



รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)

หมวด งานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ
(AIR CONDITIONING & VENTILATION SYSTEM)

โครงการจ้างออกแบบก่อสร้างอาคารศูนย์บริการวิชาการ
และเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรม

สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

๗ มีนาคม ๒๕๖๖



สารบัญ		หน้า
รายการ		
หมวดที่ 1	ความต้องการทั่วไป	
1.	บทนำ	12
หมวดที่ 2	ความรับผิดชอบ	
1.	การสำรวจบริเวณก่อสร้าง	16
2.	การตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนด	16
3.	พนักงาน	16
4.	การติดต่อและค่าธรรมเนียม	17
5.	การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง	17
6.	การทำงานนอกเวลาทำการปกติ	17
7.	การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ	18
8.	การจัดทำตารางแผนงาน	18
9.	การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน	18
10.	การประชุมโครงการ	19
11.	รายการแก้ไขงานติดตั้ง	19
12.	การทดสอบเครื่องและระบบ	19
13.	การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่	19
14.	การส่งมอบงาน	20
15.	การรับประกัน	20
16.	การบริการ	20
หมวดที่ 3	การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง	
1.	การตัด เสา	22
2.	การปิดช่อง	22
3.	การจัดวางแท่นเครื่อง	22
4.	การยึดท่อและอุปกรณ์เกี่ยวกับโครงสร้างอาคาร	23
5.	งานติดตั้งในห้องเครื่อง	23
6.	ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	23
7.	เพิงและโรงเรือนชั่วคราว	24



รายการ	สารบัญ	หน้า
8.	การจัดสิ่งปลูก	24
9.	การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน	24
หมวดที่ 4	การประสานงาน	
1.	การให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงานและสถาปนิก	25
2.	การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ	25
หมวดที่ 5	ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค	
1.	ความปลอดภัยและการป้องกัน	26
2.	อุปกรณ์ปฐมพยาบาล	26
3.	รายงานอุบัติเหตุ	26
4.	การป้องกันการล่นล้มที่	26
5.	การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค	27
6.	การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน	27
7.	ของมีค่าและวัตถุโบราณ	27
หมวดที่ 6	วัสดุ และอุปกรณ์	
1.	วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน	28
2.	เครื่องมือ	28
3.	การขนส่งและการนำเครื่องและอุปกรณ์ เข้าหน่วยงาน	28
4.	การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ	29
5.	การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์	29
6.	ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์	29
7.	การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุอุปกรณ์	29
8.	รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	30
9.	การป้องกันน้ำเข้าอาคาร	30
10.	การป้องกันการผุกร่อน	30



รายการ	สารบัญ	หน้า
หมวดที่ 7	แบบและเครื่องมือ	
1.	ระยะ ขนาด ตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ	31
2.	ข้อขัดแย้งของแบบ	31
3.	แบบประกอบสัญญา	31
4.	แบบใช้งาน (SHOP DRAWING)	31
5.	แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)	32
6.	หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์	33
หมวดที่ 8	เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (PACKAGED WATER COOLED CHILLER)	
1.	ความต้องการทั่วไป	34
2.	เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL CHILLER)	35
3.	ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุม (ELECTRICAL CONTROL SYSTEM)	36
4.	อุปกรณ์ระบบท่อน้ำ (PIPING SYSTEM)	40
5.	อุปกรณ์ประกอบ (ACCESSORIES)	40
6.	ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER MANAGEMENT SYSTEM, CMS)	41
7.	เครื่องทำน้ำเย็นแบบชนิดสกรู หรือสกรอล (PACKAGED SCREW OR SCROLL CHILLER)	50
8.	การส่งเอกสารเพื่อพิจารณาอนุมัติ	52
หมวดที่ 9	หอระบายความร้อน (COOLING TOWER)	
1.	หอระบายความร้อนแบบ COUNTER FLOW COOLING TOWER	55
2.	หอระบายความร้อนแบบ CROSS FLOW COOLING TOWER, SPLASH BAR FILLING	58
หมวดที่ 10	เครื่องสูบน้ำ	
1.	ความต้องการทั่วไป	64
2.	วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ	65
3.	มอเตอร์ไฟฟ้า	66
4.	การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ	66



รายการ	สารบัญ	หน้า
หมวดที่ 11	เครื่องส่งลมเย็น	
1.	ความต้องการทั่วไป	68
2.	เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่มาตรฐาน (DOUBLE SKIN OR MODULAR UNIT)	68
3.	เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)	72
หมวดที่ 12	เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณสารทำความเย็นอัตโนมัติ (VRV OR VRF)	
1.	ความต้องการทั่วไป	75
2.	ชุดระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)	75
3.	เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)	77
4.	เครื่องปรับอากาศบริสุทธิชนิด Double Skin (Outdoor Air Unit)	78
5.	ระบบท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง	79
6.	ระบบควบคุม (Control System)	80
7.	การติดตั้งระบบปรับอากาศ	81
8.	การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ	82
หมวดที่ 13	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	
1.	ความต้องการทั่วไป	83
2.	เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)	83
3.	เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)	84
4.	ระบบควบคุม	87
5.	การติดตั้งระบบปรับอากาศ	88
6.	การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ	88
หมวดที่ 14	พัดลมระบายอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	90
2.	พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL FAN)	91
3.	พัดลมแบบใบพัด (PROPELLER FAN)	93
4.	พัดลมแบบติดฝ้าเพดาน (CEILING FAN)	93
5.	พัดลมแบบไหลตามแกน (AXIAL FLOW FAN)	93
6.	พัดลมแบบติดหลังคา (ROOF VENTILATION)	94
7.	พัดลมแบบหมุนเวียนติดฝ้าเพดาน (CEILING CIRCULATING FAN)	95
8.	พัดลมแบบพลินัม (PLENUM FAN)	95



รายการ	สารบัญญ	หน้า
9.	พัดลมแบบคาบิเน็ต (CABINET FAN)	96
10.	พัดลมระบายควันจากครัว	97
11.	พัดลมแบบเจ็ต (JET FAN)	97
12.	พัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศ (SMOKE EXTRACTION AND PRESSURIZED FAN)	98
13.	การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ	98
หมวดที่ 15	ระบบส่งลมและอุปกรณ์	
1.	ความต้องการทั่วไป	100
2.	การจัดแบ่งชั้นของท่อลม (DUCT CLASSIFICATION)	101
3.	ประเภทท่อลม	102
4.	ข้อกำหนดของวัสดุท่อลม	105
5.	ฉนวนหุ้มท่อลม	106
6.	อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม	111
7.	ช่องเปิดบริการ	112
8.	ข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE COLLARS)	112
9.	แดมเปอร์ (DAMPER)	112
10.	การทำความสะอาดท่อลม	114
11.	การทดสอบและการปรับปริมาณลม	114
หมวดที่ 16	หน้ากากลม	
1.	ความต้องการทั่วไป	115
2.	หัวกระจายลมชนิดติดฝ้าเพดาน CEILING DIFFUSER (CD)	115
3.	หน้ากากจ่ายลม (SUPPLY AIR GRILLE & REGISTER (SAG/SAR))	115
4.	หน้ากากลมกลับ (RETURN AIR GRILLE & REGISTER (RAG/RAR))	115
5.	หน้ากากสำหรับอากาศภายนอก (FRESH AIR GRILLE & REGISTER (FAG/FAR))	116
6.	หน้ากากลมแบบสลอต (LINEAR SLOT DIFFUSER & RETURN (LSD/LSR))	116
7.	หน้ากากลมทิ้ง (EXHAUST AIR GRILLE & REGISTER (EAG/EAR))	116
8.	หัวกระจายลมชนิดเพอร์ฟอเรต (PERFORATED CEILING DIFFUSER)	117
9.	หัวจ่ายลมชนิดเจ็ต (JET DIFFUSER)	117



สารบัญ		หน้า
รายการ		
หมวดที่ 17	อุปกรณ์ดูดซับเสียง (SOUND ATTENUATOR)	
1.	ความต้องการทั่วไป	118
2.	คุณสมบัติของวัสดุดูดซับเสียง	118
3.	ชนิดของอุปกรณ์ลดเสียง (TYPE OF EQUIPMENT)	118
4.	การติดตั้ง (INSTALLATIONS)	120
หมวดที่ 18	ระบบกรองอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	121
2.	ประเภทแผงกรองอากาศ	121
3.	โครงแผงกรองอากาศ	123
4.	อุปกรณ์ประกอบ	123
หมวดที่ 19	ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น	
1.	ความต้องการทั่วไป	125
2.	ฉนวนชนิดเซลปิด (CLOSED CELL FOAM)	125
3.	การติดตั้ง	126
4.	ระบบหุ้มฉนวนสำเร็จรูป	127
หมวดที่ 20	การติดตั้งท่อน้ำสำหรับระบบปรับอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	129
2.	ลักษณะการเดินท่อ	130
3.	ฝีมืองาน	130
4.	การต่อท่อน้ำ	131
5.	การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์	133
6.	ที่แขวนและที่รองรับท่อ	134
7.	การติดตั้ง	137
8.	การวางตำแหน่งของส่วนประกอบเดินท่อ (LOCATION OF DEVICE)	138
9.	การขยายตัวและการหด	138
10.	การทรุดตัวของท่อน้ำ	139
11.	ปลอกท่อลอด	139



รายการ	สารบัญ	หน้า
	12. การสกัดเจาะและการซ่อมแซม	140
	13. แผ่นปิดพื้นผนังและเพดาน	140
	14. การเก็บรักษาท่อน้ำ	141
หมวดที่ 21	ถังขยายตัว	
1.	ความต้องการทั่วไป	142
2.	ถังขยายตัวแบบปิด	142
3.	ถังขยายตัวแบบเปิด	143
หมวดที่ 22	วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	144
2.	ท่อน้ำเย็นและข้อต่อ	144
3.	ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อ	145
4.	ท่ออื่นๆ	147
หมวดที่ 23	วาล์ว	
1.	ความต้องการทั่วไป	149
2.	วาล์วประตูน้ำ (GATE VALVE)	149
3.	โกลบวาล์ว (GLOBE VALVE)	150
4.	วาล์วกันไหลกลับ (CHECK VALVE)	150
5.	บาลานซ์วาล์วแบบแมนนวล (MANUAL BALANCING VALVE)	151
6.	วาล์วลิ้นปีกผีเสื้อ (BUTTERFLY VALVE)	151
7.	วาล์วระบายความดัน (PRESSURE RELIEF VALVE)	151
8.	วาล์วควบคุมชนิดพีไอซีวี (PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (PICV))	152
หมวดที่ 24	อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	157
2.	ข้อต่อแบบอ่อน (FLEXIBLE CONNECTION)	157
3.	ข้อต่อขยายตัว (EXPANSION JOINT)	158
4.	สเตรนเนอร์ (STRAINERS)	158
5.	อุปกรณ์ระบายอากาศอัตโนมัติ (AUTOMATIC AIR VENT)	158
6.	วาล์วระบายน้ำ (DRAIN VALVE)	159



สารบัญ		หน้า
รายการ		
7.	เกจวัดความดัน (PRESSURE GAUGES)	159
8.	เทอร์โมมิเตอร์ (THERMOMETERS)	159
9.	อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (FLOW MEASURING EQUIPMENT)	160
10.	มาตรวัดน้ำ (WATER METER)	160
11.	สลักเกลียว, แบนสลักเกลียว และแหวนรอง (BOLT, NUT AND WASHERS)	161
หมวดที่ 25	อุปกรณ์ปรับคุณภาพน้ำ	
1.	ความต้องการทั่วไป	162
2.	เครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่อง	162
3.	เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง	163
4.	ระบบควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติ (AUTOMATIC BLEED-OFF CONTROL)	163
5.	การปรับคุณภาพน้ำโดยสารเคมี	164
6.	ระบบบำบัดน้ำของหอระบายความชื้นด้วยโอโซน (OZONE)	165
หมวดที่ 26	อุปกรณ์มาตรวัดน้ำ	
1.	ความต้องการทั่วไป	169
2.	รายละเอียดอุปกรณ์	169
หมวดที่ 27	ระบบควบคุมอัตโนมัติ	
1.	ความต้องการทั่วไป	170
2.	ชนิดของระบบควบคุม	170
3.	อุปกรณ์ตรวจวัด และอุปกรณ์ควบคุม แบบอิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONIC SENSOR / CONTROLLER)	170
4.	อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ	171
5.	แอคชูเอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์ (ELECTRIC ACTUATOR / MOTOR)	172
6.	วาล์วควบคุมอัตโนมัติ	172
7.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณอุณหภูมิ (TEMPERATURE TRANSMITTER)	175
8.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณอัตราการไหล (WATER FLOW TRANSMITTER)	175
9.	สวิทช์การไหลของลม (AIR FLOW SWITCH)	176
10.	สวิทช์ความดันลด (PRESSURE DROP SWITCH)	176
11.	สวิทช์การไหลของน้ำประเภทที่ 1 (WATER FLOW SWITCH TYPE 1)	177



รายการ	สารบัญ	หน้า
12.	สวิตช์การไหลของน้ำประเภทที่ 2 (WATER FLOW SWITCH TYPE 2)	177
13.	อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (SMOKE DETECTOR)	177
14.	อุปกรณ์ตรวจวัด และส่งสัญญาณความชื้นในอากาศ (AIR HUMIDITY SENSOR AND TRANSMITTER)	178
15.	สวิตช์ตั้งเวลา (TIMER SWITCH)	179
16.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณอุณหภูมิในห้องชนิดความไวในการตรวจจับสูง (HIGH SENSITIVITIES ROOM AIR TEMPERATURE TRANSMITTER (T))	179
17.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณความดันอากาศ (AIR PRESSURE TRANSMITTER (PT))	180
18.	อุปกรณ์ส่งสัญญาณความดันน้ำ (WATER PRESSURE TRANSMITTER (PT))	180
19.	อุปกรณ์ตรวจจับสารทำความเย็น (REFRIGERANT MONITOR)	181
หมวดที่ 28	ระบบจัดการอาคาร	
1.	ความต้องการทั่วไป	182
2.	หน้าที่และขอบเขตของงาน	182
หมวดที่ 29	ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	183
2.	การต่อลงดิน	183
3.	ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส	184
4.	การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า	189
หมวดที่ 30	ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ	
1.	ความต้องการทั่วไป	190
2.	การต่อลงดิน	191
3.	ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส	192
4.	การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า	192
หมวดที่ 31	สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	
1.	ความต้องการทั่วไป	193
2.	พิกัดของแผงสวิตช์	193



รายการ	สารบัญ	หน้า
3.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบตั้งพื้น	194
4.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบตั้งพื้น	195
5.	สวิตช์เปิดปิดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKER)	196
6.	อุปกรณ์สตาร์ทมอเตอร์ (MOTOR STARTER)	197
7.	มอเตอร์ (MOTOR)	197
8.	เครื่องวัดและอุปกรณ์	198
9.	บัสบาร์ (BUSBAR) และฉนวนยึด	199
10.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์	199
11.	มิมิคบัส (MIMIC BUS) และ ป้ายอุปกรณ์ (NAMEPLATE)	200
12.	แผงควบคุมระยะไกล (REMOTE CONTROL PANEL)	200
13.	การติดตั้ง	201
14.	การทดสอบ	201
หมวดที่ 32	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	
1.	ความต้องการทั่วไป	202
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า	202
3.	การติดตั้ง	203
4.	การทดสอบ	203
หมวดที่ 33	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	
1.	ความต้องการทั่วไป	205
2.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	205
3.	ถาดสายไฟฟ้า (CABLE TRAY)	206
4.	WIRE WAY	206
5.	กล่องต่อสาย	207
6.	การติดตั้ง	207
7.	การทดสอบ	208
หมวดที่ 34	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	
1.	ความต้องการทั่วไป	209
2.	การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี	209



สารบัญ		
รายการ		หน้า
3.	การทาสีหรือพ่นสี	210
4.	ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม	210
5.	รหัสสีและสัญลักษณ์สี	212
6.	ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์	213
หมวดที่ 35	วัสดุป้องกันไฟและควันลาม	
1.	ความต้องการทั่วไป	214
2.	สมบัติของวัสดุ	214
3.	การติดตั้ง	214
หมวดที่ 36	การทดสอบ การปรับแต่ง และการทำความสะอาด	
1.	ความต้องการทั่วไป	216
2.	การทดสอบอุปกรณ์	216
3.	การทดสอบและปรับปริมาณลม	223
4.	การทำความสะอาดท่อลม	223
5.	การทดสอบระบบท่อน้ำ	223
6.	การปรับปริมาณน้ำ	224
7.	การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ	225
หมวดที่ 37	การทดสอบ การปรับแต่ง และการทำความสะอาด	
1.	ความต้องการทั่วไป	226
2.	รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน	226



หมวดที่ 1 ความต้องการทั่วไป

1 บทนำ

- (1) เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้งาน ขอบเขตของงานรวมถึงการจัดหา ติดตั้ง และ ทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ประกอบงานระบบปรับอากาศซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ใน แบบเพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- (2) วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพ ภูมิอากาศแวดล้อม ดังต่อไปนี้ -
 - ก) ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
 - ข) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.6°C (96°F)
 - ค) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30°C (86°F)
 - ง) ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
 - จ) ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยตลอดปี 55%
- (3) วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ ต้องทำให้ระดับเสียงในพื้นที่ที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ สอดคล้องกับข้อกำหนดเกี่ยวกับระดับเสียง (NC, Noise Criterion) ที่กำหนดในโครงการดังต่อไปนี้ : -

ก) ห้องเอนกประสงค์	NC-35
ข) ห้องนิทรรศการ	NC-35
ค) ออเครสตรา พิต (Orchestra Pit)	NC-20
ง) พื้นที่ใต้เวที	NC-25
จ) พื้นที่ในหอประชุม (Theatre)	NC-25
- (4) ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้-
 - ก) เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำ
 - ข) หอระบายความร้อน
 - ค) ระบบปรับอากาศ
 - ง) ระบบระบายอากาศ
 - จ) ระบบท่อสารทำความเย็น
 - ฉ) ระบบท่อน้ำ
 - ช) ระบบท่อลม
 - ซ) ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



- ณ) ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ
ญ) ระบบประกอบอื่นๆ

(5) คำจำกัดความ

คำนาม คำสรพนามที่ปรากฏในข้อกำหนด สัญญา และรายการก่อสร้าง รวมทั้งเอกสารอื่นที่แนบสัญญาให้มีความหมายตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นอกจากนี้จะมีการระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น

“เจ้าของโครงการ”	หมายถึง	เจ้าของงานก่อสร้างโครงการนี้ ตามที่ลงนามในสัญญาและมีอำนาจตามที่ ระบุในสัญญา
“ผู้คุมงาน”	หมายถึง	ผู้แทนเจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งให้ควบคุมงาน
“สถาปนิก”	หมายถึง	สถาปนิก หรือวิศวกรผู้มีนามปรากฏอยู่ในแบบและในเอกสารต่างๆ ในฐานะผู้ออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้าง
“ผู้รับจ้าง”	หมายถึง	นิติบุคคล และตัวแทนหรือลูกจ้างของนิติบุคคลที่ลงนามเป็นคู่สัญญากับเจ้าของโครงการ
“งานก่อสร้าง”	หมายถึง	งานต่างๆ ที่ได้ระบุในแบบก่อสร้างประกอบสัญญารายการก่อสร้างและ เอกสารแนบสัญญา รวมทั้งงาน ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
“แบบประกอบสัญญา”	หมายถึง	แบบก่อสร้างทั้งหมดที่มีประกอบในการทำสัญญาจ้างเหมา และแบบก่อสร้าง, ที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข และเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว
“รายละเอียดประกอบ แบบหรือข้อกำหนด”	หมายถึง	ข้อความและรายละเอียดที่กำหนด และควบคุมคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์เทคนิค และข้อตกลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่มีปรากฏหรือไม่มีปรากฏในแบบ ก่อสร้างตามสัญญานี้
“การอนุมัติ”	หมายถึง	การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้มีอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติ
“ระบบประกอบอาคาร”	หมายถึง	ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่นๆ ที่นอกเหนืองานสถาปัตยกรรมและก่อสร้าง



- (6) ขอบเขตของงาน
ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ซึ่งติดตั้ง ภายนอก และภายใน อาคารติดตั้งแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้ สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- (7) สถาบันมาตรฐาน
ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งที่ ระบุไว้ในแบบและรายละเอียด ประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาใน โครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้-
- ก) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
 - ข) ASSOCIATION OF HOME APPLIANCE MANUFACTURERS (AHAM)
 - ค) AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION, INC. (AMCA)
 - ง) AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE (ANSI)
 - จ) AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)
 - ฉ) AIRCONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (ARI)
 - ช) AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)
 - ซ) AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME)
 - ณ) AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM)
 - ญ) BRITISH STANDARD (BS)
 - ฎ) FACTORY MUTUAL (FM)
 - ฏ) INTERNATIONAL ELECTRO-TECHNICAL COMMISSION (IEC)
 - ฐ) METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY (MEA)
 - ฑ) NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
 - ฒ) NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS (NEMA)
 - ณ) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
 - ด) SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION INC. (SMACNA)
 - ต) UNDERWRITERS LABORATORIES, INC. (UL)
- (8) สถาบันตรวจสอบ
ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบใน สถาบันดังต่อไปนี้-



- ก) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค) กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- จ) สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ



หมวดที่ 2 ความรับผิดชอบ

1 การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สารานุกรมโภคต่างๆ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆ ของตนไม่ได้

2 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

- (1) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ รายการและข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัย หรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจากผู้คุมงานโดยตรง
- (2) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรม สาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง

3 พนักงาน

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่างและช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- (2) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกร ควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม
- (3) วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตาม แบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชา และวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะ ปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนไม่ได้
- (4) เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าเมื่อการปฏิบัติงานไม่ดีพอ หรืออาจเกิด ความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มี



ประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

- (5) ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติและผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคน พร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนเริ่มโครงการ

4 การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกันหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างเพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้นสำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดต่อ ดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการที่เรียกเก็บโดยหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ยกเว้นค่าประกันมิเตอร์

5 การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

- (1) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบงานในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ
- (2) ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- (3) ผู้รับจ้างต้องให้ข้อมูลกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อรวบรวม และดำเนินการติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ หรือเอกชนในการขออนุมัติใช้บริการดังกล่าว
- (4) การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ให้ ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

6 การทำงานนอกเวลาทำการปกติ

หากผู้รับจ้างมีความประสงค์ที่จะทำงานในช่วงเวลาทำงานที่เกินเวลา 8 ชั่วโมงในวันทำงานปกติและทำงานล่วงเวลาในวันอาทิตย์ วันนักขัตฤกษ์ หรือวันที่ทางราชการกำหนดให้เป็นวันหยุดราชการ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อขออนุมัติทำงานล่วงเวลา โดยทางผู้คุมงานจะเป็นผู้อนุมัติ



7 การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด (Submittal Data) ของวัสดุ อุปกรณ์เสนอผู้คุมงานเพื่ออนุมัติ ก่อนดำเนินการ ใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณ หน่วยงานโดยเด็ดขาด
- (2) รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบ เอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และ ความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา
- (3) ผู้รับจ้างต้องประทับตราเครื่องหมาย ชื่อบริษัทหรือลงชื่อกำกับเอกสารทุกชิ้นที่เสนอเพื่อขอ อนุมัติ

8 การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่อง และ อุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การ ติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอนเพื่อ ประกอบการประสานงานเสนอต่อผู้คุมงานเป็นระยะๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการ ปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

9 การจัดทำรายงานผลความคืบหน้าของงาน

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้ผู้คุมงาน จำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือน ทุกสัปดาห์ แรกของเดือนตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน
- (2) รายงานดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ -
 - ก) จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน
 - ข) จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน
 - ค) รายละเอียดงานที่ปฏิบัติ
 - ง) วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากสถาปนิก
 - จ) วันที่เสนอแบบใช้งานและรับแบบแก้ไขจากสถาปนิก
 - ฉ) เหตุการณ์พิเศษอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ



10 การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะๆ โดยผู้รับจ้างงานอาคาร หรือผู้คุม งาน ผู้เข้าร่วมประชุมต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

11 รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้คุมงาน เพื่อให้ เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

12 การทดสอบเครื่องและระบบ

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน
- (2) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
- (3) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการ และสถาปนิกอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย
- (4) รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติให้ผู้คุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ผู้คุมงานจำนวน 4 ชุด
- (5) ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่อง และระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

13 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง



14

การส่งมอบงาน

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- (2) ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้คุมงานจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- (3) การส่ง และรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วย เจ้าของโครงการ หรือ ผู้รับมอบอำนาจ ผู้คุมงานและผู้รับจ้าง

15

การรับประกัน

- (1) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 365 วันนับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- (2) ระหว่างเวลาประกัน หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่าผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้ถูกต้อง
- (3) ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- (4) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่อง อุปกรณ์ตามสัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- (5) ผู้รับจ้างจะต้องเข้าบำรุงรักษา เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ จำนวน 4 ครั้งต่อปี ตลอดระยะเวลาประกันผลงาน 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงาน
- (6) ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามาดำเนินการ จัดเปลี่ยน และซ่อมบำรุง เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับการแจ้งจากผู้ว่าจ้าง และทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ ภายใน 2 วัน หลังจากที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง



- (7) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานระบบ เครื่อง และอุปกรณ์ จำนวน 2 ครั้ง ภายในระยะเวลา 1 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงาน
- (8) ให้ผู้รับจ้างเสนอราคาให้บริการซ่อมบำรุง (MA.) หลังจากสิ้นสุดระยะเวลารับประกันผลงาน โดยเสนอราคา ค่าบริการ 1 ปี / 1 ปี

16

การบริการ

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และ บำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี
- (2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบและการบำรุงรักษาเสนอ เจ้าของโครงการ ภายใน 7 วันนับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง
- (3) 16.3 ในปี 2 ของการใช้งานผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบต่างๆ ทุกๆ 3 เดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ เสนอเจ้าของโครงการ



หมวดที่ 3 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

1 การตัด เจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคาเท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เจาะต่างๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของงาน สถาปัตยกรรม การตัด เจาะต้องแจ้งให้ผู้คุมงานทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างภายหลังการตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้ง อุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

2 การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนังพื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการหลังการติดตั้ง หลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงการ เตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียงต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ช่องเปิดเพื่อเดินท่อน้ำ, ท่อลม, ท่อร้อยสายไฟ ระหว่างชั้น (Shaft) จะต้องปิด และอุดแน่นด้วยวัสดุ ซึ่งสามารถทนไฟไม่ให้ลามระหว่างชั้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3 การจัดทำแท่นเครื่อง

- (1) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลัก วิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี
- (2) ข้อมูลต่างๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง ต้องแจ้งให้สถาปนิกและผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น



4 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึดแขวนท่อเครื่อง และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็ก ต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน ก่อนดำเนินการยึดแขวนใดๆ
- (2) ขนาด และชนิดของอุปกรณ์ยึดแขวนจะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (Safety Factor = 3)
- (3) การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีดขวางงานของระบบอื่นๆ
- (4) Expansion Shield ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ ปีกไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

5 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

- (1) ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการ ดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร
- (2) แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็น เวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้าง ละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

6 ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

- (1) ช่องเปิดต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ชาฟท์ ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้าง ต้องกำหนด ขนาดตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดย ร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำ ช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- (2) ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งใน ภายหลังรวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝาผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการ เตรียมงานล่วงหน้า



7 เพิงและโรงเรือนชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้คุมงานเรื่องตำแหน่ง สถานที่สร้างเพิง และโรงเรือนชั่วคราวสำหรับเก็บรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ก่อนนำไปติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในบริเวณที่กำหนดให้เท่านั้น อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องได้รับการป้องกันความเสียหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนนำไปใช้งาน วัสดุที่วางกองไว้ในที่โล่งต้องมีหลังคา หรือผ้าใบคลุมป้องกันฝน และแสงแดด วัสดุประเภทท่อต้องเก็บบนชั้น และห้ามกองไว้บนพื้นดิน

8 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวัน ภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าว ข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

9 การป้องกันเสียงดังรบกวนและการสั่นสะเทือน

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันเสียงดังรบกวน และการสั่นสะเทือน เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ หลังจากการติดตั้งแล้ว โดยใช้วิธีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการสั่นสะเทือน ควรจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร



หมวดที่ 4 การประสานงาน

1 การให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิก

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือต่อผู้คุมงาน และสถาปนิกในการทำงานตรวจสอบ วัด เทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตาม สมควรแก่กรณี

2 การติดต่อประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับ แผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าว ที่ทำให้มีผลเสียหายต่อโครงการเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการติดต่อประสานงาน เช่น

- ก) การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
- ข) การใช้เครื่องอำนวยความสะดวกร่วมกัน เช่น นักร้าน การปฐมพยาบาล
- ค) การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ
- ง) ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
- จ) ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
- ฉ) หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกิดกำหนด
- ช) การประสานงานในด้านมณฑนากร

หากพื้นที่ใดของอาคารที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่ง ทั้งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือทราบว่าจะมีการตกแต่งในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับสถาปนิก และมณฑนากรโดยใกล้ชิด เพื่อให้งานเตรียมการเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ



หมวดที่ 5 ความปลอดภัยและการป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

1 ความปลอดภัยและการป้องกัน

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสียบาดเจ็บและเสียหายกับ
 - ก) พนักงานและบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
 - ข) วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
 - ค) อาคารวัตถุอื่นๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภคต่างๆ
- (2) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใดๆ ก็ตามอันเนื่องมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง
- (3) ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงที่เหมาะสม เช่น เครื่องดับเพลิงไหม้

2 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

บริเวณสำนักงานชั่วคราวของผู้รับจ้าง ต้องจัดให้มีเครื่องเวชภัณฑ์ในการปฐมพยาบาล อุปกรณ์ช่วยชีวิต ยาสามัญประจำบ้านเก็บไว้ในที่ซึ่งเห็นและหยิบใช้ได้ง่าย

3 รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ ที่ไม่คาดคะเนเกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกายหรือ อุบัติเหตุ ให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเหตุที่เกิดขึ้นให้ผู้คุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษรในทันที

4 การป้องกันการล่นง้ำเขตที่

ผู้รับจ้างต้องจำกัดเขตก่อสร้างมิให้เกิดการล่นง้ำ บุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงนอกบริเวณก่อสร้าง และดูแลมิให้พนักงานของตนบุกรุกเข้าไปในเขตที่ของผู้อื่นด้วย ขณะเดียวกันก็ป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด ทั้งใน และนอกเวลาปฏิบัติงาน



5 การป้องกันสถานที่สาธารณะและสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องไม่นำเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณก่อสร้างไปวางกีดขวางการสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไป รวมทั้งไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่สาธารณะ และสาธารณูปโภค ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพที่ดีเดิมโดยมิชักช้า และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6 การป้องกันสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและใต้ดิน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างบริเวณข้างเคียงและที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก ในระหว่างการทำงานก่อสร้างหากเกิดความเสียหายขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสภาพที่ดีเดิมโดยมิชักช้า ในกรณีที่ผู้คุมงานเห็นว่าการป้องกันที่ผู้รับจ้างได้ทำไว้ไม่ดีพอ ผู้คุมงานอาจมีคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นตามที่เห็นสมควร

7 ของมีค่าและวัตถุโบราณ

ของมีค่า และวัตถุโบราณที่ขุดพบในบริเวณก่อสร้าง หรือเขตที่ดินของเจ้าของโครงการ ให้มอบไว้กับเจ้าของโครงการ การกระทำใดๆ อันแสดงเจตนาปกปิด หรือถือเป็นการสมสิทธิ์ส่วนตัว เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะแจ้งต่อเจ้าหน้าที่บ้านเมืองให้ ดำเนินการตามกฎหมาย



หมวดที่ 6 วัสดุและอุปกรณ์

1 วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

- (1) เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน
เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่ามีคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอ หรือไม่เทียบเท่า
ตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่ เจ้าของโครงการต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้
เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า
- (2) หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ใน
รายละเอียดหรือแสดงตัวอย่างไว้แก่เจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหา
ผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทนพร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบกับรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อเจ้าของโครงการโดยมิชักช้า
- (3) ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซม
หรือเปลี่ยนให้ใหม่ตามความเห็นชอบของเจ้าของโครงการหรือผู้คุมงาน

2 เครื่องมือ

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องมือแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัย
สำหรับการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน
เจ้าของโครงการมีสิทธิ์ที่จะขอให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการ
ใช้งาน

3 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ายังหน่วยงาน

- (1) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่อง อุปกรณ์มายัง
หน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- (2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมายกำหนดการนำเครื่อง อุปกรณ์เข้ายังหน่วยงาน และแจ้งให้ผู้คุมงาน
ทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ
ที่เกี่ยวข้อง
- (3) เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้างต้องนำเอกสารการส่งของมอบให้ผู้คุมงานทราบ
เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



4 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวกหากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้า เมื่อเครื่อง อุปกรณ์มาถึงหน่วยงานผู้คุมงานจะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

5 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

6 ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิคขนาดและ รูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่ผู้คุมงานต้องการ ตัวอย่างทุกชิ้นจะส่งคืนให้ผู้รับจ้างก่อนสิ้นสุดโครงการ
- (2) ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่าง หรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่ผู้คุมงานกำหนด เมื่อวิธี และการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

7 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์

- (1) การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ติ ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของโครงการเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วันก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- (2) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้คุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต



(3) ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

8 รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ จะต้องมีความหมายที่มองเห็นได้ง่าย

9 การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด แสดงวิธีการติดตั้ง และเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้คุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

10 การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และการทาสีมาแล้วจากโรงงาน ผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของผู้คุมงาน



หมวดที่ 7 แบบ และหนังสือคู่มือ

1 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการ และสถานที่ติดตั้งจริง

2 ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุอุปกรณ์ และเอกสาร สัญญา ผู้รับจ้างต้องยึดถือแบบรูปรายการก่อสร้างตามสัญญาเป็นเกณฑ์ และนำเสนอแบบใช้งาน (SHOP DRAWING) เพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา

3 แบบประกอบสัญญา

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นแบบที่ต้องยึดถือเป็นขอบเขตสำคัญหลักการทำงานของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น
ในการติดตั้งจริงผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย
ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้เกิดการติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการนำเสนอเพื่อพิจารณางานเพิ่ม-ลดต่อคณะกรรมการ

4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่น เสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้คุมงานก่อนการติดตั้ง วิศวกรผู้รับ

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



ผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

- (2) ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นๆ กำกับ
- (3) ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- (4) แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้คุมงาน ผู้คุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- (5) ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้น ทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- (6) แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้คุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- (7) แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้วต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้คุมงานอีก 4 ชุด และอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

5 แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

- (1) ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิด หรือถมดิน



- (2) แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตรฐาน และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้ มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- (3) แบบสร้างจริงทั้งหมด ต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้าง และส่งให้ผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบก่อน กำหนดการทดสอบเครื่อง และการใช้งานจริงของระบบ

6 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- (1) หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้อง
- (2) จัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ -
 - ก) ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data)
 - ข) ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้งซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (Installation, Operation And Maintenance Manual) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์
 - ค) ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (Test Report)
 - ง) ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และขอแนะนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (Recommend Spare Parts List)
 - จ) ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี
- (3) หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้คุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติ ก่อนการ ส่งฉบับจริง



หมวดที่ 8 เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ PACKAGED WATER COOLED CHILLER

1 ความต้องการทั่วไป

เนื่องจากความต้องการทางด้านสมรรถนะและลักษณะโหลดของโครงการเครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่องไม่จำเป็นต้องเป็น ผลิตภัณฑ์เดียวกัน แต่จะต้องเป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิตประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ และ ผ่านการทดสอบ

Performance ตามมาตรฐาน AHRI 550/590 โดยผู้รับจ้างจะต้องแนบใบรับรองสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องที่ออกให้โดยโรงงานผู้ผลิตมาพร้อมกับการส่งมอบเครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่อง

- (1) เครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์แบบ แรงเหวี่ยง (Centrifugal), สกรอล (Scroll) หรือแบบ สกรู (Screw) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมเพรสเซอร์ และวงจรสารทำความเย็น, คอนเดนเซอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ, แผงควบคุม (Compressors with Single/Dual Refrigerant Circuit, Water Cooled Condensers, Water Coolers, Control Panel) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต ซึ่ง อุปกรณ์ทั้งหมดต้องติดตั้งอยู่บนโครงฐานโลหะชุดเดียวกัน มอเตอร์, อีวาเพอเรเตอร์ (Evaporator), คอนเดนเซอร์ (Condenser), อีโคโนไมเซอร์ (Economizer), ระบบหล่อลื่น, ระบบไฟฟ้า และระบบควบคุมแบบไมโครโปรเซสเซอร์ และอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และจะต้องออกแบบมาให้ใช้กับสารทำความเย็น R-134A หรือ สารทำความเย็นอื่นที่จะใช้ทดแทนในอนาคต ซึ่งเป็นสารที่มีค่า ODP = 0 และมีค่า GWP ต่ำ
- (2) เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือน (Vibration Isolators) ซึ่งเลือก และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต แต่ทั้งนี้ต้องไม่ น้อยไปกว่าที่ระบุตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องตามสภาพลักษณะโครงสร้างอาคารบริเวณที่ใช้ติดตั้ง และเครื่องทำน้ำเย็นทั้งชุดจะติดตั้งอยู่บนรากฐานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เรียบ และได้ระดับผิวบนสูงจากระดับผิวไม่น้อยกว่า 150 มม.(6 นิ้ว)
- (3) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์เบื้องต้นนี้
 - ก) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ที่ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำคอนเดนเซอร์ทั้งท่อส่งและท่อกลับ
 - ข) เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ที่ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำคอนเดนเซอร์ทั้งท่อส่งและท่อกลับ
 - ค) สวิตช์ความดัน (Flow Switches) ที่ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำคอนเดนเซอร์ทั้งท่อส่งและท่อ

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



กลับ

- ง) อุปกรณ์ตรวจจับ หรืออุปกรณ์ส่งสัญญาณอุณหภูมิควบคุม (Control Temperature Transmitter or Sensor) ที่ท่อน้ำเย็น และท่อน้ำคอนเดนเซอร์ ทั้งท่อส่ง และท่อกลับ
- จ) อุปกรณ์สั่งตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิ น้ำต่ำ (Low Water Temperature Cut-Out) ที่ท่อน้ำเย็นและท่อน้ำคอนเดนเซอร์ ทั้งท่อส่งและท่อกลับ
- ฉ) อุปกรณ์ตรวจวัด อื่นๆ ตามที่ระบุในแบบระบบบริหารจัดการระบบผลิตน้ำเย็น (Chiller Plant Management System)

หมายเหตุ ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- (4) ชุดเครื่องมือสำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็น 1 ชุด ต่อ 1 unit เครื่องมือจะต้องประกอบไปด้วย คู่มือมาตรฐาน (Standard Handbook) ต่างๆ ตามที่ระบุใน แคตตาล็อก มาตรฐาน (Standard Catalog) หรือคู่มือของผู้ผลิต

2

คุณลักษณะของเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยชนิดแรงเหวี่ยง

(CENTRIFUGAL CHILLER)

- (1) คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR)
คอมเพรสเซอร์ต้องเป็นชนิด Centrifugal ที่มีใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Single stage หรือ Multi stage ทำมาจากโลหะอลูมิเนียมอัลลอยด์ (Aluminum Alloy) ใบพัดและแกนเพลารองรับด้วย Axial Bearing และ Radial Bearing เพื่อลดแรงสั่นสะเทือน และได้รับการออกแบบ ติดตั้ง และปรับสมดุลมาจากโรงงานผู้ผลิต
- (2) อุปกรณ์ทำน้ำเย็น (EVAPORATOR)
อีวาเพอเรเตอร์ต้องเป็นชนิด เชลล์แอนด์ทิว (Shell & Tube) โครงสร้างของเปลือกภายนอก (Shell) ทำมาจากเหล็กกล้า (Carbon steel) ได้รับการออกแบบ ผลิต และทดสอบตามมาตรฐาน ASME Boiler and Pressure Vessel Code หรือ มาตรฐานถังแรงดัน (Pressure Vessel Code) ของมาตรฐานอื่นที่เหมาะสม ท่อสารความเย็นทำมาจากท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บยึดติดกับโครงภายนอก (Shell) ในลักษณะที่ใส่สารความเย็นไหลอยู่ภายในโครง (Shell) และน้ำไหลอยู่ภายในท่อ (Tube) ทนความดันใช้งาน (Water Side Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (kPa) หรือ 1,723 กิโลปาสกาล (kPa) ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ ผ่านการทดสอบที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน มีค่าฟิล์มตะกรัน (ฟาวลิง เฟคเตอร์ (Fouling Factor)) ไม่เกิน 0.000018 m²/K/W (0.0001 FT².Hr.°F/Btu) พร้อมทั้งมีช่องกระจก (Sight Glass) และอุปกรณ์นิรภัยติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



(3) อุปกรณ์ระบายความร้อน (CONDENSER)
คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด เซลล์แอนด์ทิว (Shell & Tube) โครงสร้างของเปลือกภายนอก (Shell) ทำมาจากเหล็กกล้า (Carbon steel) ได้รับการออกแบบ ผลิต และทดสอบตามมาตรฐาน ASME Boiler and Pressure Vessel Code หรือ มาตรฐานถังแรงดัน (Pressure Vessel Code) ของมาตรฐานอื่นที่เหมาะสม ท่อสารความเย็นทำมาจากท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บยึดติดกับโครงภายนอก (Shell) ในลักษณะที่ท่อสารความเย็นไหลอยู่ภายในโครง (Shell) และน้ำไหลอยู่ภายในท่อ (Tube) ทนความดันใช้งาน (Water Side Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (kPa) หรือ 1,723 กิโลปาสกาล (kPa) ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ ผ่านการทดสอบที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน มีค่าฟิล์ม ตะกรัน (ฟาวลิง เฟคเตอร์ (Fouling Factor)) ไม่เกิน $0.000044 \text{ m}^2\text{K/W}$ ($0.00025 \text{ FT}^2\text{Hr.}^\circ\text{F/Btu}$) พร้อมทั้งมี Sight Glass และอุปกรณ์นิรภัยติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต

(4) ระบบหล่อลื่น (LUBRICATION SYSTEM)
ระบบหล่อลื่นภายในคอมเพรสเซอร์เป็นแบบใช้แรงดัน (Forced Feed) อันประกอบไปด้วยปั๊ม, คูเลออร์, อ่างเก็บน้ำมัน, ตัวกรองน้ำมันและอื่นๆ ที่จำเป็น ระบบหล่อลื่นนี้จะต้องมีอุปกรณ์อุ่นน้ำมัน (Crankcase Heater) สำหรับอุ่นน้ำมันในอ่างทั้งในขณะเริ่มเดิน, หยุด และในระหว่างเวลาทำงานตามปกติ ระบบควบคุมน้ำมันหล่อลื่นในระบบหล่อลื่นสำหรับคอมเพรสเซอร์และชุดเฟืองทดรอบ (Gear Box) จะต้องมียูนิทตรวจสอบอุณหภูมิเพื่อแสดงอุณหภูมิของตลับลูกปืน (Bearing) หรืออุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น เครื่องทำความร้อนอุ่นน้ำมันในระบบที่น้ำมันหล่อลื่นมีโอกาสสัมผัสโดยตรงกับสารทำความเย็น จะต้องมียูนิททำความร้อนสำหรับอุ่นน้ำมันเพื่อป้องกัน น้ำมันหล่อลื่นเกิดฟองในขณะที่สารทำความเย็นเปลี่ยนความดัน ระบบระบายความร้อนสำหรับ Oil Cooler และอื่นๆ ที่จำเป็นให้ใช้สารทำความเย็น หรือน้ำระบายความร้อนของหอระบายความร้อนหรือใช้น้ำเย็น (Chilled Water) เท่านั้น ไม่ อนุญาตให้ใช้น้ำประปาสำหรับระบบนี้

3 ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุม (ELECTRICAL CONTROL SYSTEM)

(1) มอเตอร์ และระบบขับเคลื่อน (DRIVE AND MOTOR)
คอมเพรสเซอร์ถูกขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) หรือใช้เฟืองทดรอบ (Gear Drive) โดยใช้อุปกรณ์ชนิดปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยสารทำความเย็น (Hermetic Type - Refrigerant Cooled) หรือกึ่งปิดมิดชิด (Semi-Hermetic (Accessible & Serviceable)) หรือ แบบเปิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Open Type - Air Cooled) ตามมาตรฐานผู้ผลิต มอเตอร์ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ /3 เฟส / 50 เฮิร์ต



ขดลวดของมอเตอร์ต้องอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายจากความร้อน (Thermal Protection Device) เพื่อความปลอดภัยติดตั้งฝังอยู่

- (2) อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็น (REFRIGERANT FLOW CONTROL)
คอมเพรสเซอร์แต่ละเครื่องจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมสมรรถนะให้คอมเพรสเซอร์สามารถทำงานอยู่ระหว่างค่าต่ำสุด ค่าความสามารถปรับและควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นให้อยู่ระหว่าง 30% ถึง 100% ของความสามารถ สูงสุด ได้โดยอัตโนมัติ (Micro-Processor Control) อุปกรณ์ควบคุมสมรรถนะต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของ ผู้ผลิต เช่น ชุดควบคุมใบปรับขนาดทางเข้าของสารทำความเย็น (Modulated Inlet Guide Vane ทำหน้าที่ปรับปริมาณสารทำความเย็นให้เหมาะสมเพื่อรักษาอุณหภูมิน้ำออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้คงที่
- (3) อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (CONTROLLER)
อุปกรณ์ควบคุม (CONTROLLER DEVICES)
แผงควบคุมของเครื่องทำน้ำเย็น (Unit Control Panel) มีจอแสดงผลเป็น แอลซีดี (LCD) หรือ เอลอีดี (LED) ผลที่แสดงออกเป็นภาษา (Plain Language) ที่เข้าถึงข้อมูลหรือตัวแปรได้โดยตรงไม่เป็นเลขรหัส (Numeric Code) และต้องมีความสามารถเชื่อมต่อกับระบบบริหารจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Management System (CMS)) อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ภายในเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องติดตั้งเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และจะต้องใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ, แรงดัน และความถี่ของสภาพงานนั้นๆ และจะต้องใช้งานที่ความดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 โวลต์ โดยหน้าที่การควบคุมการทำงานของ ชุดควบคุมต้องมีอุปกรณ์ประกอบหลักดังนี้
 - ก) ชุดควบคุมความปลอดภัย (Safety Control)
 - ข) ชุดควบคุมการหยุดทำงานของระบบ (System Shutdown Control)
 - ค) ชุดควบคุมการทำงานแบบไซคลิง (System Cycling Control)
 - ง) ชุดควบคุมการกระแสไฟฟ้าในมอเตอร์ (Motor Current Limiting Control)
 - จ) ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำเย็นออกจากเครื่องทำน้ำเย็น (Leaving Chilled Water Temperature Control)
- (4) อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (SAFETY DEVICES)
อุปกรณ์ควบคุมจะต้องสั่งการให้เครื่องทำน้ำเย็นหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้นกับเครื่องอุปกรณ์ทางด้านความปลอดภัยจะต้องถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ, แรงดัน และความถี่ของสภาพงานนั้นๆ และจะต้องใช้งานที่ความดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 โวลต์ สภาวะต่อไปนี้เมื่อเกิดขึ้นเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องหยุดการทำงานและต้องแสดงสภาวะดังกล่าวขึ้นที่แผงควบคุม



- ก) กระแสไฟฟ้าเกินในมอเตอร์ (Motor Over Current)
 - ข) แรงดันไฟฟ้าตก หรือเกิน (Under/Over Voltage)
 - ค) น้ำมันหล่อลื่นแบร์ริงอุณหภูมิสูง (Bearing Oil High Temperature)
 - ง) มอเตอร์อุณหภูมิสูง (High Motor Temperature)
 - จ) ความดันในคอนเดนเซอร์สูง (High Condenser Pressure)
 - ฉ) อุณหภูมิสารทำความเย็นในอีวาเพอเรเตอร์ต่ำ (Low Evaporator Refrigerant Temperature)
 - ช) ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ (Low Oil Pressure)
 - ซ) ไม่มีน้ำไหลผ่าน คูลเลอร์ หรือ คอนเดนเซอร์ (Loss of Cooler/Condenser Water Flow)
- (5) ชุดสตาร์ทเตอร์ (COMPRESSOR MOTOR STARTER)
- แผงสตาร์ทเตอร์ (Starter Panel) หรือตู้สตาร์ทเตอร์เป็นแบบ ติดตั้งมากับเครื่องทำน้ำเย็น (Unit-Mounted) หรือ ติดตั้งแยก (Remote-Mounted) หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้แบบ ติดตั้งแยก (Remote-Mounted) ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ ระบบช่วยสตาร์ทเป็น ชนิดใดชนิดหนึ่ง ต่อไปนี้ ออโตทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Auto-transformer) สตาร์-เดลต้า (Star-Delta) โซลิดสเตตพร้อมอุปกรณ์ป้องกันความถี่ฮาร์โมนิก (Solid state with Harmonic Protection Device) หรือ อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนความเร็วรอบ (Variable Speed Drive (VSD)) ตามที่ระบุในแบบ ออกแบบมาใช้กับแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์/3 เฟส/50 เฮิร์ต
- ส่วนประกอบของชุดสตาร์ทเตอร์ต้องมี แผงสวิตช์ตัดต่อวงจรอัตโนมัติ (Circuit Breaker Panel) โดย แผงสวิตช์ตัดต่อวงจรอัตโนมัติ (Circuit Breaker Panel) นี้ต้องมีอุปกรณ์ ประกอบเพื่อการใช้งานดังต่อไปนี้
- ก) เปลือกหุ้ม (Enclosure) ชั้น IP 31 ตามมาตรฐาน IEC หรือสูงกว่า
 - ข) บัสบาร์ ตัวยึดจับ และอุปกรณ์ประกอบ (Bus Bar, Holder and Accessories)
 - ค) สวิตช์ตัดต่อวงจรอัตโนมัติพร้อมกับตัวล็อกแบบกล (Circuit Breaker with Pad Lock Mechanism)
 - ง) ฟิวส์ และไฟแสดงสถานะ (Fuse and Pilot Lamp)
 - จ) มาตรวัดกระแสไฟฟ้าชนิด 3 เฟส พร้อมด้วยสวิตช์ เลือกเฟส (3 Phase Ammeter with Phase Selector)
 - ฉ) มาตรวัดแรงดันไฟฟ้าชนิด 3 เฟส พร้อมด้วยสวิตช์ เลือกเฟส (3 Phase Voltmeter with Phase Selector)
 - ช) มาตรวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Kilowatt-Hour Meter)
 - ซ) รีเลย์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก หรือเกิน (Under and Over Voltage Protection Relay)



ชุดสตาร์ทเตอร์แบบปรับความเร็วรอบ (Variable Speed Drive (VSD)) ต้องออกแบบมาเพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 400/380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต และจะต้องติดตั้งประกอบสำเร็จ และทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น ชุด VSD ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์กรองความถี่ฮาร์โมนิก (Harmonic Filter) ตามมาตรฐาน IEEE 519-1992 โดยจะต้องติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุม (Control and power panel) และจะต้องอ่านค่า ความถี่ฮาร์โมนิกรวม และกระแสฮาร์โมนิกรวม (Total Harmonic Distortion & Total Current Demand Distortion) ได้บนแผงตู้ควบคุม (Control panel)

(6) ชุดอุปกรณ์ควบคุมและตัวแสดงผลอื่นๆ (Control & Monitor System)

ก) ชุดควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand Limited Device) สำหรับตั้งปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดให้กับมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ และป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์เกิน 105 เปอร์เซ็นต์ของกระแสไฟฟ้าเต็มกำลัง จะต้องแนบกราฟแสดงสมรรถนะ (Performance Curve) และข้อมูลทางด้านเทคนิค เพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติ

ข) จอแสดงผล (Monitoring) สำหรับการอ่านค่าต่างๆ เพื่อดูการทำงานและค่าความผิดปกติหรือใช้ในการตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาอื่นๆ เบื้องต้น โดย จอแสดงผล (Monitoring) ต้องแสดงผลเหล่านี้ภายในหน้าจอแบบดิจิทัล (Digital Monitor)

- วันที่ และเวลา (Date and Time of Day)
- ชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Operating Hour)
- อุณหภูมิน้ำเย็น เข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็น (Entering/Leaving Chilled Water Temperature)
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็น (Entering/Leaving Condenser Water Temperature)
- ความดันแตกต่างของน้ำมันหล่อลื่น (Differential Oil Pressure)
- สัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของกระแสไฟฟ้าในมอเตอร์เมื่อเทียบกับกระแสที่ภาวะทำงานเต็มพิกัด (Motor Current in % Full Load AMP)
- กราฟแสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์แบบต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วัน
Trend log of up to 7 days)

ค) ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระทำความเย็นไม่เต็มพิกัดทำความเย็น (Partial Load Performance) ตั้งแต่ค่าต่ำสุด (Minimum) ถึงสูงสุด (Maximum) ที่สภาวะอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนรวมทั้งรวมถึงค่าแสดงอัตราการกินไฟฟ้าที่ภาระทำความเย็น ตั้งแต่ค่าต่ำสุด (Minimum) ถึงสูงสุด (Maximum) โดยต้องแนบ เป็นเอกสารเพื่อขออนุมัติทุกครั้ง



4 อุปกรณ์ระบบท่อน้ำ (PIPING SYSTEM)

- (1) ชนิดของวอเตอร์บ็อกซ์ (water Boxes) สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ วอเตอร์บ็อกซ์ (water Boxes) สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำจะมี 2 ชุด คือ
ก) วอเตอร์บ็อกซ์ (water Boxes) ที่ต่อเข้ากับ อีวาเพอเรเตอร์ (Evaporator)
ข) วอเตอร์บ็อกซ์ (water Boxes) ที่ต่อเข้ากับ คอนเดนเซอร์ (Condenser)
โดย Water Boxes มี 2 ชนิดได้แก่ standard Water Boxes (ต่อท่อจากด้านบน) และ Marine Water Boxes (ต่อท่อจากด้านล่าง) โดยการเลือกใช้ให้คำนึงถึงพื้นที่การติดตั้ง และการบำรุงรักษาเป็นหลักหรือเป็นไปตามที่ระบุ ในแบบหากไม่ได้ระบุชนิดกำหนดให้ใช้ชนิด วอเตอร์บ็อกซ์ (water Boxes) มาตรฐาน
- (2) คุณสมบัติของ Water Boxes สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ทำมาจาก เหล็ก และได้รับการออกแบบมาให้สามารถถอดเข้าออกจากตัวเครื่องทำน้ำเย็นได้ออกแบบให้ สามารถทน ความดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (kPa) หรือ 1,723 กิโลปาสกาล (kPa) ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์และผ่านการทดสอบที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน ต่อเข้ากับระบบท่อน้ำเป็นข้อต่อชนิดหน้าแปลน (Flanged Connection) หรือชนิดแหวนประกบ (Victaulic Connection)

5 อุปกรณ์ประกอบ (ACCESSORIES)

