้น พร้อมทั้ง Flashing Ring และฝาตะแกรงมีรูแบบบรอนซ์ชุบด้วยโครเมี่ยมปรับได้

3.3 ตะแกรงระบายน้ำแบบไม่ต่อตรง

ตะแกรงระบายน้ำแบบไม่ต่อตรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือทองเหลืองแบบเดียวกับตะแกรงระบายน้ำพื้น Double Drainage Flange and Weep-Holes ท่อออกเป็นเกลียวตัวเมีย มีชั้นกรองเป็นกรวยทองเหลืองปรับระดับได้

3.4 ตะแกรงระบายน้ำหลังคา

ตะแกรงระบายน้ำหลังคาทำด้วยเหล็กหล่อ และเป็นชนิดมีปีกสำหรับฝังในพื้นคอนกรีตบนหลังคาเพื่อป้องกันฝนรั่วผ่านพื้นที่ติดตั้งตะแกรงระบายน้ำหลังได้ ช่องเปิดรับน้ำฝนจะต้องเป็นตะแกรงนูนสูง เพื่อให้ได้พื้นที่ช่องเปิดเมื่อรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดท่อน้ำฝน

4. Shock Absorber (Water Hammer Arrester)

4.1 จัดหาและติดตั้ง Shock Absorber เข้ากับท่อน้ำประปาในแนวระดับที่ส่งน้ำไปยังเครื่องสุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่มีวาล์วชนิดเปิด – ปิดเร็ว ตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนหรือในจุดที่จำเป็นต้องติดตั้ง

4.2 Shock Absorber จะต้องเป็นแบบทำด้วยโลหะไร้สนิม (ทองแดงหรือสเตนเลส สตีล) ภายในประกอบด้วยอากาศที่ถูกอัดไว้ ขนาด และการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน และข้อกำหนดของ ASSE 10110

5. DRIP PANS

จัดหาและติดตั้ง Drip Pans ชนิดกันน้ำซึม ทำด้วยแผ่นทองแดง ขนาด 20 เอานซ์ เสริมด้วยทองเหลืองฉาก ติดตั้งไว้ใต้ท่อน้ำหรือท่อระบายน้ำที่วิ่งเหนือเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ใช้ท่อระบายน้ำขนาด 1 1/4 นิ้ว สำหรับระบายน้ำบน Drip Pans มาลงอ่างหรือตะแกรงระบายน้ำพื้นที่ใกล้ที่สุด หรือใช้วิธีการอื่นที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

# หมวดที่ 11
# การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์

1. ขอบเขตของงานรวมถึงการจัดหาแรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องใช้ต่างๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมดที่แสดงไว้ในแบบแปลนและตามที่ระบุไว้ในที่นี้ โดยทั่วไปรวมถึงสุขภัณฑ์ เครื่องตกแต่ง แทรปที่รองรับแทรป ที่แขวนหรือรองรับเครื่องสุขภัณฑ์

2. วัสดุ สุขภัณฑ์ ท่อ และอุปกรณ์อื่นที่มองเห็นได้ให้เป็นไปตามชนิด และรายการที่ระบุไว้ในแบบแปลนสถาปัตยกรรม เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

3. ในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งยังไม่แล้วเสร็จ เครื่องสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งแล้ว จะต้องมีแคร่ไม้คลุมไว้ และใช้จารบีเคลือบส่วนที่เป็นทองเหลืองชุบโครเมี่ยม

4. เมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานให้กับผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ทุกชิ้นที่เกี่ยวข้อง แกะป้ายต่างๆ และเช็ดถูส่วนที่ชุบโครเมี่ยมด้วยผ้าสะอาดจนเป็นเงางาม

5. ก๊อกน้ำต่างๆ Stopcocks วาล์ว และ Flush Valves จะต้องได้รับการตรวจตราและปรับแต่งตามความ จำเป็นเพื่อให้ทำงานได้เหมาะสมกับสุขภัณฑ์ต่างๆ และโดยไม่เสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์

6. ที่รองรับเครื่องสุขภัณฑ์ทุกชนิด จะต้องมีที่รองรับที่เหมาะสม และได้รับความเห็นชอบวิศวกร ผู้ควบคุมงานที่รองรับเหล่านี้ จะต้องยึดติดกับกำแพงด้วยโบล์ต และน็อตหรืออื่น ๆ ตามรายการประกอบแบบสถาปัตยกรรม ท้าวแขวนแผ่นรองรับและอื่นๆ จะต้องทาสีขั้นแรกด้วยสีตะกั่วผสมน้ำมันยกเว้นเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

7. การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องสุขภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องได้รับการติดตั้งพร้อมด้วยส่วนประกอบ การต่อท่อต้องกระทำให้เรียบร้อยและประณีต และเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ให้ทดลองติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ดูก่อน เพื่อให้ได้ระยะที่แม่นยำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

8. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง vacuum breaker สำหรับ Flush Valve โดยถือเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่ง และก๊อกน้ำชนิดต่างๆ รวมทั้งจุดอื่นๆ ที่อาจมีการไซฟอนน้ำไหลย้อนกลับมาได้

9. Escutcheons ฝาครอบท่อช่วงออกจากผนัง จะต้องเป็นทองเหลืองชุบโครเมี่ยมหรือทองเหลืองขัดมันแล้วแต่รายการประกอบแบบสถาปัตยกรรมจะกำหนด โดยจะอนุมัติพร้อมทั้งสกรูครบชุด และจะต้องใช้ในการติดตั้งกับท่อเข้ากับผนังหรือพื้น

# บทที่ 12
# ระบบประปา

1. ขอบเขตของงาน

งานในภาคนี้รวมถึงการเดินท่อใต้ดินต่อจากท่อน้ำประปาการประปานครหลวงผ่านมาตรวัดน้ำเข้ากับถังเก็บน้ำประปาของอาคาร ท่อประธาน ท่อในแนวดิ่ง Valve Outlets, Shock Absorbers, Air Chambers, Vacuum Breakers และการต่อท่อน้ำประปาเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องจักร และอุปกรณ์อื่นๆ รวมทั้งการดำเนินการติดต่อขอมิเตอร์น้ำจากการประปานครหลวง ในนามของผู้ว่าจ้าง

1.1 จะต้องเผื่อให้มีการขยายตัว และหดตัวของท่อต่างๆ ตรงจุดที่มีการต่อท่อแยกไม่ว่าจะเป็นท่อน้ำขึ้นลงหรือท่อเข้าอุปกรณ์ใดๆ ก็ตามจะต้องมี Expansion Devices เผื่อไว้ให้เพียงพอสำหรับการยืดและหดตัวของท่อเมน ท่อในแนวดิ่งและแนวระดับความจำเป็น

1.2 การต่อท่อจากท่อเมนมายังท่อน้ำขึ้น และจากท่อเมน ท่อน้ำขึ้นไปยังท่อแยก จะต้องต่อแบบเผื่อไว้สำหรับการยืดและหดตัวของท่อ

1.3 จะต้องมีที่ยึดท่อติดตั้งบนทุกเส้นท่อเพื่อควบคุมการขยายตัวของท่อตามที่กำหนดไว้ในแบบ แปลนและตามความจำเป็นของการใช้งาน

1.4 วาล์วต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมระบบน้ำประปาท่อเมน ท่อน้ำขึ้นลงและท่อแยก ต้องเป็นไปตามแบบแปลน และรายการประกอบแบบที่กำหนดไว้ ท่อแยกทุกท่อและสำหรับท่อน้ำทุกชนิดที่ต่อไปยังเครื่องสุขภัณฑ์หรือกลุ่มของสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องมีวาล์ว วาล์วเหล่านี้จะต้องจัดรวมกลุ่มเข้าด้วยกัน และติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สะดวก เพื่อควบคุมการไหลของน้ำ และสะดวกต่อการซ่อมแซม

1.5 ขนาดของท่อย่อยแยกเข้าสุขภัณฑ์ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่แสดงไว้ในแบบ หรือเป็นไปตามแบบของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ

1.6 การเดินท่อต้องให้เป็นแนวเส้นตรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปให้เดินท่อทำมุมฉากหรือขนานกับกำแพงหรือเข้าแนวกันกับท่ออื่นๆ เว้นระยะห่างกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย ท่อในแนวดิ่งต้องให้ดิ่งจริงๆ ท่อในแนวนอนต้องมีระดับลาดเอียงให้สามารถระบายน้ำได้

1.7 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ต้องใช้หน้าจานหรือยูเนียนหรือข้ออ่อนแล้วแต่กรณี

1.8 ติดตั้ง Shock Absorber ซึ่งอัดก๊าซไว้ ให้ติดตั้งที่ปลายท่อน้ำประปาภายในห้องน้ำทุกห้อง โดย Shock Absorber จะต้องเป็นแบบที่ได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

1.9 รายละเอียดของเครื่องปั๊มน้ำ ดูจากตารางเครื่องปั๊มน้ำที่ปรากฏในแบบ

# หมวดที่ 13
# ระบบระบายน้ำเสีย

1. งานในขอบเขตนี้รวมถึง ท่อระบายน้ำเสีย การต่อท่อ ทางไหลเข้าของน้ำ ท่อระบายน้ำจากอาคาร ท่อน้ำเสียท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ ท่อแยก แทรป ซึ่งจะต้องติดตั้งและต่อเข้ากับสุขภัณฑ์ทั้งหมดหรือต่อเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์อื่นๆ ตลอดจนการขุด กลบ และปรับแต่งพื้นผิวให้อยู่ในสภาพเดิม

2. ท่อในแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว และเล็กกว่า จะต้องติดตั้งให้ได้ระดับลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอ1 : 50 ส่วนท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 3 นิ้ว ให้วางให้ได้ระดับลาดเอียง 1 : 50 ถ้าเป็นไปได้ แต่จะต้องไม่ให้ลาดเอียงน้อยกว่า 1 : 100

3. ท่อน้ำเสีย ท่อน้ำทิ้ง และท่ออากาศ จะต้องมีขนาดและติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบแปลน

4. ท่อทุกท่อที่วิ่งทะลุหลังคา จะต้องใช้ข้อต่อผ่านแบบอาบสังกะสี อุปกรณ์ระบายอากาศชั้นหลังคา จะต้องเป็นแบบเหล็กอาบสังกะสีชนิดที่ได้รับอนุมัติ ปลอกกันน้ำรั่วเป็นเหล็กหล่อพร้อมหน้าจานและที่ยึด เมื่อเดินท่อใต้พื้นดินจะต้องทำการทาด้วย Flint Coat และให้ใช้ผ้าดิบอย่างหนาหุ้มท่อแล้วทาด้วย Fint Coat พร้อมทั้งที่รองรับ

5. ต้องติดตั้ง Expansion Joints เข้ากับท่อระบายน้ำ และท่ออากาศในแนวดิ่งตามที่กำหนดให้ หรือในตำแหน่งที่จำเป็นต้องมี

6. ท่อและข้อต่อต่างๆ ที่ยังต่อไม่เสร็จเรียบร้อย จะต้องอุดด้วย Plug สำหรับอุดท่อให้แน่นหนา เพื่อกันผงปูนและสิ่งสกปรกอื่นๆ ลงไปอุดตันในเส้นท่อ จะถอด Plug ออกก็ต่อเมื่อต้องการต่อท่อเท่านั้น
7. ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ ดูจากแบบที่ปรากฏ

# บทที่ 14
# ระบบระบายน้ำฝน

1. งานในขอบเขตนี้รวมถึง ท่อระบายน้ำฝน การต่อท่อ ทางไหลเข้าของน้ำ ท่อระบายน้ำฝนจากอาคาร ท่อแยก แทรปซึ่งจะต้องติดตั้งและต่อเข้ากับสุขภัณฑ์ทั้งหมดหรือต่อเข้ากับท่อหรืออุปกรณ์อื่นๆ ตลอดจนการขุดกลบ และปรับแต่งพื้นผิวให้อยู่ในสภาพเดิม
2. ท่อในแนวระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว และเล็กกว่า จะต้องติดตั้งให้ได้ระดับลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอ 1 : 50 ส่วน ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า dia. 3 นิ้ว ให้วางให้ได้ระดับลาดเอียง 1 : 50 ถ้าเป็นไปได้ แต่จะต้องไม่ให้ลาดเอียงน้อยกว่า 1 : 100
3. ท่อระบายน้ำฝน จะต้องมีขนาดและติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบแปลน
4. ท่อทุกท่อที่วิ่งทะลุหลังคา จะต้องใช้ข้อต่อผ่านแบบอาบสังกะสี อุปกรณ์ระบายอากาศขั้นหลังคาจะต้องเป็นแบบเหล็กหล่อพร้อมหน้าจานและที่ยึด เมื่อเดินท่อใต้พื้นดิน จะต้องทำการทาด้วยยางมะตอยและให้ใช้เทปหุ้มห่อพร้อมที่รองรับ
5. ต้องติดตั้ง Expansion Joints เข้ากับท่อระบายน้ำฝนตามที่กำหนดให้หรือในตำแหน่งที่จำเป็นต้องมี เช่น ในจุดที่ต่อเข้าบ่อพักระบายน้ำฝน หรือรางระบายน้ำ
6. จะต้องเตรียม Plug แบบเหล็กอาบสังกะสีอุดปลายท่อน้ำฝนทุกจุดที่ยังต่อไม่เสร็จสมบูรณ์ เพื่อกันผงปูนและสิ่งสกปรกอื่นๆ ลงไปอุดตันในเส้นท่อ จะถอด Plug ออกก็ต่อเมื่อต้องการต่อท่อเท่านั้น
7. บ่อพักสำหรับท่อระบายน้ำฝน จะต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิดชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือตะแกรงเหล็กตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน จะต้องทำการก่อสร้างบ่อพักตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ และทุกจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางหรือบรรจบของท่อ
8. รางระบายน้ำฝน จะต้องก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิดตามที่แสดงในแบบแปลน และจะต้องทำการก่อสร้างตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบแปลน
9. ให้ผู้รับจ้างทำการปรับ Slope ของก้นรางระบายน้ำฝนหรือท่อระบายน้ำฝนในแนวนอนให้มีความลาดเอียงอย่างน้อย 1 : 500 เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

# หมวดที่ 15
# ระบบป้องกันอัคคีภัย

1. **แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับป้องกันอัคคีภัย**
ใช้น้ำจากรถดับเพลิงสูบจ่ายเข้าไปในระบบท่อป้องกันอัคคีภัยของอาคาร