- (1) ฉนวน (INSULATION)
ผิวส่วนที่เย็นของเครื่องทำน้ำเย็น เช่น Evaporator, Water Boxes และท่อสารความเย็น ด้าน Suction ซึ่งมี โอกาสเกิด Condensation จะต้องหุ้มด้วยฉนวนไม่ลามไฟชนิดเซลล์ปิด (Closed Cell) ฉนวนต้องมีค่าความนำความร้อน ไม่เกิน 0.040 W/m²°K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C มีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร โดยผู้รับจ้างต้องทำการเก็บ งานในช่วงรอยต่อของฉนวนให้เรียบร้อยเพื่อไม่ให้เกิดหยดน้ำ(Condensation) ในช่วงรอยต่อของฉนวน
- (2) อุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATOR)
ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือนเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องทำน้ำเย็นถ่ายเทไปสู่ โครงสร้างซึ่งเครื่องติดตั้งอยู่ดังนี้
ก) Rubber Pad หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งบนพื้นซึ่งติดกับพื้นดิน (On Grade) หรือสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งในอาคารห้องเครื่อง (Technical Building) ซึ่งแยกออกจาก อาคารใช้งาน
ข) Steel Spring ที่มีค่าการยุบตัว (Deflection) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้ง บนชั้นทั่วไปของอาคารใช้งาน ทั้งผู้รับจ้างการเลือกใช้อุปกรณ์ลด



แรงสั่นสะเทือนต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการติดตั้ง

(3) อุปกรณ์ประกอบเครื่องอื่นๆ (OTHER ACCESSORIES)

นอกจากอุปกรณ์ประกอบตามหัวข้อที่ 5.1 และ 5.2 ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ และอุปกรณ์ประกอบบางรายการทางผู้ผลิตจะต้องให้คำแนะนำเพียงพอให้เครื่องทำงานได้สมบูรณ์ ในการใช้งานดังนี้

- ก) Flexible Pipe Connectors
- ข) Water Flow Switches, Paddle Type
- ค) Thermometers
- ง) Pressure Gauges
- จ) Brushes and Jointed Rods (2 Sets)
- ฉ) อื่นๆ ที่จำเป็น

ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างดูแบบขยายทั่วไปของระบบปรับอากาศประกอบเพื่อความถูกต้องของตำแหน่งติดตั้ง และจำนวนอุปกรณ์

6 ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER MANAGEMENT SYSTEM, CMS)

โดยระบบ ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (CMS) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นที่เลือกใช้ แอปพลิเคชัน (Application Program) ที่พัฒนาขึ้น จะต้องสามารถใช้ควบคุมและเชื่อมต่อกับ แผงควบคุม (Unit Control Panel) ของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องได้โดยตรงโดยไม่มีการ ดัดแปลงหรือเพิ่มเติม และสามารถทำการเชื่อมต่อแบบโพรโตคอลมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ (International Protocol) เช่น BACNET รวมทั้งทำการเชื่อมต่อ สัญญาณ และการควบคุมโดยตรงกับระบบบริหารจัดการอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System (BAS)) ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (CMS) จะประกอบด้วยส่วน 3 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนฮาร์ดแวร์ (HARDWARE)

- ก) โครงสร้างของระบบ (ARCHITECTURE CONFIGURATION)
 - ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบด้วยเครือข่ายของสถานีทำงาน (Workstation), เครื่องพิมพ์ (Printer), เกทเวย์ (Gateway) และชุดอุปกรณ์ในระบบที่ติดตั้งในพื้นที่ (Field Installation Device (FID)) ดังนี้



- 1 สถานีทำงาน (Operator Workstation)
 - 1 เครื่องพิมพ์รายงาน (Report Printer) และ 1 เครื่องพิมพ์คำเตือนของระบบ (Alarm Printer)
 - อุปกรณ์ที่ติดตั้งในพื้นที่ (Field Installation Controller (FID)) เพื่อรับส่งสัญญาณและการควบคุมอุปกรณ์อื่น ที่ไม่ใช่ ชุดควบคุม (UCP) ของเครื่องทำน้ำเย็น
 - ฐานข้อมูล (Data Bases) จะต้องสามารถดาวน์โหลด และอัปโหลด (Download/Upload) จาก สถานีทำงาน (Workstation) ได้ตามความต้องการ
 - ฐานข้อมูล (Data Bases) และข้อมูลประวัติจะต้องสามารถถ่ายทอกลับไป/มาได้ ระหว่างสถานีทำงาน (Operator Workstation) ด้วยกันตามความต้องการ
 - ฐานข้อมูล (Data Bases) ต่อไปนี้จะต้องถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อที่ว่าหากเกิดความผิดพลาด (Failure) ขึ้นกับอุปกรณ์ ตัวใดตัวหนึ่งจะไม่มีผลให้ทั้งระบบเสียหาย
 - พาสเวิร์ด (Password)
 - กราฟิก (Graphics)
 - ความหมาย และชื่อของพอยต์ (Point Definitions Including Point Name)
 - ข้อความแจ้งเหตุ และคุณลักษณะของการจัดการการแจ้งเหตุ Alarm Management Feature and Alarm Messages
 - ตารางเวลา (Time Schedule)
 - พอยต์ข้อมูลการทำงานในอดีต และข้อมูลการทำงานในอดีต (Point History Feature and Historical Data)
 - พอยต์ข้อมูลการทำงานแบบต่อเนื่องและข้อมูลการทำงานแบบต่อเนื่อง (Point Trend Feature and Trend Data)
 - การจำกัดความต้องการใช้พลังงาน และโหลดเซตติง (Demand Limiting/Load Shedding Feature)
 - ผลรวมของค่าต่างๆในระบบและข้อมูลของแต่ละผลรวม (Totalization Feature and Totalization Data)
- ในกรณีที่ Data Gateway เกิดอาการผิดปกติและต้องสามารถตรวจจับได้โดย Workstation ข้อมูลจะต้องถูกเก็บและถูก Download โดยอัตโนมัติ
- ข) เครือข่ายของการสื่อสารข้อมูล (COMMUNICATION NETWORK)
- เครือข่ายของการสื่อสารข้อมูล (Local Area Network) ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง สถานีการทำงาน (Workstation) กับชุดควบคุมต่างๆ จะต้องเป็นเครือข่ายที่ได้



มาตรฐานหรือได้มาตรฐานตามที่แนะนำ เช่น ทอเคนริง (Token Ring), อาร์คเน็ต (Arcnet), อีเธอร์เน็ต (Ethernet) หรือ เทียบเท่า

- เครือข่ายของระบบสายสื่อสารข้อมูลจะต้องมีระบบที่สามารถ ปรับระบบ (Re-Configuration) ตัวเองได้ เพื่อที่จะให้ระบบโดยรวมยังคงสามารถใช้งานต่อไปได้ สมบูรณ์มากที่สุดในการนี้เครือข่ายได้รับ ความเสียหาย
- สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายแกนในระบบสายข้อมูลจะต้องเป็นสายทวิสต์แพร์พร้อม ชิลด์และฟอยล์ (Twisted Pair Shield with Foil ขนาด 20 AWG หรือตาม คำแนะนำของผู้ผลิต
- สถานีการทำงาน (Work Station) จะต้องเป็นคอมพิวเตอร์ความสามารถต่อไปนี้

เซิร์ฟเวอร์ (Server)

โพรเซสเซอร์ (Processor) :	Core i5 3.3 GHz. หรือดีกว่า
หน่วยความจำ (Memory) :	8 GB DDR4 ECC UDIMM 2666MT/s Up to 48GB หรือ มากกว่า
ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) :	SAS 3 X 300 GB (Raid 5) Hot Plug หรือสูงกว่า
ซีดีรอม (CD-ROM) :	Internal IDE DVD-ROM Speed 16X หรือสูงกว่า
การเพิ่มขยาย (Expandable) :	3 PCI, 6 USB (2 front, 4 rear)
การเชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค (Network Interface) :	10/100/1000 Mbps Ethernet LAN Adapter หรือสูงกว่า
การระบายความร้อน (Cooling System) :	พัดลมระบายอากาศพร้อมพัดลม สำรอง (Redundant Cooling Fan) จำนวน 2 ชุด ขึ้นไป
ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power Supply) :	ระบบจ่ายพลังงานพร้อมชุดจ่าย พลังงานสำรอง (Redundant Power Supply) จำนวน 2 ชุด ขึ้นไป
จอแสดงผล (Monitor) :	แอลซีดี (LCD) 24" หรือใหญ่กว่า
กราฟิก (Graphics) :	SVGA หรือดีกว่า

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



คีย์บอร์ด (Keyboard)	:	มาตรฐาน ไทย/อังกฤษ
เมาส์ (Mouse)	:	ออฟติคอลเมาส์ (Optical Mouse)

สถานีทำงาน (Work Station)

โพรเซสเซอร์ (Processor)	:	Core i5 3.3 GHz. หรือดีกว่า
หน่วยความจำ (Memory)	:	8GB (1x8GB) DDR4 3200MHz UDIMM Up to 48GB หรือมากกว่า
ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk)	:	256GB PCIe NVMe M.2 SSD + 1TB SATA 3.5" 7200rpm HDD หรือสูงกว่า
ซีดีรอม (CD-ROM)	:	Internal IDE DVD-Rom Speed 16X หรือสูงกว่า
การเพิ่มขยาย (Expandable)	:	3 PCI, 6 USB (2 front, 4 rear)
การเชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค Network Interface	:	10/100/1000 Mbps Ethernet L AN Adapter หรือสูงกว่า
จอแสดงผล (Monitor)	:	LCD 24" หรือใหญ่กว่า
กราฟิก (Graphics)	:	SVGA หรือดีกว่า
คีย์บอร์ด (Keyboard)	:	มาตรฐาน ไทย/อังกฤษ
เมาส์ (Mouse)	:	ออฟติคอลเมาส์ (Optical Mouse)
ซอฟต์แวร์ (Software)	:	Window 11 Pro. หรือดีกว่า

Printer

- เครื่องพิมพ์เลเซอร์ (Laser Printer) 1200 dpi หรือดีกว่า
พร้อมพอร์ต (USB port)
- ในกรณีที่เครื่องพิมพ์สัญญาณเตือน (Alarm Printer) ชำรุด, เสีย
หรือปิดอยู่ ข้อความเตือน (Alarm Message) จะต้องถูกแจ้งออก
ทางเครื่องพิมพ์รายงาน (Report Printer) โดยอัตโนมัติทันที
- ในกรณีที่ข้อความเตือน (Alarm Message) ไม่สามารถพิมพ์ออก ทาง
เครื่องพิมพ์รายงาน (Report Printer) ได้ ข้อความเตือน (Alarm
Message) จะต้องถูกเก็บไว้ในเกตเวย์ข้อมูล (Data Gateway)
รอจนกระทั่งเครื่องพิมพ์เครื่องใด เครื่องหนึ่ง ถูกต่อเข้า
กับระบบข้อความเตือน (Alarm Message) จะต้องถูกส่งออกพิมพ์



ทันที

- ค) เกตเวย์สำหรับข้อมูล (DATA GATEWAY)
แบตเตอรี่สำรองขนาด 48 ชั่วโมง เพื่อรักษาหน่วยความจำ จะต้องจัดหาไว้ให้เกตเวย์ (Gateway) แต่ละชุด เกตเวย์แต่ละชุดจะต้องสามารถทำงาน (Function) ต่อไปนี้ได้ โดยอิสระ
- เมนูภาษาอังกฤษ (English Language Menu)
 - ข้อมูลในอดีต (Historical Data)
 - สัญญาณเตือน และทรีเบิล โพรเซสซิง (Alarm/Trouble Processing)
 - การจัดกลุ่ม โลจิกคอล พอยต์ (Logical Point Grouping)
 - พาสเวิร์ด (Password)
 - รายงานการทำงานของระบบ (System Report)
- ง) ชุดควบคุมอุปกรณ์ที่ติดตั้งในพื้นที่ (FIELD INSTALLATION DEVICE (FID))
สัญญาณเข้าแบบอนาล็อก (Analog) จะต้องเป็นแบบ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC หรือ RTD สัญญาณเข้าแบบดิจิทัล (Digital), สัญญาณออกอนาล็อก (Analog) และสัญญาณออกดิจิทัล (Digital) จะต้องแยกจากกัน การปรับปรุงค่า (Update) ค่าที่อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อ่านได้จะต้องเร็ว
- ชุด FID หรือ RPU หรือ DDC จะต้องติดอยู่ใกล้ๆ แผงไฟฟ้าประจำชั้นตามที่ปรากฏในแบบ ชุด FID แต่ละชุดจะต้องมีความสามารถดังนี้
- แสดงผลค่าสัญญาณเข้าแบบอนาล็อก (Display Analog Input Valves)
 - แสดงผลค่าสัญญาณออกแบบอนาล็อก (Display Analog Output Valves)
 - แสดงผล และ ปรับค่าเซตพอยต์ (Display/Adjust Control Set Point)
 - แสดงผลค่าสัญญาณเข้าแบบดิจิทัล (Display Digital Input Status)
- ชุด FID แต่ละชุดจะต้องสามารถทำงานแบบอิสระด้วยตนเอง (Stand-Alone) ได้สำหรับรายการต่อไปนี้
- การคำนวณการควบคุมการทำงานแบบลููปแบบ P, PI หรือ PID (Control Loop Calculation (P, PI or PID))
 - อินเตอร์ล๊อค (Interlocks) และคอมพิวเตชัน (Computation)
 - สวิตช์เลือกสัญญาณ สูง/ต่ำ (Hi/Lo Signal Select)
 - ตัวหน่วงเวลา (Time Delay)



(2) ส่วน SOFTWARE

ระบบ CMS จะต้องใช้โปรแกรมใช้งาน (Application Software) ในการควบคุมการทำงานของระบบผลิตน้ำเย็น ทั้งหมดได้แก่

- เครื่องทำน้ำเย็น
 - เครื่องสูบน้ำเย็น,
 - เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน
 - หอระบายความร้อน
 - อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ
- ข) ความสามารถในการทำงานของ CMS ต้องสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดังนี้
- เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ล่าสุด
 - การป้อนค่า การแสดงผลของเหตุการณ์ (Event) ต่างๆ ที่เกิดขึ้น (User Interfacing) ทำผ่านหน้าต่างกราฟิกของโปรแกรม
- ค) พีซีแอล (Process Control Language (PCL)) ที่มีอยู่ในซอฟต์แวร์จะต้องเป็นชนิดที่ยอมให้ผู้ใช้งาน (Operator) สามารถออกแบบลำดับการควบคุมเพื่อให้โปรแกรมควบคุมมาตรฐานที่มีมากับซอฟต์แวร์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยความสามารถที่จะโปรแกรมใส่ความต้องการของแต่ละการใช้งานลงไปได้ PCL จะต้องมีความสามารถในการทำการคำนวณบนพื้นฐานของข้อมูลปัจจุบัน (Real-Time Data) สามารถนำค่าทางสมการมาใช้งานได้ ตลอดจนต้องมีความสามารถใช้งานทางด้านคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ได้
- ง) การรายงานข้อมูล (Report Data) ต้องสามารถแสดงผลได้ดังนี้
- การใช้พลังงาน ณ ปัจจุบัน รายวัน รายเดือน (Current, Daily, Monthly Energy Use)
 - อุณหภูมิรายวันใน 1 ปี (Yearly Degree Days)
 - อุณหภูมิรายสัปดาห์ (Weekly Temperature)
 - สถานะของสัญญาณเข้า และออก (Input/output Status)
 - บันทึกเหตุการณ์ (Event Logs)
 - อุปกรณ์ในระบบอินทีเกรตคอมฟอร์ต (Integrated Comfort System Equipment)
 - สรุปรวมข้อมูลรายเดือน (Monthly Totalizing)
 - สรุปชั่วโมงการทำงานเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Run-Time Totalization)
 - รายงานการวิเคราะห์การทำงาน (Diagnostic Report)
 - รายงานข้อมูลในอดีต (Historical Data Report)
 - อัตราการกระจายตัวของภาระการทำงาน (Load Distribution Rate)



- เวลาการเริ่มทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Time start chiller)
 - ตารางเวลาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Calendar Preventive maintenance)
- จ) โปรแกรม Totalizing ต้องสามารถแสดงค่าได้ดังต่อไปนี้
- การทำความเย็น (Btu Consumption) แสดงค่าเป็นรายเดือนได้
 - การทำความเย็น (Btu Consumption) สามารถนำคำนวณค่าได้
- ทั้งนี้ความสามารถดังกล่าวจะนำไปเพื่อใช้การบริหารจัดการการใช้ค่าพลังงานและความสัมพันธ์ในการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant) และ หอระบายความร้อน (Cooling Tower plant)
- (3) อุปกรณ์ส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุม (TRANSMITTER AND CONTROLLED DEVICE)
- อุปกรณ์ประกอบที่ต้องติดตั้งเพิ่มเข้ากับระบบผลิตน้ำเย็นเพื่อให้การทำงานของระบบสมบูรณ์มีอย่างน้อยดังนี้
- ก) แอคชูเอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์ (Electric Actuator / Motor)
- แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 230 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ ตามที่ระบุ
 - มอเตอร์ต้องเป็นแบบ พรอพพอร์ชันนอล (Proportional) และจะต้องไม่เกิดเสียงขณะใช้งาน ในลักษณะการใช้งานที่เป็น “เฟลเซฟ” (Fail Safe)
 - มอเตอร์จะต้องเป็นแบบคืนตำแหน่งเริ่มต้นด้วยไฟฟ้า (Electric Return) โดยให้จัดทำผังวงจรควบคุม (Wiring Control Diagram) มาขออนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้ง เพื่อให้มอเตอร์กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นเมื่อตอนไม่มีไฟเข้าอาจะเป็นแบบปรกติเปิด (Normally Open) หรือปรกติปิด (Normally Closed) ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่ระบุในแบบ
 - ความเร็วในการทำงานของมอเตอร์ต้องเลือกให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดการ ฮันติง (Hunting) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงภาระการทำงาน (Load Variation)
 - การติดตั้งมอเตอร์กับอุปกรณ์ เช่นระบบน้ำเย็น จะต้องติดตั้งในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดการน้ำกลั่นตัว (Condensation)
 - การเลือกมอเตอร์ของวาล์วจะต้องให้สามารถส่งแรงบิด (Torque) ได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงบิดใช้งาน
 - มอเตอร์จะต้องยังคงทำงานได้ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนระหว่าง + 5 เปอร์เซ็นต์ มอเตอร์จะต้องเป็นแบบไฮดรอลิก (Hydraulic) หรือ มอเตอร์กับชุดฟันเฟืองแบบพินเนียนสูง (Gear Motor-Driven Pinion) และฟันเฟืองความเร็วสูง (High Speed Gear) จะต้องทำมาจากวัสดุผสมที่เหมาะสมที่ทำให้ขณะใช้งานไม่เกิดเสียงดังน่ารำคาญ ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ อาจจะเป็นได้ทั้งเหล็ก หรือ บรอนซ์ แกนเพลลาจะต้องทำมาจากเหล็กผ่านการชุบแข็ง รองรับด้วยสลีฟ (Sleeve) ที่ทำมาจากบรอนซ์, เหล็กชุบแข็ง, ไนลอน หรือดัดลูกปืน แขนของ



วาล์วจะต้องถูกต่อเข้ากับแกนของมอเตอร์ด้วยเซตสกรู (Set Screw) หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถปรับตั้งได้

- มอเตอร์แบบ 2 ตำแหน่ง (Position) จะต้องเป็นแบบหมุนทางเดียว (Single Direction) คืนกลับตำแหน่งเดิมโดยใช้สปริง (Spring Return) หรือไฟฟ้า (Electric Return)
- มอเตอร์แบบพหุพอชันนอล (Proportional) จะต้องเป็นแบบรีเวอร์สซึ่ง เซต โพล (Reversing Shaded Pole) หรือ คาปาซิเตอร์ อินดักชัน (Capacitor Induction Type) สามารถที่จะหยุดหรือสตาร์ทที่ตำแหน่งใดก็ได้ มอเตอร์แบบ Reversing และ Proportional จะต้องมี ลิมิทสวิตช์ (Limit Switch) เพื่อให้มอเตอร์กลับทางเมื่อถึง ลิมิทสวิตช์ (Limit Switch)

ข) อุปกรณ์ส่งสัญญาณอุณหภูมิ (TEMPERATURE TRANSMITTER)

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Transmitter) เป็นแบบ RTD ทำด้วยแพลตตินัม
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แปลงสัญญาณค่าอุณหภูมิเป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA
- ช่วงการวัด (Measuring Range) 0°C ถึง 100°C (32-212°F)
- แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) 24 VDC

ค) อุปกรณ์ส่งสัญญาณอัตราการไหล (FLOW TRANSMITTER)

- อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Measuring Equipment) หรืออุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นแบบแอนนุบาร์ (Annubar Flow Measuring station)
- แอนนุบาร์ (Annubar Elements) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 2,068 kPa (300 Psi) ที่อุณหภูมิ 204 °C
- เครื่องมือวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Eagle Eye Flow Meter หรือ เทียบเท่า
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แปลงสัญญาณการไหลเป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA

ง) อุปกรณ์ส่งสัญญาณความดัน (PRESSURE TRANSMITTER)

ใช้ส่งสัญญาณไปคุมการทำงานอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (Variable Speed Drive, VSD) (ถ้ามี)

สัญญาณเข้า (Input Signal)

ความดันไดนามิคด้านส่งของ
เครื่องสูบน้ำ (Dynamic Pump
Head)

สัญญาณออก (Output Signal)

0 VDC or 2-15 VDC or 4-20mA

ตัวเรือน (Housing)

อลูมิเนียม

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



ตัวตรวจวัด (Sensing Element) โอปรีน/ซิลิโคน ไดอะเฟรม
(oprene/Silicone Diaphragm)

พอร์ตตรวจวัด (Sensing Port) พอร์ตความดัน สูง/ต่ำ (Hi/Lo
Pressure Port)

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) 24 VAC

จ) สวิตช์อัตราการไหลแบบแพดเดิล (PADDLE FLOW SWITCH)

ใช้แสดงสถานการณ์ทำงานของ Chiller โดยตรวจจับการไหลของน้ำตามทีระบุในแบบ

ชนิด (Type) แพดเดิล (Paddle) หรือเวน (Vane)

ความดันใช้งาน

(Operating Pressure) ไม่น้อยกว่า 1,723 kPa

ตัวเรือน (Switch Body) ทองเหลือง หรือเหล็กกล้าไร้สนิม

แพดเดิล (Paddle) เหล็กกล้าไร้สนิม

สวิตช์ (Switch) ซิงเกิลโพล ดับเบิลโธรว (Single Pole Double Throw)

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) 24 VAC

ฉ) สวิตช์ความดัน (PRESSURE SWITCH)

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) 24 VAC

ชนิด (Type) สวิตช์ความดันแตกต่าง (Differential Pressure Switch)

ตัวเรือน (Housing) โลหะ

ตัวตรวจวัด (Sensing) Element Hi/Lo Pressure Bellow with Oppose Spring Mechanism

ช่วงการทำงาน (Operating Range) 30-500 kPa พร้อมด้วยสกรปรับเซต
พอยต์ (Set Point Adjustment Screw)

ความดันใช้งานสูงสุด

(Maximum Operating) 1,723 kPa

สวิตช์ (Switch) ซิงเกิลโพล ดับเบิลโธรว (Single Pole Double Throw)

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) 24 VAC

ทั้งนี้ไม่รวมถึงพวก Relay และ Transducer ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการแปลงสัญญาณการตรวจวัดเป็นสัญญาณทาง ไฟฟ้าเพื่อป้อน เข้ากับระบบ CMS งานของระบบผลิตน้ำเย็นที่ครบถ้วนสมบูรณ์แต่ไม่ได้กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างติดตั้งให้ครบโดยไม่คิดเป็นงานเพิ่มเติม



เครื่องทำน้ำเย็นแบบสกรู หรือสกรอล (PACKAGED SCREW CHILLER)

เครื่องทำน้ำเย็นเป็นชนิดสกรู ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water Cooled Condenser Screw Water Chiller) ประกอบเป็น ชุดสำเร็จมาจากโรงงาน
ผลิตในต่างประเทศ และผ่านการทดสอบ Performance ตามมาตรฐาน AHRI
เครื่องทำน้ำเย็น ต้องออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบสารทำความเย็น R-134a, R407C หรือ
สารทำความเย็นอื่นที่จะใช้ทดแทนในอนาคตได้ ซึ่งเป็นสารที่มีค่า ODP = 0 และมีค่า GWP
ต่ำสำหรับคอมเพรสเซอร์ให้เป็นแบบ Twin Screw Vertical ประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ
เช่น คอมเพรสเซอร์ และวงจรสารทำความเย็น, คอนเดนเซอร์ชนิดระบาย
ความร้อนด้วยน้ำ, แผงควบคุม (Compressors with Single/Dual Refrigerant
Circuit, Water Cooled Condensers, Water Coolers, Control Panel) และ
อุปกรณ์อื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดต้องติดตั้งอยู่บนโครงฐานโลหะชุด
เดียวกัน

- (1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) แต่ละชุดเป็น Twin Screw Vertical หรือชนิด สกรอล (Scroll) แบบปิดมิดชิด (Hermetic) หรือ แบบเปิด (open type)
ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน (Vibration Isolators) แบบใช้สปริง และอย่าง
น้อยจะต้องประกอบไปด้วย
 - ก) ชุดน้ำมันหล่อลื่น (Crankcase Heater)
 - ข) อุปกรณ์ลดภาระการทำงาน (Capacity Unloader)
 - ค) เครื่องสูบน้ำมันหล่อลื่น ชนิด Self-Reversible Positive Displacement Type
พร้อมด้วยระบบน้ำมันหล่อลื่นซึ่งประกอบไปด้วย กรองน้ำมัน (Oil Filter), สเตรนเนอร์ (Strainer), ช่องกระจก (Sight Glass), ชุดระบายน้ำมัน (Oil Drain), ปลั๊กอุด
ชนิดแม่เหล็ก (Magnetic Plug), วาล์วเติมน้ำมัน (Charging Valve) และสวิตช์
ความดันน้ำมัน (Oil Pressure Switch)
 - ง) วาล์วเปิด-ปิด ด้านดูด และด้านจ่าย (Suction and Discharge Shut-Off Valve)
 - จ) อุปกรณ์ดูดสารทำความเย็นไปยังมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ชนิดปิดมิดชิด (A suction gas-cooled induction compressor motors) หรือระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
ของคอมเพรสเซอร์แบบเปิด (and air-cooled for open type compressor)
 - ฉ) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Sensor) ในขดลวดของมอเตอร์ (Motor Winding)
เพื่อเป็นระบบป้องกันมอเตอร์ (Inherent Motor Protection)



- (2) คูลเลอร์ (Water Cooler) จะต้องเป็นชนิดเชล และทิว (Shell and Tube) เป็นคูลเลอร์ชนิดสารทำความเย็นขยายตัวโดยตรง (Direct Expansion Cooler) หรือแบบฟลัด (Flooded Type) ต้องสร้างขึ้น และผ่านการ ทดสอบตามมาตรฐาน ASME Code for Unfired Pressure Vessels Section VIII โดยออกแบบมาให้มี ค่าความดันในการใช้งาน (Designed Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือ 1,723 กิโล ปาสกาล (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่ระบุในรายการอุปกรณ์ ค่า ฟาวลิง เฟคเตอร์ (Fouling Factor) ไม่เกิน $0.000018 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{K/W}$ ($0.00010 \text{ ft}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F/Btu}$) ทั้งทางด้านน้ำ (Water Side) เชล (Shell) และ ด้านสารทำความเย็น (Refrigerant Side) ทิว (Tube) รวมทั้งมีวงจรสารทำความเย็นคู่ (Dual Refrigerant Circuits) ที่ผิวภายนอกของ คูลเลอร์ (Cooler) รวมทั้งผิวของท่อและอุปกรณ์ที่เย็นจัดส่วนอื่นๆ ให้หุ้ม ด้วยฉนวน แบบเซลปิด (Closed Cell Insulation) ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
- (3) คอนเดนเซอร์ (Condensers) จะต้องเป็นแบบ เชล และทิว (Shell and Tube), ท่อเดินภายในเชลแบบ มัลติพาส (Multiple Pass) คอนเดนเซอร์ต้องประกอบด้วยท่อทองแดงแบบไม่มีตะเข็บ (Seamless) อัดติดแน่นกับเหล็กกล้า (steel) หรือโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก (Non-Ferrous Metal Tube Sheets) คอนเดนเซอร์ต้อง ออกแบบให้ทนความดันขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1,620 กิโลปาสกาล (235 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สำหรับด้านสารทำความเย็น (Refrigerant Side Shell) และไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือ 1,723 กิโล ปาสกาล (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่ระบุในรายการอุปกรณ์ ค่าฟาวลิง เฟคเตอร์ (Fouling Factor) ไม่เกิน $0.000044 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{K/W}$ ($0.00025 \text{ ft}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F/Btu}$) สำหรับด้านน้ำ (Water Side Tube) พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ วาล์วระบายความดัน (Safety Relief Valve) และ อุปกรณ์นิรภัยติดตั้งมาจากโรงงาน
- (4) แผงควบคุม (Control Panel) เป็นชนิดไมโครโพรเซสเซอร์หรือ แผงควบคุมแบบดิจิตอล (DDC Control Panel) ติดตั้งมากับเครื่องปรับอากาศพร้อมการเดินท่อและสายไฟต่างๆ รวมทั้งการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิตเหมาะที่จะใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลท์, 3 เฟส, 50 เฮิรท์ ชุดแผงควบคุมไฟฟ้าอย่างน้อยจะต้องประกอบไปด้วย
- ก) อุปกรณ์ตัดต่อวงจรอัตโนมัติ (Fused Disconnected Switch or Circuit Breaker) สำหรับสายไฟหลักเข้าสู่เครื่อง (Main Incoming) และวงจรย่อยสำหรับวงจรมอเตอร์แต่ละชุด (Each Branch Motor Circuits)
 - ข) อุปกรณ์สตาร์ทมอเตอร์แบบลดแรงดันไฟฟ้า (Reduced Voltage) ชนิด วาย-เดลต้า (Wye-Delta) หรือ พาร์ทไวน์ดิง (Part Winding) หรือออโตทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Auto-Transformer) สำหรับมอเตอร์แต่ละชุด
 - ค) ฟิวส์ควบคุม (Control Fuse) หรืออุปกรณ์ตัดต่อวงจรอัตโนมัติ (Circuit Breaker), สวิตช์ควบคุม (Control Switches) และ/หรือ ปุ่มกด (Push Buttons) พร้อมด้วยดวง



ไฟแสดงสถานะ (Indication Lamps) สำหรับวงจรความปลอดภัย และวงจรควบคุมการทำงาน (Safety and Operational Control Circuits)

- ง) แมนนวล ซีควเอน สวิตช์ (Manual Sequence Switch)
- จ) วงจรความปลอดภัย และวงจรควบคุมการทำงาน (Safety and Operation Control Circuits) ระบบป้องกันการเกิดชอร์ตไซคลิก (Anti-Short Cycling start) ระบบเริ่มเดินเครื่อง และหยุดการทำงานเครื่องอัตโนมัติ (Automatic Sequence Start-Stop) ระบบ รีไซคลิกปั๊มดาวน์แบบอัตโนมัติในวงจรแลกกิ้งคอมเพรสเซอร์ (Automatic Recycling Pump Down on the Lagging Compressor Circuits) โดยมีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (Safety Device) ซึ่งบางส่วนติดตั้งไว้ที่ Refrigerant Panel ที่ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ทำให้เครื่องหยุดได้เองในทันที และไม่ผิดพลาด (Fail Safe) เมื่อเกิดสภาพการณ์การทำงานของเครื่องที่ผิดปกติ หรือมีขั้นตอนไม่ถูกต้องโดยอย่างน้อยจะต้องมี อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้.-

- สวิตช์ความดันสูงในคอนเดนเซอร์ (High Condenser Pressure Switch)
- สวิตช์ความดันของสารทำความเย็นต่ำ (Low Refrigerant Pressure Switch) หรือสวิตช์อุณหภูมิของสารทำความเย็นต่ำ (Low Refrigerant Temperature)
- สวิตช์ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ (Low Oil Pressure Switch) สวิตช์จะไม่ทำงานในช่วงเครื่องเริ่มทำงาน (to be by-Passed During starting Period)
- อุปกรณ์ป้องกันการทำงานเกินภาระกำหนดของมอเตอร์ (Motor Overload Protection) โดยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิในขดลวดมอเตอร์ (Directed Measured Motor Winding Temperature Sensing Element) และ/หรือรีเลย์ป้องกันการโอเวอร์โหลดของสตาร์ทเตอร์ (starter Overload Relay) วงจรหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิน้ำเย็นต่ำ (Low Water Temperature Cut-Out) หรือการป้องกันการเกิดน้ำแข็ง (Freeze Protection)
- สวิตช์การไหลของน้ำเย็น (Chilled Water Flow Switch) และหน้าสัมผัสสำหรับส่งสัญญาณการทำงานไปยังสตาร์ทเตอร์เครื่องสูบน้ำเย็น (Auxiliary Contact of Chilled Water Pump's starter)

สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่มอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนเป็นแบบปิดมิดชิด (Hermetic) หรือ กึ่งปิดมิดชิด (Semi hermetic) ซึ่งการระบายความร้อนขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้สารทำความเย็นภายในระบบจะต้องมีฉนวนที่จุดต่อสายไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดการกลั่นตัว (Condensation) บริเวณจุดต่อสายภายในแผงไฟฟ้า

สำหรับแผงอุปกรณ์ตรวจวัด (Gauge Panel) จะประกอบไปด้วยเกจวัดความดันด้าน



จ่าย (Discharge Pressure Gauge) เกจวัดความดันด้านดูด (Suction Pressure Gauge) เกจวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure Gauge) สำหรับคอมเพรสเซอร์ (Compressor) แต่ละชุด ติดตั้งไว้ที่ด้านหน้าแผง

- (5) วอเตอร์บอกซ์ (Water Box) ด้านต่อท่อน้ำเข้า-ออกที่เครื่องทำน้ำเย็นทั้งคูเลอร์และคอนเดนเซอร์เป็นแบบมาตรฐาน (Standard Water Boxes) ข้อต่อที่เตรียมไว้ที่ตัวกล่องวอเตอร์บอกซ์ (Water Box) เพื่อต่อเข้ากับระบบท่อน้ำเป็นข้อต่อชนิดหน้าแปลน (Flanged Connection) หรือชนิดแหวนประกบ (Victaulic Connection)
- (6) ระบบท่อน้ำยา (Refrigerant Circuit) แต่ละชุดจะต้องประกอบด้วย
 - ก) อุปกรณ์ลดเสียงด้านก๊าซร้อน (Hot Gas Muffler)
 - ข) ช่องกระจก (Sight Glass)
 - ค) กรองสารทำความเย็นแบบถอดเปลี่ยนได้ (Replaceable Filter-Drier)
 - ง) วาล์วขยายตัวชนิดความร้อน หรือชนิดอิเล็กทรอนิกส์ (Thermal or electronic Expansion Valve)
 - จ) วาล์วเติมสารทำความเย็น (Charging Valve)
- (7) ระบบท่อน้ำยาทางด้านดูด (Suction Line) ทั้งหมดจะต้องหุ้มด้วยฉนวนแบบเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) ความหนาไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว)
- (8) การควบคุมสมรรถนะการทำงานของเครื่องจะต้องเป็นแบบวงจรไฟฟ้าทำงานอย่างอัตโนมัติสามารถควบคุมสมรรถนะการทำงานของเครื่อง สำหรับคอมเพรสเซอร์แบบ สกรอล (Scroll) ได้ ไม่น้อยกว่า 3 ชั้น และ คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw) จะควบคุมการทำงานแบบต่อเนื่องโดยการเปิดปิดสไลด์วาล์ว (continuous slide valve) หรือ การลดภาระการทำงานด้วยโซลินอยด์ (Solenoid unloader) ได้ถึง 30 %

8 การส่งเอกสารเพื่อพิจารณาอนุมัติ

เอกสารประกอบการพิจารณาอนุมัติต้องประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- (1) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (Project Specification) กับรายละเอียดประกอบแบบ (Specification) ที่เสนอ



- (2) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลเครื่องทำความเย็นที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์และสมรรถนะ (Performance) ที่ระดับ โหลดต่างๆ
- (3) แบบ (Drawing) แสดงขนาดของอุปกรณ์ทั้ง แบบผัง (Plan) และ ภาพตัด (Section) รวมถึงขนาดตู้สตาร์ทเตอร์ (Starter Cabinet) ระยะเวลาสำหรับการซ่อมบำรุง (Service) ที่ต้องการ และตำแหน่งการต่อท่อน้ำและสายไฟ
- (4) ผังวงจรควบคุม (Control Diagram) แสดงพอยต์การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (Point of Field Interface and Field Connection)
- (5) ศูนย์บริการถาวรในประเทศไทย จำนวนบุคลากร และโครงการอ้างอิงในรอบ 5 ปีที่ผ่านมาในประเทศไทย



หมวดที่ 9 หอระบายความร้อน (COOLING TOWER)

1 หอระบายความร้อนแบบเคาน์เตอร์โฟลว์ (COUNTER FLOW COOLING TOWER)

(1) ความต้องการทั่วไป

- ก) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหอระบายความร้อนตามขนาดความสามารถการระบายความร้อน และจำนวนตามที่กำหนดไว้ในแบบ และรายการ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ประกอบ เพื่อให้การทำงานของหอระบายความร้อนเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้กล่าวถึงในรายละเอียดก็ตาม
- ข) หอระบายความร้อนต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง ใช้งานกลางแจ้ง และถูกออกแบบให้สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณที่ติดตั้งได้อย่างดี เช่น แรงลมธรรมชาติ เป็นต้น ในการ ประกอบชุดหอระบายความร้อนนั้นสามารถนำชิ้นส่วนอุปกรณ์มาประกอบ ณ สถานที่ติดตั้งได้ หาก ชิ้นส่วนอุปกรณ์ใดที่ถูกตรวจสอบพบว่าชำรุดเสียหายผู้รับจ้างจะต้องทำการหาชิ้นส่วนอุปกรณ์ใหม่มาเปลี่ยนใหม่ให้แทน โดยไม่อนุญาตให้นำชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายนั้นมาซ่อมแซม ทั้งนี้ แม้ว่าชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นได้ประกอบเข้าชุดแล้วก็ตาม

(2) ชนิดของหอระบายความร้อน (Type of Cooling Tower)

- ก) เป็นแบบการไหลแบบสวนทางกัน (Induced-Draft Counter Flow, Draw Through) และมีพื้นผิวการถ่ายเทความร้อน (Basic Heat Transfer Surface) เป็นแบบคอมแพคต์ไฟล์ฟิลลิง (Compacted File-Type Filling)
- ข) เป็นแบบการไหลแบบสวนทางกัน (Induced-Draft Counter Flow, Draw Through) และมี Basic Heat Transfer Surface เป็นแบบพีวีซีสเปล์ซบาร์ (PVC Splash Bar)

(3) ตัวถังและโครงสร้าง (Casing and Structure)

ตัวถังสร้างและประกอบจากวัสดุไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) มีโครงสร้างทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) หรือเหล็กกล้าชุมสังกะสี (Hot-Dip Galvanized steel) ทางด้านลมเข้าตัวถังหอระบายความร้อน (Inlet Louver) ทำจากพีวีซี (Polyvinyl Chloride (PVC)) ต้องสามารถป้องกันไม่ให้วัตถุที่ไม่พึงประสงค์ผ่านเข้าไปได้ ส่วนการยึดตัวถัง, ลูฟเวอร์ (Inlet Louver) กับโครงสร้างจะต้องแข็งแรงและมั่นคง ได้ตามมาตรฐานผู้ผลิต

(4) ฟิลลิง และอุปกรณ์ยึดฟิลลิง (Filling และ Filling Support)

ฟิลลิง (Filling) ต้องทำจากพีวีซี (Polyvinyl Chloride (PVC)) ยึดติดเข้ารูปกันอย่างแน่นหนา สามารถถอด หรือเข้าถึงเพื่อทำ ความสะอาดได้ วางเรียงซ้อนกันอย่างมีระเบียบอยู่บน

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



อุปกรณ์ยึด (Filling Support) ทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized steel) เพื่อทำให้น้ำที่ตกลงมาแผ่กระจายได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง

- (5) แผงกันละอองน้ำ (Drift Eliminator)
หორบายความร้อนทุกชุดจะต้องมี แผงกันละอองน้ำ (Drift Eliminator) ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียของละอองน้ำ โดยต้องทำจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) ต้องสามารถลดการสูญเสียน้ำ (Drift Loss) ได้อยู่ในช่วง 0.002-0.2% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านหอรบายความร้อน
- (6) ระบบการกระจายน้ำร้อน (Hot Water Distribution System)
การกระจายน้ำร้อนผ่านฟิลลิง (Filling) จะต้องใช้วิธีจ่ายน้ำร้อน โดยหัวกระจายน้ำแบบหมุน (Rotating Sprinkler) ทำจากโลหะอลูมิเนียมอัลลอยด์ (Aluminium Alloy) สามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อน้ำร้อนผ่าน
- (7) พัดลม ระบบขับเคลื่อนและอุปกรณ์ประกอบ (Fan, Driving System and Accessories)
 - ก) พัดลมเป็นชนิดไหลตามแกน (Axial Flow) ใบพัดเป็นแบบแอร์ฟอยล์ (Airfoil), สามารถปรับพิทช์ได้ (Adjustable Pitch) ทำจากอลูมิเนียมอัลลอยด์ (Aluminium Alloy) ขณะทำงานเสียงเงียบ
 - ข) ระบบขับเคลื่อนพัดลมใช้ขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) หรือผ่านอุปกรณ์การทดรอบ (Fan Speed Reducer) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต ถ้าใช้อุปกรณ์การทดรอบ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ทนทานและ แข็งแรง เป็นผลิตภัณฑ์ของยุโรปหรืออเมริกา สามารถหาละไหลเปลี่ยนได้ง่าย
 - ค) มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนเป็นแบบเหนี่ยวนำสามารถใช้งานกลางแจ้ง (Weather Proof Induction Motor) จะต้องถูกออกแบบตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) IP 55 ฉนวนขดลวด Class F ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต
 - ง) ปล่องพัดลม (Fan Cylinder or Bell Mounted) ทำจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) และ ต้องให้ค่าระยะห่างจากปลายใบพัดลม (Tip Clearance) ไม่มากกว่ามาตรฐานของผู้ผลิต พร้อมทั้งต้องมีตะแกรงพัดลม (Fan Guard) ติดตั้งอยู่ด้านบนของปล่องพัดลม ทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized steel)
- (8) ถาดรองน้ำ (Cold Water Basin)
ทำจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) มีขนาดความจุมากพอที่จะป้องกันไม่ให้อากาศถูกดูดตาม ออกไปทางท่อดูดออกในขณะที่ใช้งาน และจะต้องมีขนาดใหญ่



พอที่จะรับปริมาณน้ำได้ถึง 150% ของอัตราไหลของน้ำที่กำหนด โดยน้ำต้องไม่ล้นหรือ
กระเซ็นออกมาได้

- (9) ขาตั้ง และโครงรับหอบระบายความร้อน(Tower Support)
ต้องทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized steel) ฐานคอนกรีตรับตัวหอบระบาย
ความร้อนต้องมีลักษณะตามผู้ผลิตแนะนำ และผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับ และแนว
เดินท่อน้ำเข้า และออกในลักษณะที่จะไม่ทำให้มีอากาศขังอยู่ในท่อ เพื่อเป็นข้อมูลในการ
กำหนดระดับความสูงสำหรับการติดตั้งหอบระบายความร้อน
- (10) อื่นๆ
- ก) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น จุดเชื่อมต่อท่อน้ำเข้า และท่อน้ำออก (Outlet & Inlet Connection) ท่อน้ำล้น (Overflow) ท่อระบายน้ำ (Drain) วาล์วลูกลอย (Pilot Operated Float Controlled Valve) สำหรับเติมน้ำ (Make-Up Water) แผงกรองอากาศด้านเข้า (Inlet Air Screen) และ สเตรนเนอร์ด้านดูด (Suction Strainer) เป็นต้น ผู้รับจ้างต้องจัดหาให้ครบถ้วน และต้องเป็นวัสดุตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - ข) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบันไดยึดติดข้างตัวถังหอบระบายความร้อนภายนอกในตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับขึ้นไปตรวจสอบพัดลม และมอเตอร์ได้โดยสะดวก
 - ค) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งท่อกลมร้อน (Hot Air Duct) ออกจากปล่องพัดลมขึ้น ท่อกลมร้อนต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
 - ง) หอบระบายความร้อนที่ติดตั้งอยู่บน Restrained Spring Isolator ท่อน้ำทุกท่อที่ต่อเข้ากับหอบระบายความร้อนต้องติดตั้งท่ออ่อน (Flexible Pipe Connection) ด้วย
 - จ) สายไฟฟ้าที่เดินไปจ่ายยังมอเตอร์พัดลม ในกรณีที่แผงไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งขณะใช้งานไม่สามารถมองเห็นมอเตอร์พัดลม ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดต่อวงจรชนิดทนทานต่อสภาพอากาศภายนอก (Disconnecting Switch, Weather Proof Type) ไว้บริเวณหอบระบายความร้อนด้วย
- (11) การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ
- ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบขนาดของหอบระบายความร้อนกับขนาดของสถานที่ติดตั้งก่อน
ขออนุมัติ และในการส่งเอกสารเพื่อขออนุมัติอุปกรณ์จะต้องแนบเอกสารการเลือกอุปกรณ์
หรือรายการคำนวณเพื่อขออนุมัติด้วย ทั้งนี้ ให้ถือข้อมูลที่กำหนดไว้ในแบบและรายการเป็น
สำคัญ



หอระบายความร้อนแบบครอสโฟลว์ (CROSS FLOW COOLING TOWER)

(1) ความต้องการทั่วไป

- ก) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหอระบายความร้อนตามขนาดความสามารถการระบายความร้อนและ จำนวนตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ประกอบ เพื่อให้การทำงานของหอระบายความร้อนเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าอุปกรณ์นั้นจะไม่ได้กล่าวถึงในรายละเอียดก็ตาม
- ข) หอระบายความร้อนต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง ใช้งานกลางแจ้ง และถูกออกแบบมาให้สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณที่ติดตั้งได้อย่างดี เช่น แรงลมธรรมชาติ เป็นต้น ในการ ประกอบชุดหอระบายความร้อนนั้นสามารถนำชิ้นส่วนอุปกรณ์มาประกอบ ณ สถานที่ติดตั้งได้ หาก ชิ้นส่วนอุปกรณ์ใดที่ถูกตรวจสอบพบว่าชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องทำการหาชิ้นส่วนอุปกรณ์ใหม่มาเปลี่ยนใหม่ให้แทน โดยไม่อนุญาตให้นำชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายนั้นมาซ่อมแซม ทั้งนี้แม้ว่าชิ้นส่วน อุปกรณ์นั้นได้ประกอบเข้าชุดแล้วก็ตาม
- ค) สมรรถนะการทำงานของชุดหอระบายความร้อนจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ Cooling Tower Institute (CTI standard-201) หรือ Japan Cooling Tower Institute (JCI) และจะต้องมีอยู่ในรายการของ CTI หรือ JCI (CTI/JCI Directory of Certified) และต้องมีฉลาก CTI หรือ JCI ติดอยู่ (bear the CTI or JCI certification label)
- ง) ระดับเสียงต้องไม่เกิน 65 dBA ที่ระยะ 2 เมตร โดยวัดตามมาตรฐาน CTI ATC 128
- จ) วัสดุ ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (FRP) และพีวีซี (PVC) ที่เป็นส่วนประกอบต่างๆ ของหอระบายความร้อนต้องมีคุณสมบัติทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) ได้

(2) ชนิดของหอระบายความร้อน (Type of Cooling Tower)

- ก) เป็นแบบการไหลตัดขวาง (Induced-Draft Cross Flow, Draw-Through) และมีพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน (Basic Heat Transfer Surface) เป็น แบบ พีวีซี สเปคชบาร์ (PVC Splash Bar)
- ข) เป็นแบบการไหลตัดขวาง (Induced-Draft Cross Flow, Draw-Through) และมีพื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อน และมี Basic Heat Transfer Surface เป็นแบบฟิล์มฟิลลิง (Film-Type Filling)

(3) ตัวถัง และโครงสร้าง (Casing and structure)

- ก) ฟิลลิงแบบสเปคชบาร์ (Splash Bar Type Filling) ตัวถังสร้างและประกอบจากวัสดุไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) มีโครงสร้างทำ



ด้วยเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel (HFGS)) โดยที่แผงบานเกล็ดกันน้ำกระเซ็น (Inlet Louver) ทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester) ส่วนการยึดตัวถังและแผงบานเกล็ดกับโครงสร้าง จะต้องแข็งแรงและมั่นคงได้ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

- ข) แผ่นฟิลลิ่งแบบฟิล์ม (Film Type Filling)
- ค) วัสดุที่ใช้ทำตัวถังและโครงสร้างของหอระบายความร้อน รวมไปถึงแผงบานเกล็ดกันน้ำกระเซ็น (Inlet Louver) ให้เป็นไปตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวถัง (Casing)	โครงสร้าง (Structure)	แผงบานเกล็ด (Inlet Louver)	Fasteners
FRP หรือ HDGS	FRP หรือ HDGS	FRP หรือ PVC	มาตรฐานผู้ผลิต

โดยการยึดตัวถัง และแผงบานเกล็ดกับโครงสร้างจะต้องแข็งแรงและมั่นคง ได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

(4) ฟิลลิ่ง และอุปกรณ์ยึดฟิลลิ่ง (Filling และ Filling Support)

- ก) ฟิลลิ่งแบบสแปลชบาร์ (Splash Bar Type Filling)
ฟิลลิ่ง (Filling) ต้องทำจากพีวีซี (PVC) และวางเรียงซ้อนกันอย่างมีระเบียบอยู่บนอุปกรณ์ยึดฟิลลิ่ง (Filling Support) ซึ่งทำจากไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) เพื่อทำให้น้ำร้อนตกลงมาแผ่กระจายได้อย่างสม่ำเสมอ สามารถถอด หรือเข้าถึงเพื่อทำความสะอาดได้
- ข) ฟิลลิ่งแบบฟิล์ม (Film Type Filling)
ฟิลลิ่ง (Filling) ต้องทำจาก พีวีซี (Polyvinyl Chloride (PVC)) ยึดติดเข้ารูปกันอย่างแน่นหนา แข็งแรงและวางเรียง ซ้อนกันอย่างมีระเบียบอยู่บนตัวยึดแผ่นฟิลลิ่ง (Filling Support) ซึ่งทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel) เพื่อทำให้น้ำร้อนตกลงมาแผ่กระจายได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง

(5) Drift Eliminator

หอระบายความร้อนทุกชุดจะต้องมี Drift Eliminator ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียของละอองน้ำ โดยต้องทำจาก Polyvinyl Chloride (PVC) หรือ FRP ต้องสามารถลดการสูญเสีย (Drift Loss) ดังต่อไปนี้

- ก) หอระบายความร้อนชนิดฟิลลิ่งแบบสแปลชบาร์ (Splash Bar Type Filling) ต้องมี



การสูญเสียจากการกระเซ็นของละอองน้ำ (Diff lost) อยู่ในช่วง 0.002-0.2% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านหอระบายความร้อน

- ข) หอระบายความร้อนชนิดฟิล์มแบบฟิล์ม (Film Type Filling) ทุกชุดจะต้องมี แผงกันละอองน้ำ (Drift Eliminator) ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียของละอองน้ำ โดยต้องทำจากพีวีซี (Polyvinyl Chloride (PVC)) ที่มีคุณสมบัติทนรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) ได้ และต้องสามารถลดการสูญเสีย (Drift Loss) ได้ไม่เกิน 0.005% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านหอ ระบายความร้อน Drift Eliminator ต้องได้รับการทดสอบจากสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- (6) ระบบการกระจายน้ำร้อน (Hot Water Distribution System)
- ก) ฟิล์มแบบสแลชบาร์ (Slash Bar Type Filling)
- การกระจายน้ำร้อนผ่านฟิล์ม (Filling) จะต้องใช้วิธีจ่ายน้ำร้อนผ่าน ออริฟิซ (Metering Orifice) และตกผ่าน ฟิล์ม (Filling) ด้วยแรงดึงดูดของโลก โดยหอระบายความร้อนแต่ละชุดจะต้องมีถังรับน้ำร้อน (Hot Water Basin) ทำด้วยไฟเบอร์กลาส (FRP) ก่อนที่จะจ่ายน้ำร้อนผ่านออริฟิซ (Metering Orifice) ดังกล่าว ในกรณีที่หอระบายความร้อนมีถังน้ำร้อน 2 ชุด ท่อน้ำที่จ่ายเข้าถังน้ำร้อนนี้จะต้องมีวาล์วควบคุมปริมาณน้ำ (Control Valve) ที่มีก้าน วาล์วแบบปรับให้ปริมาณน้ำผ่านคงที่และ สามารถล็อกตำแหน่งได้
- ข) ฟิล์มแบบฟิล์ม (Film Type Filling)
- ส่วนขนาดของถังรับน้ำร้อน จะต้องมีความใหญ่พอที่จะรับปริมาณน้ำได้ถึง 150% ของอัตราไหลของ น้ำที่กำหนด โดยน้ำร้อนต้องไม่ล้นหรือกระเซ็นออกมาได้ หอระบายความร้อนทุกชุดจะต้องมีแผงกันละอองน้ำ (Drift Eliminator) ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียของละอองน้ำ โดยต้อง ทำจากพีวีซี (Polyvinyl Chloride (PVC)) ที่มีคุณสมบัติทนรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) ได้ และต้องสามารถลดการ สูญเสีย (Drift Loss) ได้ไม่เกิน 0.005% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านหอระบายความร้อน แผงกันละอองน้ำ (Drift Eliminator) ต้องได้รับการทดสอบจากสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- (7) พัดลม ระบบขับเคลื่อน และอุปกรณ์ประกอบ (Fan, Driving System and Accessories)
- พัดลมเป็นชนิด Axial Flow ใบพัดเป็นแบบ Airfoil, Adjustable Pitch ทำจาก Aluminium Alloy ขณะทำงาน เสียงเงียบ และมีข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับหอระบายความร้อนแบบ Splash Bar Type Filling และ ชนิด Film Type Filling ดังนี้
- ก) ฟิล์มแบบสแลชบาร์ (Slash Bar Type Filling)
- ระบบขับเคลื่อนพัดลมใช้เฟลาเป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง และมีอุปกรณ์การทดรอบพัดลม (Fan Speed Reducer) จะต้องเป็นอุปกรณ์ทดรอบแบบเฟืองทดรอบ (Gear



Reducer) เฟืองทดรอบนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้ทนทานและแข็งแรง เป็นผลิตภัณฑ์ของยุโรปหรืออเมริกา สามารถหาอะไหล่เปลี่ยนได้โดยง่าย

- มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนต้องติดตั้งอยู่นอกกระแสลมร้อนที่เป่าออก เป็นแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดทนทานต่อทุกสภาพอากาศ (Weather Proof Induction Motor) จะต้องถูกออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) IP 55 ฉนวนขดลวด Class F ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต
- ปล่องพัดลม (Fan Deck) ทำจากไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass-Reinforced Polyester (FRP)) และต้องให้ค่าระยะช่องว่างปลายพัดลม (Tip Clearance) ไม่มากกว่ามาตรฐานของผู้ผลิต พร้อมทั้งต้องมีตะแกรงพัดลม (Fan Guard) ติดตั้งอยู่ด้านบนของปล่องพัดลม ทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized steel)