1. ระบบท่อป้องกันอัคคีภัยและสายฉีดน้ำดับเพลิง (Stand Pipe and Hose Systems) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง ดังแสดงในแบบแปลน

- ตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย (Fire Hose Cabinet)

  ตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยเป็นตู้เหล็กหนาไม่ต่ำกว่าเหล็ก 16 BWG พ่นสีแดง มีรูปร่างและขนาดตามแบบ เหมาะที่จะบรรจุสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ได้ครบถ้วน ประตูตู้จะต้องสามารถเปิดได้ 180 องศา การติดตั้งตู้จะต้องติดตั้ง ลอย ฝัง หรือตั้งพื้น ตามที่ระบุไว้ในแบบพร้อมติดตั้งกระจกนิรภัยแบบ Tempered Glass สำหรับตู้ที่ติดตั้งด้านข้างของ Pressurized Duct ให้ทำการ Seal รอยต่อรอยรั่วต่างๆ ด้วยวัสดุที่ทนไฟได้นานอย่างน้อย 2 ชั่วโมง อุปกรณ์ประกอบตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย มีดังนี้

  - ที่ล็อคประตูพร้อมมือจับ
  - บานพับประตูแบบซ่อนใน
  - ช่องสำหรับท่อน้ำดับเพลิงขนาด dia 2 1/2 นิ้ว และมี O-Ring โดยรอบช่อง

- ชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Reel) และอุปกรณ์

  ชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบครบชุดสมบูรณ์ได้มาตรฐาน BS EN 671-1 ชุดดังกล่าวประกอบด้วยกงล้อม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปหนาอย่างน้อย 1.2 มิลลิเมตร เคลือบสีแดงและสายยางส่งน้ำสีแดงเสริมให้แข็งแรงด้วยเส้นใยถัก สายชั้นนอกเคลือบด้วย Thermoplastic Polymer สายยางได้มาตรฐาน BS EN 694 ชุดสายส่งน้ำดับเพลิงตามมาตรฐาน BS EN 671-1 จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติและอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

  - Hose Valve เป็น Lever Ball Valve ขนาด dia 1 นิ้ว ตัวเรือนหล่อด้วย brass nickel ชุบด้วย chromium ตัว ball ทำด้วย nickel และ chromium ทนแรงดัน 500 PSI (WOG) และได้ UL/FM
  - สายฉีดน้ำดับเพลิง ขนาด 1 นิ้ว x 100 ฟุต (30 เมตร) ทนแรงดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ 15 Bar (220 PSI) แรงดันทดสอบ (Test Pressure) ได้ 20 Bar (300 PSI) แรงดันเมื่อแตกระเบิด (Burst Pressure) ได้ 48 Bar (700 PSI)
  - หัวฉีดน้ำพลาสติกแบบปรับน้ำได้ (Jet/Spray/Shut-off Nozzle) ขนาด 1 นิ้ว
  - ขดม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูป พ่นสีแดง เช่นเดียวกับตู้เก็บสายส่งน้ำดับเพลิง ที่กลางขดทำด้วยโลหะหล่อไม่เป็นสนิม มีโบล์ทยึดกับผนังพร้อม

- Pressure Restricting Valve

  เป็น Angle Valve ขนาด 2 1/2 นิ้ว ทำด้วยเหล็กหล่อแต่งบรอนซ์ ได้รับการรับรองจาก UL/FM หัวต่อสายฉีดน้ำจะต้องเป็นชนิดหัวต่อสวมเร็วแบบตัวเมียพร้อมทั้งฝาครอบตัวผู้และโซ่เตรียมไว้ เป็นแบบที่ใช้ได้กับตำรวจดับเพลิงของไทย ติดตั้งอยู่ส่วนล่างของตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย มี Pressure Restricting Device เพื่อลดความดันให้ไม่เกิน 65 PSI

- เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)
  - เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher) เป็นเครื่องมือดับเพลิงชนิดผงเคมีสำหรับดับเพลิงได้ 3 ประเภท A-B-C (Multipurpose Dry Chemical Portable Fire Extingisher) ขนาด 15 ปอนด์ ตัวถังทำจากเหล็กกล้าพ่นสี และมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด DOT (Department of Transportation) สามารถทนต่อแรงดันทดสอบได้ไม่ต่ำกว่า 35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (500 PSI) ความดันสำหรับใช้ขับผงเคมี ให้ใช้ความดันจากแก๊สซึ่งมีความดันประมาณ 13 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (190 PSI) อุปกรณ์ชุดสายฉีด หัวฉีด วาล์ว จะต้องทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันแก๊สปกติ ผงเคมีที่ใช้เป็นสารประเภทโมโนแอมโมเนียฟอสเฟส ผสมสารพิเศษเพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนได้ง่าย มีจุดประสงค์เพื่อใช้บรรจุในเครื่องดับเพลิงเคมีโดยเฉพาะ ต้องมีระดับความสามารถในการดับเพลิง Fire Rating 6A-30B เครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องผลิตได้ตาม มอก. 332-2529 มีระยะเวลารับประกันนาน 5 ปี
  - เครื่องดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเครื่องดับเพลิง ขนาด 10 ปอนด์ ใช้สำหรับดับเพลิงในห้องเครื่องไฟฟ้าและบริเวณที่กำหนดในแบบแปลน คาร์บอนไดออกไซด์ที่บรรจุจะต้องมีปริมาณความชื้นอยู่ในแก๊สน้อยมากเมื่อฉีดดับเพลิง มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ DOT ทดแรงดันทดสอบได้ไม่ต่ำกว่า 300 PSI มีระดับความสามารถในการดับเพลิง Fire Rating 10B:C และมีระยะเวลารับประกันนาน 5 ปี
  - ในการขออนุมัติใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือจากผู้ว่าจ้าง ให้ผู้รับจ้างทำการสาธิตการดับเพลิงเพื่อแสดงประสิทธิภาพของเครื่องดับเพลิงให้ชมจนเป็นที่พอใจด้วย

2. **วัสดุอุดช่องท่อป้องกันไฟลาม**

วัสดุป้องกันไฟลุกลาม เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศ ที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ วัสดุการป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นไปตามหัวข้อ 300-21 ของ NEC และ ASTM หรือ BS 476 Part 20 และ ISO 834 หรือ อุปกรณ์ที่ UL รับรอง

3. **คุณสมบัติของวัสดุอุดช่องท่อ**

- อุปกรณ์ หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง

- อุปกรณ์วัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้ง หรือขณะเกิดเพลิงไหม้ และสามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่ไม่การเปลี่ยนแปลงแก้ไขและไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติ และขณะเกิดเพลิงไหม้
- สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว
- เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไต้ พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี
- ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี และติดตั้งง่าย
- สามารถขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
- อุปกรณ์ หรือวัสดุดังกล่าว ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือเพลิงไหม้

## 4. การใช้งาน

- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้นห้องหรือฝ้าเพดานและระหว่างผนังที่มีท่อ PVC, PE, PB, Air Duct ทะลุผ่าน เป็นชนิด PIPE COLLARS หรือ PIPE WRAPS
- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะเป็นพื้น หรือผนังต้องปิดด้วยวัสดุป้องกันไฟลุกลามเป็นชนิด MORTAR หรือ FIBER COATING
- ช่องเปิดเล็ก ๆ หรือรอบCONDUIT เป็นชนิด INTUMESCENT MASTIC หรือ SILICONE SEALANT
- ช่องเปิดที่เปิดไว้สำหรับสายไฟ และท่อร้อยสายในอนาคตให้อุดช่องเพื่อป้องกันไฟลุกลามด้วย

## 5. เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบดีเซล (Diesel Fire Pump : DFP)

### 5.1 รายละเอียดทั่วไป

1. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA-20 Standard Of The Installation Centrifugal Fire Pumps
2. เครื่องสูบน้ำ จำนวน 2 ชุด เป็นชนิด Vertical Turbine Pump and Vertical-Multi Stage Pump ที่อัตราการไหลและ แรงดันตามที่ระบุในตารางเครื่อง ที่ความเร็วรอบไม่เกิน 1,800 รอบต่อนาที
3. ชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้อง ประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล ถังเก็บน้ำมัน ตู้ควบคุม และอุปกรณ์ประกอบตรงตามมาตรฐานเครื่องสูบน้ำดับเพลิงของ UL/FM และมี Performance Test สำหรับ Capacity/Head/Power รวมทั้งมีใบรับรองผลจากโรงงานผู้ผลิตนั้น ๆ โดยมีตรารับรอง ของ UL/FM
4. Pump Characteristics จะต้องสามารถทำงานที่ Capacity 150% ของจุดใช้งานโดย Pressure ต้องไม่ต่ำกว่า 65% ของจุดใช้งานและ Shut Off Head ต้องไม่เกิน 140% ของจุดใช้งาน
5. ติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบมาตรฐาน ได้แก่ Suction and Discharge Gauge , Main Relief Valve ( UL/FM ) , Enclosed Waste Cone , Flow Meter , Automatic Air Release Valve For Fire Pump

5.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

1. ตัวเรือนของเครื่องสูบน้ำ (Bowl Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อมาตรฐาน ASTM A48 และมี แรงดันใช้งาน(Working Pressure) ไม่น้อยกว่า 16 BAR
2. ใบพัด (Impeller ) จะต้องเป็นโลหะชิ้นเดียว ทำด้วยบรอนซ์มาตรฐาน ASTM B584 โดยได้รับการถ่วงด้าน Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
3. ปลอกหุ้มเพลา (Lineshaft Sleeve) ทำด้วย Stainless Steel
4. เพลา ( Lineshaft ) ทำด้วย Stainless Steel มาตรฐาน ASTM A582
5. Bearing ชนิด Rubber with Bronze retainer
6. Discharge Head ทำด้วยเหล็กหล่อ ASTM A48
7. Column ทำด้วยท่อเหล็ก มาตรฐาน ASTM A53
8. Seal เป็นชนิด Packing Seal
9. Coupling ระหว่างเครื่องยนต์และ เครื่องสูบน้ำ ต้องเป็นแบบ Universal Joint พร้อมมีฝาครอบป้องกัน
10. ชุดทดรอบ ( Right Angle Gear ) มีอัตราส่วน ( gear ratio 1:1)
11. Strainer ทำด้วย Brass

5.3 เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ในการขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มีความเร็วไม่เกิน 1,800 รอบต่อนาที และกำลังขับเคลื่อน (Break Horse Power) ของเครื่องยนต์จะต้องสูงกว่า กำลังขับเคลื่อนที่เครื่องสูบน้ำต้องการสูงสุด ข้อกำหนด และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ของชุดเครื่องยนต์ดีเซล มีดังนี้

1. การต่อเครื่องยนต์กับเครื่องสูบน้ำ ใช้ Flexible Coupling มีค่า Deflection ไม่มากกว่าที่ผู้ผลิตระบุไว้ขณะใช้งาน และมีค่า Service Factor ไม่ต่ำกว่า 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard)
2. Governor สำหรับปรับรอบของเครื่องยนต์ให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% ที่ทุกสภาวะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ และจะต้องสามารถช่วยคงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ Rated Speed เมื่อเครื่องสูบน้ำใช้กำลังสูงสุด
3. Over Speed Shut-Down Device สำหรับหยุดเครื่องยนต์เมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เกิน 20% ของ Rated Speed และมี Manual Reset ประกอบพร้อมไฟสัญญาณแสดงว่าเครื่องวิ่งที่ความเร็วรอบสูงเกิน ที่แผงควบคุมเครื่องยนต์ไฟสัญญาณจะดับเมื่อ Manual Reset แล้ว
4. Tachometer พร้อมหน้าปัทม์เพื่อแสดงรอบของเครื่องยนต์
5. Hour Meter สำหรับบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์

6. Oil Pressure Gauge สำหรับแสดงความดันของน้ำมันหล่อลื่น
7. Temperature Gauge สำหรับแสดงอุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำ
8. แผงควบคุมเครื่องยนต์ (Engine Panel) ติดตั้งตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยแผงสำหรับติดตั้งมาตรวัดต่างๆ หลอดสัญญาณ และชุดสตาร์ทเตอร์เครื่องยนต์อัตโนมัติ การเดินสายภายในแผงควบคุมจะทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต
9. Batteries and Battery Charger สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์แบตเตอรี่จริง 1 ชุดและแบตเตอรี่สำรอง 1 ชุด มีกำลังพอที่จะหมุนเพลาข้อเหวี่ยงให้ได้รอบที่ผู้ผลิตแนะนำเป็นเวลานาน 6 นาทีที่ 40 °F
10. สัญญาณแสดงการทำงานของเครื่องยนต์เป็น Speed-Sensitive Switch
11. ระบบรายบายความร้อนของเครื่องยนต์เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบClosed Circuit Type และ Heat Exchanger
12. ต่อท่อไอเสียจากเครื่องยนต์เพื่อนำไอเสียไปทิ้งยังบริเวณนอกอาคารที่เหมะสมโดยใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสีชนิดไม่มีตะเข็บ มีขนาดตามที่ผู้ผลิตแนะนำ สำหรับท่อไอเสียต่อยาวเกิน 4.5 เมตร จะต้องขยายขนาดออกอีกหนึ่งขนาดทุกๆความยาวที่เกินไปอีก1.5 เมตร การต่อท่อไอเสียเข้ากับเครื่องยนต์ให้ต่อด้วยท่ออ่อนเหล็กกล้าไร้สนิมท่อไอเสียที่อยู่ภายนอกอาคารต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วหนา 1" ชนิดที่มีแผ่นอลูมิเนียมปะหลัง และหุ้มทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมอีกชั้นหนึ่ง
13. ถังน้ำมันดีเซลมีขนาดบรรจุพอที่จะเก็บน้ำมันสำหรับใช้ในการวิ่งเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างน้อย8 ชั่วโมง มีทางน้ำมันเข้า ที่ระบายน้ำมัน ท่อระบายอากาศและ Sight Glass เพื่อดูระดับน้ำมันครบชุด
14. มีอุปกรณ์ Silencer & Flexible Exhaust Pipe with Insulation เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน

5.4 ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

1. ตู้ควบคุมสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 20 Standard Of The Installation Centrifugal Fire Pumps
2. แผงควบคุมจะต้องเป็นชนิดที่ป้องกันสนิม ฝุ่น และความชื้นเข้าไปภายในตู้ และเป็นชนิดที่ประกอบอุปกรณ์และเดินสายไฟเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิตและได้รับการรับรองจากULและFM แล้ว
3. ตู้ควบคุมต้องมีสัญญาณเตือนการทำงานดังต่อไปนี้คือชุดชาร์จไฟแบตเตอรี่เสีย,แบตเตอรี่เสีย, ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงเกิน, อุณหภูมิเครื่องสูงเกิน เป็นต้น
4. แผงควบคุมจะเป็นแบบ Automatically Start เมื่อความดันของน้ำในระบบลงต่ำกว่าที่กำหนด แผงควบคุมจะต้องประกอบด้วยหลอดไฟสัญญาณ กระดิ่ง
5. มี Pressure Recorder , และ มี Pressure switch หรือ Pressure transducer เป็น ตัวส่งสัญญาณสั่งการทำงาน

6. มี switch เตือน ระดับน้ำมันในถังน้ำมัน ว่าลดลงถึงระดับเตือนที่ตั้งไว้แล้ว
7. อุปกรณ์ที่ต้องการสำหรับแผงควบคุมต้องมี เช่น Weekly Program Timer, Runing Period Timer
8. มีระบบเตือนทั้งเสียงและแสง ต่างๆทั้งที่ เป็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมการทำงานและปัญหาจากตัวเครื่อง ยนต์ ตามที่ระบุไว้ใน NFPA-20 เช่น
   - Engine Over Speed
   - Low Oil Pressure
   - Fail to start
   - Battery 1 failure
   - Battery 2 failure
   - Charger 1 failure
   - Charger 2 failure
   - High water temperature

5.5 การทดสอบ

ให้ทำการทดสอบการทำงานและสมรรถนะของ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน โดยให้เดินเครื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมงติดต่อกัน และให้ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ณ จุดทำงานต่างๆกัน โดยให้วัดปริมาณการไหล และแรงดันที่จุดต่างๆ และนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกับ Performance Curve ที่ทดสอบมาจากผู้ผลิตที่ได้ประทับตรา UL/FM

**5.2 เครื่องสูบน้ำรักษาความดันและแผงควบคุม** (Jockey Pump & Controller)

1. Jockey Pump เป็นชนิด Non-Overloading Vertical Multistage In-line Pump ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ที่อัตราการไหลและที่แรงดันตามที่ระบุในตารางเครื่องความเร็วรอบไม่เกิน 3000 รอบต่อนาที
2. การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นแบบอัตโนมัติ เมื่อความดันของน้ำในระบบต่ำกว่าที่กำหนด และหยุดทำงานเมื่อความดันถึงจุดที่ต้องการรักษาความดันไว้
3. มี Casing Relief Valve สำหรับป้องกันตัวปั๊ม กรณีไม่ได้เปิดวาล์วด้านส่ง
4. มอเตอร์ขับเครื่องเป็นชนิดปกปิดมิดชิด (Totally Enclosed Fan Cooled Type) ขนาด 380V / 3Phase / 50Hz ความเร็วรอบไม่เกิน 3000 รอบต่อนาที
5. ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำจะต้องเป็นไปตาม NFPA-20 Standard Of The Installation Centrifugal Fire Pumps และรับรองโดย UL

6. แผง ควบคุม จะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ อย่างน้อย ดังนี้

- Circuit Breaker
- Isolating switch
- Manual –off- auto Selector switch
- Pressure switch
- Overload relay and external reset
- Minimum Running Timer
- Other accessories such as Relays,Pilot lamp ,Fuses and push botton

# หมวดที่ 16
# เครื่องสูบน้ำเสีย

1. เครื่องสูบน้ำ

เป็นเครื่องสูบน้ำเสียชนิดจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump) ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่น้ำได้ตลอดเวลา ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำ โดยเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้งได้ทั้งแบบใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อโดยไม่ต้องถอด หรือประกอบท่อส่งน้ำ (Auto Coupling) และแบบอิสระลำพัง (Free Standing) โดยใช้ขาตั้ง (Base Stand) บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำต้องมีมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 รับรอง

ในกรณีต้องต่อกับใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อโดยไม่ต้องถอดหรือประกอบท่อส่งน้ำ หน้าสัมผัสของหน้าแปลนต้องมีวงแหวนยาง(Smart Seal) เพื่อป้องกันน้ำรั่วไหล

2. วัสดุโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

- ตัวเรือนของเครื่องสูบน้ำ (Pump Housing) ทำด้วยเหล็กหล่อมาตรฐาน DIN เกรดไม่น้อยกว่า GG20 หรือเทียบเท่า ตัวเรือนเครื่องสูบต้องสามารถถอดแยกจากมอเตอร์ได้โดยง่ายโดยใช้ Clamp เพื่อสะดวกต่อการตรวจเช็คใบพัดเครื่องสูบ
- ตัวเรือนของชุด Stator (Stator Housing) ทำด้วยอลูมิเนียมหล่อมาตรฐานEN AB-AlSi10mg หรือเทียบเท่า
- ใบพัด (Impeller) เป็นชนิด Multi-vane vortex หรือ Single Channel ทำด้วย เหล็กหล่อตามมาตรฐาน DIN เกรดไม่น้อยกว่า GG20 หรือเทียบเท่า โดยอนุภาคของแข็งกลมขนาด 80 มิลลิเมตร (mm.) จะต้องสามารถไหลผ่านใบพัดได้ ใบพัดต้องมีการสมดุลทั้งทางสถิตย์และจลน์ (Statically & Dynamically Balanced)และติดตั้งพร้อม Wear ring ซึ่งทำจากสแตนเลส
- เพลา (Shaft) ต้องทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ตามมาตรฐาน ASTM เกรดไม่น้อยกว่า AISI304 หรือเทียบเท่า
- ชุดซีลคอเพลา (Shaft Seal) จะต้องเป็นแบบแมคคานิคอลซีลชนิด Double Mechanical Seal โดยประกอบเป็นชุดเดียวกันแบบ Cartridge Seal ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยง่าย วัสดุซีลทำจาก Sic/Sic หรือ Sic/Carbon หรือ Carbon/Chrome Steel และหล่อลื่นด้วยน้ำมันภายใน Oil Chamber
- สกรูที่ใช้ประกอบต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

3. มอเตอร์ไฟฟ้า

- ตัวเรือนมอเตอร์ทำจากอลูมิเนียมหล่อ โรเตอร์ของมอเตอร์มีการสมดุล (Dynamically Balanced) และมีเสื้อมอเตอร์ (Motor jacket) ซึ่งทำจากสแตนเลส พร้อมแบริ่งเป็นชนิดไม่ต้องเติมจารบีและมีฝา (Permanently grease -lubricated and sealed)
- มอเตอร์ต้องสามารถจุ่มในน้ำได้ลึก 20 เมตร โดยไม่เสียหายและมีระดับการป้องกันมอเตอร์ (Degree of Protection – IP) เป็นคลาส IP 68 ตามมาตรฐาน IEC
- มอเตอร์ต้องมีค่าฉนวนขดลวดเป็นคลาส F (Insulation Class F) สามารถทำงานต่อเนื่องที่
- อุณหภูมิขดลวดสูงถึง 155 องศาเซลเซียส (°C) และสามารถทำงานสูบน้ำ ณ.อุณหภูมิของเหลวที่ 40 °C ได้ต่อเนื่องโดยไม่เกิดความเสียหาย
- มอเตอร์ต้องสามารถระบายความร้อนผ่านลงมายังของเหลวในเรือนเครื่องสูบน้ำได้โดยไม่ต้องอาศัยของเหลวภายนอกเป็นตัวระบายความร้อนที่ผิวมอเตอร์ ทำให้เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานต่อเนื่องได้แม้อยู่ในสภาวะที่ระดับของเหลวอยู่ต่ำกว่าตัวมอเตอร์
- ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไหม้ (Thermal Switches) ติดตั้งมาพร้อมกับมอเตอร์ โดยจะตัดการทำงานของเครื่องสูบน้ำเมื่อความร้องสูงถึง 150 องศาเซลเซียส (°C)
- หมุนด้วยความเร็วรอบไม่เกิน 3000 รอบต่อนาที

# บทที่ 17
# ระบบเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันแบบปรับความเร็วรอบ
## (VARIABLE SPEED DRIVE BOOSTER SET)

### 1. ลักษณะทั่วไป

- ระบบเพิ่มแรงดันน้ำควบคุมด้วยชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์ซึ่งมีหน้าจอแสดงผลที่เข้าใจง่าย ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ปั๊มน้ำแนวตั้งหลายใบพัด ท่อทางดูดและทางส่งอยู่ในแนวเดียวกัน (IN-LINE) จำนวนตามที่กำหนดในตาราง เครื่องต่อขนานกันการทำงานของเครื่องสูบน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการใช้จริงในขณะนั้น โดยมี PRESSURE TRANSMITTER เป็นตัวตรวจวัดแรงดันในระบบ แล้วส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์และ FREQUENCY CONVERTERS ซึ่งมีเท่ากับจำนวนของเครื่องสูบน้ำ เพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการปรับความเร็วรอบ ให้เหมาะสมเพื่อให้แรงดันในระบบถูกรักษาให้คงที่ตลอดเวลา ในขณะที่มีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันตามความต้องการและ ปั๊มน้ำ ตู้ควบคุม และถังแรงดัน เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้บริษัทเดียวกันเพื่อง่ายต่อการดูแลรักษา

### 2. เครื่องสูบน้ำ

1) ปั๊มน้ำเป็นปั๊มน้ำแนวตั้งหลายใบพัดแบบ IN-LINE ความเร็วรอบไม่เกิน 3000 รอบ / นาที
2) ตัวเรือนปั๊ม PUMP CASING จะต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของแรงดันการใช้งาน หรืออย่างน้อย 16 BAR
3) ใบพัดทำจากสเตนเลสสตีลและทำการเชื่อมด้วยเลเซอร์เพื่อความแข็งแรงจากโรงงานผู้ผลิต
4) ชุด Shaft seal เป็นแบบแมคคานิคอลชนิด Cartridge Seal ที่ทำจากเซรามิค, ทังสเตนคาร์ไบด์ หรือซิลิกอนคาร์ไบด์

### 3. มอเตอร์

- เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบกรงกระรอกความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาทีใช้ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส 380 โวลต์ 50 ไซเกิ้ล ต่อตรงกับเพลาของปั๊มน้ำโดยใช้ชุดคัปปลิ้งแบบ SPLIT COUPLING TYPE

### 4. ตู้ควบคุม (CONTROL PANEL)

1. ชุดตัวรับคำสั่งควบคุมและประมวลผล (MICROPROCESSOR) ออกแบบมาให้ใช้งานได้ดีกับระบบเครื่องสูบน้ำ ซึ่งสามารถรับคำสั่งและเปลี่ยนแปลงการทำงานพร้อมประมวลผลและ แสดงข้อมูลสภาวะการทำงานของระบบและความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีจอแสดงผลแบบ VGA และสามารถแสดงผลการทำงานได้หลายลักษณะเช่น

- แสดงจำนวนชั่วโมงการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัว
- แสดงตำแหน่งของปั๊มน้ำ หรือมอเตอร์ที่เสีย พร้อมสาเหตุที่เกิดขึ้น
- แสดงค่าข้อมูลที่ตั้ง หรือโปรแกรมไว้ในระบบทั้งหมด

- แสดงค่าแรงดันในระบบขณะทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการได้

2.ชุดควบคุมมีความสามารถในการ :-

- สามารถตั้งค่าแรงดันคงที่ได้ 10 ค่าอิสระ(Clock Program) โดยกำหนดวัน เวลาได้
-สามารถสั่งให้ปั๊มสลับเปลี่ยนการทำงานอัตโนมัติโดยเปลี่ยนตำแหน่งของปั๊มตัวที่สตาร์ททุกครั้ง และสามารถกำหนดระดับความสำคัญ (priority) ของเครื่องสูบน้ำแต่ละตัวได้รวมทั้งสามารถกำหนด Standby pump ได้
- สามารถตัดการทำงานในกรณีที่แรงดันของระบบสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้
- สามารถสั่งให้ปั๊มทำงานได้ในกรณีที่ชุดควบคุมอิเลคโทรนิคส์เกิดความเสียหายได้โดยสามารถสื่อสารกับระบบควบคุมกลาง (Building Management System-BMS) ได้โดยใช้อุปกรณ์เสริม

# หมวดที่ 18
# วาล์วและอุปกรณ์

1. วาล์วในระบบประปา

1.1 ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วในระบบสุขาภิบาลตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนโดยมีคุณสมบัติถูกต้องตามรายการประกอบแบบ และสามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
  วาล์วทุกชนิดที่ใช้ ถ้าไม่ได้ระบุแรงดันใช้งานเป็นอย่างอื่น ให้ใช้วาล์วที่สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะไม่สามารถใช้มือหมุนพวงมาลัยได้ จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Hand Wheels) พร้อมห่วงกันโซ่หลุดและโซ่นี้จะต้องไม่เป็นสนิม ปลายโซ่จะห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

1.2 Gate Valve

- Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว จนถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge, Screw Ends
- Gate Valve ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast Iron, Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Outside Screw and Yoke, Rising Stem, Solid Wedge, Flanged Ends

1.3 Globe Valve

- Globe Valve ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screw Bonnet, Screw Ends, Renewable Disc and Seat Ring ส่วน Disc ที่เลือกใช้จะต้องเป็นแบบ Taper Plug สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้
- Globe Valve ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่าตัววาล์วทำด้วย Cast Iron, Bolted Bonnet, Bronze Trimmed, Flanged Ends, Outside Screw and Yoke, Renewable Disc and Seat Ring

1.4 Swing Check Valve (One-Piece Hinge)

- Check Valve เป็นแบบ Swing Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง การทำงานของลิ้นวาล์วเป็นแบบ One-Piece Hinges and Accessible disc cover และสามารถใช้งานได้ดีโดยลิ้นวาล์วไม่ติดขัดหรือค้างอยู่และต้องปิดสนิทเมื่อมีการไหลย้อนกลับของน้ำ

- Check Valve ขนาด dia 3 นิ้วขึ้นไป ให้ต่อด้วยหน้าแปลน ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 PSI ตัววาล์วและ Cover ทำด้วย Cast Iron ส่วน Body Seal และ Door Seal ทำด้วย Gun Metal

1.5 Silent-Cheack Valve (Spring Closed Type)

- Swing Check Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและในตำแหน่งที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังหรือการกระแทกของน้ำ โดยปกติแล้วให้ติดตั้งที่ทางส่งของเครื่องสูบน้ำลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type) ห้ามติดตั้งในแนวระดับ อนุญาตให้ติดตั้งเฉพาะในแนวดิ่งเท่านั้น
- ลิ้นวาล์ว บ่าวาล์วและสปริง ทำด้วย Bronze หรือ Stainless Steel
- Silent – Check Valves ที่มีขนาด 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่าทำด้วย Cast Iron หรือ Cast Steel ชนิดยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

1.6 Butterfly Valve

- Butterfly Valve ใช้กับท่อขนาด dia 3 นิ้วขึ้นไปเป็นแบบ Lug Type Body
- Body เป็น Cost Iron, Liner เป็น EPDM, Disc เป็น AISI 316, Bushing เป็น Teflon
- Liner ทำด้วย EPDM
- Lever Operated Valve ใช้กับวาล์วขนาด 6 นิ้ว และเล็กกว่า
- Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับวาล์วที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 นิ้วขึ้นไป

1.7 Ball Valves

- Ball Valves ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว และเล็กกว่า ตัวเรือนทำด้วย Bronze มีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) ตามมาตรฐาน ASTM B62
- Ball Valves ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 1/2 นิ้ว และใหญ่กว่า ตัวเรือนทำด้วย Carbon Steel ตามมาตรฐาน ASTM A-216

1.8 Modulating Float Valve

- วาล์วควบคุมระดับน้ำ (Modulating Float Valve) เป็นวาล์วควบคุมอัตโนมัติที่ถูกออกแบบสำหรับควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำให้อยู่ในระดับในที่สูงสุดของถัง โดยมี Modulating Float Pilot เป็นตัวควบคุมการทำงานของวาล์ว โดยที่ตัววาล์วจะถูกออกแบบให้มีลักษณะรูปตัว Globe Type และชุดหัวขับเป็นแบบชั้นเดียว (Single Chamber Actuator)
- การทำงานของวาล์วควบคุมระดับน้ำ (Modulating Float Valve) จะถูกควบคุมโดย ON/OFF Float Pilot โดยต่อเข้ากับด้านบนของหัวขับวาล์ว ระยะห่างระหว่างตัววาล์วกับ ON/OFF Float Pilot Valve ที่สามารถติดตั้งแล้วใช้งานได้ดีอยู่ระหว่าง 50-100 ฟุต ระดับน้ำในถังเก็บน้ำจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของ

ON/OFF Float Pilot Valve การทำงานของ ON/OFF Float Pilot Valve จะไปกระตุ้นการทำงานหรือการระบายแรงดันในหัวขับส่งผลทำให้เกิดการเปิด-ปิดขึ้น โดยวาล์วจะเปิดเมื่อระดับน้ำในถังต่ำกว่าระดับที่ควบคุมและจะปิดเมื่อระดับน้ำสูงกว่าระดับที่ควบคุม

- ชุดหัวขับวาล์วเป็นแบบ Single Chamber แผ่นไดอะเฟรมที่ทำหน้าที่เปิดปิดจะต้องเป็นแบบ Progressive Dynamic Guidance โดยมี Diaphragm Retainer ช่วยให้การเคลื่อนที่ของแผ่นไดอะแฟรมอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เมื่อวาล์วปิด แผ่นไดอะแฟรมจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่รับแรงดันด้านขาเข้าจากระบบเต็มแผ่น
- วาล์วที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron ASTM A126 Class B โดยผ่านขบวนการ Fusion Bond ต่อปลายด้วยหน้าจานมาตรฐาน Coated ANSI 125
- วาล์วที่มีขนาดเล็กกว่า 2 นิ้ว ตัววาล์วจะทำด้วยทองเหลือง (Brass) ต่อปลายด้วยเกลียวตามมาตรฐาน BSPT
  - แผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) ทำด้วยยางสังเคราะห์ชนิดถักใยภายใน (Nylon Fabric Reinforced)
  - ON/OFF Float Pilot Valve ทำด้วยทองเหลือง (Brass)
  - Rod (ก้านวาล์ว) ทำด้วยทองเหลือง (Brass)
  - ลูกลอยทำด้วย Stainless Steel

1.9 วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve)

- Pressure Relief/Sustaining Valve เป็นวาล์วควบคุมอัตโนมัติที่ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่ระบายความดันที่สูงเกินกว่าค่าที่ต้องการ ออกจากระบบเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับท่อและอุปกรณ์ ตัววาล์วถูกออกแบบให้มีลักษณะ Globe Type และชุดหัวขับแบบชั้นเดียว (Single Chamber Actuator) ควบคุมการทำงานโดย Pilot Valve
- Pilot Valve จะรับค่าความดันจากด้าน Upstream เพื่อสั่งการให้วาล์วทำงานเปิดหรือปิด ค่าความดันที่ต้องการให้วาล์วทำการระบายความดันออกจากระบบสามารถปรับตั้งได้ที่ Pilot Valve เมื่อความดันในระบบมีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้ Pilot Valve จะเปิดความดันในหัวขับวาล์วจะลดลง ทำให้ตัววาล์วเปิดเพื่อระบายแรงดันด้าน Upstream ออกและรักษาความดันให้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ที่ Pilot Valve
- ตัววาล์วถูกออกแบบให้มีลักษณะ Balance Guided Diaphragm Actuator Globe Type ทำด้วย Cast Iron ASTM 126 Class B, ผิวของตัววาล์วและหัวขับวาล์วจะต้องเคลือบด้วยกรรมวิธี Fusion Banded Coated ต่อปลายด้วยหน้าจาน ANSI 125
- ช่วงที่เปิดให้น้ำไหลผ่านต้องสามารถเปิดได้เต็มที่ โดยไม่มี Stem Guide, Bearing อุปกรณ์ส่วนประกอบใดๆ ขวางทาง
- ชุดหัวขับวาล์วเป็นแบบ Single Chamber แผ่นไดอะแฟรมที่ทำหน้าที่เปิดปิดจะต้องเป็นแบบ Proogressive Dynamic Guidance โดยมี Diaphragm Retainer ช่วยให้การเคลื่อนที่ของแผ่นไดอะแฟร

มอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เมื่อวาล์วปิด แผ่นไดอะแกรมจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่รับแรงดันด้านขาเข้าจากระบบเต็มแผ่น

- Pilot Valve ทำด้วยทองเหลืองขึ้นรูป (Forged Brass) และ Bronze

2. วาล์วในระบบป้องกันอัคคีภัย

2.1 ความต้องการโดยทั่วไป

- จัดหาและติดตั้งในระบบป้องกันอัคคีภัยตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลนโดยมีคุณสมบัติถูกต้องตามรายการประกอบแบบ สามารถใช้การได้ดี และสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- วาล์วจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 PSI
- วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะไม่สามารถใช้มือหมุนพวงมาลัยได้ จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Hand Wheels) พร้อมห่วงกันโซ่หลุดและโซ่นี้จะต้องไม่เป็นสนิม ปลายโซ่จะห้อยลงมาสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร พร้อมที่คล่องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- วาล์วในระบบป้องกันอัคคีภัย จะต้องเป็นวาล์วที่ได้รับการรับรองให้ใช้สำหรับระบบป้องกันอัคคีภัยเท่านั้น และ/หรือได้รับการรับรองจาก UL/FM

2.2 Gate Valve

- Gate Valve ที่มีขนาด 1/2 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว ทำด้วย Bronze ชนิด Outside Screw and Yoke(O.S.& Y Valve) ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
- Gate Valve ที่มีขนาด 2 1/2 นิ้วขึ้นไป ทำด้วย Cost Iron หรือ Cast Steel ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) และเป็นแบบ Outside Screw and Yoke(O.S.& Y Valve) ยึดข้อต่อแบบ Flanged Connection

2.3 Swing Type Check Valve

- Check Valve เป็นแบบ Swing Type Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน และสามารถใช้งานได้โดยลิ้นวาล์วไม่ติดขัด
- ตัววาล์วทำจาก Gray Iron, Clapper ทำด้วย Stainless Steel, Gasket ทำจาก EPDM Rubber

2.4 Butterfly Valve

- ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ และใช้เป็น Floor control Valve สำหรับระบบ Sprinkler
- ตัววาล์วทำด้วย Ductile Iron with Nylon Coating,
- Disc ทำด้วย Ductile Iron with EPDM Encapsulation และมี Valve Position Indicator
- วาล์วสามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 PSI และต่อเข้าระบบด้วย Grooved Coupling

# หมวดที่ 19
# ท่อและอุปกรณ์ประกอบ

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องหา และติดตั้งท่อและอุปกรณ์ประกอบในระบบสุขาภิบาลที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบ และรายการประกอบ แบบ จนสามารถใช้การได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

1.2 ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ ที่มิได้แสดงในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ดียิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย

1.3 ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่ใช้ ถ้าไม่ได้ระบุแรงดันใช้งานเป็นอย่างอื่น ให้ใช้อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ

ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

| | |
|---|---|
| ท่อเหล็กดำ | ASTM A53 |
| ท่อ HDPE | DIN 8074, 8075 |
| | มอก. 982-2533 |
| ท่อ PB | ASTM D 3309 |
| | AWWA C 902-88 |
| | มอก. 910-2532 |
| ท่อ PVC | มอก. 17-2535 |
| ท่อ PP-R | DIN 8077 |
| | DIN 8078 |

3. ชนิดของท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ ที่จะใช้สำหรับงานแต่ละระบบ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

| **รายการ** | **ชนิดท่อ** | **วิธีการต่อท่อ** |
|---|---|---|
| ท่อระบบประปา (CW) | | |
| ขนาด dia. 1/2"(20mm) | PPR (80) SDR 11 สีเขียว | Socket Fusion |
| ขนาด dia. 3/4 - 2"(25-63mm) | PPR (80) SDR 11 สีเขียว | Socket Fusion |
| ขนาด dia. 2 1/2 - 4 "(75-110mm) | PPR (80) SDR 11 สีเขียว | Socket Fusion |
| ขนาด dia. 5 "(125mm) ขึ้นไป | PPR (80) SDR 11 สีเขียว | Butt or Socket Fusion |

| | | |
|---|---|---|
| ท่อระบบน้ำร้อน (HW) | | |
| ขนาด dia. 1/2" (20mm)ขึ้นไป | PP-R(80) SDR6 PN 20 Fiber | Socket Fusion |
| ท่อระบบระบายน้ำทิ้งและน้ำเสีย | | |
| - ท่อระบายน้ำทิ้งและน้ำเสีย | | |
| ท่อทุกขนาด | PVC Class 8.5 | Socket Type |
| - ท่ออากาศท่อทุกขนาด | PVC Class 8.5 | Socket Type |
| ท่อระบบระบายน้ำฝน | | |
| - ท่อฝังเสาในอาคาร | PVC Class 8.5 | Socket Type |
| - ท่อเดินลอย | PVC Class 8.5 | Socket Type |
| - ท่อฝังดิน | HDPE PN 6.3 | Butt Fusion |
| ท่อระบบป้องกันอัคคีภัย | | |
| - ท่อน้ำดับเพลิง | | |
| ขนาด dia. 1" ขึ้นไป | B.S.P. SCH. 40 Seam | Welding |
| | Or SCH.10 (FM approval) | or Roll Grooving |
| - ท่อระบายน้ำดับเพลิง | | |
| ขนาด dia. 1" ขึ้นไป | B.S.P. SCH. 40 Seam | Welding |
| - ท่อน้ำดับเพลิงที่ฝังใต้ดิน | HDPE PN 10 | Socket Fusion |

# หมวดที่ 20
# ฐานรองรับและการขจัดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกล

1. เสียงและการสั่นสะเทือน

   1.1 เครื่องจักรกลทุกชนิดและส่วนประกอบจะต้องทำงานโดยไม่มีเสียงหรือความสั่นสะเทือนเป็นที่พึงรังเกียจ

   1.2 หากการทำงานของเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ใดก็ตามมีเสียงหรือการสั่นสะเทือน ซึ่งผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่ามากเกินสมควรเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

2. Spring Isolators & Neoprene Pads

   ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Spring Isolators & Neoprene Pads มารองรับ Concrete Inertia Block ของเครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดอากาศและเครื่องจักรกลทุกชนิด ขนาดของ Spring Isolators & Neoprene Pads จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต และต้องเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

3. Flexible Connectors

   ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Flexible Connectors สำหรับท่อทางดูด และท่อทางส่งของเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องจ่ายน้ำยาคลอรีน ฯลฯ รวมทั้งท่อต่างๆ ที่มี Motion, Vibration, Expansion, Contraction, Misalignment & Differential Settlement (การต่อท่อระหว่างโครงสร้างที่มีอัตราการทรุดไม่เท่ากันทำให้ท่อหัก

   3.1 Flexible Connectors สำหรับท่อ Suction & Discharge จะต้องเป็นแบบ Spherical Shape, Spring Steel Wire, Neoprene Elastomer Floating Metallic Flange

   3.2 Flexible Joint สำหรับป้องกันการเสียหายของท่อเนื่องจาก Differential Settement ของโครงสร้างจะต้องเป็นแบบ Corrugated ทนความดันได้ตามสภาพการใช้งาน (Working Pressure) และจะต้องทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนของของเหลวที่ไหลผ่านได้ การเลือกชนิดของ Flexible Joint สำหรับท่อแต่ละชนิดและตำแหน่งที่จะติดตั้งแต่ละจุด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ก่อนเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องทำการสำรวจตรวจท่อต่างๆ ทุกท่อที่เชื่อมต่อและ/ หรือผ่านโครงสร้างที่มีอัตราการทรุดตัวไม่เท่ากัน ทำให้ท่อหัก (ให้ดูรายละเอียดแบบโครงสร้างและแบบสถาปัตยกรรมควบคู่กันไป) แล้วทำการติดตั้ง Flexible Joint ตามจุดต่างๆ ที่มีโอกาสทำให้ท่อหักได้