ข) Film Type Filling

- ระบบขับเคลื่อนพัดลมหอบระบายความร้อนที่มีขนาด 57 L/s/cell และเล็กกว่า ใช้อุปกรณ์การ ทดรอบพัดลม (Fan Speed Reducer) แบบสายพาน (V-Belt Reducer) และมีฝาดครอบทำ จากไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (FRP) ปิดครอบหมด ป้องกันละอองน้ำเข้า
- หอบระบายความร้อนที่มีขนาดใหญ่กว่า 57 L/s/cell ใช้เฟลาเป็นอุปกรณ์ส่งกำลัง และมี อุปกรณ์การทดรอบพัดลม (Fan Speed Reducer) แบบเฟืองทดรอบ (Gear Reducer) เฟืองทดรอบนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้ทนทาน และแข็งแรง ออกแบบเพื่อใช้กับหอบระบาย ความร้อนโดยเฉพาะตาม CTI Standard 111 สามารถหาอะไหล่เปลี่ยนได้โดยง่ายชุดเฟืองทดรอบ (Gear Drive) และ คัปปลิง (Coupling) มีตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) ไม่น้อยกว่า 2.0
- มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนต้องติดตั้งอยู่นอกกระแสลมร้อนที่เป่าออกเป็นแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำ ทนทานต่อทุกสภาพอากาศ (Weather Proof Induction Motor) จะต้องถูกออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC มีตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) 1.15 เป็นชนิด Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC) IP 55 ฉนวนขดลวด Class F ใช้กับ ระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ประสิทธิภาพมอเตอร์ตาม ASHRAE standard 90.1-2019
- ปล่องพัดลม (Fan Discharge stack) ทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel) หรือ ไฟเบอร์กลาสชนิดเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) ตามวัสดุของตัวถัง (Casing) และต้องให้ค่าระยะห่างปลายใบพัดลม (Tip Clearance) ไม่มากกว่ามาตรฐานของผู้ผลิต พร้อมทั้งต้องมี



ตะแกรงพัดลม (Fan Guard) ติดตั้งอยู่ด้านบนของ ปล่องพัดลมทำจากเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel)

(8) ถาดรับน้ำ (Cold Water Basin)

ก) ฟิลล์แบบสแลชบาร์ (Slash Bar Type Filling)

ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กผสมน้ำยากันซึม ผิวด้านในขัดมันเรียบ โดยถาดรับน้ำ (Cold Water Basin) แต่ละชุด ต้องแบ่งแยกออกจากกันเพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ โดยขนาดความจุและความสูงของถาดรับน้ำ (Cold Water Basin) จะต้องมากพอที่จะไม่ทำให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อดูดในขณะที่ใช้งาน

ข) ฟิลล์แบบฟิล์ม (Film Type Filling)

ทำด้วยเหล็กกล้าชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel) หรือไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Polyester (FRP)) ผิวด้านในเรียบ โดยถาดรับน้ำ (Cold Water Basin) แต่ละชุดต้องแบ่งแยกออกจากกัน เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ โดยขนาดความจุและความสูงของถาดรับน้ำ (Cold Water Basin) จะต้องมากพอที่จะไม่ทำให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อดูดในขณะที่ใช้งาน

(9) อื่นๆ

ก) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น จุดเชื่อมต่อท่อน้ำเข้า และท่อน้ำออก (Outlet & Inlet Connection), ท่อน้ำล้น (Overflow) ท่อระบายน้ำ (Drain) วาล์วลูกลอย (Pilot Operated Float Controlled Valve) สำหรับเติมน้ำ (Make-Up Water) แผงกรองอากาศด้านเข้า (Inlet Air Screen) และ สเตรนเนอร์ด้านดูด (Suction Strainer) เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้ครบถ้วน และต้องเป็นวัสดุตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนเป็นอย่างดี

ข) ประตูบริการ (Service Door) ต้องทำจากวัสดุที่ใช้ทำผนัง (Casing) ของหอระบายความร้อน และไม่มี ลมผ่านช่องประตูในขณะที่ประตูปิด ในกรณีที่ตำแหน่งของประตูบริการไม่สามารถใช้งานได้สะดวก ทางผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งบันไดให้ด้วย

ค) หอระบายความร้อนที่ติดตั้งต่อเนื่องกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ภายในหอระบายความร้อนจะต้องมีทางเดินบริการให้ด้วย โดยทางเดินบริการจะต้องยาวต่อเนื่องกันไปตลอดความยาวของหอระบายความร้อน

ง) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบันได ราวกันตก สำหรับขึ้นบนคาน้ำฟ้าของหอระบายความร้อนได้โดยสะดวก โดยทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน

จ) ผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งท่อลมร้อน (Hot Air Discharge Duct) ออกจากปล่องพัดลมตามที่มีระบุในแบบ หรือจำเป็นต้องมีเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพของอุปกรณ์ถึงไม่มีระบุไว้ในแบบ ท่อลมร้อนต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและมั่นคงแข็งแรง

ฉ) หอระบายความร้อนที่ติดตั้งอยู่บน Restrained Spring Isolator ท่อน้ำทุกท่อที่ต่อเข้า



กับหอบายความร้อนต้องติดตั้งข้อต่ออ่อน (Flexible Pipe Connection) ด้วย
ข) สายไฟฟ้าที่เดินไปจ่ายยังมอเตอร์พัดลม ในกรณีที่แผงไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งขณะใช้งาน
ไม่สามารถมองเห็นมอเตอร์พัดลม ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสวิทช์ตัดต่อวงจรชนิดทนทาน
ต่อสภาพอากาศภายนอก (Disconnecting Switch, Weather Proof Type) ไว้
บริเวณหอบายความร้อนด้วย

(10) การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบขนาดของหอบายความร้อนกับขนาดของสถานที่ติดตั้งก่อน
ขออนุมัติ และในการส่งเอกสารเพื่อขออนุมัติอุปกรณ์ จะต้องแนบเอกสารการเลือกอุปกรณ์
หรือรายการคำนวณเพื่อขออนุมัติด้วย ทั้งนี้ให้ถือข้อมูลที่กำหนดไว้ในแบบ และรายการเป็น
สำคัญ ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้เป็นอย่างน้อย

- ก) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (project specification)
กับ รายละเอียดประกอบแบบ (specification) ที่เสนอ
- ข) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลหอบายความร้อนที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- ค) ใบรับรอง (Certificates) ต่างๆ ของอุปกรณ์ตามที่ระบุในหมวดนี้
- ง) ระดับความดันของเสียง (Sound Pressure Level) (dBA) ที่ระยะ 2 เมตร พร้อมค่า
แต่ละช่วงความถี่ (Octave Band)
- จ) ข้อมูลสมรรถนะของพัดลม (Fan performance data), กราฟสมรรถนะของพัดลม
และจุดใช้งานของพัดลมที่เลือก (rating curves with selected points indicated)
- ฉ) ค่าอัตราการไหลต่ำสุด และสูงสุด (Minimum and Maximum Flow Rate)
- ช) ความดันสถิตย (Static head)
- ซ) ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้
- ณ) เอกสารการเลือกอุปกรณ์หรือรายการคำนวณ (Selection and Performance Chart)
โดยระบุจุดทำงานของหอบายความร้อนตามสภาวะที่กำหนดในตาราง อุปกรณ์
- ญ) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบขนาดของหอบายความร้อนกับขนาดของสถานที่
ติดตั้งก่อนขออนุมัติโดยต้องแนบรายการอย่างน้อยดังนี้
 - ขนาดของอุปกรณ์ที่ประกอบสำเร็จ (Assembled unit dimensions)
 - น้ำหนัก และการกระจายของน้ำหนัก (Weight and load distribution)
 - ขนาดพื้นที่ และระยะเพื่อการซ่อมบำรุง และการทำงาน (Clearances for
maintenance and operation) ขนาด และจุดเชื่อมต่อของท่อ และสายไฟฟ้า
(Sizes and locations of piping and wiring connections)
 - แบบแสดงการติดตั้งหอบายความร้อน (Cooling Tower Plant Layout) ตาม
ขนาดที่เลือกจริง

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



หมวดที่ 10 เครื่องสูบน้ำ (WATER PUMP)

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) เครื่องสูบน้ำที่ระบุในแบบต้องเป็นเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal) แบบ ฮอริซอนทอลสปลิตเคส หรือ เวอร์ติคอลลสปลิตเคส (Horizontal Or Vertical Split Case) หรือแบบ เอนด์ ซัคชั่น (End Suction) ชนิดแบคพูลเอาต์ดีไซน์ (Back Pull Out Design) มีใบพัดแบบทางดูดเดียว (Single Suction), สเตจเดียว (Single Stage) หรือตามที่ระบุในแบบ หรือ ตารางอุปกรณ์ มีตัวเรือน (Casing) แบบโวลูท (Volute Type) ขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เฟลาขับต่อยด้วยเฟลาขับอ่อน (Direct Flexible Coupling) ต้องติดตั้งอยู่บนโครงฐานเหล็กขึ้นเดียวกัน
- (2) เครื่องสูบน้ำต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีชื่อเสียง และมีบริการทางด้านอะไหล่เป็นที่เชื่อถือได้
- (3) สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหล และแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์
- (4) การเลือกมอเตอร์ และเครื่องสูบน้ำให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบนโนเวอร์โหลดดิงเพอร์ฟอร์แมนซ์เคิร์ฟ (Non-Over-Loading Performance Curve) ของเครื่องสูบน้ำ มอเตอร์ที่เลือกใช้ต้องมี ตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) ไม่น้อยกว่า 1.15 มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled IP 55 ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class F ใช้กับ ระบบไฟฟ้า 400 โวลต์/3 เฟส/ 50 เฮิรท์
- (5) เครื่องสูบน้ำงานระบบปรับอากาศให้ติดตั้งอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
 - ก) ข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ที่ท่อด้านส่งและด้านดูดกลับใกล้ตัวเครื่องสูบน้ำ ให้มากที่สุด ในลักษณะที่ ป้องกันการสั่นสะเทือนจากเครื่องสูบน้ำส่งผ่านไปที่ท่อน้ำของระบบ
 - ข) ท่อระบายน้ำ (Drain Pipe) ต้องต่อน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ใกล้ ที่สุด ท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาบ สังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ
 - ค) สเตรนเนอร์ (Strainer) ที่ท่อด้านดูดให้ติดตั้งวาล์วระบายน้ำทิ้ง ขนาดไม่ต่ำกว่า 25 มม. (1 นิ้ว) ไว้ที่ฝาปิดไส้กรอง และมีท่อเหล็กซบสังกะสียาว 10 ซม. (4 นิ้ว) ต่อกออกมาจากวาล์วพร้อมทั้งมีฝาปิด (Cap) ปิดที่ปลายท่อ
 - ง) วาล์วกันกลับ (Check Valve) ติดตั้งเพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ ชนิดไม่เกิดเสียงดัง



และไม่ส่งแรงสั่นสะเทือนต่อท่อน้ำ ตามที่แสดงในแบบ

- จ) วาล์วประตูน้ำ (Gate Valve) หรือ วาล์วลิ้นผีเสื้อ (Butterfly Valve) ที่ท่อด้านส่งของเครื่องสูบน้ำทุกชุด ต้องติดตั้งวาล์วควบคุมการปิด-เปิดให้สัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องสูบน้ำ
- ฉ) ผนวกกันความร้อนแบบเซลปิด (Closed Cell Foamed Plastic) ความหนา 25 มม. (1 นิ้ว) ผนวกที่ใช้จะต้องมีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.04 \text{ W/M}^{\circ}\text{K}$ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 24°C ติดตั้งสำหรับเครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ทุกชุด และย้ายป้ายชื่อ (Name Plate) มาไว้บนผนวกเพื่อสะดวกในการดูแลรักษา
- (6) เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับแนว (Alignment) และยึดอย่างมั่นคงติดกับแท่นแบบหล่อกับที่ ที่เป็นคอนกรีตเสริมแรงมีโครงเป็นเหล็ก ในการตรวจสอบ (Check) ตั้งแนวศูนย์กลาง (Alignment) และรับรอง (Certified) เครื่องสูบน้ำก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up) จะต้องทำโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ (Qualified Engineer)

2

วัสดุ และโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ

- (1) ตัวเครื่องสูบน้ำ (Casing) ทำด้วยเหล็กหล่อ ออกแบบมาให้ใช้งานที่ความดัน (Maximum Pressure) ไม่น้อย กว่า 1,205 กิโลปาสกาล (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องได้รับการทดสอบความดัน (Hydrostatic Test) ถึง 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Casing Design Maximum Working Pressure) ข้อต่อของเครื่องสูบน้ำกับท่อจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (Flanged Connection) ทั้งทางด้านดูดกลับ และทางด้านส่ง และทนแรงดันได้เช่นเดียวกับตัวเครื่องสูบน้ำพร้อมทั้งมีรูที่ทำเกลียว และอุดไว้ (Tapped And Plugged) ที่ตัวเรือนสำหรับการระบายอากาศ (Vent) และการระบายน้ำทิ้ง (Drain)
- (2) ใบพัด (Impeller) จะต้องเป็นแบบปิด (Enclosed Type) ทำด้วยโลหะผสมหล่อเป็นชิ้นเดียว ได้รับการปรับ สมดุลย์ทั้งทางด้านสถิตย์ (Static) และจลน์ (Dynamic) มาจากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดจะต้องไม่เสียหายเมื่อหมุนกลับทาง
- (3) แหวนกันสึกของตัวเรือน (Case Ware Ring) ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทำด้วยโลหะผสมสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยสะดวก
- (4) เพลา (Shaft) ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ออกแบบให้มี ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) สูง ค่าการดกทงข้างของเพลา (Shaft Deflection) ที่สตัพฟิงบ็อกซ์ (Stuffing Box) ไม่ให้เกิน 0.05 มม.



- (5) ซีล (Seal) เป็นชนิด ซีลแบบกล (Mechanical Seal) และ ซีลที่เลือกใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เลือกใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีโครงสร้างแบบ เหล็กหล่อ และบรอนซ์ (Cast Iron Bronze Fitted)
- (6) แบริ่ง (Bearing) ต้องเป็นชนิดบอลแบริ่งแบบใช้งานหนัก (Heavy Duty Ball Bearing) แบบหล่อลื่นด้วยจารบี (Grease Lubricate) ออกแบบให้ใช้งานตามที่กำหนดได้ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life)
- (7) คัปปลิง (Coupling) ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ คัปปลิงแบบยืดหยุ่น (Flexible Coupling) ชนิดยูรีเทน (Urethane) หรือ ฟินเหล็กกล้าพร้อมด้วยบุชชิ่ง (Steel Pin & Bushing) มีค่าตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) อย่างต่ำ 1.6 และจะต้องมีฝาค่ครอบป้องกัน (Coupling Guard) ยึดติดกับโครงสร้างเครื่องสูบน้ำสามารถถอดออกได้ง่าย
- (8) เครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มอย่างน้อยดังนี้
 - ก) อุปกรณ์ระบายอากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) พร้อมตัววาล์วปิด-เปิด (Shut-Off Valve) ที่จุดสูงสุดของตัวเรือน
 - ข) วาล์วระบายน้ำ (Drain Valve) ที่จุดต่ำสุดของตัวเรือน
 - ค) เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ทั้งด้านท่อน้ำเข้าและท่อน้ำส่ง
 - ง) ครีป ฟ็อกเก็ต (Drip Pocket) จะต้องต่อท่อออกไปยังหัวรับน้ำทิ้งหรือรางระบายน้ำทิ้ง

3 มอเตอร์ไฟฟ้า (ELECTRIC MOTOR)

- (1) มอเตอร์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอก (Squirrel Cage Induction Motor) ชนิดปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally Enclosed Fan Cooled) ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที หรือ 2,900 รอบต่อนาที หรือความเร็วรอบที่ระบุไว้ในแบบ (IP 55 Insulation Class F) ขนาดไม่เล็กกว่า 1.15 เท่าของกำลังไฟฟ้าที่ต้องการขณะใช้งานสูงสุด
- (2) แบริ่ง (Bearing) ของมอเตอร์ต้องเป็นแบบแรงเสียดทานต่ำ (Anti-Friction) ชนิดลูกบอล (Ball Bearing) หรือโรลเลอร์ (Roller Bearing) และ ซีล (Seal) ต้องเป็นชนิดแนบสนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้น
- (3) กล่องหัวสายของมอเตอร์ (Motor Terminal Box) จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ โดยท่อร้อยสายไฟก่อนเข้ากล่องหัวสายจะต้องเป็นท่ออ่อน (Flexible Conduit) ชนิดกันน้ำด้วย

4 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (PUMP INSTALLATION)



- (1) ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้ง และคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต และสะดวกในการที่จะเข้าไปทำการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำได้ ซึ่งไม่น้อยกว่าที่โรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำได้กำหนดไว้
- (2) ให้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมโดยไม่เกิดน้ำหนวน (Cavitation) และการสะสมของฟองอากาศ (Vapor Binding) ที่เครื่องสูบน้ำ และไม่ทำงานเกินพิกัด (Non-Overloading) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียว หรือเดินเครื่องสูบน้ำหลายๆ ชุดขนานกัน
- (3) ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำให้ใช้ข้อลด (Reducer) เป็นตัวช่วย ลดในการติดตั้ง และเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ ให้ยึดซัพพอร์ต (Support) ได้ข้ออทั้งทาง ด้านส่ง และด้านกลับของเครื่องสูบน้ำ ติดกับฐานข้างเครื่องสูบน้ำ
- (4) อุปกรณ์เสริมสำหรับท่อน้ำของเครื่องสูบน้ำที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติมมีดังนี้
 - ก) สำหรับท่อน้ำที่มีขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า ให้ติดตั้ง วาล์วปิด-เปิด (Line Sized Shut-Off Valve) และ สเตรนเนอร์ (Strainer) ที่ทางด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำ
 - ข) วาล์วกันกลับแบบ ซอฟต์-ซีต (Line Sized Soft-Seat Check Valve) ติดตั้งทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ
 - ค) ข้อต่อแบบอ่อน (Flexible Connections) ติดตั้งที่ท่อน้ำด้านส่ง และท่อน้ำด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำ
 - ง) อุปกรณ์ระบายอากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) ติดตั้งที่ด้านบนสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและติดตั้งท่อน้ำ
 - จ) วาล์ว (Valve) ติดตั้งที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้ง (Drain Connection)
 - ฉ) ท่อระบายน้ำทิ้งจากรางของฐานแท่นเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain or Gutter)
- (5) อัดจาระบี หรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (Start-Up)



หมวดที่ 11 เครื่องส่งลมเย็น (AIR HANDLING UNIT)

1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องส่งลมเย็นที่ใช้ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่เลือกใช้จะต้องมีคุณสมบัติด้านเสียงสอดคล้องกับความต้องการของโครงการตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายละเอียดประกอบแบบ โดยในการเลือกใช้จะต้องพิจารณาทั้งเครื่องส่งลมเย็น และอุปกรณ์ประกอบในระบบซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องส่งลมเย็น อุปกรณ์เก็บเสียง (Sound Attenuator) ท่อลม และหน้ากากลม เพื่อให้ระดับเสียงภายในห้องตรงตามที่กำหนดในแบบ หรือรายละเอียดประกอบแบบ ตามข้อกำหนดด้านเสียงของโครงการ

เครื่องส่งลมเย็นที่ใช้ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เครื่องส่งลมขนาดใหญ่ ชนิดผนังสองชั้น (DOUBLE SKIN OR MODULAR UNIT)
2. เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)

2 เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ ชนิดผนังสองชั้น (DOUBLE SKIN OR MODULAR UNIT)

- (1) เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ชนิดผนังสองชั้น หรือแบบโมดูล (Double Skin, Modular Unit) ตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ทั้งชนิด ลักษณะการจัดวางเครื่องเป็นแบบตั้งแนวนอน/แนวตั้ง (Horizontal / Vertical Configuration) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานของผู้ผลิตที่เป็นต้นกำเนิดผลิต หรือผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นภายในโรงงานที่มีคุณภาพ ประกอบด้วยตัวถังเครื่อง ชุดพัดลม-มอเตอร์ และชุดขับเคลื่อน ชุดคอยล์เย็น ชุดแผงกรองอากาศ และกล่องผสมอากาศ เป็นองค์ประกอบ ในการขนส่งสามารถนำมาเป็นชุดสำเร็จรูป หรือแยกส่วนและนำมาประกอบเข้าที่สถานที่ติดตั้งได้ แต่การประกอบจะต้องทำอย่างประณีตและจะต้องไม่รั่วตามรอยต่อ เมื่อนำเครื่องส่งลมเย็นเข้าที่ติดตั้งจะต้องปิดปากทางลมเข้า และออกด้วยพลาสติกเพื่อกันฝุ่นและหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้าง หากพบว่าตัวเครื่อง เสียหายจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน
- (2) เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ชนิดผนังสองชั้น (Double Skin) ใช้กับเครื่องปรับอากาศตามที่ระบุในแบบ
- (3) ค่าความดันสถิตภายนอก (External static Pressure) ที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์เป็นค่าความดันลดภายนอกตัวเครื่อง (External Pressure Drop) ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง และนำไปรวมกับค่าความดันลดภายในของตัวเครื่องที่เกิดจากอุปกรณ์



ต่างๆ (Internal Pressure Drop) ของเครื่องส่งลมเย็นตามข้อมูลของผู้ผลิตเพื่อนำไปใช้ในการเลือกจุดทำงานของพัดลมที่ถูกต้องต่อไป

- (4) โครงของ Module ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงเครื่องไปในตัวเพื่อป้องกันการผุกร่อน โครงเครื่อง (Framework) ทุกส่วนทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นรูป หรือ เหล็กกล้าชุบสังกะสี (Galvanized Steel) หรือ ไฟเบอร์กลาสชนิดเสริมแรง (Reinforcement glass fiber) ชนิดป้องกันการส่งผ่านความร้อน โครงเครื่องยึดประกอบเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรงและ แน่นหนา ข้อต่อที่หัวมุม (Corner Joint) ได้รับการขึ้นรูปมาเฉพาะกับการใช้งานที่จุดนั้นๆ และสามารถป้องกัน น้ำกลั่นตัว (Condensation) ที่ตัวเครื่องส่งลมเย็น โดยเครื่องส่งลมเย็นต้องมีค่าเทอร์มอลบริดจ์ (Thermal Bridge) ขั้นต่ำระดับ TB-2 และค่าการนำความร้อน (Thermal Transmittance) ขั้นต่ำระดับ T-2 ตามมาตรฐาน EN 1886 หรือเทียบเท่า
- (5) ผนังตัวถังเครื่อง (Casing) ทุกด้านมีโครงสร้างเป็นผนัง 2 ชั้นและมีไส้ฉนวนอยู่ระหว่างกลาง (Double-skinned with Insulation Core) ผนังผลิตมาจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่เคลือบผิวหน้าด้วยโพลีเอสเตอร์ หรือสารวัสดุอื่น ที่มีคุณสมบัติสูงกว่าเพื่อให้ผิวหน้าทั้งด้านนอก และ ด้านในตัวเครื่องมีความเรียบไม่สะสมฝุ่น และสิ่งสกปรก ฉนวนซึ่งเป็นไส้ในระหว่างแผ่นผนัง 2 ชั้นเป็นฉนวนยางเซลปิด ฉนวนใยแก้ว ฉนวนใยหิน (Mineral Wool or Rock Wool) หรือ ฉนวนโพลียูรีเทนชนิดไม่ลามไฟ ฉนวนมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน $0.038 \text{ W/M}^{\circ}\text{K}$ ($0.27 \text{ Btu.in/ft}^2.\text{h.}^{\circ}\text{F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32°C (90°F) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาของฉนวนไม่ต่ำกว่า 50 มม. โดยฉนวนสำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่ติดตั้งใกล้บริเวณที่ต้องการควบคุมระดับของเสียงต้องเลือกฉนวนที่มีค่าการดูดซับเสียงที่สูง อาทิเช่น ฉนวนใยหิน (Mineral Wool or Rock Wool) หรือเทียบเท่า
- (6) ช่องเปิดบริการเป็นส่วนหนึ่งของผนังตัวถังเครื่องให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต แต่จะต้องมีคุณลักษณะและคุณสมบัติเหมือนกับตัวถังเครื่องทุกประการ ผนังของตัวเครื่องและช่องเปิดบริการต้องยึดติดกับโครงเครื่องในลักษณะที่ไม่ให้เกิดการรั่วซึมของอากาศ (Air Tight) อุปกรณ์ล็อก มือจับ และบานพับสำหรับผนังตัวถังเครื่อง และช่องเปิดบริการจะต้องเป็นอุปกรณ์ระดับ Heavy Duty หรือ Industrial Grade ช่องเปิดบริการจะต้องออกแบบให้สามารถเข้าตรวจสอบภายในได้แบบ Walk Thru โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหายตำแหน่งที่ต้องมีช่องเปิดบริการคือ
 - ก) ส่วนพัดลม (Fan Section)
 - ข) ส่วนกรองอากาศ (Filter Section)
 - ค) ส่วนมิกซ์ซิง (Mixing Box Section)
 - ง) ส่วนคอยล์พรีคูล (Pre-cooled) และคอยล์รีฮีต (Reheat) (ถ้ามี)



- (7) ตัวเครื่องส่งลมเย็นทั้งชุดจะติดตั้งวางบนฐานที่ทำจากโครงเหล็กอาบสังกะสี โดยมีแผ่นยางกันสะเทือน แผ่นยางกันสะเทือนเป็นชนิดนีโอพรีน (Neoprene Rubber Pad) ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร และมีความแข็งหรือการยุบตัว (Deflection) ไม่น้อยกว่า Durometer 40
- (8) ถาดน้ำทิ้งครอบคลุมใต้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมด ไม่ให้ใช้น้ำด้านล่างของตัวถังเครื่องเป็นถาดน้ำทิ้ง ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กปลอดสนิม หรือแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ด้านรับน้ำเคลือบผิวด้วยสารป้องกันการผุกร่อน ความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ถาดน้ำทิ้งต้องมีความลาดเอียงไปหารูช้อตของท่อน้ำทิ้งรวมทั้งต้องอยู่ในความสูงและมีความลาดเอียงมากพอที่จะไม่มีน้ำขังในถาด ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมีแท็ป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางไหลของน้ำ
- (9) ถาดน้ำทิ้งต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนคอยล์เย็น ในกรณีที่มีความต้องการคอยล์เย็นมากกว่าหนึ่งคอยล์ไม่ว่าจะเป็นการวางคอยล์เย็นแบบขนาน หรือแบบต่ออนุกรมกันก็ตาม กรณีการวางแบบอนุกรมอนุญาตให้มีถาดน้ำทิ้งชั้นเดียวได้แต่ต้องครอบคลุมส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งสองคอยล์ ในกรณีที่เครื่องส่งลมเย็นมีฮีตไปป์ (Heat Pipe) ให้ส่วนที่เป็นด้านพรีคูล (Precool) มีถาดน้ำทิ้งด้วย
- (10) คอยล์เย็นทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ จำนวน Row ของคอยล์ต้องไม่น้อยกว่า 4 Row มีครีบอลูมิเนียมยึดติดโดยวิธีกลอยู่กับท่อทองแดง อย่างสม่ำเสมอ มีจำนวนครีบอลูมิเนียมอยู่ในช่วง 320-480 ครีบอลูมิเนียม (8-12 ครีบอลูมิเนียม) ความดันทดสอบ (Leak Test) ไม่ต่ำกว่า 24 kg/cm² (400 Psi) Cooling Capacity ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์ โดยให้ยึดถือค่า Entering และ Leaving Condition เป็นเกณฑ์ (Rating ตามมาตรฐานของ ARI-410) ความเร็วลมผ่านคอยล์ไม่เกิน 2.25 เมตรต่อวินาที (450 ฟุตต่อวินาที) ความดันลดของน้ำคร่อมคอยล์ไม่เกิน 3.6 เมตร (12 ฟุต) ของน้ำท่อน้ำ เย็นที่ต่อเข้า-ออก คอยล์เย็น ถ้าติดตั้งในระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดของคอยล์เย็นต้องมี Automatic Air Vent ติดไว้ที่ จุดสูงสุดของท่อน้ำเย็นออก และต่อท่อระบายอากาศไปยังจุดที่น้ำที่ใกล้ที่สุด
- (11) สำหรับพื้นที่ทั่วไป พัดลมเป็นชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ใบแบบแบควอร์ด (Backward Curve) หรือ แอร์ฟอยล์ อิมเพลเลอร์ (Air Foil Impeller) แบบดับเบิลวิดท์ ดับเบิลอินเล็ต (Double Width Double Inlet, DWDI) สำหรับที่ใช้กับห้องผ่าตัด ห้องสะอาด ส่วนห้องที่ต้องการควบคุมความดันของเสียงในพื้นที่ และห้องอื่นๆ ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์ พัดลมเป็นชนิดปลั๊กแฟน (Plug Fan) หรือตามที่ระบุในแบบ กรณีที่ระบบมีความดันรวม (External + Internal Pressure Drop) น้อยกว่า 500Pa. ให้ใช้ใบเป็นแบบฟอร์เวิร์ด (Forward Curve Impellers) พัดลมได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะที่ หยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงาน ผู้ผลิตสามารถส่งลมและให้ความดันลมตามที่ต้องการและให้ความดันของเสียงไม่เกิน 65 dBA



(RE 2 X 10⁻⁵ Pa, AMCA 301-76) วัดที่ระยะห่างโดยรอบไม่เกิน 3 เมตร (10 ฟุต) ในกรณีนี้เสียงดังกว่านี้จะต้องเพิ่มอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงลงจนอยู่ในเกณฑ์เทียบเท่ากันนี้ ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมอยู่ระหว่าง 9-12 เมตรต่อวินาที (1,800-2,400 ฟุตต่อนาที) ประสิทธิภาพของพัดลม ณ. จุดทำงาน (Operation Condition) ไม่น้อยกว่า 70% หรือตามที่วิศวกรพิจารณา

- (12) ตลับลูกปืนเป็นชนิดลูกบอล (Ball Bearing) หรือ แบบโรลเลอร์ (Roller Bearing) แบบ เซลฟอลไลน์เมนต์ (Self-Alignment) มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า L10-40,000 ชั่วโมง การอัดจาระบีสสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีทอลมปิดมิดชิด ต้องต่อท่ออัดจาระบือออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก
- (13) มอเตอร์จะต้องได้รับการออกแบบมาตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC ที่สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลต์/3 เฟส/50 เฮิร์ต เป็น Induction Motor ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled, Weather Proof, IP 55 ฉนวนขดลวด Class B และความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที การขับเคลื่อนมอเตอร์เข้ากับพัดลมมี 2 ทางเลือกดังนี้
- ก) ขับโดยตรง (Direct Drive) โดยต่อเพลลาของมอเตอร์เข้ากับเพลลาของพัดลม การปรับรอบของพัดลมใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (Variable Frequency Controller) ใช้สำหรับห้องผ่าตัด หรือตามที่ระบุในเอกสารอื่นๆ ของโครงการ
- ข) ขับด้วยสายพาน (Belt Drive) โดยอาศัยพูลเลย์และลายพานรูปตัววี พูลเลย์ชุดที่ติดอยู่กับเพลลามอเตอร์เป็นแบบที่ปรับความกว้างของร่องพูลเลย์ (Adjustable Pulley) ซึ่งสามารถหดรอบเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ไม่น้อยกว่า 50 รอบต่อนาที มีอุปกรณ์ป้องกันสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่มองเห็นได้ปิดครอบสายพานสำหรับชุดมอเตอร์และสายพานที่อยู่นอกเครื่องส่งลมเย็น
- (14) ทั้งชุดพัดลม และมอเตอร์จะต้องติดตั้งอยู่บน Spring Isolator ที่มีค่า static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- (15) กล่องแผงกรองอากาศเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โครงและผนังของกล่องมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับตัวถังเครื่องทุกประการ การประกอบเข้ากับตัวเครื่องส่งลมเย็นเป็นแบบ Modular Joint กล่องแผง กรองอากาศมีช่องเปิดบริการเพื่อเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้ง่าย มีความลึกเพียงพอที่จะติดตั้งแผงกรองอากาศชนิด กรองขั้นต้น (Pre-Filter) และ/หรือ กรองชั้นกลาง (Medium Filter) ตามที่ระบุในรายการอุปกรณ์ ชนิดของแผงกรองอากาศตามที่ระบุใน ตารางอุปกรณ์
- (16) เครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่องให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มดังนี้
- ก) เกจวัดความดันแตกต่างแบบแมกเนติก (Magnehelic Differential Pressure



Gauge) จำนวนตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์ เพื่อแสดงค่าความดันลดตกคร่อมแผงกรองอากาศรวมทั้งหมด

- ข) สวิตช์แรงดันแตกต่าง (Differential Pressure Switch) ส่งสัญญาณแจ้งสถานะ (Status) แผงกรองอากาศอุดตันให้กับระบบควบคุมอัตโนมัติ
- (17) กล่องผสมอากาศเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตโครงและผนังของกล่องมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับตัวถังเครื่องทุกประการ ออกแบบมาให้มีช่องอากาศภายนอกและช่องลมกลับเป็นชุดเดียวกัน กล่องผสมอากาศต้องมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
- ก) แดมเปอร์ปรับปริมาณลม (Volume Damper) ช่องอากาศภายนอกและช่องลมกลับ เพื่อใช้ปรับสัดส่วนของทั้งอากาศภายนอก (Fresh Air) และลมกลับ (Return Air)
- ข) ช่องเปิดเพื่อซ่อมบำรุง (Service panel) เพื่อเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้ด้วยการประกอบเข้ากับตัวเครื่องส่งลมเย็นเป็นแบบโมดูล (Modular Joint)
- ค) แดมเปอร์ปรับปริมาณลม (Volume Damper) ของชุดกล่องผสมอากาศต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงเป็นชนิดการรั่วไหลต่ำ (Low Leakage Damper) เพื่องับหรือกลไกในการปรับแดมเปอร์ (Damper) ต้องเป็นชนิดใช้งานหนัก (Heavy Duty) สามารถถือค้ำตำแหน่ง ของแดมเปอร์ (Damper) ได้แน่นไม่กระพือ และมีเสียงดัง

3 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)

- (1) เครื่องเป่าลมเย็นตามที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเดียวกับเครื่องทำน้ำเย็น แต่สามารถผลิตในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้นได้ ประกอบด้วย ตัวถัง, คอยล์เย็น, พัดลม, มอเตอร์, ถาดน้ำทิ้ง, แผงกรองอากาศ และส่วนประกอบมาตรฐานต่างๆ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต เหมาะสมกับการทำความเย็นที่ใช้
- (2) โครงสร้างทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หนาอย่างน้อย 1.6 มม. พับขึ้นรูป และประกอบอย่างแข็งแรง โครงสร้างที่สัมผัสกับความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวน บริเวณที่สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน
- (3) ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต พ่นสีแล้วอบ (Baked On Enamel) แผ่นเหล็กจะต้องมีความหนา ไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. ตัวถังเครื่องที่สัมผัสกับความเย็นจะต้องหุ้มฉนวนวัสดุของฉนวนเป็นฉนวนไม่ลามไฟชนิดเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) หรือ โฟมโพลียูรีเทนชนิดทนไฟ (Fire-Retardant Polyurethane Foam) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. (3/4 นิ้ว) เท่านั้น
- (4) คอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่ต่ำกว่า 12.7 มม.(1/2 นิ้ว) ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธี



กล (Mechanical Bonding) และจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 14 กก./ตร.ซม. (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความเร็วลมผ่านคอยล์เย็น จะต้องไม่เกิน 2.25 เมตรต่อวินาที (450 ฟุตต่อนาที) ที่ ความเร็วรอบสูงสุด จำนวนครีบบอยู่ในช่วง 9-12 ครีบบต่อนิ้วและจำนวนแถว 3-4 แถว ที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี จุติระบายอากาศ (Manual Air Vent Cock)

- (5) พัดลมชนิดแรงเหวี่ยง แบบฟอว์วอร์ด (Forward Curve Centrifugal Fan) และอาจจะมีหลายชุดยึดอยู่บนแกน เพลาชุดเดียวกันได้ ใบพัด และตัวพัดลมทำจากพลาสติก หรือเหล็ก อาบสังกะสี ได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้านสถิตย์ (Static) และ ทางจลน์ (Dynamic) สามารถส่งลม และให้ความดันลมที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และให้ความดังของเสียงไม่เกิน 55 dBa ตลอดช่วงความถี่ (Octave Band) 2-8 เมื่อเดินรอบปานกลาง (Medium) สำหรับพัดลมที่ติดตั้งโดยที่เป่าลมเข้าคอยล์ จะต้องมียกช่องช่วยกระจายให้ลมพัดอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งคอยล์
- (6) มอเตอร์ เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลท์, 1 เฟส, 50 เฮิร์ต ประกอบกับตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีขดลวดที่ทำให้ สามารถปรับรอบได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ฉนวนไฟฟ้า Class B
- (7) อุปกรณ์ชุดปรับรอบ เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองจากมาตรฐานสากลที่มีชื่อเสียงสามารถปรับความเร็วรอบมอเตอร์ได้ 3 จังหวะ (HIGH-MEDIUM-LOW) และ ปิด (OFF) ประกอบด้วยแป้นอลูมิเนียม หรือพลาสติกที่แข็งแรงสวยงาม
- (8) อุปกรณ์ชุดปรับอุณหภูมิ เป็นชนิดรีโมทบูลบ์ (Remote Bulb Type) เมื่อติดตั้งอยู่กับเครื่อง และเป็นชนิดติดตั้งในห้อง (Room Type) เมื่อ ติดตั้งอยู่ที่ผนัง สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตามต้องการ
- (9) ส่วนของตัวเครื่องที่สัมผัสกับความเย็นทั้งหมด และจะทำให้เกิดการเกาะของหยดน้ำจากภายนอก จะต้องหุ้มฉนวน วัสดุของฉนวนเป็น ไฟเบอร์กลาสเคลือบด้วยนีโอพรีน (Neoprene Coated Fibreglass) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต, ฉนวนเซลปิด (Closed Cell Rubber) หรือ โฟมโพลียูรีเทนชนิดไม่ติดไฟ (Poly Urethane Foam (Fire Retardant Type) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. (3/4 นิ้ว) ฉนวนที่อาจจะกระทบกับละอองน้ำ หรือน้ำให้ใช้เป็นชนิดเซลปิด (Closed Cell Rubber) หรือ โฟมโพลียูรีเทนชนิดไม่ติดไฟ (Poly Urethane Foam (Fire Retardant Type) เท่านั้น การประกอบฉนวนจะต้องประณีตและรอยต่อจะต้องชนสนิท ฉนวนส่วนใหญ่จะหุ้มภายในเครื่อง ยกเว้นถาดน้ำทิ้งขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะหุ้มภายนอกเครื่องได้



- (10) การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ ในการขออนุมัติอุปกรณ์ของเครื่องส่งลมระบบปรับอากาศผู้
รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- ก) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (project specification) กับ
รายละเอียดประกอบแบบ (specification) ที่เสนอ
 - ข) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลเครื่องส่งลมเย็นที่เสนอ กับที่ระบุในตารางอุปกรณ์ และ
ข้อมูลสมรรถนะ (Performance Data) อื่นๆ เช่น สมรรถนะของคอยล์เย็น (Coil
Performance), ความดันตกคร่อม คอยล์ และบายพาส แดมเปอร์ (Coil and By-pass
Damper Pressure Drop) เป็นต้น
 - ค) กราฟสมรรถนะของพัดลม (Fan performance curves) โดยระบุจุดทำงานของพัดลม
โดยจุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วงเสถียร (Stable)
 - ง) ระดับกำลังของเสียงของพัดลม (Fan Sound-Power Rating) ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8
ย่านมา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1 เมตร
 - จ) ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้
 - ฉ) แบบแสดงรายละเอียดของเครื่องส่งลมเย็น เช่น คอยล์ความเย็น (Cooling Coil) ฮีท ไลน์
(Heat Pipe) เป็นต้น
 - ช) สมรรถนะ (Performance) ของฮีท ไลน์ (Heat Pipe) ที่สภาวะต่างๆ ตามที่ระบุใน
หัวข้อฮีท ไลน์ (Heat Pipe)



หมวดที่ 12. เครื่องปรับอากาศแบบปรับปริมาณสารทำความเย็นอัตโนมัติ (VARIABLE REFRIGERANT VOLUMETRIC, VRV or VRF)

1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบ Variable Refrigerant Flow ระบบหนึ่ง ประกอบด้วยชุดระบายความร้อน ซึ่งใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นมากกว่า 1 ชุดขึ้นไป และอุปกรณ์แต่ละชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อย จากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็น ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และจะต้องสามารถทำความเย็นรวมที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่กำหนดได้ตามขนาดทำความเย็นที่ระบุในรายการอุปกรณ์ ที่สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 37°CDB (98.6°FDB) ความสามารถของระบบจะต้องรองรับการเดินท่อสารทำความเย็นได้มากกว่า 100 เมตร และความต่างระดับของเครื่องระบายความร้อนกับเครื่องเป่าลมเย็นได้มากกว่า 40 เมตร พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Microprocessor มาอย่างครบชุด

2 ชุดระบายความร้อน (Outdoor Unit)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Hermetic Type แบบ Scroll หรือ Rotary อย่างน้อย 1 ชุด และมีวงจรสารทำความเย็นเป็นแบบ Single Circuit ใช้กับระบบสารทำความเย็น R-410A การปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกชุดแบบ Inverter เป็นไปโดยอัตโนมัติ และระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรท์ หรือ 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรท์ ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้ .-

- (1) ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน
- (2) คอมเพรสเซอร์สามารถควบคุมสมรรถนะของขนาดทำความเย็น โดยปรับการใช้กระแสไฟฟ้าตามการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยอัตโนมัติ คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระแทกรองรับ



- (3) พัฒนาระบายความร้อนเป็นแบบพรอพเพลเลอร์ (Propeller Type) ขับด้วยมอเตอร์ชนิดทนทานต่อทุกสภาพอากาศ (Weather Proof) ได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- (4) แผงระบายความร้อน ทำด้วยท่อทองแดง มีครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิดเพลต-ฟิน (Plate Fin Type) อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการกัดกร่อนทางเคมี และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต
- (5) อุปกรณ์อื่น ๆ ในชุดระบายความร้อนมีดังนี้ :-
 - ก) สวิตช์ป้องกันความร้อน (Internal Thermal Switch Protection) และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection Device) ในคอมเพรสเซอร์ (Compressor)
 - ข) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินในอินเวอร์เตอร์ (Inverter Overload Protection Devices)
 - ค) สวิตช์ป้องกันความร้อนสำหรับมอเตอร์พัดลม (Thermal Switch Protection Device for Fan Motor)
 - ง) วาล์วกันกลับเพื่อป้องกันความดันสูง ในคอมเพรสเซอร์ (Check Valve High Pressure Protection Device for Compressor)
 - จ) สวิตช์ความดันสูง/ต่ำ (High / Low Pressure Switch)
 - ฉ) วาล์วเปิด/ปิด ท่อด้านดูด และด้านของเหลว (Suction / Liquid Line Shut Off Valve)
 - ช) พอร์ตเติมสารทำความเย็น (Refrigerant Charging Port)
 - ซ) โซลินอยด์วาล์วสำหรับควบคุมขับเคลื่อนของบายพาสคอล์ย (Solenoid Valve Control Sub Cool Coil Bypass)
 - ณ) ถังเก็บสารทำความเย็น (Accumulator Tank for Buffer and Reserve Refrigerant)
 - ญ) อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (Oil Separator) พร้อมอุปกรณ์เก็บน้ำมันคืนอัตโนมัติ (Automatic Oil Recovery) และระบบปรับสมดุลการทำงานของระบบ (Equalization Operations)
- (6) ระดับความดังของเสียงของแต่ละ Single Unit จะต้องไม่เกิน 70 dB(A) ในขณะการใช้งานปกติ วัดที่ระยะห่างแนวราบ 1 เมตร



เครื่องเป่าลมเย็น (INDOOR UNIT)

- (1) ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอบสังกะสี หรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่าง
ดี หรือ วัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในตัวเครื่องบุด้วย
ฉนวนไม่ลามไฟชนิดเซลปิด (Closed Cell Insulation) หรือ โฟมโพลียูรีเทนชนิดไม่ติดไฟ
(Fire Retardant Polyurethane) ความหนาเพียงพอที่ไม่ทำให้เกิดการเกาะของหยดน้ำ ภาย
ร่องน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนประเภทเดียวกัน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
- (2) พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal), เทอร์โบ (Turbo Fan) หรือ พัดลมแบบ
ครอสโฟล (Cross Flow Fan) ทำจากพลาสติกหรือเหล็กอบสังกะสี พัดลมตัวเดียวหรือสอง
ตัวตั้ง อยู่บนเพลาดียวกัน
- (3) เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (External Static
Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- (4) มอเตอร์ขับพัดลมแบบขับโดยตรง (Direct-Drive) ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับ
สมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- (5) แผงคอยล์เย็นเป็นแบบสารทำความเย็นขยายตัวโดยตรง (Direct Expansion Coil) ทำด้วย
ท่อทองแดง มีครีบบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิดเพลท-ฟิน (Plate Fin Type) อัด
ติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล แผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความร้อนได้ตามขนาด
ของเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุดตามข้อกำหนด และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต
- (6) สำหรับเครื่อง ทำความเย็นอากาศภายนอก (Outdoor Air Unit) ให้สามารถทำอุณหภูมิลม
เย็นที่จ่ายได้อย่างน้อย $18\text{ }^{\circ}\text{C}_{db}$ หรือเป็นไปตามข้อกำหนด และกรณีติดตั้งเครื่อง
Outdoor Air Unit ในระบบสารทำความเย็นชุดเดียวกันกับเครื่องเป่าลมเย็นปกติ ให้จำกัด
ขนาดเครื่อง (Cooling Capacity) ของเครื่องเติมอากาศภายนอก (Fresh Air Unit) ไม่เกิน
30% ของความสามารถในการทำความร้อนของระบบสารทำความเย็นนั้นๆ
- (7) อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้ :-
 - ก) อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Thermistor Sensors) ลมกลับ (Return Air), สารทำความ
เย็น (Refrigerant Entering) และสารทำความเย็นออก (Refrigerant Leaving).
 - ข) วาล์วขยายตัวชนิดไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic or Electric Expansion



Valve)

- ค) ถาดระบายน้ำ และจุดต่อท่อระบายน้ำ ((Drain Pan and Drain Pan Connection)
- ง) จุดต่อท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Pipe Connections)
- จ) บอร์ดวงจร (Printed Circuit Board)
- ฉ) ชุดควบคุมแบบพีไอดีสำหรับวาล์วขยายตัว (PID Control for Expansion Valve.)

4 เครื่องปรับอากาศบริสุทธิชนิด Double Skin (Outdoor Air Unit)

- (1) พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบแรงเหวี่ยงแบบแบ็ควอร์ด (Centrifugal, Backward Curve) หรือแบบแอร์ฟอยล์อิมเพลเลอร์ (Air Foil Impeller) แบบดับเบิลวิทช์ ดับเบิลอินเล็ต (Double Width Double Inlet, DWDI) ทำจากเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีพอสเฟด ฟันสีแล้วอบ (Baked on Enamel) พัดลมจะต้องติดตั้งอยู่ทางด้านหลัง (Downstream) ของคอยล์เย็น
- (2) พัดลมเป่าลมเย็นจะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์ โดยความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมอยู่ระหว่าง 9-12 เมตรต่อวินาที
- (3) มอเตอร์ขับพัดลมแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ชนิดปิดมิดชิดระบายความร้อนด้วยอากาศ ทนทานต่อทุกสภาพอากาศ (Totally Enclosed Fan Cooled, Weather Proof) IP 55 ฉนวนขดลวด Class B ใช้กับ ระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ขับพัดลมแบบขับโดยตรง (Direct-Drive) ปรับรอบด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (Variable Speed Drive (VSD)) หรือแบบขับด้วยสายพาน (Belt Drive) โดยใช้พูลเลย์และสายพานรูปตัววีชนิดปรับได้ (Adjustable Pulley) ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
- (4) โครงเครื่อง (Framework) ทุกส่วนทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นรูปชนิดป้องกันการส่งผ่านความร้อน (Extruded Thermal Break Aluminum Profile Framework) ความหนาของ Aluminum Profile ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร โครงเครื่องยึดประกอบเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรงและแน่นหนา
- (5) ผนังตัวถังเครื่อง (Casing) ทุกด้านมีโครงสร้างเป็นผนัง 2 ชั้นและมีไส้ฉนวนอยู่ระหว่างกลาง (Double-Skinned With Insulation Core) ผนังผลิตมาจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่เคลือบผิวหน้าด้วยโพลีเอสเตอร์หรือสารวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติสูงกว่าเพื่อให้ผิวหน้าทั้งด้านนอกและด้านในตัวเครื่องมีความเรียบไม่สะสมฝุ่นและสิ่งสกปรก ฉนวนซึ่งเป็นไส้ในระหว่างแผ่นผนัง 2



ชั้นเป็นฉนวนยางเซลล์ปิด ฉนวนใยแก้ว หรือฉนวนโพลียูรีเทนชนิดไม่ลามไฟ ฉนวนมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/M.K ($0.27 \text{ Btu.in/Ft}^2.\text{H. F}$) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32C (90F) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า $32 \text{ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร}$ ความหนาของฉนวนไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร ตัวถังเครื่องที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้จะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมไม่เกิน $0.80 \text{ W/M}^2.\text{K}$

- (6) แผงคอยล์เย็นเป็นแบบขยายตัวโดยตรง (Direct Expansion Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Nominal OD.) ไม่เล็กกว่า 9.52 มิลลิเมตร จำนวน Row ของคอยล์ต้องไม่น้อยกว่า 4 Row หากต้องการมากกว่า 6 แถว จะต้องแยกคอยล์เย็นเป็น 2 Bank แต่ละแบงค์ (Bank) ห่างกันอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) มีครีบริบายความยืดติดโดยวิธีกลอยู่กับท่อทองแดงอย่างสม่ำเสมอ มีจำนวนครีบริบายในช่วง $320-480 \text{ ครีบริบายต่อเมตร}$ ($8-12 \text{ ครีบริบายต่อนิ้ว}$) และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามขนาดของเครื่องปรับอากาศบริสุทธิ์แต่ละชุดตามข้อกำหนด
- (7) ถาดน้ำทิ้งครอบคลุมได้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมด ไม่ให้ใช้ผนังด้านล่างของตัวถังเครื่องเป็นถาดน้ำทิ้ง ถาดน้ำทิ้งต้องทำแยกเป็นอีกชั้นหนึ่งยกสูงจากผนังด้านล่าง ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กปลอดสนิมหรือแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ด้านรับน้ำเคลือบผิวด้วยสารป้องกันการผุกร่อน วัสดุผิวส่วนที่ไม่สัมผัสน้ำด้วยฉนวนยางเซลล์ปิดหรือฉนวนโพลียูรีเทนความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- (8) กล่องแผงกรองอากาศเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โครงและผนังของกล่องมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับตัวถังเครื่องทุกประการ กล่องแผงกรองอากาศมีช่องเปิดบริการเพื่อเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้ง่าย มีความลึกเพียงพอที่จะติดตั้งแผงกรองอากาศชนิด Pre-Filter และ/หรือ Medium Filter ตามที่ระบุในรายการอุปกรณ์ได้

5 ระบบท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

- (1) ท่อสารทำความเย็นเป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง (Type L) และให้หุ้มท่อนาดูด (Suction) ด้วยฉนวนแบบเซลล์ปิด (Closed Cell Insulation) หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อสารทำความเย็นด้านดูด (Suction) และ ท่อของเหลว (Liquid) ให้เดินแยกจากกัน โดยมีตัวรัด (Clamp) รัดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร (8 ฟุต) ฉนวนหุ้มท่อนที่รัด (Clamp) ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรัดด้วยตัวรัด (Clamp)
- (2) การเดินท่อสารทำความเย็นจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ปลอกท่อ (Pipe Sleeves) ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อสารทำ



- ความเย็นและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาครอบ หรือก่อดินช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มม. X 40 มม. X 5 มม. (3 นิ้ว X 1 1/2 X 0.2 นิ้ว) โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร (8 ฟุต) ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้
- (3) ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อพีวีซี (PVC) แข็ง, Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 อุปกรณ์ ข้อต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้สารทำความเย็นต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด เซลปิด (Closed Cell Insulation) ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. (3/4 นิ้ว)
- (4) ในทุกๆ กรณีจะต้องตรวจปริมาณสารทำความเย็นให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน Sight Glass จะต้องเห็นสารทำความเย็นไม่เป็นฟองอากาศ
- (5) ข้อต่อของท่อสารทำความเย็นจะต้องประกอบด้วยวัสดุฉนวนเสร็จเรียบร้อยมาจากผู้ผลิต และการติดตั้งระบบท่อสารทำความเย็นต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- (6) ท่อที่หุ้มฉนวนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร จะต้องหุ้มด้วย Aluminium Jacket ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.

6 ระบบควบคุม (Control System)

- (1) อุปกรณ์ควบคุมเป็นแบบ Microprocessor เป็นหลัก โดยส่วนประกอบของระบบต้องสามารถทำงานเทียบเท่ากับระบบบริหารจัดการอัจฉริยะ (Intelligent Manager Plus) และ BACnet เกตเวย์ (Gateway) โครงข่ายของระบบควบคุมจะต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ โดยการเตรียมแบคเน็ตโปรโตคอล (BACnet Protocol) ไว้ด้วย
- (2) เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต้องเป็นชนิดอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) ติดตั้งควบคุมจุดที่กำหนดไว้ในแบบ หรือติดตั้งภายในส่วนลมกลับของเครื่องเป่าลมเย็น
- (3) กำหนดให้มีระบบควบคุมส่วนกลาง โดยมีความสามารถ
- ก) ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิ ปรับอัตราการไหลของลม และการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่จำเป็นอย่างอื่นได้ โดยมีการแสดงสถานะของระบบทั้งหมดผ่านหน้าจอแบบ Touch Screen ของตัวควบคุมเอง หรือหน้าจอคอมพิวเตอร์
 - ข) สามารถปรับตั้งเวลา เปิดปิด เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง
 - ค) สามารถตั้งจำกัดค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องได้
 - ง) สามารถดูข้อมูลประวัติ Trouble History ของเครื่องปรับอากาศได้
- (4) สำหรับโครงการที่มีระบบ BAS ระบบควบคุมส่วนกลางจะต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบ VRF ผ่านระบบ BAS ได้



- (5) ท่อร้อยสายไฟจะต้องเป็นท่อเหล็ก โดยในส่วนที่ติดตั้งภายในสถานที่ปรับอากาศจะเป็นแบบ EMT และในส่วนที่อยู่นอกสถานที่ปรับอากาศเป็นแบบ IMC
- (6) ท่อที่ใช้สำหรับสายสัญญาณจะต้องเป็นแบบ PVC ของท่อร้อยสายไฟฟ้า
- (7) จุดเชื่อมต่อของท่อจะต้องเป็น Waterproof ติดตั้งสะดวกสำหรับพื้นที่ภายนอก และพื้นที่ภายใน
- (8) การติดตั้ง Safety Switch ทั้งแบบที่มีฟิวส์ หรือไม่มีฟิวส์จะต้องติดตั้งให้ใกล้กับเครื่องระบายความร้อนให้ได้มากที่สุด และขนาดของอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ
- (9) การเดินสายไฟฟ้า (ซึ่งรวมถึงสายไฟสำหรับเครื่องปรับอากาศ) และสายสัญญาณจะต้องไม่วางอยู่ในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน โดยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณจะต้องเดินภายในท่อที่แยกกันต่างหาก
- (10) จะต้องมียระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System) ระหว่างเครื่องระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็นเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย
- (11) ระบบควบคุมต้องสามารถวัดการใช้พลังงานของแต่ละชุดเป่าลมเย็น (Indoor Unit) ได้

7

การติดตั้งระบบปรับอากาศ

- (1) การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุด ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชั้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและสีทา ภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- (2) การติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคาร ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- (3) การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี Vibration Isolator รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบปรับอากาศ ให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่ รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง



(4) การทดสอบระบบจะต้องควบคุมโดยผู้ผลิต

8

การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้

- (1) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (project specification) กับรายละเอียดประกอบแบบ (specification) ที่เสนอ
- (2) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลชุดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor Unit) และ ชุดติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor Unit) ที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- (3) การเลือกสมรรถนะที่เหมาะสม (Matching Performance) สำหรับเครื่องภายในอาคาร (Indoor Unit) ที่ อุณหภูมิด้านเข้าคอยล์เย็น (Cooling Coil Entering Temperature) ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์ โดยแสดงขนาดทำความเย็นรวม (Total Cooling Capacity) ขนาดทำความเย็นสัมผัส (Sensible Cooling Capacity)
- (4) กราฟสมรรถนะของพัดลม (Fan Performance Curves) โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วงเสถียร (Stable) และต้องแสดงกราฟสมรรถนะ (Performance Curves) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ไปด้วย
- (5) ความดังของเสียงของชุดติดตั้งภายในอาคาร Indoor Unit (Dba) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ที่ระยะ 1.5 เมตร
- (6) การเลือกสมรรถนะที่เหมาะสม (Matching Performance) สำหรับเครื่องที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร (Outdoor Unit) ที่สภาพอากาศภายนอก (Ambient Temperature) ตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ และความยาวท่อสารทำความเย็นจริงที่ต้องติดตั้ง โดยแสดงขนาดทำความเย็นรวม (Total Cooling Capacity)
- (7) ความดังของเสียงของชุดที่ติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor Unit) (dBA) ที่ระยะ 1.0 เมตร
ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้ารวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้



หมวดที่ 13 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT

1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วย เครื่องส่งลมเย็น เครื่องระบายความร้อน ท่อสารทำความเย็น และอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ทั้งชุดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานของผู้ผลิตหรือผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ของผู้ผลิตนั้นภายในโรงงานที่มีคุณภาพ เครื่องระบายความร้อนเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือระบายความร้อนด้วยน้ำตามที่ระบุในแบบ หรือรายการอุปกรณ์ และเมื่อใช้คู่กับเครื่องส่งลมเย็นตามรุ่นที่ผู้ผลิตแนะนำจะต้องทำความเย็นรวมได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ดังนี้

- ก) เครื่องส่งลมเย็นต้องมีความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ ทั้งขนาดทำความเย็นรวม (Total Heat Capacity) และ ขนาดทำความเย็นสัมผัส (Sensible Heat Capacity) รวมถึงปริมาณลม โดยให้อุณหภูมิอากาศขาเข้าคอยล์ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางอุปกรณ์
- ข) อุณหภูมิอากาศระบายความร้อนเข้าเครื่องระบายความร้อนที่ 35°C (95°F)
- ค) อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้า และออกเครื่องระบายความร้อนที่ 32.2°C (90°F) และ 37.8°C (100°F) ตามลำดับ
- ง) อุณหภูมิสารความเย็นทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 7.2°C (45°F)

2 เครื่องระบายความร้อน (CONDENSING UNIT)

(1) ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSER)

ชุดระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Sealed Hermetic หรือ Semi-Hermetic แบบ Rotary, Scroll หรือ Reciprocating และมีวงจรสารความเย็นเป็นแบบ Single หรือ Dual Circuits ใช้กับสารความเย็น R-32, R-407C หรือ R-410A ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรท์ หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรท์ ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลงแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่นๆ มีดังนี้

- ก) พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบพรอพเลเลอร์ (Propeller Type) หรือ แบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ขับด้วยมอเตอร์ชนิดทนทานทุกสภาพอากาศ (Weather Proof)
- ข) แผงระบายความร้อนประกอบด้วยแผงครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (หรือทองแดง) อัดด้วยวิธีกลติดกับชุดท่อทองแดงชนิดไร้ตะเข็บ จำนวนครีระบายความ

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



- ร้อนไม่น้อยกว่า 480 ครัวต่อเมตร (12 ครัวต่อนี้ว)
- ค) ตัวถังเครื่องระบายความร้อนทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กดำนสีกันสนิมและสี
ภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร
- ง) คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมีอุปกรณ์ลดแรงสั่นสะเทือน
รองรับ
- จ) อุปกรณ์อื่นๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้
- อุปกรณ์ป้องกันการทำงานเกินพิกัดของคอมเพรสเซอร์ชนิดความร้อน(Thermal
Overload Protection Devices for Compressor)
 - อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ของพัดลมทำงานเกินพิกัด (Overload Protection
Device for Fan Motor)
 - แมกเนติกคอนแทคเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ (Compressor Magnetic
Contactor)
 - สวิตช์ความดันสูง/ต่ำ (Hi/Low Pressure Switch)
 - วาล์วเปิด-ปิด สำหรับวงจรด้านดูด/ด้านของเหลว/ด้านแก๊สร้อน (Suction /
Liquid / Hot Gas Line Shut-Off Valve)
 - กรองสารทำความเย็น (Refrigerant Filter Drier)
 - ช่องกระจก (Sight Glass)
 - พอร์ตเติมสารทำความเย็น (Refrigerant Charging Port)
 - ฮีตเตอร์สำหรับแครนเคส (Crankcase Heater) (สำหรับเครื่องขนาดความเย็น
35.2 KW ขึ้นไป)

3 เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT)

เครื่องส่งลมเย็นในที่นี้ได้แก่ ชนิด ติดผนัง (Wall Mounted), ติดฝ้า (Ceiling Mounted), ตั้งพื้น
(Floor Mounted) และ คาสเส็ต (Cassette) ชนิดที่ติดตั้ง ในพื้นที่และจ่ายลมเย็นเข้าห้องโดยตรง
และชนิดต่อท่อลมเพื่อส่งลมเย็นเข้าพื้นที่ รวมไปถึงเครื่องขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) ที่ต้อง
ติดตั้งในห้องเครื่องและใช้ท่อลมในการส่งจ่ายความเย็นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่

- (1) เครื่องส่งลมเย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถส่งลมและให้ความดันลม (External Static
Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- (2) แผงคอยล์เย็นเป็นแบบไดเร็กเอกเพนชั่น (Direct Expansion Coil) ทำด้วยท่อทองแดงอย่าง
แข็ง มีครีระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล
และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็น ได้ตามข้อกำหนด

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



- (3) พัฒนเป็นแบบหอยโข่งลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัฒนตัวเดียวหรือหลายตัวตั้งอยู่บน
แกนเพลาดียวกัน พัฒนทำจากพลาสติกหรือเหล็กอบสังกะสี มอเตอร์ใช้กับระบบไฟฟ้า
230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามข้อกำหนดในรายการ
อุปกรณ์ มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 กิโลวัตต์ขึ้นไปเป็นชนิด 3 เฟส และ ต้องมีเครื่องช่วย
สตาร์ท (Starter) แบบไต่อเนอออนไลน์ (Direct-On-Line Starter)
- (4) มอเตอร์ขับพัฒนแบบขับตรงหรือผ่านสายพานพูลเลย์ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็วสายพาน
ได้ตัวพัฒนจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้ว
จากโรงงานผู้ผลิต
- (5) ตัวถังของเครื่องส่งลมเย็น เป็นชนิดใดชนิดหนึ่งตามลักษณะการใช้งานดังนี้
- ก) เครื่องส่งลมขนาดเล็กชนิดจ่ายลมตรงเข้าพื้นที่การติดตั้งเป็นแบบเปลือย (Exposed)
ชนิดติดผนัง (Wall Mounted), ติดฝ้า (Ceiling Mounted), ตั้งพื้น (Floor Mounted)
หรือคาสเซต (Cassette) มีพัฒนหอยโข่งแกนยาวทำด้วยพลาสติกแข็ง หรือเหล็กอบ
สังกะสีต่อขับเคลื่อนตรงโดยใช้มอเตอร์แบบเพอร์มาเนนท์สปลิตคาปาซิเตอร์
(Permanent Split Capacitor (PSC)) ตัวถังเครื่องทำด้วยทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ลาม
ไฟและทำสีในเนื้อพลาสติก หรือเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- ข) เครื่องส่งลมขนาดเล็กชนิดต่อท่อลมเพื่อจ่ายเข้าพื้นที่ การติดตั้งเป็นแบบซ่อน
(Concealed) ชนิด ติดเหนือฝ้า (Ceiling Mounted), ตั้งพื้น (Floor Mounted) มีพัฒ
นหอยโข่งทำด้วยเหล็กอบสังกะสีต่อขับเคลื่อนตรงโดยใช้มอเตอร์แบบเพอร์
มาเนนท์ สปลิต คาปาซิเตอร์ (Permanent Split Capacitor (PSC)) ตัวถังเครื่องทำ
ด้วยเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- ค) เครื่องส่งลมขนาดใหญ่มีพัฒนหอยโข่งทำด้วยเหล็กอบสังกะสีตัวเดียวหรือสองตัวต่อ
ขับเคลื่อนตรง หรือผ่านสายพานและพูลเลย์โดยใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบตัวเครื่อง
ปิดมิดชิดทนทานต่อทุกสภาพอากาศระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally
Enclosed Fan Cooled, Weather Proof, Induction Motor) (IP55) ฉนวนขดลวด
Class B มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที คอยล์เย็นจัดวางแบบ
ดึงลมผ่าน (Air Draw Thru Coil) ความเร็วอากาศผ่านคอยล์เย็นไม่เกิน 2.5 เมตรต่อวิน
าที ตัวถังเครื่องมีโครงสร้างเป็นแบบผนังชั้นเดียว (Single Skin) ทำจากเหล็กฉากพ
อบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร โครงสร้างที่กระทบความเย็นจะต้อง
หุ้มด้วยฉนวน บริเวณที่สัมผัส กับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผ
ุกร่อน ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีพอสเฟตพ่นสี
แล้วอบ (Baked On Enamel) ความหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. ประกอบยึดติดอย่างต
และแน่นหนากับโครงเครื่องไม่มีลมรั่วไหล
- ง) ตัวถังเครื่องที่สัมผัสความเย็นจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางแบบเซลปิดไม่ติดไฟ (Closed

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



Cell (Fire Retardant)) หรือฉนวนโพลียูรีเทนชนิดไม่ติดไฟ (Polyurethane (Fire Retardant))

- จ) ถาดรองน้ำทิ้งบูด้วยฉนวนประเภทเดียวกัน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน ผู้ผลิต
- (6) อุปกรณ์ประกอบของเครื่องส่งลมเย็นมีดังต่อไปนี้
- ก) อุปกรณ์ลดความดันของสารความเย็นชนิดคาปิลลารีทิวบ์ (Capillary Tube) หรือ ออริฟิซ (Orifice) ตามมาตรฐานผู้ผลิต สำหรับเครื่องขนาดทำความเย็นไม่เกิน 10.5 KW และเป็นชนิดใช้วาล์วขยายตัว (Expansion Valve) สำหรับเครื่องขนาดทำความเย็นมากกว่า 10.5 KW
- ข) อุปกรณ์ป้องกันการ ทำงานเกินภาระของมอเตอร์พัดลม (Overload Protection Device For Fan Motor)
- ค) จุดต่อท่อระบายน้ำ และถาดรองรับน้ำ (Drain And Drain Pan Connection)
- ง) กรองอากาศแบบถอดล้างได้ (Washable Air Filter) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต จ) จุดต่อท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Pipe Connection)
- ฉ) ระบบท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้ง
- (7) ท่อสารความเย็นให้ใช้เป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง Type L ท่อด้านดูด (Suction) หุ้มด้วยฉนวนชนิดเซลปิด (Closed Cell) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/M.K ที่ 24°C ความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรหรือ ตามที่ระบุในแบบ ท่อสารความเย็นด้านดูด (Suction), ด้านของเหลว (Liquid) และด้านก๊าซร้อน (Hot Gas) (ถ้ามี) ให้เดินแยกจากกันโดยมีตัวรัด (Clamp) รัดทุกระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด (Clamp) ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรหุ้มรอบฉนวนก่อนรัดด้วยตัวรัด (Clamp)
- (8) การเดินท่อสารความเย็นจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคาร ให้ใส่ปลอกท่อ (Sleeves) ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อสารความเย็นและท่อน้ำทิ้งที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้าให้ ทำฝารอบหรือก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝนท่อน้ำทิ้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 5 มิลลิเมตร โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับตัวรัด (Clamp) ยึดท่อทั้งหมดได้ ท่อที่หุ้มฉนวนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร จะต้องหุ้มด้วยอลูมิเนียมแจ็คเก็ต (Aluminium Jacket) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.
- (9) ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อพีวีซี (PVC) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 Class 8.5 อุปกรณ์เชื่อมต่อท่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตาม

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



คำแนะนำของผู้ผลิตที่น้ำที่ห้องหุ้มฉนวนปิดชนิดไม่ติดไฟ (Closed Cell (Fire Retardant))
ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

- (10) ในทุกกรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้านช่องกระจก (Sight Glass) จะต้องเห็นสารความเย็นไม่เป็นฟองอากาศ
- (11) ระบบท่อบริการความเย็นจะต้องเป็นแบบ Double Riser สำหรับเครื่องที่มีขนาดทำความเย็นตั้งแต่ 35 กิโลวัตต์ ขึ้นไป

4 ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)

- (1) ระบบหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Timer Delay Relay) จะติดตั้งอยู่ที่แผงควบคุมการทำงานของ คอมเพรสเซอร์ หรือติดตั้งที่แผงควบคุมการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น หรือติดตั้งชุด Remote Control ให้ เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (2) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบเปลือย (Exposed) ชนิดติดผนัง (Wall Mounted), ติดฝ้า (Ceiling Mounted), ตั้งพื้น (Floor Mounted) หรือคาสเส็ต (Cassette) ใช้ชุดควบคุมที่เป็นมาตรฐานของผู้ผลิต ชุดควบคุมอย่างน้อยต้องสามารถควบคุมการทำงานและการ เปิด-ปิดเครื่อง ควบคุมความแรงของพัดลม (Off-Low-Med-High) และควบคุมอุณหภูมิโดยที่ค่าของอุณหภูมิ แสดงเป็นตัวเลข และแสดงสถานะแผงกรองอากาศสกปรก พร้อมปุ่มรีเซ็ต (Reset) ชุดควบคุมเป็นชนิดมีสาย หรือไร้สาย กรณีเป็นชนิดไร้สายให้ติดตั้งกล่องเก็บชุดควบคุมไว้ใกล้เครื่องส่งลมเย็นเพื่อป้องกันการสูญหาย
- (3) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กติดตั้งแบบซ่อน (Concealed) ชนิด ติดฝ้า (Ceiling Mounted), ตั้งพื้น (Floor Mounted) ให้ใช้ชุดควบคุมที่เป็นมาตรฐานของผู้ผลิตเช่นเดียวกับข้อ 5.2 ก่อนเป็นอันดับแรก หากไม่มีหรือต้องติดตั้งเพิ่มเติมให้ใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิดแสดงผลเป็นตัวเลขและชุดควบคุมความแรงของพัดลม (Off-Low-Med-High) ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
- (4) เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.75 KW ใช้ชนิด 1 เฟส (Single Phase) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 KW ขึ้นไปใช้ชนิด 3 เฟส (Three Phase) การควบคุมการทำงาน หรือ เติบ-หยุด (Start-Stop) เครื่องต้องมีอุปกรณ์ช่วยสตาร์ท (Starter) มีปุ่มกด (Push Button) ติดตั้งที่แผงไฟฟ้าตามจุดที่กำหนดในแบบ และใช้ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิดแสดงผลเป็นตัวเลขติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
- (5) เครื่องที่มีขนาดทำความเย็น 10.5 KW ขึ้นไปจะต้องออกแบบให้มีระบบสุบสารทำความเย็นกลับอัตโนมัติ (Automatic Pump Down) มาจากโรงงานผู้ผลิตด้วยทุกเครื่อง



5 การติดตั้งระบบปรับอากาศ

- (1) การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อนให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ระดับการติดตั้งสำหรับเครื่องระบายความร้อนจะต้องอยู่ในระดับที่สามารถเป่าลมร้อนให้พ้นสิ่งกีดขวางด้านหน้าได้ ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กให้ทาสีกันสนิม และสีทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- (2) การติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- (3) การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นให้มีอุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนรองรับเครื่องขนาดเล็กที่ปริมาณการส่งลมไม่เกิน 560 ลิตรต่อวินาที (1,200 CFM) ใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดลูกยาง (RUBBER IN SHEAR) และใช้อุปกรณ์ลดความสั่นสะเทือนชนิดขดสปริงสำหรับเครื่องที่ปริมาณการส่งลมมากกว่า 560 ลิตรต่อวินาที
- (4) การติดตั้งระบบปรับอากาศให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง

6 การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้

- (1) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (project specification) กับรายละเอียดประกอบแบบ (specification) ที่เสนอ
- (2) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลชุดเป่าลมเย็น/ชุดระบายความร้อน (FCU/CDU) ที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- (3) กราฟการจับคู่สมรรถนะ (Matching Performance Curve) ระหว่างชุดเป่าลมเย็น (FCU) และชุดระบายความร้อน (CDU) ที่ปริมาณลมและความดันสถิตย (Static Pressure) ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์โดยแสดงขนาดทำความเย็นรวม (Total Capacity) และขนาดทำความเย็นสัมผัส (Sensible Capacity)



- (4) กราฟสมรรถนะของพัดลม (Fan Performance Curves) โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วงเสถียร (Stable) และต้องแสดงกราฟสมรรถนะ (Performance Curves) ที่ระดับความเร็วต่างๆ มาด้วย
- (5) ความดังของเสียงของชุดเป่าลมเย็น FCU (dBA) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ที่ระยะ 1.5 เมตร
- (6) ความดังของเสียงของชุดระบายความร้อน CDU (dBA) ที่ระยะ 1.5 เมตร ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้ารวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้



หมวดที่ 14 พัฒนาระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) พัฒนาระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบ ไฟฟ้า 50 เฮิร์ต และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator) เป็นแบบสปริง (Spring) หรือตามที่ระบุในแบบรายละเอียด (Typical Detail)
- (2) กราวิตี ชัตเตอร์ (Gravity Shutter) ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบ ปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบเรียงซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกัน ต้องแนบสนิท สามารถป้องกันลม และฝน ภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- (3) โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 80 dBA (Re 10-12watts) ที่ ช่วงความถี่ (Octave Band) ที่ 2-8 และสำหรับพัดลม ที่ติดตั้งในลักษณะฟรีโบลว์ (Free Blow) จะต้องดังไม่เกิน 55 dBA (Re 10-12 Watts) ที่ช่วงความถี่ (Octave Band) ที่ 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสม เพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- (4) ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ ทิว อีเอฟซี ชนิดกรงกระรอก (TEFC, Squirrel Cage, Induction Motor) ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน IEC, ความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) 1,450 RPM, ฉนวน (Insulation) Class B, แรงบิดโรเตอร์ (Rotor Torque) Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 kW (3/4 HP) และแรงบิดโรเตอร์ (Rotor Torque) Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 kW (3/4 HP), ชั้นกันป้องกัน (Class Of Protection) ไม่ต่ำกว่า IP54, ลักษณะการติดตั้ง (Mounting Arrangement) จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม
- (5) ขนาดของมอเตอร์ (Nameplate kW Rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบแบ็ควอร์ด (Backward Curve) หรือ แอร์ฟอยล์ (Airfoil) จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุด (Maximum Brake Horsepower) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุ ไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบฟอร์เวิร์ด (Forward Curve) ขนาดมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการ ขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30%
- (6) พัดลมที่ใช้ติดตั้งสำหรับพื้นที่การใช้งานพิเศษให้คุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



- ก) พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจากฮูด (Hood) ครว ให้ใช้ชนิดโอเวอร์ฮัง (Overhung Type) ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องมียึดครอบแบร์ริง (Bearing Cover) และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
 - ข) พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกักความร้อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบทนทานต่อสารเคมี (Chemical Proof) หรือใช้ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กักความร้อน
 - ค) พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน 250°C ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
 - ง) พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควัน จะต้องแข็งแรงโดยประกอบขึ้นด้วยเหล็กกล้าชุบสังกะสีชนิดเฮฟวี่เกจ (Heavy Gauge Galvanized Steel Construction) มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องเป็นชนิดฉนวน (Insulation) Class H, IP 55 และมอเตอร์สำหรับพัดลมอัดความดัน จะต้องเป็นชนิดฉนวน (Insulation) Class F, IP 55 สายไฟฟ้าของพัดลมระบายควัน และพัดลมอัดอากาศ จะต้องเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ
- (7) ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อจัดให้มีช่องเปิดบริการ (Access Panel) ใต้เครื่องพัดลมที่ฝ้าเพดานทุกเครื่อง ขนาดของช่องเปิดบริการจะต้องไม่เล็กกว่า 1.20×0.60 เพื่อให้สามารถเปิดช่อง บริการขึ้นในช่องฝ้าเพื่อซ่อมแซมตัวพัดลมได้ทั้งตัว ช่องเปิดบริการ และโครงของช่องเปิดจะต้องทำให้เรียบร้อย แข็งแรง ไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย

2 พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL FAN)

- (1) ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กกล้า ความหนาไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ ตะเข็บล๊อต (Lock Seam) หรือ ตะเข็บแบบเชื่อม (Weld Seam) อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ พัดลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 750 มิลลิเมตร (30 นิ้ว) ต้องมี ช่องสำหรับซ่อมบำรุง (Access Door) ในการทำความสะอาด และบำรุงรักษาผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- (2) ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบมัลติเบลด์ แบ็ควอร์ด (Multi-Blades, Backward) หรือ ฟอรวาร์ด (Forward Curve) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ อลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรง ไม่บิดเสียรูป เนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุน (Statically And Dynamically Balanced) มาจากโรงงานผู้ผลิต



- (3) เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่างๆ ตั้งแต่ 1.25 จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน ตลับลูกปืนเป็นชนิดบอลเบริง (Ball Bearing) หรือ โรลเลอร์ (Roller Bearing) แบบปรับตัวเอง (Self-Alignment) มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า L_{10} 40,000 ชั่วโมง การอัตราระบิสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัตราระบิออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก
- (4) ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet) ต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อวินาที)
- (5) ตัวถังพัดลมต้องมีรูระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้
- (6) ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและพูลเลย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้ มีฝาคกรอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถรัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดออก มอเตอร์และฝาคกรอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม
- (7) พัดลมขนาดเล็กที่สามารถส่งลมได้ไม่เกิน 500 L/S ให้เลือกชุดขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ ขับโดยตรง (Direct-Drive) ตามที่กำหนดในแบบ, อุปกรณ์กันการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator) ใช้แบบแผ่นยางแบบอคูสติกแพด (Acoustic Pad) ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ แผ่นยางแบบรับเบอร์อินชีเยร์ (Rubber-In-Shear)
- (8) อุปกรณ์กันการสั่นสะเทือน (Vibration Isolator) ของพัดลมขนาดใหญ่เป็นแบบสปริงชนิดมีอคูสติกแพด (Acoustic Pad) รอง และให้ค่าการยุบตัว (Static Deflection) ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกินภาระสูงสุด (Maximum Load) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- (9) ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมีช่องสำหรับซ่อมบำรุง (Access Door) ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบ และทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- (10) พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้งท่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด
- (11) ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลม ต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screen) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)



3 พัดลมแบบพรอพเพลเลอร์ (PROPELLER FAN)

- (1) ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อลูมิเนียม หรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม
- (2) ใบพัดลมชนิดทำด้วยอลูมิเนียมต้องมี Wire Guard ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า
- (3) กราวิตีชัตเตอร์ (Gravity Shutter) เป็นแบบมัลติเบลด์กราวิตีชัตเตอร์ (Multi Blade Gravity Shutter) ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท
- (4) พัดลมที่ติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนัง ความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

4 พัดลมระบายอากาศแบบ (CEILING FAN)

- (1) ใบพัดเป็นแบบพรอพเพลเลอร์ (Propeller) หรือ แบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal) พร้อมทั้งมีเอาท์เล็ท กราวิตี แดมเปอร์ (Outlet Gravity Damper)
- (2) พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- (3) มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียง อยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- (4) การปิดเปิดพัดลม เป็นแบบสวิทช์ที่มีไฟแสดง

5 พัดลมแบบการไหลตามแนวแกน (AXIAL FLOW FAN)

- (1) ตัวถัง(Casing) ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี ผ่านกรรมวิธีกันสนิม และพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct Drive หรือ สายพาน มอเตอร์มี 4, 6 หรือ 8 Pole ตามรุ่น มาตรฐานของผู้ผลิต Vibration Isolator เป็นแบบสปริง มี Acoustic Pad รอง และให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต



- (2) ใบพัดเป็นแบบแอร์ฟอยล์ (Airfoil) สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (Adjustable Pitch) ทำด้วยเหล็กกล้า หรือโลหะผสมอลูมิเนียม (Aluminium Alloy) ได้รับการปรับสมดุลทั้งทางสถิต (Static) และทางจลน์ (Dynamic) มาจากโรงงานผู้ผลิต
- (3) พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (Total Efficiency) ตามกราฟสมรรถนะ (Performance Curve) ไม่น้อยกว่า 60–70% หรือหากไม่เป็นไปตามที่ระบุข้างต้นให้ส่งเอกสารเพื่อให้วิศวกรพิจารณา
- (4) ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที) ปากพัดลม (Inlet) และ ด้านออก (Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (Screen) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุดเบลเมาท์ (Bell Mounted)
- (5) ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (Grease Fitting) ต่อก่อมาจากถลับลูกปืนไปยังตัวถังในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
- (6) พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้งท่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

6 พัดลมแบบรูปวนติเลเตอร์ (ROOF VENTILATOR)

- (1) ชุดพัดลมจะต้องประกอบไปด้วยพัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan), พรอพเพลเลอร์แบบแนวตั้ง (Vertical Propeller) หรือพัดลมแบบการไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fan) ติดตั้งอยู่ภายในตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรงเป็นแบบทนทานต่อทุกสภาพอากาศ (Weather Proof) ทนต่อการกัดกร่อน ทำด้วยเหล็ก เคลือบสารกันการกัดกร่อน หรือทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง (Fiberglass Reinforced Plastic) หรืออลูมิเนียม มีช่องเปิดสำหรับการซ่อมบำรุง กราวิตีชีตเตอร์ (Gravity Shutter) แบบติดตั้งในแนวนอน มีใบปิด-เปิดชนิดหลายใบ (Multi-Blade) ทำด้วยอลูมิเนียมประกอบอยู่ภายในกรอบโครงเหล็กแข็งแรง
- (2) ชุดขับเคลื่อนใช้สายพานหรือต่อโดยตรง (Direct Drive) ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต แบบเหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอก (Squirrel Cage Induction Motor) มีชั้นการป้องกัน (Degree Of Protection) เหมาะสมตามสภาพลักษณะการติดตั้ง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที ความเร็วปากพัดลมไม่เกิน 8 เมตรต่อวินาที (1,600 ฟุตต่อนาที)
- (3) ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐาน หรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดพอเหมาะกับตัวพัดลม ความสูงของฐาน หรือขอบไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) กรอบฐานของพัดลมต้องวาง



กรอบลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรองใต้ ขนาดไม่น้อยกว่า 50 x 3 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว) ขอบ
นอกอุดด้วยสารกันซึม

7 พัดลมแบบโคจรตีฝ้าเพดาน (CEILING CIRCULATION FAN)

- (1) พัดลมหมุนเวียนอากาศขนาดใหญ่
 - ก) ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยพัดลมแบบพรอพเพลเลอร์ (Propeller)
เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ซึ่งใบพัดทำด้วยเหล็ก มอเตอร์
ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนประกอบติดตั้งอยู่ภายใน Fan Hub เป็นแบบปรับความเร็วรอบได้
ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ มีชุดท่อและฝาครอบที่ใช้หุ้มชุดพัดลมจากเพดาน รวมทั้ง
สวิทช์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบพัดลมมากับชุดพัดลมด้วย
 - ข) ในการหุ้มพัดลมจะต้องยึดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรงเป็นความรับผิดชอบ
ของผู้รับจ้างที่จะต้องเสริมเพิ่มโครงโลหะ หรืออื่นๆที่จำเป็นสำหรับการยึดหุ้มชุดพัดลม
- (2) พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบสาย
 - ก) พัดลมหมุนเวียนอากาศแบบสาย ประกอบด้วยใบพัดแบบพรอพเพลเลอร์ (Propeller)
ขนาด 400-มม. (16 นิ้ว) ทำด้วยพลาสติกพร้อมชุดพัดลมฝาครอบ พัดลมหมุนเวียน
อากาศแบบสายจะต้องมีชุดควบคุมความเร็วได้ อย่างน้อย 3 ระดับ

8 พัดลมแบบพลีนิ้ม (PLENUM FAN)

- (1) พัดลมแบบพลีนิ้ม (Plenum) ก็คือชุดเครื่องส่งลมเย็น (Air-Handling Unit) ที่ไม่มีคอยล์เย็น
โดยทั่วไปพัดลมจะเป็นแบบใบพอร์วาร์ด (Forward-Curved Blade) พัดลมจะต้องได้รับการ
ปรับสมดุล และตั้งศูนย์เป็นอย่างดีจากผู้ผลิต ตัวถังจะต้องมีช่องเข้าซ่อมบำรุง (Access
Door) ในตำแหน่งที่สะดวกสำหรับตรวจสอบ และซ่อมบำรุง ถ้าขนาดของ Access Door มี
ขนาดมากกว่า 600 มม. x 600 มม. จะต้องเป็นแบบมีบานพับ (Hinge Type Access Door)
- (2) โครงของพัดลมประกอบขึ้นอย่างแข็งแรงด้วยเหล็กฉากอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 2
มม. ตัวถังพัดลมทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบพ่นสีอย่าง
ดี มีความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- (3) ตลับลูกปืนเป็นชนิดบอลเบริง (Ball Bearing) หรือ โรลเลอร์เบริง (Roller Bearing) แบบ
ปรับตัวเองได้ (Self-Alignment) มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า $L_{10} - 20,000$ ชั่วโมง การ
อัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้อง
ต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดู



ควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องมีฝาครอบแบร์ริง (Bearing Cover) และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้

- (4) ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุตต่อวินาที)
- (5) มอเตอร์เป็นแบบ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต, เป็นมอเตอร์ชนิดเหนืวน้ำ แบบกรงกระรอก แบบปิดมิดชิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Totally Enclosed Fan-Cooled Squirrel Cage Induction Motor) IP54 ฉนวน (Insulation) Class B ความเร็วรอบมอเตอร์ 1500 รอบต่อวินาที
- (6) ถ้าเป็นพัดลมแบบแบ็คคอร์ด (Backward Curved Blade) หรือ แอร์ฟอยล์ (Air Foil Blade) มอเตอร์จะต้องมีค่าตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) 1.15 ถ้าพัดลมเป็นแบบไบฟอร์เวิร์ด (Forward Curved Blade) มอเตอร์จะต้องมีค่าตัวประกอบการใช้งาน (Service Factor) 1.2 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและพูลเลย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพานได้อย่างน้อย 50 รอบต่อวินาที การปรับตั้งสายพานสามารถปรับตั้งได้โดยการเลื่อนพัดลมบนฐาน ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมฝาครอบสายพาน และฝาครอบปากพัดลมด้านดูด ถ้าด้านดูดมิได้มีการต่อท่อลม

9 พัดลมแบบคาบิเน็ตติดตั้งบนฝ้า (CEILING CABINET FAN)

- (1) ตัวถังของชุดพัดลมทำมาจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. (1/2 นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้า ด้านล่างของตัวถังชุดพัดลมจะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Panel) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ ตัวถังพัดลมจะต้องมีจุดรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับเพดานด้านบนได้ ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลัง และออกด้านหน้า (Inline Air Flow) ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลม และช่องเปิดบริการ (Access Panel) พัดลมจะต้องถูก ออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับการติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้านสมรรถนะทางอากาศ (Air Performance) และสมรรถนะทางเสียง (Sound Performance) จากมาตรฐาน AMCA
- (2) พัดลมเป็นชนิดแรงเหวี่ยงใบแบบฟอร์เวิร์ด (Forward Curve Centrifugal Fan) ชนิดทางลมเข้าสองทาง (Double Inlet) ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ทั้งชุดพัดลมและมอเตอร์ถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ด้านในของตัวถัง ที่ทางออก



ของพัดลม จะต้องติดตั้งแดมเปอร์กันลมย้อนกลับ (Back Draft Damper) ติดตั้งมาพร้อมกับพัดลมจากโรงงานผู้ผลิต

- (3) ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูกยางกันสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้การเลือกลูกยางกันสะเทือนจะต้องคำนึงถึงน้ำหนัก, แรงเหวี่ยงหมุนตัว และค่าการยุบตัวที่เหมาะสมกับพัดลมแต่ละรุ่น เพื่อไม่ให้เกิดการส่งผ่านของการสั่นสะเทือนไป ตามโครงสร้าง ณ จุดใดที่ตรวจพบปัญหาดังกล่าวให้ผู้รับจ้างแก้ไขโดยผ่านการเห็นชอบของวิศวกรควบคุมงาน โดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด ทางด้านท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้อง มีผ้าใบ Polyester กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ

10 พัดลมระบายควันจากห้องครัวชนิดอัปบลาสต์ (UPBLAST FAN)

- (1) พัดลมระบายควันจากห้องครัวชนิดอัปบลาสต์ (Upblast) ถูกออกแบบมาให้ใช้กับการติดตั้งภายนอกอาคารโดยเฉพาะและมีโครงสร้างที่แข็งแรงและได้รับการรับรองสมรรถนะทางลม (Air Performance) ตามมาตรฐาน AMCA
- (2) ตัวถัง (Housing) ทำด้วยอลูมิเนียมถูกออกแบบมาให้ทิศทางการไหลของอากาศเป่าขึ้นทางด้านบน ทางด้านล่างมีส่วนที่เป็นรางเพื่อรองรับไขมันและมีท่อต่อออกไปทิ้งยังจุดใกล้เคียงได้ ปกป้องกันลม (Wind Shield) ติดตั้งครอบด้านนอกของตัวถัง (Housing) พัดลมเพื่อเป็นอุปกรณ์ปรับ (Guide) ทิศทางลมให้เป่าขึ้น และให้สามารถต่อท่อลมเพิ่มขึ้นได้
- (3) พัดลมเป็นแบบแรงเหวี่ยงชนิดไถ่แบ็ควอร์ด (Backward Curved Centrifugal Fan) มีแนวแกนเพลาดัดตั้งอยู่ในแนวตั้ง (Vertical) พัดลมถูกขับเคลื่อนผ่านสายพานโดยมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต
- (4) แบ็คดราฟต์แดมเปอร์ (Back Draft Damper) ติดตั้งที่ทางดูดเข้าของพัดลมโดยการติดตั้งให้เป็นตามคำแนะนำของผู้ผลิต

11 พัดลมแบบเจ็ต (JET FAN)

- (1) พัดลมแบบเจ็ต (Jet Fan) ต้องผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีการติดตั้งมอเตอร์เหมาะสมกับขนาดพัดลม เพื่อให้สร้างโปรไฟล์ความเร็วลม (Velocity Profile) ได้ไม่น้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที และส่งลมได้ไกล 20 เมตร



- (2) ตัวถัง(Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีกันสนิม ตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ออกแบบตามหลักแอโรไดนามิก (Aero Dynamic) พร้อมติดตั้งนอซเซิล (Nozzle) ที่ด้าน ลม ออก (Discharge) เพื่อให้ส่งลมได้ไกลตามข้อกำหนด
- (3) พัฒลมขับเคลื่อนแบบขับโดยตรง (Direct Drive) รอบพัดลมไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- (4) ความดังของเสียง (Sound Pressure Level) ไม่เกิน 66 dB(A) ที่ 1.5 เมตร จากด้านข้างของ พัดลม

12 พัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศ (SMOKE EXTRACTION AND PRESSURIZED FAN)

- (1) ชนิดของพัดลมเป็นไปตามที่ระบุในแบบ พัดลมออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูง การ ติดตั้งพัดลม และอุปกรณ์ต่างๆในระบบระบายควันต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 92A and 92B
- (2) พัดลมระบายควันจะต้องสามารถใช้งานที่อุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ได้รับการรับรอง มาตรฐาน UL Listed หรือ BSI 7346 Class B หรือ EN 12101-3
- (3) การขับเคลื่อนพัดลมให้ใช้ชนิด Direct Drive เท่านั้น มอเตอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิด TEFC IP54 ฉนวน (Insulation) Class H หรือดีกว่า

13 การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1) ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบแบบของโครงการ (project specification) กับ รายละเอียดประกอบแบบ (specification) ที่เสนอ
- (2) ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- (3) กราฟสมรรถนะของพัดลม (Fan Performance Curves) โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่ กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วงเสถียร (Stable)
- (4) ระดับความดังของเสียงพัดลม (Fan Sound-Power Rating) ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8 ย่าน มา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1.0 เมตร
- (5) ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้



- (6) ข้อมูลการเคลือบสีพิเศษ (Special Coating) และ โครงสร้างพิเศษ (Special Construction)
- (7) เอกสารต่างๆ รวมถึงแคตตาล็อก (Catalog) ให้นั้น (Highlight) รุ่่น และรายละเอียดทางเทคนิคที่เลือกใช้กับโครงการด้วย



หมวดที่ 15 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ท่อลมโดยทั่วไปประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีที่ผลิตได้ตามมาตรฐานมอก. 50-2548 ความหนาของแผ่นสังกะสีที่ระบุใช้ตามขนาดเบอร์เกจตาม SMACNA (U.S. Gauge) ผู้รับจ้างสามารถเลือกใช้แผ่นสังกะสีตาม มาตรฐานอื่นได้แต่ต้องเทียบให้ได้ความหนาไม่ต่ำกว่าที่ระบุในตารางข้างล่างนี้ (ยกเว้นท่อลมบางประเภทที่ใช้งานแล้วแต่กรณีให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในรายละเอียดของท่อนั้นๆ)

GAUGE NO.	ความหนาของแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (NOMINAL THICKNESS) มิลลิเมตร	มวลเฉลี่ยของสังกะสี ที่เคลือบอย่างน้อย กรัมต่อตารางเมตร
12	2.75	275
14	1.95	275
16	1.60	275
18	1.40	275
20	1.10	275
22	0.85	220
24	0.70	220
26	0.55	220
28	0.50	220
30	0.40	220

- (2) ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. Gauge) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบ และการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดการติดตั้ง (Typical Details) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE
- (3) ให้ตรวจสอบขนาดและแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- (4) ข้อต่อต้องเป็นแบบ Long Radius 90° Elbow และมีรัศมีความโค้งของท่อด้านในไม่น้อยกว่า 1 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้อต่อหักฉาก (Square Elbow) และมีใบนำร่อง (Turning Vane) ติดตั้งอยู่ด้วยตามรายละเอียดที่



ระบุไว้ในแบบ สำหรับข้อต่อของท่อกลมกลม (Round Duct) อาจใช้ท่อกลมกลมอ่อน (Flexible Round Duct) ขนาดเดียวกันแทนได้

- (5) ท่อลมที่เดินทะลุผ่านพื้นหรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วย Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือฉนวน PU Foam เนื้อแข็งมีความหนาไม่น้อยกว่า 20 mm.(3/4 in) หนากว้างเท่ากับความหนาพื้น หรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีรอบปิดทั้งสองด้าน
- (6) ท่อลมไม่หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาต้องทาสี ตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี
- (7) รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวด้วยวัสดุทนไฟภายนอกและ/หรือ ภายในท่อลม
- (8) สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- (9) ให้ผู้รับจ้างติดตั้งอุปกรณ์การวัด Flow Measuring Port พร้อม Plug ไว้สำหรับสอด Pitot Tube เพื่อใช้ในการ วัด Air Flow Port ดังกล่าวจะต้องติดตั้งอยู่ทุกทางแยกที่สำคัญของท่อลม ยกตัวอย่าง เช่น ท่อลมที่แยกออกจากกล่องจ่ายลมหลัก (Main Plenum), ท่อลมย่อย (Sub Branch) ที่แยกจากท่อลมรอง (Main Branch), ท่อลมรอง (Main Branch) ที่แยกจากระบบท่อลมหลัก (Main System)
- (10) ในการติดตั้งระบบ ท่อลมให้ผู้รับจ้างติดตั้งท่อลม และอุปกรณ์ประกอบ โดยให้ระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากระบบท่อลม เป็นไปตามข้อกำหนดด้านเสียงของแต่ละพื้นที่ในโครงการ ตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายละเอียดประกอบแบบ

2 การแบ่งชั้นของท่อลม (DUCT CLASSIFICATION)

- (1) ท่อลมความดันต่ำ (Low Pressure Duct) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 500 Pa (2 in.wg)
- (2) ท่อลมความดันปานกลาง (Medium Pressure Duct) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้ งานที่ช่วงความดันระหว่าง 500 Pa ถึง 1,000 Pa (2 in.wg ถึง 4 in.wg) อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.28 CMM (10 CFM) ต่อความยาวท่อลม 30 ทา (100 ft) ที่ความดันทดสอบ 1,000 Pa (4 in.wg)



ประเภทของท่อลม

ท่อลมแบ่งตามลักษณะการประกอบและลักษณะการใช้งานได้ 6 ประเภทดังนี้

- ก) ท่อลมชนิดเหลี่ยม (Rectangular Duct)
 - ข) ท่อลมชนิดพีไอดี PID (Pre-Insulation Duct)
 - ค) ท่อลมชนิดวงกลมและชนิดวงรี (Round and Oval Duct)
 - ง) ท่อลมอ่อนชนิดกลม (Flexible Round Duct)

 - จ) ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Flood ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)
 - ฉ) ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (Corrosion Exhaust Duct)
 - ช) ท่อลมทนไฟ (Fire Rated Duct)
 - ซ) ท่อลมชนิดผ้า (Fabric Duct)
- (1) ท่อลมชนิดเหลี่ยม
- ก) ท่อลมรูปสี่เหลี่ยมประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีทาภายนอก
 - ข) ท่อลมจะต้องประกอบเป็นท่อลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
 - ค) ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 mm (12 in) จะต้องทำรอยพับทแยงมุม (Cross-Break) สำหรับทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ที่จุดแยกท่อ
- (2) ท่อลมรูปสี่เหลี่ยมชนิดพีไอดี (PID)
- ก) วัสดุที่เป็นฉนวนต้องไม่มีสารประกอบ CFC และ ไมโครไฟเบอร์ โดยวัสดุที่ทำฉนวนต้องเป็น ชนิดโพลีไอโซไซยานูเรตโฟม (Polyisocyanurate Foam) หรือฟีนอลิกโฟมชนิดแข็ง (Rigid Phenolic) ที่ปราศจากสาร CFC หรือ HCFC ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติกหรือเกิดไฟเมื่อถูกความร้อน
 - มีความหนาไม่น้อยกว่า 20 mm
 - มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m³
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.026 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C (77 °F)
 - ข) การประกอบท่อลมสามารถทำได้ทั้งที่หน้างาน หรือจากโรงงาน โดยผู้ติดตั้งต้องได้รับการฝึกอบรมจากโรงงานผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการรับรอง โดยให้อ้างอิงกับมาตรฐานท่อลม SMACNA ในการทำ ข้อลด ข้อโค้ง สามทาง และอื่น ๆ สำหรับการ



เชื่อมต่อและการเสริมความแข็งแรงให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ค) วัสดุท่อลม ต้องผ่านการทดสอบ และและมีใบรับรองตามมาตรฐาน ดังนี้
- มาตรฐาน BS476 : Part 6 และมาตรฐาน BS476 : Part 7 “Rating Class 0”
 - UL 94v : Class V-0
 - NES 173 (Smoke Toxicity) Average Index < 4.00
 - อุปกรณ์ประกอบชนิดที่ทำจาก PVC ต้องผ่านมาตรฐาน UL 94v : “ Class V-0 ”

(3) ท่อลมชนิดกลมและชนิดวงรี

- ก) ท่อลมรูปวงกลม หรือวงรี ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีทาภายนอก
- ข) ท่อลมจะต้องประกอบเป็นท่อลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค) ท่อลมกลมหรือท่อวงรีสามารถเลือกใช้ได้มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ
- ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam)
 - ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (Spiral Seam)
- การเลือกใช้การประกอบตะเข็บลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบและรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว
- ง) รอยต่อระหว่างท่อลมแต่ละท่อนจะต้องเก็บงานให้เรียบร้อยโดยให้แนวตะเข็บของท่อลมมีความต่อเนื่องกัน
- จ) รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมอ่อนชนิดกลมกับท่อลมชนิดกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียด หรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมอ่อนชนิดกลม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

(4) ท่อลมอ่อนชนิดกลม

- ก) ท่อลมอ่อนชนิดกลมจะต้องประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟ มีความหนาต่อหนึ่งแผ่นไม่น้อยกว่า 17 μm จำนวน 2 แผ่น ประกบติดกันโดยมีโพลีเอสเตอร์ขึ้นอยู่ตรงกลางและใช้กาวเป็นตัวประสาน มีความหนารวมกันไม่น้อยกว่า 68 μm
- ข) ท่อลมชนิดนี้จะต้องสามารถคงรูปอยู่ได้โดยมีโครงลวดสปริงที่เคลือบด้วยสารกันสนิม ค) ท่อลมจะต้องสามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 750 Pa (3 in.wg) และมีอุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 0 - 120 °C (0 - 240 °F)

(5) ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของห้องครัว (Kitchen Exhaust Duct)



- ก) ท่อลมโดยทั่วไปมีรูปร่างและแนวทางการวางท่อเป็นไปตามแบบและรายละเอียด
- ข) ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กดำมีความหนาอย่างน้อย 1.40 mm รอยต่อตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam) ให้ใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น สำหรับรอยต่อของท่อลมแต่ละท่อนให้ใช้การต่อแบบหน้า แพลน (Flange Connection) และต้องทำการอุดรอยต่อให้ทั่วถึงเพื่อไม่ให้อากาศเกิดการรั่วซึมเข้าหรือ รั่วซึมออก ท่อลมที่ใช้สำหรับ Kitchen Hood Exhaust ทั้งหมดให้เคลือบ หรือหุ้มผิวท่อลมด้วยวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119 และ/หรือ BS 476 PART 24 ในการทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง สำหรับการคงรูป (Stability) และการไม่ร้าว (Integrity) ในกรณีเมื่อเกิดการลุกไหม้ทั้ง 2 ลักษณะคือภายในท่อ และภายนอกท่อ ทั้งนี้ในส่วนการติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบ อาทิ อุปกรณ์แขวน และรองรับท่อ ปะเก็น และวัสดุอุดรอยรั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต ทั้งนี้หากผู้รับจ้างสามารถใช้สังกะสีความหนาเทียบเท่าแผ่นเหล็กดำได้โดยผู้รับจ้างต้องมีความประณีตในการต่อระบบท่อลมไม่ให้มีรอยรั่ว หากมีรอยรั่วเกิดขึ้นให้อ้อยอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ค) การวางแนวท่อลมประเภทนี้ให้มีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:50 และที่จุดต่ำสุดของท่อลมโดยเฉพาะบริเวณปลายด้านล่างของท่อลมแนวดิ่งให้ติดตั้งท่อ Drain ไขมันทั้งโดยท่อ Drain ใช้วัสดุท่อเหล็กชุบ สังกะสีขนาดไม่น้อยกว่า 65 mm (2 ½ in) และให้มี Ball Valve ขนาดเท่ากับท่อติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อเปิด และปิด
- ง) ห้ามเชื่อมต่อท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Kitchen Hood Exhaust ของห้องครัวเข้ากับท่อระบายอากาศอื่นๆ
- (6) ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (Corrosion Exhaust Duct)
- ก) ท่อลมประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอบสังกะสี รอยต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก
- ข) ท่อลมสามารถประกอบขึ้นรูปได้ที่หน้างาน (On Site Fabrication) หรือสามารถประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (Factory Fabrication)
- ค) ถ้าท่อลมที่ใช้เป็นท่อลมกลม หรือท่อวงรีสามารถใช้ท่อลมกลมได้ 2 ประเภทโดยแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ ท่อลมมีตะเข็บตามแนวยาว (Longitudinal Seam) และท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (Spiral Seam) การเลือกวิธีการประกอบตะเข็บให้เป็นลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ หากไม่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือเอกสารประกอบแบบ (Typical Details) ให้ถือว่าเป็นท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (Spiral Seam)
- ง) ท่อลมที่ถูกจัดอยู่ในประเภทนี้ให้ทาด้วยสีตามที่ระบุไว้ในหมวด "ผิววัสดุที่อยู่ในบริเวณที่มีการผุกร่อนสูง" โดยให้ทาสีทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน
- (7) ท่อลมทนไฟ (Fire Rated Duct)



- ก) ท่อลมทนไฟหมายถึงท่อลมที่ไม่มีการติดตั้ง Fire Damper ทั้งหมด ซึ่งได้แก่ท่อลมในระบบควบคุมควันของอาคาร เช่น ระบบระบายควัน (Smoke Exhaust System) ระบบอัดอากาศในขณะเกิดเพลิงไหม้ (Pressurization System) และท่อลมครัว (Kitchen Exhaust) ซึ่งท่อลมดังกล่าวทำงานในขณะเกิดเพลิงไหม้ หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้อยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องสามารถทนไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- ข) ท่อลมทนไฟประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กดำทาสีกันสนิมมีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.6 mm และเป็นไปตามมาตรฐานของท่อส่งลม
- ค) ให้ทำการป้องกันผิวท่อด้วยวัสดุทนไฟที่ทำให้ท่อลมสามารถทนไฟได้เป็นเวลานานอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน BS476 PART 24 สำหรับการคงรูป (stability) และการไม่ร้าว (Integrity) และหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Rockwool Insulation) ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 60 kg/m³ ความหนา 50 mm หรือหุ้มด้วย ฉนวนใยแก้วชนิดทนอุณหภูมิสูง (High Temperature Glass Wool Insulation) ความหนาแน่นไม่ น้อยกว่า 32 kg/m³ ความหนา 50 mm ปิดทับด้วย Aluminum Foil ชนิดไม่ติดไฟสำหรับป้องกันการแผ่ความร้อน (Insulation)

4 ข้อกำหนดของวัสดุกันไฟท่อลม

- (1) วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องเป็นวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS 476 Part 24 สำหรับการคงรูป (Stability) และการไม่ร้าว (Integrity) ของท่อลมเป็นเวลานานอย่างน้อย 2 ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งและอุปกรณ์ ประกอบ เช่น อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ ปะเก็น และวัสดุอุดรอยรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (2) วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องได้รับการทดสอบแรงกระแทกตามมาตรฐาน BS5669 และ Appendix A ของ BS5588 Part 5
- (3) วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบแรงฉีดของน้ำ (Hose Stream Test) ตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่แรงดันน้ำ 270 kPa (30 psi) เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที
- (4) การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อ และเหล็กแขวนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm² เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ
- (5) ปะเก็น (Gasket) และวัสดุอุดรอยรั่ว (Sealant) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (Non-Combustible) และให้ติดตั้ง ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (6) ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่ง ช่องเปิดของฝ้าเพดาน



5 ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

(1) วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลม

- ก) ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มภายนอกท่อลมเย็นทั่วไปให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาไม่น้อยกว่า 25 mm (1 in)
 - มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2.0 lb/ft³)
 - ไม่ติดไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft²·°F) ที่อุณหภูมิ เฉลี่ย 32 °C (90 °F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminum Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) สำหรับ Aluminum Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก กระดาษครีฟ เส้นใยแก้ว เสริมแรง (Mesh Reinforcement) และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึด ติดกันอย่างเหนียวแน่นตามมาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ Aluminum Foil ผลิตเสร็จ เรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524
- ข) ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มท่อลมอ่อนชนิดกลมให้มีคุณสมบัติดังนี้
- ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2.0 lb/ft³)
 - ไม่ติดไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft²·°F) ที่อุณหภูมิ เฉลี่ย 32 °C (90 °F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ Aluminum Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) Aluminum Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก เส้นใยแก้ว เสริมแรง เสริมแรงและ แผ่นฟิล์มโพลีเอสเตอร์ ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึด ติดกัน ตามมาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ Aluminum Foil ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่า มาตรฐาน LAMOTITE 8811
- ค) ฉนวนยางสังเคราะห์ที่มีเซลล์ปิด (Closed Cell Elastomeric Insulation) ให้มีคุณสมบัติดังนี้
- มีความหนาไม่น้อยกว่า 9 mm หรือ 12 mm หรือ 25 mm (3/8 in หรือ 1/2 in หรือ 1 in) ตามที่ระบุในแบบ
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m³ (3 lb/ft³)
 - ไม่ลามไฟ
 - มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu-in/hr-ft²·°F) ที่อุณหภูมิ เฉลี่ย 32 °C (90 °F)



- ฉนวนยางสังเคราะห์ประเภทนี้สามารถหุ้มได้ทั้งภายนอก และภายในท่อตามที่ระบุในแบบ
- ง) ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว (ทางเลือกที่ 1) ให้มีคุณสมบัติดังนี้
 - แผ่นใยแก้วชนิด High-Temperature ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 75 mm (3 นิ้ว)
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2 lb/ft³)
 - ไม่ติดไฟ
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.080 W/M-K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200°C (0.55 Btu-in/hr-ft²-°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 390 °F)
 - ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดกับ Aluminum Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว)
 - Aluminum Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก กระดาษครีฟ เส้นใยแก้วเสริมแรง เสริมแรงและแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตาม
 - มาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ Aluminum Foil ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524
- จ) ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว (ทางเลือกที่ 2) ให้มีคุณสมบัติดังนี้
 - แผ่น Calcium Silicate มีความหนาไม่น้อยกว่า 40 mm (1 1/2 in)
 - ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 200 kg/m³ (12.5 lb/ft³)
 - ไม่ติดไฟ
 - ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.070 W/M-K (10.48 Btu-in/hr-ft²-°F)
 - แผ่น Calcium Silicate จะต้องยึดติดกับ Aluminum Foil โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้ง แล้ว) Aluminum Foil จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก กระดาษครีฟ เส้นใยแก้ว เสริมแรง และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตาม มาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ Aluminum Foil ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ ต่ำกว่า หรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524
- (2) การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อกลม
 - ก) ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆดังนี้
 - ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็น ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวน ยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)



- ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็น ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 9 mm (3/8 in)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
 - ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง หรือชั้น Duct Floor ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 75 mm (3 in)
 - ท่อลมเย็นสำหรับห้องผ่าตัดให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 75 mm (3 นิ้ว)
- ข) ท่อนำลมกลับทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆดังนี้
- ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อนำลมกลับ ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศท่อนำลมกลับ ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
 - ในกรณีท่อนำลมกลับอยู่ภายนอกอาคาร หรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 50 mm (2 in)
- ค) ท่อสำหรับอากาศบริสุทธิ์ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆดังนี้
- ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลง (Pre-Cooled) ให้หุ้มฉนวนตามวิธีการ ในข้อ ก.
- ง) ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆดังนี้
- ท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไปไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
 - ในกรณีที่ไม่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศ ให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- จ) ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก Hood ของห้องครัวให้หุ้มฉนวนตลอดเส้น
- ฉ) ก่อนจะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลมบริเวณพื้นที่ท่อลมนั้นๆ ต้องทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งก่อน พื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด (ยกเว้นท่อ Flexible Duct) จะต้องทาสีด้วยกาวยาสนิคมติดไฟให้ทั่วก่อน จึงจะทำ การหุ้มฉนวนได้ ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ตรงตำแหน่ง



รอยต่อของฉนวนใยแก้วจะต้องคาดทับด้วยเทป อลูมิเนียมชนิดมีกาวยในตัว (Acrylic Tape) ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 mm (2 in) อีกหนึ่งชั้น ถ้าใช้ ฉนวนใยแก้วเข้ากับ ท่อลมที่มีขนาด 475 mm (19 in) และใหญ่กว่า เฉพาะด้านใต้ท้องท่อลม และด้านข้าง ท่อลมทั้ง 2 ด้าน ให้ใช้ตะปูพร้อมแหวน (Mechanical Pins and Self-Locking Washers) ยึดติดด้วย Rapid-Setting Synthetic Elastomer Adhesives เป็นตาราง หมากรุกห่างกันทุกๆ ระยะไม่เกิน 450 mm (18 in) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนท่อลมตก แอ่นลง ดูรายละเอียดการติดตั้งในแบบรายละเอียด (Typical Details)



รายละเอียดการติดตั้ง (Mechanical Pins) สำหรับฉนวนใยแก้ว

ขนาดท่อลมกว้างหรือสูง	จำนวนแถว Mechanical Pins
ท่อลมขนาด 450 mm (18 in) และเล็กกว่า	ไม่ต้องใช้ Mechanical Pins
ท่อลมขนาด 475 mm (19 in) ถึง 900 mm (36 in)	ใช้ Mechanical Pins 1 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 925 mm (31 in) ถึง 1,350 mm (54 in)	ใช้ Mechanical Pins 2 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 1,375 mm (55 in) ถึง 1,800 mm (72 in)	ใช้ Mechanical Pins 3 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 1,825 mm (73 in) ถึง 2,250 mm (90 in)	ใช้ Mechanical Pins 4 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 2,275 mm (91 in) ถึง 2,700 mm (108 in)	ใช้ Mechanical Pins 5 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 2,725 mm (109 in) ถึง 3,150 mm (126 in)	ใช้ Mechanical Pins 6 แถว ตามความยาวของท่อลม
ท่อลมขนาด 3,175 mm (127 in) และใหญ่กว่า	จัดระยะห่างไม่เกิน 450 mm (18 in)

ข) Aluminum Foil ของฉนวนท่อลมที่มีรอยฉีกหรือฉีกขาดจะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Tape ให้ เรียบร้อย โดยทำบริเวณฉีกขาดให้เรียบ สะอาด และแห้งสนิทก่อน จึงปิดทับด้วย Acrylic Aluminum Tape ได้

ข) ทุกจุดที่แขวนรองรับท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนที่หุ้มท่อลมได้รับความเสียหาย หรือ ถูกกดแบนจากการแขวนจะต้องรองรับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนา 1.1 mm (0.04 in) หรือสังกะสีเบอร์ 20 โดยพับยกขอบสองด้านขึ้น และสองด้านล่าง ด้านบนพับขึ้น สูง 150 mm (6 in) ส่วนด้านล่างพับลงมา 50 mm และต้องตัดปลายมุมสังกะสีให้หมดคมแหลม ความกว้างของแผ่นที่รองรับฉนวนที่หุ้มท่อลมเมื่อพับเรียบร้อยแล้วจะต้อง มีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 mm (6 in) ดูรายละเอียดใน Typical Details

ณ) การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm



ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อ และเหล็กแขวนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm² ในเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรพิจารณานุมัติ

- ญ) ปะเก็น (Gasket) และวัสดุอุดรอยรั่ว (Sealant) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (Non-Combustible) และติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ฎ) ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

6 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (DUCT SUPPORT AND HANGER)

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำและติดตั้งอุปกรณ์เหล็กยึดและแขวนท่อลม
- (2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบ Shop Drawing ของอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมเพื่อส่งขออนุมัติก่อนดำเนินการ
- (3) สำหรับอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลม ชนิด รูปร่าง วิธีการยึดและช่วงระยะระหว่างแสดงไว้ในแบบและ รายการ
- (4) ในการพิจารณาการแขวนยึดท่อต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานสถานที่ติดตั้ง และน้ำหนักของท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนท่อเป็นหลักเพื่อเลือกชนิด และขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวน สำหรับการยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ใช้ Expansion Bolt เท่านั้น
- (5) อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมจะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้น หรือต่ำลงได้ การทำเกลียวจะต้องยาวพอให้สามารถปรับระดับได้ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 mm (3/4 in) และไม่ ยาวเกินกว่าระดับต่ำสุดของ Support รับน้ำหนัก
- (6) อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็ก หรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคง โดยท่อลมสามารถยึด และหัดตัวได้อย่างปลอดภัย
- (7) ท่อในแนวนอนที่งอขึ้นในแนวดิ่งต้องมี Support รับน้ำหนักท่อใกล้ข้องอ เพื่อรับน้ำหนักท่อในแนวนอนและ แนวดิ่ง
- (8) ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- (9) อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมจะต้องประกอบ และทำสีมาจากโรงงาน



- (10) อุปกรณ์เหล็กยึด และเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารซึ่งติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้น และถูกกัดกร่อนได้ง่าย เช่น ห้องแบตเตอรี่ ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ ห้องเครื่องปรับอากาศ ห้องครัว และห้องซักรีด เป็นต้น จะต้องทาด้วย Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาทับด้วยสี Epoxy Black Finishing Paint อีกหนึ่งชั้น
- (11) อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารตามบริเวณทั่วไปไม่มีความชื้น และกัดกร่อนจะต้องทาสีด้วย Red Lead Primer สองชั้นและทาทับด้วยสี Alkyd Grey Finishing Paint อีกหนึ่งชั้น น็อตสกรูและ แหวนสปริงจะต้องเป็น Hot Dipped Galvanized steel หรือ Stainless steel
- (12) หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้วต้องทำการตรวจสอบ และปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง

7 ช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR)

- (1) จะต้องมีช่องเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมมีขนาดอย่างน้อย 300 mm x 300 mm (12 in X 12 in) สำหรับตำแหน่งติดตั้งนั้นให้ติดตั้งความเหมาะสมสำหรับใช้เปิดบริการ Fire Damper ทุก ชุด, VAV Box, Motorized Damper, Smoke Damper, Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดใบ (Blade) ใหญ่กว่า 0.1 mm² (150 in²) ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัวมีขอบเป็นรูปหน้าแปลน และมีปะเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบเพื่อกันอากาศรั่ว สำหรับ Access Door ที่ติดตั้งบนท่อลมที่หุ้มฉนวนต้องสร้าง Access Door ให้เป็นสองชั้น และระหว่างต้องชั้นบุด้วย ฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม
- (2) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้าเพื่อการตรวจซ่อม และบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำให้ค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบ ของผู้รับจ้าง

8 FLEXIBLE COLLARS

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถป้องกันน้ำได้ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (Flexible Round Duct) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลมความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้จะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 m (10 ft)

9 DAMPER

- (1) VOLUME DAMPER



Volume Damper แบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือแบบหลายใบ (Multiple Blade) โดยใบ (Blade) แบบใบ เดี่ยวมีความกว้างได้ถึง 350 mm (14 in) สำหรับใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 mm (4 in) และมีความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 mm (40 in) ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่น สังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (Gauge No. 16) รอยพับขอบใบต้องเป็นแบบ Hemmed Volume Damper ต้องเป็นแบบ Interlocking Blade Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียึดด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึด ทะลุตัวถึงลอดผ่าน Bearing Plate สำหรับชนิดที่เป็น Handle Locking Device แกนใบจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Volume Damper แบบหลายใบจะต้องจัดใบให้เป็นแบบ Opposed Blade ชนิด Gang Operated Low Leakage Volume Damper จะต้องมียึดโครงสร้างเช่นเดียวกับ Volume Damper และได้รับการทดสอบการรั่วซึมในขณะปิดโดยจะต้องรั่วไม่ เกิน 23 L/s-m² ที่ 250 Pa และไม่ เกิน 30 L/s-m² ที่ 500 Pa ทั้งนี้การทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 500

(2) FIRE DAMPER

ล๊อคกันไฟจะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ล๊อคกันไฟจะต้องติดตั้งในแนวกำแพงกันไฟทุกจุด หรือ ตามที่ปรากฏในแบบ ไม่ว่าจะมียุบแสดงตำแหน่งไว้ในแบบ หรือไม่ก็ตาม ตัวเรือนและใบของล๊อคกันไฟจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง เมื่อติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้น้อยกว่า หรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที หากติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้มากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียง เช่น UL ตามมาตรฐาน UL 555 เป็นต้น Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิดหลอม หรือโลหะหลอมละลายที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่าอุณหภูมิขณะใช้งาน 28 °C แต่ต้องต่ำกว่า 74 °C Fire Damper ที่เป็นชนิดมู่ลี่ จะต้องเลือกใช้รุ่นที่เมื่อเก็บมู่ลี่แล้วจะต้องไม่มีมู่ลี่เข้ามาอยู่ในกระแสอากาศ (Out of Air Stream) ที่เพดานทุกจุดที่มีล๊อคกันไฟติดตั้งอยู่จะต้องมีช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 m x 0.60 m ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอเพื่อสามารถขึ้น ดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด Air Tight เพื่อเข้าเปลี่ยน Fusible Link ได้

(3) SMOKE DAMPER

จะต้องมียึดโครงสร้างเช่นเดียวกับ Volume Damper และได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555S Leakage Class I

(4) SPLITTER DAMPER

Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสี ขนาดความหนาตามเบอร์เกจของท่อลมช่วงนั้น ความยาวของตัวใบ 1.25 เท่าของท่อลมที่



แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบ
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 mm (3/8 in)

10 การทำความสะอาดท่อลม

- (1) ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวน เศษไม้ และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลมก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดานผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของ
- (2) เครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลม ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถ ขับเศษฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด
- (3) ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจาก การทำความสะอาดระบบท่อลมผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ เปลี่ยนให้กับผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

11 การทดสอบและปรับปริมาณลม

- (1) ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้อง ได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้อง ปรับแต่งให้อยู่ในช่วง $\pm 10\%$ ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- (2) การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี Transverse โดยใช้ Pitot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pitot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จ เรียบร้อยแล้ว การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจาก ปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอน ทุกๆ จุด



หมวดที่ 16 หน้ากากลม

1 ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมีฟองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ทาสีขาว หรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงาน กำหนดในภายหลัง หน้ากากลมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันให้มีขนาดเท่ากันและให้ใช้หัวจ่ายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเกณฑ์

หน้ากากลมสำหรับบริเวณพื้นที่ปรับอากาศที่มีกำหนดระดับความดังของเสียง (Noise Criteria, NC) ไว้ การเลือกหน้ากากลมจะต้องเลือกหน้ากากลมที่ให้ค่าความดังของเสียงที่หน้ากากลมเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องเสียงที่กำหนดไว้ในแบบ หรือรายการประกอบแบบ

2 CEILING DIFFUSER (CD)

หน้ากากลมแบบ Ceiling Diffuser เป็นแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทาง หรือวงกลมตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก, Removable Cores ติดตั้ง แนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mounted หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูงให้ติดตั้งเป็น Surface Mounted มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลมสามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

3 SUPPLY AIR GRILLE & SUPPLY AIR REGISTER (SAG/SAF)

หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุ เป็นพลาสติก มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้ง ส่วนด้านหลังติดในแนวนอน หน้ากากลมแบบ Supply Air Register คือ Supply Air Grille ที่มี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4 RETURN AIR GRILLE & RETURN AIR REGISTER (RAG/RAR)

หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Register คือ Return Air



Grille ที่มี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก

5 FRESH AIR GRILLE & FRESH AIR REGISTER (FAG/FAR)

หน้ากากลมเพื่อรับอากาศบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา และมีตาข่ายกันแมลงติดตั้งด้านหลังหน้ากาก หน้ากากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Register คือ Fresh Air Grille ที่มี Opposed Blade Volume Damper สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง (หรือในแบบอาจจะระบุเป็น FAL - Fresh Air Louver) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เทลงเข้าหา FAG/FAR/FAL เสมอเพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม ทั้งนี้ FAG/FAR/FAL ต้องมี Filter ชนิด Panel Filter ชนิด Synthetic Fiber ความหนา 9 มิลลิเมตร ติดตั้งด้วยเสมอไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตามโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากเจ้าของโครงการ

6 LINEAR SLOT DIFFUSER & LINEAR SLOT RETURN (LSD/LSR)

หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser และ Linear Slot Return ทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก มีช่องจ่ายลมช่องเดียว หรือหลายช่อง พร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอก และภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และ 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ตามลำดับ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาด 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรืออื่นๆ ตามที่ระบุในแบบ

7 EXHAUST AIR GRILLE & EXHAUST AIR REGISTER (EAG/EAR)

หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้ากากใน แนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Register คือ Exhaust Air Grille ที่มี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก สำหรับ EAG/EAR ที่ปล่อยลมออกนอกอาคารโดยตรง (หรืออาจจะระบุเป็น EAL- Exhaust Air Louver) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เทลงเข้าหา EAG/EAR/EAL เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม



8 PERFORATED CEILING DIFFUSER

หัวจ่ายลมสำหรับห้องทดลองหรือบริเวณที่ต้องการความสะอาด จะต้องมีลักษณะการจ่ายลมเป็นแบบ Laminar โดยหัวจ่ายลมเย็นจะต้องเป็นแบบ Perforated ซึ่งประกอบด้วย Housing, Deflector และ Perforated Plate ตัว Deflector จะทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการไหลของอากาศชุด Housing ขึ้นรูปจากอลูมิเนียม มี Inlet Core ขนาดตามที่ระบุในแบบ Perforated Plate เป็นอลูมิเนียมยึดติดกับ Housing โดยวิธี Snap Lock อย่างแน่นหนา สีของ Diffuser จะต้องเป็นสีขาวสำหรับงานด้าน Clean Room ตัว Housing จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ HEPA โดยประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศต้องเป็นไปตามที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบ ทุกส่วนของตัวถังจะต้องซีลด้วย Gel Seal หรือ Rubber Gasket เพื่อป้องกันฝุ่นจากช่องผ้า

9 JET DIFFUSER

หัวจ่ายลมสำหรับพื้นที่ที่ต้องการจ่ายลมที่ระยะไกล Long Throw Diffuser มีลักษณะเป็น 2 ส่วนคือ Housing และ Distribution Grille Housing ขึ้นรูปจากอลูมิเนียม มี Neck Size ขนาดตามแบบที่ปรากฏ Distribution Grille เป็นอลูมิเนียมที่สามารถปรับทิศทางการจ่ายลมได้ในแนวระดับ หรือแนวตั้ง สีของ Diffuser จะต้องเหมาะสมกับผ้าเพดาน ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น Diffuser จะต้องเป็นสีขาว



หมวดที่ 17 อุปกรณ์ดูดซับเสียง (SOUND ATTENUATOR)

1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสียงสะท้อน และลดเสียงดังภายในห้องลม อันเนื่องมาจากพัด ลมที่อยู่ภายในเครื่องเป่าลมเย็นซึ่งจะถ่ายเทไปสู่ภายในห้องที่ป รับอากาศได้ระดับของเสียงภายในห้องต้องไม่เกิน NC35 หรือกำหนดระดับของเสียงไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ

2 คุณสมบัติของวัสดุดูดซับเสียง

วัสดุดูดซับ เสียงจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน National Fire Protection Association Standard, หรือเทียบเท่า วัสดุเป็นประเภทใยแก้วหรือใยหิน (Fiber glass) ใยแก้วหรือใยหินจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การ นำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m•K (0.27 Btu.in/ft².h.F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32 C (90 F) และต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

3 ชนิดของอุปกรณ์ลดเสียง (TYPE OF EQUIPMENT)

(1) อุปกรณ์ลดเสียง (Attenuators) อุปกรณ์ลดเสียงเป็น ชนิด สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือชนิดทรงกระบอกจะต้องสามารถดูดซับ เสียงหรือลดเสียง ลงได้ตามตารางของอุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์ลดเสียงจะต้องออกแบบให้ลมที่ผ่าน (Channel Velocity) มีความเร็วไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อ นาที)

ก) อุปกรณ์ลดเสียงชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Attenuator) อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และแผ่น แบ่ง (Splitter) โดยทั้ง ตัวถังและแผ่น แบ่งจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.1 มิลลิเมตร (0.044 นิ้ว) การต่อ ประกอบแผ่น แบ่งเข้ากับ ตัวถังจะต้องไม่ให้เกิดลมรั่ว รอยต่อจะต้องแข็งแรง ส่วนการต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมจะต้องใช้วิธีต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติ ในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มาประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุ ดูดซับ เสียงทั้ง 2 ด้าน โดยแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อประกอบเสร็จจะต้องปิดทับผิวหน้าวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสนลมด้วยแผ่นชนิดมีรูพรุน ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.01

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



นิ้ว) เมื่อประกอบเรียบร้อยแล้วจะต้องมีช่องว่างให้อากาศผ่านได้ โดยมีความกว้างอยู่ระหว่าง 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) ด้านปลายของวัสดุดูดซับ เสียงที่ปิดทับด้วยแผ่นชนิดมีรูพรุนทั้ง ด้านต้นลม (Up Stream) และปลายลม (Down Stream) จะต้องถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งมน เพื่อ ลด กระแสลม (Turbulent) และความเสียดทานอากาศ (Air Friction)

ข) อุปกรณ์ลดเสียงชนิดทรงกระบอกกลม (Cylinder Attenuator) อุปกรณ์ลดเสียงประกอบด้วยตัวถัง (Casing) และไส้กลาง (Core) ทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) โดยทั้งตัวถังและไส้กลางจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว) การยึดไส้กลางเข้ากับตัวถัง ให้ใช้ครีปที่ไม่ต้านกระแสลม โดยจำนวนครีปยึดไม่ควรมากกว่า 4 ชั้น การต่ออุปกรณ์ลดเสียงเข้ากับท่อลมหรืออุปกรณ์ส่งลมจะต้องใช้วิธี ต่อแบบหน้าแปลนเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติในการลดเสียงในทุก ๆ ความถี่ตลอดช่วง Octave Band มา ประกอบการขออนุมัติก่อนการติดตั้ง ตัวถังจะต้องบุด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ส่วนไส้กลางทรงกระบอกจะต้องบุภายนอกด้วยวัสดุดูดซับเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ช่องว่างของไส้กลางให้บรรจุด้วยวัสดุดูดซับเสียงให้เต็ม เมื่อประกอบเสร็จ จะต้องปิดทับผิวหน้าของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมดที่สัมผัสกระแสลมด้วยแผ่นสื่อนิติมีรูพรุนที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว)

(2) ฉนวนภายในท่อลม (Duct Internal Lining) ฉนวนหุ้มภายในท่อลมกำหนดให้เป็นใยแก้วชนิดแข็ง และมีคุณสมบัติและส่วนประกอบดังนี้

ความหนาแน่น	:	ไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (2 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต)
ความหนา	:	ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
Thermal Conductivity	:	ไม่มากกว่า 0.038 W/m.K (0.27 Btu.in/ft ² .h.F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32C (90F)
การติดไฟ	:	ต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟตามมาตรฐาน NFPA
Facing	:	ด้านสัมผัสกระแสลมผิวหน้าของฉนวนดูดซับเสียงจะต้องปิดทับด้วยวัสดุต่อไปนี้

ก) Glass Cloth

ข) Perforated Aluminium Foil โดยที่แผ่นฟอยล์จะต้อง ประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก, กระดาษครีฟ, เส้นใยไฟเบอร์กลาสเสริมแรง และแผ่นฟอยล์ด้านในส่วนประกอบทั้งหมดจะยึดติดกันโดย



Adhesive ตาม กรรมวิธีของแต่ละการผลิต
อลูมิเนียมพอยล์ที่ผลิตเสร็จจะต้องมีคุณสมบัติ
เทียบเท่า ได้ไม่น้อยกว่า ACI Sisalation 430 P หรือ
Flame Stop 523 P หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

การติดตั้ง : ใช้กาวชนิดไม่ติดไฟและยึดแน่นด้วย Welded
Mechanical Pin ชนิดโลหะ หัวมนเพื่อไม่ให้เกิดเสียง
ขณะกระแสดม ผ่าน

: ท่อลมท่อนที่ทำฉนวนหุ้มภายในท่อลมทุกด้านจะต้อง
เพิ่มขนาดทั้ง ความกว้างและลึกออกเท่าความหนาของ
ฉนวน โดยให้เป็นที่เข้าใจว่า ขนาดท่อลมที่ระบุในแบบ
เป็นขนาดมิติภายในของท่อที่ได้ทำฉนวนหุ้มภายใน
เรียบร้อยแล้ว

4 การติดตั้ง (INSTALLATIONS)

วัสดุดูดซับ เสียง เมื่อ ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิว หน้าต้องไม่ฉีกขาด หรือหลุด ร่อนลอกออก เมื่อถูก
กระแสดมพัดผ่านไม่ว่าจะอยู่ในระหว่างการติดตั้งหรือการใช้งานตามปกติ วัสดุดูดซับเสียงจะต้องอยู่
ในสภาพดีสมบูรณ์เมื่อตรวจสอบขั้นสุดท้าย วัสดุดูดซับเสียงที่เสียหายในขณะทำการขนส่งก็ดี จาก
การสั่นสะเทือนก็ดี หรือการห่อหุ้มไม่เรียบร้อยทำให้เกิดการชำรุดขึ้น จะไม่อนุญาตให้นำมาใช้งาน
ส่วนใดที่ติดตั้งไปแล้วเกิดชำรุดเสียหายจะต้องเปลี่ยนให้ใหม่ หรือให้ทำตามคำวินิจฉัยของวิศวกร
ควบคุมงาน



หมวดที่ 18 ระบบกรองอากาศ (AIR FILTRATION SYSTEM)

1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงกรองอากาศตามรายละเอียดที่ปรากฏในแบบรายการ และตามข้อกำหนดที่จะกล่าวต่อไปนี้ แผงกรองอากาศต้องอยู่ในสภาพดีในขณะทำการติดตั้ง ทดสอบ และส่งมอบ แผงกรองอากาศที่ใช้ทดสอบจะต้องเป็นคนละชุดกับที่ใช้ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาแผงกรองอากาศสำหรับทดสอบในจำนวนที่เพียงพอ สำหรับชุดที่ส่งมอบ หากตรวจ พบภายหลังว่าแผงกรองอากาศอันใดอันหนึ่งรั่ว หรือฉีกขาด ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนอันใหม่ที่มีสภาพดีกว่าให้ทันที

2 ประเภทของแผงกรองอากาศ

ประเภทแผงกรองอากาศที่ใช้ให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์ หรือระบุในแบบโดยแผงกรองอากาศแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ตามการใช้งานดังนี้

- (1) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ให้ติดตั้ง Pre-Filter ชนิด Panel Filter หรือ Pleated Type ทำจาก Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร Face Velocity ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที โดยมี Efficiency ไม่น้อยกว่า MERV 2 ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2
- (2) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ให้ติดตั้ง Pre-Filter ชนิด Panel Filter หรือ Pleated Type ทำจาก Synthetic Fiber ความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร Face Velocity ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที่) Media Velocity ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที (300 ฟุต/นาที่) โดยมี Efficiency ไม่น้อยกว่า MERV 5 ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2
- (3) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ใช้สำหรับการจ่ายอากาศบริสุทธิ์ ให้ติดตั้ง Pre-Filter ตามข้อ 2.2 และ Medium-Filter ชนิด Panel Filter หรือ Pleated Type ทำจาก Fiber Glass With Aluminum Separator หนาไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร Face Velocity ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที่) Media Velocity ไม่เกิน 1.5 เมตร/นาที่ (300 ฟุต/นาที่) มีค่า Pressure Drop เริ่มต้นไม่เกิน 150 Pa และ Pressure Drop สุดท้ายไม่เกิน 300 Pa โดยมี Efficiency ไม่น้อยกว่า MERV 14 ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2
- (4) สำหรับหัวจ่ายลมที่ใช้กับห้องผ่าตัดหรือห้องตามทีระบุในแบบ ให้ติดตั้ง Pre-Filter ตามข้อ 2.2 Medium- Filter ตามข้อ 2.3 และ Final-Filter ชนิด HEPA Filter ทำจาก Fire Retardant Fiber Glass With Aluminum Separator หนาไม่น้อยกว่า 145 มิลลิ เมตร สำหรับลมไม่น้อยกว่า 1,000 L/S. และหนาไม่น้อย กว่า 290 มิลลิเมตร สำหรับลมไม่น้อย



กว่า 2,000 L/S โดยมีค่า Pressure Drop เริ่มต้นไม่เกิน 250 Pa. Face Velocity ไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที่) Media Velocity ไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที โครงสร้างแบบแผงอากาศทำจาก Galvanized Steel Sheet, Gasket ทำจาก Neoprene Rubber ทดสอบโดยวิธี Scan Test โดยมี Efficiency ไม่น้อยกว่า MERV 17 รัศมีอนุภาคขนาด 0.3 Micron ตามมาตรฐาน AHRAE 52.2

- (5) สำหรับแผงกรองอากาศชนิดอื่นๆที่ปรากฏในแบบหรือตารางอุปกรณ์ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- ก) แผงกรองอากาศประเภท ULPA Filter โครงสร้างทำจาก Galvanized Steel Sheet มีปะเก็นกันอากาศรั่วทำจาก Neoprene Rubber เนื้อ Media ทำจาก Fire Retardant Glass Fiber ชนิดละเอียดที่มี Aluminium Separator โดยเลือกใช้ที่ความลึกของ Media ไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) ที่ปริมาณลมน้อยกว่า 1,000 L/S ที่ Pressure Drop เริ่มต้น 250 Pa และไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร ที่ปริมาณลมไม่น้อยกว่า 2,000 L/S ที่ Pressure Drop เริ่มต้น 250 Pa ที่ความลึก Media ไม่น้อยกว่า 290 มิลลิเมตร (11 1/2 นิ้ว) ใช้วิธีทดสอบโดย Scan Tested Efficiency 99.99 % รัศมีอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน
 - ข) แผงกรองอากาศ ประเภท Electronic Air Cleaner (Industrial Grade) เนื้อ Media ทำจาก Approx. 10 KVDC Ionizer Voltaged and Collected Plate ค่า Pressure Drop เริ่มต้น ไม่เกิน 70 Pa. และค่า Pressure Drop สุดท้ายไม่เกิน 115 PA. ความเร็วลมผ่านแผงกรอง อากาศไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที่) วัดโดยวิธีของ ASHRAE 52-99
 - ค) แผงกรองอากาศ ประเภท Carbon Filter + 50 mm (2 นิ้ว) Pre-Filter (Polyester Synthetic Fiber) โครงสร้างทำจาก 16 Gauge Aluminized Coat or Enamel Coat Steel ใช้กับงานที่ต้องการกรองกลิ่นเพื่อลดการปนเปื้อนของอากาศที่จะเข้ามาภายในอาคาร หรือ เพื่อต้องการ กรองกลิ่นเพื่อระบายอากาศทั้ง เนื้อ Media ทำจาก Activated Carbon โดยประเภทของ Gas ที่ ดูดซับได้ มีดังนี้
 - Hydrogen Sulfide
 - Sulfur Acid
 - Ethylene
 - Formaldehydeค่า Pressure Drop เริ่มต้นไม่เกิน 90 ปาสกาล (0.30 นิ้วของน้ำ) ค่าความเร็วผ่านแผงกรองอากาศไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที (500 ฟุต/นาที่) โดยมีอุปกรณ์เสริมของแผงกรองอากาศดังนี้
 - 2 Access Doors



- Fully Gasketed To Prevent Air Bypass
- Lock Doors

3 โครงของแผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศที่นำมาประกอบกันเป็น Filter Bank จะต้องใช้โครง (Frame) ของแผงกรองอากาศที่เป็นอุปกรณ์ มาตรฐานของแผงกรองอากาศยี่ห้ออื่นๆ ในกรณีที่แผงกรองอากาศมีจำนวนมาก โครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีการเสริมความแข็งแรง (Stiffener) ตามมาตรฐานของผู้ผลิต การเลือกโครงของแผงกรองอากาศจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับแผงกรองอากาศชนิดนั้นๆ หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต การถอดหรือใส่เพื่อการซ่อมบำรุงซึ่งจะเป็นแบบ Front Service เมื่อนำแผงกรองอากาศประกอบเข้ากับโครงแล้ว จะต้องแนบสนิทไม่มีรอยรั่วของอากาศแต่ประการใด โครงของแผงกรองอากาศจะต้องเป็นแบบ Spring Loaded Type

4 อุปกรณ์ประกอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงกรองอากาศที่ปรากฏในแบบหรือตามตารางอุปกรณ์ดังนี้

- (1) Inclined Manometer ใช้เป็น Local Indicator วัดความดันลดของแผงอากาศ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้ง Inclined Manometer ชนิด Linear Scale ให้กับเครื่องส่งลมเย็น ขนาดใหญ่ทุกชุดที่มีช่วงสเกล 0-600 Pa (0-2.4 IN.WG) ตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบ
- (2) Differential Pressure Switch ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Differential Pressure Switch ที่มีช่วงสเกล 0-600 Pa (0-2.4 IN.WG) ตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบเพื่อแสดงสถานะความดันลดของแผงกรองอากาศ สัญญาณแจ้งสถานะการอุดตันของแผงกรองอากาศ ให้มีออก 2 สัญญาณ สัญญาณหนึ่งเป็นหลอดไฟสีแดงติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องนั้นๆ สัญญาณที่สองเป็น Dry Contact เพื่อแจ้งสถานะให้ระบบ จัดการอาคาร (BAS) ทราบ ข้อกำหนดด้าน Physical ของ Differential Pressure Switch
 - ก) Operating Range 0-600 Pa (0-2.4 IN.WG) ข)
 - ค) Maximum Pressure ไม่เกิน 70 KPA. (24 FT.WG)



- ง) Die Cast Aluminium Housing
- จ) Silicone Rubber Diaphragm
- ฉ) Aluminium Or Steel Bracket For Mounting Pressure Switch On Suitable Location



หมวดที่ 19 ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

1 ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทาสีกันสนิมโดยเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินผ่านผนัง, กำแพง และพื้น รวมทั้งบริเวณที่ท่อสวมต่อเข้ากับข้อต่อหน้าแปลนของวาล์วต่างๆ จะต้องหุ้มฉนวนให้แนบติดผิวท่อ ไม่มีโพรงอากาศขังอยู่ภายใน ทั้งนี้ผู้ควบคุมงานต้องทำหน้าที่ตรวจสอบการติดตั้งเพื่อให้งานเป็นไปอย่างเรียบร้อย อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Condensation) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

2 ฉนวนชนิดเซลล์ปิด (CLOSED CELL)

- (1) เครื่องจักรอุปกรณ์ท่อน้ำของระบบน้ำเย็นรวมทั้งท่อน้ำทั้งที่ติดตั้งในสถานที่ที่สามารถเกิด Condensation บน พื้นผิวขึ้นได้ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะต้องหุ้มด้วยฉนวนที่มีคุณสมบัติดังนี้

- ก) โครงสร้างของเซลล์เป็นเซลล์ปิด
- ข) วัสดุพื้นฐานชนิด Fire Retardant Elastomeric Foam หรือ Fire Retardant PE Foam
- ค) ความหนาแน่นมากกว่า 60 KG/M3 (3.75 LB/FT3)
- ง) ค่าสปส. การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/M.K(0.27 BTU.INCH/FT2 HR.°F) @ 24°C
- จ) ค่าการดูดซึมน้ำไม่เกิน 5% By Weight
- ฉ) ค่าสปส. การต้านทานความชื้น μ ไม่น้อยกว่า 3,000
- ช) ค่า Smoke Develop Index ไม่เกิน 50 (ASTM-E84) หรือไม่เกิน 5 (AS1530.3)
- ซ) การติดไฟไม่ลามไฟหรือหน่วงการติดไฟ (Flame Retardant)
- ณ) ค่า Flame Spread Index ไม่เกิน 25 (ASTM-E84) หรืออย่างต่ำ Class 1 (BS 476 Part 7)

- (2) ความหนาของฉนวน

- | | | |
|---|-------|------|
| ก) เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำเย็น | 40 mm | 1 ½" |
| ข) ท่อน้ำเย็น | | |
| Ø 25 mm และเล็กกว่า | 25 mm | 1" |
| Ø 32 mm - Ø 125 mm | 32 mm | 1 ¼" |
| Ø 150 mm - Ø 700 mm | 40 mm | 1 ½" |

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



ค) ท่อน้ำทิ้ง	Ø 750 mm และใหญ่กว่า	50 mm	2"
	Ø 32 mm และเล็กกว่า	19 mm	¾"
	Ø 40 mm และใหญ่กว่า	25 mm	1"

ความหนาแน่นข้างต้นอ้างอิงที่อุณหภูมิที่น้ำเย็น 6.6°C (44°F) ท่อน้ำทิ้ง 12°C (54°F) และสภาวะอากาศโดยรอบท่อ (Surrounding Air Condition) ที่ 32°Cdb, 80% RH (90°Fdb, 80%RH) หากสภาวะโดยรอบไม่ได้เป็นไปตามข้างต้น ให้ผู้รับจ้างประสานงานกับผู้ผลิตเพื่อกำหนดความหนาแน่นใหม่โดยอยู่ภายใต้ข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิตรายนั้นๆ

กรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินผ่านพื้นที่ต่อไปนี้

- ใต้หลังคาชั้นสูงสุด
- ใต้หลังคาจั่ว
- ห้องที่มีความชื้นสูง เช่น ห้องครัว , ห้อง Laundry, ห้องที่อยู่ชั้นใต้ดิน

ให้ใช้ฉนวนที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุดังนี้

Ø 100 mm. (4" Ø) และน้อยกว่า	50 mm	2"
Ø 150 mm. (6" Ø) และมากกว่า	80 mm	3"

3

การติดตั้ง

- (1) ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี และไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดี ไม่หลวม หรือคับจนสังเกตได้ชัด และห้ามไม่ให้ใช้ฉนวนแบบ Per-Formed Tube ที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อที่จะหุ้ม
- (2) ใช้กาวตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวน และประกบติดให้สนิท รอยต่อจะต้องได้แนว เรียบร้อยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องทาผิวที่ผิวฉนวน และผิวอุปกรณ์ก่อนมีการหุ้ม ฉนวน โดยฉนวนต้องหุ้มทับให้เข้ารูปอุปกรณ์อย่าง เรียบร้อย และไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน
- (3) ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Per-Formed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอย พับ หรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบาก รูปตัววี ยกเว้นท่อเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)



- (4) บริเวณที่ที่แขวนท่อรองรับท่อให้ใช้ชั้น Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foam เนื้อแข็ง รองตามมุมของผิว ท่อที่สัมผัสกับที่แขวนท่อ โดยความหนาของ Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foam เนื้อแข็งเท่ากับ ความ หนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความยาวของชั้น Rigid Fiberglass หรือ PU Foam ตามแนวท่อไม่เกิน 0.15 เมตร (6 นิ้ว) และให้หุ้มทับด้วยฉนวน แบบ Closed Cell Foamed Elastomer อีกชั้นหนึ่ง หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ก่อนที่จะ รองรับข้างใต้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) โดยความยาวของ ฉนวนและแผ่นสังกะสีให้ยาวเลยส่วนที่เป็น Rigid Fiberglass หรือ PU Foam เนื้อแข็งข้างละ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
- (5) ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การรองรับท่อน้ำเย็นที่หุ้มฉนวนด้วยที่แขวนท่อ จะเป็นไปตามข้อ 3.5 หรือสามารถใช้ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene รองรับท่อตรง บริเวณที่แขวนท่อแทนได้ โดยความ หนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือยาง Neoprene เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความกว้างของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene เท่ากับความกว้างของที่แขวนท่อ และให้หุ้มทับ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือยาง Neoprene ด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) อีกชั้น
- (6) ฉนวนที่เก็บกองไว้นานเกินไป เสี่ยงรูป ฉีกขาด ผิวฉลอก หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้ นำมาใช้ในการติดตั้งโดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความ เสียหายมีรอยฉลอก รอยกรีด ฉีกขาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ ยังมีสภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการ ปะ ช่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด
- (7) ท่อที่หุ้มฉนวนแบบ Closed Cell Insulation ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร, บน Pipe Bridge, บน Pipe Rack ใน Trench และที่ปรากฏแก่สายตา จะต้องหุ้มด้วยแผ่น Stainless Steel Jacket (SS 304) หรือ Aluminium Jacket ความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตรทับอีกชั้น หนึ่ง หรือให้เป็นแบบระบบท่อหุ้มฉนวน สำเร็จรูป (Pre Insulated Pipe) ตามที่ผู้ออกแบบ กำหนด

4 ระบบท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (PRE INSULATED PIPE)

ท่อน้ำเย็นที่เดินภายนอกอาคารบน Pipe Bridge, บน Pipe Rack และ ใน Trench ให้เป็นชนิด Pre-Insulated Pipe ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- (1) ชนิดของท่อต้องเป็นไปตามที่ระบุในรายการประกอบแบบของหมวด “วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ”



- (2) ต้องหุ้มด้วยแผ่น Stainless Steel (SS 304) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.40 มิลลิเมตร
- (3) วัสดุฉนวนเป็นโพลีเอทิลีนชนิดแข็ง โดยฉีดยกด้วยเครื่องฉีดพิเศษเข้าไปในช่องว่างที่เป็นวงรอบระหว่างท่อน้ำเย็น และท่อหุ้มภายนอก โดยทำสำเร็จในจากโรงงานผู้ผลิต และมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้
 - ก) ความหนาแน่นโดยเฉลี่ย 32 - 48 กก. / ลูกบาศก์เมตร
 - ข) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.024 W/M K ที่ 24 °C โดยต้องมีใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
 - ค) แรงอัดโดยเฉลี่ย (Compressive Strength) 250 kPa
 - ง) ปริมาณเซลปิด (Closed Cell) อย่างน้อย 90% ของปริมาณรวม
- (4) การซึมเข้าของความชื้นเมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ มีค่าการซึมเข้าของความชื้น/ไอน้ำโดยเฉลี่ย 2.6×10^{-2} PERM INCH หรือ 8.89×10^{-8} g/Pa.s.m²
- (5) การติดไฟเมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ มีค่าการติดไฟ Class 0 Tested To BS476 : Part 7 , 1997 (Surface Spread Of Flame Test) and BS476 : Part 6 , 1989 (Fire Propagation Test.) โดยต้องมีใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- (6) มาตรฐานการทนไฟ ระบบท่อหุ้มฉนวนต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชม. ตามมาตรฐาน ASTM E119-05 โดยต้องมีใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- (7) เพื่อป้องกันการเกิด Condensation บนผิวของฉนวน ฉนวนต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุดังนี้
ความหนาฉนวนข้างต้นอ้างอิงที่อุณหภูมิท่อน้ำเย็น 6.6°C (44°F) และสภาวะอากาศโดยรอบท่อ (Surrounding Air Condition) ที่ 32Cdb,80%Rh (90Fdb,80%Rh)

รายการ	ความหนาฉนวน	
ขนาดท่อน้ำเย็น	(มิลลิเมตร)	(นิ้ว)
Ø 65 mm และเล็กกว่า	32	1.25
Ø 80 mm - Ø 150 mm	40	1.50
Ø 200 mm และใหญ่กว่า	50	2.00

- (8) ต้องติดตั้งตามวิธีการและข้อแนะนำของผู้ผลิตเท่านั้น สำหรับการติดตั้งฉนวนและปลอก (Jacket) จุดเชื่อมต่อท่อตรง, วาล์ว และข้อต่อ ข้อของท่อที่หน้างาน สารเคมีที่ใช้ในการผสมต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน กับผู้ผลิตท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูปเท่านั้น
- (9) วิธีการและระยะต่างๆ ในการประกอบและติดตั้งยึดแขวนท่อ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตเท่านั้น

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



หมวดที่ 20 การติดตั้งท่อน้ำสำหรับระบบปรับอากาศ

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) แบบท่อน้ำระบบปรับอากาศเป็นเพียงแผนภูมิแสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำส่วนการเดินท่อและจัดท่อนจริง หรือเพื่อความสะดวกต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อ เนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบ ช่วงหักเลี้ยวหลบ ข้อต่อ วาล์ว อาจจะไม่ได้อ้างอิงไว้ในแบบ นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบระบบปรับอากาศ แบบระบบป้องกันเพลิงไหม้ แบบระบบสุขาภิบาล และแบบระบบไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบผนังฝ้า เพดาน คาน ที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shaft) และข้อขัดแย้งจากงานอื่นๆเพื่อการหักท่อหลบ และติดตั้งวาล์วข้อ ต่อต่างๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้นๆ
- (2) เนื่องจากเป็นความประสงค์ของแบบที่ไม่ต้องการแสดงรายละเอียดการติดตั้งไว้ทุกประการ จำนวนข้อต่อท่อการทำจุดยึดหัว หรือวาล์วต่างๆ ที่ต้องทำเพิ่มเติมจากการจัดหลบแนวท่อ เพื่อให้ได้ระบบการเดินท่อที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดอื่นๆและในแบบ ไม่เป็นปัญหากับงานอื่นๆ เป็นส่วนของผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการได้
- (3) แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายเพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษาซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์
- (4) ท่อน้ำในแนวดิ่งจะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนัง หรือเสา และต้องเป็นแนวตรง ผงตะไบฝุ่นต่างๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อให้หมด ผิวนอกท่อเหล็กกล้าต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- (5) การติดตั้งท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยืด และหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่างๆ และอุปกรณ์
- (6) การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้อง โดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งจะต้องไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อ ท่อต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่าง และช่องเปิดอื่นๆ
- (7) ท่อน้ำต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงลาดเพียงพอแก่การระบายน้ำทิ้ง (Draining) หรือระบายอากาศออก(Venting)
- (8) ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐานในการต่อท่อเปลี่ยนแปลงแนวทางเดินเปลี่ยนขนาด หรือมีข้อแยก



- (9) ปลายเปิดของท่อและอุปกรณ์จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่นผง และเศษผงเข้าไปอยู่ภายในท่อ และเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงซ่อมแซมเปลี่ยนแปลง ในระบบท่อต้องมียูเนียน หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเข้า อุปกรณ์ หรือเท่าที่จำเป็นอื่นๆ
- (10) ติดตั้งวาล์วให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งให้มากที่สุด
- (11) หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียว หรือเชื่อม ร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมาและรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc Chromate
- (12) ติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆเข้ากับท่ออันได้แก่ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe), วาล์ว (Valve), อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) และท่อปล่อยน้ำทิ้ง (Drain Pipe And Valve) ตามจำนวนที่จำเป็น และตามความ ต้องการที่ระบุไว้ในแบบ
- (13) ปลายทางของท่อน้ำหากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติมขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากสิ่งกีดขวาง แล้วใส่วาล์วและหน้าแปลนบอด (Blind Flange) หรือฝาครอบปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อนให้ทำได้โดยปักท่อหลักและติดป้ายแสดงตำแหน่งปลายท่อ เหล่านี้ไว้

2 ลักษณะการเดินท่อ (APPEARANCE)

- (1) ลักษณะการเดินท่อการติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความประณีตปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตา
- (2) การเลี้ยวการหักมุมการเปลี่ยนแนวระดับต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสมให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วนนั้นๆ แนวท่อต้องให้ขนาน หรือตั้งฉากกับอาคารเสมออย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร
- (3) ที่ใดต้องแขวนท่อจากเพดาน หรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไวในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะเช่น โคมไฟท้อลม ฯลฯ เป็นต้น
- (4) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่างๆ ให้แน่นอนเสียก่อนการติดตั้งระบบท่อระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

3 ฝีมืองาน (WORKMANSHIP)



- (1) ผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภทมาปฏิบัติงานติดตั้งท่อสำหรับระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านั้นให้ดำเนินการอย่างถูกต้อง
- (2) การตัดท่อแต่ละท่อต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้นๆ ซึ่งเมื่อต่อครบจบกันแล้วต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คด และคลาดเคลื่อนจากแนวไป
- (3) การตัดท่อให้ใช้เครื่องสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน
- (4) ท่อนที่ที่ต้องเปลี่ยนแนว หรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใดให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

4

การต่อท่อน้ำ (PIPE JOINTS)

- (1) การต่อท่อแบบเชื่อม (WELDED JOINTS)
 - ก) มาตรฐานในการปฏิบัติงานเชื่อมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASA
 - ข) การเชื่อมท่อต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อให้โลหะที่นำมาเชื่อมละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง
 - ค) สำหรับท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipes) การต่อท่อให้ใช้การเชื่อมรอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่เป็นยูเนียน หรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับการถอดออกได้
 - ง) ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นแนวตรง เว้นช่องว่างระหว่างท่อที่จะนำมาเชื่อมให้พอดี เพื่อป้องกันการบิดระหว่างการเชื่อม
 - จ) ท่อขนาดใหญ่ที่นำมาเชื่อม ต้องลบปลายให้เป็นมุมประมาณ 35-40 องศา โดยการกลิ้ง ก่อนการลบปลายอาจใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ค้อนเคาะออกไซด์และสะเก็ดโลหะออก พร้อมทั้งตะไบให้เรียบร้อย ก่อนการเชื่อม
 - ฉ) การเชื่อมข้อต่อท่อจะต้องเชื่อมแบบ (Butt-Welding) โดยมีมาตรฐานและน้ำหนักท่อตามมาตรฐาน ASA, B16.9 และ ASTM A-234
 - ช) ห้ามใช้ข้องอที่เชื่อมขึ้นมาเองใช้ในงาน
- (2) การต่อท่อน้ำแบบเกลียว (JOINT FOR THREADED PIPE)
 - ก) เกลียวท่อโดยทั่วไปทำเกลียว Taper Thread ตามมาตรฐาน BS 21 หรือ ISO R7 ซึ่ง



ได้ระบุไว้เป็นมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรมที่มอก. 281-2521

- ข) การตัดต่อแต่ละท่อนต้องให้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้นๆ โดยเผื่อระยะทำเกลียวให้พอดี ซึ่งเมื่อต่อท่อบรรจบกันแล้วต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอ ไม่คด และคลาดเคลื่อนจากแนวไป และ ให้ใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ยังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ได้เกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน ปลายท่อที่ตัดทำเกลียวเสร็จแล้วต้องคว้านปากปาดเอาเศษที่ติดอยู่โดยรอบทิ้งออกให้หมด
 - ค) การเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่มี Threaded Ends เช่น วาล์วและข้อต่อต่างๆ เป็นต้น ถ้าระบุการสั่งทำประเภทเกลียวได้ ให้เลือกสั่งเกลียวตามมาตรฐาน BS 21 TR (ISO R7) หรือ BS 21 (ISO R 228) ในการต่อท่อกับอุปกรณ์ที่มีเกลียวแบบ NPT (ตามมาตรฐาน ANSI B 2.1) อาจใช้ Thread Conversion Fitting ร่วมในการประกอบท่อได้
 - ง) ใช้ Pipe Joint Compound หรือ Teflon Tape หุ้มเฉพาะเกลียวตัวผู้เมื่อขันเกลียวแน่นแล้ว เกลียวต้องเหลือให้เห็นได้ไม่เกิน 2 เกลียวเต็ม เกลียวส่วนที่เหลือให้เห็นนี้จะต้องขีดให้สะอาดด้วยน้ำมัน และทาพัตด้วย Zinc Rich Primer เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิมกัดกร่อนได้ในภายหลัง
- (3) การต่อแบบหน้าแปลน (FLANGED JOINTS)
- ก) เลือกมาตรฐานขนาดหน้าแปลนและการเจาะรูให้เหมาะสมกับมาตรฐานท่อ (Outside Diameter) ที่เลือกใช้งาน และหน้าแปลนที่ติดประกอบมากับอุปกรณ์ต่างๆ หน้าแปลนที่ใช้ประกอบกับท่อโดยทั่วไป ต้องเป็นแบบเชื่อม
 - ข) การเชื่อมหน้าแปลนกับตัวท่อ ให้เชื่อมที่ขอบทั้งด้านนอกและด้านในยกเว้นหน้าแปลนชนิด Neck Flange ที่เชื่อมเฉพาะแนวด้านนอกท่อ
 - ค) การยึดจับหน้าแปลนต้องจัดให้หน้าสัมผัส (Facing Flange) ได้แนวขนานกันและอยู่ในแนวเดียวกัน หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย Bolt ยึด
 - ง) สลักเกลียว (Bolt) และน็อต (Nut) ที่ใช้กับหน้าแปลนโดยทั่วไปใช้เป็น Galvanized Or Cadmium Plate Bolt and Nut และที่ใช้กับระบบท่อฝังดินทำด้วย Stainless Steel สลักเกลียวต้องมีความยาวพอเหมาะกับการยึดหน้าแปลน เมื่อขันเกลียวต่อแล้วต้องโผล่เกลียวออกมาจาก Nut ไม่น้อย กว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักเกลียว
 - จ) หน้าแปลนและยูเนียนจะต้องมีหน้าราบเรียบไม่คดเอียงมีปะเก็นยางสังเคราะห์หนา 1.6 มิลลิเมตร (1/16 นิ้ว) สวมสอดอยู่
- (4) การต่อแบบบัดกรี (SOLDERED JOINTS)
- ก) ปลายท่อทองแดงที่จะนำมาต่อเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ฉาก ลบเศษคมออกให้หมด ทำความสะอาดปลายท่อภายนอกและภายใน
 - ข) ใช้แปรงทา Solder Flux ที่ปลายท่อและ Fitting สวมต่อท่อแล้วทำการเชื่อมประสาน



อุณหภูมิการเผาและปริมาณ Flux ที่ใช้ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดย
เคร่งครัด โดยเฉพาะการใช้ Solder แบบ Silver Brazing น้ำบัดกรีส่วนเกินต้องเช็ด
ออกให้หมดก่อนจะปล่อยให้เย็นตัวลง เปอร์เซ็นต์เงิน เชื่อมต้องไม่น้อยกว่า 5%

- (5) การต่อท่อน้ำแบบใช้น้ำยาเชื่อมประสาน (CEMENTED JOINT FOR PVC PIPE)
- ก) เตรียมผิวท่อที่จะต่อโดยการลบมุมปลายท่อโดยรอบ และทำความสะอาดท่อ และ
เตรียมผิวท่อรวมถึงข้อต่อที่จะนำมาต่อให้สะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดท่อ ตาม
กรรมวิธีที่ผู้ผลิตท่อระบุไว้
 - ข) ทาน้ำยาเชื่อมประสานภายในข้อต่อ และภายนอกท่อที่จะต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต
เมื่อสวมต่อท่อเข้ากับข้อต่อแล้วให้เช็ดน้ำยาที่ล้นออกมาให้หมด ก่อนที่จะทิ้งไว้เพื่อให้
น้ำยาเชื่อมแข็งตัวประมาณ 5 นาที แล้วจึงจะนำไปติดตั้งต่อไป

5 การต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์

- (1) การต่อท่อเข้าเครื่องสูบน้ำถังน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องต่อท่อเข้าในลักษณะที่ไม่ให้เกิดมี
แรงกด หรือแรงดึงระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์นั้น ให้ใช้ยูเนียน หรือหน้าแปลนต่อก่อนเข้า
อุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อการถอดอุปกรณ์ออก หรือเคลื่อนย้าย
- (2) จะต้องไม่มีแนวท่อน้ำเดินอยู่เหนือแผงไฟฟ้าหม้อแปลงไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดย
เด็ดขาด
- (3) ให้ติดตั้งวาล์วน้ำไว้ที่ท่อน้ำก่อนเข้าอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบโดยกำหนดชนิด
ของวาล์วไว้ดังนี้
 - ก) Gate Valve หรือ Butterfly Valve หรือ Ball Valve ติดตั้งในระบบท่อเพื่อใช้สำหรับ
ตัดตอนน้ำ
 - ข) Globe Valve ติดตั้งในระบบท่อที่ต้องการปรับความดันและอัตราการไหลของน้ำ
 - ค) Check Valve ติดตั้งในระบบท่อที่จำเป็น และไม่ต้องให้น้ำไหลกลับ
 - ง) Union ติดตั้งไว้ทางด้านใต้ของวาล์วทุกตัว และก่อนท่อเข้าอุปกรณ์ ห้ามติดตั้ง
ยูเนียนฝังไว้ในกำแพง เพดาน หรือฝากัน
- (4) การติดตั้งตำแหน่งและชนิดของวาล์วน้ำให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้
 - ก) วาล์วน้ำจะต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ
 - ข) การติดตั้งวาล์วทุกตัวต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับแรงดันตามที่กำหนดในหัวข้อ
วาล์ว และอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำเว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
 - ค) วาล์วทุกตัวต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สะดวกแก่การตรวจหรือถอดเพื่อซ่อม หรือเปลี่ยน



หรือมิฉะนั้นก็ต้องจัดให้มีช่องทางที่จะจัดการถอดเพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนได้

6 ที่แขวนและที่รองรับท่อ (STEEL HANGERS AND SUPPORTS)

- (1) การแขวนโยงท่อและยึดท่อที่เดินภายในอาคาร และไม่ได้ฝัง ต้องแขวนโยง หรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามแนวนราบให้ใช้เหล็กยึดท่อตามขนาดของท่อรัดไว้ และที่แขวนที่รับ หรือที่ยึดท่อซึ่งทำขึ้นนี้ต้องเป็นชนิดที่ทำขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ เพื่อการแขวนการรับการยึดท่อเท่านั้น ห้ามมิให้นำวัสดุมาดัดแปลงต่อกันเข้าเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นอันขาด ที่แขวนยึดถ้าใช้ที่รองรับฝังไว้กับคอนกรีตต้องผูกติดกับเหล็กเสริมคอนกรีตอย่างมั่นคง หรืออาจใช้ Expansion Bolt แทนก็ได้ หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวนราบขนานกับเป็นแพจะใช้เสาแทรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กยึดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากันมาใช้แทน ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ลวดเชือก หรือสิ่งอื่นใดที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง อุปกรณ์การยึดและแขวนท่อภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสี ภายนอกอาคาร หรือฝังดินทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized หรือ Stainless Steel แล้วทาสีตามรหัส และสัญลักษณ์สีในหมวด "การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี"