4. Inertia Block

   เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ที่มีความสั่นสะเทือนขณะทำงานจะต้องตั้งอยู่บน Inertia Block ที่เลือกใช้จะต้องมีความสัมพันธ์กับเครื่องจักรแต่ละตัว

# บทที่ 21
# วัสดุอุปกรณ์ และคุณภาพฝีมือ

1. วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างนี้ จะต้องมีคุณภาพดีมาก เพื่อประกันต่อประสิทธิภาพการทำงานและอายุการใช้งานของระบบ วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนไม่มีการชำรุดบกพร่องใดๆ และจะต้องไม่มีคุณภาพต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดหรือมาตรฐานต่างๆ อ้างถึง

2. การทดสอบวัสดุ
วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในโครงการนี้ จะต้องได้รับการทดสอบคุณภาพตามข้อกำหนด มาตรฐานของสถาบันต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องส่งใบรับรองการทดสอบให้ผู้ว่าจ้าง เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

3. คุณภาพฝีมือ
   3.1 บททั่วไป
   วัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องผลิตด้วยความประณีต และใช้มาตรฐานการผลิตสูง
   3.2 การหล่อ
   ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้าง ถึงหมายกำหนดการที่จะทำการหล่อชิ้นส่วนใหญ่ทุกชิ้น ชิ้นส่วนที่หล่อแล้วทุกชิ้นผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้าง ทราบเพื่อทำการตรวจสอบก่อนลงมือตกแต่งต่อไป ถ้าชิ้นส่วนที่หล่อชิ้นใดมีจุดบกพร่องมากแม้จะเป็นจุดเล็กๆ หลายจุดอาจจะถูกห้ามใช้งานได้ ถ้าผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่สามารถที่จะตกแต่งและซ่อมแซมได้
   3.3 เหล็กแผ่นและเหล็กรูปตัด
   เหล็กแผ่นและเหล็กรูปตัด จะต้องมีความเรียบและตรง ถ้าหากจะต้องตัดให้ตรงจะต้องหลีกเลี่ยงการใช้ค้อนทุบให้มากที่สุด หลังจากที่ตัดแผ่นเหล็ก และรูปตัดแล้วปลายที่ถูกตัดจะต้องอยู่ในสภาพเกลี้ยงและสะอาด ปราศจากรอยขรุขระ ในกรณีที่เป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นที่จะต้องตัดด้วยไฟแก๊สจะต้องคำนึงถึงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้และส่วนปลายที่ถูกตัดจะต้องทำความสะอาดหรือเจียรให้เรียบ
   3.4 การเชื่อมโลหะ (Welding)
   การเชื่อมโลหะ จะต้องเชื่อมติดตลอดผิวหน้าของรอยต่อ โดยปราศจากจุดบกพร่องทั้งภายในและภายนอก ปลายที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องเตรียมให้เหมาะสม ละเอียด และมีผิวหน้าที่สะอาดเพียงพอ วิธีการเชื่อมโลหะและผู้เชื่อมโลหะจะต้องมีคุณสมบัติได้มาตรฐาน American Welding Society Standard AWS D10.9 Level AR-3

4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้กับสภาพท้องถิ่น

วัสดุและอุปกรณ์ที่ได้จัดหามาทุกชนิดตามข้อกำหนด จะต้องมีสภาพเหมาะสมที่จะทำการจัดส่งเก็บ หรือใช้งานภายใต้บรรยากาศเขตร้อนที่มีความชื้นสูง และมีฝนตกหนัก และสภาพแวดล้อมซึ่งเกื้อกูลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา วัสดุที่จะใช้กับสภาพอุณหภูมิอากาศเขตร้อน จะต้องออกแบบได้เหมาะสม และต้องผลิตตามวิทยาการภาคปฏิบัติสมัยใหม่

5. แผ่นป้ายชื่อ

เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิด จะต้องมีป้ายบอกชื่อ ขนาดเหมาะสมติดอยู่ ระบุชื่อผู้ผลิต และ Capacity ของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์นั้นๆ แผ่นป้ายชื่อทุกอันจะต้องระบุเป็นภาษาอังกฤษ และทำด้วยแผ่นทองเหลือง ทองแดง เหล็กสเตนเลส หรือแผ่นพลาสติกตามความเหมาะสม

# บทที่ 22
# ถังเก็บน้ำประปา บ่อสูบ และการควบคุมระดับ

1. ถังเก็บน้ำประปา บ่อสูบ บำบัดน้ำเสีย และถังน้ำอื่นๆ

   1.1 ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ผิวภายในและภายนอกมิได้จมอยู่ในดิน ต้องฉาบปูนเรียบ การเทคอนกรีตและการเสริมเหล็กให้เป็นไปตามแบบของวิศวกรโครงสร้าง และผสมน้ำยากันการรั่วซึมด้วยพร้อมทั้งทา Epoxy ทับผิวภายใน 2 ชั้น

   1.2 งานฉาบปูนผิวภายในถังคอนกรีตและบ่อสูบต่างๆ จะต้องฉาบอย่างน้อย 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กัน เมื่อฉาบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ความหนาของปูนฉาบจะต้องไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ผิวของถังที่จะฉาบปูนจะต้องสะอาด ปูนฉาบจะต้องประกอบด้วยซีเมนต์และทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมด้วยน้ำยากันซึมและฉาบครั้งที่ 2 ภายใน 3 วัน หลังจากฉาบครั้งแรกเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะต้องรักษาความเปียกชื้นไว้ที่ผิวฉาบอย่างน้อย 1 สัปดาห์

2. การควบคุมระดับ

   2.1 การควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำประปาและถังน้ำดับเพลิง

      2.1.1 สำหรับควบคุมระดับน้ำที่มาจากท่อประปาของการประปานครหลวง ให้ติดตั้ง Float Valve แบบ Modulating Type ตัววาล์วเป็นแบบ Globe Type ชุดหัวขับเป็น Single Chamber Actuator ตัวลูกลอย (Float) จะติดตั้งควบคุมอยู่ในบริเวณน้ำนิ่ง หรืออยู่ใน Stilling Well ซึ่งสามารถป้องกันน้ำวนหรือการกระเพื่อมขึ้นลงของระดับผิวน้ำ

      2.1.2 สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำประปาให้ติดตั้ง Electrode Level Switch พร้อมด้วย Relay Box และ Surge Killer Unit สำหรับควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำชั้นใต้ดินและถังเก็บน้ำชั้นหลังคา (หรือถังเก็บน้ำอื่นเพื่อรับน้ำจากถังนั้น) เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำทำงานในขณะขาดน้ำในถังเก็บน้ำชั้นใต้ดิน หรือเมื่อน้ำเต็มถังเก็บน้ำชั้นหลังคา (หรือถังเก็บน้ำอื่นเพื่อรับน้ำจากถังนั้น) แล้ว และเพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานตามที่กำหนดไว้

      **ถังเก็บน้ำชั้นใต้ดิน**

      - ระดับน้ำ 1 ต่ำมาก หยุดการทำงาน เครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง ส่งสัญญาณเสียง
      - ระดับน้ำ 2 ระดับน้ำต่ำสุดของน้ำสำรองดับเพลิง
      - ระดับน้ำ 3 ระดับน้ำต่ำสุดของน้ำสำรองประปา
      - ระดับน้ำ 4 ระดับน้ำเครื่องสูบน้ำทำงาน 1 เครื่อง
      - ระดับน้ำ 5 ระดับน้ำเครื่องสูบน้ำทำงาน 2 เครื่อง
      - ระดับน้ำ 6 ระดับน้ำสูงมาก เครื่องสูบน้ำทำงาน 2 เครื่อง ส่งสัญญาณเสียง

   2.2 การควบคุมระดับน้ำในบ่อสูบ

ให้ติดตั้งสวิทช์ลูกลอยแบบ Micro Float Switch ใช้ Mechanical Ball เคลื่อนที่ได้ เป็นตัวส่งสัญญาณซึ่งบรรจุอยู่ใน Class IP 68 มีความยาวเพียงพอที่จะใช้ติดตั้งลูกลอยในระดับที่กำหนด โดยไม่มีการต่อสายระหว่างความยาวที่ต้องการ สามารถควบคุมการเดิน – การหยุดเครื่องสูบน้ำโดยอัตโนมัติ และส่งสัญญาณเตือนเมื่อระดับน้ำแห้งหรือสูงกว่าปกติ สามารถควบคุมให้เครื่องสูบน้ำเดินทีละเครื่องหรือมากกว่าพร้อมกัน และสามารถเลือกใช้เครื่องหนึ่งเครื่องใดก่อนหลังสลับกันได้ ในแต่ละตู้ควบคุมจะต้องมี Overriding Button สำหรับเดินเครื่อง เพื่อทดสอบหรือเพื่อสูบให้ได้ระดับต่ำเป็นพิเศษ มี Running Hour Motor Automatic Control ต้องมี Reset Button สำหรับเป็น Overload Relay ประตูตู้ควบคุมปิดมีกุญแจล็อคได้ด้วย

สำหรับเครื่องสูบน้ำ 2 ตัวในบ่อสูบให้ติดตั้งสวิทช์ลูกลอย จำนวน 4 ตัว ในบ่อสูบ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่ ระดับต่างๆ ดังนี้

- HIGH ALARM (เสียง)
- 2 PUMPS START
- 1 PUMP START
- ALL PUMPS STOP

# บทที่ 23
# ระบบไฟฟ้า

1. มาตรฐานวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้ง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานของเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ

การไฟฟ้านครหลวง

| | |
|---|---|
| ANSI | American National Standards Institute |
| ASTM | American Society of Testing Material |
| BS | British Standard |
| DIN | Deutsche Industrienormen |
| IEC | Intermational Electrotechnical Commission |
| NEC | National Electrical Code |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association |
| NESE | National Electrical Safety Code |
| NFPA | National Fire Protection Association |
| UL | Underwriters' Laboratories, Inc. |
| VDE | Verband Deutscher Electrotechniker |

2. ระบบไฟฟ้าทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติและการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

2.1 ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

2.1.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 380/220 โวลต์, 3-เฟส,4 สาย, 50 เฮิร์ท, Y-Connection, Solid Ground

2.1.2 กำหนดให้ใช้รหัสสีของ Bus bur สายไฟฟ้า เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- สีดำสำหรับเฟส A (R)
- สีแดงสำหรับเฟส B (S)
- สีน้ำเงินหรับเฟส C (T)

- สีขาวสำหรับสายศูนย์ (Neutral)
- สีเขียวสำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตสีเป็นเดียว ให้ใช้ปลอกพีวีซี สีตามกำหนด รวมไว้ที่ปลายสายทั้งสองด้านและภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด

2.1.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีรหัสสีแดงแสดงไว้ เพื่อง่ายในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลัง โดยกำหนดให้ใช้รหัสดังนี้

- สีแดงสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
- สีฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

โดยให้ทาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือทาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วนกล่องต่อสาย กล่องพักสาย ให้ทาสีภายในกล่องและฝากล่องทุกๆ กล่อง

2.2 การต่อลงดิน

2.2.1 วัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "Tses 24-1984 การต่อลงดิน"
- National Electrical Code (NEC) Article 250
- National Fire Protection Association (NEPA) No.78

2.2.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดิน ให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในตาราง

2.3 การเดินสายไฟฟ้า

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อการฝังในคอนกรีต หรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดานแล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อๆ ไป

| ขนาดสายดินสำหรับต่อสายห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน | |
|---|---|
| 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 |

2.4 แผงควบคุม

แผงควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดต่อๆ ไป

2.5 การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า ให้กระทำให้ครบถ้วนดังต่อไปนี้

2.5.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ทั้งหมด

2.5.2 ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน

2.5.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ

2.5.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

2.5.5 จัดทำรายงานการทดสอบต่างๆ อย่างครบถ้วน

3. สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Electrical Cable)

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

3.1 ชนิดของสายไฟฟ้า

3.1.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำ มีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยชนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531

3.1.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Standed Wire)

3.1.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะหรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531

3.1.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ชนิด NYY-GRD แล้วแต่กรณี

3.2 การติดตั้ง

3.2.1 การติดตั้งสายไฟฟ้า ซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

- ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนด NEC

3.2.2 การต่อเชื่อม และการต่อแยกสายไฟฟ้า

- การต่อเชื่อม และการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซีอีกชั้นหนึ่ง
- การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

- ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

3.3 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

3.3.1 สำหรับวงจรย่อยทั่วๆ ไป ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจร และสวิทช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

3.3.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

3.3.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา30 วินาทีต่อเนื่องกัน

3.4 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Electrical Conduit and Accessories)

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ทั้งไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าควบคุมเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

3.4.2 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metall·c Tubing : EMT) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 34B.

3.4.3 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง และใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Aricle 345

3.4.4 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตราย และฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346

3.4.5 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนชนิดกันน้ำ ที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า เข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคาร ต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปเป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350

3.4.6 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน

3.4.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
- การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
- ต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะ ต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ว่าจ้าง เป็นกรณีไป

3.5 Cable Tray

3.5.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี หลังจากประกอบเป็น Cable Tray แล้วต้องพ่นสีกันสนิมที่รอยเชื่อมและสีทับหน้าทั้งชิ้น

3.5.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตรหรือน้อยกว่า

3.5.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Trayเท่านั้น

3.5.4 อุปกรณ์ยึดและแขวน Cable Tray และ Wire way ภายนอกอาคารทำด้วย Electro-Galvanized แล้วทาสีตามรหัสและสัญลักษณ์สี

3.6 Wire way

3.6.1 Wire way ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro – Galvanized

3.6.2 การติดตั้งใช้งาน Wire way ต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

3.6.3 ภายใน wire way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 0.5 เมตร

3.7 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

3.7.1 กล่องต่อสาย มาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

3.7.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro – Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

3.7.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสภาพที่ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters' Laboratories, Inc.)