- (2) ถ้าการแขวนท่อเป็นแบบเสาแทรกจะต้องใช้ Expansion Bolt 2 จุดตามขนาดของท่อและขนาดของ Expansion Bolt ดังนี้

ขนาดท่อขนาด		Expansion Bolt	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
Ø 65 และเล็กกว่า	Ø 2 1/2" และเล็กกว่า	6	1/4
Ø 80 – 150	Ø 3" – 6"	9	3/8
Ø 200 – 300	Ø 8" – 12"	12	1/2

- (3) ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing อธิบายถึงลักษณะขนาดและความหนาของเหล็กที่ใช้ตามขนาด ต่างๆ กัน เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ก่อนดำเนินการทำที่แขวนและที่รองรับท่อ
- (4) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ และแรงงานในการติดตั้งที่แขวนท่อหรือที่รองรับท่อ
- (5) ที่แขวน และที่รองรับท่อจะต้องรับน้ำหนักได้อย่างเพียงพอ ภายใต้ตำแหน่งที่ถูกต้อง และสามารถใช้งานได้ดีใน สภาพการใช้งานปกติ
- (6) ที่แขวนท่อ และที่รองรับท่อจะต้องสามารถปรับให้สูง-ต่ำได้ตามความต้องการที่เหมาะสม



- (7) ในตำแหน่งที่มีการติดตั้ง Expansion Joints หรือ Expansion Loops จะต้องมียูปรณียึดท่อไว้ให้แน่นหนา แข็งแรงในตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อการขยายตัวหรือหดตัวของท่อน้ำ โดยไม่เกิดอันตรายกับท่อน้ำ และอุปกรณ์
- (8) ที่แขวนท่อที่รองรับท่อ และที่ยึดท่อจะต้องได้รับการทาสีกันสนิมและสีจริงโดยให้เป็นไปตามหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี”
- (9) ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ใกล้ Cooling Towers หรือบริเวณ Cooling Tower จะต้องเป็น Hot Dip Galvanized Steel นี้อต, สกรูแหวน และเหล็กยึดท่อจะต้องทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel บริเวณใดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของที่แขวนท่อ หรือที่รองรับท่อ ถูกเจาะรูถูกตัดขาด หรือถูกกระแทกจน Galvanized ฉีกขาดหรือหลุดออก บริเวณนั้นหรือส่วนนั้นๆจะต้องทำด้วย Zinc- Rich Paint 2 ชั้น
- (10) ที่แขวนท่อ และที่รองรับท่อที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่อยู่เหนือระดับพื้นดิน หรือติดตั้งอยู่บนสะพานเดินท่อจะต้องเป็น Hot Dip Galvanized Steel นี้อต, สกรูแหวน และเหล็กยึดท่อจะต้องทำด้วย Cadmium Plated Steel
- (11) ที่แขวนท่อ, ที่รองรับท่อ, นี้อต, สกรู, แหวน และที่รัดท่อ ซึ่งติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินทั้งหมดนี้จะต้องทำด้วย Stainless Steel
- (12) ที่รองรับท่อที่เป็นเหล็กฉาก, เหล็กรางน้ำ หรืออุปกรณ์รองรับท่อต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ในรางคอนกรีต (Concrete Trench) จะต้องเป็น Hot-Dip Galvanized Steel นี้อต, สกรูแหวน และเหล็กยึดท่อจะต้องทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel
- (13) ที่แขวนท่อ และที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารแต่ติดตั้งอยู่บริเวณที่มีความชื้นและการกัดกร่อนเช่น ห้องแบตเตอรี่, ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ, ห้องเครื่องทำความเย็น, ห้องล้างจาน, ห้องครัว, และห้องซักรีด เป็นต้น ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะต้องทาสี Epoxy Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้น ด้วย Epoxy Black Finishing Paint ที่แขวนท่อ และที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ภายในอาคารทั่วไป จะต้องทาสี Red Lead Primer 2 ชั้น และทาสีทับภายนอกอีก 1 ชั้นด้วย Alkyd Grey Finishing Paint นี้อต สกรู แหวน และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จะต้องทำด้วย Cadmium Plated Steel
- (14) ที่แขวนท่อ และที่รองรับท่อซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องจักรต่างๆ จะต้องติดตั้ง Spring Vibration Isolator ประกอบเข้าไปอีกด้วยเพื่อป้องกันเสียง และการสั่นสะเทือนที่จะไปรบกวนกับห้อง หรืออาคารข้างเคียง



- (15) Anchor รองรับท่อในแนวดิ่งให้เป็นไปตามแบบรายละเอียดเพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support
- (16) Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่นหนา
- (17) ท่อในแนวดิ่งจะต้องเพิ่มการยึดตรึงฐานของท่อบริเวณหักเลี้ยวทุกท่อด้วย
- (18) ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ฝังดินต้องวางอยู่บนที่อัดแน่นตลอดแนวความยาวของท่อ และเมื่อกลับดินแล้วต้องอัดดินให้แน่นโดยการบดอัดดินเป็นชั้นๆ ตามที่ระบุในแบบ
- (19) ระหว่าง Expansion Joints หรือ Expansion Loops ต้องมี Anchor ติดตั้งไว้ตำแหน่งของ Expansion Joints หรือ Loops จะได้กำหนดในภายหลัง
- (20) ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่นๆ เช่น ลวดเชือก Rigid Fiberglass โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาไว้รองรับท่อ
- (21) ผู้ติดตั้งต้องรับผิดชอบในการจัดหาวาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้าง อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รับท่อต่างๆ
- (22) ที่แขวนท่อและที่รองรับท่อจะมีขนาดและรายละเอียดดังที่ระบุไว้ในแบบ แต่ผู้ทำการติดตั้งจะต้องรับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็ก เพื่อให้เหมาะสมกับน้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น
- (23) ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวดิ่ง และท่อแนวนอนหรือแนวนอนระดับ ให้ยึดแขวนตามระยะและขนาดเหล็กที่ระบุในตารางต่อไปนี้

ตารางสำหรับการรัดแขวนท่อแสดงระยะห่างระหว่างจุดรัดแขวน (เมตร)

ขนาดท่อ	ขนาดเหล็กเส้น	ท่อเหล็ก	ท่อพีวีซี
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร
15	1/2	9	9
20	3/4	9	9
25	1	9	9
32	1 1/4	9	9
40	1 1/2	9	9
50	2	9	9
65	2 1/2	12	12
80	3	12	12
100	4	15	15



ตารางสำหรับการรดแขวนท่อแสดงระยะห่างระหว่างจุดรดแขวน (เมตร)

ขนาดท่อ มิลลิเมตร	ขนาดท่อ นิ้ว	ขนาดเหล็กเส้น มิลลิเมตร	ท่อเหล็ก		ท่อพีวีซี	
			แนวราบ	แนวตั้ง	แนวราบ	แนวตั้ง
125	5	15	4.8	4.5	2.4	3.0
150	6	22	4.8	4.5	2.4	3.0
200	8	22	6.0	4.8	3.0	3.6
250	10	22	6.0	4.8		
300	12	22	6.0	4.8		
350	14	25	6.0	5.4		
400	16	25	6.0	5.4		
450	18	28	6.0	5.4		
500	20	32	6.0	6.0		
600	24	32	6.0	6.0		
750	30	32	6.0	6.0		

7 การติดตั้ง (INSTALLATION PRACTICE)

- (1) ท่อในแนวตรงต้องต่อท่อให้มีข้อต่อน้อยที่สุดห้ามใช้เศษท่อต่อกัน
- (2) ข้องอ (Elbow) ต้องเป็นแบบรัศมีกว้าง (Long Radius Elbow)
- (3) การเปลี่ยนแนวทางเดินท่อเปลี่ยนขนาดต้องใช้ข้อต่อขนาดมาตรฐานเสมอท่อแยก (Branch) ที่ต่อออกจากท่อ เเมน (Main) ให้ใช้ Tee มาตรฐานนอกจากท่อแบบเชื่อมขนาด 200 มม. (8 นิ้ว) และใหญ่กว่าหากท่อแยกมีขนาด ไม่เกินครึ่งหนึ่งของท่อเมนยอมให้ใช้ Weld-O-Let ได้
- (4) ในกรณีที่ใช้ข้อลดสำหรับท่อในแนวนอน (Horizontal) และในช่องเดินท่อ (Pipe Shaft) ให้ใช้ ข้อลดเบี้ยว (Eccentric Reducer) ในท่อระดับให้ติดตั้งให้ด้านหลังท่ออยู่ในระดับเดียวกัน ด้านลดขนาดอยู่ด้านล่าง ทั้งท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับ เพื่อไม่ให้อากาศค้างอยู่ภายใน และใน ท่อตั้งให้หลังเรียบเพื่อยึดกับ Support
- (5) ติดตั้ง Automatic Air Vent พร้อม Gate Valve และต่อท่อจาก Air Vent ไปยังจุดทิ้งน้ำที่ ไกลที่สุด สำหรับบริเวณต่อไปนี้คือ
 - ก) Main Header ในห้องเครื่องทำน้ำเย็น ข)
 - อื่นๆตามที่ระบุในแบบ
- (6) ข้อลดของท่อแบบเกลียวห้ามใช้แบบลดเหลี่ยม (Bushing)



- (7) จุดยึดท่อ (Clamp) ในแนวตั้ง (Vertical Riser) และข้อต่อไม่ควรอยู่สูงกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) จากพื้นของแต่ละชั้น
- (8) จุดต่ำสุดของท่อแนวตั้ง (Riser) ทุกท่อต้องติดตั้ง Drain Valve ไว้ถ่ายน้ำทิ้งและจากวาล์วต่อท่อสั้นๆ ขนาดเท่า วาล์วพร้อมมี Cap ปิดปลายขนาดของวาล์วถ่ายน้ำทิ้งให้เป็นดังนี้

ขนาดท่อแนวตั้ง		ขนาดวาล์วถ่ายน้ำทิ้ง	
มิลลิเมตร	นิ้ว	มิลลิเมตร	นิ้ว
ø 100 และเล็กกว่า	ø 4" และเล็กกว่า	20	3/4
ø 150 – 200	ø 6" – 8"	25	1
ø 250 - 300	ø 10" – 12"	40	1 1/2
ø 350 - 400	ø 14" – 16"	50	2
ø 450 และใหญ่กว่า	ø 18" และใหญ่กว่า	65	2 1/2

- (9) ท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องมี Trap และลาดเอียงไปทางปลายทางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรต่อ ความยาว 3 เมตร (1 นิ้วต่อความยาว 10 ฟุต) หรือ Slope ประมาณ 1 ต่อ 100 หาก Slope น้อยกว่า 1 ต่อ 100 ให้เลือกขนาดท่อใหญ่ขึ้นลัดไป
- (10) ช่องว่างระหว่างท่อน้ำและอุปกรณ์จะต้องเผื่อที่ไว้ให้เพียงพอสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษา ช่องว่างเหนือท่อน้ำและ ช่องเปิดบริการจะต้องมีที่ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และที่ซึ่งติดตั้งวาล์วควรหลีกเลี่ยงไม่ให้กั้นวาล์วกีดขวางทางขึ้นช่องเปิดบริการ (Access Ways) การติดตั้งท่อน้ำและเครื่องสูบน้ำจะต้องติดตั้งและจัดให้มีระยะ พอเพียงพอสำหรับเข้าไปเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำออกมาซ่อมแซมแก้ไขได้เพื่อให้งานของระบบต่างๆ มีประสิทธิภาพที่ดี ควรเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ และข้อต่อท่อน้ำติดตั้งไว้ด้วย

8 การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (LOCATION OF DEVICE)

การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อบรรดาสวนประกอบต่างๆ ของระบบท่อเช่น วาล์ว มาตรฐานน้ำ เกจวัด ความดัน เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้ โดยง่าย

9 การขยายตัวและการหดตัว

- (1) การต่อท่อน้ำเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนหากในกรณีที่ไม่ได้ระบุให้มีข้อต่ออ่อน (Flexible Connection) ต่อประกอบอยู่จะต้องจัดระนาบการเดินท่อน้ำการทำ Offset ให้



เหมาะสมกับขนาดท่อและความยาวของท่อ ทางตรงเพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนและแรงเครียด (Stress) ที่ถ่ายทอดไปยังระบบท่อน้ำ

- (2) การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือการขยายตัวของท่อ เนื่องจากการ
- (3) เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแล้ว ไม่ทำให้เกิดการเสียหายขึ้นแก่ตัวท่อนั้นเองหรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัว และหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ๆจำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้ จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม

10 การหดตัวของท่อน้ำ (DIFFERENTIAL SETTLEMENT)

การติดตั้งระบบท่อน้ำจะต้องติดตั้งในลักษณะที่เมื่อภายหลังเกิดการหดตัวของเหล็กยึดท่อน้ำหรือการหดตัวโดยติดตั้งอุปกรณ์พิเศษเช่น Flexible Connections หรือการเดินท่อ Offsets หรือการทำ Loops ในจุดที่คาดว่าจะจุดนั้นจะมี การหดตัวในอนาคต

11 ปลอกท่อลอด (SLEEVE AND BLOCK OUT)

- (1) การวาง Sleeve การตัดเจาะ และการซ่อมแซมสิ่งกีดขวาง หากมีสิ่งก่อสร้างใดกีดขวางแนวของท่อแล้วผู้รับจ้าง ต้องแจ้งรายละเอียดให้แก่ผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการทราบ พร้อมกับเสนอวิธีการตัดเจาะสิ่งกีดขวางนั้นกับวิธีการ ซ่อมแซมกลับคืนด้วย และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อน ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนั้น โดยเฉพาะและต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง
- (2) ตรงตำแหน่งที่ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านพื้นหรือกำแพงหรือคอนกรีตให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้อง จัดหาและติดตั้ง Sleeve หรือ Block Out ต่างๆเท่าที่จำเป็น
- (3) ทุกครั้งที่ผู้รับจ้างทำการเจาะตัดปะเพื่อติดตั้งใดๆเกี่ยวกับงานของตน ต้องขอความเห็นชอบต่อวิศวกรควบคุมงาน ก่อนเสมอ
- (4) Sleeves ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ (รวมฉนวนหุ้มถ้ามี) ที่ ลอดผ่านภายในไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และผู้รับจ้างต้องใช้ใยแก้วหรือใยหินอัดช่องว่างระหว่างท่อกับ Sleeves ให้แน่นทุกแห่ง ถ้าเป็นผนังกันไฟต้องอุดแน่นด้วยวัสดุทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง



- (5) Sleeves ที่พื้นอาคารต้องฝังให้บล็อกสูงกว่าระดับพื้นที่ตกแต่งแล้ว 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) เมื่อเดินท่อเสร็จ เรียบร้อยแล้ว ให้อัดช่องระหว่างท่อกับบล็อกท้อลด้วยวัสดุประเภทซิลิโคนให้แน่นและเรียบร้อย จนแน่ใจว่าน้ำรั่วซึมผ่านไม่ได้
- (6) Sleeves, Block Out, Cutting And Patching ท่อที่ เดินผ่านฐานรากหรือผนังฝากันและเพดานนอก อาคารต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด
- (7) Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายนอกต้องป้องกันมิให้น้ำซึมผ่านได้ และทำด้วยเหล็กดำ (Standard Weight Black Steel Pipes) พร้อมทั้งมี Water Stop Ring กว้าง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
- (8) Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐภายในใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
- (9) 11.9 Sleeves ที่ผ่านกำแพงอิฐหรือคอนกรีตที่ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบกันซึมให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี
- (10) 11.10 Sleeves ที่ผ่านกำแพงภายในที่ทำด้วยวัสดุอื่นนอกเหนือไปจากกำแพงอิฐทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี

12 การสกัดเจาะและการซ่อมแซม (CUTTING AND REPAIRING)

การติดตั้งท่อน้ำต้องกระทำด้วยความระมัดระวังควรเจาะวาง Sleeve ก่อนเสมอเพื่อหลีกเลี่ยงการสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคารการสกัดเจาะส่วนที่เป็นโครงสร้างของอาคารจะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานโดยเฉพาะเสียก่อน ความเสียหายต่างๆที่เกิดขึ้นจากการสกัดเจาะนี้ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมให้ถูกวิธีและเรียบร้อยด้วยช่างที่มีฝีมือดีเพื่อการนี้โดยเฉพาะ

13 แผ่นปิดพื้นผนังและเพดาน (ESCUTCHEON)

- (1) ทุกๆจุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนังฝากันเพดานและพื้นอาคารซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดการปิดช่องโหว่ ทั้งทางเข้า-ออกของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิดช่องรอบๆท่อได้อย่างมิดชิดแผ่นเหล็ก ชุบโครเมียมที่ใช้ปิดที่เพดานและผนังต้องยึดด้วยสลักเกลียวแบบเซตสกรูห้ามใช้คิลิปสปริง
- (2) ท่อขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตรความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 10 มิลลิเมตร
- (3) ท่อขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และใหญ่กว่าความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตรความกว้าง โดยรอบท่อ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ปีกโดยรอบกว้าง 10 มิลลิเมตร



- (4) แผ่นปิด (Escutcheon) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องแลดูสวยงามเรียบร้อยปราศจากรอย
บุบและรอยขีดข่วน

14 การเก็บรักษาท่อ (STORAGE AND CLEANING)

- (1) ท่อน้ำควรเก็บไว้บนชั้นเหล็กที่เหมาะสมภายในโกดังที่มีหลังคาคลุมและฝาปิด ไม่ควรวางกอง
กับพื้น เพื่อป้องกัน การเกิดสนิมและเศษวัสดุอยู่ภายในท่อ สำหรับท่อเหล็กดำ (Carbon
Steel Pipe) ควรทาสีป้องกันสนิมด้วย Red Lead Primer
- (2) ก่อนการติดตั้งท่อ จะต้องทาสีภายในท่อเอาเศษผงออกให้หมด และเช็ดดูภายนอกท่อให้
สะอาด
- (3) ระหว่างการติดตั้งท่อผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ ตกหล่นเข้าไปใน
ท่อ และผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น
- (4) หลังจากการติดตั้งแล้วถ้าเห็นว่ายังมีเกลียวเหลือโผล่ออกมาจากข้อต่อต่างๆ จะต้องทาสีที่
เกลียวนั้นด้วย Zinc- Chromate Paint และถ้าหากการต่อท่อด้วยการเชื่อมไฟฟ้า จะต้อง
เคาะตะกั่วออกใช้แปรงลวดขัดรอยเชื่อม และทาสีรอยเชื่อมนั้นด้วย Zinc-Chromate Paint
ก่อนการเดินเครื่องหรือเดินระบบเกี่ยวกับท่อน้ำภายใน ท่อน้ำทั้งระบบจะต้องทำการล้างด้วย
น้ำให้ใสสะอาด
- (5) ปลายท่อทุกปลายควรใช้ปลั๊กอุดหรือฝาครอบเกลียวครอบไว้ หากต้องละจากงานต่อท่อใน
ส่วนนั้นไปชั่วคราว
- (6) วาล์วน้ำข้อต่อและส่วนประกอบอื่นสำหรับการติดตั้งท่อ ให้ตรวจดู ภายในและทำ
ความสะอาดภายในให้ทั่วถึง ก่อนนำมาประกอบติดตั้ง
- (7) อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้หุ้มหรือคลุมกันไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแตกหักบุบสลาย
- (8) เมื่อได้กระทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว ต้องตรวจดูความเรียบร้อยและทำความสะอาด
อุปกรณ์ให้ทั่วถึง เพื่อส่งมอบงานให้แก่เจ้าของโครงการในสภาพที่ปราศจากตำหนิและ
ข้อบกพร่อง และใช้การได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นอย่างดี



หมวดที่ 21 ถังน้ำขยายตัว

1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งถังน้ำขยายตัวเข้ากับระบบท่อน้ำของระบบปรับอากาศ เพื่อให้ น้ำที่มีปริมาตรเปลี่ยนแปลงอันสืบ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีที่ในการขยายตัว ถังน้ำขยายตัวจะเป็นถังชนิดเปิดหรือปิดตามที่แสดงในแบบ ผู้รับจ้างรับผิดชอบในการต่อท่อน้ำเติม (Make-Up Water Pipe) จากจุดที่ระบบประปาได้จัดเตรียมไว้มาเข้าเติมที่ถังน้ำ ขยายตัวพร้อมตรวจสอบว่า น้ำประปาสามารถเติมเข้าถังได้ กรณีความดันของน้ำเติมไม่เพียงพอที่จะเติมเข้าถังผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความดันเพื่อให้ น้ำเติมเข้าถังจนได้

2 ถังน้ำขยายตัวชนิดปิด (CLOSE TYPE)

- (1) ถังน้ำขยายตัวชนิดปิดเป็นถังที่ทำงานภายใต้แรงดันภายในถังแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของน้ำที่ต่อเข้ากับระบบท่อน้ำ และส่วนของอากาศที่เป็นอากาศอัดความดัน ถังต้องมีปริมาตรของการขยายตัว (Expansion Volume) ไม่ น้อยกว่าข้อกำหนดในแบบ (ไม่ใช่ปริมาตรของถัง)
- (2) ตัวถังทำจากเหล็กเหนียว (Mild Steel) สร้างและทดสอบตามมาตรฐาน ASME หรือมาตรฐานที่เทียบเท่า สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดัน ณ จุดใช้งาน ผิวด้านนอกของถังต้องทาสีตามข้อกำหนด เรื่องการทาสีและหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น ฉนวนมีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) และปิดทับฉนวนด้วยแผ่น SS 316 Jacket ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร ถังน้ำขยายตัวชนิด ปิดต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยต่อไป่นี้เพื่อให้ถังสามารถใช้งานได้
 - ก) Diaphragm Separated Air And Water Inside The Tank
 - ข) Pressure Relief Valve
 - ค) 2 Way Motorized On-Off Valve
 - ง) Strainer
 - จ) Isolating Valve ฉ)
 - Pressure Gauge ช)
 - Check Valve
 - ซ) By Pass Valve
 - ณ) Limit Pressure Control
 - ญ) Air Purge Unit



3

ถังน้ำขยายตัวชนิดเปิด (OPEN TYPE)

ถังน้ำขยายตัวชนิดเปิดมีปริมาตรของการขยายตัว (EXPANSION VOLUME) ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในแบบ (ไม่ใช่ปริมาตร ของถัง) ตัวถังทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า 1.25 มิลลิเมตร ด้านนอกของถังจะต้องทาสีตามข้อกำหนด เรื่องการทาสี และหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น ฉนวนมีความหนาไม่น้อยกว่า 38 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) และปิดทับฉนวนด้วยแผ่น SS 316 JACKET ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร ถังจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยต่อไป่นี้เพื่อให้ถังสามารถใช้งานได้

- ก) 300 MM. X 300 MM. Top Access Panel
- ข) Float Valve
- ค) Sight Glass
- ง) Drain Line
- จ) Overflow Line ฉ)
- Make-Up Line ช)
- Quick Fill Line ซ)
- Vent Line
- ฅ) Expansion Line



หมวดที่ 22 วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ (PIPE AND FITTING MATERIAL)

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) วัสดุท่อน้ำข้อต่อท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งสำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดและจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้ในการติดตั้งได้
- (2) วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่างๆ ก่อนนำไปติดตั้ง จะต้องได้รับการทาสีป้องกันสนิม สีจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้งานได้

2 ท่อน้ำเย็นและข้อต่อ (CHILLED WATER PIPE AND FITTING)

- (1) ท่อ,น้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ Grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร ตาม มาตรฐาน AWWA C200
- (2) วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่น สาม ทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้ออ ข้อโค้งและข้อลด อนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าวข้างต้นนำมาตัดเป็น ชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบและการเชื่อมให้วิศวกรควบคุมงาน พิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อมและสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทาสีกันสนิมและสีรองพื้น วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting ตามรายละเอียดต่อไปนี้
 - ก) ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้
 - ข) ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน



(Flanged Connections) หรือการ ต่อด้วยกรูฟ (Grooved Connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS10 Table F, มาตรฐาน ANSI B16.5 (BS 1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze Or Brass To Iron Seat

- Mechanical Grooved Coupling ต้องทำการผลิตจาก ชิ้นส่วน 2 ชิ้น ตั้งแต่ขนาด ½” - 60” โดยวัสดุที่ใช้เป็น เหล็กหล่อเหนียว Ductile Iron ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A-395 grade 65-45-15 และ ASTM A-536 grade 65-45-12. ปะเก็น ทำจากวัสดุ Synthetic Rubber ซึ่งสามารถ ทดรับความดันที่ใช้งานได้ โดย ชนิดของปะเก็น ต้องเหมาะสมกับ ส่วนที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D-2000 พร้อมทั้งต้องได้รับการรับรองการใช้งานจากโรงงานตามอายุท่อเท่านั้น, ชิ้นส่วน ของ Bolts การชุบ สังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM B-633, ชิ้นส่วนของ Nuts ผลิตจาก Heat Treated Carbon Steel ตามมาตรฐาน ASTM A-183 โดยมี แรงดึงต่ำสุดที่ 110,000 psi
- Rigid Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Angle Pattern Bolt Pads โดยขนาด 2”-8” เป็น อุปกรณ์ Coupling ที่สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ Flat Bolt Pads สำหรับขนาดตั้งแต่ 14” ขึ้นไปโดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ Wedge Shaped เพื่อให้ ตัวเรือนหลังจากการติดตั้ง ซึ่ง สามารถ ให้ระบบมีความแข็งแรง และ แน่นหนา โดย ตัวรองรับ และ ตัวแขวน เป็นไปตาม มาตรฐาน ASME B31.1, B31.3, B31.9 และ NFPA 13
- Flexible Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Flat Bolt Pads โดยขนาด 2”-8” เป็น อุปกรณ์ Coupling ที่สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ ขนาด 14” ขึ้นไป โดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ Wedge Shaped มีการใช้งานในส่วนที่ต้องการรับ แรงสั่นสะเทือน ของระบบ. Flexible Coupling สามารถใช้งานแทน ข้อต่ออ่อน (Flexible Connectors Metal/Rubber) โดย Coupling ติดใกล้ส่วนที่ เกิดแรง สั่นสะเทือน
- ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure



- (1) ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ Grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำ ปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่ กว่าโดยทั่วไป กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็ก ดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe พ้นท่อมีความ หนา 9.5 มิลลิเมตร ตาม มาตรฐาน AWWA C200
- (2) วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อมหรือแบบต่อด้วยเกลียว วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (PIPE FITTING) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่น สามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้องอ ข้อโค้งและข้อลด อนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าวข้างต้น
- (3) นำมาตัดเป็นชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่างๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-On-Let ช่วยใน การประกอบสาม ทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัด ประกอบ และการเชื่อมให้ผู้ควบคุม งานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อมและสนิมต่างๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้ หมดก่อนทาสีกันสนิมและฉีกรองพื้น
- (4) ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อ แบบเกลียวได้ ท่อน้ำ และข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หรือการต่อด้วยกรูฟ (Grooved Connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding ตามมาตรฐาน BS10 Table F, มาตรฐาน ANSI B16.5 (BS 1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze Or Brass To Iron Seat
- (5) Mechanical Grooved Coupling ต้องทำการผลิตจาก ชิ้นส่วน 2 ชิ้น ตั้งแต่ขนาด % " - 60" โดยวัสดุที่ใช้ เป็น เหล็กหล่อเหนียว Ductile Iron ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A-395 grade 65-45-15 และ ASTM A-536 grade 65-45-12. ปะเก็น ทำจากวัสดุ Synthetic Rubber ซึ่งสามารถรับความดันที่ใช้งานได้ โดย ชนิดของปะเก็น ต้อง เหมาะสมกับ ส่วนที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D-2000 พร้อมทั้งต้องได้รับการรับรอง การ ใช้งานจากโรงงานตามอายุท่อเท่านั้น, ชิ้นส่วน ของ Bolts การชุบ สังกะสี ตามมาตรฐาน



ASTM B-633, ชิ้นส่วนของ Nuts ผลิตจาก Heat Treated Carbon Steel ตามมาตรฐาน ASTM A-183 โดยมี แรงดึง ต่ำสุดที่ 110,000 psi

- ก) Rigid Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Angle Pattern Bolt Pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ Coupling ที่สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัว เรือน และ Flat Bolt Pads สำหรับขนาดตั้งแต่ 14" ขึ้นไปโดยตัว เรือน และร่อง Grooved เป็น ลักษณะ Wedge Shaped เพื่อให้ตัวเรือนหลังจากการ ติดตั้ง ซึ่งสามารถให้ระบบมีความแข็งแรง และ แน่นหนา โดย ตัวรองรับ และ ตัวแขวน เป็นไปตาม มาตรฐาน ASME B31.1, B31.3, B31.9 และ NFPA 13
- ข) Flexible Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Flat Bolt Pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ Coupling ที่สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ ขนาด 14" ขึ้นไป โดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ Wedge Shaped มีการใช้งานในส่วนที่ต้องการรับ แรงสั่นสะเทือนของระบบ. Flexible Coupling สามารถใช้งานแทน ข้อต่ออ่อน (Flexible Connectors Metal rubber) โดย Coupling ติดใกล้ส่วนที่ เกิดแรงสั่นสะเทือน ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure ท่อน้ำ คอนเดนเซอร์และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อน ระบุให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ อาบสังกะสี (Hot Dip Galvanized Steel Pipe) ตามมาตรฐาน ASTM A83 Grade A Schedule 40 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อน ให้ ใช้เป็นท่อ High Density Polyethylene Pipe, (HDPE) Pe100 ไม่ต่ำกว่าชั้น PN 10 (ตามมาตรฐาน Din 8074, 8075) โดย ท่อ HDPE ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสี UV ได้จุดต่อระหว่างท่อ HDPE กับท่อเหล็กดำให้อยู่ ภายในอาคารไม่น้อยกว่า 2 เมตร จากผนังหรือตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน
- ค) ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ขนาดท่อ HDPE ที่ระบุในแบบกำหนดเป็นขนาด Inside Diameter ซึ่งผู้รับ จ้างต้องทำการเปรียบเทียบขนาดท่อสำหรับติดตั้งจริงเพื่อให้ได้ ขนาด Inside Diameter ตามที่ระบุในแบบ

(1) ท่อน้ำเติม

- ก) ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Piping) และท่อน้ำทั้งจากหอระบายความร้อน (Cooling Tower Drain) วัสดุที่ใช้ประกอบระบบท่อน้ำเติมและท่อน้ำทั้งจากจุดต่อ ของระบบประปาของอาคารจนถึง Expansion Tank หรือหอระบายความร้อนให้ใช้ ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) ตามมาตรฐาน มอก. 277-2532 Class



Medium หรือมาตรฐาน BS 1387 Medium Weight

- ข) วัสดุเชื่อมต่อสำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Fittings) ให้ใช้ข้อต่อที่ทำด้วย Galvanized Malleable Cast-Iron ตามมาตรฐาน ASTM A 120-73 หรือมาตรฐาน มอก. 249-2520
- (2) ท่อน้ำทิ้ง
- ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (Condensate Drain) กำหนดให้ใช้เป็นท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 วัสดุเชื่อมต่อสำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- (3) ท่อจ่ายสารเคมีและท่อในระบบเติม Ozone
- ท่อจ่ายสารเคมีหรือ ท่อในระบบเติม Ozone และข้อต่อต่างๆ กำหนดให้ใช้เป็นท่อ PB แข็งตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 910-2532



หมวดที่ 23 วาล์ว (VALVES)

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไป ตามแบบ วาล์วที่มีลักษณะเดียวกัน จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน และต้องเป็นแบบที่มีลักษณะ คุณสมบัติ เหมาะสมที่เข้ากับของเหลวในระบบ
- (2) วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการ โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของ แรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต
- (3) วาล์วทุกชนิด ยกเว้นวาล์วควบคุม (Control Valve) ต้องมีขนาดเท่ากับท่อที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่
- (4) โดยทั่วไปวาล์วที่ติดตั้งบนท่อในแนวนอน (Horizontal Pipe) ต้องให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้ง เว้นแต่จะมี สาเหตุจำเป็นหรืออุปสรรคในการติดตั้งหรือใช้งาน จึงอนุญาตให้ก้านวาล์วติดตั้งอยู่ในแนวเอียงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณา และอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน เป็นแต่ละกรณีไป
- (5) วาล์วที่ต้องเปิด-ปิด ขณะใช้งานบ่อย หากสามารถทำได้ต้องติดตั้งให้วาล์วอยู่สูงไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) จากพื้น
- (6) วาล์วที่ติดตั้งในที่สูงเหนือศีรษะไม่สามารถใช้มือหมุนพวงมาลัยได้จะต้องติดตั้งโซ่ที่พวงมาลัย (Chain Operated Hand Wheels) พร้อมห่วงกันโซ่หลุดทำจากวัสดุไม่เกิดสนิม ปลายโซ่ห้อยลงมาจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร (3 ฟุต) พร้อมที่คล้องโซ่ในตำแหน่งที่เหมาะสม วาล์วที่ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วยโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้น

2 GATE VALVE

Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screwed Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge Disc และ Screwed Ends



3 GLOBE VALVE

Globe Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำ ด้วย Bronze แบบ Screwed Bonnet, Screwed Ends โดย Disc เป็นแบบ Plug Type สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้

4 CHECK VALVE

ใช้สำหรับระบบทำความสะอาดท่อระบายความร้อนด้วยลูกบอลอัตโนมัติหรือ Automatic Ball Cleaning เท่านั้น

- (1) Check Valves เป็นแบบ Swing Type Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยแนวตั้งต้องติดตั้งในทิศทางที่น้ำไหลขึ้นเท่านั้น การทำงานของลิ้นวาล์วเป็นแบบ Two-Piece Hinges And Accessible Disc Cover
- (2) Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้ เกลียว (Threaded Ends)
- (3) Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron Swing Pattern And Bronze-Trimmed ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)
- (4) Silent-Check Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและในตำแหน่งที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังหรือการ กระแทกของน้ำ ลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type)
- (5) Silent-Check Valves ที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ต้องเป็นชนิด Single Disc ตัววาล์วทำด้วย Bronze ส่วน Disc, Seat ทำด้วย Teflon และ Spring ทำด้วย Stainless Steel ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
- (6) Silent-Check Valve ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต้องเป็นชนิด Single Disc ตัววาล์ว เป็นแบบ Globe Style, หรือ Dual Plate แบบ Wafer Style ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Semi steel ส่วน Disc, Seat และ Bushing ทำด้วย Bronze และ Spring ทำด้วย Stainless Steel ยึดข้อต่อ แบบหน้าแปลน (Flanged Connection)



5 MANUAL BALANCING VALVE

- (1) Balancing Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัว วาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screwed Ends หรือวัสดุอื่นเทียบเท่าซึ่งมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า Bronze และ Brass
- (2) Balancing Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Ductile Iron แบบ Flanged Ends
- (3) Balancing Valve ที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้ 2 แบบ Balancing Valve ชนิดที่มี Flow Measuring Ports สำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว และมีสเกลแสดงจำนวนรอบของ Hand wheel ที่ได้ตั้งไว้หรือ ใช้ Globe Valve ติดตั้งร่วมกับ Flow Measuring Ports สำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำ
- (4) ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในช่วงต่างๆ ตามที่ต้องการจำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า 1 ชุดใน กรณีที่ Balancing Valve ต้องใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำต่างกันออกไป ทั้งนี้อุปกรณ์ดังกล่าวต้อง แสดงผลออกมาเป็นอัตราไหลของน้ำได้เลย

6 BUTTERFLY VALVE

Butterfly Valve ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Ductile Iron ส่วนที่เป็น Disc ทำด้วย Stainless Steel หรือ Aluminium Bronze ตัววาล์วเป็นแบบ Lug Type หรือ Double Flanged Type Stem เป็นแบบ Through-Shaft Design (One Piece Shaft) หรือ Two Piece Shaft ที่ใช้งาน ณ ความดันไม่น้อยกว่าที่กำหนด Compound Rubber Seat Ring จะต้องมียึดหุ้มดี และทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท Molded-In “O” Ring จะต้องออกแบบมาใช้กับการประกอบ หน้าแปลน โดยไม่ต้องใช้ปะเก็น (Gaskets) และไม่มีการรั่วไหล Lever Operated Valve ใช้กับ Butterfly Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับ Butterfly Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป Position Indicator จะต้องประกอบติดมากับตัววาล์วเพื่อแสดงตำแหน่ง Disc ของวาล์ว

7 PRESSURE RELIEF VALVE

Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่รักษาความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่ในพิกัดที่ต้องการ และสามารถ ปล่อน้ำออกจากระบบได้โดยอัตโนมัติ ในเมื่อความดันของน้ำในระบบสูงเกิน



กว่าปกติที่ตั้งไว้ และยังคงรักษาระดับความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา Pressure Relief Valve เป็นแบบ Hydraulically Operated, Pilot Control, Diaphragm-Type, Globe Valve Pattern Pilot Control เป็นแบบ Direct-Acting, Adjustable, Spring Loaded, Diaphragm-Type ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Cast-Steel ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

8

PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (PICV)

วาล์วปรับอัตราการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (Pressure Independent Control Valve, PICV) สำหรับเครื่อง เป่าลมเย็น (Air Handling Unit, AHU , Fan Coil Unit, FCU)

(1) วาล์วควบคุมแบบเปิด/ปิดและปรับสมดุลน้ำร่วมกัน (On/Off Pressure Independent Balancing and Control Valve) สำหรับ เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit, FCU)

ก) วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำแบบความดันอิสระสามารถปรับตั้งค่าเพื่อปรับสมดุลน้ำได้, เป็นวาล์วที่สามารถวัด อัตราการไหลและควบคุมแบบเปิด/ปิด (ON / OFF) ติดตั้งตามที่ปรากฏบนแบบแปลนที่ออกแบบไว้ เพื่อให้ แน่ใจว่าจะได้สมดุลน้ำ และฟังก์ชันการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน อยู่ในวาล์วตัวเดียวกัน

- ชุดควบคุมความดันแตกต่างที่ติดตั้งอยู่ภายใน ทำหน้าที่ควบคุมผลต่างแรงดันที่ตกคร่อมตัววาล์ว (Differential Pressure) ให้คงที่ ในขณะที่ไหลเปลี่ยนแปลงไป โดยใช้หลักการของสปริงและ Membrane
- ชุดปรับสมดุลน้ำ (Balancing) เพื่อใช้ปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์ว (KV) ให้ได้ อัตราการไหลของน้ำเย็น ที่เหมาะสมและสมดุลกับระบบ เพื่อให้ น้ำเย็นสามารถ แจกจ่ายไปในระบบอย่างทั่วถึงและอัตราการไหลที่ ถูกต้องตามแบบที่กำหนดไว้
- ชุดหัวขับ สำหรับสั่งงานชุด valve ให้เปิด หรือ ปิด ตาม Room thermostat หรือ ระบบควบคุมส่วนกลาง (BAS)
- มีช่องเสียบวัดค่า (Measuring nipple) สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน (Differential Pressure) อัตราการไหล (Flow rate) และอุณหภูมิ (Temperature) จะต้องมาพร้อมกับตัว เรือนวาล์ว จากโรงงานผู้ผลิต และสามารถปิดช่องเสียบวัดค่าให้สนิทได้ การวัดค่าอัตราการ ไหลโดยตรงจากวาล์ว ต้องสามารถทำได้จากเครื่องมือวัดและปรับสมดุลแบบคอมพิวเตอร์ โดยมีความ คลาดเคลื่อนของค่าอัตราการไหล (Accuracy) ไม่เกิน + / - 10% ขณะที่วาล์ว เปิดเต็มที่

ข) ผู้แทนจำหน่าย จะต้องสามารถ ทำการคำนวณระบบไฮดรอนิกส์ (Hydronics) ทั้งหมด



รวมถึงแรงดันที่แตกต่างกัน ในระบบ การสูญเสียจากแรงเสียดทานในท่อ (pipe friction loss), ขนาดแรงดันปั๊มขั้นต่ำที่สุด (minimum head pump) และการปรับตั้งค่าวาล์วก่อนการติดตั้ง (pre-setting) เพื่อส่งให้บริษัทที่ปรึกษาโครงการตรวจสอบโดยนำ ค่ามาปรับการตั้งวาล์วก่อนการติดตั้ง และทำการติดป้าย (TAG) ที่วาล์วตามตำแหน่งก่อนการติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจว่า วาล์วทั้งหมด สามารถปรับสมดุลน้ำของระบบทั้งหมด อย่างถูกต้อง

- ค) วาล์ว (Material) และระดับความดัน (Pressure Ratings)
- วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ (Pressure Independent Balancing and Control Valve) จะต้องทำจากโลหะผสมทองแดงทนทานต่อการผุกร่อน สามารถทนความดันในตัวเรือวาล์วสูงสุด (Pressure class) อย่างน้อย 16 บาร์ (232 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 - วัสดุของหัววาล์ว (Valve plug), สปริงและก้านหมุน (spindle) ทำจากสแตนเลส
 - สามารถใช้กับน้ำที่อุณหภูมิไม่มากกว่า 0 - 80 องศาเซลเซียส
 - สามารถใช้กับของเหลวตัวกลางที่เป็นน้ำและที่เป็นน้ำผสมสารไกลคอลได้ (water – glycol mixtures)
 - การควบคุมแบบเปิดสุด / ปิดสุด (on / off) แกนปลั๊กวาล์วปรับสมดุลน้ำจะต้องมีการปรับเปลี่ยนใน ลักษณะแบบเชิงเส้น (Linear characteristic)
 - สามารถติดตั้งวาล์วได้ทุกทิศทาง เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง
- ง) วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ (Pressure Independent Balancing and Control Valve) จะต้องดำเนินการโดย actuator แบบไฟฟ้าที่มีลักษณะการควบคุมเชิงเส้น
- จ) เครื่องมือวัด และปรับสมดุลแบบคอมพิวเตอร์มีหนังสือรับรองการเทียบตั้งค่า (Calibration Certificate) โดยผู้จัดจำหน่ายจะต้องจัดส่งพนักงานเข้ามาทำการตรวจวัดอัตราการไหลของวาล์วทุกตัว และส่งผล Test commissioning เป็นรายงานเพื่อส่งมอบ หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ
- ฉ) หัวขับเคลื่อนจะต้องเป็นวัสดุที่ป้องกันการกัดกร่อนของสนิม เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน จะถูกติดตั้งกับวาล์ว ควบคุมแบบเปิดสุด/ปิดสุด และปรับสมดุลน้ำร่วมกัน
- ช) วาล์วจะถูกติดตั้งโดยอ้างอิงการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์ว (Ky) ตามอัตราการไหลตามแบบของโครงการโดยตัว วาล์วมีที่ปิดปรับรอบแสดงเป็นตัวเลข เพื่อปรับค่า Kv แบบมือหมุน และสามารถปรับค่าโดยมีความละเอียดในการปรับสูง
- ซ) คอนโทรลวาล์วจะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับหัวขับเคลื่อน ที่สำคัญจะต้องสามารถทนผลต่างแรงดันขณะปิดได้ไม่ น้อยกว่า 400 Kpa (Close Off Pressure)
- ณ) วาล์วทำงานโดยรับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟหรือระบบควบคุมที่มีกระแสไฟฟ้า



230 VAC หรือ 24 VAC และจะปิดกลับด้วย สปริง

ญ) เครื่องมือวัดค่าน้ำ ประมวลผลโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาดพกพา มีปุ่มกดเพื่อ
ป้อนค่า และแสดงผลแบบ LED displayสามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน
(Differential Pressure) อัตราการไหล (Flow rate) และ อุณหภูมิ (Temperature)
ได้โดยแยกระหว่างชุดแสดงผล (Display) กับ ชุดตรวจวัด (sensor)โดยส่งสัญญาณ
แบบไร้สาย เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

(2) วาล์วควบคุมแบบปรับหรีได้และปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ(Modulating
Pressure Independent Balancing and Control Valve) สำหรับ เครื่องส่งลมเย็นขนาด
ใหญ่ (Air Handling Unit, AHU)

ก) วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำแบบความดันอิสระ สามารถปรับตั้งค่าที่กำหนดเพื่อ
ปรับสมดุลน้ำได้, เป็นวาล์วที่ สามารถวัดอัตราการไหลและควบคุมแบบปรับหรีได้
(Modulating; Proportional) ติดตั้งตามที่ปรากฏบนแบบ แพลนที่ออกแบบไว้ เพื่อให้
แน่ใจว่าจะได้สมดุลน้ำ และฟังก์ชันการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเป็นไปตามที่
ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน อยู่ในวาล์วตัวเดียวกัน

- ชุดควบคุมความดันแตกต่างที่ติดตั้งอยู่ภายใน ทำหน้าที่ควบคุมผลต่างแรงดันที่
ตกคร่อมตัววาล์ว (Differential Pressure) ให้คงที่ ในขณะที่โหลดเปลี่ยนแปลงไป
โดยใช้หลักการของสปริงและ เมมเบรน (Membrane)
- ชุดปรับสมดุลน้ำ (Balancing) เพื่อใช้สร้างแรงเสียดทานในท่อ (Friction loss) ให้
เหมาะสมและ สมดุลกับระบบ เพื่อให้น้ำเย็นสามารถแจกจ่ายไปในระบบอย่าง
ทั่วถึง
- ชุดหัวขับ สำหรับสั่งงานชุด valve ให้เปิด หรือ ปิด ตาม Room thermostat หรือ
ระบบควบคุม ส่วนกลาง (BAS)

ข) ตัววาล์วมีลักษณะการควบคุมการไหลแบบEqual percentage characteristic
(EQM) ระหว่าง ระยะยกของวาล์ว (Valve lift) กับ อัตราการไหล (Flow) เพื่อความ
คุมอัตราการไหลของน้ำให้เหมาะสมกับเครื่องส่งลมเย็นในทุกสภาวะของโหลดที่
เปลี่ยนไป

ค) มีช่องเสียบวัดค่า (Measuring nipple) สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน
(Differential Pressure) อัตราการ ไหล (Flow rate) และอุณหภูมิ (Temperature)
จะต้องมาพร้อมกับตัวเรือนวาล์วจากโรงงานผู้ผลิต และสามารถ ปิดช่องเสียบวัดค่าให้
สนิทได้ การวัดค่าอัตราการไหลโดยตรงจากวาล์วต้องสามารถทำได้จากเครื่องมือวัด
และปรับ สมดุลแบบคอมพิวเตอร์ โดยมีความคลาดเคลื่อนของค่าอัตราการไหล
(Accuracy) ไม่เกิน + / - 10% ขณะที่วาล์ว เปิดเต็มที่

ง) ผู้แทนจำหน่าย จะต้องสามารถ ทำการคำนวณระบบไฮดรอนิกส์ (Hydronics) ทั้งหมด



รวมถึงแรงดันที่แตกต่างกัน ในระบบ การสูญเสียจากแรงเสียดทานในท่อ (pipe friction lost) ขนาดแรงดันปั๊มขั้นต่ำที่สุด (Minimum head pump) และการปรับตั้งค่าวาล์วก่อนการติดตั้ง (pre-setting) เพื่อส่งให้บริษัทที่ปรึกษาโครงการตรวจสอบโดยนำ ค่ามาปรับการตั้งวาล์วก่อนการติดตั้ง และทำการติดป้าย (TAG) ที่วาล์วตามตำแหน่งก่อนการติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจว่า วาล์วทั้งหมด สามารถปรับสมดุลน้ำของระบบทั้งหมด อย่างถูกต้อง

- จ) วาล์วมีช่วงการทำงานไม่น้อยกว่า ที่อุณหภูมิต่ำสุด -20 องศาเซลเซียส ถึง 120 องศาเซลเซียส
- ฉ) วัสดุ (Material) และระดับความดัน (Pressure Ratings)
- วาล์วเชื่อมต่อแบบเกลียวขนาดตั้งแต่ 32 ถึง 50 มม. ทำจากโลหะผสมทองแดงทนทานต่อการผุกร่อน หรือเทียบเท่า เพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และสามารถความดันในตัวเรือนวาล์วสูงสุด (Pressure class) อย่างน้อย 16 บาร์ (232 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว)
 - วัสดุของหัววาล์ว (Valve plug), สปริงและก้านหมุน (spindle) ทำจากสแตนเลส
 - วาล์วเชื่อมต่อแบบหน้าแปลนจาก 65 ถึง 150 มม. ต้องทำเป็นเหล็กหล่อเทียบเท่าทนระดับอุณหภูมิความดันอย่างน้อย PN16 โดยมีทางเลือกเป็น PN25 หากระบุในแบบ
 - การควบคุมแบบปรับห้ได้ (Modulating; Proportional) ลักษณะของแกนปลั๊กวาล์วปรับสมดุลน้ำ จะต้องมีการปรับเปลี่ยนในลักษณะเท่ากันแบบร้อยละ (Equal percentage characteristic) เพื่อให้ สามารถปรับอัตราการไหลของน้ำให้เหมาะสมกับ coil characteristic ของเครื่องส่งลมเย็น
 - สามารถใช้กับของเหลวตัวกลางที่เป็นน้ำและที่เป็นน้ำผสม สารไกลคอลได้ (water – glycol mixtures)
 - หัวขับ (Actuator) กันน้ำ
- ช) วาล์วควบคุมและปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ (Pressure Independent Balancing and Control Valve) จะต้องดำเนินการโดย actuator แบบไฟฟ้าที่มีลักษณะการควบคุมเชิงเส้น
- ซ) หนังสือรับรองจากประเทศผู้ผลิตและหนังสือรับรองคุณภาพจากโรงงาน จะต้องมีการตรวจสอบวาล์วควบคุม และปรับสมดุลน้ำร่วมกันแบบความดันอิสระ เมื่อถูกขนส่งไปถึงสถานที่ติดตั้ง
- ณ) เครื่องมือวัดและปรับสมดุลแบบคอมพิวเตอร์ มีหนังสือรับรองการเทียบตั้งค่า (Calibration Certificate) โดยผู้จัดจำหน่ายจะต้องจัดส่งพนักงานเข้ามาทำการตรวจวัดอัตราการไหลของวาล์วทุกตัวและส่งผล Test commissioning เป็นรายงาน



เพื่อส่งมอบ หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ

- ญ) หัวขั้วมอเตอร์จะต้องเป็นวัสดุที่ป้องกันการกัดกร่อนของสนิม เพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนาน จะถูกติดตั้งกับวาล์ว ควบคุมแบบเปิดสุด/ปิดสุด และปรับสมดุลน้ำร่วมกัน
- ณ) วาล์วจะถูกติดตั้งโดยอ้างอิงการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์ว (Kv) ตามอัตราการไหลตามแบบของโครงการโดยตัว วาล์วมีที่ปิดปรับรอบแสดงเป็นตัวเลข เพื่อปรับค่า Kv แบบมือหมุน
- น) เครื่องปรับสมดุลคอมพิวเตอร์ มีหนังสือรับรองการเทียบตั้งค่า (Calibration Certificate) จะถูกส่งมอบโดยผู้รับเหมาหลังจากเสร็จสิ้นโครงการ การฝึกอบรมการใช้งานและการทำงานของเครื่องปรับสมดุล คอมพิวเตอร์ (โดยผู้ผลิต) จะต้องดำเนินการให้กับทีมงานรักษา
- ง) คอนโทรลวาล์วจะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับหัวขั้วมอเตอร์ ที่สำคัญจะต้องสามารถปิดได้ที่แรงดัน 400 Kpa (Max Differential Pressure) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบหัวขั้วมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานที่ 24VAC และควบคุมสัญญาณ ด้วยการรับสัญญาณควบคุม 0-10 VDC หรือ 2-10 VDC หรือ 0-20 mA หรือ 4-20 mA
- ท) Actuator จะต้องมีการ Output Feedback มีสัญญาณกลับมาเพื่อเช็คสถานะของการทำงานและตำแหน่งการเปิดของ วาล์วได้ โดยมีสัญญาณ 0-10 VDC Output
- ณ) เครื่องมือวัดค่าน้ำ ประมวลผลโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาดพกพา มีปุ่มกดเพื่อป้อนค่า และแสดงผลแบบ LED display สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน (Differential Pressure) อัตราการไหล (Flow rate) และ อุณหภูมิ (Temperature)



หมวดที่ 24 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศ (PIPING ACCESSORIES)

1 ความต้องการโดยทั่วไป

- (1) ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ "ถูกต้อง" ทางด้านเทคนิคและ ข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ โดยอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- (2) อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจะต้องจัดหา และติดตั้งให้ด้วยและจะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่เข้ากับของเหลวในระบบทั้งนี้ต้องมี ขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่ในระบบหรือตามที่ กำหนดไว้ในแบบและรายการ
- (3) อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบหรือตามที่ กำหนดไว้ในแบบและรายการ
- (4) อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก
- (5) อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดัง และการสั่น สะเทือน

2 FLEXIBLE PIPE CONNECTION

- (1) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งข้อต่ออ่อนเพื่อป้องกันการส่งผ่านความสั่นสะเทือนจากอุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนไปยังระบบ ท่อน้ำหรือโครงสร้างที่อุปกรณ์หรือระบบท่อยึดติดอยู่ "ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดตัวของข้อต่ออ่อน ส่วน ข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่นๆ สำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่เกิดทรุดตัวไม่เท่ากัน (Differential Settlement) "ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม
- (2) ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)
- (3) ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)



3 EXPANSION JOINTS (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว)

Expansion Joints เป็นชนิด Packless Construction Externally Pressurized Guide Expansion Connector ถ้าเป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุใน แบบ ใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยืดตัวและหดตัวของท่อน้ำ และในระบบท่อน้ำซึ่งไม่สามารถติดตั้ง Expansion Loops หรือ Offsets ได้จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (Anchors And Pipe Guides) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ ถูกต้อง เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

4 STRAINERS (อุปกรณ์ดักผง)

Strainers ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและอื่นๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y- Pattern แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจาก ระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบาย ตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำและฝาปิด (Cap) ปลายท่อน้ำด้วย Strainers ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และ ใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flanged End ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุใน แบบ ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-

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

5 AUTOMATIC AIR VENT (อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ)

Automatic Air Vent เป็นแบบ Direct Acting Float Type ติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำ และในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อ หรือตามที่ระบุในแบบ ลูกกลอยและส่วนประกอบภายใน ทำด้วย Stainless Steel ตัวเรือนทำด้วย Cast-Iron ขนาดของท่อต่อเข้าเพื่อใช้งานขนาด 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตัวอุปกรณ์สามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working



Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ ต้องมี Shut Off Valve ประกอบอยู่ด้วยก่อนต่อ เข้า Automatic Air Vent ส่วนทางด้านอากาศออกจะ ต้องต่อท่อไปทิ้งไว้ ณ จุดหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain)

6 DRAIN VALVES (วาล์วระบายน้ำ)

Drain Valves เป็นแบบ Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำไว้ข้างล่างได้ง่าย และสะดวกในการ บำรุงรักษาและจะต้องมีขนาดเหมาะสม สำหรับเปิดไล่ผงและ ตะกอนออกจาก ระบบท่อน้ำหรือเมื่อมีความจำเป็นอื่นๆ จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและไม่เป็นอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง, ราง ระบายน้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ ควบคุมงาน ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้จะต้องจับยึดให้แน่นหนาไม่ให้เกิด การสั่นของท่อเมื่อ ปล่อน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว

7 PRESSURE GAUGES (อุปกรณ์วัดความดัน)

Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Type ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติมี Accuracy 1% ของสเกลบนหน้าปัทมรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วย อ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Kg/Cm²) ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว (PSIG) หรือบาร์ (Bar) หรือ กิโลปาสกาล(KPa) หรือมิลลิเมตรปรอท (mm Hg.) ความดันใช้งานต้องไม่เกินกว่า ความดันสูงสุดที่ ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศสำหรับวัดความดันของน้ำตามที่แสดง ไว้ใน แบบและรายการ Pressure Gauges แต่ละชุดจะต้องมี Shut Off Valve และ Pressure Snubber ประกอบรวม อยู่ด้วยถ้าที่ใช้กับของเหลวที่กัดกร่อน (Corrosive Liquid) จะต้องเป็นชนิด Chemical Type With Diaphragm Liquid Separator

8 THERMOMETERS (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ)

Thermometers เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Adjustable Angle ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminum มี ก้านวัด อุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (3 1/2 นิ้ว) และจะต้องเลือกช่วงสเกล (Scale Range) ให้เหมาะสมกับ อุณหภูมิของน้ำหรือ ของเหลวที่จะวัดอ่านค่ามีความแม่นยำ (Accuracy) + 1/2 องศา มีกรอบสเกลยาว 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) เทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งไว้สำหรับวัด อุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่ผ่านเข้า-ออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่ แสดงไว้ในแบบ มีอุปกรณ์สำหรับปรับให้หน้าปัทมของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องการได้ Thermometers จะต้อง เลือกใช้งานให้เหมาะสมกับน้ำหรือของเหลว และอุณหภูมิของเหลวนั้นๆ



จะต้องเป็นแบบ Dual Scale With °C and °F แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ติดตั้งที่ความสูง 1.50 เมตร วัดจากพื้นหรือในระดับสายตาเพื่อให้ง่ายต่อการอ่านค่า

- ก) สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่า ให้ขยายท่อโดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่างๆ ประกอบในการติดตั้ง
- ข) การใช้ Separable Well กับท่อที่หุ้มฉนวน ให้คำนึงถึงความหนาของฉนวนหุ้มท่อ และให้เลือกใช้แบบก้านยาว (Extended Well)

9 FLOW MEASURING EQUIPMENT (อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ)

Flow Measuring Equipment หรืออุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นแบบ Annubar Flow Measuring Station และมีกล่องเครื่องมือสำหรับวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำ (Portable Meter Set) พร้อมทั้ง Master Chart ซึ่งสามารถอ่านค่าที่ออกมาได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ แกลลอนต่อนาที ภายหลังการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องมอบเครื่องวัด 2 ชุดให้เป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง เครื่องมือวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Eagle Eye Flow Meter หรือเทียบเท่าทุกตำแหน่งที่ติดตั้ง อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องติดตั้งวาล์วสำหรับปิด-เปิด พร้อม Quick Connect Coupling Connection ติดตั้งอยู่ด้วย Annubar Elements ทำด้วย Stainless Steel สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 204°C (400°F) อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Annubar By Ellison Instrument Division Dieterich Standard Corp หรือเทียบเท่าทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องมีป้ายทองเหลืองแขวนด้วย โซ่แขวนอยู่ และป้ายนี้จะต้องแสดง Station Number, Meter Setting และค่าที่อ่านได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (M3/HR) หรือ แกลลอนต่อนาที (GPM) หรือลิตรต่อวินาที (L/sec) ข้อต่อที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งควบคู่กับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องส่งมาพร้อมกับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน

10 WATER METER (มาตรวัดน้ำ)

Water Meter เป็นมาตรวัดน้ำแบบใบพัด (Turbine Type) Multi Jet Magnetic Drive ตามมาตรฐานของการ ประปาท้องถิ่นและผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงโดยมีหนังสือรับรองจากการ ประปาท้องถิ่น เป็นแบบที่สามารถติดตั้งใน แนวนอนหรือแนวตั้งได้ตามที่ระบุในแบบ มีช่วงอุณหภูมิ ใช้งานเหมาะสมกับของไหลในระบบท่อที่ติดตั้งอยู่ มาตรวัดน้ำที่ติดตั้งในระบบท่อน้ำเย็นให้ทำเป็น กล่องใส่มาตรวัดน้ำ (Meter Box) พร้อมฝาเปิด-ปิดเพื่อดูหน้าปัทม์ ฝาต้องมีโซ่คล้องติดไว้กับกล่อง



กล่อง และฝาทำด้วยเหล็กปลอดสนิมภายในทุกด้านรวมทั้งฝาด้วยฉนวน Closed Cell ความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนหุ้มท่อช่วงที่มีเตอร์ติดตั้งอยู่เพื่อป้องกัน Condensation กรณีที่ต้องการให้อ่านค่า หรือแสดงผลที่ระยะไกล หรือแสดงผลที่ระบบ BAS ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้มาตรวัดน้ำรุ่นมาตรฐานที่สามารถส่งสัญญาณ 4-20 mA ไปยังอุปกรณ์อ่านค่าปลายทางหรือระบบ BAS ได้

11 BOLTS, NUTS, AND WASHERS (สกรู น็อต และแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆ ที่มีการต่อกันท่อแบบหน้าแปลนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ ร่วมอยู่ด้วย กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Cadmium-Plated Steel ระหว่างหน้าแปลนทั้งสอง ประกอบอยู่จะต้องมีประเก็นยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย



หมวดที่ 25 อุปกรณ์ปรับคุณภาพน้ำ

1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเย็นและน้ำระบายความร้อน เป็นประจำทุกเดือน เป็นเวลา 1 ปี โดยต้อง ทำรายงานสภาพน้ำแจ้งทางผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

2 เครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่อง (Automatic Tube Cleaning)

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งเครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่อง โดยมีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องทำน้ำเย็นตามข้อแนะนำของผู้ผลิต เครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่องจะต้องต่อเข้ากับระบบท่อน้ำคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น และใช้ลูกบอล (Ball) เป็นตัววิ่งผ่านท่อทองแดงภายในคอนเดนเซอร์ เพื่อทำความสะอาดและกำจัดตะกอน ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องหยุดเครื่องทำน้ำเย็นขณะทำงาน และทำงานด้วยระบบไฟฟ้า ควบคุมการเปิด/ปิดของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และอาศัยค่าความแตกต่างของความดันน้ำระหว่างน้ำเข้าและน้ำออกจากคอนเดนเซอร์
- (2) โครงสร้างของเครื่องกำจัดตะกอนจะประกอบด้วย
 - ก) เครื่องฉีดลูกบอล (Ball Injection Unit) ต่อเข้ากับท่อน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Supply) ทำหน้าที่ฉีดลูกบอลเข้าไปในระบบตามจำนวน/ระยะเวลาที่กำหนด
 - ข) เครื่องดักจับลูกบอล (Ball Trap and Collector Unit) ต่อเข้ากับท่อน้ำออกคอนเดนเซอร์ (Return) ทำหน้าที่ดักจับลูกบอลที่วิ่งผ่านออกมาจาก Tube ของคอนเดนเซอร์ทั้งหมด และส่งผ่านลูกบอลที่ดัก จับได้กลับไปยังเครื่องฉีดลูกบอลโดยการต่อท่อน้ำ (Bypass) กลับ
 - ค) ลูกบอลทำความสะอาด (Ball) จะต้องผลิตจากวัสดุชั้นดี มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับของเหลว/น้ำในระบบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของท่อ (Tube) คอนเดนเซอร์ 1 มิลลิเมตร (0.04 นิ้ว) ผิวของลูกบอลจะต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม เพื่อการกำจัดตะกอนในท่อ (Tube) เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตามข้อแนะนำของผู้ผลิต
 - ง) เครื่องควบคุม (Control Panel) จะต้องเป็นชนิด Microprocessor สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดลูกบอลในจำนวน/ระยะเวลาที่กำหนด และควบคุมการดักจับลูกบอลทั้งหมดที่ออกมาจากท่อ (Return) คอนเดนเซอร์ สามารถตั้งเวลาในการเปิด/



ปิดเครื่องอัตโนมัติ

- (3) เครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่อง จะต้องมีความรับอัตราการไหลของน้ำได้ตามข้อกำหนดของอัตราการไหลของ น้ำในเครื่องทำน้ำเย็น และเครื่องกำจัดตะกอนอย่างต่อเนื่องจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3 เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง (Sediment Centrifugal Separator)

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยงเข้ากับระบบท่อน้ำคอนเดนเซอร์ตามที่ปรากฏในแบบ โครงสร้างของเครื่องแยกตะกอนจะทำด้วย Carbon steel โดยมีท่อน้ำเข้า, ท่อน้ำออก และท่อ Blow Down ท่อน้ำเข้าเชื่อมต่อกับ Inlet Chamber ในลักษณะสัมผัสกับเส้นรอบวงของ Inlet Chamber เพื่อให้ น้ำ ไหลวน ตะกอน ที่หนักจะตกลงสู่ Lower Chamber ซึ่งจะ Blow ออกโดยการตั้ง 7 Days Timer ให้ Blow ออก สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละไม่เกิน 30 วินาที
- (2) เครื่องแยกตะกอนจะต้องมีความรับอัตราการไหลของน้ำได้ตามที่ระบุในแบบมีค่าความดันลดของน้ำอยู่ในช่วง 30-50 กิโลปาสกาล (10-15 ฟุตของน้ำ) และเครื่องแยกตะกอนจะต้องออกแบบมาให้ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อย กว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

4 AUTOMATIC BLEED-OFF CONTROL

- (1) ในระบบท่อน้ำระบายความร้อนให้มี Digital Conductivity Controller ที่มีช่วงสเกล 0-2,000 micro siemen (μ S) รัตค่า Conductivity ของน้ำและรักษาไม่ให้เกิน 1,000 micro siemen (μ S) โดยให้ Bleed น้ำบางส่วน ออกผ่าน 2-Way Motorized Valve ระบบการทำงานต้องเป็นแบบอัตโนมัติ
- (2) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชนิดของระบบ Bleed Off Control พร้อมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งมาให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ตลอดจนการเดินสายไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้สำหรับระบบ Bleed Off Control ที่เสนอมา
- (3) ชุดอุปกรณ์ Automatic Bleed-Off อาศัยการควบคุมการทำงานโดย Temperature Compensated Conductivity Cell ระบบไฟฟ้าควบคุมเป็นชนิด 24 โวลต์ และต้องมีมาตรวัดน้ำติดตั้งไว้ด้วยเพื่อวัดปริมาณน้ำทิ้ง



การปรับคุณภาพน้ำโดยสารเคมี

การปรับคุณภาพน้ำโดยสารเคมีสำหรับน้ำระบายความร้อน หมายถึงระบบป้องกันตะกอนและการผูกกร่อนรวมถึงการป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำ ส่วนการปรับคุณภาพน้ำโดยสารเคมีสำหรับน้ำเย็น หมายถึงระบบป้องกันตะกอนและการผูกกร่อนเท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- (1) ระบบป้องกันตะกอนและการผูกกร่อน (Scale and Corrosion Protection) โดยใช้สารเคมี ในระบบน้ำระบายความร้อน
 - ก) ติดตั้ง Chemical Tank, Metering Dosing Pump และ Mixer สำหรับเติมสารเคมีลงในระบบท่อน้ำระบายความร้อน
 - ข) เครื่องเติมสารเคมีนี้จะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ สามารถปรับปริมาณสารเคมีที่จ่ายได้ตามกำหนดในปริมาณที่เหมาะสม
 - ค) ขนาดของ Chemical Tank จะต้องใหญ่พอที่จะจุปริมาณสารเคมีให้ใช้ได้ถึง 15 วัน
- (2) ระบบป้องกันตะไคร่น้ำ (Biocide Protection)
 - ก) ติดตั้ง Bypass Diffusion Tank เพื่อเติมสารเคมีลงในระบบท่อน้ำระบายความร้อน
 - ข) ขนาดของ Tank จะต้องใหญ่พอที่จะจุปริมาณสารเคมีที่จะใช้เติมในหนึ่งครั้งของการเติมทุก ๆ ระยะเวลาที่แนะนำโดยผู้ผลิตสารเคมี
 - ค) การเติมสารเคมีแบบ Shock Feeding อาจจะต้องใช้ในบางกรณีตามที่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้แนะนำ
- (3) ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง Bypass Pot Feeder และสารเคมีสำหรับเติมในระบบท่อน้ำเย็น เพื่อ ควบคุมสภาพการกัด กร่อนของน้ำต่อผิวท่อ
- (4) อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ เช่น Chemical Tank ท่อที่ใช้สำหรับจ่ายสารเคมี วาล์วต่างๆ ต้องเหมาะสม และไม่ถูกกัดกร่อนโดยสารเคมีที่ใช้ ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบท่อ, วาล์ว, Bypass Valve, Check Valve และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จะต้องใช้เพื่อให้ระบบปรับคุณภาพน้ำทำงานได้ตามความต้องการ โดยส่งรายละเอียดของระบบเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- (5) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง PH Sensor/Controller ทางด้านน้ำระบายความร้อนเพื่อควบคุมปริมาณการ เติมสารเคมี เพื่อรักษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในช่วง 7-8 พร้อมทั้งจัดหาสารเคมีที่ใช้ปรับ สมดุลย์ของ ระบบน้ำดังกล่าวให้ครบ
- (6) ผู้รับจ้างต้องจัดหาสารเคมีชนิดต่างๆ ให้เพียงพอสำหรับการใช้งานในระยะเวลา 1 ปี หลังจากการส่งมอบงาน รวมทั้งสารเคมีที่ต้องใช้ในระหว่างการทดสอบและทำความสะอาดระบบด้วย โดยจะต้องแสดงรายการ คำนวณปริมาณการใช้สารเคมีที่ใช้เพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง



- (7) ในช่วงระยะเวลา 1 ปีของการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระบบ และส่งผลที่วิเคราะห์ เพื่อใช้กับข้อมูลในการปรับระบบเดิมสารเคมี 2 ครั้ง

6 ระบบบำบัดน้ำของ COOLING TOWER ด้วยโอโซน

- (1) ข้อกำหนดทั่วไป
- ก) เครื่องผลิตโอโซนและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นของใหม่ซึ่งไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการยอมรับในการใช้งานอย่างกว้างขวาง และมีผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายอย่างถาวรในประเทศไทย โดยต้องส่งเอกสารยืนยันประกอบการพิจารณา
 - ข) การดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบในส่วนจากระบบไฟฟ้า ให้เป็นไปตามกฎการเดินสาย การติดตั้งอุปกรณ์ของการไฟฟ้านครหลวง หรือวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
 - ค) ระบบบำบัดน้ำนี้ครอบคลุมถึง การป้องกันตะกรัน การป้องกันการกัดกร่อน และการป้องกันตะไคร่น้ำ
- (2) ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์
- ก) หลอดผลิตโอโซนต้องเป็นแบบโคโรนาดีสชาร์จ (Corona Discharge) ความถี่สูง แรงดันสูง
 - ข) อุปกรณ์สำคัญสำหรับผลิตและเติมโอโซนลงในน้ำจากระบบหอผึ่งน้ำต้องประกอบด้วย
 - ชุดกำเนิดก๊าซออกซิเจน
 - ชุดกำเนิดก๊าซโอโซน
 - ชุดผสมก๊าซโอโซนกับน้ำแบบ Dynamic Mixing หรือ Mixing Pump ประสิทธิภาพการผสม 70%
 - ค) วัสดุของเสื้อใส่หลอดผลิตโอโซน (Chamber) ต้องเป็นวัสดุที่ไม่ทำให้เกิดออกไซด์เมื่อสัมผัสกับอากาศโดยตรงขณะใช้งาน
 - ง) ระบบหล่อเย็นของหลอดผลิตโอโซนต้องเป็นระบบหล่อเย็นด้วยน้ำและอากาศ เพื่อใช้ระบายความร้อนออกจากตัวหลอดผลิตโอโซน โดยจะต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิขณะใช้งานของตัวหลอดให้ไม่สูงเกินไป จนก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย หรือเสื่อมสภาพการใช้งานที่เร็วกว่ากำหนด
 - จ) ระบบการเตรียมอากาศเพื่อผลิตก๊าซโอโซนให้ใช้เครื่องผลิตก๊าซออกซิเจน (Oxygen Generator) ประสิทธิภาพสูงโดยสามารถกำเนิดก๊าซออกซิเจนได้มากกว่า 80%
 - ฉ) ชุดผสมก๊าซโอโซนกับน้ำต้องมีประสิทธิภาพในการผสมก๊าซโอโซนลงในน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 70% ให้ใช้แบบผสมซึ่งถูกออกแบบสำหรับเติมก๊าซโอโซนโดยเฉพาะ และให้มีการติดตั้ง Pressure Gauge ที่ทำจากสแตนเลส และออกแบบให้ใช้งานได้กับโอโซน โดย



ติดตั้งที่ด้านจ่ายของ Dynamic Mixing Pump เพื่อใช้ในการควบคุมแรงดันของน้ำในระบบให้เป็นไปตามข้อกำหนด

- ข) ขนาดของเครื่องผลิตโอโซนต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับขนาด จำนวน ชนิดของหอผึ่งน้ำ และปริมาณน้ำที่หมุนเวียนในระบบทั้งหมด โดยใช้หลักการหรือสูตรการคำนวณที่เชื่อถือได้ และต้องแนบ รายการคำนวณเพื่อประกอบการพิจารณา ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยข้อมูลเรื่องคุณภาพน้ำเดิมที่หน้างาน (น้ำประปา) ค่า pH ค่า Conductivity อัตราการ Bleed off น้ำเป็นอย่างน้อย
- ช) ในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของโอโซนออกจากระบบสู่บรรยากาศ ปริมาณของโอโซนที่รั่วไหลจะต้องไม่อยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อบุคคลและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ทั้งนี้ให้มีการติดตั้งชุดตรวจสอบการรั่ว ของก๊าซโอโซน หรือ Ozone Leakage Detector (ที่ค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนมากกว่า 0.1 PPM ขึ้นไป) พร้อมกับอุปกรณ์แจ้งเตือนในกรณีที่มีการรั่วของก๊าซโอโซนขึ้นภายในระบบ
- ณ) กำหนดให้มีการติดตั้งระบบเฝ้าระวังผ่านการสื่อสาร 3G หรือ ดีกว่า แสดงสถานะการทำงานปัจจุบันของระบบทุก 1 นาที (Real Time Monitoring) บนเว็บไซต์ของผู้ผลิต เพื่อให้ผู้ว่าจ้างสามารถเข้าไป ตรวจสอบได้ตลอด 24 ชม.
- ญ) กำหนดให้มีระบบแจ้งเตือน Remote Alarm ส่งสัญญาณผ่านสายส่งสัญญาณ แสดงสถานะการทำงานของเครื่องโอโซน Normal หรือ Alarm โดยให้ทำการเดินสายส่งสัญญาณไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม ภายในอาคาร เช่นห้องควบคุมระบบ Chiller Manager System (CMS) หรือตามที่อยู่ว่าจ้างเห็นสมควร
- ฎ) ในกรณีที่เกิดความผิดปกติไม่ว่ามาจากสาเหตุใดก็ตาม ให้แสดงผลการเตือน Remote Alarm ด้วย Pilot Lamp ที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน และ ที่ตำแหน่งเครื่องโอโซนจะต้องมีแสงและเสียงไซเรน รวมทั้งแจ้ง ชนิด Alarm ที่จอควบคุมที่ตัวเครื่องโอโซน โดยอย่างน้อยต้องมีการแจ้ง Alarm ดังต่อไปนี้
- No Input Water
 - Ventilation Fan Error
 - Oxygen Generator Error
 - Converter Error
 - Corona Discharge Error
 - Ozone Suction Tube Clogged or Output Water Valve Closed
 - Unbalance Voltage or Over Load at Mixing Pump
 - Door Open Under Normal Operation
 - Ozone Gas Leakage Occur
- ฏ) ระบบโอโซนต้องมีการควบคุมการเปิด-ปิดแบบอัตโนมัติด้วย PLC หรือ DDC ทั้งนี้การ



ตั้งค่าช่วงเวลาเพื่อเปิดใช้งานนั้นให้เป็นไปตามที่ผู้ติดตั้งเห็นสมควร โดยจะต้องไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบ และต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบ CMS หรือ BAS ได้ ตามที่ระบุในแบบ หรือ เอกสารประกอบแบบ

ฐ) วัสดุสำหรับใช้ทำตัวตู้เพื่อติดตั้งเครื่องผลิตโอโซนและส่วนประกอบอื่นๆ ในระบบต้องทำจากเหล็กเคลือบด้วยสี หรือสแตนเลส และต้องสามารถป้องกันระดับฝุ่นละอองและน้ำได้ในระดับ IP42 โดยไม่ มีผล ต่อประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องและเป็นอุปสรรคต่อผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ดังกล่าว

ท) เครื่องผลิตโอโซนต้องมีอุปกรณ์ และระบบป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นอย่างน้อยดังนี้

- Phase Loss Protection
- Over Current Protection
- Under Voltage Protection
- Over Voltage Protection
- Converter Failure Detector
- Corona Discharge Failure Detector
- High Voltage Transformer Failure Detector
- Oxygen Failure Detector
- Ozone (Gas) Leakage Detector
- Door Locked Protection
- Water Loss Detector
- Manual Emergency Machine Off-running Switch
- Ventilation System Failure

ฅ) ให้ติดตั้ง Main Circuit Breaker ที่ตู้ควบคุม ณ จุดที่สายไฟฟ้าเข้าตู้ สำหรับตัดวงจรไฟฟ้า ทั้งหมดของระบบโอโซนได้กรณีที่เกิดการลัดวงจรขึ้น

(3) การส่งมอบงาน

เครื่องผลิตโอโซนต้องทำงานแบบอัตโนมัติ สามารถผลิตและจ่ายปริมาณโอโซนได้เพียงพอตามความต้องการในแต่ละช่วงเวลา โดยในส่วนของ dynamic mixing หรือ ozone mixing pump ต้องสามารถผสมโอโซนลงในน้ำให้มี ค่าความเข้มข้นของโอโซนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Ozone) ณจุดผสมต้นทาง ต้องไม่น้อยกว่า 0.6 PPM และ ค่า Residual Ozone ที่อยู่ในน้ำย้อนกลับจาก Condenser ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.05 PPM ผู้รับจ้างต้องเตรียมเครื่องมือวัดที่เหมาะสมเพื่อใช้วัดค่าโอโซนที่ละลายในน้ำโดยต้องมีคุณสมบัติอย่างต่ำ ดังนี้ มีย่านการวัดค่า โอโซนในน้ำระหว่าง 0 ถึง 5 ppm (ทาง/L) โดยมีความแม่นยำ (accuracy) + 2% ของค่าที่อ่านได้หรือ ไม่เกิน กว่า 3 ppb, ขึ้นอยู่ว่าค่าไหนมากกว่ากัน



(4) การรับประกัน

- ก) หากพบว่าค่า Condenser Approach Temperature ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งของ 365 วัน มีแนวโน้มสูงกว่า ค่าหลังจากการล้าง Tube ใหม่ บวกด้วย 2 องศาฟา เรนไฮต์ โดยการตรวจวัดที่ Chiller load 80 - 100% ผู้ว่าจ้างมีหน้าที่ในการแจ้งแก่ ผู้รับจ้างภายใน 24 ชั่วโมงนับจากเวลาที่ทราบสาเหตุ ความผิดปกติ โดยผู้รับจ้างจะ ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อที่จะให้ระบบ โอโซน ทำงานได้ตามปกติ จนทำให้ระบบโอโซน สามารถควบคุมค่า Condenser Approach Temperature เป็นไปตามข้อกำหนด หรือเพิ่มเครื่องโอโซน โดยผู้ว่าจ้างต้องเสีย ค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องให้ดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 5 วันทำการ
- ข) ผู้รับจ้างรับประกันอุปกรณ์ระบบโอโซนเป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากติดตั้งใช้งานได้ และจะเข้ามาทำการตรวจสอบการทำงานของระบบโอโซน ให้กับผู้ว่าจ้างทุก 4 เดือน ตลอดระยะเวลาประกัน 2 ปี โดยผู้ว่าจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น (Service include spare part)



หมวดที่ 26 อุปกรณ์มาตรวัดน้ำ

1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์มาตรวัดน้ำให้ถูกต้องตามหลักเทคนิคและข้อกำหนดของผู้ผลิตเข้าไปถึงได้ง่าย และ สะดวกต่อการอ่านค่าและบำรุงรักษา จะต้องเป็นชนิดที่ได้รับการออกแบบให้สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง คุณสมบัติการใช้งานที่เหมาะสมกับของเหลวที่ใช้ในระบบนั้นๆ ตามที่ระบุในแบบ และถูกต้องตามที่ต้องการ โดยมีขนาด และจำนวนตามที่ระบุในแบบ มาตรวัดน้ำสำหรับวัดปริมาณน้ำเย็นจะต้องมีชุดปิดไอน้ำภายในที่หน้าปัทม์ และจะต้องออกแบบสำหรับวัดปริมาณน้ำเย็นโดยเฉพาะ อุปกรณ์มาตรวัดน้ำ จะต้องผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงโดยมีหนังสือรับรองจากการประปานครหลวง (MWA) หรือมาตรฐาน ISO

2 รายละเอียดอุปกรณ์

อุปกรณ์มาตรวัดน้ำเป็นแบบชนิดใบพัด (Turbine Type) ชุดตัวเลขแสดงการไหลของของเหลวเป็นชนิดขับเคลื่อนด้วย แม่เหล็ก (Turbine Type) ตัวเรือน (Casing) ของอุปกรณ์มาตรวัดน้ำขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ทำด้วย Brass หรือ Cast Iron มาตรวัดน้ำขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ตัวเรือนทำด้วย Cast Iron หรือ Steel ข้อกำหนดสำหรับอุปกรณ์มาตรวัดน้ำเป็นดังนี้

- (1) มาตรวัดน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการ โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของ แรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต
- (2) อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 5°C-40°C (41°F-104°F)
- (3) ค่าการไหล (Flow) ที่ผ่านจากอุปกรณ์มาตรวัดน้ำ จะต้องเป็นหน่วยลูกบาศก์เมตร หรือลิตร
- (4) ในกรณีที่แบบมีการระบุให้อุปกรณ์มาตรวัดน้ำสามารถอ่านค่าการไหลแบบ Remote Reading ได้ จะต้องเลือกใช้อุปกรณ์มาตรวัดน้ำที่มีอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมที่เป็น Pulse Transmitter ซึ่งจะแปลงสัญญาณ Pulse ที่เกิดจากการหมุนของใบพัด (Turbine) ให้เป็น สัญญาณแสดงการไหลในรูปของสัญญาณ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC และส่งสัญญาณไปยัง อุปกรณ์อ่านค่า (Read-Out Unit) ที่ปลายทางได้



หมวดที่ 27 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ระบบควบคุมอัตโนมัติหมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (Automatic Temperature Control) ระบบควบคุมสำหรับพัดลมระบบควบคุมน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Control) รวมไปถึงระบบอื่นๆตามที่กำหนด ระบบควบคุมอัตโนมัตินี้รวมถึง อุปกรณ์ที่ใช้กับแอมเปอร์ วาล์ว เทอร์โมสแตทรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆให้ได้ตาม ความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการ ควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม
- (2) อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- (3) ให้ส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้ง รายการคำนวณการเลือกอุปกรณ์แบบแสดงแนวทางเดินขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มาขอรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง
- (4) บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรม และมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้ความควบคุมของผู้ชำนาญงานด้านนี้
- (5) สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไฟควบคุมเป็นสายชนิด CW 1.0 มม², 60°C หรือ 75°C, 600 โวลต์ ยกเว้นสายไฟฟ้าที่ใช้ เป็นสายส่งสัญญาณ Analog จะต้องใช้ชนิด Shield Twisted Pair ขนาด 1.0 มม²

2 ชนิดของระบบควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติจะต้องเป็นแบบ Electronic-Electric ซึ่งประกอบด้วยตัวตรวจจับ (Sensor) และตัวควบคุม ส่วนมอเตอร์หรือ Actuator เป็นแบบ Electric

3 ELECTRONIC SENSOR/CONTROLLER

- (1) Sensor หรือ Controller จะต้องประกอบเป็นชุดเรียบร้อยมาจากโรงงาน ส่วนประกอบภายในต้องถอด เปลี่ยนและถอดตรวจสอบได้ง่าย และส่วนประกอบทั้งหมดต้องประกอบอยู่ในตัวเรือนที่เหมาะสม

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



- (2) สัญญาณที่ส่งออก Transmitter เข้า Controller จะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA หรือสัญญาณ Digital ตามที่ระบุในแบบหรือตาราง Point List
- (3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อเข้า
- (4) หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องต่อมาจากแผงสวิทช์ควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุด
- (5) ชุดควบคุมจะต้องสามารถต่อและส่งข้อมูลได้โดยตรงกับระบบ BAS โดยใช้ Protocol ชนิดเดียวกันการส่ง
- (6) ข้อมูลทำได้โดยตรงโดยไม่ต้องมี Interface Software ทั้งสิ้น ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ Protocol ของระบบ BAS จากผู้รับจ้างระบบ BAS

4

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT)

- (1) อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นเป็นแบบ Electronic Room Thermostat ต้อง มีปุ่มปรับความเร็วพัดลมได้ 3 ระดับพร้อมทั้งมีปุ่มปรับอุณหภูมิ และแสดงอุณหภูมิในชุดเดียวกัน
- (2) อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ Electronic Space Temperature Transmitter (24V) ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิห้องต่างๆ
- (3) อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบฝังในท่อโดยปกติจะเป็นแบบ Immersion With Oil-Filled Separable Socket ในการติดตั้งที่ Socket อยู่สูงจากพื้นเกินกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) กระเปาะของเทอร์โมสตัทจะต้องเป็น แบบ Remote Type With Oil-Filled Separable Socket และส่วนของ Sensing Tube ที่ยื่นออกมาสัมผัสกับอากาศภายนอกจะต้องหุ้มด้วย ฉนวนยางเพื่อป้องกันการเกิดการกลั่นตัว Condensation
- (4) Supply Air Temperature Controller เป็นแบบ Proportional Low Voltage (24v) พร้อม กับมี Remote Sensing Bulb ติดตั้งบนท่อลมสำหรับวัดอุณหภูมิลมเย็นเพื่อเปิด-ปิดวาล์วน้ำ เย็นสำหรับเครื่องส่งลม เย็น,ที่ใช้ประกอบกับชุด VAV Terminal Unit Sensing Bulb ต้องมี โครงยึดกับท่อลมอย่างแน่นหนาที่ตัว Controller มีปุ่มปรับอุณหภูมิในช่วงปริมาณ 0-38°C (32-100°F)
- (5) หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟให้กับชุดควบคุมจะต้องมี Ampere Capacity เพียงพอเพื่อสามารถ ทำงานอย่าง ต่อเนื่องที่ 125% อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หม้อแปลงสำหรับชุดควบคุมจะต้องเป็น แบบ Open Type With Screw Type Terminals



รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



5

ELECTRIC ACTUATOR/MOTOR

- (1) แรงดันไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นแบบ 230 โวลต์หรือ 24 โวลต์ตามที่ระบุในแบบหรือใน Wiring Diagram
- (2) มอเตอร์ของวาล์วจะต้องเป็นแบบ Proportional และจะต้องไม่เกิดเสียงขณะใช้งาน
- (3) ในลักษณะการใช้งานที่เป็น “Fail Safe” มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ Electric Return โดยให้จัดทำ Wiring Control Diagram มาขออนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้งเพื่อให้มอเตอร์กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
- (4) เมื่อตอนไม่มีไฟเข้าอาจจะเป็นแบบ Normally Open หรือ Normally Closed ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่ระบุ ในแบบ
- (5) ความเร็วในการทำงานของมอเตอร์ของวาล์วจะต้องเลือกหรือปรับแต่งให้เหมาะสมกับ Controller เพื่อไม่ให้ เกิดการ Hunting เมื่อเกิด Load Variation
- (6) การเลือกมอเตอร์ของวาล์วจะต้องให้สามารถส่งแรงบิด (Torque) ได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงบิดใช้งาน
- (7) มอเตอร์จะต้องยังคงทำงานได้ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนระหว่าง ± 5 เปอร์เซ็นต์
- (8) มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ Hydraulic หรือ Gear
- (9) มอเตอร์แบบ 2 Position จะต้องเป็นแบบ Single Direction Spring Return หรือ Electric Return
- (10) มอเตอร์แบบ Proportional จะต้องเป็นแบบ Reversing Shaded Pole หรือ Capacitor Induction Type สามารถที่จะหยุด หรือสตาร์ทที่ตำแหน่งใดก็ได้มอเตอร์แบบ Reversing และ Proportional จะต้อง มี Limit Switch เพื่อให้มอเตอร์กลับทางเมื่อถึง Limit Switch

6

วาล์วควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL VALVES)

- (1) วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้น้อยกว่า 1,034 KPA (150 PSI) หรือ 2,068 KPA (300 PSI) ตามการประยุกต์ใช้งานที่ระบุไว้ในแบบ และรายการ โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



(2) วาล์วควบคุมแบบ Proportional จะต้องถูกเลือกขนาดสำหรับการใช้งานที่ Flow Rate ที่กำหนดโดยให้ค่าความดันลดคร่อมวาล์วอยู่ระหว่าง 35 kPa (12 FT.WT) ถึง 54 KPa (18 FT.WT) และวาล์วควบคุมแบบ ON-OFF จะต้องถูกเลือกขนาดสำหรับการใช้งานที่ Flow Rate ที่กำหนดโดยให้ค่าความดันลดคร่อมวาล์วไม่เกิน 35 kPa (12 FT.WT)

(3) ชนิดของวาล์วควบคุมจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ก) 2-Way Motorized On-Off Control Valve

- Application : ใช้กับเครื่องเป่าลมเย็นที่มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน 10.5 กิโลวัตต์ (36 MBH)
- Flow Characteristic : Equal Percentage
- Control Action : 2-Way, 2-Position
- Body : Brass Or Bronze
- Connection : Flare Or Swathe
- Normal Position : Normally Closed
- Actuator : Electric Actuator With Electric Return
- Power Supply : 24 or 230 V, 50 Hz
- Running Time : Approx. 60 Second/Stroke

ข) 2-Way Modulating Control Valve

- Application : ใช้กับเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่มีขนาดทำความเย็นมากกว่า 10.5 กิโลวัตต์ (36 MBH)
- Flow Characteristic : Equal Percentage
- Control Action : 2-Way, Proportional
- Body : Globe Or Plug Pattern
- Size 015 - 050 mm. : Cast Brass Or Bronze, Screw Connection
- Size 065 mm. and Over : Cast Iron, Flange Connection
- Valve Stem : Stainless Steel
- Normal Position : Normally Closed
- Actuator : Electric Actuator With Electric Return and Valve Position



Indicator

- Power Supply : 24 or 230 V, 50 Hz
- Running Time : Approx. 60 Second/Stroke

ค) 2-Way Pressure Independent Control Valve

- ความต้องการทั่วไป
ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหล และควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติโดยต้องติดตั้งถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและตำแหน่งติดตั้งตามแบบ
วาล์วต้องเป็นแบบ Electronic, Modulating, 2-Way Control Device ส่วนปรับอัตราการไหลคงที่ ต้องเป็นแบบ Pressure Independent Flow Control สามารถควบคุมอัตราการไหลได้อย่างแม่นยำ แม้ความดันตกคร่อมตัววาล์วมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 60-320 Kpa ให้ใช้วาล์วแบบ On/Off กับ Fan Coil Unit และ Valve แบบ Propotional ใช้กับ Air Handling Unit หรือตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- ตัววาล์ว
ตัววาล์วทำด้วย Forge Brass หรือ Ductile Iron หรือที่เทียบเท่า วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต วาล์วจะต้องมีจุดวัดอุณหภูมิและความดัน (Temperature And Pressure Port) เพื่อใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ และความดันของน้ำที่ทางเข้า และออกของ ชุดปรับอัตราการไหล
- ชุดควบคุมการไหล
วาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้ควบคุมการไหลโดยที่อัตราการไหลจะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ตลอดช่วงค่าความดันตกคร่อมของวาล์วแต่ละชุด ชุดควบคุมการไหลต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวกเพื่อการบำรุงรักษา
- Valve Actuator
Power Supply สำหรับ Actuator ต้องเป็น 24V AC หรือ 230 VAC ตามที่ระบุในแบบ หรือใน Wiring Diagram Actuator ต้องสามารถรับสัญญาณควบคุมแบบ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC และสามารถส่งสัญญาณกลับ (Feedback Signal) ไปยังระบบควบคุมอาคารแบบ อัตโนมัติ โดยเป็นสัญญาณ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC มอเตอร์ (Actuator) จะต้องเป็นแบบ Electric Return มีระบบ Power Safe เพื่อจ่ายพลังงานสำรองให้กับ Actuator เพื่อขับเคลื่อนวาล์วปิดหรือเปิด ตามที่ตั้งไว้ (Preset) เมื่อระบบจ่ายไฟหลักขัดข้อง หรือจะต้องเป็นแบบ Spring Return

รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



เพื่อให้มอเตอร์กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น (Preset) เมื่อระบบจ่ายไฟหลัก ชัดข้อง โดยเป็นแบบ Normally Open (สำหรับวาล์วของเครื่องที่รับไฟจาก หม้อแปลงและ Generator) หรือ Normally Closed (สำหรับเครื่องที่รับ ไฟจากหม้อแปลงอย่างเดียว) หรือข้อกำหนดอื่นๆ ที่ระบุในแบบ

7 TEMPERATURE TRANSMITTER (TT)

- (1) Temperature Transmitter ตามที่ระบุในแบบมีไว้เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในระบบและส่งสัญญาณไป แสดงผลยังหน่วยสัญญาณของระบบจัดการอาคาร (BAS) หรือ Chiller Manager
- (2) Temperature Transmitter โดยทั่วไปมีรายละเอียดดังนี้
 - ก) Transmitter เป็นแบบ RTD ทำด้วย Platinum
 - ข) เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์มี Built-In Converter ขนาด 4-20 MA
 - ค) Measuring Range 0°C ถึง 100°C (32-212°F)
 - ง) Pressure Rating 1,034 หรือ 2,068 กิโลปาสกาล (150 หรือ 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ตามจุดการใช้งานที่ติดตั้งอยู่
 - จ) Power Supply 24 VAC

8 WATER FLOW TRANSMITTER (FT)

- (1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Averaging Pitot-Type Flow Element Flow Sensor Or Four- Blade Open Cell Rotor Insertion Paddlewheel ทำด้วยเหล็ก กกล้าไร้สนิม ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้
 - ก) Upstream High Pressure Chamber
 - ข) High Pressure Interpolating Tube
 - ค) Downstream Low Pressure Tube
- (2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งมิเตอร์อ่านอัตราการไหลตามช่องที่กำหนดในหน่วยลิตรต่อวินาที หรือลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือเกลลอนต่อนาที ตามจำนวนและตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ มิเตอร์เป็นแบบไดอะแฟรม Differential Pressure Type
- (3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Differential Pressure Transmitter เข้ากับ Flow Element Flow Sensor เพื่อแสดงผลออกทางระบบจัดการอาคาร (BAS) หรือ Chiller Manager Differential Pressure Transmitter มีรายละเอียดดังนี้



- ก) เป็นแบบ Variable Capacitance DP Transmitter
- ข) External Power Supply
- ค) Output Signal 4-20 mA DC
- ง) Accuracy < 0.5%

9 AIR FLOW SWITCH (AFS)

AIR FLOW SWITCH ใช้แจ้งสถานการณ์ทำงานของเครื่องส่งลมทุกชนิดตามที่ระบุในแบบ

- ก) Type : Differential Pressure Switch
- ข) Housing : Galvanized Steel Sheet
- ค) Sensing Element : Neoprene Diaphragm
- ง) Sensing Port : Hi/Lo Pressure Port
- จ) Operating Range : 0-1000 Pa With Set Point Adjustment Screw
- ฉ) Switch : SPDT Snap Action
- ช) Accessories : Sensing Tube, Mounting Bracket
- ซ) 24 VAC Power System

10 PRESSURE DROP SWITCH (PDS)

Pressure Drop Switch ใช้แจ้งสถานการณ์อุดตันของแผงกรองอากาศตามตำแหน่งและจำนวนที่ระบุในแบบ

- ก) Type : Differential Pressure Switch
- ข) Housing : Galvanized Steel Sheet
- ค) Sensing Element : Neoprene Diaphragm
- ง) Sensing Port : Hi/Lo Pressure Port
- จ) Operating Range : 0-1000 Pa With Set Point Adjustment Screw
- ฉ) Switch : SPDT Snap Action
- ช) Accessories : Sensing Tube, Mounting Bracket
- ซ) 24 VAC Power System



11 WATER FLOW SWITCH (WFS) TYPE-1

Water Flow Switch ใช้แจ้งสถานการณ์ทำงานของ Chiller หรือใช้แจ้งสถานการณ์ไหลของน้ำตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

- | | | |
|------------------------|---|---------------------------|
| ก) Type | : | Paddle Or Vane Operated |
| ข) Operating Pressure | : | Not Less Than 1725 KPa |
| ค) Switch Body | : | Brass Or Stainless Steel |
| ง) Paddle | : | Stainless Steel |
| จ) Switch | : | SPDT Snap Action |
| ฉ) Accessories | : | Standard Thredolet Socket |
| ช) 24 VAC Power System | | |

12 WATER FLOW SWITCH (WFS) TYPE-2

Water Flow Switch ใช้แจ้งสถานการณ์ทำงานของ Pump หรือใช้แจ้งสถานการณ์ไหลของน้ำตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ

- | | | |
|------------------------|---|--|
| ก) Type | : | Differential Pressure Switch |
| ข) Housing | : | Metal |
| ค) Sensing Element | : | Hi/Lo Pressure Bellow With Oppose Spring Mechanism |
| ง) Operating Range | : | 30-500 KPa With Set Point Adjustment Screw |
| จ) Maximum Operating | : | 1725 KPa |
| ฉ) Switch | : | SPDT Floating Action |
| ช) Accessories | : | Sensing Tube, Mounted BRACKET |
| ซ) 24 VAC Power System | | |

13 SMOKE DETECTOR

สำหรับระบบปรับอากาศที่มีลมหมุนเวียนตั้งแต่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (1765 CFM) ขึ้นไป ต้องติดตั้ง Smoke Detector ที่ท่อลมส่งเพื่อส่งสัญญาณไปหยุดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ถ้า Smoke Detector ตรวจจับได้ว่ามีควันในกระแสลมโดย Smoke Detector ต้องเป็นแบบ Manual Reset ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการทำ Wiring Diagram และเดินสายจาก



Smoke Detector ไปยังตู้ควบคุมพัดลมหรือเครื่องส่งลมเย็นดังกล่าวด้วย Smoke Detector ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ก) Type : Analog Addressable Duct Smoke Sensor
- ข) Sensor : Ionization or Photo Electronic Sensor
- ค) Duct Housing : UL 268A Air Tight
- ง) operated air velocity : 300-4,000 FPM
- จ) Accessories : Integral Filter, Capable Housing to Rectangular Duct or Round Duct, Strip and Clamp Method for Terminal Connection
- ฉ) 24 VAC Power System

14 AIR HUMIDITY SENSOR AND TRANSMITTER (H)

- (1) Humidity Sensor and Transmitter เป็นแบบติดตั้งจำนวนและตำแหน่งตามที่ระบุในแบบ
- (2) Humidity Sensor and Transmitter จะตรวจจับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและส่งค่าสัญญาณแบบ Analog ไปยัง DDC Controller เพื่อควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ เช่น Control Valve, Electric Duct Heater, VAV Box เป็นต้น

- (3) Humidity Sensor and Transmitter ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- Humidity Sensing Element : Nylon Ribbons Polymer Capacitive or High Molecular Film
- ก) Humidity Range : 0-100%RH
- ข) Rating : 100 mA - 2.5 AMP. AT 24 VAC. OR 230 VAC
- Cover : All Metal (14GA. STEEL) With 12-mm. Conduit Opening
- ค) Output Range : 4-20 mA
- ง) Accessories : Sensing Tube, Mounted Bracket
- จ) 24 VAC Power System



15

TIMER SWITCH

ผู้รับเหมาจะต้องจัดหาและติดตั้ง Timer Switch ตามที่ระบุในแบบเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ ทำงานโดยอัตโนมัติตามเวลาที่ตั้งค่าไว้ สวิตช์เวลาจะเป็นแบบ Electro-Mechanical หรือแบบ Digital ตามที่ระบุใน แบบและ/หรือความต้องการในการควบคุมอุปกรณ์ แนวทางเลือกสวิตช์เวลาระบุให้ใช้ตามแนวทางดังนี้

(1) Electromechanical Timer Switch

ก) Power Requirement	:	230 VAC
ข) Switching Capacity	:	Minimum 15 Amp
ค) Output Type	:	SPDT
ง) Shortest Switching Time	:	15 Minute
จ) Control Period	:	7 Days
ฉ) Ambient Operation Condition	:	0-55°C, 0-90%RH
ช) Accessories	:	(On-Auto-Off) Switch, Battery Backup Upon Loss of Power

(2) Digital Programmed Timer Switch

ก) Power Requirement	:	230 VAC
ข) Switching Capacity	:	Minimum 15 Amp
ค) Output Type	:	SPDT
ง) Shortest Switching Time	:	15 Minute
จ) Control Period	:	7 Days
ฉ) Ambient Operation Condition	:	0-55°C, 0-90%RH
ช) Accessories	:	LCD Digital Output, (On-Auto-Off) Switch (Additional Switch), Battery Back Up Upon Loss of Power

16

HIGH SENSITIVITIES ROOM AIR TEMPERATURE TRANSMITTER (T)

ก) Power Requirement	:	24 VAC / 50Hz. or 230 VAC / 50 Hz.
ข) Output Type	:	4-20 mA
ค) Type	:	Room Sensor or Duct Mounted, Including



Necessary Accessories.

- ง) Sensing Element : High Sensitivity Platinum Element, PT 100
for +/- 0.2 TO 0.5 °c
: Normal Sensitivity Thermistor 19 KQ for
+/- 1.0 TO 1.5 °c

17 AIR PRESSURE TRANSMITTER (PT)

Pressure Transmitter ใช้ควบคุม Static หรือ Velocity Pressure ภายในระบบท่อส่งลม เพื่อควบคุมค่าความดันให้คงที่ สัญญาณส่งออกจะต้องเป็นสัญญาณ Analog เพื่อใช้ควบคุมความเร็วรอบของ Variable Speed Control ตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุในแบบ

- ก) Type Static Pressure Controller
ข) Static Pressure Set Point 0-125 PA with Set Point Adjustment Screw
ค) Input Signal 0-125 PA Static Pressure
ง) Output Signal 0-10 VDC OR 2-15 VDC OR 4-20 MA to Control Variable Speed Control
จ) Housing Metal or Aluminium
ฉ) Sensing Element Neoprene/Silicone Diaphragm
ช) Sensing Port Hi/Lo Pressure Port
ซ) Operating Range 25-125 PA With Set Point Adjustment Screw
ณ) Accessories Sensing Tube, Mounted Bracket & 24 VAC Power System

18 WATER PRESSURE TRANSMITTER (PT)

Pressure Transmitter ใช้สำหรับส่งสัญญาณแบบ Analog ไปยัง VSD หรือ DDC Controller เพื่อปรับความเร็วรอบ Secondary Chilled Water Pump ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ: -

- ก) Type : Pressure Controller
ข) Pressure Set Point : Dynamic Pump Head
ค) Input Signal : Dynamic Pump Head
ง) Output Signal : 0-10 VDC OR 2-15 VDC OR 4-20 MA to



		Control Variable Speed Control
จ)	Housing	: Metal Or Aluminium
ฉ)	Sensing Element	: Neoprene/Silicone Diaphragm
ช)	Sensing Port	: Hi/Lo Pressure Port
ซ)	Accessories	: Tensing Tube, Mounting Bracket & 24 VAC Power System

19

REFRIGERANT MONITOR

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วของสารทำความเย็น (Refrigerant Monitor) พร้อมทั้งอุปกรณ์เตือนแบบเสียงและแสง (Audible And Visual Alarm) ตามที่ระบุในแบบ หรือตามที่ผู้ผลิตเครื่องทำความเย็นแนะนำ และต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ก) Refrigerant Monitor ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - ต้องสามารถวัดและแสดงผลในช่วง 0-1000 PPM ได้
 - ต้องเป็นชนิดที่สามารถตรวจจับสารทำความเย็นชนิดเดียวกับสารทำความเย็นที่เลือกใช้สำหรับเครื่องทำความเย็น
 - ต้องมีความแม่นยำ +/- 1 PPM
 - Alarm Level ต้องตั้งค่ามาจากโรงงานผู้ผลิต
 - ต้องมีความสามารถในการ Interface กับระบบ BAS ได้
 - ต้องสามารถ Re-Zero ได้
 - ต้องมีความสามารถในการ Interface กับระบบระบายอากาศตามที่แสดงในแบบ
- ข) Visual Alarm ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - สัญญาณ Blue Light ในกรณีที่ไม่มีสารทำความเย็นรั่ว
 - สัญญาณ Yellow Light ในกรณีที่ตรวจจับสารทำความเย็นได้ แต่ยังไม่ถึงค่า TLV-TWA
 - สัญญาณ Red Light ในกรณีที่ตรวจจับระดับสารทำความเย็นถึงค่า TLV-TWA หรือสูงกว่า
 - ค่า TLV-TWA จะต้องเป็นไปตาม Material Safety Data Sheet (MSDS) ของสารทำความเย็นที่ เลือกใช้กับเครื่องทำความเย็นที่ผู้ผลิตสารทำความเย็นกำหนด



หมวดที่ 28 ระบบจัดการอาคาร (BUILDING AUTOMATION SYSTEM : BAS)

1 ความต้องการทั่วไป

ระบบจัดการอาคาร (Building Automation System : BAS) หมายถึงระบบจัดการอาคารซึ่งจัดหาและติดตั้งโดยผู้รับจ้างที่ชำนาญงานด้านนี้โดยเฉพาะเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนระบบจัดการอาคารของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และอุปกรณ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ และเกี่ยวข้องกับระบบจัดการอาคารของโครงการ ซึ่งจะต้องรับผิดชอบจัดหาและติดตั้งส่วน ที่จะต้องเชื่อมเข้ากับระบบจัดการอาคารของโครงการ ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และอุปกรณ์ต้องอำนวยความสะดวก และต้องทำงานร่วมกันกับระบบจัดการอาคารของโครงการ โดยให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และความร่วมมือ ประสานงานจนกระทั่งงานเสร็จสมบูรณ์ตามแบบ และข้อกำหนด โดยให้ใช้งานได้ดีร่วมกันทั้งโครงการ

2 หน้าที่และขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และอุปกรณ์ต้องจัดหา และติดตั้ง Auxiliary Contact ไม่น้อยกว่า 2NO +2NC รวมทั้ง Sensors ต่างๆ ของอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ในตาราง หรือแบบ ที่จะต่อรวมเข้ากับระบบจัดการอาคาร เพื่อแสดงสถานะ หรือผลการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศและอุปกรณ์ต้องต่อสายไฟเข้าจุดต่อ (Terminal) ของอุปกรณ์นั้นพร้อมทั้งติดตั้งท่อร้อยสายไฟ และเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์นั้นไปยังกล่องต่อสายของระบบจัดการอาคาร (Marshalling Box หรือ Terminal Box) (Marshalling Box หรือ Terminal Box นี้จัดหา และติดตั้งโดยผู้ รับจ้างระบบจัดการอาคาร) ท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้าที่ต่อเข้า Marshalling Box หรือ Terminal Box นี้จะต้องติดตั้งให้ เรียบร้อยโดยเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่นและ NEC Code และให้มี Wire Mark เพื่อเป็นที่สังเกตและ ง่ายต่อการต่อ (Terminate) สายไฟ (การต่อสายไฟภายในกล่อง Marshalling Box หรือ Terminal Box จะกระทำโดย ผู้รับจ้างระบบจัดการอาคาร) ด้วยความร่วมมือและการให้ข้อมูลจากผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศและ อุปกรณ์ สัญญาณซึ่งออกจากอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ จะต้องถูกแปลงขยายออกเป็นสัญญาณ 4-20 mADC หรือ 0-10 VDC (Analog Signal) และ Power Supply เป็น 230 VAC 50 Hz หรือ 24 VDC ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และอุปกรณ์ต้องจัดหาและติดตั้ง Bypass Switch ไว้ที่แผงควบคุมเพื่อที่จะ Bypass คำสั่งจากระบบจัดการอาคารของโครงการ เพื่อให้สามารถทำการปิด-เปิดได้ด้วยมือ (Manual Operation or Maintenance) Bypass Switch นี้จะต้องมี Auxiliary Contact อีก 1 ชุด เพื่อส่งสัญญาณกลับไปยังระบบจัดการอาคารได้เพื่อแสดง สถานะการทำงานของ Bypass Switch ด้วย



หมวดที่ 29 ระบบ CHILLER MANAGEMENT SYSTEM (CMS)

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ DDC ที่กล่าวถึงในข้อกำหนดต่อไปนี้อยู่ถึงระบบควบคุมแบบไมโครโพรเซสเซอร์ที่ใช้ จัดการควบคุมและดูแล (Control & Monitor) ระบบทำความเย็นทั้งหมด ระบบกระจายลมเย็นทั้งหมด ระบบระบายอากาศ และรวมไปถึงระบบอื่นๆ ตามที่กำหนด ระบบควบคุมนี้รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้กับ แดมเปอร์ วาล์ว เทอร์โมสแตทรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่ แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบ และรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงาน ดังกล่าวไว้ หรือไม่ก็ตาม
- (2) ระบบควบคุมที่เป็นหัวใจหลักคือ Chiller Management System (CMS) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นที่เลือกใช้ โดยที่ Application Program ที่พัฒนาขึ้นจะต้องสามารถใช้ควบคุมและเชื่อมต่อกับ Unit Control Panel (UCP) ของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องได้โดยตรงโดยไม่มีการ ดัดแปลงหรือเพิ่มเติม Interface Software ใดๆ ทั้งสิ้น CMS จะต้องเป็นชุดที่สามารถขยายเพิ่มเติมในอนาคตได้ (Expandable) โดยไม่ทำให้ระบบต้องล่าช้า ระบบของ CMS จะต้องถูกออกแบบมาให้ Integrate เข้ากับระบบควบคุมอื่นที่มีลักษณะโครงสร้างใกล้เคียงกันในอนาคต เพื่อให้เกิดเป็นระบบควบคุมที่ใหญ่ขึ้นได้
- (3) อุปกรณ์ส่งสัญญาณและควบคุม (Transmitter And Controlled Device) อื่นๆ ไม่จำเป็นต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เดียวกับผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น เพียงแต่สัญญาณที่ส่งและรับจะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA อุปกรณ์ส่งสัญญาณและควบคุมภายใต้หัวข้อนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกันจึงจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- (4) สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไฟควบคุมเป็นสายชนิด CW 1.0 ทมม2 60 หรือ 75°C, 600 โวลท์ ยกเว้นสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายส่งสัญญาณ Analog จะต้องใช้ชนิด Shield Twisted Pair ขนาด 1.0 มม2

2 หน้าที่และขอบเขตของงาน

งานทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศเพียงแต่แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- ก) งานส่วนปรับอากาศและระบายอากาศ