3.7.4 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ ต้องคำนึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373

3.7.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

3.7.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

3.8 การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

3.9 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วงตามดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

# หมวดที่ 24
# แผงควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

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

1. พิกัดของแผงสวิทช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิทช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบ สร้างและทดสอบตาม NEMA-, ANSI-, IEC, DIN หรือ VDE-Standard แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| Rate System Voltage | : | 415 V/240V |
| System Wiring | : | 3-Phase, 4-Wire, Effectively Grounded |
| Rate Frequency | : | 50 Hz. |
| Rate Current | : | ตามระบุในแบบ |
| Rate Short-Time Withstand | : | ไม่น้อยกว่า Rated Short-Time (0.5 Second) Circuit Current ของ Main Circuit Breakerที่ระบุในแบบ |
| Rate Peak Withstand Current | : | ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breakerที่ระบุในแบบ |
| Rate Withstand Voltage | : | 2,200V, 1-Minute (Phase-to-Ground) |
| Rate Insulation Level | : | 1,000V |
| Control Voltage | : | 200-240V |
| Temperature Rise | : | 25° C |
| Finishing | : | Enamel Painted |

2. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์

ลักษณะของแผงสวิทช์ ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์ สามารถแยกออกจากกันให้เป็นอิสระได้ง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ความสูง | : | ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร |
| ความกว้าง | : | ระหว่าง 500-800 มิลลิเมตร |
| ความลึก | : | ระหว่าง 400-800 มิลลิเมตร |

แผงสวิทช์ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้

- Bus bar Compartment ให้รวมถึงช่องทั้งของ Horizontal bus bar และ Vartical Busbar โดยส่วนนี้ควรจะให้อยู่ด้านหลังและด้านข้างในแต่ละส่วนของตู้
- Cable Compartment เป็นส่วนสำหรับเดินสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์
- Terminal Compartment เป็นส่วนติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมที่ต้องต่อกับตู้ส่วนอื่น หรือต่อออกไปภายนอก ควรจัดให้อยู่ส่วนล่างหรือส่วนบนของตู้แล้วแต่กรณี เพื่อให้การเดินสายได้สะดวก
- Unit Compartment เป็นส่วนสำหรับติดตั้งสวิทช์ตัดวงจร สตาร์ทเตอร์ อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ส่วนนี้ให้แบ่งเป็น Module โดยแต่ละ Module ให้บรรจุอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นชุดๆ

โครงสร้างของแผงสวิทช์ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compartment ต้องเป็นแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน๊อตขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง
- ฝาด้านล่าง ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชิ้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน๊อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- ด้านหลังให้เป็นแผ่นพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hings เพื่อสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ Screw Lock หรือ Key Lock ก็ได้
- ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ เป็นฝาของแต่ละ Compartment และฝาของแต่ละ Module ของ Unit Compartment อย่างเป็นอิสระ แต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock

การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดผนัง

3.1 แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร

3.2 แผงสวิทช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร และในกรณีที่แผงสวิทช์มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง

3.3 ฝาด้านหน้าของแผงสวิทช์ต้องพับขอบพร้อมกุญแจแบบ Flush Lock

3.4 การจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ภายในแผงสวิทช์ ให้ยึดถือลักษณะเดียวกับแบบตั้งพื้นเป็นเกณฑ์การออกแบบและสร้าง

3.5 การระบายความร้อนภายในแผงสวิทช์ตลอดจนการป้องกันสนิมและการทาสี ให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น

4. Circuit Breaker

Circuit Breaker ที่ใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC

Main Circuit Breaker ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

4.1 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick- Make และ Quick –Make พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrpting Capacity ต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ

4.2 ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก bus bar เข้าด้าน Primary ของ Circuit Breaker ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 Ampere Frame ยอมให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน พีวีซี ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ (THW) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร นอกนั้นให้ต่อด้วย Busber

5. Motor starter

Motor stater ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ Direct-On-Line, Star-Delta, Two-Speed และ Reversible ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

Contactor ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ผลิตและทดสอบมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า
- อุปกรณ์ภายใน เช่น Holding Coil, Moving Contact ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
- ต้องมี Auxiliary contact อย่างน้อย Normally-Opened (NO)2 ชุด
- Starter สำหรับแบบ Star-Delta ต้องใช้ชนิด 3 – Contactor

- ขนาดต้องมีความเหมาะสมสามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะสตาร์ทตามคำแนะนำของผู้ผลิต

Delayed Thermal Overload Relays ต้องเป็นชนิด 3 เฟส และมี Auxiliary Contact อย่างน้อย 1 – NO, หรือ 1 – Changeover เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก

Push Button ต้องเหมาะสมและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม

Motor อย่างน้อย 22 KW ใช้ Starter แบบ Direct On Line, Motor 22 KW และมากกว่าใช้ Starter แบบ Reduce Voltage

6. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน B หรือ สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ท โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1
- Ammerter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาด หน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร, Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- Kilowatt meter ใช้ชนิด 3- Phase Unbalace Load แบบ Swithboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มิลลิเมตร, Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มิลลิเมตร, Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.5W 6V พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลท์เป็น 6 โวลท์ เพื่อใช้กับหลอดไฟฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Len ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

7. bus bar และฉนวนยึด

- bus bar ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน Din 43871 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main bus bar ทั้ง Phase-Neutral และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- การจัด bus bar ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม bus bar โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ bus bar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ bus bar ที่อาจลดลง

- bus bar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบลองชิ้นประกบ bus bar โดยยึดด้วย Bolt และ หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- bus bar และ bus bar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts & Nuts ต้องเป็นที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper Wire 750 Vlots, PVC Insulated ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

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

สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากกันการลอกหลุดหาย

9. Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิทช์ควบคุมต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าปกติและมีสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิทช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว มีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบ

10. Remote and Local Control Panel

Remote และ Local Control Panel ต้องเป็นกล่องพับขึ้นรูปตามที่กำหนดในหัวข้อลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์ และต้องตั้งอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อความเหมาะสม

10.1 Local Control Panel ที่ประจำอยู่ในตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ ต้องมี Local Remote Selector Switch และในกรณีที่จำเป็นอาจต้องใช้ Auxiliary Relay สำหรับการต่อเชื่อมระบบที่แรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน

10.2 Remote Control Panel จะต้องมี On-Off Push Button พร้อม Indicating Lamp (On-Off-Trouble) และ Remote-Local Indicating Lamp

10.3 การจัดสร้าง Remote และ Local Control Panel ต้องจัดทำ Shop Drawing แสดง Control Circuit Diagram และรูปแบบของตัวตู้แผง เสนอขออนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

10.4 กรณีที่มีเครื่องวัดและอุปกรณ์อื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเช่นเดียวกับ Motor Control Center

11. การติดตั้ง

แผงสวิทช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน็อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่นคอนกรีตสูงประมาณ 10-15 เซนติเมตร ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

12. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

12.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด

12.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิทช์

# บทที่ 25
# การทาสีป้องกัน

1. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะระหว่างการขนส่ง จะต้องทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ทั้งหมดก่อนทำการขนส่ง เพื่อขจัดฝุ่น สนิม คราบไขมัน รอยขรุขระในการเชื่อมและเศษโลหะ ผิวเครื่องมือที่ทำจากโลหะจะต้องทำการทาสี การทาสีจะต้องสามารถป้องกันอากาศที่มีไอเกลือและจะต้องลอกสีนั้นออกได้เมื่อมาถึง บริเวณงานผิวเหล็กทุกชนิดจะต้องทาด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น จะต้องทาสีภายในทั้งหมดด้วยสารประกอบที่ล้างได้ง่ายและป้องกันการกัดกร่อนได้ ท่อต่าง ๆ วาล์วและชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้ผ่านการใช้น้ำทดสอบ และไม่สามารถทำให้แห้งได้สนิทจะต้องทาด้วยน้ำมันที่ดูดน้ำได้ก่อนที่จะทาสี

2. การทาสีบริเวณก่อสร้าง (Site painting)

   2.1 การทำความสะอาดผิวโลหะ

   ผิวของโลหะทุกชนิดที่จะต้องทำการทาสี จะต้องทำความสะอาดเพื่อกำจัดสนิมอ็อกไซด์ ขุยรอยขรุขระในการเชื่อม ความไม่เรียบของผิว คราบไขมัน และน้ำมันที่ปกคลุมผิวโลหะ จะต้องล้างด้วยสารละลายหรือผงซักฟอก และเป่าให้สะอาดด้วยลม ถ้าไม่สามารถทำความสะอาดผิวของโลหะด้วยกรรมวิธีทางกล อาจใช้กรรมวิธีเคมีโดยใช้น้ำยาหรือสารละลายที่ใช้สำหรับทำความสะอาดเพื่อทำความสะอาดผิวโลหะ แล้วจึงหาที่ตั้งโลหะได้ดีเพื่อทาสี จะต้องทาสีชั้นแรกให้เร็วที่สุดหลังจากการล้างครั้งสุดท้าย ผู้ควบคุมงานจะต้องทำการตรวจผิวของโลหะก่อนที่จะเห็นชอบให้ทาสีต่อไป

   2.2 การใช้สี

   สีต่าง ๆ ที่นำมาใช้จะต้องเป็นสีที่มีคุณภาพดี และได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนที่จะนำมาทา ตารางเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทาสีให้ได้ผลดีนั้น จะต้องปล่อยให้สีชั้นแรกแห้งสนิทและแข็งตัวก่อนจึงลงมือทาสีชั้นสองอีกครั้ง การทาสีหลายชั้นด้วยสีที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจะต้องใช้สีคนละสีเพื่อง่ายต่อการตรวจและควบคุมฟิล์มของสีจะต้องยึดเกาะกับผิวที่ทา

3. กรรมวิธีการทาสี

   สีทั้งหมดจะต้องเป็นสีที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง และผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง กรรมวิธีการทาสี จำนวนชั้นและสีที่ทาและความหนา ชั้นสีที่ทาจะต้องเป็นดังนี้

| ชนิดของผิววัสดุ | บริเวณทั่วไป | บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง |
|---|---|---|
| - Black Steel Pipe<br>- Black Steel Hanger & Support<br>- Black Steel Sheet<br>- Switchboard, Panel-Board ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet | ชั้นที่ 1Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy |
| - Galvanized Steel pipe<br>- Galvanized Steel Hanger & Support<br>- Galvanized Steel Sheet<br>ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้ทับหน้าเป็นอลูมิเนียม | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy<br>ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy |
| - PVC Pipe<br>- Plastic Pipe | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber |
| - Stainless Steel Pipe<br>- Stainless Steel Sheet<br>- Aluminum Steel Sheet<br>- Light Alloy<br>- Lead<br>- Conduit Clamp | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd | ชั้นที่ 1 Wash Primer<br>ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Epoxy<br>ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy |

**หมายเหตุ** : - ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

4. รหัสสีและสัญลักษณ์

4.1 การทาสีทับหน้าและแสดงรหัสสีให้แสดงดังนี้

- ในบริเวณห้องเครื่องสูบน้ำ ห้องเครื่องอุปกรณ์บำบัดน้ำเสียให้ทาทั้งเส้น
- ในบริเวณที่เดินที่ปรากฏให้เห็น ได้แก่ เพดานชั้นจอดรถ ที่ที่เดินแนบข้างอาคาร เป็นต้น ให้ทาตลอดทั้งเส้น โดยจะทาตามรหัสสีหรือทาสีให้กลมกลืนกับสีอาคาร แล้วมีเพียงตัวอักษรแสดงชนิดของท่อกำกับขึ้นกับความเห็นของผู้ว่าจ้าง

- บริเวณช่อง Shaft ให้ทาเป็นแถบ โดยทาใกล้บริเวณที่เป็นช่องเปิดบริการ
- ท่อที่เดินอยู่ในฝ้าและอื่น ๆ ที่ไม่ปรากฏให้เห็น ให้ทาเป็นแถบ

4.2 ในระบบไฟฟ้า ให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและกล่องต่อสายเท่านั้น

4.3 ขนาดแถบรหัสสี และตัวอักษรกำหนดดังนี้

| ขนาดท่อ | ความกว้างของแถบรหัสสี | ขนาดตัวอักษร |
|---|---|---|
| 20 มม. (3/4") – 32 มม. (1 ¼") | 200 มม. (8") | 15 มม. (1/2") |
| 40 มม. (1 ½") – 50 มม. (2") | 200 มม. (8") | 20 มม. (3/4") |
| 65 มม. (2 ½") – 150 มม. (6") | 300 มม. (12") | 32 มม. (1 ¼") |
| 200 มม. (8") -250 มม. (10") | 300 มม. (12") | 65 มม. (2 ½") |
| 300 มม. (12") ขึ้นไป | 500 มม. (20") | 90 มม. (1/2") |

4.4 ระยะของแถบรหัสสี อักษรสัญลักษณ์ ลูกศรแสดงทิศทาง กำหนดเป็นดังนี้

- ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร ของท่อแนวตรง
- ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
- บริเวณช่องเปิดบริการ

เฉดสี

ก่อนทาสีสำเร็จ (Finishes) จะต้องนำเฉดสีและเบอร์สีมาให้ผู้ว่าจ้าง อนุมัติก่อนทำการทาสีท่อต่าง ๆ และสัญลักษณ์จะต้องเป็นดังนี้

| ลำดับที่ | รายละเอียด | ตัวอักษร | รหัสสี | สีสัญลักษณ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Cold Water Supply | CWS | น้ำเงิน | ขาว |
| 2 | Cold Water Transfer to Water Tank | CWT | น้ำเงิน | ขาว |
| 3 | Drinking Water | DK | ฟ้า | ขาว |
| 4 | Softened Water | SF | ฟ้า | ขาว |
| 5 | Potable Water | PW | ฟ้า | ขาว |
| 6 | RO Water | RO | ฟ้า | ขาว |
| 7 | RO Water (Return) | RO/R | ฟ้า | ขาว |
| 8 | Rain Leader | RL | เขียวอ่อน | ขาว |
| 9 | Drain | D | เขียวอ่อน | ดำ |
| 10 | Soil | S | ดำ | ขาว |
| 11 | Vent | V | ขาว | ดำ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | Waste | W | น้ำตาล | ขาว |
| 13 | Chemical Feed | Chem | แดง | ขาว |
| 14 | Lab Waste | LW | เหลือง | ดำ |
| **ลำดับที่** | **รายละเอียด** | **ตัวอักษร** | **รหัสสี** | **สีสัญลักษณ์** |
| 15 | Sewer Pipe (From Sewage Pump) | SW | เทา | ดำ |
| 16 | Fire Protection | F | แดง | ขาว |
| 17 | ท่อ-ราง สายไฟฟ้าปกติ | N | แดง | ดำ |
| 18 | ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน | E | เหลือง | แดง |
| 19 | ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบสุขาภิบาล | SAN | ฟ้า | ดำ |
| 20 | อุปกรณ์ยึดจับท่อร้อยสายไฟฟ้าและสัญญาณ & ท่อน้ำ | - | เทาเข้ม | - |
| 21 | Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ | - | งาช้าง | ดำ |
| 22 | Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน | - | งาช้าง | แดง |