ข) งานส่วนระบบ CMS

งานส่วนระบบปรับอากาศและระบายอากาศต้องจัดหาและติดตั้ง Sensors ต่างๆ ของอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ในตารางที่จะต่อรวมเข้ากับงานส่วนระบบ CMS เพื่อแสดงสถานะหรือผลการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ งานส่วนระบบปรับอากาศและระบายอากาศต้องต่อสายไฟเข้าจุดต่อ (Terminal) ของอุปกรณ์นั้นพร้อมทั้งติดตั้งท่อร้อยสายไฟ และเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์นั้นไปยังกล่องต่อสาย (Marshaling Box) งานส่วนระบบ CMS (Marshaling Box) นี้จัดหาและติดตั้งโดยงานส่วนระบบ CMS) ท่อร้อยสายไฟ และสายไฟฟ้าที่ต่อเข้า Marshaling Box นี้จะต้องติดตั้งให้เรียบร้อยโดยเป็นไปตามกฎระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่นและ NEC Code ละให้มี Wire Mark เพื่อเป็นที่สังเกตและง่ายต่อการต่อสายไฟต้องจัดหาและติดตั้ง Bypass Switch ไว้ที่แผงควบคุมเพื่อที่จะ Bypass คำสั่งจากงานส่วนระบบ CMS เพื่อให้สามารถทำการปิด-เปิดได้ด้วยมือ (Manual Operated Or Maintenance) Bypass Switch นี้จะต้องมี Auxiliary Contact อีก 1 ชุด เพื่อส่งสัญญาณกลับไปยังงานส่วน ระบบ CMS ได้เพื่อแสดงสถานะการทำงานของ Bypass Switch ด้วยสัญญาณซึ่งออกจากอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ จะต้องถูกแปลงขยายออกเป็นสัญญาณ 4-20 mADC หรือ 0-10 VDC (Analog Signal) และ Power Supply เป็น 230 VAC 50 Hz หรือ 24 VDC

ค) ตารางแสดงหน้าที่และความต้องการของอุปกรณ์ต่างๆ จะแสดงไว้ใน Point List of DDC Controller for CMS

หมายเหตุ : ให้ส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติพร้อมทั้งรายการคำนวณการเลือกอุปกรณ์ แบบแสดงแนวทางเดิน ขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ มาขอรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อนการติดตั้ง บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรม และมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้ความควบคุมของผู้ชำนาญงานด้านนี้

3 ระบบจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER MANAGEMENT SYSTEM: CMS)

CMS จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ดังนี้

(1) HARDWARE

โครงสร้างของระบบ (Architecture Configuration)

ก) CMS จะต้องประกอบด้วยเครือข่ายของ Workstation, Printer, Gateway และชุดควบคุมแบบ DDC ดังนี้

- 1 Operator Workstation
- 1 Report And Alarm Printer



- ชุดควบคุมแบบ DDC ที่กระจายอยู่ตามต่างๆ ทั่วอาคาร
- ข) Data Bases จะต้องสามารถ Download/Upload จาก Workstation ได้ตามความต้องการ Data Bases และข้อมูลประวัติจะต้องสามารถถ่ายทอดกันไป/มาได้ระหว่าง Operator Workstation ด้วยกัน ตามความต้องการ
- ค) Data Bases ต่อไปนี้จะต้องถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อที่ว่าหากเกิด Failure ขึ้นกับอุปกรณ์ตัวใด ตัวหนึ่งจะไม่มีผลให้ทั้งระบบเสียหาย
 - Password
 - Graphics
 - Point Definitions Including Point Name
 - Alarm Management Feature and Alarm Messages
 - Time Schedule
 - Point History Feature and Historical Data
 - Point Trend Feature and Trend Data
 - Demand Limiting/Load Shedding Feature
 - Totalization Feature And Totalization Data
- ง) ในกรณีที่ Data Gateway เกิดอาการข้อมูลสูญหายหรือ Loss Of Communication การผิดปกตินี้จะต้องถูกจับได้โดย Operator Workstation ข้อมูลจะต้องถูกคัดลอกใหม่ และถูก Download โดยอัตโนมัติ โดยที่ Operator ไม่ต้องทำการแทรกแซงใดๆ ทั้งสิ้น

เครือข่ายของการสื่อสารข้อมูล (Communication Network)

- ก) เครือข่ายของการสื่อสารข้อมูลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Operator Workstation กับ Data Gateway และชุดควบคุมต่างๆ จะต้องเป็นเครือข่ายมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งต่อไปนี้
 - IBM TOKEN RING
 - ARCNET
 - ETHERNET
- ข) เครือข่ายของระบบสายสื่อสารข้อมูลจะต้องมีระบบที่สามารถ Reconfigured ตัวเองได้ในกรณีที่ระบบสายข้อมูลหนึ่งระบบ หรือมากกว่าเกิดขาดหรือส่งข้อมูลไม่ได้ เพื่อที่จะให้ระบบโดยรวมยังคงสามารถใช้งานต่อไปได้สมบูรณ์มากที่สุด
- ค) สายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายแกนในระบบสายข้อมูลจะต้องเป็นสาย Twisted Pair Shield With Foil ขนาด 1.0 mm2

OPERATOR WORKSTATION

Operator Workstation จะต้องเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและต้องมีขนาดความสามารถต่อไปนี้



SERVER

Processor	:	Core i5 3.3 GHz. หรือดีกว่า
Memory	:	8 GB DDR4 ECC UDIMM 2666MT/s Up to 48GB หรือมากกว่า
Hard disk	:	SAS 3 X 300 GB (Raid 5) Hot Plug หรือสูงกว่า CD-
ROM	:	Internal IDE DVD-ROM Speed 16X หรือสูงกว่า
Expandable	:	3 PCI, 6 USB (2 front, 4 rear)
Network Interface	:	10/100/1000 Mbps Ethernet LAN Adapter หรือสูง กว่า
Cooling System	:	Redundant Cooling Fan จำนวน 2 ชุด ขึ้นไป
Power Supply	:	Redundant Power Supply จำนวน 2 ชุด ขึ้นไป
Monitor	:	LCD 24" หรือใหญ่กว่า
Graphics	:	SVGA หรือดีกว่า
Keyboard	:	มาตรฐาน ไทย/อังกฤษ
Mouse	:	Wheel Mouse Optical

WORK STATION

Processor	:	Core i5 3.3 GHz. หรือดีกว่า
Memory	:	8GB (1x8GB) DDR4 3200MHz UDIMM Up to 48GB หรือมากกว่า
Hard disk	:	256GB PCIe NVMe M.2 SSD + 1TB SATA 3.5" 7200rpm HDD หรือสูงกว่า
CD-ROM	:	Internal IDE DVD-Rom Speed 16X หรือสูงกว่า
Expandable	:	3 PCI, 6 USB (2 front, 4 rear)
Network Interface	:	10/100/1000 Mbps Ethernet LAN Adapter หรือสูง กว่า
Monitor	:	LCD 24" หรือใหญ่กว่า
Graphics	:	SVGA หรือดีกว่า
Keyboard	:	มาตรฐาน ไทย/อังกฤษ
Mouse	:	Wheel Mouse Optical
Software	:	Window 11 Pro. หรือดีกว่า



PRINTER

- Laser Printer 1200x1200 Pixels Support USB or Parallel Port
- ในกรณีที่ Alarm Printer ชำรุด, เสียหรือปิดอยู่ Alarm Message จะต้องถูกแจ้งออกทาง Report Printer โดยอัตโนมัติทันที
- ในกรณีที่ Alarm Message ไม่สามารถพิมพ์ออกทาง Report Printer ได้ Alarm Message จะต้องถูกเก็บไว้ใน Data Gateway รอจนกระทั่งเครื่องพิมพ์เครื่องใดเครื่องหนึ่งถูกต่อเข้ากับระบบ Alarm Message จะต้องถูกส่งออกพิมพ์ทันที

DATA GATEWAY

- ก) Data Gateway อย่างน้อย 1 ชุดจะต้องเตรียมไว้ในแต่ละชั้น
- ข) Gateway แต่ละชุดจะต้องสามารถกำหนด Function ต่อไปนี้ได้โดยอิสระ
 - English Language Menu
 - Historical Data
 - Alarm/Trouble Processing
 - Logical Point Grouping
 - Password
 - System Report
- ค) แบตเตอรี่สำรองขนาด 48 ชั่วโมง เพื่อรักษาหน่วยความจำ จะต้องจัดหาไว้ให้ Gateway แต่ละชุด

ชุดควบคุมแบบ DDC

- ก) ชุดควบคุมแบบ DDC จะต้องติดอยู่ใกล้ๆ แผงไฟฟ้าประจำชั้น หรือตามที่วิศวกรกำหนด
- ข) ชุดควบคุมแบบ DDC แต่ละชุดจะต้องมีความสามารถดังนี้
 - Display Analog Input Valves
 - Display Analog Output Valves
 - Display/Adjust Control Set Point
 - Display Digital Input Status
- ค) ชุดควบคุมแบบ DDC แต่ละชุดจะต้องสามารถทำงานเป็น Stand-Alone ได้สำหรับรายการต่อไปนี้
 - Control Loop Calculation (P, PI or PID)
 - Interlocks And Computation
 - Hi/Lo Signal Select



- Time Delay
 - ง) สัญญาณเข้าแบบ Analog จะต้องเป็นแบบ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC หรือ RTD
 - จ) สัญญาณเข้า Digital, สัญญาณออก Analog และสัญญาณออก Digital จะต้องแยกจากกัน
 - ฉ) การ Update ค่าที่ Sensor อ่านได้จะต้องเร็ว
- (2) SOFTWARE
- ความสามารถของ SOFTWARE
- ก) ระบบ CMS จะต้องใช้โปรแกรมใช้งาน (Application Software) ในการควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด (เครื่องทำน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน, หอระบาย ความร้อน, เครื่องส่งลมเย็นทั้งหมด และพัดลมระบายอากาศ ตามที่ระบุใน Point List of DDC Controller) ให้ได้ตาม Control Strategies ที่กำหนดไว้ในแต่ละ Control Loop โดยที่ CMS จะต้องมีความสามารถดังนี้
 - Time Of Scheduling หมายถึงความสามารถในการควบคุมการทำงานโดยให้ทำงานและหยุดทำงาน ได้ตามตารางเวลาที่ตั้งไว้และต้องสามารถ Force ให้ทำงานต่างไปจากตารางเวลาที่ตั้งไว้ได้ถ้าต้องการ
 - การสั่งให้เกิดทำงานแบบเป็นรอบๆ (Duty Cycling)
 - ความสามารถในการกำหนดความต้องการ (Demand Limiting)
 - มีความสามารถในการสลับการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น(Cruller Sequencing) โดยจัดลำดับการทำงาน และ/หรือ หมุนเวียนการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น และเครื่องสูบน้ำตลอดจนหอระบายความร้อนที่เกี่ยวข้องอยู่ให้ทำงานเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นคงที่ได้ตาม Set Point
 - Process Control Language (PCL) ที่มีอยู่ใน Software จะต้องเป็นชนิดที่ยอมให้ผู้ใช้งาน (Operator) สามารถออกแบบลำดับการควบคุมเพื่อให้โปรแกรมควบคุมมาตรฐานที่มีมากับ Software สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยความสามารถที่จะโปรแกรมใส่ความต้องการของแต่ละการใช้งานลงไปได้ PCL จะต้องมีความสามารถในการทำการคำนวณบนพื้นฐานของ Real-Time Data และจะต้องสามารถนำค่า Analog/Digital, Alarm Status, ค่าคงที่, ตัวแปรทางสมการมาใช้งานได้ ตลอดจนต้องมีความสามารถใช้งานทางด้านคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ได้
 - การควบคุมการทำงานเป็นโซนจะต้องมีความสามารถในการรวมกลุ่มอุปกรณ์ทางด้านระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานได้ตาม Function ที่กำหนด Zone



- Controller จะต้อง มี Function ของ Occupied/Un-Occupied Mode เพื่อที่จะให้สามารถ ปรับ Parameter ได้ตามความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละเวลา จะต้อง มี Temperature Offsets for Demand Limiting and Duty Cycle Mode
- ต้องสามารถแสดง Report และ Logging Data เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง (Access) ข้อมูลสำคัญของระบบ ชนิดของข้อมูลที่ต้อง Report สำหรับระบบ CMS อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - Current, Daily, Monthly Energy Use
 - Yearly Degree Days
 - Weekly Temperature
 - Input/Output Status
 - Event Logs
 - Integrated Comfort System Equipment
 - Monthly Totalizing
 - Chiller Run-Time Totalization
 - Diagnostic Report
 - Historical Data Report
 - Load Distribution Rate

ข) โปรแกรมเกี่ยวกับเวลาการทำงานและรายการบำรุงรักษาจะต้องแสดงเวลาที่อุปกรณ์เดิน, เวลาที่เริ่มสตาร์ท ตลอดจนปฏิทินแสดงข้อมูลที่ต้องการบำรุงรักษาเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้

ค) Totalizing Software จะต้องแสดงและคำนวณ BTU Consumption และแสดงผลออกเป็นรายงานรายเดือน ค่า BTU Consumption ที่คำนวณได้จะถูก นำไปใช้ในการจัดการการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำ และหอบายความร้อนให้ทำงานให้สัมพันธ์กับขนาดความต้องการความเย็นทางด้าน Distribution

หมายเหตุ ให้ผู้รับจ้างดัดแปลง หรือไดอะแกรมตามระบุในแบบ



หมวดที่ 30 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ และการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า กำลัง และไฟฟ้า ควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับ ข้อกำหนดของวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ
- (2) มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้ง ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานของเครื่องวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้
 - ก) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
 - ข) กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
 - ค) มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
 - ง) มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
 - จ) กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
 - ฉ) ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE ข) ASTM : AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL ช) BS : BRITISH STANDARD
 - ณ) DIN : DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN
 - ญ) IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
 - ฎ) JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
 - ฏ) NEC : NATIONAL ELECTRICAL CODE
 - ฐ) NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
 - ฑ) NESC : NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE
 - ฒ) NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
 - ณ) UL : UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.
 - ด) VDE : VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER
- (3) การเดินสายไฟฟ้าถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลัง และสายไฟฟ้าควบคุมใน อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีต หรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้า เพดาน แล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้า และอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุใน หมวดต่อไป
- (4) ผู้รับจ้างงานไฟฟ้า จะเป็นผู้จ่ายไฟฟ้ามาให้งานถึงแผงไฟฟ้าของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและ ระบายอากาศ โดยที่ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ และระบายอากาศจะเป็นผู้ต่อสายไฟฟ้าเข้า



แผงไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบเอง และ ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องตรวจสอบการต่อ
สายไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามความต้องการของทั้งสองฝ่าย

2 การต่อลงดิน

- (1) วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้ม หรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่
ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้
 - ก) ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดินและ
การต่อลงดิน”
 - ข) มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES 24-1984
การต่อลงดิน”
 - ค) NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
 - ง) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO. 78
- (2) สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดินให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์
ตัววงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตาราง

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน	
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน ขนาดไม่เกินแอมแปร์	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400



3

ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

- (1) ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 240/415 โวลต์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิร์ต, Y- Connection, Solid Ground
- (2) กำหนดให้ใช้รหัสสีของ Busbar, ของสายไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
 - ก) สีน้ำตาลสำหรับเฟส A (R)
 - ข) สีดำสำหรับเฟส B (S)
 - ค) สีเทาสำหรับเฟส C (T)
 - ง) สีฟ้าสำหรับสายศูนย์ (Neutral)
 - จ) สีเขียวสำหรับสายดิน
- (3) ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานการผลิตเป็นสีเขียวให้ใช้ปลอกพีวีซีสีตามกำหนดสวมไว้ที่ปลายสายทั้งสองด้านและ ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าทุกจุด
- (4) อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีรหัสสีแดงไว้เพื่อง่ายในการตรวจสอบ และซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสสีดังนี้
 - ก) สีแดงสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง
 - ข) สีฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุมโดยให้หาสีคาดที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร (3 ฟุต) หรือหาสีที่อุปกรณ์ยึดท่อ (Clamp) ส่วน กล่องต่อสาย กล่องพักสายให้หาสีภายในกล่อง และฝากล่องทุกๆ กล่อง

4

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้

- ก) ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด
- ข) ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
- ค) ตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ
- ง) ตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
- จ) จัดทำรายงานการทดสอบต่างๆ อย่างครบถ้วน



หมวดที่ 31 แผงสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

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

2 พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการ ออกแบบสร้าง และทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อ ระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดโดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก) Rate System Voltage	:	415V / 240V
ข) System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Effectively Grounded
ค) Rated Frequency	:	50 HZ
ง) Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
จ) Rate Short-Time Withstand Current (0.5 Time Circuit Current Second)	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short - ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
ฉ) Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
ช) Rated Withstand Voltage	:	2,200V, 1-Minute (Phase-To-Ground)
ซ) Rated Insulation Level	:	1,000V
ณ) Control Voltage	:	200-240V
ญ) Temperature Rise	:	25°C
ฎ) Finishing	:	Epoxy-Polyester Powder Paint



ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบตั้งพื้น

- (1) ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกออกจากกันให้เป็นอิสระได้ง่ายแต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้
 - ก) ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร
 - ข) ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,300 มิลลิเมตร
 - ค) ความลึก : ระหว่าง 600-1,200 มิลลิเมตร
- (2) แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่อง (Form 3B) ดังนี้
 - ก) Busbar Compartment ให้รวมถึงช่องทั้งของ Horizontal Busbars และ Vertical Busbars โดยส่วนนี้ควรจัดให้อยู่ด้านหลัง และด้านข้างในแต่ละส่วนของตู้
 - ข) Cable Compartment และ Terminal Compartment เป็นส่วนสำหรับเดินสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ และส่วนติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้ากำลัง และสายไฟฟ้าควบคุมที่ต้องต่อกับตู้ส่วนอื่น หรือต่อออกไป ภายนอก ควรจัดให้อยู่ส่วนล่าง หรือส่วนบนของตู้แล้วแต่กรณี เพื่อให้การเดินสายได้สะดวก
 - ค) Unit Compartment เป็นส่วนสำหรับติดตั้งสวิตช์ตัววงจรสแตนด์เอโลนอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ส่วนนี้ให้แบ่งเป็น Module โดยแต่ละ Module ให้บรรจุอุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน ของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นชุด
- (3) โครงสร้างของแผงสวิตช์ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง Compartment ต้องเป็นแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนด ดังนี้
 - ก) ฝาด้านบนให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบแบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิด เฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสมให้ มีความแข็งแรง
 - ข) ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ให้ มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
 - ค) ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้านให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชั้นยึดติดกับ โครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อตขนาด และจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่าง ส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทนโดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
 - ง) ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges เพื่อ สะดวกในการเปิดและถอดฝาส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ Screw Lock หรือ Key



Lock ก็ได้

- จ) ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบเป็นฝาของแต่ละ Compartment และฝาของแต่ละ Module ของ Unit Compartment อย่างเป็นอิสระ แต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock
 - ฉ) Degree Of Protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC สำหรับติดตั้งภายในอาคารและ IP 54 สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่น หรือความชื้นสูง
- (4) การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)
- (5) การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วย “การทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี”

4

ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดตั้ง

- (1) แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร (32 นิ้ว)
- (2) การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎ หรือมาตรฐานของการไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- (3) Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel หรือเป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า และทาสีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบมี ประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วยและต้องมี Circuit Directory With Clear Plastic Covering บอก Circuit ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- (4) Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิ ตภ ณฑ์ เดี ยว กั บ Feeder Circuit Breaker ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
- (5) Branch Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic And Trip Indicating ต้องเป็นผลิ ตภ ณฑ์ เดี ยว กั บ Main Circuit Breaker



- (6) แผงสวิตช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) และในกรณีที่แผงสวิตช์มี ความสูงเกินกว่า 1 เมตร (3 ฟุต) ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง
- (7) การระบายความร้อนภายในแผงสวิตช์ตลอดจนการป้องกันสนิม และการทาสีให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น
- (8) IP 31 สำหรับตู้ไฟฟ้าภายในอาคารทั่วไปและ IP 54 สำหรับตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นและ ความชื้นสูง

5

CIRCUIT BREAKER

- (1) Circuit Breaker ที่ใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC
- (2) Main Circuit Breaker ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้
 - ก) Overcurrent Protection ข)
 - Phase Failure Protection
 - ค) 3 เฟส Over and Under-Voltage Protection โดยตั้งได้ที่ $\pm 10\%$ ของ Rated Voltage พร้อมด้วยระบบ Instantaneous Trip และ Long Time and Short Time Delay Setting โดยมี Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ให้เป็นไปตามระบุใน แบบ
 - ง) Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case, Toggle Or Revolving Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make และ Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Capacity ต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ
 - จ) Circuit Breaker ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 แอมป์ขึ้นไป จะต้องมียุโรปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ Revolving Handle Mechanism Pad Lock และ Circuit Breaker ที่เล็กกว่า 100 แอมป์ให้ ใช้ยุโรปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ Key Mechanism Pad Lock
 - ฉ) ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก Busbar เข้าด้าน Primary ของ Circuit Breaker ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 Ampere Frame ยอมให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ (IEC 01) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร นอกนั้นให้ต่อด้วย Busbar



6 MOTOR STARTER

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

- (1) Contactor ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - ก) ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า
 - ข) อุปกรณ์ภายในเช่น Holding Coil, Moving Contact ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - ค) Starter สำหรับแบบ Star-Delta ต้องใช้ชนิด 3-Contactor (Closed Transition)
 - ง) ขนาดต้องมีความเหมาะสมสามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะสตาร์ทตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- (2) Delayed Thermal Overload Relays ต้องเป็นชนิด 3 เฟสและมี Auxiliary Contact อย่างน้อย 1- NO และ 1-NC หรือ 1-Changeover เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆได้อีก
- (3) Push-Button ต้องเหมาะสมและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม
- (4) หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในตารางอุปกรณ์มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 KW (1 HP) ถึง 4 KW (5.5 HP) ใช้ Starter แบบ Direct On Line, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 5.5 KW (7.5 HP) ถึง 160 KW (220 HP) ใช้ Starter แบบ Star-Delta, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 KW (275 HP) ขึ้นไปใช้ Starter แบบ Auto-Transformer

7 MOTOR

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



OUTPUT (kW)	MINIMUM EFFICIENCY (%)
≤ 0.55	70
0.75 - 3.0	78
4.0 - 5.0	83
7.5 - 10	85
15 - 30	88
37 - 55	90
75 - 90	91
≥ 110	93

มอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ Variable Frequency Drives (VFD) จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตาม
มาตรฐาน ของ NEMA MG-1 Part 31

8

เครื่องวัดอุปกรณ์

- (1) Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้า
ไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ตโดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC
Standard Class 1
- (2) Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็ก
กว่า 96 X 96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class 1.5
- (3) Kilowatt Meter ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted
ขนาด หน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. Scale ชนิด Wide Angle และ Accuracy Class
1.5
- (4) Kilowatt-Hour Meter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load และมี Accuracy
Class 2.0
- (5) Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สายแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่
เล็กกว่า 96 X 96 มม. Scale ตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class
1.5



- (6) Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 W 6 V พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 230 โวลต์เป็น 6 โวลต์เพื่อใช้กับ หลอดไฟผาครอบเป็นพลาสติกแบบ LEN ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- (7) Selector Switch แบบ Switchboard Mounted จำนวน 7 Step สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Step สำหรับ Amp-Selector Switch

9

BUSBAR และฉนวนยึด

- (1) Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- (2) การจัด Busbars ทั้ง Phase-To-Phase และ Phase-To-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วย ฉนวนไฟฟ้าที่ถูกต้องแบบให้ใช้หุ้ม Busbar โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Busbar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Busbar ที่อาจลดลง
- (3) Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics แทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- (4) Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกันโดย Bolts และ Nuts ต้องเป็นแบบที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ

10

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์



- (1) สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper Wire 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

ก) Current Circuit	:	4 ตารางมิลลิเมตร
ข) Voltage Circuit	:	2.5 ตารางมิลลิเมตร
ค) Control Circuit	:	1.5 ตารางมิลลิเมตร
ง) Ground ระหว่างตัวแผงกับบานประตู	:	10 ตารางมิลลิเมตร

- (2) สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าวห้ามติดต่อกันโดยเด็ดขาด

- (3) สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

11 MIMIC BUS และ NAMEPLATE

- (1) ที่หน้าแผงสวิตช์ควบคุมต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่วิศวกรเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (0.12 นิ้ว) และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร (0.4 นิ้ว) ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- (2) ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาวมีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (0.8 นิ้ว) หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

12 REMOTE CONTROL PANEL

- (1) การทำงานของระบบต้องเป็น 24 VAC
- (2) สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นแบบ Push Button โดยมีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน (เปิด-ปิด) แยกต่างหากติดตั้ง ผิงในผนัง
- (3) Cover plate ต้องเป็น Stainless Steel หรือ Aluminium



- (4) Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- (5) การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพง หรือเสาแล้วแต่กรณีโดยให้ Cover plate ติดแนบกับผิวหน้าของ ผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์เท่ากับ 1.20 เมตร หรือระบุในแบบ
- (6) อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน

13 การติดตั้ง

- (1) แผงสวิตช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ติดตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่น Concrete สูงประมาณ 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) หากเป็นพื้นคอนกรีตนอตที่ใช้ต้องเป็น แบบ Expansion Bolt
- (2) กรณีที่แผงสวิตช์เป็นชนิดติดผนังต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสม และต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตรจากพื้นถึงระดับของแผงสวิตช์

14 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้วเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- (1) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- (2) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- (3) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง



หมวดที่ 32 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2 ชนิดของสายไฟฟ้า

- (1) โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทน แรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตามมอก. 11-2553
- (2) สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- (3) สายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในท่อโลหะหรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตามมอก. 11-2553, IEC 01
- (4) สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรงหรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดียว และตัวนำ หลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้นตามมอก.11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- (5) สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือ กรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวนพีวีซีสองชั้นตามมอก. 11-2553
- (6) สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูงเช่นโคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- (7) สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย
- (8) สายไฟชั้นใต้ดินเป็นชนิด LSOH (Low Smoke Zero Halogen)



3

การติดตั้ง

- (1) การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
 - ก) ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
 - ข) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วยซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - ค) การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
 - ง) การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- (2) การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
 - ก) การต่อเชื่อม และการต่อแยกสายไฟฟ้าให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้า เท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
 - ข) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
 - ค) การต่อเชื่อม หรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice Or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลาย และเทบพิวซีอีกชั้นหนึ่ง
 - ง) การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้นให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละ ชนิด
 - จ) ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4

การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

- (1) สำหรับวงจรแสงสว่าง และตัวรับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตั๋ววงจร และสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์มในทุกๆ กรณี



- (2) สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของ ฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี
- (3) การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน



หมวดที่ 33 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตาม มาตรฐานจึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะ ตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- (1) ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการติดตั้งลอย หรือซ่อนในฝ้าเพดานซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้ง ใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 348
- (2) ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดิน โดยตรง และใช้ในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 345
- (3) ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตราย และฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346
- (4) ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
- (5) อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector



- (6) การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก) ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนทำการติดตั้ง
 - ข) การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค) ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) และต้องยึดตัวสุดท้ายห่างจาก Box ไม่เกิน 20 CM
 - ง) ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ) การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพ และสถานที่
 - ฉ) การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
 - ช) แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับวิศวกรเป็นแต่ละกรณีไป

3 CABLE TRAY

- (1) Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็ก ด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) และแผ่นเหล็ก พื้นพับเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบาย อากาศได้ดี
- (2) Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุกๆ ระยะ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) หรือน้อยกว่า
- (3) การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้าง อาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น
- (4) อุปกรณ์ยึด และแขวน Cable Tray และ Wire Way ภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสี ภายนอกอาคารทำด้วย เหล็ก Electro-Galvanized แล้วทาสีตามตารางรหัสและสัญลักษณ์สี

4 WIRE WAY

- (1) Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized



- (2) การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้าง อาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น
- (3) ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 500 มิลลิเมตร (20 นิ้ว)

5 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องตัวรับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- (1) กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไปต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร (0.048 นิ้ว) ผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร (0.096 นิ้ว)
- (2) กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้วต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- (3) กล่องต่อสายชนิดกันระเบิดซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)
- (4) ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาดจำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสาย หรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามข้อกำหนดใน NEC Article 373
- (5) กล่องต่อสายทุกชนิด และทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- (6) การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึง และทำงานได้สะดวก

6 การติดตั้ง



ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดิน หรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้ง อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นนอน และสมบูรณ์

7

การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วงตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน



หมวดที่ 34 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) ในผิวงานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือการทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดย เครื่องครัด เครื่องจักรอุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้วหากตรวจพบว่ามีรอยถลอกขีดข่วนขีดรอย คราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมขัดถูและทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- (2) ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้นผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิด การหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อและที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและสัญลักษณ์

2 การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- (1) พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - ก) ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำ สะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตาม คำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - ข) ในกรณีที่พื้นงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อนจึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- (2) พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาดแล้วจึงทาสีรองพื้น
- (3) พื้นผิวสังกะสี และเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน และฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น



- (4) พื้นผิวทองแดงตะกั่วพลาสติกทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3 การทาหรือพ่นสี

- (1) ในการทาสีแต่ละชั้นต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อนจึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้
- (2) สีที่ใช้ทาประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ
- ก) สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือเพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
 - ข) สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้ายเพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ
- ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- (3) ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4 ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม



รายการประกอบแบบ (SPECIFICATION)



5

รหัสสีและสัญลักษณ์

- (1) การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อยกเว้นถ้าท่อนั้นๆมีการหุ้มฉนวนให้ทาเฉพาะสีรองพื้น เท่านั้น
- (2) ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ Clamp ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสาย เท่านั้น และภายใน กลุ่ม
- (3) ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษรกำหนดดังนี้

PIPE DIAMETER มม. (นิ้ว)	ความกว้างของแถบสี มม. (นิ้ว)	ขนาดตัวอักษร มม. (นิ้ว)
20 - 32 (3/4 - 1 1/4)	200 (8)	12 (1/2)
40 - 50 (1 1/2 - 2)	200 (8)	20 (3/4)
65 - 150 (2 1/2 - 6)	300(12)	32 (1 1/4)
200 - 250 (8 - 10)	300 (12)	65 (2 1/2)
300 - มากกว่า (12 - มากกว่า)	500 (20)	90 (4)

- (4) ระยะของแถบรหัสสีอักษรสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางกำหนดเป็นดังนี้
 - ก) ทุกๆ ระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง
 - ข) ใกล้ตำแหน่งวาล์วทุกตัว
 - ค) เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือมีท่อแยก
 - ง) เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะเลพื้น
 - จ) บริเวณช่องเปิดบริการ
- (5) ถ้าท่อที่หุ้มฉนวนนั้นทาสีที่ฉนวนคาดเป็นช่วงๆตลอดเส้นท่อในส่วนที่มองเห็นด้วยสายตา หรือท่อที่ไม่ต้องหุ้มฉนวนให้ทาสีตลอดเส้นท่อ ให้ใช้ขนาดและระยะของตัวอักษรสัญลักษณ์ พร้อมลูกศรแสดงทิศทางตามข้อ 5.3 และ 5.4 ด้วย



6 ตารางแสดงรหัสสีและสีสัญลักษณ์

ลำดับ	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1	Chilled Water Supply Chilled Water Return Chilled Water Reverse Return	CHS CHR CHRR	เขียว	ขาว
2	Condenser Water Supply Condenser Water Return	CDS CDR	ส้ม	ขาว
3	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
4	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
5	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ	AC	ฟ้า	ฟ้า
6	อุปกรณ์แขน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	-	เทาเข้ม	-
7	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
8	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง

หมายเหตุ: ท่อที่มีได้ระบุรหัสสีให้ใช้ประเภท หรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้าให้เป็นไปตามสี ของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่



หมวดที่ 35 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม

1 ความต้องการทั่วไป

หลังจากที่ติดตั้งวัสดุ และอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องอุด หรือปิดบริเวณที่วัสดุ หรืออุปกรณ์ทะลุผ่านผนัง พื้น หรือ คาน และขาพท์ท่อต่างๆ ด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลามเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้ลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง วัสดุป้องกันไฟ และควันลามนี้ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM การใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามให้พิจารณาใช้กับผนังกันไฟหรือผนังห้องกันเสียง และถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ตามบริเวณที่ท่อลมทะลุผ่านผนังกันไฟทุกๆ จุด และ จะต้องติดตั้ง Cover หรือ Escutcheon Plate บริเวณจุดที่ทะลุผ่านที่ปรากฏแก่สายตาทุกจุด และให้อยู่ในความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ข้อกำหนดนี้ยังครอบคลุมไปถึงท่อร้อยสายไฟ สายไฟฟ้าและ Raceway ที่ติดตั้งในช่องท่อ หรือช่องเปิดบนพื้นต่างๆ ช่องเปิดที่เหลือหลังการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องถูกปิดด้วยวัสดุที่กล่าวข้างต้นที่มีความสามารถกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2 คุณสมบัติของวัสดุ

- (1) อุปกรณ์ หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- (2) อุปกรณ์ หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- (3) อุปกรณ์ หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้ง หรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- (4) สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- (5) ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- (6) อุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเพลิงไหม้
- (7) อุปกรณ์ หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติก่อน

3 การติดตั้ง

- (1) ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลามตามตำแหน่งต่างๆดังต่อไปนี้
 - ก) ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังพื้น หรือคานและขาพท์ท่อต่างๆ ซึ่งได้เตรียมไว้



สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมีช่องว่างเหลืออยู่
ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ

- ข) ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blackout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อใน
อนาคต
 - ค) ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blackout or Sleeve) ที่ใช้สายไฟฟ้า หรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มี
ช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
 - ง) ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีตผนังคอนกรีตซึ่งเป็นผนังทนไฟเพื่อป้องกันไฟ และควัน
ลามตามท่อ
- (2) ผู้รับจ้างต้องเสนอกรรมวิธีการติดตั้งเพื่อขออนุมัติก่อน



หมวดที่ 36 การทดสอบ การปรับแต่ง และการทำความสะอาด

1 ความต้องการทั่วไป

การทดสอบจะต้องทำในขณะที่มีผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลา และเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อม ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับแต่งใดๆก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ Start-Up และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงาน อนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

2 การทดสอบอุปกรณ์

หมายถึงการทดสอบสมรรถนะ (Performance) ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดและจะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยตามรายการ ต่อไปนี้

(1) CHILLER

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) ขนาดทำความเย็น
- ง) สารทำความเย็น
- จ) ระบบ Starter
- ฉ) Evaporator
 - Evaporator Pressure
 - Evaporator Temperature
 - Entering / Leaving Water Pressure
 - Water Pressure Drop
 - Entering / Leaving Water Temperature
 - Water Temperature Drop
 - Water Flow Rate
- ช) Condenser
 - Condenser Pressure
 - Condenser Temperature
 - Entering / Leaving Water Pressure



- Water Pressure Drop
- Entering / Leaving Water Temperature
- Water Temperature Drop
- Water Flow Rate

ข) Compressor

- Brand Name / Model
- Serial Number
- Suction Pressure / Temperature
- Discharge Pressure / Temperature
- Oil Pressure / Temperature
- RPM
- Voltage
- Current
- Kw Input
- Crankcase Heater Amp.
- Chilled Water Control Setting
- Condenser Water Control Setting
- Low Pressure Cutout Setting
- High Pressure Cutout Setting

ฅ) Refrigeration

- Oil Level Check
- Oil Failure Switch Differential
- Refrigerant Level Check
- Relief Valve Setting
- Unloader Set Point
- % Cylinder Unloaded / % Of Inlet Guide Vane
- Purge Operation Check
- Bearing Temperature
- Vane Position
- Demand Limit
- Low Temperature Cutout Setting



(2) CHILLED WATER PUMP

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Serial Number
- ง) Flow Rate / Head
- จ) Pump RPM
- ฉ) Impeller Diameter
- ช) Motor Manufacturer / Frame
- ซ) Motor Kw / RPM
- ณ) Volts / Phase / Hertz
- ญ) Full Load Amps / Service Factor
- ฎ) Seal Type
- ฏ) Pump Shut off Pressure
- ฐ) Discharge Pressure
- ฑ) Suction Pressure
- ฒ) Final Dynamic Pressure
- ณ) Final Water Flow Rate
- ด) Voltage
- ต) Current

(3) PLATE HEAT EXCHANGER

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Serial Number
- ง) Test Data
 - PRIMARY SIDE
 - Entering / Leaving Temperature
 - Temperature Difference
 - Entering / Leaving Pressure
 - Pressure Difference
 - Water Flow Rate
 - SECONDARY SIDE



- Entering / Leaving Temperature
- Temperature Difference
- Entering / Leaving Pressure
- Pressure Difference
- Water Flow Rate

(4) FXHAUST AIR FAN

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Serial Number
- ง) Delivery Air Flow Rate
- จ) Air Operating Temperature
- ฉ) Toxic / Non-Toxic Air
- ช) Fan Type
- ซ) Fan Rpm
- ณ) Static Pressure In / Out
- ญ) Total Static Pressure
- ฎ) Motor Manufacturer / Frame
- ฏ) Motor Kw/ RPM
- ฐ) Volts / Phase / Hertz
- ฑ) Full Load Amps / Service Factor
- ฒ) No. Of Belts / Make / Size

(5) SPLIT-TYPE AIR CONDITIONING UNIT (AIR COOLED)

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Model
- ง) Serial Number
- จ) Type Of Air Filter /Size
- ฉ) Evaporator
 - Total Air Flow Rate
 - Discharge Static Pressure
 - Suction Static Pressure
 - Total Static Pressure



- Outside Air Flow Rate
- Outside Air Condition DB / WB
- Return Air Flow Rate
- Return Air Condition DB / WB
- Entering Air Condition DB / WB
- Leaving Air Condition DB / WB
- Fan RPM
- Voltage
- Current

ข) Air Cooled Condenser

- Refrigerant No. / Lbs.
- Compressor Manufacturer / Number
- Compressor Model / Serial Number
- Suction Pressure / Temperature
- Condensing Pressure / Temperature
- Crankcase Heater Amps.
- Compressor Voltage
- Compressor Amperage
- L.p. / H.p. Cutout Setting
- No. Of Fans / Fan RPM
- Condenser Fan Kw.
- Condensing Air Flow Rate
- Condenser Fan Volts / Amps / Phase

(6) VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF) AIR CONDITIONING UNIT

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Model
- ง) Serial Number
- จ) Type Of Air Filter /Size
- ฉ) Evaporator
 - Total Air Flow Rate



- Discharge Static Pressure
- Suction Static Pressure
- Total Static Pressure
- Outside Air Flow Rate
- Outside Air Condition DB / WB
- Return Air Flow Rate
- Return Air Condition DB / WB
- Entering Air Condition DB / WB
- Leaving Air Condition DB / WB
- Fan Rpm
- Voltage
- Current

ข) Air Cooled Condenser

- Refrigerant No. / Lbs.
- Compressor Manufacturer / Number
- Compressor Model / Serial Number
- Suction Pressure / Temperature
- Condensing Pressure / Temperature
- Crankcase Heater Amps.
- Compressor Voltage
- Compressor Amperage
- L.P. / H.P. Cutout Setting
- No. Of Fans / Fan RPM
- Condenser Fan Kw.
- Condensing Air Flow Rate
- Condenser Fan Volts / Amps / Phase

(7) CHILLED WATER AHU /FCU

- ก) วันเวลาที่ทดสอบ
- ข) ยี่ห้อรุ่นและหมายเลขเครื่อง
- ค) Model
- ง) Serial Number



- จ) Type Of Air Filter /Size
- ฉ) Noise Rating
- ช) Vibration Isolator - Type, Deflection
- ซ) Unit Data
 - Total Air Flow Rate
 - Total Static Pressure
 - Fan RPM
 - Motor Voltage
 - Motor Amperage
 - Outside Air Flow Rate
 - Return Air Flow Rate
 - Discharge Static Pressure
 - Suction Static Pressure
- ณ) Motor Data
 - Manufacturer / Frame
 - Kw. / RPM
 - Volts / Phase / Hertz
 - Full Load Amps
- ญ) Cooling Coil Data
 - System No./Coil No.
 - Manufacturer
 - Coil Type
 - No. Of Rows / Fins
 - Face Area
 - Air Quantity
 - Air Velocity
 - Air Pressure Drop
 - Outside Air DB / WB
 - Return Air DB / WB
 - Entering Air DB / WB
 - Leaving Air DB / WB
 - Air Temperature Difference



- Chilled Water Flow Rate
- Water Pressure Drop Through Coil
- Entering Chilled Water Temperature
- Leaving Chilled Water Temperature
- Chilled Water Temperature Difference

3 การทดสอบและปรับปริมาณลม

- (1) ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยก่อนการส่งมอบงาน ต้องได้รับการทดสอบ และปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการปริมาณลม ที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- (2) การวัดปริมาณลมในท่อเมน และท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี Transverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมีปลั๊กอุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- (3) การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลมท่อแยก ให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter Damper หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกๆแห่ง

4 การทำความสะอาดท่อลม

- (1) ในระหว่างการติดตั้งผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษฉนวนเศษ Rigid Fibers Lass และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม
- (2) ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศ เป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่นผงออกจากท่อลมให้หมด
- (3) ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ด้วย หลังจากการทำความสะอาด ระบบท่อลมผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่

5 การทดสอบระบบท่อน้ำ



- (1) ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- (2) การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณา และอนุมัติของผู้ควบคุมงาน
- (3) การทดสอบความดันใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบ แล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้ควบคุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- (4) ท่อ Schedule 40 หรือ Standard Weight ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุด ขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- (5) ท่อน้ำซึ่งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- (6) หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่วและซ่อมแซม แล้วทดสอบใหม่ จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- (7) รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่
- (8) อุปกรณ์ที่บอบบาง หรือไม่สามารถทนความดันขณะทดสอบได้ต้องถอดออกก่อนการทดสอบ

6 การปรับปริมาณน้ำ

- (1) ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่ง ปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วง ± 5 เปอร์เซ็นต์จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์
- (2) การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ Pump Curve ของ ผู้ผลิต
- (3) วาล์วปรับปริมาณน้ำ หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- (4) Orifice หรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต



7

การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

- (1) ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่นสิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บรักษาท่อสูงจากพื้นและปิด ปลายท่อทั้งสองด้าน
- (2) ระหว่างการติดตั้งท่อกวาล์วข้อต่อต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด
- (3) หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็ม และถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และเติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบหลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่าย ทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า



หมวดที่ 37 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

1 ความต้องการทั่วไป

- (1) วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้ง วัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิตจะต้องแจ้งให้ทราบ และจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ Alternative จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการของวิศวกร
- (2) จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบยกเว้นรายการต่อไปนี้
 - ก) สายไฟฟ้า และท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
 - ข) รายการปลีกย่อยต่างๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้แต่จำเป็นที่จะต้องมีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบจะต้องมีการประเมินจำนวนไว้โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้
- (3) ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2 รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้ต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอเพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| (1) WATER CHILLER | |
| DUNHAM BUSH | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| TRANE | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| HAIER | CHINA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| DAIKIN | USA, JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| หรือเทียบเท่า | |



- (2) VARIABLE REFRIGERANT VOLUMATRIC SYSTEM (VRV. OR VRF.)
- | | |
|-------------|--------------------------------------|
| DUNHAM BUSH | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| TRANE | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| HAIER | CHINA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| DAIKIN | USA, JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
- หรือเทียบเท่า
- (3) SPLIT TYPE AIR CONDITIONING
- | | |
|-------------|--------------------------------------|
| DUNHAM BUSH | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| TRANE | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| HAIER | CHINA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| DAIKIN | USA, JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
- หรือเทียบเท่า
- (4) AIR HANDIING UNIT, FAN COIL UNIT FOR GENERAL AREA
- | | |
|-------------|--------------------------------------|
| DUNHAM BUSH | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| TRANE | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| HAIER | CHINA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| DAIKIN | USA, JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
- หรือเทียบเท่า
- (5) AIR HANDIING UNIT FOR AUDITHORIUM, STAGE, ORCHRESTRA PIT, EXHIBITION AREA AND MULTIPURPOSE SPACE
- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| DUNHAM-BUSH | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| HUBBER & RUNNER | GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| FLAKTWOODS | SWEDEN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| BENDIG | LOCAL OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
- หรือเทียบเท่า
- (6) CFNTRIFUGAL FAN
- | | |
|-----------|---|
| PANASONIC | JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| KRUGER | SWITZERLAND USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| NICOTRA | GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
| ACME | USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE |
- หรือเทียบเท่า



(7) PROPELLER FAN (COMMERCIAL USE)

PANASONIC	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
MITSUBISHI	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KRUGER	SWITZERLAND USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WOLTER	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

หรือเทียบเท่า

(8) PROPELLER FAN (INDUSTRIAL USE)

PANASONIC	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KRUGER	SWITZERLAND USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WOLTER	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
ACME	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

หรือเทียบเท่า

(9) CEILING FAN

PANASONIC	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
MITSUBISHI	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KRUGER	SWITZERLAND USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

หรือเทียบเท่า

(10) AXIAL FAN

PANASONIC	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KRUGER	SWITZERLAND USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WOLTER	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
ACME	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

หรือเทียบเท่า

(11) COOLING TOWER

BAC	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
MARLEY	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
SHINWA	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
LIANG-CHI	TAIWAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
EVAPCO	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

หรือเทียบเท่า



(12) WATER PUMP

GRUNDFOSS	DENMARK OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
AURORA	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WORTHINGTON	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
PETTERSON	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WILO	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KSB	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
SPP	ENGLAND OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
EBARA	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
PACO	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
หรือเทียบเท่า	

(13) WATER PUMP

GRUNDFOSS	DENMARK OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
AURORA	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WORTHINGTON	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
PETTERSON	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
WILO	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
KSB	GERMANY OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
SPP	ENGLAND OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
EBARA	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
PACO	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
หรือเทียบเท่า	

(14) PVC PIPE

SCG	LOCAL
THAI PIPE	LOCAL
D-PLAST	LOCAL
หรือเทียบเท่า	



(15) COPPER TUBE

NIBCO	USA
MUELLER	USA
KEMBLA	AUSTRALIA
KLM	LOCAL / KOREA
SAMPO	KOREA
CAMBRIDGE	KOREA
LHCT	LOCAL/CHINA
VIOLET	LOCAL/CHINA
หรือเทียบเท่า	

(16) BLACK STEEL PIPE

THAI STEEL PIPE	LOCAL
SIAM STEEL PIPE	LOCAL
THAI UNION STEEL PIPE	LOCAL FIRST
STEEL PIPE	LOCAL
HIGH PRESSURE STEEL PIPE	LOCAL
SAMCHAI STEEL	LOCAL
KLM	LOCAL
PACIFIC PIPE	LOCAL
SAHA THAI STEEL	LOCAL
COTCO	LOCAL
MITR STEEL	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(17) FLEXIBLE PIPE CONECTION & EXPANSION JOINT

KINETICS	USA
MASON	USA
VIBRATION MOUNTED	USA
& CONTROL	
TOZEN	JAPAN
UNISON	KOREA
หรือเทียบเท่า	



(18) VIBRATION ISOLATOR

KINETICS	USA
MASON	USA
VIBRATION MOUNTED	USA
& CONTROL	
TOZEN	JAPAN
WILHAMS	UK
หรือเทียบเท่า	

(19) CLOSED CELL FOAMED ELASTOMER INSULATION

ARMAFLEX	USA OR PRODUCE UNDER LICENSE
AEROFLEX	LOCAL
THERMAFLEX	LOCAL
K-FLEX	MALAYSIA
THERMOBREAK	LOCAL
MAXFLEX	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(20) GALVANIZED STEEL SHEET

THAI GALVANIZED STEEL	LOCAL
SINGHA	LOCAL
BSP	LOCAL
TRUZINC	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(21) FLEXIBLE DUCT

AERODUCT	LOCAL
ARMDUCT	LOCAL
AS&D	LOCAL
DUCT EXCEL	LOCAL
SIFLEX	SINGAPORE
FABRIFLEX	SINGAPORE
หรือเทียบเท่า	



(22) PRE-INSULATED DUCT (PID)

GEKKO

EASY

1ST DUCT

TDT

หรือเทียบเท่า

(23) FIRE RATED DUCT

DURASTEEL

FLAMEBAR

VERMIDUCT

WILHAMS

หรือเทียบเท่า

(24) DIFFUSERS, GRILLES & LOUVERS FOR GENERAL SPACE

KOMFORT FLOW LOCAL

FLOTHRU LOCAL

WINDPOINT LOCAL

ESCO FLOW LOCAL

SEIHO USA

AS&D LOCAL

CFM PERCOOL LOCAL

METAL AIRE USA OR LOCALLY ASSEMBLY UNDER LICENSE

STREAM AIR LOCAL

AEROGRILLE (PLASTIC GRILLE) LOCAL

GREENHECK USA

ACE AIR DIFFUSION MALAYSIA

HALTON UK

RUSKIN USA

TITUS USA

PRICE USA

SMARTTEMP GERMANY/AUSTRALIA

KRANTZ GERMANY

TROX GERMANY

หรือเทียบเท่า



(25) DIFFUSERS, GRILLES & LOUVERS FOR AUDITORIUM, STAGE, ORCHESTRA PIT,
EXHIBITION AREA AND MULTIPURPOSE SPACE

PRICE	USA
SMARTTEMP	GERMANY/AUSTRALIA
KRANTZ	GERMANY
TITUS	USA
TROX	GERMANY
HALTON	UK
หรือเทียบเท่า	

(26) SOUND ATTENUATOR

RUSKIN	USA
PRICE	USA
BETEC CAD	UAE
TROX	GERMANY
หรือเทียบเท่า	

(27) FIBERGLASS INSULATION

SCG	LOCAL
MICRO-FIBRE	LOCAL
VINSULATION	TAIWAN
TWIGA	INDIA
หรือเทียบเท่า	

(28) CALCIUM SILICATE

PROMAT	GERMANY
ASAHI (ASK)	JAPAN
หรือเทียบเท่า	



(29) AIR FILTER

AAF	USA
CAMFIL	USA/SWIDEN
AIR GUARD	USA
SPX VOKES-AIR	SWITZERLAND
TROX	GERMANY
EST	USA
FLAME GARD (Kitchen Grease Filter)	USA
JAF	JAPAN

หรือเทียบเท่า

(30) LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

CUTLER-HAMMER	USA
GE	USA
SQUARE-D	USA
SIEMENS	GERMANY
EATON	USA
mitsubishi	JAPAN
FUJI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	USA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
ABB	ITALY

หรือเทียบเท่า

(31) SAFETY SWITCH

EATON	USA
GE	USA
SQUARE-D	USA
SIEMENS	GERMANY
SCHNEIDER ELECTRIC	USA

หรือเทียบเท่า



(32) CONTACTOR AND CONTROL RELAY

SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
mitsubishi	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	FRENCH
ABB	FRENCH
FINDER	ITALY
หรือเทียบเท่า	

(33) METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENT (ANALOG)

JANITZA	GERMANY
GOSSEN	GERMANY
FUJI	JAPAN
mitsubishi	JAPAN
CROMPTON	UK
CUTLER-HAMMER	USA
SIEMENS	GERMANY
CELSA	SPAIN
SCHNEIDER ELECTRIC	USA
หรือเทียบเท่า	

(34) LV CURRENT TRANSFORMER

SIEMENS	GERMANY
AEG	GERMANY
GOSSEN	GERMANY
FUJI	JAPAN
CROMPTON	UK
mitsubishi	JAPAN
หรือเทียบเท่า	



(35) ELECTRIC MOTOR

GOSSSEN	GERMANY
CROMPTON	UK
CUTLER-HAMMER	USA
SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	USA
หรือเทียบเท่า	

(36) CONDUIT (METALIC)

PANASONIC	LOCAL
TAS	LOCAL
RSI	LOCAL
PAT	LOCAL
ABSO	LOCAL
ARROW PIPE	LOCAL
UI	LOCAL
BSM	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(37) CONDUIT (NON METALIC)

CLIPSAL	AUSTRALIA
FRE	CANADA
EFLEX	LOCAL
SCG	LOCAL
ท่อน้ำไทย	LOCAL
ท่อตราช้าง	LOCAL
หรือเทียบเท่า	



(38) POWER & CONTROL CABLE

BANGKOK CABLE	LOCAL
PHELPSDODGE	LOCAL
THAI YAZAKI	LOCAL
MCI	LOCAL
LINK	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(39) LOW VOLTAGE MAIN AND DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER

ASEFA	LOCAL
PMK	LOCAL
SCI	LOCAL
TIC	LOCAL
หรือเทียบเท่า	

(40) FIRE BARRIER SYSTEM

HILTI	USA
3M	USA
KBS	GERMANY
ABESCO	UK
BIO FIRESHIELD	USA
TREMCO	USA
หรือเทียบเท่า	

(41) SMOKE DAMPER AND FIRE DAMPER

GREENHECK	USA
RUSKIN	USA
POTTORFF	USA
หรือเทียบเท่า	



(42) PLC PROGRAMABLE LOGIC CONTROL

DANFOSS	DENMARK
RELIANCE	USA
ALLEN-BRADLEY	USA
SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
ABB	SWEDEN/SWITZERLAND
TELEMECHANIQUE	FRANCE
CAREL	ITALY
หรือเทียบเท่า	

(43) AUTOMATIC BALANCING VALVE

FLOW CON	USA
AUTOFLOW	USA
BALANCTEC	LOCAL
FRESE	DENMARK
หรือเทียบเท่า	

(44) TIMER SWITCH

NATIONAL	JAPAN
LEGRAND	GERMANY
JOHNSON CONTROL	USA
หรือเทียบเท่า	

(45) TIMER SWITCH

NATIONAL	JAPAN
LEGRAND	GERMANY
JOHNSON CONTROL	USA
หรือเทียบเท่า	



(46) TIMER SWITCH

PRYSMIAN

UK

NEXAN

FRANCE

STUDER

SWITZERLAND

DRAKA

UK

หรือเทียบเท่า

(47) PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE (PICV)

DANFOSS

FLOWCON

FRESE

TA

BELLIMO

หรือเทียบเท่า

(48) VARIABLE SPEED DRIVE (VSD or VFD)

DANFOSS

SIEMENS

ABB

SCHINDER

หรือเทียบเท่า

(49) GATE VALVE, GLOBE VALVE

CRANE

KITZ

NIBCO

WATTS

TOYO

VALOR

หรือเทียบเท่า



(50) BUTTERFLY VALVE

CRANE

KITZ

KEYSTONE,

NIBCO

WATTS

TOYO

MUELLER

VALOR

หรือเทียบเท่า

(51) SILENT CHECK VALVE

CRANE

KITZ

METRAFLEX

VAL-MATIC

VALOR

หรือเทียบเท่า

(52) PRESSURE RELIEF VALVE

CLA-VAL

SINGER

OCV CONTROL VALVE

BERMAD

หรือเทียบเท่า

(53) AUTOMATIC AIR VENT VALVES

VALVES METRAFLEX

VALMATIC

BELL & GOSSETT

หรือเทียบเท่า



(54) STRAINERS

CRANE

KITZ

METRAFLEX

TOYO

VALOR

หรือเทียบเท่า

(55) SENSOR, TRANSMITTER, LEVEL SWITCH, FLOW SWITCH

HONEYWELL

JOHNSON CONTROLS

MC DONELL

BELL & GOSSETT

SIEMENS

หรือเทียบเท่า

(56) PRESSURE GAUGE & THERMOMETER

WEKSLER

TERRICE

WIKA

หรือเทียบเท่า