**หมายเหตุ** : สีที่ใช้สำหรับข้อ 21 และ 22 ต้องเป็นสีอบ

5. การแสดงทิศทางไหลของ ๆ เหลว ป้ายชื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์

ให้แสดงทิศทางของ ๆ เหลวในท่อ ป้ายชื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์พร้อมทั้งตัวอักษรหน้าที่ของท่อลงบนผิวที่ทาสีสำเร็จโดยการพ่นหรือทาก็ได้ แต่จะต้องส่งแบบตัวอย่างที่ดำเนินการให้ผู้ว่าจ้าง อนุมัติก่อนที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งที่แผงควบคุมไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบ จะต้องมีป้ายชื่อบอกหน้าที่ของแต่ละหน่วย โดยป้ายชื่อจะต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกแข็ง ตัวอักษรที่ใช้จะต้องใช้วิธีแกะลงบนผิวของพลาสติก ห้ามใช้วีทาหรือพ่นสี

# บทที่ 26
# การทดสอบระบบ

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้ที่จำเป็น เพื่อการทดสอบงานที่แสดงในแบบแปลนและตามที่ระบุไว้ในที่นี้ จนงานเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์และใช้งานได้ดี

2. ระบบทั้งหมดที่เป็นส่วนของงานระบบสุขาภิบาลจะต้องทำการทดสอบ โดยผู้ว่าจ้างร่วมอยู่ด้วย ก่อนที่จะทำการกลบถมหรือสร้างสิ่งอื่นทับหรือปิดบัง

3. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเสียหายหรือข้อบกพร่อง อันเนื่องมาจากทดสอบ

4. ท่อน้ำฝน ท่อน้ำเสีย ท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ ท่ออากาศ และท่อระบายน้ำในแนวนอนตลอดจนท่อแยกต่าง ๆ จะต้องทำการทดสอบ โดยเติมน้ำให้ล้นจากระดับหลังคา หรือไม่น้อยกว่า 10 ฟุต การทดสอบเป็นช่วง ๆ ให้เติมน้ำจนล้นตรงจุดที่สูงกว่าส่วนที่ทดสอบ

5. ท่อน้ำประปาทั้งหมดจะต้องทำการทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว รวมถึงจุดปลายสูงสุด และจะต้องทิ้งไว้โดยไม่มีการรั่ว เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันตลอด 6 ชั่วโมง

6. ท่อระบบป้องกันอัคคีภัยทั้งหมด จะต้องทำการทดสอบที่แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน แต่ไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว รวมถึงจุดปลายสูงสุด และท่อระหว่าง Check Valve ที่อยู่ตรงหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงกับท่อแยกภายนอกอาคาร และจะต้องทิ้งไว้โดยไม่มีการรั่ว เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันตลอด 6 ชั่วโมง
7. ท่อความดันในระบบท่ออื่น ๆ จะต้องทำการทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของความดันใช้งานและจะต้องทิ้งไว้โดยไม่มีการรั่ว เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันตลอด 6 ชั่วโมง
8. ท่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์อื่น ๆ จะต้องทำการทดสอบตาโค้ดและมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้
9. เมื่อทำการทดสอบจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดตามคำแนะนำผู้ว่าจ้าง

# บทที่ 27
# การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนและการทำความสะอาด

1. ท่อน้ำประปาและข้อต่อต่าง ๆ ที่ผ่านการทดสอบแล้วพบว่าไม่มีการรั่วซึม จะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคในเส้นท่อโดยใช้สารละลาย Sodium Hypochlorite หรือ Chlorine Solution ผสมให้ได้ความเข้มข้น (Chlorine Concentration) ไม่น้อยกว่า 50 มก./ลิตร แล้วอัดเข้าเส้นท่อทั้งระบบและทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จนเหลือความเข้มข้นของคลอรีน (Free Residual Chlorine) 0.3 มก./ลิตร ให้ถือว่าใช้ได้ แต่ถ้าเหลือความเข้มข้นของคลอรีนมากกว่า 0.3 มก./ลิตร จะต้อง Flush ด้วยน้ำสะอาดต่อไปจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ

2. ถังเก็บน้ำประปาทุกถัง จะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารละลายคลอรีน โดยใช้ความเข้มข้น (Chlorine Concentration) ไม่น้อยกว่า 100 มก./ลิตร แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จนเหลือความเข้มข้นของคลอรีน (Free Residual Chlorine) 0.3 มก./ลิตร ให้ถือว่าใช้ได้ แต่ถ้าเหลือความเข้มข้นของคลอรีนมากกว่า 0.3 มก./ลิตร จะต้องล้างด้วยน้ำสะอาดจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ

3. การทดสอบ Free Residual Chlorine จะต้องทำตามมาตรฐานข้อกำหนดของ WPCF

4. บ่อพักน้ำฝน บ่อพักน้ำเสีย บ่อสูบทั้งหมด จะต้องเก็บกวาดเศษวัสดุออกให้หมด และล้างทำความสะอาด เพื่อมิให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานในบ่อ

# หมวดที่ 28
# การส่งมอบและการรับประกัน

1. การส่งมอบ

1.1 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการส่งมอบงาน ภายหลังจากดำเนินการแล้วเสร็จและได้รับการ ตรวจสอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างโดยลายลักษณ์อักษร

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมวิธีใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้ว่าจ้างจนกว่าผู้ว่าจ้างจะสามารถดูแลอุปกรณ์ดังกล่าวได้เอง แต่โดยรวมไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง

1.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบเอกสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันส่งมอบงาน ตามรายการดังต่อไปนี้ เว้นแต่ในข้อกำหนดเงื่อนไขหลังกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือเอาปริมาณที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

- คู่มือการใช้งานและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
- ผลการทดสอบและบันทึกผลการทดสอบ จำนวน 4 ชุด
- รายละเอียดอุปกรณ์ พร้อมรายชื่อผู้ผลิต/ผู้แทนจำหน่ายภายในประเทศ รายชื่อและเบอร์โทรศัพท์บุคคลที่สามารถติดต่อได้ของผู้ผลิต/ผู้แทนจำหน่าย จำนวน 3 ชุด
- As-Built Drawings เขียนด้วย Autocad 2000 พิมพ์บนกระดาษไขต้นฉบับ 1 ชุดและพิมพ์บนกระดาษพิมพ์เขียว จำนวน 3 ชุด
- As-Built Drawings บันทึกลงบนแผ่น CD จำนวน 1 ชุด
- เครื่องมือและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายส่งมอบให้ เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา
- Test Pressure Gauge สำหรับCold Water Pump 4 ชุด, Fire Pump 2 ชุด
- ลวดสำหรับทะลวงท่อน้ำที่อุดตัน ความยาวไม่ต่ำกว่า 10 เมตร จำนวน 2 ชุด

2. การรับประกัน

2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานระยะเวลานาน 2 ปี โดยทำหนังสือเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้าง ว่างานต่าง ๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งนั้นปราศจากข้อบกพร่องใด ๆ ทั้งสิ้น และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ

2.2 ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันที่รับรองว่าผลงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมแก้ไขตลอดจนเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้นจากผู้ว่าจ้าง

2.3 หากพ้นเวลาที่กำหนดให้ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมแก้ไขงานแล้ว ผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว

# บทที่ 29
# ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1. มาตรฐานของผลิตภัณฑ์

มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้รับจ้างจะเสนอใช้งานระบบสุขาภิบาล จะต้องเทียบเท่าหรือสูงกว่ามาตรฐานของผู้ผลิตหรือเครื่องหมายการค้า (Brand Name) ที่ระบุต่อท้ายผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด หลักเกณฑ์ในการพิจารณาอนุมัติของผู้ว่าจ้าง นอกจากความถูกต้อง ความต้องการของข้อกำหนดผลิตภัณฑ์แล้ว ยังรวมถึงความสามารถในการบริการด้าน Spare Parts และการบริการหลังการขายด้วย การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในรายการข้างล่างเป็นลำดับแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่ายได้ หรือจะเสนอผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ได้รับสิทธิให้สร้างแทน ก็ให้แจ้งแก่ทางผู้ว่าจ้าง พิจารณาแล้วเห็นว่าต้องมีการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น

2. รายชื่อตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

2.1 Galvanized Steel Pipe (Seam)
- FIRST STEEL PIPE
- PACIFIC PIPE
- SAHA THAI STEEL PIPE
- SIAM STEEL PIPE
- THAI UNION STEEL
- หรือเทียบเท่า

2.2 Galvanized Steel Pipe (Seamless)
- NIPPON STEEL
- NKK
- MANNESSMANN
- SUMTIOMO METALS
- หรือเทียบเท่า

2.3 Stainless steel pipe
- NAS TOA
- SUMITOMO METALS
- THAI-GERMANY PROCUCTS
- หรือเทียบเท่า

2.4 Copper Tube
- KEMBLA
- MUELLER BRASS
- YORKSHIRE
- หรือเทียบเท่า

2.5 Cast Iron Pipe
- KNACK
- TCP
- WENCO
- หรือเทียบเท่า

2.6 PVC Pipe
- SIAM PIPE INDUSTRY
- THAI PIPE
- TOA
- หรือเทียบเท่า

2.7 HDPE Pipe
TAP
TGG
WIIL & HOUGLUND
หรือเทียบเท่า

2.8 PB Pipe
PBP
PPP
THAI PIPE
หรือเทียบเท่า

2.9 PP Pipe
PBP
AGRU
TAP
หรือเทียบเท่า

2.10 UPVC Pipe
ESLON
HARVEL
HERSHEY
หรือเทียบเท่า

2.11 PP-R Pipe
Fusiotherm
THAI PPR
หรือเทียบเท่า

2.12 Pipe Joint & Gasket Sealant
KIMSON
PERMATEX
หรือเทียบเท่า

2.13 Pipe Hanger Support
BSP
FASTENIC
หรือเทียบเท่า

2.14 Paint
ICI
JOTUN
NIPPON PAINT
TOA
หรือเทียบเท่า

2.15 Gate Valve, Globe Valve
CRANE
FIVALCO
HATTERSLEY
KENEDY
NIBCO
STOCKHAM
TYCO
TOYO

2.16 Butterfly Valve
AFA
ALSTHOM FLUIDES SAPAG
FIVALCO
HATTERSLEY
CRANE
KENEDY
NIBCO
STOCKHAM
TYCO

2.17 Check Valve (Silent Type)

CRANE
CHECK RITE
FIVALCO
METRAFLEX
KENEDY
VAL-MATIC
หรือเทียบเท่า

2.18 Check Valve (Wafer Type)

KENEDY
AFA
CRANE
CHECK RITE
FIVALCO
VAL-MATIC
หรือเทียบเท่า

2.19 Check Valve (Swing)

FIVALCO
KENEDY
NIBCO
STOCKHAM
หรือเทียบเท่า

2.20 Modulating Check Valve, Float Valve
Pressure Reducing Valve
Presure Relief Valve

BERMAD
OCV
CLA-VAL
SINGER
หรือเทียบเท่า

2.21 Foot Valve

NIBCO
SOCLA
VAL-MATIC
หรือเทียบเท่า

2.22 Ball Valve

CRANE
GIACOMINI
NIBCO
TOYO
หรือเทียบเท่า

2.23 Plastic Valve

HAYWARD
HERSHEY
PLAST-O-MATIC
หรือเทียบเท่า

2.24 Automatic Air Release Valve

APCO
METRAFLEX
VAL-MATIC
หรือเทียบเท่า

2.25 Eccentric Plug Valve
CLOW
DeZURIK
RED VALVE
หรือเทียบเท่า

2.26 Flexible Connector, Vibration Isolator
AFA
MASON
METRAFLEX
TOPFLEX
หรือเทียบเท่า

2.27 Flexible Connector, Settlement
MASON
NCR
TOZEN
หรือเทียบเท่า

2.28 Water Hammer Arrester
HYDRA-RESTER
PPP
ZURN
หรือเทียบเท่า

2.29 Strainer
AFA
KITZ
METRAFLEX
หรือเทียบเท่า

2.30 Water Meter
ASAHI
THAI AICHI
KENT
หรือเทียบเท่า

2.31 Preassure Gauge & Snobbed
JUMO
WEISS
WEKSLER
หรือเทียบเท่า

2.32 Floatless Switch
ABB
NATIONAL
OMRON
หรือเทียบเท่า

2.33 Floor Drain, Roof Drain
Scupper Drain, Manhole Cover
Cleanout, Floor Cleanout
CHESS
KNACK
WENCO
หรือเทียบเท่า

2.34 Cold, Potable, Purified Water Supply Pump
FAIRBANKS MORSE
GORMAN-RUPP
PATTERSON
GRUNDFOS
หรือเทียบเท่า

2.35 Package Booster Pump Set
GRUNDFOS
PEERLESS
PATTERSON
หรือเทียบเท่า

2.36 Fire Pump
PEERLESS
GRUNDFOS
หรือเทียบเท่า

2.37 Jockey Pump
FAIRBANKS MORSE
PATTERSON
PEERLESS
GRUNDFOS
หรือเทียบเท่า

2.38 Diesel Engine
CATERPILLAR
CLARKE
CUMMINS
หรือเทียบเท่า

2.39 Fire Pump Controller
FIRETROL
MASTER
METRON
หรือเทียบเท่า

2.40 Electric Motor
BROOK
MARATHON
US MOTOR
หรือเทียบเท่า

2.41 Exhaust fan
KRUGER
PANASONIC
NICORTA
MITSUBISHI
หรือเทียบเท่า

2.42 Fire Department connections
FIVALCO
GRINNELL
POTTER-ROEMER
POWHATAN

2.43 Sprinkler
GEM
CENTRAL
FIVALCO
VICTAULICS
GLOBE
VIKING
หรือเทียบเท่า

2.44 Fire Hose Reel
ANGUS
EVERSAFE
MACRON
MOYNE
SRI
ZERO FIRE
หรือเทียบเท่า

2.45 Flow Meter

EAGLE EYE-ANNUBAR

GERAND

หรือเทียบเท่า

2.46 Alarm Valve

CENTRAL

GEM

VICTAULICS

VIKING

หรือเทียบเท่า

2.47 Pressure Restricting Valve

ELKHART

POTTER-ROEMER

POWHATAN

หรือเทียบเท่า

2.48 Ball Valve (UL/FM)

GIACOMINI

NIBCO

VICTAULIC

หรือเทียบเท่า

2.49 Pressure Relief Valve (UL/FM)

BERMAD

CLAYTON

SINGER

WATTS

หรือเทียบเท่า

2.50 Flow Switch

Supervisory Switch (UL/FM)

POTTER ROEMER

VIKING

SYSTEM SENSOR

หรือเทียบเท่า

2.51 Check Valve

Butterfly Valve

Gate Valve (UL/FM)

NIBCO

KEYSTONE

SAPAG

STOCKHAMS

TYCO

หรือเทียบเท่า

2.52 Fire Seal

ASTRO FLAME

KBS

NELSON

3M

หรือเทียบเท่า

2.53 Analogue Level Sensor/ Transmitter
Floor Leakage Sensor
DripDrop
JOLA
OMRON
หรือเทียบเท่า

2.54 Electric Water Heater
SIEMENS
STIEBEL ELTRON
NATIONAL
หรือเทียบเท่า

2.55 Water Treatmant Plant
PP
DOS
หรือเทียบเท่า

2.56 Back Steel Pipe
PACIFIC PIPE
FIREX
THAIUNION
SAHATHAI

2.57 Coupling
Victuric
Grinnel
MECH

***หมายเหตุ*** :

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริภัณฑ์ที่เห็นควรอนุมัติ เป็นตัวอย่างรายชื่อที่ผู้รับจ้างควรเสนอขออนุมัติใช้ โดยมีรายละเอียดของบริภัณฑ์แต่ละชนิดตามรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) ในกรณีที่มีเหตุสุดวิสัยอันเนื่องมาจากบริษัทหยุดการผลิตหรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายแล้ว หรือสาเหตุอื่นใดอันมีผลทำให้ไม่สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศหรือสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างมีสิทธิในการเสนอขออนุมัติเทียบ,ท่าบริภัณฑ์นั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล รายละเอียดทางเทคนิคและราคาโดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

# หมวดที่ 30
# ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

**ข้อกำหนดทางเทคนิคของระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสาร** NOVEC1230

1. <u>ขอบเขตของงาน</u>

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสาร NOVEC1230 เพื่อให้สามารถป้องกันเพลิงไหม้ในพื้นที่เสี่ยงภัยที่ไม่สามารถใช้ระบบดับเพลิงด้วยน้ำได้ ให้เป็นไปตามแบบ และรายละเอียดในข้อกำหนดนี้ เพื่อให้งานสำเร็จบริบูรณ์ตรงความมุ่งหมายของผู้ว่าจ้างอย่างเรียบร้อยโดยถือปฏิบัติตามหลักวิศวกรรมที่ดีในการปฏิบัติงาน ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียด ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้มีข้อขัดแย้งกับแบบ หรือแตกต่างไปจากแบบให้ผู้รับจ้างแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้ว่าจ้างทราบในทันที โดยระบุข้อขัดแย้งหรือข้อแตกต่างให้เป็นที่ชัดเจน และให้ถือการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างเป็นข้อยุติ

1.2 ถังบรรจุสารดับเพลิง NOVEC 1230 จะต้องได้รับการบรรจุสาร NOVEC 1230 มาจากโรงงานที่ได้การรับรอง UL-Certified Filling Station โดยผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารเกี่ยวกับการนำเข้า เช่น Invoice (Price Delete) , Packing List , Bill of Landing , Air way Bill เป็นต้น มาเพื่อประกอบการพิจารณา

2. <u>ประเภทของระบบ</u>

2.1 ระบบ NOVEC1230 เป็นแบบ Automatic Fire Extinguishing System เป็นระบบ Fixed Pipe Total Flooding Fire Extinguishing System โดยกำหนดให้ใช้ความเข้มข้นในการออกแบบไม่น้อยกว่า 4.5% และไม่เกิน 10 % ที่อุณหภูมิ 20°C ถึง 23°C สำหรับห้องปรับอากาศ หรือที่อุณหภูมิ 30°C ถึง 33°C สำหรับห้องไม่ปรับอากาศต่อปริมาณห้อง ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด NFPA 2001 เวลาในการฉีดก๊าซหมดถังไม่เกิน 10 วินาที

2.2 อุปกรณ์อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย Gas Cylinders, Automatic Smoke Detectors, Manual Station, Discharge Nozzle, Warning Bell & Horn, Warning Lamps, Control Panel และอุปกรณ์เกี่ยวข้องในระบบ ซึ่งจะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานที่ใดมาก่อน และอยู่ในสภาพดี

3. <u>มาตรฐานข้อกำหนด</u>

3.1 มาตรฐานการติดตั้งและออกแบบระบบต้องเป็นไปตาม NFPA 2001(Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems)

3.2 อุปกรณ์ระบบ NOVEC1230 ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL(Underwriters Laboratories )และ/หรือ FM(Factory Mutual)

3.3 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ในระบบ เช่น ถังบรรจุ, อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเพลิงไหม้, อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือน, แผงควบคุมระบบ และอื่นๆ ต้องได้รับการทดสอบ และรับรองคุณภาพจากสถาบัน UL(Underwriters Laboratories )และ/หรือ FM(Factory Mutual)

4. **การทำงานของระบบ**

ระบบ NOVEC1230 ในลักษณะการฉีดก๊าซกระจายควบคุมห้องนั้น สามารถทำได้ทั้งแบบ Automatic และ Manual ดังนี้

4.1 แบบ Automatic

ใช้ Photoelectric Smoke Detector ติดตั้งแบบ Cross Zone โดยการติดตั้ง Smoke Detector จำนวน 2 โซน ให้ตำแหน่งสลับกันเพื่อควบคุมพื้นที่ห้องเดียวกัน และเมื่อ Smoke Detector จากโซนหนึ่งโซนใด รับสัญญาณเพลิงไหม้ได้จะปรากฏเสียงกระดิ่งดัง ต่อมาเมื่อ Smoke Detector ในอีกโซนหนึ่งที่เหลือรับสัญญาณได้จะปรากฏเสียง Horn ดังขึ้นเป็นจังหวะ (Pulsed) พร้อมระบบปรับอากาศหยุดทำงาน ชุดหน่วงเวลาการฉีดก๊าซ ซึ่งสามารถปรับค่าได้จาก 0-60 วินาที จะเริ่มทำงานเมื่อครบเวลาที่ตั้งชุดกลไกจะสั่งให้วาล์วควบคุมที่หัวถังทำงาน เพื่อปล่อยก๊าซออกมาดับเพลิง

ในระหว่างที่วงจรตั้งเวลายังไม่ครบเวลาที่ตั้งไว้ สามารถหยุดเวลาออกไปได้โดยการกดปุ่ม Abort Switch และเมื่อปล่อยมือออกเวลาจะเริ่มนับใหม่ หรือตามที่โปรแกรมไว้ที่ตู้ควบคุม จนครบศูนย์ ก๊าซจะฉีดดับเพลิง

4.2 แบบ Manual

โดยการดึง Manual Pull Stationจะปรากฏเสียง Horn ไฟกระพริบทำงาน ระบบปรับอากาศหยุดทำงาน ก๊าซจะถูกฉีดออกมาดับเพลิงทันที อีกวิธีหนึ่งของการฉีดก๊าซแบบ Manual โดยการดึงสลักกลไกที่อยู่ในชุดControl Head ซึ่งติดตั้งบนหัวถังจะทำให้ก๊าซถูกฉีดทันที Limit Switch ทำงานแล้ว จะส่งสัญญาณเข้าเครื่องทำให้ Horn ไฟกระพริบทำงาน และระบบปรับอากาศหยุดทำงานในทันที

5. **ข้อกำหนดอุปกรณ์**

อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบ NOVEC1230 ต้องมีรายละเอียดตามข้อกำหนดต่อไปนี้

5.1 Gas Cylinder

- ตัวถังทำด้วยAlloy steel ที่มีความทนทานสูงต้องเป็นแบบ Seamless (ไม่มีตะเข็บ)ซึ่งมีขนาดดังนี้ 22L,40L,80L,100L,140L,180L ต้องเป็นไปตาม มาตรฐาน Transportable Pressure Equipment Directive (TPED)และ Department of Transportation (D.O.T)และมาตรฐาน NFPA 2001
- ปริมาณสาร NOVEC1230 ต้องบรรจุอยู่ในถังโดยมีการอัดก๊าซไนโตรเจนด้วยแรงดัน725 PSI (50bar) ที่อุณหภูมิ70'F (องศาฟาเรนไฮต์)
- Valve ที่หัวถังทำด้วยทองเหลืองป้องกันการรั่วซึมได้ดี
- ระบบควบคุมการทำงานที่ Valve จะมี Valve Control ควบคุมการ Discharge ของก๊าซซึ่งสามารถจะDischargeก๊าซได้ทั้งแบบ Electric และ Manual
- ที่ถังจะต้องมี Pressure Gauge เพื่อวัดแรงดันในถังบรรจุก๊าซ และสามารถส่งสัญญาณไปที่ตู้ควบคุมได้ในกรณีที่ก๊าซในถังรั่ว หรือมีแรงดันในถังลดลงต่ำกว่า 10 %

- ในกรณีที่ในพื้นที่นั้นต้องใช้หลายถัง แต่ละถังต้องวางอยู่ในพื้นที่เดียวกันและต้องเชื่อมด้วย Pilot activation hoses ทุกถังต้องสามารถสั่งงานได้จาก Manual release ได้ในระหว่างที่เกิดเหตุฉุกเฉินในกรณีที่ระบบไฟฟ้าใช้งานไม่ได้
- ในกรณีที่มีหลายถังเชื่อมต่อกันด้วย Pilot hose นั่นต้องมี Safety device ติดในระบบด้วยเพื่อป้องกันการฉีดโดยที่ไม่ตั้งใจจาก Pressure ที่เกิดจากการรั่วในระบบ
- Pressure Gauges ที่ติดตั้งบนถัง NOVEC1230ต้องสามารถถอดเปลี่ยนที่หน้างานได้ในกรณีที่ชำรุดโดยที่ ถังไม่มี Pressure loss หรือ สารรั่วออกจากถัง

5.2 Discharge Nozzle

- ทำด้วยทองเหลือง
- ให้เลือกใช้ขนาดและขนาดรูเจาะโดยการคำนวณจากผู้ผลิตที่เหมาะสมกับการใช้งาน

5.3 Photoelectric Smoke Detector

- ครอบคลุมพื้นที่ได้ไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตร ในลักษณะแผ่นฝ้าที่ติดตั้งเรียบที่ความเร็วลมไม่เกิน 3,000 ฟุตต่อนาที
- ใช้กับแรงดัน 24 VDC. กระแสใช้งานในสภาวะปกติ 120 MicroAmp.

5.4 Flashing Lamp & Horn

- มีสัญญาณเสียงแบบ Horn และไฟกระพริบในตัวเดียวกัน
- ใช้กับแรงดัน 24 VDC.
- ความดังเสียง Horn ไม่น้อยกว่า 75 dBA ที่ 10 ฟุต
- ความสว่างของไฟกระพริบไม่น้อยกว่า 55 Candela

5.5 Alarm Bell

- เป็นแบบ Vibrating ชนิด Polarized ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6"
- ใช้กับแรงดัน 24 VDC.
- ความดังไม่น้อยกว่า 75 dBA ที่ 10 ฟุต

5.6 Abort Station

- ใช้สำหรับกดเพื่อหยุดเวลา และเมื่อปล่อยมือเวลาจะเริ่มนับใหม่ หรือตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ที่ตู้ควบคุม
- เป็นแบบ Momentary Contact "Deadman" Switch

5.7Control Panel

- ควบคุมการทำงาน Smoke Detector แบบ Cross Zone
- สามารถต่อ Smoke Detector ได้ทั้งแบบ Class A หรือ Class B
- มีวงจรหน่วงเวลาการฉีดก๊าซ สามารถปรับได้จาก 0-60 วินาที
- มี Battery สำรองชนิด Sealed Lead ซึ่งสามารถจ่ายกระแสได้อย่างน้อย 24 ชม.

- มีสวิตช์ควบคุมการทำงานได้อย่างน้อยดังนี้

| | |
|---|---|
| System Reset | เพื่อปรับสภาพเครื่องให้เข้าสู่สภาพปกติหลังเกิดเหตุ |
| Alarm Silence | เพื่อหยุดเสียงสัญญาณ |
| Acknowledge | เพื่อหยุดเสียงการเกิดเหตุขัดข้อง |
| Drill | เพื่อทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุว่าปกติ |

6. <u>การติดตั้ง</u>

- ใช้ท่อเหล็กดำไม่มีตะเข็บ Schedule 40 ทาสีกันสนิม และทาสีแดงทับด้านนอก
- ให้ใช้ Standard Fitting ในการประกอบท่อ
- สายไฟฟ้า ให้ใช้เป็นรหัสชนิด 60227 IEC 01 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1.5 Sq.mm. สำหรับ Zone Detector และ 2.5 Sq.mm. สำหรับ Bell, Horn เดินร้อยในท่อ EMT ขนาดเป็นตามมาตรฐาน ว.ส.ท. หรือ NFPA

7. <u>การรับประกันคุณภาพ</u>

ต้องรับประกันคุณภาพสินค้า มีกำหนด 1 ปี นับจากวันตรวจรับมอบงานและในระหว่างรับประกันต้องมีบริการตรวจเช็คทุกๆ 6 เดือน หรือ ปีละ 2 ครั้ง ทั้งนี้ไม่รวมการเรียกฉุกเฉินซึ่งจะต้องมาบริการภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับแจ้ง หากมีอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายที่เกิดจากการใช้งานตามปกติในช่วงเวลารับประกัน ทางผู้รับเหมาต้องเปลี่ยนและ/หรือซ่อมโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

8. <u>รายชื่อผลิตภัณฑ์สินค้าที่ยอมรับให้ใช้ได้ในโครงการ (Approved Vendor List)</u>

- ROTAREX FIRETEC
- VIKING
- MINMAX
- NOTIFIER
- SYSTEM SENSOR